



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**DESCRIPCION DE LAS DIVERSAS ETAPAS EN EL
DESARROLLO DE UN PROYECTO, APLICACION
A LA PRODUCCION DE POLIPROPILENO
ISOTACTICO.**

TOMO I

T E S I S MANCOMUNADA

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A N :

**RAUL RODRIGUEZ MONTAÑO
FRANCISCO JAVIER ROJAS ORTIZ
ISIDORO DAVID SANCHEZ HANONO
ANDRES ROBERTO SANCHEZ ORNELAS**

México, D.F.

1983.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

P R O L O G O

Con el presente trabajo pretendemos establecer y estudiar las etapas necesarias para la realización de un Proyecto. Al irnos -- adentrando en el tema describimos y enunciamos los métodos y técnicas más comúnmente utilizadas, así como los criterios básicos -- para un eficiente desarrollo del Proyecto.

Es necesario un buen estudio de las fases del Proyecto de -- Inversión por parte del Ingeniero Químico, pues to que éste es el encargado de dirigir y coordinar todos los pasos para una ejecución -- óptima del proyecto. Así mismo, es el responsable de enlazar adecuadamente todas las disciplinas, tanto de Ingeniería como de administración, involucradas en el proyecto, valiéndose de sus conoci--- mientos y experiencia profesional, para la concepción, evaluación y la exitosa culminación del proyecto en mención.

Cabe mencionar que el presente trabajo no se limita al aspecto teórico, sino que aunado se examina el aspecto práctico, ejemplificando, en las etapas que lo permiten, con un proyecto para la -- Producción de Polipropileno Isotáctico.

Esta tesis, pues, es un intento de proporcionar algunos co-- nocimientos fundamentales sobre Proyectos y su aplicación inmediata.

Los Autores.

C O N T E N I D O

CAPITULO I

Investigación de Mercado para la producción de polipropileno isotáctico.

CAPITULO II

Planeación

CAPITULO III

Ingeniería de Proceso

CAPITULO IV

Ingeniería de Detalle

CAPITULO V

Análisis Económico

CAPITULO VI

Construcción, Pruebas y Arranque.

CAPITULO VII

Operación, Mantenimiento y Seguridad.

CAPITULO VIII

Conclusiones y Recomendaciones.

INDICE DE TABLAS

Capítulo I

Tabla 1 Grado de polimerización del propileno	I - 4
Tabla 2 Propiedades físicas de polietileno y polipropileno	I - 12
Tabla 3 Propiedades eléctricas de polietileno y polipropileno	I - 18
Tabla 4 Propiedades térmicas de polietileno y polipropileno	I - 28
Tabla 5 Mercado Interno para polipropileno	I - 44
Tabla 6 Importaciones de polipropileno	I - 46
Tabla 7 Productos Petroquímicos básicos	I - 47
Tabla 8 Proyectos de petroquímica básica	I - 48
Tabla 9 Mercado Interno para polipropileno	I - 49
Tabla 10 Modelo expansión exponencial	I - 56
Tabla 11 Proyecciones hasta 1990	I - 58

Capítulo II

Tabla 1 Ventajas y desventajas de los métodos MCC, PDM y TERP	II - 41
Tabla 2 Ventajas y desventajas de los métodos MCC, PDM y TERP	II - 42
Tabla 3 Ventajas y desventajas de los métodos MCC, PDM y TERP	II - 43

Capítulo III

Tabla 1 Comparación de los sistemas de polimerización	III - 69
Tabla 2 Polimerización del propileno con óxidos metálicos como catalizadores	III - 73 - 74
Tabla 3 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo sílica-alúmina	III - 78 - 83
Tabla 4 Anexo para catalizadores de tipo sílico-alúmina	III - 84
Tabla 5 Estereoespecificidad de sistemas catalíticos con $TiCl_3$	III - 89
Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta	III - 97 - 115
Tabla 7 Copolimerización del propileno con etileno	III - 116 - 117
Tabla 8 Proyectos en construcción	III - 120
Tabla 9 Tabla comparativa de procesos de polimerización	III - 148a - 155d
Tabla 10 Selección definitiva de tecnología	III - 188
Tabla 11 Nomenclatura de instrumentación	s/n
Tabla 12 Designaciones de equipo	III - 211-212
Tabla 13 Condiciones de abastecimiento y suministro de materias primas y materiales auxiliares	III - 229

Tabla 14	Símbolos de servicio para la designación de - líneas de tubería	III - 235-238
Tabla 15	Lista de los equipos que efectúan de manera pre-ponderante la elaboración del calendario maestro s/n	
Tabla 16	Horas hombre requeridas para el diseño de equipo	III - 345

Capítulo IV

Tabla 1	Especificaciones para el circuito FQ-2101	IV - 24
Tabla 2	Especificaciones para el circuito FQ-2103	IV - 25
Tabla 3	Especificaciones para el circuito LI-2103	IV - 26
Tabla 4	Especificaciones para el circuito LRCA-2104	IV - 27
Tabla 5	Especificaciones para el circuito LC-2105	IV - 28
Tabla 6	Especificaciones para el circuito LC-2107	IV - 29
Tabla 7	Especificaciones para el circuito PC-2105	IV - 30
Tabla 8	Especificaciones para el circuito PC-2106	IV - 31
Tabla 9	Especificaciones para el circuito PA-2107	IV - 32
Tabla 10	Restricciones para el plato de orificio	IV - 33
Tabla 11	Especificaciones para flujómetros	IV - 34
Tabla 12	Especificaciones para medidores de vidrio	IV - 35
Tabla 13	Especificaciones para medidores de presión	IV - 36
Tabla 14	Información para selección de bombas	IV - 45
Tabla 15	Especificaciones del tanque 105	IV - 69
Tabla 16	Especificaciones del tanque 106	IV - 70

Capítulo V

Tabla 1	Objetivos del presupuesto	V - 3
Tabla 2	Factores que afectan los costos	V - 6
Tabla 3	Costos de producción para una planta típica de proceso químico	V - 10
Tabla 4	Costo total del producto	V - 12
Tabla 5	Costos de mantenimiento	V - 15
Tabla 6	Depreciación y amortización	V - 17
Tabla 7	Diferentes tipos de presupuestos de inversión	V - 24
Tabla 8	Datos de costo de capital para plantas de proceso	V - 30-31
Tabla 9	Valores de exponentes para plantas de proce- so químico	V - 33
Tabla 10	Factores que dependen del tipo de proceso	V - 47-48
Tabla 11	Rango de los costos de los diferentes concep- tos de inversión en límites de batería	V - 49-50
Tabla 12	Rangos típicos para la instalación de servicios auxiliares como porcentaje de costo de equipo	V - 51
Tabla 13	Matriz de control C-T-V para proyectos de Inge- nería - construcción	V - 155
Tabla 14	Gastos Generales	V - 175

PLANOS INCLUIDOS

- Plano 1 Tanque de Alimentación del catalizador.
- Plano 2 Detalle de Boquilla del Tanque D 106.
- Plano 3 Diagrama de Flujo para agua caliente.
- Plano 4 Tanque para catalizador D 105
- Plano 5 Diagrama de Tubería e Instrumentación.
- Plano 6 Arreglo general del equipo de la planta
- Plano 7 Diagrama de flujo del proceso. Sección 200 polimerización.
- Plano 8 Calendario Maestro

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCION.

Dentro del contexto general del proyecto nos encontramos que las actividades que lo conforman pueden ser agrupadas en cuatro etapas principalmente:

- a). - Etapa de Estudios Económicos.
- b). - Etapa de Ingeniería.
- c). - Etapa de Procuración.
- d). - Etapa de Construcción.

Es decir, la realización de un proyecto tiene que pasar por las etapas antes enunciadas. Y es precisamente en este capítulo donde desarrollaremos gran parte de la Etapa de Estudios Económicos.

Es necesario en primer lugar el dejar bien establecido, una definición del problema que trataremos en cuestión, se pretende pues establecer una planta para la producción de polipropileno isotáctico, de aquí -- que resulte necesario definir claramente qué es el polipropileno isotáctico, cuáles son sus propiedades, cuáles son sus características, cuáles sus usos, en fin una serie de preguntas que inicialmente deben de tener una respuesta, y para ello, la primera parte de este capítulo nos referimos -- ampliamente a una serie de temas orientados específicamente a la resolución de estas preguntas y asimismo nos preparan el camino para establecer una investigación-mercado que nos permita establecer criterios básicos para la posible realización del proyecto, es decir el proyecto tendrá que ser sometido en un principio a un Estudio Preliminar; y en función de los -

resultados que arroje dicho Estudio, se decidirá si se prosigue con la Investigación de Mercado o si se abandona el proyecto, o si se buscan nuevas alternativas.

Es también nuestro propósito estudiar en el presente capítulo los temas de inversión y evaluación del proyecto, principalmente desde su aspecto teórico, ya que su aspecto práctico, se estudiará posteriormente.

En toda realización de un proyecto la Etapa de Estudios Económicos es una etapa inicial, pero fundamental, ya que nos indica las posibilidades que presenta el proyecto, desde el punto de vista económico.

Nota:

Se debe dejar claramente establecido que debido al hecho de que en México no se produce el polipropileno, resulta de primordial importancia satisfacer el consumo interno, de aquí que los estudios realizados en este capítulo nos llevan a satisfacer esta necesidad primeramente, y después - pensar en la posibilidad de exportación. Así como lograr la sustitución de importaciones.

1. 1. GENERALIDADES DEL PROPILENO.

El propileno es un hidrocarburo cuyo punto de ebullición normal es de -47°C . Cuando se usa para polimerizaciones se debe encontrar esencialmente libre de toda impureza con o que desactive al catalizador. Las impurezas normalmente encontradas son: agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, oxígeno, hidrógeno, acetileno, diolefinas, como el propadieno (aleno), y no hidrocarburos que contengan oxígeno, nitrógeno y azufre (H_2S , COS). Cada una de estas impurezas envenena al catalizador a distintos niveles de tal manera que el límite de tolerancia varía con la sustancia involucrada. Cantidades tan pequeñas como 5-10 ppm. de algunos de estos materiales reducen drásticamente la rapidez de polimerización. También puede ser que el rendimiento del polímero amorfo (no deseable) se incremente. Impurezas como el propano y el heptano no son dañinas pero actúan como diluyentes e incluso pueden afectar la rapidez de reacción. Un análisis típico de propileno grado polimerización se da en la siguiente tabla:

TABLA 1

propileno	99.7%
propano	0.3%
etano	50 ppm.
otros hidrocarburos (etileno, acetileno, diolefinas)	-
azufre total	2 ppm.
agua	menor que 10 ppm
monóxido de carbono	-

dióxido de carbono	1 ppm.
oxígeno	4 ppm.
sulfuro de carbonilo	1 ppm.

El propileno se obtiene del cracking catalítico o térmico del "gas-oil," de la reacción de obtención de gasolina. En zonas donde el propileno es escaso, se produce por cracking término de nafta obteniéndose - - altas conversiones de propileno y etileno.

Si el propileno va a ser transportado largas distancias, hasta el sitio de la polimerización, la elección del medio de transporte se hará a través de un estudio económico. Como gas licuable bajo alta presión, - - puede ser transportado por tubería, carros tanque (ya sea a presión o refrigerados) en lanchones enfriados criogénicamente, etc.

El propileno se almacena en esferas a 150 psi de presión o en tanques horizontales. Un manejo adecuado del propileno desde su sitio de producción hasta la planta de polimerización nos evita de purificaciones innecesarias de tal forma que puede ser usado como se recibe, aún cuando secadores regenerativos son usados generalmente para remover trazas de agua.

1.2. DESARROLLO DEL POLIPROPILENO.

Uno de los alcances en el desarrollo de las poli olefinas fue el de los catalizadores Ziegler para polimerizar propileno:

Con el uso de estos catalizadores Natta pudo producir un polímero del propileno totalmente distinto a los que anteriormente se habían -- producido, los cuales eran materiales muy suaves y elásticos, mientras -

que el suyo era duro, similar al polietileno lineal. Por medio de estudios estructura molecular de este nuevo polímero usando las técnicas de difracción de rayos X, Natta pudo determinar que las propiedades de éste eran debidas a su extraordinaria regularidad en su estructura molecular, y le llamó polipropileno isotáctico.

1.2.1. HISTORIA DE LAS POLIOLEFINAS.

El polietileno sintético no se produjo sino hasta los finales del siglo XIX cuando Von Peckman lo obtuvo a partir del Diazometano en 1898 y se encontró disponible comercialmente hasta fines de los 1930's.

Antes de su comercialización, fue posible obtener polietileno por otras técnicas, Así, Carothers lo produjo por una reacción del tipo Wurtz a partir de Sodio Bromuro de Decametileno. También se produjo por una reacción de Fischer - Tropsh sobre el monóxido de carbono, por reducción del cloruro de polivinilo y por hidrogenación del polibutadieno.

Otra poliolefina, el polisobutileno llamado opanol se produjo en Alemania en 1936, por polimerización catiónica del isobutileno a baja temperatura.

La síntesis original del polietileno de baja densidad (PEBD) fue el resultado de una serie de investigaciones interrelacionadas en los 1930's, cuando Michels en la Universidad de Amsterdam sometió al etileno a una presión de 3000 atmósferas se encontró que había formación de un sólido blanco que tapó las válvulas de su equipo. Fawcett y Gibson demostraron que esta dificultad se debía a la presencia de oxígeno en el etileno. En 1934 estos últimos investigadores polimerizaron etileno en presencia

de oxígeno a alta presión obteniendo el PEBD que se produjo comercialmente en Inglaterra en 1939 y en los EUA en 1943.

En 1955 el premio Nobel, Karl Ziegler desarrolló un proceso de baja presión para la producción de polietileno. Se obtiene un polietileno de alta densidad (PEAD) en presencia de cloruro de dietil aluminio y tetracloruro de titanio. También se obtuvo un producto comparable, polimerizando el etileno en presencia de óxido cromo soportado en una base de sílice y alúmina. Hogan y Banks obtuvieron patentes para este proceso conocido ahora como el proceso Phillips.

En los 1930's se produjeron polímeros de propileno usando unos catalizadores tales como el ácido fosfórico, el pirofosfato de cobre y la sílice alúmina. Pero el poli propileno sólido no se obtuvo sino hasta 1954, cuando el premio Nobel Giulio Natta usó catalizadores de Ziegler para obtener polipropileno cristalino. El cloruro de dietil-aluminio y el tetracloruro de titanio que es el sistema de catalizadores de coordinación, ahora se conoce como catalizador Ziegler-Natta.

El polipropileno isotáctico o polímero estereo-específico también se produjo por químicos de la Du Pont, Phillips, Standard Oil Company de Indiana y Hércules.

Después de 20 años, la Corte Federal de Delaware decretó en 1980 que Hogan y Banks de Phillips fueron los primeros en producir polipropileno cristalino y que Montecatini, Du Pont y Standard Oil fueron el segundo, el tercero y el cuarto, respectivamente.

También se produjeron copolímeros de etileno y propileno usando los catalizadores Ziegler-Natta.

El polietileno lineal de baja densidad (PELBD) está disponible -- desde 1970 y se produce por técnicas de polimerización en fase gaseosa (patentada por Phillips) como en fase líquida (Du Pont, Basf, Union Carbide, Dow). Aunque en la actualidad Hércules es el mayor productor americano de polipropileno, la Phillips tiene la patente para la producción de polipropileno sólido cristalino. Las innovaciones recientes en la tecnología del polipropileno incluyen los moldeados y las láminas con peso específico controlado, las láminas de polipropileno reforzadas con fibra de vidrio y también las cajas de polipropileno de paredes delgadas.

1.3. PROPIEDADES GENERALES DE LAS POLIOLEFINAS.

1.3.1. PROPIEDADES MECANICAS

Las propiedades mecánicas son importantes pues nos permiten tener una idea de cómo se comportará nuestro plástico bajo las condiciones a que será expuesto durante su servicio.

1.3.1.1. Resistencia a la tensión: es la propiedad de un material para resistir aquellas fuerzas que lo tienden a jalar. Ejemplos típicos son -- los recipientes a presión y las manijas de equipaje.

La prueba para la determinación de resistencia a la tensión está descrita por ASTM D638-61T.

1.3.1.2. Resistencia a la compresión: es la propiedad de un material a resistir aquellas fuerzas que lo tienden a comprimir.

1.3.1.3. Resistencia a la flexión: es la propiedad de un material para resistir fuerzas que tienden a doblarlo. Involucra una combinación de fuerzas de tensión y de compresión.

La prueba para la determinación de la resistencia a la flexión es tá descrita por ASTM D790-66.

1.3.1.4. Resistencia al impacto: es la propiedad de un material de resistir un golpe seco. Cascos de seguridad, equipaje, y partes de automóvil son ejemplos típicos.

Las pruebas para impacto están estandarizadas en ASTM-D356-56.

1.3.1.5. Resistencia al corte: es la propiedad de un material de resistir cuando una porción es movida de su sección estacionaria. Los dientes de los engranes, y el mango de los martillos ejemplifican aplicaciones de la resistencia al corte.

Las pruebas correspondientes se encuentran en ASTM D732-46.

1.3.1.6. Módulo de elasticidad (rigidez): es la proporción de deflexión, deformación o elongación a esfuerzo aplicado. La ley de Hooke establece que la cantidad de cambio de la forma de un cuerpo elástico, es directamente proporcional a la fuerza aplicada, siempre y cuando no se exceda el límite elástico. En otras palabras la deformación es directamente proporcional al esfuerzo.

El módulo de elasticidad (E) se define como la relación entre la cantidad de compresión, del estiramiento y de la flexión de un material (en pulgadas) y el esfuerzo (fuerza por pulgada cuadrada).

Una curva típica de esfuerzo de tensión contra deformación se muestra en la figura 1. La parte inicial de la curva es aproximadamente lineal. El esfuerzo en el primer máximo de la curva, generalmente llamado punto de fluencia, es una medida de la fuerza del material y de su resistencia a la deformación permanente. El máximo esfuerzo está indicado por

el punto final de la curva y la deformación entre el punto de fluencia y el final de la curva es una medida de la cantidad posible de deformación plástica antes de la ruptura. El área debajo de la curva representa el trabajo requerido para fracturar el material y es una medida de la tenacidad. En la figura 2 se muestran gráficas de esfuerzo-deformación para diversos tipos de materiales.

Algunos métodos para determinar el módulo de elasticidad están delineados en ASTM D695-63T, ASTM D638-67T y en ASTM D790-66T.

1.3.1.7. Dureza. La dureza se puede considerar en distintas maneras.

Por una parte se puede considerar como la forma en la cual un material -- resiste ser penetrado. Otra consideración involucra sólo características superficiales tales como resistencia a la abrasión y al rasguño.

1.3.1.8. Dureza Rockwell: está directamente relacionada con la resistencia de un material rígido a la penetración de una bola de acero.

1.3.1.9. Resistencia a la abrasión: los materiales plásticos usados en -- pisos y recubrimientos, están expuestos a la acción erosionadora de polvos y limpiadores.

1.3.1.10. Arrastramiento y flujo a baja temperatura: cualquier material sujeto a alguna clase de esfuerzo tiende a aliviarlo por medio de algún tipo de reorientación molecular, lo cual provoca un cambio en la forma. Los metales y el concreto exhiben magnitudes muy pequeñas de arrastramiento o flujo a baja temperatura, mientras que los plásticos y los hules muestran un efecto más pronunciado.

El arrastramiento lo podemos definir como el cambio rápido de -- dimensiones que se generan en un material inmediatamente después de --

FIGURA 1

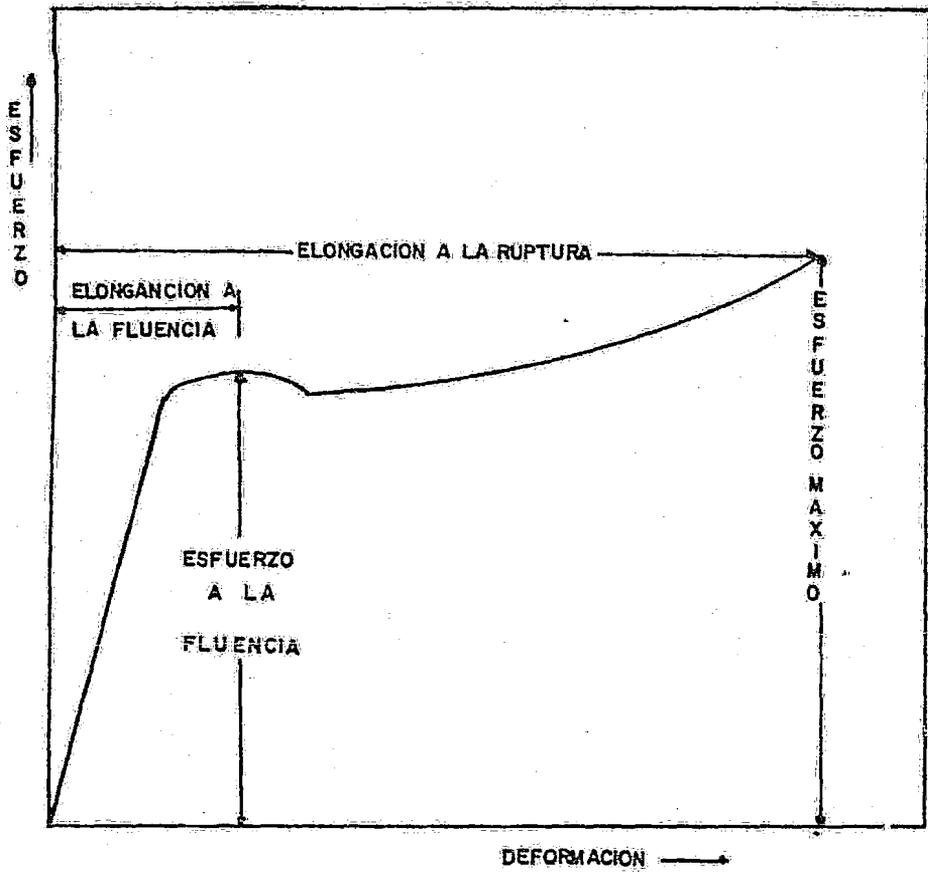
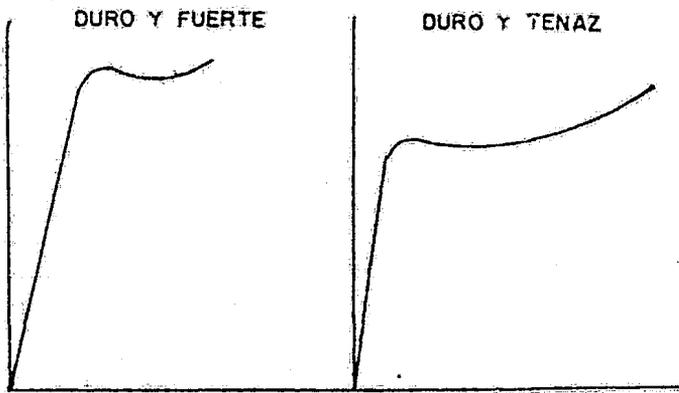


FIGURA 2.



que sufre un esfuerzo. Durante el período de arrastramiento, la rapidez de deformación continúa cambiando, primero rápido y después desacelerando.

El flujo a bajas temperaturas es el cambio en las dimensiones - que ocurren en un material durante la aplicación de un esfuerzo, siendo la rapidez de dicha deformación sustancialmente constante.

Lo antes mencionado está ejemplificado en la figura 3.

1.3.1.11. Falla por fatiga: los materiales plásticos pueden sufrir fallas cuando son sujetos repetidamente a esfuerzos por debajo de sus límites - - elásticos.

Existen pruebas diseñadas para obtener datos que nos garanticen una vida adecuada de nuestro producto.

En la siguiente tabla se muestran los valores típicos de las propiedades arriba mencionadas para distintas poliolefinas.

TABLA 2

POLIETILENOS

POLIPROPILENO

Baja Densidad Densidad Media Alta Densidad

Resistencia a tensión, psi.	1-2000	1-3500	3-5500	4-5500
Resistencia a compresión, psi.	-	-	2-3600	5-8000
Resistencia a flexión, psi.	-	6000	10000	6-8000
Módulo en tensión (E), psi.	.14-.38x10 ⁵	.25-.55x10 ⁵	3.8x10 ⁵	1.6-2x10 ⁵
Resistencia al impacto, ft/lb.	-	.5-16	.8-20	.5-2.0

1.3.2. PROPIEDADES ELECTRICAS.

Los plásticos ofrecen una posición envidiable en aplicaciones -- eléctricas porque nos permiten ventajas estructurales y además proveen - economía en su manufactura. En términos eléctricos, los metales se clasifican como conductores eléctricos; los plásticos están considerados como no conductores o dieléctricos. Sólo en ciertas circunstancias, los - plásticos pueden aparecer como semiconductores, los cuales están hechos de combinaciones con grafito y otros conductores.

1.3.2.1. Tipos de energía eléctrica. La energía eléctrica es transmitida de modos diferentes, por conductores (alambres metálicos), o por transmisiones de radio. La energía puede ser clasificada de acuerdo a la frecuencia de onda: frecuencias de líneas de poder que van de 50 a 60 Hz son las comúnmente usadas en casas, en pequeñas industrias y para fines generales; audio frecuencias que van de 20 a 20,000 ó más Hz; radio frecuencia que van de 1,000 KHz en adelante; frecuencias de radar desde 1,000 MHz en adelante.

1.3.2.2. Fuerza Dieléctrica. El máximo voltaje que un aislante puede soportar antes de sufrir la ruptura es una medida de la fuerza dieléctrica. Este valor está derivado de dividir el máximo voltaje aplicado a la falla entre el espesor de la muestra y puede ser expresado en volts/mm.

El aislante perfecto es una idealización, siempre se presentan pequeñas fugas de corriente.

Las pruebas para determinar la fuerza dieléctrica están reportadas en ASTM D149-64.

Algo importante sobre la fuerza dieléctrica es que ésta decrece mientras el espesor aumenta.

Los tests para determinar la fuerza dieléctrica son importantes para poder seleccionar un material para un uso eléctrico en particular, debiendo considerarse las propiedades mecánicas. Existen algunas correlaciones entre el valor de la fuerza dieléctrica y algunas propiedades mecánicas tales como el esfuerzo a compresión y a flexión.

Las propiedades eléctricas se ven seriamente afectadas por la exposición a elevadas temperaturas.

Los plásticos termofijos muestran que la fuerza dieléctrica a temperatura ambiente es ligeramente menor que para muchos termoplásticos, pero ellos retienen más de sus valores normales cuando la temperatura se incrementa.

1.3.2.3. Resistencia al arco: está definida como el tiempo requerido para que ocurra una falla para una superficie y una corriente eléctrica dadas, lo cual produce un arco de alta intensidad. La severidad del arco está determinada por el voltaje y por el amperaje. Como ejemplo de lo anterior tenemos a las rasuradoras eléctricas, a las máquinas de coser y algunas herramientas de tipo portátil.

Los materiales pueden exhibir diferentes tipos de fallas tales como ablandamiento, rompimiento o fusión. En tales casos la resistencia al arco no es función del tiempo.

El procedimiento para la prueba del arco eléctrico se encuentra descrito en ASTM D465-61.

1. 3. 2. 4. Constante Dieléctrica. Debido a que hay que asegurar que la fluctuación en el voltaje en circuitos eléctricos sea mínima, la propiedad de la constante dieléctrica es importante. Esta se refiere a la propiedad de un aislante (capacitor) para almacenar energía eléctrica. Esta característica está involucrada en el diseño de los condensadores y capacitores para equipo de audio, radio y frecuencia de poder.

Los materiales poliméricos que no contienen grupos polares que formen dipolos, tendrán constantes dieléctricas con valores extremadamente bajos. El polietileno, polipropileno y el poliestireno son dieléctricos de este tipo y por lo tanto son particularmente útiles como materiales aislantes en corrientes de alta intensidad.

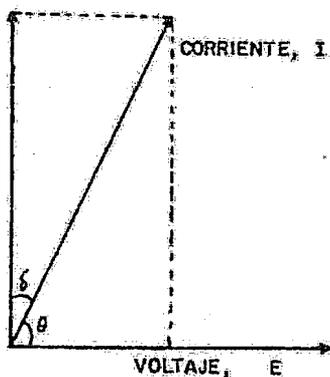
A medida que se incrementa el valor de la constante dieléctrica aumenta la capacitancia; esto es, aumenta la capacidad que se tiene para almacenar energía.

Cuando dos materiales poseen fuerzas dieléctricas iguales, la elección para una aplicación eléctrica dada estará en función de la constante dieléctrica. Aquel material que tenga la constante mayor puede ser la elección lógica.

1. 3. 2. 5. Resistencia al ozono. En presencia de altos voltajes, el oxígeno del medio ambiente nos produce ozono. Debido al alto poder oxidante del ozono, debemos escoger aislantes que sean estables ante esta situación. El cloruro de polivinilo (PVC), los fluorocarbonos han demostrado tener una resistencia adecuada al ozono.

1. 3. 2. 6. Factores de disipación y de potencia. Cuando estamos empleando altas frecuencias (radio-frecuencias), las moléculas no tienen tiempo sufi-

ciente para orientarse de acuerdo al campo. Debido a que la orientación disminuye al aumentar la frecuencia, la constante dieléctrica disminuirá desde su valor máximo, obtenido en un campo de corriente directa, -- hasta un valor mínimo correspondiente a la constante dieléctrica óptica que se obtiene cuando sólo existe polarización electrónica. El hecho de -- que la polarización está rezagada respecto al voltaje significa que debe -- existir un componente de la corriente en fase con el campo dado que el -- vector que representa la corriente total hace ahora un ángulo menor de -- 90° con el vector del voltaje. Esta componente en fase produce calor y -- consume potencia en el dieléctrico, y las pérdidas de potencia aumentan a medida que esta componente se hace mayor. La relación entre la compo -- nente de la corriente en fase y la componente desfasada 90° es lo que se conoce como factor de disipación o de pérdidas. Su valor puede calcu -- larse también como la tangente del ángulo que forman la componente de -- 90° con el vector de la corriente total. El seno de dicho ángulo es cono -- cido como el factor de potencia.



$$\text{FACTOR DE DISIPACION} = \text{Cot } \theta = \text{Tan } \delta = D$$

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \text{Sen } \delta = \text{Cox } \theta = \text{Sen Tan}^{-1} D$$

Representación vectorial del voltaje y de la corriente alterna.

Para valores debajo de 0.1 el factor de disipación y el factor de potencia son prácticamente idénticos. Casi todos los materiales plásticos caen dentro de este rango, de tal manera que el valor numérico de cualquiera de ellos puede ser considerado como una medida de la cantidad de potencia perdida y del calor que se generará cuando un plástico es usado como dieléctrico.

En circuitos de corriente alterna, son deseables una baja constante dieléctrica y un bajo factor de potencia para así minimizar las pérdidas de potencia. En este sentido, los plásticos son superiores, por lo general, al vidrio y a los materiales cerámicos. Entre los plásticos de bajas pérdidas se encuentran: poliestireno, óxido de polifenilo, fluorocarbonos y el polipropileno.

1.3.2.7. Calentamiento dieléctrico. Existe una aplicación industrial que hace uso de los factores de disipación relativamente altos de algunos plásticos. Los polvos moldeables de dichos materiales deben ser precalentados antes de ser introducidos a los moldes. Este precalentamiento se puede obtener colocando al material en un campo eléctrico de alta frecuencia.

1.3.2.8. Tabla de propiedades eléctricas.

Con respecto a la tabla es conveniente aclarar que para determinar la fuerza dieléctrica existen dos procedimientos. En uno de ellos el voltaje se incrementa desde cero hasta el valor de ruptura en forma rápida y se le conoce como el método del "período corto". El otro método es "paso a paso" y en él se aumenta el voltaje por incrementos y se mantiene en cada nivel por un período de tiempo definido. Este último método da por lo general valores más bajos de la fuerza dieléctrica.

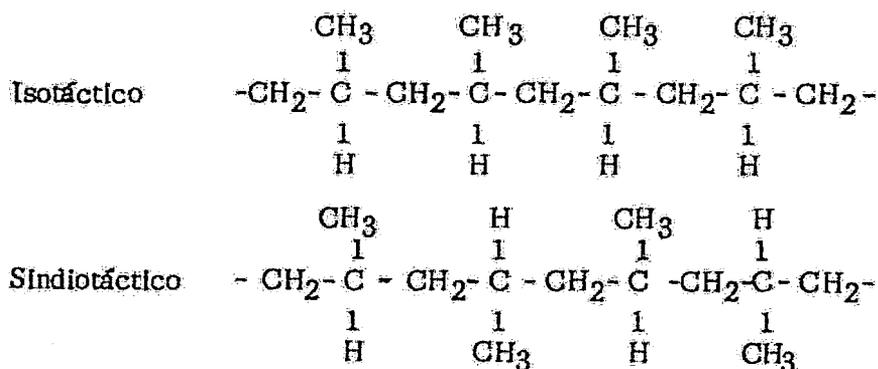
T A B L A 3

			POLIETILENO			POLIPRO- PILENO.
			Baja densi- dad	Media densi- dad	alta densi- dad	
Resistencia al arco, seg.			135-160	200-235	--	136-185
			450-1000	450-1000	450-500	500-660
Fuerza Die- léctrica, V/mil.	corto	grueso 0.125 in	47 00	500	500	3000-4500
	perío- do	hoja 1-2 milé- simas.				
			420-700	500-700	440-600	450-650
Co nstante dieléctrica	60 ciclos		2.2-2.3	2.2-2.3	2.3	2.3-2.6
	10 ³ ciclos		2.2-2.3	2.2-2.3	2.3	2.2-2.6
	10 ⁶ ciclos		2.2-2.3	2.2-2.3	2.3	2.2-2.6
Factor de - dispación (potencia).	60 ciclos		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
	10 ³ ciclos		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005- 0.0018
	10 ⁶ ciclos		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005- 0.0018

1.3.3 PROPIEDADES QUIMICAS.

1.3.3.1 Estructura y peso molecular. Durante el proceso de polimerización existen varios aspectos que pueden ser sujetos a variaciones y los cuales producen efectos en las propiedades del polipropileno finalmente obtenido. Específicamente, nos estamos refiriendo a la estereoespecificidad de las unidades repetitivas (-CH₃-) en la cadena polimérica, y al peso molecular promedio del polímero.

Se conocen tres configuraciones para el polipropileno: isotáctico, sindiotáctico y atáctico, las cuales se muestran en la figura. Estas configuraciones estereoespecíficas son debidas a la presencia de un átomo de carbono asimétrico en las unidades repetidas de la cadena.



Las moléculas de polipropileno isotáctico son aquellas en las que los grupos metilo se encuentran todos del mismo lado de la cadena principal. En polipropilenos sindiotácticos, los grupos metilo están acomodados de tal forma que los grupos adyacentes se encuentran en lados alternos de la cadena principal. Para polímeros atácticos los grupos se encuentran distribuidos al azar.

Las fuerzas intermoleculares de naturaleza atractiva son en for

ma cualitativa: isotáctico sindiotáctico atáctico.

La mejor forma que existe para determinar las cantidades de -- isómeros isotáctico y sindiotáctico en un polipropileno dado es por medio de resonancia magnética nuclear de alta resolución. Los polipropilenos comerciales contienen por lo general de 75 a 80 por ciento del isómero isotáctico.

Estas fuerzas atractivas, tienen consecuencias obvias en las -- habilidades de empacamiento de las moléculas, lo cual a su vez, influye en la densidad del material. Es por esto, que las densidades del isómero sindiotáctico amorfo, del sindiotáctico cristalino y del isotáctico cristalino son: de 0.85 a 0.858, 0.898 y 0.936 g/cm³ respectivamente. Es decir, la densidad disminuye de isotáctico a sindiotáctico.

El peso molecular numeral M_n (obtenido por osmometría) de -- polipropilenos comerciales varía dentro del rango 75,000 a 200,000; -- mientras que el peso molecular ponderal M_w (obtenido por difracción de luz) está entre 300,000 y 700,000. La relación de M_w/M_n varía de 2 a 10, pero por lo general está entre 3 y 7.

El peso molecular tiene un efecto significativo en la rapidez -- de fusión durante las operaciones de extrusión o moldeo. Existe una prueba en la que se determina la rapidez de fusión a 230°C, y se ha determinado que aquellos polímeros con una alta rapidez tienen bajo peso -- molecular y son más fáciles de procesar, mientras que las de baja rapidez tienen altos pesos moleculares y mejores propiedades en general -- (resistencia al impacto, etc. . .) pero son más difíciles de procesar.

La distribución del peso molecular se puede hacer por dos métodos:

- solubilidad fraccionada, en la cual el polímero se coloca en una columna y después es arrastrado por mezclas de soluciones de poder de disolución cada vez mayor.

- cromatografía, en la que el polímero en solución es eluido a través de una cama porosa, al mismo tiempo que se está monitoreando el cambio en el índice de refracción del solvente eluido.

1.3.3.2 Punto de fusión. El punto de fusión del polipropileno varía de -- acuerdo a su pureza química o estérica. La presencia de comonomeros o inversiones estéricas disminuyen el punto de fusión o ensanchan el rango de fusión.

1.3.3.3. Cristallinidad y cristalización. Las cadenas moleculares de polipropileno isotáctico cristalino existen en forma de hélices de tres monómeros por unidad repetida. Los grupos metilo están arreglados sistemáticamente alrededor de la hélice para formar tres hileras lateral separadas 120° aproximadamente. Esta estructura simétrica hace posible un -- empaquetamiento cerrado de cristales monoclinicos que pueden ser analizados por rayos X

La cristallinidad del polipropileno comercial es de 45-60% aunque se pueden obtener valores mayores usando procedimientos especiales.

El polipropileno cristaliza normalmente en el rango de - - - -
110-120° C.

1.3.3.4. Resistencia Química. Una de las razones del incremento en el --

uso de los plásticos es su resistencia a los efectos corrosivos de los -- productos químicos. Por lo general, los plásticos superan a los metales, el vidrio, la cera, o al papel tratado en este aspecto.

1.3.3.4.1. Efecto de los solventes. Los solventes generalmente empleados en lo que a plásticos se refiere son: ésteres, cetonas, hidrocarburos aromáticos, alifáticos y halogenados, alcoholes, monómeros de materiales termoplásticos, etc.

El comportamiento de los plásticos frente a los solventes puede ser resumido de la siguiente manera:

- los solventes ayudan en la identificación de los plásticos gracias a la respuesta selectiva de estos en presencia de los primeros.
- facilitan la incorporación de plastificantes, colorantes y otros aditivos.
- el uso de vapores de solventes ayuda en la detección de esfuerzos.
- hacen posible la preparación de soluciones para recubrimientos, adhesivos y para la extrusión de películas y de fibras.
- las operaciones de terminado se llevan a cabo usando un baño de solvente.

1.3.3.4.2. Efecto de los ácidos y las bases. El comportamiento de los materiales plásticos en este aspecto es muy particular y no permite generalizaciones. Sin embargo, si las condiciones a las que estará expuesto nuestro material plástico implican la presencia de algún ácido o alguna base, es necesario hacer pruebas que nos permitan determinar el posible ataque que pueda sufrir el material.

1.3.3.4.3. Efecto de los aceites. Generalmente ocasionan protuberancias,

roturas, ganancia o pérdida de peso debido a la disolución de constituyentes solubles, etc.

1.3.3.4.4. Absorción de agua. Muchos plásticos absorben pequeñas cantidades de humedad que afectan seriamente sus propiedades mecánicas, eléctricas y ópticas.

Aquellos polímeros compuestos sólo de hidrógeno y carbono (polipropileno) son extremadamente resistentes al agua. Así, la absorción de agua en el polipropileno, involucra un incremento en el peso de éste de 0.01%, el cual es un valor extremadamente bajo.

1.3.3.4.5. Oxidación. Debido a que el polipropileno es un hidrocarburo saturado, responde rápidamente a la oxidación por radicales libres. El proceso puede ser iniciado con un peróxido en presencia de luz ultravioleta. Normalmente se le incorporan aditivos al polímero para evitar la degradación oxidativa. Sin embargo, cuando es necesario hacer que la superficie sea receptiva a tinturas, como en el caso de la impresión de las películas de polipropileno, la superficie se oxida por cualquiera de los métodos existentes. El tratamiento oxidativo a la flama es uno de tales métodos.

1.3.3.4.6 Pruebas para la resistencia a los reactivos químicos. La norma ASTM D543-67 enumera cincuenta reactivos que son más representativos de las principales categorías de compuestos químicos, disoluciones y productos químicos industriales más comunes. Se preparan muestras del plástico se miden y se pesan, para posteriormente ser sumergidas durante 7 días. Cuando las muestras son removidas, se examinan visualmente para detectar cambios en su apariencia. También se determina si han ganado o perdido peso.

1. 3. 4. PROPIEDADES TERMICAS.

Para poder realizar una acertada selección de los materiales que sobre todo trabajarán a diferentes temperaturas que las normales es necesario considerar los efectos térmicos. Es necesario observar que el comportamiento de los termoplásticos es contrario al de los termoestables, así tenemos que las resinas termoestables una vez suavizadas o ablandadas durante una fase del proceso, cuando son endurecidas en otra parte del proceso, ya no pueden ser ablandadas de nuevo por el efecto del calor. En cambio tenemos que los termoplásticos, pueden ser ablandados tantas veces como sea necesario. Lo anterior no significa que los termoestables sean inmunes a la influencia del calor. Cuando se aplica suficiente calor se produce la carbonización o la descomposición del mismo.

1.3.4.1. Conductividad térmica: la velocidad de transferencia de calor a través de un material se denomina conductividad térmica. Una razón por la cual los plásticos tienen grandes aplicaciones comerciales y de tipo industrial es su relativamente baja velocidad de conducción de calor. Como ejemplo de lo antes señalado tenemos las manijas de las planchas, las secadoras.

Debemos mencionar que cuando la transferencia de calor involucra conducción, ésta se ve favorecida con una resina que involucre alta conductividad térmica. Esto da al polietileno considerables ventajas sobre el polipropileno.

La prueba para la determinación de la conductividad térmica está descrita por ASTM C117-63.

1.3.4.2. **Expansión y Contracción Térmica:** serias fallas pueden ocurrir cuando los plásticos se encuentran combinados con los metales a menos que exista una compensación la cual es hecha debido a las diferencias -- que existen cuando se producen cambios de temperatura. La propiedad de que los plásticos pueden ser moldeados alrededor de una amplia variedad de metales, vidrio y otros plásticos, nos ha permitido una gran simplificación del diseño y asimismo del ensamble.

Los plásticos se expanden de 2 a 10 veces más que el acero y el aluminio, además los plásticos se contraen mucho más que los metales, -- cuando ellos son enfriados,

La contracción es resultado de varias causas, dependiendo del -- material que se trate.

Las severas temperaturas tienen modificación en las diferentes -- características de los plásticos, como cambios moleculares, tal es el -- caso de las poliolefinas, pérdida de agua en el nylon, migración del plastificante como en los vinilos y los celulósicos.

La expansión térmica puede ser determinada directamente en un dilatómetro, el cual mide la dilatación lineal con respecto al cambio de temperatura.

1.3.4.3. **La Inflamabilidad,** o resistencia a ser quemado, de prácticamente todos los plásticos es buena, particularmente en comparación con los artículos fabricados de madera o algodón . El nitrato de celulosa es una marcada excepción, pues ésta se quema aún en ausencia de aire. Las variedades que contienen una cantidad apreciable de cloro o fluor no se que

marán, a menos que alguno de sus productos de descomposición sea combustible y además otros son tóxicos. La mayoría de los plásticos presentan dificultad a la ignición y requieren la aplicación de considerables cantidades de calor de otra fuente para que ellos continúen ardiendo.

Sin embargo, existen amplias diferencias en la velocidad de quemado dependiendo de la cantidad de adición de otros materiales al producir el producto terminado y también depende de la relación entre superficie y masa de tal forma que las películas delgadas, se quemarán más rápidamente que otras secciones más pesadas que ellas.

Cabe señalar que con el crecimiento del uso de los plásticos en los transportes, en los edificios públicos, en los hogares y en los vehículos recreacionales, la investigación de los retardantes de flama y los plásticos inflamables está en constante desarrollo.

Existen numerosas pruebas para comparar la velocidad de quemado, dependiendo de la forma física en que se encuentren, así podemos mencionar las pruebas ASTM D568-61, ASTM D635-63, ASTM E84-61.

1.3.4.4. Punto de fusión. Cuando se requiere determinar con precisión el punto de fusión en la manufactura de un plástico se utiliza el proceso ASTM D2117-64. Los polímeros semicristalinos (poliamidas, poliestireno, poliolefinas) exhiben una doble refracción de los rayos de la luz que pueden ser vistos a través de un medio polarizante. Cuando el polímero se funde, la red cristalina de los átomos se interrumpe, y la propiedad óptica de la doble refracción (birifringencia) desaparece. La temperatura a la cual ocurre este fenómeno es vista en el microscopio y así es determinado el punto de fusión.

1.3.4.5. Fragilidad: es la propiedad que tienen los elastómeros de retener su plasticidad. Los plásticos pueden ser operados en rangos bajos de fragilidad siempre y cuando sean operados en condiciones normales donde no se tengan condiciones de esfuerzo.

La prueba para determinar esta propiedad se encuentra descrita en ASTM D746-64T.

1.3.4.6. Deflección por calentamiento. La importancia de la misma radica en la necesidad de establecer la máxima temperatura, a la cual podemos emplear un material plástico que no se encuentra bajo carga, antes de que sufra una deflección.

Una prueba muy práctica es la que está descrita en el ASTM D648-63.

1.3.4.7. Calor específico. De gran interés para los diseñadores, y fabricantes de plásticos es el calor específico del material, el cual es una medida de la cantidad de calor requerido para aumentar un grado en temperatura una unidad de masa de una sustancia. Los calores específicos de los plásticos no difieren apreciablemente, requiriendo de 0.3 a 0.4 calorías para aumentar a un gramo de material moldeado 1°C .

Cabe mencionar que el polipropileno tiene una pequeña ventaja sobre el polietileno al respecto.

T A B L A 4

POLIETILENOS

POLIPROPILENOS

Alta Den.	Media Den.	Baja Den.	Sin modifi car	Modifica do	Conductivi- dad térmica 10^{-4}
11-12.4	8-10	8.0	2.8	3.4	cal/sec/cm ² 1°C por cm
140-190	120-165	100-121	200-230	160-200	Temp. de - Deflección °F. 66 psi.
250	220-250	180-212	250-320	200-250	Resistencia al calor °F.
1.0-1.04	1.0-1.04	1.04	Lento	Lento	Flamabili- dad in/min
11-13	14-16	10-20	5.8-10	6.0-8.5	Expansión Térmica 10^{-5} °C.
0.55	0.55	0.55	0.46	0.5	Calor espe- cífico

1.3.5 PROPIEDADES OPTICAS.

Los plásticos han sido populares particularmente por su excepcional claridad de muchas de sus resinas. Casi todas las resinas son transparentes o translúcidas, a menos que sean modificadas con adición de algunos aditivos. Las películas son transparentes generalmente, pero a medida que aumenta su espesor éstas se convierten en translúcidas.

En el estudio de las cualidades ópticas, debe mencionarse la dureza, la decoloración, la contracción, la absorción de humedad y la temperatura tienen gran influencia en estas cualidades.

Las propiedades ópticas que tienen influencia en la selección de cualquier material son las siguientes:

Índice de refracción: la cantidad de inclinación que un rayo de luz experimenta cuando entra a una sustancia transparente oblicuamente. El índice de refracción es la relación de la velocidad de la luz en el vacío (o aire) respecto a la velocidad de la luz en una sustancia transparente.

Transmisión de la luz como una función de la longitud de onda: La propiedad de transmitir varias longitudes de onda de la luz (colores) es de fundamental importancia para los diseñadores de equipo óptico.

Sensibilidad al esfuerzo óptico: Ciertos plásticos cuando son observados bajo luz polarizada, exhiben el fenómeno fotoelástico cuando están sometidos al esfuerzo. Esto permite una examinación de los esfuerzos internos presentes en el plástico moldeado o fabricado.

1.3.5.1. Índice de refracción: ya hemos establecido su definición, pero debemos mencionar que la luz viaja en el vacío a 186,285 mps, y a una

velocidad ligeramente menor cuando entra a la atmósfera. Pero cuando la luz entra en un material más denso que el aire, entonces éste valor se hace menor.

Un método práctico, es el que involucra el uso del refractómetro, el cual mide el índice de refracción a partir de la observación del comportamiento de la luz cuando entra y sale de un material transparente en ángulo desde sus superficies.

T A B L A

Valores del Índice de Refracción para ciertos Materiales Plásticos

Poliétileno	1.51-1.54
Polipropileno	1.49
Polimetil metacrilato	1.48 -1.52
Poliestireno	1.59-1.60
Cloruro de polivinilo	1.52-1.55

El procedimiento para determinar el índice de refracción de un material plástico transparente usando el refractómetro de Abbe está descrita en ASTM D542-50.

Cálculos basados en el índice de refracción son importantes en el diseño de lentes de cámaras, binoculares, telescopios, proyectores, lentes de seguridad, etc.

El encorvamiento de la luz, producidos por los materiales transparentes es un fenómeno bien conocido.

La propiedad de un material transparente de encorvar la luz está basado en la reflexión interna, como los rayos refractados de un punto de

la superficie a otro. Un alto índice de refracción, la gran cantidad de luz reflejada internamente con menor posibilidad de escape o encorvamiento de los mismos.

1.3.5.2 Transmisión de la luz como función de longitud de onda. Nuestros sentidos sólo pueden registrar radiaciones cuyas longitudes de onda se encuentran en un rango de 4000 a 7000 Angstroms. Nosotros somos más sensitivos a los rayos de luz cuya longitud de onda se encuentre entre los 5600 A. esto corresponde a la luz verde.

La influencia de varias longitudes de onda de la luz son de particular interés para los diseñadores de equipo óptico, de aquí que también resulte necesario la protección que deba ser necesaria a los plásticos -- contra los efectos de la radiación.

Pocos plásticos claros permanecen inalterados cuando son expuestos a la luz ultravioleta, en general estos tienden a decolorarse, ponerse amarillos o se oscurecen también. Es común que se le adicionen otra -- clase de colorantes o negro de humo para evitar la deterioración de este tipo.

1.3.5.3. Sensibilidad al esfuerzo óptico: la propiedad que tienen algunos materiales de exhibir doble refracción cuando la luz se encuentra bajo un esfuerzo se conoce como sensibilidad al esfuerzo óptico.

Muchas sustancias no cristalinas exhiben esta propiedad cuando están sometidas a un esfuerzo, y esta forma la base de examinación fotoelástica para los miembros estructurales de varios productos.

Es poco usual construir un prototipo de un acero o concreto sólo por resultados de pruebas mecánicas, pero se pueden construir modelos

a escala transparentes de plástico, los cuales se someten a los esfuerzos de carga, siendo posible fotografiar estos esfuerzos y así poderlos comparar. De aquí que muchos productos han sido beneficiados debido al análisis fotoelástico que se les ha realizado. Esto sirve asimismo como una medida del control de calidad.

1. 4. USOS Y APLICACIONES.

En este renglón pondremos mayor énfasis en aquellas aplicaciones características del polipropileno, las cuales son en cierta manera distintas a las que las poliolefinas en general. Así, tenemos que en los E. U.A. más del 55% del PEBD se usa extruído como película. La mayor parte de esta película se usa para empaques. Más del 41% del PEAD se extruye y se usa en tuberías y conductos, y el 25% de este plástico se usa en moldes por inyección. El uso mayor del polipropileno (30%) es para moldeado por inyección, pero el 26% se usa como fibras extruídas y filamentos. Más del 50% del PELBD y del copolímero de acetato de vinilo se usa como película.

1.4.1. Artículos Moldeados por Inyección. El éxito del polipropileno en aplicaciones de moldeado por inyección se debe a su buen balance de propiedades, versatilidad en respuesta a las modificaciones, y excelentes cualidades para su procesamiento. El polipropileno de usos generales se emplea en artículos para el hogar, cubiertas para recipientes, etc.

El polímero relleno posee dureza y resistencia al calor y por lo tanto se emplea en ventiladores, conectores eléctricos, ductos de calefacción y para ductos en herramientas.

Existen formulaciones específicas para usos electrónicos, televisión, en la aviación, etc., pues son resistentes a la flama.

En la actualidad las cajas de los acumuladores se están fabricando con polipropileno.

1.4.2. Artículos Moldeados por Soplado. Debido a requerimientos de impacto el polipropileno tal cual no es muy empleado en este campo. El po-

Etileno, por el contrario, tiene gran aplicación en este renglón puesto que al igual que la mayoría de las poliolefinas tiene una gran resistencia química; esto es, se disuelve sólo en disolventes calientes.

1. 4.3. Tubería de plástico. El polipropileno es relativamente nuevo en este campo. Sus usos en este aspecto son : líneas de agua fresca y salada para uso externo, líneas de crudo, línea de gas combustible, conductos eléctricos subterráneos, y líneas de drenaje y venteo.

1. 4.4. Recubrimientos. El polipropileno se ha venido usando con éxito en recubrimientos internos de tubería de acero en las que se requiere una alta resistencia a la corrosión, como por ejemplo en los campos petroleros para la transportación de crudo y de agua salada tanto en líneas superficiales como en subterráneas.

También se usa polipropileno como recubrimiento externo en aquellos casos en que su alta dureza, resistencia a la abrasión y al rasguño hacen posible que reemplace recubrimientos más costosos.

1.4.5. Películas. El polipropileno se encuentra disponible como película soplada y no orientada, como película orientada sin recubrimiento y como película orientada y revestida. Cada una de ellas con sus propiedades y sus usos propios.

La película no orientada tuvo en un principio aplicación en la envoltura de pan, pero ha sido desplazada en dicha aplicación por el polietileno que resulta ser más económico. Últimamente se le ha venido empleando como envoltura de mercancía seca (por ejemplo alimentos) cuando se requieren propiedades como dureza, rigidez, sellabilidad al calor, claridad, cierta impermeabilidad a la humedad y a la grasa y aspecto relucien-

te.

La orientación del poli propileno lo hace claro, brillante, resistente al impacto y más fuerte. Otra ventaja que ofrece esta clase es que las propiedades a bajas temperaturas mejoran considerablemente. Por lo tanto, puede ser expuesto a bajas temperaturas sin peligro de que se quiebre. A temperaturas iguales o superiores a su temperatura de orientación la película se encoge y regresa a su estado no orientado. Este hecho se utiliza en ciertas aplicaciones en las que a elevadas temperaturas, la película se encoge y "encapsula" los artículos. Debido a esta característica, es difícil sellar con calor, y por lo tanto, se emplea un recubrimiento con bajo punto de fusión que nos permita sellar adecuadamente.

1.4.6. Fibras. Se encuentran disponibles diversas formas de fibras de polipropileno: multifilamento continuo, multifilamento abultado, monofilamentos de varias formas, hilos fibrilados y monofilamentos espumados planos o redondos.

Las fibras de polipropileno son fuertes con tenacidades de 5-8 g/den para filamentos continuos. Su recuperación a la deformación es intermedia entre las fibras de poliéster y nylon. Además, tienen una excelente resistencia a la abrasión. Su baja densidad le da ventaja en cobertura.

Las aplicaciones del monofilamento incluyen cordeles, sogas, cuerdas, hilos de pescar, cubreasientos de automóviles, telas de tapicería, cerdas y cepillos, bolsas de lavandería y telas para filtros industriales.

Los multifilamentos han tenido una aplicación limitada sobre to-

do por problemas en su coloración, aún cuando se les usa en suéteres y en calcetines. Un tipo de multifilamento se obtiene extruyendo al polipropileno en la forma de hojas para entonces extenderlo uniaxialmente -- hasta que la película empieza a fibrillar. La fibrilación se completa -- trenzando o enroscando hasta obtener el multifilamento.

Algunos intentos se han hecho últimamente para colorear el polipropileno. El primer método que obtuvo cierto éxito comercial consistía en incorporar sales de níquel o aluminio. Estas sales proveen sitios capaces de ser "coloreados", pero se requieren colorantes que puedan -- penetrar el polímero y formar un complejo con el metal dentro de la fibra. Sin embargo, la profundidad de las sombras y la brillantez del color no son del todo satisfactorias. Otro intento más reciente ha sido el de mezclar polímeros básicos al polipropileno, y emplear este material como sitio colorido. El aditivo más común es un polímero de la vinilpiridina que parece tener las propiedades adecuadas para incorporarse al polipropileno. En la actualidad, este tipo de fibra teñible ha incursionado exclusivamente en el mercado de las alfombras.

1.4.7. Artículos metalizados. El polipropileno ha estado compitiendo con el acrilonitrilo-butadieno-estireno en la fabricación de electroplacas. Las ventajas que posee el primero son el menor costo de la resina y uniones metal-plástico más fuertes. El mayor potencial en este renglón se encuentra en los ramos automotriz y de herramientas y aparatos eléctricos. En el ramo automotriz tenemos: parrillas, biseles, perillas, paneles de instrumentos, manivelas, medallones, adornos, etc. En cuanto a aparatos eléctricos, tenemos: botones, manijas, selectores, partes eléctricas, partes decorativas, etc.

1.5. EL FUTURO DE LOS PLASTICOS POLIOLEFINICOS (POLIPROPILENO)

Este es un tema de primordial importancia en el desarrollo del presente trabajo.

En primer lugar nos referiremos a lo que a nivel mundial se espera de las poliolefinas haciendo mención a los Estados Unidos, ya que este país es el principal productor de poliolefinas en el mundo.

Uno de los acontecimientos más importantes en la historia de los plásticos, ha sido el crecimiento que las poliolefinas han experimentado en las pasadas décadas. Es decir del gran desenvolvimiento y desarrollo de los plásticos durante el presente siglo y principalmente desde los años 40's, el crecimiento más acelerado que se ha presentado es el de las poliolefinas.

Durante el desarrollo inicial de las poliolefinas el crecimiento del polipropileno no fue tan rápido como lo fue el del polietileno, pero actualmente el polipropileno es el material plástico que crece más rápidamente y se precisa que su producción superará fácilmente el billón de libras muy pronto.

Uno de los factores más importantes que tienen influencia en el crecimiento futuro de las poliolefinas es el costo, podemos señalar que en general el costo va siendo cada vez significativamente menor que el costo de otros tipos de materiales, con los cuales tiene competencia.

1.5.1. Tendencia del costo del monómero (materia prima). Se puede observar que en general los costos de producción son menores, observándose además un tremendo incremento en la producción del etileno, como del propileno, lo que ha originado que los costos de producción sean menores.

Se está observando de que seguir este desarrollo tan acelerado, y así -- como no desarrollándose nuevos mercados que absorban esta nueva capa cidad, esta situación inevitablemente traerá un descenso en los precios de las materias primas. Los métodos de producción también están sufriendo modificaciones.

1.5.2. Costos de polimerización. Al mismo tiempo nuevas técnicas de polimerización están reduciendo los costos de polimerización de las poliolefinas. Los tremendos pasos acumulados en el entendimiento de la catálisis, por ejemplo, hacen posible la producción de catalizadores tan eficientes que los costosos pasos de remoción del catalizador en la producción del -- polietileno , así como el del poli propileno, puedan ser eliminados. Procesos tan revolucionarios que también permiten eliminar el uso de solventes en los procesos de polimerización a baja presión.

Es bien sabido que los grandes costos de la remoción del catalizador así como las grandes pérdidas del solvente, así también como su remoción son factores limitantes en el proceso pueden ser eliminados empleando lo que se llama polimerización en seco.

Por otro lado, tenemos a los tradicionales materiales de construcción no tiene más medios de combatir el incremento de los costos de producción debido a las presiones inflacionarias actuales.

Asimismo las poliolefinas son materiales nuevos cuyas aplicaciones y procesamiento está siendo apenas explorado.

1.5.3. La relación precio-volumen. Si el precio en centavos por kilo de -- material plástico es graficado en coordenadas logarítmicas contra el volumen en kilos por año, se encontrará generalmente una línea recta, que nos

relaciona el aumento del volumen con el consecuente disminución del precio. Lo más interesante del hecho es materiales, como los metales ligeros o aún el acero o el hierro siguen el mismo comportamiento, pero en dirección opuesta.

Las poliolefinas son los plásticos más ligeros, de aquí que su precio por unidad de volumen es menor que el precio por kilo.

Se estima que al principio de los 80's el volumen de plásticos -- será mayor que el de todos los metales incluyendo los ferrosos, aunque, por supuesto los kilos serán menores.

1. 5. 4. Desarrollo de Métodos de Proceso. Básicamente el desarrollo de nuevos procesos en la producción de poliolefina está orientado hacia la vulcanización de las mismas, debido a que este proceso confiere a las poliolefinas resistencia al calor y las protege de efectos adversos de ciertos medio ambientes.

Se han desarrollado procesos con el fin de obtener poliolefinas de ultra-alto peso molecular, con gran dureza y resistencia a la deterioración.

El proceso de vulcanización de poliolefinas usando peróxido como agente vulcanizador es actualmente un proceso de tamaño considerable, pero tiene ciertas desventajas, como la baja velocidad, y el alto costo de los agentes activos, además estos tienen la particularidad de dejar un residuo indeseable en el polímero. Dos métodos completamente diferentes para lograr la vulcanización están siendo desarrollados.

El más importante de ellos, y además promisorio es el que utiliza la radiación como agente activo. Este proceso no deja residuos inde-

seables y además los costos de producción son muy competitivos.

Un proceso que ha sido materia de estudio es el que nos permite lograr espuma de poliolefinas, lo que aunado con la resistencia de las mismas y de su ligereza y costo, permitirá el desarrollo de un material que será sin lugar a dudas ampliamente usado.

Otro proceso del cual se debe de hacer mención es el que nos --- permitirá obtener poliolefinas reforzadas, siendo el material que se les -- adicione no solamente la fibra de vidrio, sino otros nuevos materiales -- que originen un verdadero refuerzo.

En cuanto a los procesos industriales o patentes, estudios recientes al respecto precisan que la Dow no ha dado licencia para su proceso -- Dawlex, mientras la Union Carbide ha dado licencia para la producción del proceso Unipol a Exxon y Mobil.

Dupont tiene experiencia para producir polietileno lineal de baja densidad que es relativamente un proceso nuevo, y será hasta 1984 cuando esta clase de polietileno pueda reemplazar hasta un 50% al polietileno de baja densidad. Esperándose que la demanda del polietileno lineal de baja densidad en los Estados Unidos sea aproximadamente de 2.5 millones de toneladas.

Como habíamos señalado, de los procesos para producir polímeros de ultra-alto-peso, se hace más tangible con el polietileno de alta densidad, lo que redituará en un polifacetismo de este tipo de producción.

Se señalan asimismo tendencias de economizar energía, de aquí que la subsidiaria de el Paso Rexene está ya reduciendo sus requerimientos de combustible en un 50% al adaptarse este proceso de menos consumo

de energía.

Pero es necesario hacer mención que en oposición a esas tendencias están los rápidos avances hechos por otros materiales plásticos, así podemos mencionar el caso que en general el mercado de las películas plásticas que nos sirven de recubrimiento hasta hace poco tiempo era exclusivo de las poliolefinas, pero actualmente están siendo seriamente atacadas por la introducción de otros plásticos como es el caso del cloruro de polivinilo, de aquí que sea necesario el desarrollo de nuevos procesos que nos permitan las modificaciones necesarias a nuestro producto de tal forma que el proceso sea más rentable, y a su vez más competitivo.

Nota. Los procesos antes mencionados (patentes) serán objeto de un estudio más profundo en los capítulos subsecuentes del presente trabajo.

1.5.1.1 Mercados Futuros.

1.5.1.1.1. Empaquetamiento: Una simple extrapolación del crecimiento en el área de empaque nos muestra que existirá un gran aumento en este campo, así como en los recipientes soplados y un mucho menor incremento en los recipientes moldeados.

1.5.1.1.2. Botellas. Existe una gran posibilidad de realizar botellas que contengan leche a partir de plásticos poliolefinicos, utilizando equipo automático, sería una gran ventaja, la única desventaja que se presenta es el alto costo de inversión.

Se observa la posibilidad de que las nuevas resinas con mayor resistencia y con un espesor mayor, puedan ser utilizados como punto de partida para la elaboración de botellas para bebidas carbonatadas, adicio-

nándoseles un recubrimiento exterior para hacer posible la retención del dióxido de carbono, además bebidas como la cerveza que actualmente no solamente se pasteurizan, sino se someten a filtración muy fina, tienden a favorecer la aparición de las botellas de plástico.

1.5.1.1.3. Industria automotriz. La rápida penetración de las poliolefinas en la industria automotriz está siendo acelerada por el desarrollo de las técnicas implantadas, las cuales permitirán usar los plásticos antes mencionados en la mayoría de los ornamentos exteriores, así como en los interiores.

Aún mejor, se precisa que los paneles en su estructura interna sea de estos plásticos.

1.5.1.1.4. Muebles. Es necesario, dado el debido crecimiento demográfico, el reemplazamiento de los materiales típicos usados como la madera, así también como las estructuras que soportan dichos muebles, de aquí que la creación de las espumas estructurales de plásticos poliolefinicos sea una necesidad latente.

1.5.1.1.5. Industria de la construcción. La propiedad de simular las más caras maderas, que tienen las espumas estructurales de las poliolefinas, conducirán a la posibilidad de ser usadas en gran escala en la ornamentación interior, en las paredes, en los paneles de los cielos, en las puertas, y en las estructuras de las ventanas.

Tuberías. Las tuberías hechas de poliolefinas han sido colocadas para los sistemas de bombeo de los hogares o edificios, debido a que su resistencia al calor es inadecuada para los servicios de agua caliente. Esta situación ha sido rápidamente remediada con el desarrollo de la vulca-

nización de las poliolefinas, lo que proporciona una excelente resistencia al calor. Asimismo el desarrollo de las poliolefinas de ultra-alto-peso serán adecuadas para resolver esta situación.

Tan rápido como se haga común el uso de tubería de poliolefinas para agua caliente, se incrementará rápidamente su uso y de ahí que comparado con el alto costo del cobre, permitan la apertura de un amplio campo.

Accesorios para tubería. Los altos costos en el desarrollo de una nueva tecnología, la cual inicialmente ofrecerá pequeños volúmenes es una limitante actual del proceso. Sin embargo la transición inicial del metal al plástico está avanzando, los materiales poliolefinicos serán esenciales para este desarrollo.

1.5.1.1.6. Instalaciones eléctricas. Actualmente estas instalaciones en su mayoría están controladas por los plásticos vinílicos, pero debido al proceso de vulcanización y cuando ya esté bien desarrollada, darán a las poliolefinas tantas ventajas y propiedades como las que presentan estos plásticos vinílicos.

Una gran área de aplicaciones está orientada a los hogares, pero debemos dejar bien aclarado que estos plásticos apenas están penetrando a esos mercados, lo están haciendo de acuerdo a las propiedades que antes señalamos, de aquí que esta penetración se verá sin lugar a dudas muy favorecida en los años venideros.

1.5.1.2. EL MERCADO INTERNO EN MEXICO PARA EL POLIPROPILENO

En México actualmente no se está produciendo el polipropileno, es decir todo lo que se requiere se está importando de otros países principalmente de los Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y otros. La siguiente tabla nos muestra el mercado para el polipropileno (toneladas/añual).

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
PRODUCCION	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMPORTACION	16,374	16,673	23,232	26,368	34,000	37,578	52,059	70,342	68,894
EXPORTACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO APARENTE	16,374	16,673	23,232	26,368	34,000	37,578	52,059	70,342	68,894
CRECIMIENTO C.A. %	34.8	1.8	39.3	13.5	28.9	10.5	38.5	35.1	(2.0)
CAPACIDAD INSTALADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS.

1. - Existe un proyecto de 100,000 ton/añuales. Arranque anunciado para 1982. Status Ingeniería.
2. - Productor: PEMEX

FUENTES: ANIQ Investigación directa.
S.P. Dirección General de Estadísticas
S.H.C.P. Dirección General de Aduanas.

1.5.1.2.1 Polipropileno Filamento (toneladas/año).

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
PRODUCCION	-	-	350	1976	3825	4849	6029	7248
IMPORTACION	89	79	220	202	220	250	128	210
EXPORTACION	-	-	70	830	806	1634	2142	2412
CONSUMO APAR- RENTE	89	79	500	1348	3239	3465	4015	5046
CRECIMIENTO C.A. %	134.2	11.2	532.9	169.6	140.3	7	15.9	25.7
CAPACIDAD INS- TALADA	-	-	4000	4000	4400	6000	6600	8000

Empresa Productora: polifil, S.A.

La producción de esta fibra comenzó en 1974 en especial para uso en : textiles, tapicería, tela y estambres para tejer.

La exportación ha sido principalmente a los Estados Unidos y Europa

Datos: ANIQ
S. P. P.
S. H. C. P.

1.5.1.2.2. Datos sobre importación del polipropileno

T A B L A 6

AÑO	UNIDAD Y CANTIDAD Kg. L.	VALOR EN PESOS
1972	16,374.096	61,043.336
1973	16,672.972	80,474.385
1974	23,232,038	235,999,221
1975	11,334,127	81,131,306
1976	34,000,163	368,479,937
1977	38,578,457	580,123,083
1978	en Kg. B 52,058,725	en dls. 30,756,079
1979	" 70,342.113	" 46,844,001
1980	" 68,894,319	" 52,483,252

FUENTE:

ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. EDITADO POR LA S. I. C. Hasta 1975, de la fecha antes señalada hasta ahora por S. P. P.

1.5.1.2.3. Productos petroquímicos básicos provenientes de refinerías

T A B L A 7

REFINERIA	REACCION	PRODUCTO	CAPACIDAD NORMAL TONS/AÑO.	AÑO DE INICIO
ATZCAPAZALCO, D.F.	CATALITICA	PROPILENO	27,000	1979
CADEREYTA, N. L.	"	"	45,000	1980
CD. MADERO, TAMPAS	"	"	61,000	1960
MINATITLAN, VER.	"	"	53,000	1967
SALAMANCA, GTO.	"	"	48,000	1978
SALINA CRUZ, OAX.	"	"	45,000	1980
TULA, HGO.	"	"	45,000	1976

VALOR DE LA PRODUCCION DE PROPILENO EN LOS AÑOS DE 1979-1980.

	1979	1980	% 1980-1979
PROPILENO (TONEŁADAS)	159,932	136,913	85.6
VALOR EN PRODUCCION (MILLONES DE PESOS)	318.3	479.2	150.5

FUENTE: PEMEX, MEMORIA DE LABORÉS 1980.

1.5.1.2.4. Proyectos de Petroquímica básica en construcción, Ingeniería y planeación al 31 de diciembre de 1980

T A B L A 8

LOCALIZACION	PLANTA	PRODUCTO	CAPACIDAD NOMINAL (TON.MET./AÑO).	OBSERVACIONES
MORELOS, VER.	ETILENO VI	PROPILENO	26,900	INGENIERIA
MORELOS, Ver.	POLIPRÓPILE- NO	POLIPROPILENO	100,000	INGENIERIA
MORELOS, VER.	PROPILENO	PROPILENO	350,000	INGENIERIA
LAGUNA DE OS-- TION, VER.	ETILENO	PROPILENO	26,900	PLANEACION
DOSBOCAS, TAB	POLIPROPILE- NO	POLIPROPILENO	100,000	PLANEACION
DOS BOCAS, TAB.	ETILENO	PROPILENO	100,000	PLANEACION
PAJARITOS, VER.	PROPILENO	PROPILENO	20,000	PLANEACION

FUENTE: PEMEX, MEMORIA DE LABORES 1980, MEX.

Una vez que nos hemos dado cuenta de la necesidad de la producción, además de las ventajas que tiene el poli propileno isotáctico sobre otros plásticos poliolefínicos, realizaremos estudios que nos permitirán determinar con cierta precisión el comportamiento de la demanda futura del poli propileno isotáctico, y de ahí la consiguiente capacidad de fabricación del producto.

Los pronósticos en los proyectos son siempre inciertos e imprecisos, pero de alguna forma inevitables, dado el hecho que mencionaremos y que es la demanda futura.

El desconocimiento del futuro tiene efectos que deben minimizarse de algún modo para poder clarificar la localización del sistema óptimo, de aquí surge la necesidad de la elaboración de una serie de pronósticos reservados y razonables. Para ello se requiere de información de diferente naturaleza, como la demanda pasada y presente, la observación de estos factores que pudiesen haber afectado esa demanda, así como su posible repercusión o aparición de ellos en el futuro, así como realizar preguntas como las siguientes:

¿ Qué es lo mejor que puede suceder en el futuro ?

¿ Qué es lo peor ?

¿ Qué es lo que sucederá más probablemente ?

Los pronósticos económicos comprenden la predicción de las demandas de mercado y de los precios de materias primas, energía y productos acabados. los costos de mano de obra y su disponibilidad; la competencia en los mercados y su capacidad, etc.

1.6. TECNICAS DE PRESUPUESTACION.

Las técnicas de presupuestación surgen debido a la necesidad de establecer un plan de producción, que estipule los requerimientos para la producción, lo primero es tener una demanda que sirva de base para el plan. De aquí que realizado un presupuesto, se pueden realizar planes para los requerimientos de mano de obra y de material, las capacidades, etc.

Dos enfoques pueden ser usados para desarrollar un presupuesto. Un enfoque es de tipo estadístico, que involucra un análisis cuantitativo, y el otro enfoque es subjetivo o basado en nuestro juicio, el cual está basado en opiniones. El enfoque estadístico se basa en el pasado histórico, que es un indicativo que se tiene para el futuro y usa los datos pasados para estimar una demanda. El enfoque subjetivo se desarrolla con estimados de vendedores, con correlaciones que se tengan con el mercado de nuestro producto, de acuerdo a los avances tecnológicos que se registren y de acuerdo a un consenso general. En la práctica ambos métodos se usan en conjunto, de tal forma que un presupuesto puede ser desarrollado con técnicas que son de tipo estadístico, pero éste puede ser modificado por la influencia de otros factores que pueden causar desviaciones a las trayectorias de tipo histórico, o de tal forma un presupuesto puede ser realizado con enfoque subjetivo y modificado con el análisis estadístico.

Los más comunes métodos de presupuestación son: el de promedio simple móvil, regresión lineal o análisis por regresión, la aproximación exponencial. Debemos mencionar que existen técnicas -

de presupuestación más complejas como la simulación de Monte Carlo, análisis por series, etc. Consideraremos las primeras ya que las conclusiones que podemos obtener son satisfactorias, para el desarrollo del presente trabajo.

1. 6. 1. Componentes de la demanda. En la mayoría de la demanda observada para los diferentes productos o servicios ésta se puede dividir en seis componentes: el promedio de la demanda para el período, la tendencia, la influencia debida a las diferentes épocas del año, los elementos cíclicos, la variación random y la autocorrelación.

De lo antes señalado, los factores cíclicos son más difíciles de determinar, debido al lapso de tiempo que no se puede fijar entre sus diferentes apariciones, o también a las causas del ciclo que muchas veces son totalmente desconocidas. La influencia cíclica en la demanda puede ser debida a situaciones como elecciones políticas, guerra, condiciones económicas o presiones sociológicas.

Las desviaciones Random son causadas por la variación natural de la oportunidad.

La autocorrelación denota la persistencia de la ocurrencia el valor esperado en cualquier punto se encuentra grandemente correlacionado con sus propios valores pasados.

1. 6. 2. El promedio simple móvil. Esta técnica se recomienda ampliamente cuando la demanda para un producto no tiene un crecimiento muy rápido. El promedio móvil puede ser empleado para minimizar las fluctuaciones random para un presupuesto. Se requiere de información sobre la demanda pasada, y básicamente consiste en la realización de -

un promedio para un período de tiempo establecido, dejando de considerar para realizar el siguiente promedio un período de tiempo establecido, es decir, consideremos el siguiente ejemplo: queremos realizar un presupuesto para el mes de junio y contamos con datos desde el mes de enero, febrero, marzo, abril, mayo, de aquí si nuestra base de tiempo para nuestro promedio es de cinco meses, el presupuesto para junio será el promedio de los meses antes señalados, ahora si lo queremos para el mes de julio, tendremos que desechar el mes de enero y considerar el promedio de los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio, y así sucesivamente.

1.6.3. Aproximación exponencial. Para poder emplear la técnica es necesario tener la siguiente información: el presupuesto más reciente, la demanda actual que se tiene y la constante de suavizamiento (α). Esta constante determina el nivel de suavizamiento y la velocidad de reacción para las diferencias entre los presupuestos y las ocurrencias actuales. El valor de esta constante es arbitrario, y es determinado tanto por la naturaleza del producto, así como por juicio de los empresarios de las diferentes firmas. Por ejemplo, si una firma produce un estándar con demanda relativamente estable, las diferencias entre lo presupuestado y la demanda actual es pequeña, de aquí que la velocidad sea pequeña y de ahí el valor de la constante. Si el producto tiene una demanda con un crecimiento rápido, entonces la velocidad de reacción debe serlo también.

La ecuación básica que nos representa la técnica de suavizamiento exponencial es :

Si nosotros representamos con la letra Y el consumo (la variable dependiente) y con la letra x el ingreso (la variable independiente), el modelo lineal se convierte:

$$Y = a + bx$$

donde

y o Y es el consumo

a es la intersección con el eje de las "Y" o la ordenada al origen.

b es la pendiente de la línea

x es el ingreso

Por medio de la estadística podemos llegar a encontrar cuál es la renta que se ajusta mejor a los datos experimentales de aquí que: -- los parámetros que resultan de este análisis son los siguientes:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

donde

a es la ordenada al origen

b es la pendiente de la línea

y es el promedio de las y's

x es el promedio de las x's

x es el valor de la x en cada punto

y es el valor de la y en cada punto

n es el número de puntos que se tienen

Y es el valor de la variable dependiente de acuerdo a la regresión lineal

m es la pendiente de la línea recta

x es el ingreso

Pudiéndose entonces, al ya estar linealizado el modelo emplear las --
técnicas estadísticas ya antes descritas para determinar el error, o
los diferentes tipos del mismo.

1.5.1.2. EL MERCADO INTERNO EN MEXICO PARA EL POLIPROPILENO. T A B L A 9

En México actualmente no se está produciendo el polipropileno, es decir todo lo que se requiere se está importando de otros países principalmente de los Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y otros. La siguiente tabla -- nos muestra el mercado para el polipropileno (toneladas/año).

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
PRODUCCION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMPORTACION	16,374	16,673	23,232	26,368	34,000	37,578	52,059	70,342	68,894	97,000*
EXPORTACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO APARENTE	16,374	16,673	23,232	26,368	34,000	37,578	52,059	70,342	68,894	97,000*
CRECIMIENTO C.A. %	34.8	1.8	39.3	13.5	28.9	10.5	38.5	35.1	(2.0)	40.8
CAPACIDAD INSTALADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS.

1. - Existe un proyecto de 100,000 ton/año, Arranque anunciado para junio 1982, Status Ingeniería.

2. Productor: PEMEX

FUENTES: ANIQ Investigación directa
S.P.P. Dirección General de Estadísticas
S.H.C.P. Dirección General de Aduanas

* Este asterisco se refiere al hecho de que sólo se tiene datos disponibles hasta agosto de 1981, sobre la importación del polipropileno, siendo el total hasta esa fecha de 70,607, considerando un promedio de importación mensual de 8,800 toneladas y considerando sólo 11 meses laborales se obtuvo la importación señalada pudiendo ser ésta un poco mayor en la realidad.

1.7 GRAFICAS Y TABLAS.

Modelo de expansión exponencial.

T A B L A 10

Año	Consumo Aparente (ton.)	Tasa de - Tasa Hisc. ap. tórica (%)	Tasa Hisc. tórica (%)	Consumo Hisc. tórico (ton)	Consumo Esp. Mod. Aprox. Exponencial F (ton)
1972	16 374	34.8	30.2	15 000	15 000
1973	16 673	1.8	24.5	22 000	19 000
1974	23 232	39.3	27.0	21 000	22 000
1975	26 368	13.5	25.1	30 000	25 000
1976	34 000	28.9	25.6	33 000	29 000
1977	37 578	10.5	23.9	43 000	47 000
1978	52 059	38.5	25.3	47 000	61.000
1979	70 342	35.1	26.2	65 000	73 000
1980	68 894	(2.0)	24.4	89 000	76 000
1981	97 000	40.8	24.1	86 000	89 000
1982	-	-	-	120 000	118 000

El modelo de aproximación exponencial está dado por la ecuación:

$$F_t = A_{t-1} + \left(\frac{1}{1 - \alpha} \right) (A_{t-1} - F_{t-1})$$

donde:

F_t + consumo esperado para el año t

A_{t-1} es el consumo aparente para el año t-1

α es el coeficiente exponencial y para el polipropileno tiene el valor de 0.0904

El inconveniente de este modelo es que sólo sirve para proyectar de un año a otro (gráfica 3.4.2.)

Aquí también se anexa el consumo histórico, que es consumo esperado de un año al siguiente, ajustando la tasa histórica cada año y tomándose ésta como la tasa aparente para el siguiente año (gráfica 3.4.1.)

T A B L A 11
Proyecciones hasta 1990

Año	Consumo Esp. Modelo I x 1000 (ton)	Consumo Esp. Modelo II x 1000 (ton)	Consumo Esp. para una tasa - histórica de -- 24.1% x 1000 (ton)	Consumo Esp. para una tasa de crecimiento del 15% x 1000 (ton)
1982	91	118	120	112
1983	100	145	149	128
1984	108	178	185	148
1985	117	220	230	170
1986	125	270	286	195
1987	134	333	354	224
1988	142	409	440	258
1989	151	504	546	297
1990	160	620	677	341

El modelo I consiste en la siguiente relación:

$$C = 8529.6 \times A - 16814478.5$$

en donde C es el consumo que se espera para el año A.

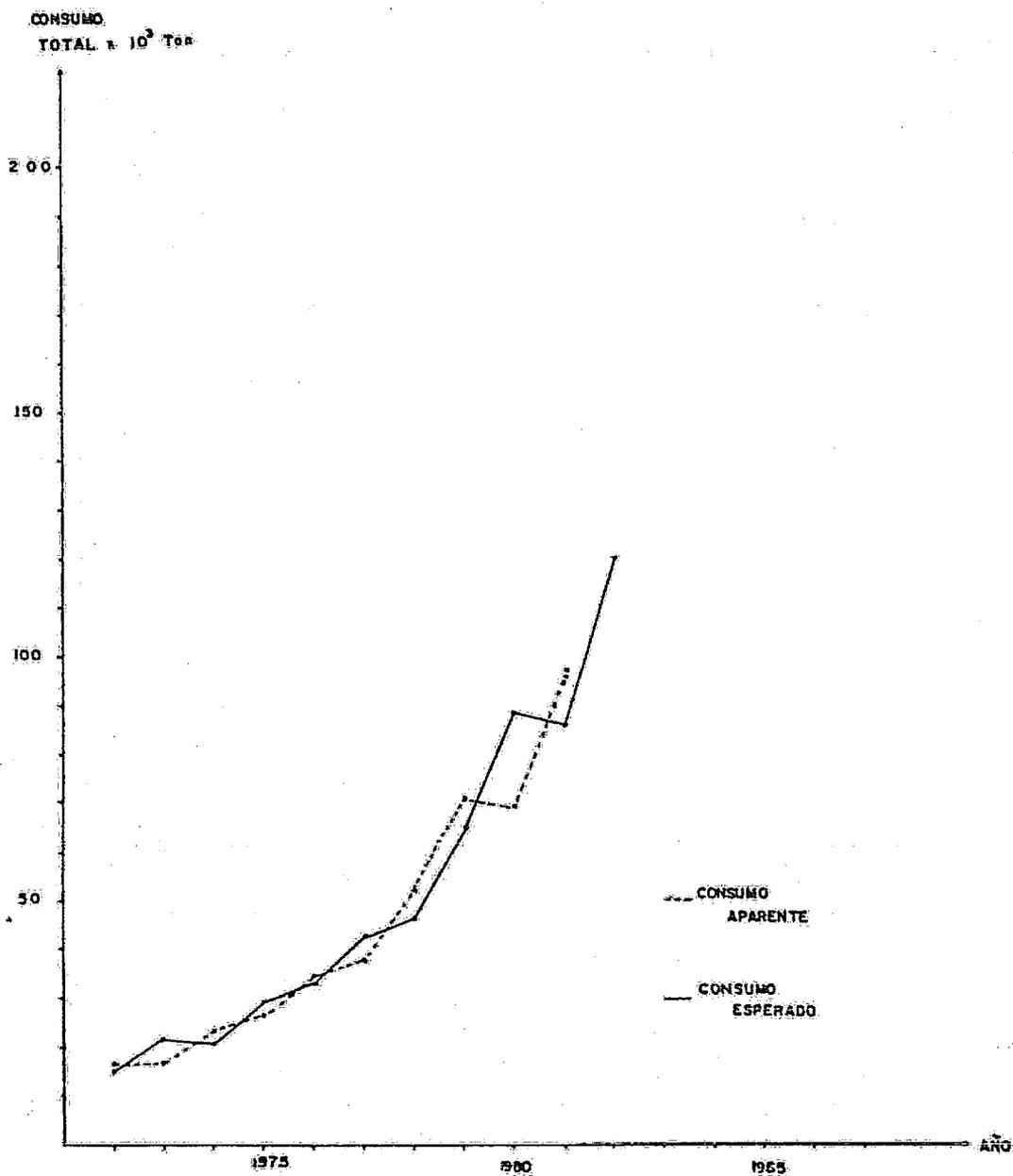
El modelo II está descrito por la siguiente ecuación:

$$C = 11971.1 \exp(0.207785(A - 1971))$$

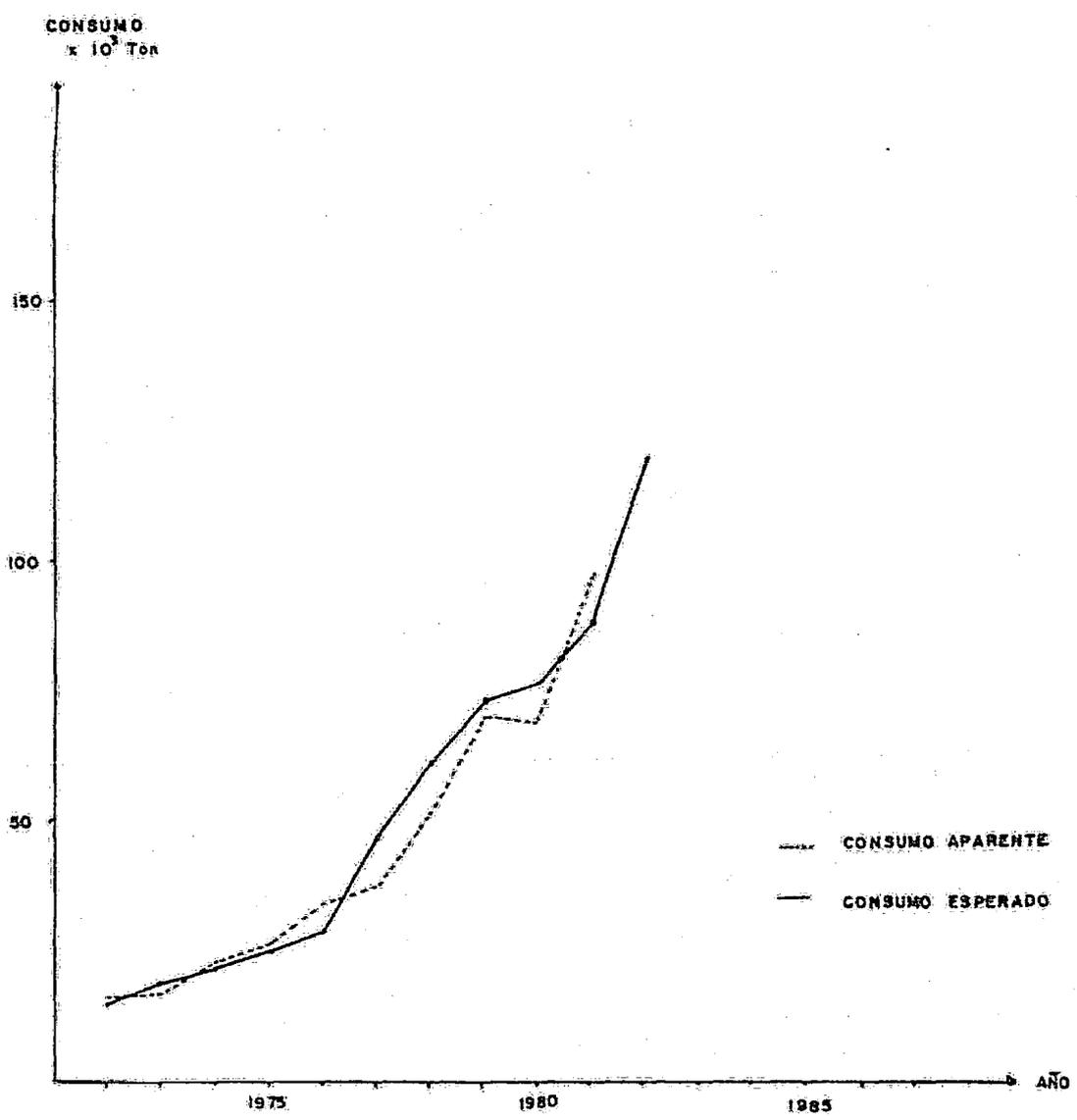
siendo A y C lo mismo que en el modelo I

La tasa histórica es el promedio de las tasas de crecimiento del consumo aparente, y hasta el año de 1981 es de 24.1%. Esta tasa es alta en

Grafico 3.4.1 CONSUMO ESPERADO AJUSTANDO LA TASA HISTORICA CADA AÑO



Grafica 3.4.2 CONSUMO ESPERADO POR EL MODELO DE APROX. EXPONENCIAL CADA AÑO



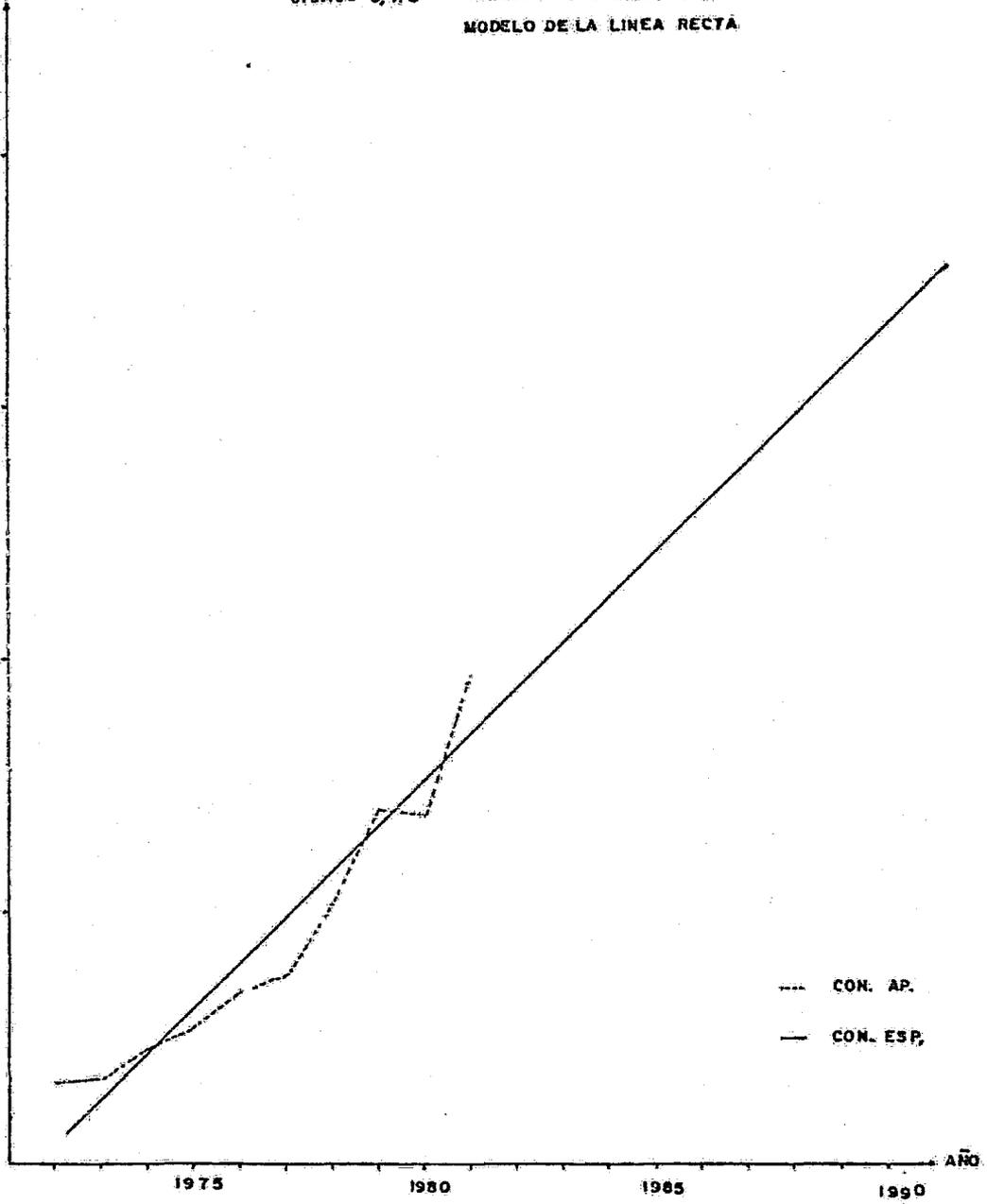
comparación con la de otros productos, pero esto es debido a que la curva del año contra la tasa de crecimiento es del tipo:



Por lo que habrá un momento en el que empiece a bajar, y por eso se hace también una proyección para una tasa al 15%, que es lo más común para los productos de esta especie. Por lo que el consumo real se espera que esté dentro de estas dos proyecciones. Y la regresión lineal del modelo I no es una ecuación que nos sirva para describir la demanda de poli propileno a través de los años. El modelo II, la regresión exponencial todavía está dentro de los límites marcados por las proyecciones de las tasas de crecimiento mencionadas.

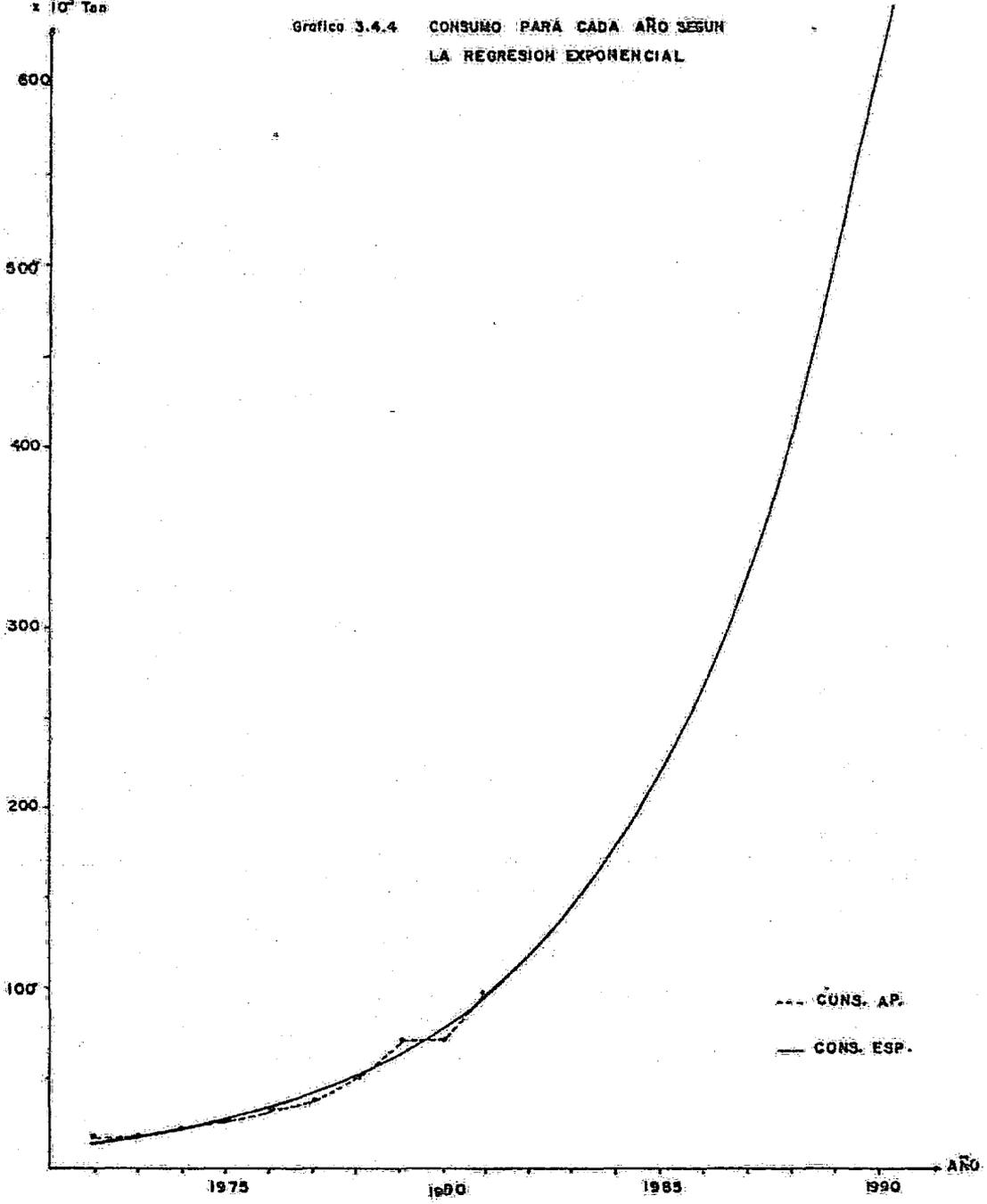
CONSUMO
APARENTE
 $\times 10^3 \text{Ton}$

Grafica 3,4,3 CONSUMO ANUAL SEGUN EL
MODELO DE LA LINEA RECTA



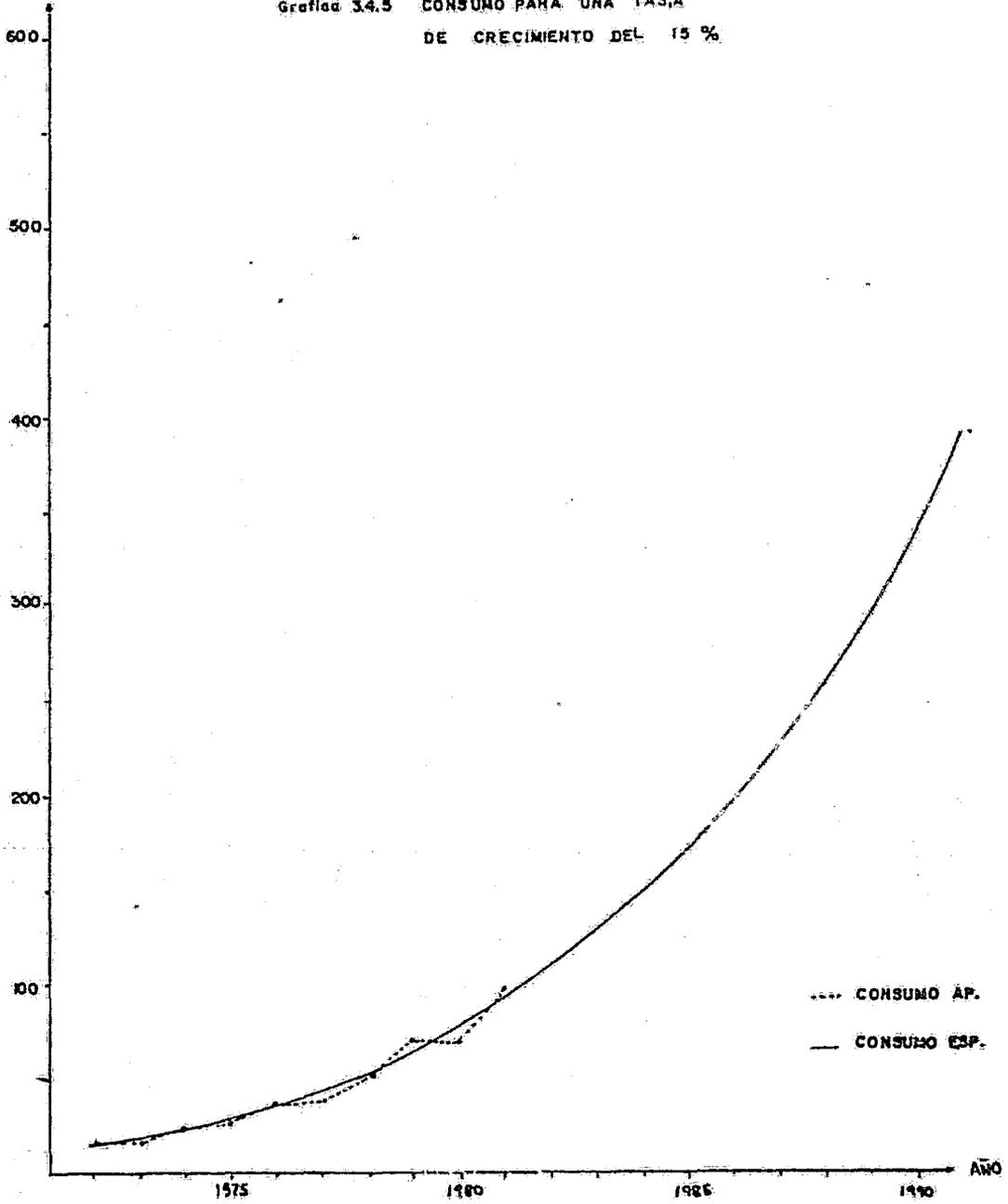
CONSUMO
 $\times 10^3 \text{ Ton}$

Grafico 3.4.4 CONSUMO PARA CADA AÑO SEGUN
LA REGRESION EXPONENCIAL



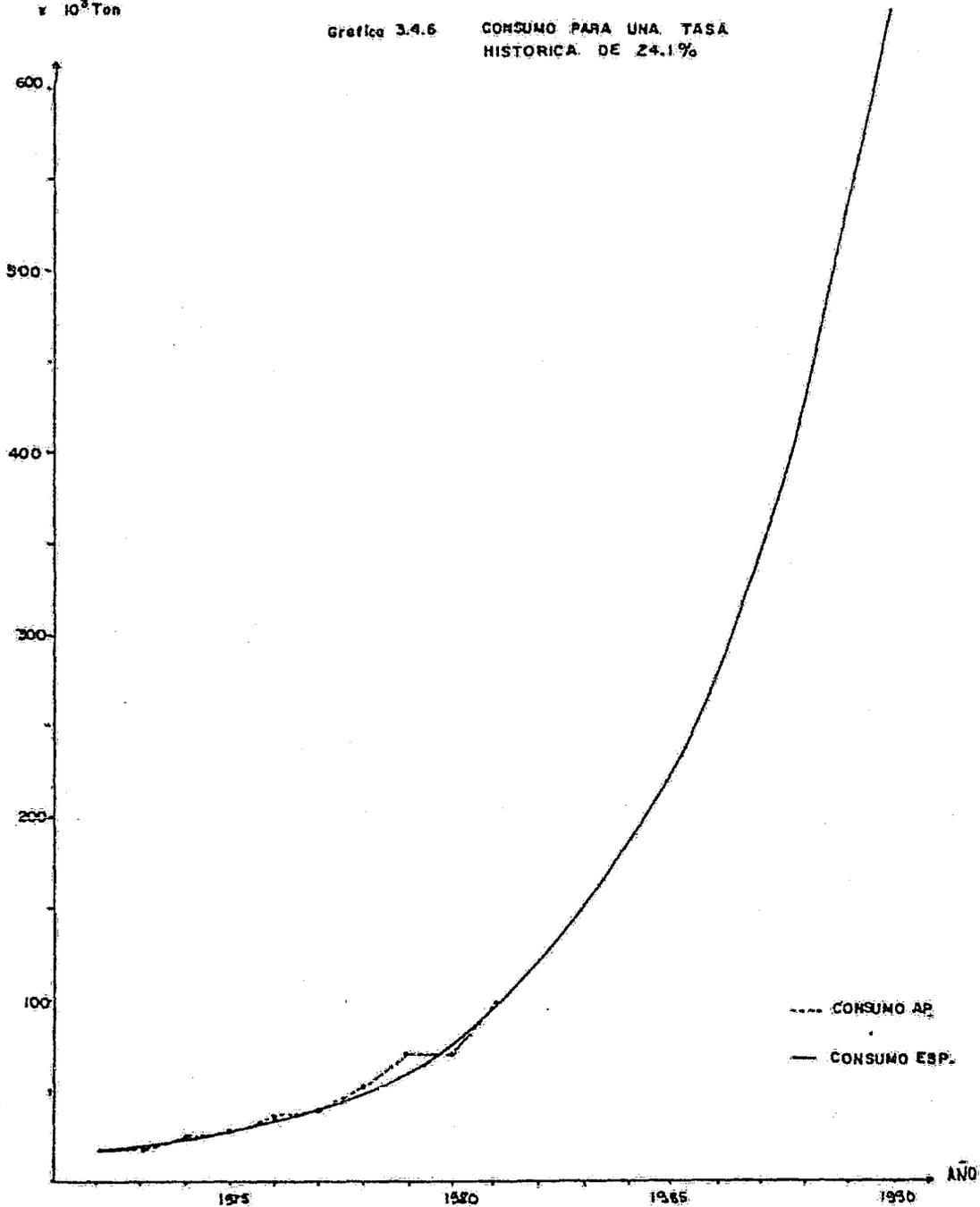
CONSUMO
x 10³Ton

Grafico 34.5 CONSUMO PARA UNA TASA
DE CRECIMIENTO DEL 15 %



CONSUMO
x 10³ Ton

Gráfico 3.4.6 CONSUMO PARA UNA TASA
HISTORICA DE 24.1%



Hemos visto durante el desarrollo del presente capítulo, la impetuosa necesidad que tiene nuestro país de producir polipropileno isotáctico, hemos también analizado las ventajas que presenta el producto con respecto a sus posibles competidores, hemos pues realizado gran parte de los estudios económicos que se deben establecer dentro de las primeras etapas del proyecto, o sea desde su inicio, pero ningún estudio económico estaría completo sin antes hablar de dos temas de primordial importancia para la realización del proyecto y estos son:

- Inversión
- Rentabilidad

Resulta obvio señalar que el proyecto para su ejecución requiera de un desembolso, que constituye la inversión pero a su vez requerimos de que el proyecto origine un beneficio dada la aportación de dicho desembolso, de ahí la importancia del estudio de la rentabilidad de un proyecto.

En este primer capítulo trataremos de establecer las bases necesarias para entender los diferentes elementos que constituyen a la inversión, y así como a la rentabilidad, estableceremos pues las definiciones de los diferentes elementos que constituyen los temas antes señalados y mencionaremos las diferentes técnicas que existen, y que son las más usadas para poder establecer la rentabilidad del proyecto. Una vez entendidas las bases aquí establecidas, y con los demás elementos establecidos en los capítulos posteriores, ilustraremos ampliamente estas técnicas, en el capítulo V de la presente tesis lo cual completará el aspecto teórico, con el aspecto práctico.

El hecho de presentar en el capítulo V el aspecto práctico obedece a la necesidad de haber establecido y entendido ciertos aspectos principalmente en cuanto al proceso que en este primer capítulo no ha sido mencionado.

1.8 INVERSION Y RENTABILIDAD.

1.8.1. Inversión de Capital.

Una inversión de capital es un desembolso cuyos beneficios se espera que den frutos por un período mayor de un año, es decir, sacrificar una satisfacción inmediata a cambio de una satisfacción futura.

Las inversiones en terrenos, planta y equipo generalmente producen servicios por un largo período de tiempo.

Las inversiones de capital no sólo son a largo plazo e irreversibles, sino que además suelen comprometer grandemente los recursos de la empresa y en muchos aspectos, los problemas de las inversiones de capital se han agudizado en años recientes, debido al acelerado paso del desarrollo técnico que trae como consecuencia una rápida obsolescencia obligando a tomar decisiones más frecuentes. De aquí la necesidad de desarrollar mejores programas para localizar proyectos convenientes.

Las inversiones de capital son también muy importantes para el crecimiento económico de una nación; si hay programas inadecuados para descubrir inversiones convenientes y procedimientos erróneos para seleccionar inversiones propuestas, los recursos serán mal asignados dentro del sistema económico.

En general podemos establecer la existencia de cinco pasos -

básicos que deben considerarse en un programa de inversión de capital:

- Planeación. Es necesario que surjan las inversiones de capital y -- que se establezcan sus especificaciones.
- Las especificaciones deben de ser evaluadas en términos de una ta-- sa de rendimiento o de un valor presente.
- Las decisiones deben tomarse de conformidad con la evaluación rea-- lizada.
- Debe ejercerse un control sobre la erogación de fondos en las in-- versiones de capital aceptadas.
- Deberá hacerse una auditoría posterior de los resultados de las in-- versiones de capital efectuadas en el pasado.

1.8.1.1. Inversión Fija.

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa, y que se-- rán utilizados a lo largo de la vida útil del proyecto. La inversión fi-- ja está representada por los activos fijos (tangibles) y por los activos diferidos (Intangibles).

Los rubros que componen la inversión fija son:

- Investigación y Estudios Previos :

La realización de estas actividades tendientes a obtener in-- formación para determinar la factibilidad en principio o para darle -- apoyo técnico al proyecto, tiene un costo que debe ser incluido como -- parte de la inversión fija involucrada en la materialización del mismo, a esta información se le conoce con el nombre de Estudios de Preinver-- sión o Gastos Preoperativos.

- Organización de la Empresa:

Le ejecución de un proyecto industrial suele ser precedido por la organización de una empresa particular, a menos que se trate de nuevas instalaciones para una empresa ya constituida aunque también en este último caso frecuentemente se organiza a la empresa con motivo del proyecto. En ambos casos se originan gastos notariales, pago por permisos, gastos de emisión de acciones, pago de sueldos de personal administrativo y otros gastos; todos los cuales se incluyen como gastos de organización.

- Patentes y Conocimientos Técnicos Especializados:

En algunos proyectos industriales la adopción del proceso de elaboración, implica la necesidad de adquirir una licencia de los propietarios de la tecnología, generalmente mediante un pago fijo inicial y pagos variables anuales por concepto de regalías cuyo monto suele ser proporcional al volumen de producto elaborado.

- Elaboración del Proyecto Final:

La elaboración del proyecto final con base en la información técnica, económica y financiera acumulada para este propósito, implica un volumen considerable de esfuerzo por parte de un grupo generalmente numeroso de profesionales, por lo que suele tener un costo de significación.

- Terreno:

Aún cuando los terrenos son activos fijos que no se deprecian, la adquisición del predio para la instalación del proyecto es un gasto de inversión fija.

- Concesiones para la Explotación de Recursos Naturales:

Aún cuando el pago por derechos para la obtención de concesión para la explotación de recursos naturales puede no ser significativo en aquellos proyectos que lo requieran, las concesiones pueden estar condicionadas a la realización por parte de la empresa de obras de infraestructura.

- Maquinaria y Equipo:

En este concepto se incluye el costo de la maquinaria y equipo con sus refacciones y repuestos como también gastos de fletes, seguros, impuestos de importación y derechos aduanales y en su caso, los costos de adaptación.

- Instalaciones de Maquinaria y Equipo:

Comprende los gastos de los materiales y mano de obra de técnicos y operarios que instalan la maquinaria y equipo, actividad dentro de la cual se incluye el armado y conexión de las unidades de proceso entre sí y con las unidades de servicio auxiliar.

- Obra Civil:

Incluye la preparación del terreno, construcción de edificios en proceso, de servicios auxiliares, de recepción y almacenamiento de materias primas, de empaque, almacén y embarque de productos.

- Servicios Auxiliares e Instalaciones Complementarias:

Incluye costos de la maquinaria y equipo que se requieren para suministrar estos servicios, así como instalaciones complementarias que incluyen las redes de distribución, los instrumentos y controles y aislamientos. Entre la maquinaria y equipo que hay en este rubro se --

encuentran: calderas, bombas, compresores, torres de enfriamiento, -
etc.

- Ingeniería, Supervisión y Administración de la Instalación:

Abarca actividades como elaboración y reproducción de pla--
nos y modelos a escala, pruebas de resistencia mecánica del terreno,
supervisión e inspección de la realización del proyecto, operación y -
mantenimiento de maquinaria y herramientas para la construcción y --
gestión de permisos y licencias.

- Arranque de la Planta:

Se refiere a desembolsos que cubren los gastos y los consu--
mos de mano de obra, materias primas y otros insumos durante las - -
pruebas y ajuste de la maquinaria y equipo.

- Intereses durante la realización del Proyecto:

El monto de los intereses desde que se adquieren los finan--
ciamientos externos hasta que se inicia la producción comercial de la
planta, representan un egreso que se incluye en la inversión fija y se
amortiza en períodos que dependen de las leyes fiscales vigentes.

- Imprevistos o Contingencias:

Este rubro se debe a la imposibilidad de prever todos los --
eventos externos que pueden afectar el costo del proyecto así como la -
inconveniencia de gastar demasiado esfuerzo en establecer absoluta---
mente todos los rubros menores de inversión.

Como se mencionó anteriormente, los rubros que integran el
activo fijo se suelen clasificar en tangibles e intangibles.

- Activos fijos tangibles:

Se consideran dentro del activo tangible a las propiedades, bienes o valores que por su naturaleza son materiales como son los edificios, otra clase de construcciones, terrenos, muebles maquinaria, instalaciones, vehículos, herramientas, etc.

- Activos fijos intangibles:

Se agrupan dentro del activo intangible a los valores que no son susceptibles de poder ser detectados materialmente, como son las patentes, las marcas de fabricación o de comercio, los planos y diseños para fabricación de maquinaria pesada, el costo de las concesiones del estado, las fórmulas y procedimientos secretos de fabricación, el crédito mercantil, los derechos de autor, el costo de franquicias, etc.

Los activos intangibles aunque tienen un gran valor para la empresa que los posee y que suelen estar contabilizados, no se cotizan, ni tienen valor en el mercado aunque se pueda transmitir su propiedad y cobrar por ella alguna cantidad que se considere justa.

Los gastos de promoción, organización, instalación, explotación y de experimentación que por su cuantía y por afectar a varios ejercicios fiscales no deben considerarse como gastos definitivos en el año en que se efectuaron, por lo que deben incluirse en el activo ya sea dentro del rubro especial llamado cargos diferidos o inversión diferida.

1.8.1.2. CAPITAL DE TRABAJO.

Es la parte del capital propio de que se dispone para las operaciones ordinarias o normales de la empresa.

Los principales rubros que es necesario considerar para estimar el capital de trabajo son los siguientes:

- Inventario de Materias Primas:

El valor de este inventario está en función del precio y el volumen de materias primas que es necesario tener en la planta para lograr una operación continua de la misma, este volumen de materia prima dependerá de los siguientes factores:

- Capacidad de operación de la planta.
- Lapso de tiempo requerido para el suministro.
- Disponibilidad de materia prima por parte de los proveedores.
- Diversidad de fuentes de suministro.
- Capacidad de producción de los proveedores.
- Características de la materia prima.
- Volúmenes mínimos económicos de adquisición.
- Costo de almacenamiento en la planta.
- Período de disponibilidad anual de la materia prima.

- Inventarios de Productos en Proceso:

Son los artículos en proceso de transformación de materia prima hacia los artículos terminados. En este rubro la mayor significación son la de aquellos productos que requieren un tiempo de elaboración muy largo y particularmente cuando los insumos son de alto costo, como sucede en la fabricación de los bienes de capital; para determinar el monto de este concepto se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo de elaboración requerido por unidades del producto.
- Volúmenes de fabricación.
- Insumos que requiere la elaboración del producto.
- Costo unitario de los insumos.

- Secuencia de suministro de cada insumo.

Cuando no se dispone de elementos suficientes para efectuar la estimación del valor del inventario en productos en proceso; con base en los factores antes señalados se puede obtener un orden de magnitud de este concepto multiplicando la capacidad mensual de producción por el costo unitario de manufactura del producto.

- Inventario de Producto Terminado:

La cantidad de producto terminado en almacén debe ser proporcional con el volumen de ventas. En la determinación del volumen de producto terminado que debe formar este inventario, es necesario tomar en cuenta:

- Las fluctuaciones en el nivel de ventas.
- Las características del producto.
- El costo de almacenamiento del producto.
- Diversidad de producto a elaborar en la planta.
- Costo de manufactura de los productos.
- Capacidad de producción de la planta
- Capacidad financiera de la planta.
- Dimensión del lote económico de producción.
- Cuentas por Cobrar:

Las cuentas por cobrar deben estar clasificadas por grupos homogéneos como pueden ser: clientes, el personal de la empresa y otra clase de deudores, así como también documentos por cobrar, y sólo se consideran como activo circulante aquellas que tengan un vencimiento de un año.

Por razones financieras y de competencia en el mercado, las empresas venden sus productos dando un plazo a los clientes para efectuar sus pagos, lo que hace necesario incrementar el capital de trabajo para cubrir este concepto. La dimensión de estas cuentas por cobrar dependerá del nivel de ventas de la empresa, del precio de venta del producto y de las condiciones de pago establecidas para el tipo de productos que se pretende elaborar.

- Cuentas por Pagar:

El monto del capital de trabajo se produce también a través del financiamiento de la operación de la empresa por los proveedores de los insumos, lo cual no le representa generalmente costo adicional alguno por concepto de intereses; la magnitud de estas cuentas por pagar depende principalmente de los volúmenes de producción, las condiciones de pago que le otorguen los proveedores a la empresa y la diversidad y capacidad financiera de los proveedores de los insumos.

- Efectivo en Caja:

Esta constituido por saldos disponibles en caja y bancos, inversiones temporales de fácil realización y estimaciones de dinero a recibir de acuerdo con la política de crédito y los hábitos de pago de los clientes, así como los desembolsos que deberán hacerse de acuerdo con las políticas financieras.

Su realización debe ser cuidadosamente planeada y desarrollada, con base a los presupuestos elaborados; y tendrá como objetivos:

Respecto a los Ingresos:

- Conocer la estimación correcta de los cobros, de acuerdo con las políticas de crédito establecidas.

- Precisar el financiamiento externo, de conformidad con los planes elaborados.
- Supervisar el cumplimiento de las decisiones tomadas en relación a aumentos de capital, emisiones de obligaciones, etc.
- Procurar la obtención de líneas de crédito, para el descuento de documentos.

Respecto a los Egresos:

- Procurar el cumplimiento oportuno de las obligaciones regulares, -- por concepto de pagos de sueldos y salarios, ciertos servicios como son: agua, luz, teléfono, alquiler de inmueble, etc.
- Establecer las provisiones necesarias para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de otros presupuestos.

Podemos establecer entonces que el capital de trabajo se calcula restandole al importe del activo circulante el monto de las deudas u obligaciones exigibles a corto plazo que constituyen el pasivo circulante.

Las utilidades de todo negocio provienen principalmente de las ventas y se reflejan inmediatamente en el capital de trabajo, el que automáticamente aumenta por una cantidad igual a esas utilidades, ya sea en las cuentas de caja y bancos, en las de clientes o deudores, o en las cuentas de documentos por cobrar y en inventarios.

El capital de trabajo puede aumentar con algunas de las siguientes operaciones:

- Por aportaciones de los socios para aumentar el capital social.
- Por préstamos a largo plazo de los acreedores.
- Por conversión de algunos pasivos a corto plazo en pasivos a largo plazo.

- Por venta de partidas de activo fijo.
- Por utilidades mientras éstas no son repartidas.

El capital de trabajo disminuye:

- Por retiros de fondos que hagan los socios para disminuir el capital social.
- Por pago de pasivos a largo plazo.
- Por conversión de pasivos fijos en pasivos circulantes.
- Por compras de contado o a plazo corto de partidas de activo fijo.
- Por pérdidas, mientras no sean repuestas por los socios.

Calendario de Inversiones.

No es preciso hacer distinciones conceptuales entre los diferentes tipos de movimientos de fondos para analizar los desembolsos cuyo propósito es adquirir activos fijos, debido a que para poder hacer la programación es necesario tomar en cuenta las entradas y salidas de dinero.

Existen cinco parámetros para facilitar el análisis:

- Desembolsos iniciales destinados a inversiones, la magnitud y fecha oportunas.
- Magnitud y fechas oportunas para desembolsos posteriores a las inversiones.
- Duración de la vida útil del proyecto.
- Las fechas y los importes derivados de los movimientos provenientes de las operaciones realizadas.
- El valor de desecho del bien, cuando llegue al término de su vida de servicio.

1. 8. 2. ESTUDIO DE LOS COSTOS DE PRODUCCION.

Podemos establecer una primera clasificación de los costos - en:

- Costos variables o directos
- Costos Fijos
- Costos Variables. -

Son las partidas del costo que varían en razón directa al volumen o actividad, bien en un departamento o en cualquier otra subdivisión de la empresa. Los costos variables son los costos de actividad, porque se acumulan como resultado del esfuerzo productivo, la actividad o el trabajo en un departamento.

Estos costos se derivan de las siguientes erogaciones:

- a) Materias Primas
- b) Mano de Obra de Producción
- c) Servicios Auxiliares
- d) Mantenimiento y Reparación
- e) Suministros de Operación
- f) Regalías
- g) Impuestos sobre Ventas
- a) Materias Primas:

Para determinar el costo de las materias primas es necesario considerar la planificación y control de las mismas.

Para garantizar que las materias primas estarán disponibles en cantidades y tiempo requeridos y para obtener el costo de las mismas, es necesario incluir:

Presupuestos detallados que especifiquen las cantidades y el costo de los materiales necesarios, y

Un presupuesto de compras de materias primas.

Así, la planificación de las materias primas incluye tres subpresupuestos:

- Presupuesto de Materiales (especifica las cantidades de unidades de cada materia prima necesaria para la producción).
- Presupuesto de compras (determina los períodos de adquisiciones)
- Presupuestos de Inventarios de Materiales (determinará los niveles necesarios de inventarios).

b) Mano de Obra:

Los costos de mano de obra directa comprenden los jornales pagados a los trabajadores que se dedican directamente a las operaciones fabriles específicas de producción.

Los costos de mano de obra indirecta, comprende el esfuerzo humano dedicado a la dirección, supervisión, inspección y vigilancia del proceso productivo y que no podrán aplicarse directamente a la unidad producida.

c) Servicios Auxiliares:

El costo de servicios auxiliares, entre los cuales se encuentran agua, energía eléctrica, combustible, vapor, refrigeración, aire, etc., varía considerablemente en función de la naturaleza del proceso, de la localización de la planta y del volumen de producción. Este costo también está determinado por la fuente de suministro, ya sea que la planta compre el servicio, lo transforme o lo genere para su autoconsumo.

d) Mantenimiento y Reparación:

Hay dos tipos de departamentos en las condiciones de fabricación:

- Los Departamentos Productivos.
- Los Departamentos de Servicios.

Los segundos no trabajan directamente en los productos sino que más bien suministran servicios a los departamentos productivos y a otros. Los típicos son de reparaciones y mantenimiento, compras, planificación de la producción, estudios de tiempos y movimientos, etc.

Para que una planta opere eficientemente es necesario efectuar gastos de mantenimiento y reparación, cuyo monto depende de las condiciones de operación.

Estos costos incluyen los cargos por materiales, mano de obra y supervisión de empleados en las operaciones sistemáticas de mantenimiento y en las reparaciones de emergencia.

e) Suministros de Operación:

Los suministros de operación, llamados también implementos de planta, son aquellos productos misceláneos que se requieren para operar eficientemente, y que no forman parte de las materias primas, ni de los materiales de mantenimiento. En este rubro se incluyen productos tales como lubricantes, materiales de limpieza y artículos para protección y aseo de los operarios.

f) Regalías:

Se incluye este costo cuando la planta se proyecta para ope-

rar con un proceso amparado con una o más patentes vigente en el país donde se desea realizar el proyecto, es necesario entablar pláticas con poseedores de dichas patentes, a fin de conocer los términos bajo los cuales se podría obtener licencia para utilizar este proceso. Frecuentemente estos términos incluyen el pago de regalías, cuyo monto se suele establecer como un porcentaje del valor de la producción.

g) Impuestos sobre las Ventas:

El monto de estos impuestos varía de acuerdo con la localización de la planta industrial, habiendo lugares donde es necesario pagar impuestos federales, estatales y municipales. La suma de estos impuestos sobre las ventas, son llamados ingresos mercantiles.

- Los Costos Fijos -

Los costos fijos o gastos de estructura, son aquellos que se deben erogar, independientemente del nivel de producción y se generan periódicamente en montos más o menos constantes.

Los costos fijos se encuentran conformados por :

- Cargos fijos de Inversión.
- Cargos fijos de operación
- Gastos generales.
- Gastos fijos de Inversión:

Son aquellos que se espera no cambien en su importe total dentro del presente año presupuestal, independientemente de las fluctuaciones en la actividad, es decir los costos son fijos cuando no cambian ante las fluctuaciones importantes de volumen en un determinado espacio de tiempo.

En la planeación de los costos fijos se debe tener en cuenta --

lo siguiente:

- Proyectar los niveles máximo y mínimo de actividad o volumen.
- Determinar los precios de los factores de costo.
- Algunos cambios en las instalaciones y en la organización.

Los cargos fijos de inversión son una consecuencia de la inversión fija, y por lo tanto, tienden a permanecer constantes, independientemente del volumen de producción. Algunos de ellos son:

- a) Depreciaciones y amortizaciones
 - b) Impuestos sobre la propiedad
 - c) Seguros sobre la planta
 - d) Rentas
- a) Depreciación:

La depreciación es la reducción de valor que sufre una partida del activo fijo, bien sea maquinaria, edificios, equipos, etc., debido al desgaste motivado por el uso natural o extraordinario a que se sujeta, o por cualquier otra circunstancia que la haga inadecuada para su objeto. Como estos bienes instrumentales son indispensables para la producción moderna, su depreciación es un factor de costo.

b) Impuestos sobre la propiedad:

El monto anual de los impuestos sobre la propiedad también depende de las leyes fiscales vigentes en el lugar de la planta o donde se pretende proyectar su localización. En ciertos países este impuesto sobre la propiedad no se aplica al total de los activos fijos de la planta, sino únicamente a los terrenos.

c) Seguro sobre la planta :

Con el fin de proteger la inversión en una planta, ésta suele asegurarse a un costo que varía de acuerdo con el nivel de riesgo que presente su operación y con la disponibilidad de medios de protección.

d) Rentas:

Este concepto se incluye dentro del renglón de egresos cuando no es posible o no es conveniente comprar alguno de los activos tangibles que forman parte del proyecto.

- Cargos fijos de operación:

Son aquellos cargos necesarios para coordinar los servicios de la planta, impartir seguridad industrial y proporcionar servicios a los empleados.

Se incluyen en este rubro los gastos por concepto de superintendencia de planta: laboratorios de control de calidad, cuadrillas de salvamento, cuerpo de bomberos, servicios médicos, servicios de comedor, instalaciones deportivas, servicios de vigilancia.

- Gastos Generales:

Son gastos necesarios para hacer llegar el producto al mercado, mantener la empresa en posición competitiva y lograr una operación rentable.

Estos gastos son:

- Gastos de Administración

- Gastos de Venta

- Gastos Financieros

- Gastos de Administración:

En este rubro se incluyen aquellos gastos que se deriven di-

rectamente de las funciones de dirección y control de diversas actividades de la empresa, su contenido es tan amplio que la determinación de su naturaleza dependerá de la organización interna y del medio en que se desarrolle cada empresa en particular.

Como tradicionales a este tipo de gastos se tienen los erogados por honorarios a consejeros, gastos de representación de ejecutivos administrativos, sueldos de los diferentes departamentos que la compongan, honorarios a abogados, gastos de papelería, etc.

- Gastos de Venta:

Estos gastos son erogados por las actividades tendientes a realizar la función de ventas, comprende desde que el producto fue fabricado, hasta que es puesto en manos del cliente; como tales se consideran las erogaciones por remuneración a vendedores (pago de comisiones), gastos de oficina, publicidad y promoción, gastos de transporte, etc.

- Gastos Financieros:

Incluyen los intereses y otros gastos incurridos en relación a la adquisición de capital prestado.

Los gastos financieros son equivalentes al monto de los intereses por año, y son considerados fijos para cada período anual, si bien pueden variar de un año a otro.

1.8.3. ESTUDIOS SOBRE LA EVALUACION ECONOMICA (RENTABILIDAD).

Algunos conceptos que son necesarios de tomar en cuenta para poder realizar la evaluación económica de un proyecto, serán enunciados a continuación:

- Análisis Costo-Beneficio:

El análisis costo-beneficio está formado por un conjunto de elementos para medir adecuadamente los componentes y los resultados de un proyecto, y por ciertos patrones de comparación que resultan útiles para tomar decisiones en las esferas de inversión pública y privada. Las principales interrogantes que el análisis beneficio-costos permite constatar son los relativos a la deseabilidad de un proyecto, a la distribución de fondos entre proyectos distintos y a la distribución de la inversión en el tiempo, el resultado se indicará en términos de rentabilidad y de esto dependerá, en muchas ocasiones la aceptación o rechazo de un proyecto.

- Costo de Oportunidad:

Una característica esencial de la evaluación económica es que todos los recursos que entran en el proyecto deben ser considerados a su costo de oportunidad, lo que equivale decir que deben ser tomados en cuenta todos los costos tanto explícitos como implícitos. Los primeros representan un desembolso real de dinero como lo es, la compra de materias primas, pago de mano de obra, maquilas, impuestos, etc., en cambio, los segundos son aquellos que sin constituir un flujo real de dinero, deben considerarse como pago a recursos que, de asignarse a otra actividad, recibirían una retribución.

La omisión de los costos implícitos puede conducir a decisiones equivocadas sobre todo cuando son de gran cuantía.

- Valor Cronológico del dinero:

Es importante considerar en la evaluación económica de pro-

yectos agregar el concepto de valor cronológico del dinero. Se trata de tomar en cuenta las preferencias del consumidor en el tiempo, efectivamente no valen lo mismo \$ 1,000.00 que se entreguen en efectivo - ahora, que la promesa de entregar los mismos \$ 1,000.00 en un año. La razón es de que además de posponer el consumo por un año, se corre el riesgo de que no sean pagados o de que el poder adquisitivo de ese dinero se vea disminuido a causa de la inflación.

- Costos por Intereses :

Muchas veces se confunden los conceptos de interés y rentabilidad. La rentabilidad de una inversión consta de dos elementos: - Intereses y utilidades, los primeros representan el costo del dinero y los segundos una remuneración por el riesgo.

El costo de obtención y uso del dinero constituye el criterio mínimo para aceptar un proyecto que tenga por objeto la aceptación de una utilidad.

- Impuestos:

Los impuestos sobre la renta son un elemento muy importante en las decisiones de inversión, puesto que todo proyecto está basado en flujo de fondos, y estos tienen repercusiones directas en los niveles de utilidades y por consiguiente en las cantidades a pagar por concepto de impuestos.

- Ahorros Netos de un Proyecto:

El análisis de Ingresos y costos es el elemento más importante en la determinación de la rentabilidad de un proyecto.

El análisis financiero compara los beneficios netos de la ope

ración en relación a la inversión que fue necesaria para generarlos, sin embargo, eso implica estudiar el efecto de los impuestos y depreciación con el objeto de calcular un aborro neto, que sería una utilidad antes de depreciación pero después de impuestos.

A continuación se describen algunos de los métodos de evaluación más comunes, sus ventajas y sus desventajas; debiéndose entender que ninguno es el mejor y por lo tanto se debe seleccionar al más adecuado para cada caso.

Los métodos los podemos clasificar en :

- Métodos que no consideran el valor del dinero en función del tiempo
- Métodos que sí consideran el valor del dinero en función del tiempo.

De los métodos que no consideran el valor del dinero en función del tiempo tenemos:

- a) Tasa promedio de rentabilidad
- b) Período de recuperación de la inversión
- c) Interés simple sobre rendimiento

a) Tasa promedio de rentabilidad:

La técnica de la tasa promedio de rentabilidad tiene otros nombres, entre ellos: tasa de rendimiento contable, método contable, etc., los dos enfoques más comunes son calcular la razón de las utilidades anuales promedio después de depreciación y de impuestos, obtenidas a través de la vida de la inversión en relación con :

- El desembolso original, o
- Con el costo promedio.

Las inversiones promedio en los proyectos se definen como:

$$TPR = \frac{\frac{u}{n}}{\frac{I + Vd}{2}} + CT$$

U = Utilidad contable

n = Número de períodos considerados

I = Desembolso Inicial sobre activo depreciable

CT= capital de trabajo requerido

Ventajas. -

La mayor ventaja de este método, es la facilidad con que se puede calcular utilizando información proporcionada por los contadores. Además se facilita también la comprobación de los resultados de inversiones de capital pasadas puesto que la información utilizada para la toma de decisiones es la misma que aparece en los registros contables.

Desventajas. -

- Se basa en utilidades contables esperadas y no en flujos de efectivo que produce la inversión.
- No toma en cuenta el tiempo en que los desembolsos y los ingresos tienen lugar, es decir no considera el valor que tiene el dinero en función del tiempo.

b) Período de recuperación de la inversión:

Entre los diversos métodos para evaluar proyectos de inversión, el de recuperación es probablemente el más popular. El período de recuperación de efectivo se define como el número de años requeridos para recuperar el desembolso inicial, (I_n), con los flujos anuales netos generados después de impuestos, (A_j), por el proyecto de inversión.

Puede ser calculado restando sucesivamente los ingresos anuales de -- efectivo esperados, de la inversión inicial y determinando el número de años requeridos para que el remanente se convierta en cero.

Entérminos aritméticos se determina del siguiente modo:

$$PRI = \frac{IN}{A_j}$$

PRI = Plazo de recuperación

IN = Inversión Neta requerida

A_j = Ingresos netos por año después de impuestos.

Las compañías que utilizan la técnica del período de recuperación para evaluar proyectos, típicamente especificarán el período mínimo de recuperación requerido, para que en un proyecto se considere aceptable siendo este período generalmente entre dos y cinco años.

A veces se argumenta que este método debe utilizarse cuando una empresa se encuentra muy necesitada de efectivo, aunque el inconveniente que esto presenta, es que los períodos de recuperación -- muy cortos implican una tasa de inversión alta, en algunos casos más elevada de lo que se justifica de acuerdo a las necesidades de liquidez. También se considera que el método de recuperación es un medio útil para evaluar proyectos riesgosos, ya que da preferencia a aquellos proyectos que tengan un período de recuperación menor.

Ventajas, -

- Es fácil de calcularse
- Es una estimación del período de tiempo que transcurrirá antes de -- que la inversión inicial se recupere.
- Indica un criterio adicional para elegir entre varias alternativas que

representan iguales perspectivas de rentabilidad y riesgo.

- Es de gran utilidad cuando el factor más importante es precisamente la recuperación.

Desventajas. -

- No considera los beneficios que se habrán de recibir después del período de recuperación indicado.
- Se pueden rechazar proyectos que podrían ser aceptados en otras condiciones por exigir un período corto de recuperación.
- No indica la rentabilidad de la inversión.
- No se considera el valor del tiempo.

c) Interés simple sobre el rendimiento:

El método de interés simple sobre el rendimiento se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$ISSR = \frac{\text{Rendimiento en efectivo anual promedio} - \text{Recuperación de Capital}}{\text{Inversión Promedio de Capital}}$$

Ventajas. -

- Se puede determinar fácilmente.
- Reconoce que hay una disminución gradual en el valor de la inversión.

Desventajas. -

- No se considera el valor del dinero en el tiempo.
- No se pueden aplicar a las inversiones de capital que se prevé que van a tener movimientos en efectivo dispares, ya que la utilidad promedio obtenida sería muy dudosa.

De los métodos que si consideran el valor del dinero en función del tiempo tenemos:

a) Tasa interna de rendimiento.

b) Valor presente

c) Valor terminal

d) Índice de rendimiento

a) Tasa Interna de Rendimiento:

Este método para evaluar desembolsos de capital también se conoce con los nombres de : tasa de rendimiento descontada, método del Inversionista y rendimiento ajustado en el tiempo .

En este método se determina la rentabilidad de un proyecto con base al valor presente neto de los flujos de efectivo calculados a diversas tasas de rentabilidad. La tasa de rentabilidad que aplicada a los flujos de efectivos anuales durante el período considerado permite igualar la suma de los flujos de efectivo actualizados con la inversión prevista, es la tasa interna de rendimiento del proyecto, o sea el interés esperado sobre la inversión no recuperada a través de los flujos de efectivo anuales, es decir una vez obtenida la tasa interna de rendimiento, se debe ver, si ésta es superior o inferior al costo actual de los fondos, o sea el costo de capital.

Puesto que el costo de capital de una empresa "es simplemente aquella tasa de rendimiento que sus activos deben producir para justificar que obtener los fondos necesarios para adquirir dichos activos", ese costo es una "tasa tope".

Si la tasa de rendimiento descontada, realmente ganada, es mayor que el costo de los fondos invertidos en el proyecto, la riqueza de sus dueños se habrá aumentar al aceptar éste. Por el contrario si la

inversión propuesta habrá de producir una tasa de rendimiento descontada menor que el costo de capital, no se justifica que se obtengan los fondos, o bien que se haga la inversión en el proyecto. Matemáticamente la tasa interna de rendimiento se puede obtener de la siguiente manera:

$$TIR = \frac{at}{(j + 1)^t}$$

t = período

A = flujo de fondos (positivo y negativo) por período

i = tasa de descuento

a = último período en que un flujo de fondos es esperado.

Ventajas. -

- Si se considera el valor del dinero a través del tiempo.
- Cuando se usa este método para la evaluación de varios proyectos permite jerarquizarlos de acuerdo con la TIR que cada uno tenga, lo cual facilita la toma de decisiones.
- Otra ventaja es que no es necesario señalar una tasa de rendimiento para efectuar cálculos, sino por el contrario se debe encontrar o determinar la tasa que constituya la TIR.

Desventajas. -

La limitación básica de este método es que supone los ingresos de efectivo generados por el proyecto se reinvertirán a una tasa de rendimiento igual a la tasa interna de rendimiento.

b) Valor presente o valor actual neto:

Este método es una implicación directa del concepto de valor actual. Su cálculo requiere de los siguientes pasos; primero, elegir un

tipo de interés apropiado; segundo, calcular el valor actual de los ingresos previstos producidos por la inversión; tercero, calcular el valor actual de las salidas de caja requeridas por la inversión. El valor actual de las salidas es igual al valor neto de la inversión.

El criterio recomendado de aprobación o de negación es de aceptar todas las inversiones independientes, cuyos valores actuales sean menor que cero. Teniendo en cuenta que el valor actual de una inversión depende del tipo de interés utilizado, no existe una medida del valor actual, sino un grupo de medidas que dependen del tipo de interés elegido.

El valor presente puede ser determinado numéricamente de la siguiente manera:

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

VP = valor actual (de una anualidad)

VF = ingresos en efectivo por años

i = tasa de descuento

n = años de vida del proyecto.

Ventajas. -

- Considera el valor del dinero en función del tiempo.
- Indica si la rentabilidad real de la inversión supera la rentabilidad deseada, esto se cumple cuando el valor actual de todos los ingresos de efectivo iguala o supera el monto de la inversión original, descontada a una tasa de interés que corresponda a la rentabilidad deseada.

- Puede indicar la rentabilidad exacta a través de interpolación.
- Supone la comparación de flujos positivos de efectivo (ingresos) y negativos (egresos), sobre una misma base de tiempo.

Desventajas. -

- Ignora la tasa a las cuales se reinvertirán los flujos positivos generados por la inversión a través de su vida útil.
- Supone una seguridad en las estimaciones futuras que rara vez se presenta en la práctica. Es decir, generalmente no es posible predecir exactamente las cantidades que un proyecto generará en el futuro.

c) Valor Terminal:

Es un método que trata de considerar las tasas a las cuales serán reinvertidos los fondos generados por un proyecto determinado. De este modo, los flujos positivos de fondos se reinvierten en el futuro a tasas que correspondan a ciertas expectativas de inversión. Dado que el objetivo de este método es calcular la rentabilidad que un proyecto ofrece y por lo tanto decidir su aceptación o rechazo. El problema se presenta cuando se sabe que esos cálculos a futuro están sujetos a variaciones en dos cuestiones fundamentales:

- Los flujos de ingreso a obtener en el futuro.
- Las tasas de interés a que deben ser descontados esos flujos.

Por lo tanto, se hace necesario hacer los cálculos con diferentes flujos de efectivo posibles y también sobre tasa de interés diferente. Por eso es que en este método se incluyen variaciones de los ingresos esperados (promedios), pero sabiendo de antemano el grado de variación que se puede presentar y por lo tanto el riesgo que una

inversión lleva implícita. El mismo caso se aplica a las tasas de - -
re inversión.

d) Índice de Rendimiento:

Este no es un método de evaluación propiamente dicho sino un
elemento para usar mejor el método del valor presente.

Puesto que los valores que se obtienen a través de los métodos
del valor presente y la tasa interna de rendimiento son cifras absolutas
resulta difícil jerarquizar proyectos de inversión siguiendo estos méto-
dos de análisis; este problema se resuelve obteniendo el índice de ren-
dimiento pues se pueden comparar diferentes proyectos de inversión so-
bre la misma base.

El índice de rendimiento se obtiene de la siguiente forma:

$$IR = \frac{\text{Valor Presente de los Ingresos}}{\text{Valor Presente de los Egresos}}$$

Siempre que el índice de rendimiento sea igual o mayor de -
1.00 el proyecto de inversión es aceptable, puesto que esto indica que
el proyecto produce por lo menos la rentabilidad exigida por la empre-
sa.

Este método es de particular importancia cuando se tiene un -
capital limitado para inversiones (presupuesto de capital) y varios pro-
yectos entre los cuales se deben asignar fondos escasos. Bajo estas cir-
cunstancias la empresa tratará de aceptar aquellos proyectos que pro-
porcionen el rendimiento máximo.

1.8.4. ESTUDIO SOBRE LA PLANEACION FINANCIERA.

Una vez que se ha determinado que el Proyecto es rentable y se ha decidido seguir adelante con su realización, se llega al punto culminante del Estudio de Factibilidad, que es la Planeación Financiera.

Lo anterior significa, determinar los lineamientos generales y la estrategia a seguir para la consecución de los medios que integran la Inversión requerida del proyecto.

Para integrar mejor el Estudio para la Planeación Financiera, se debe contar con Proyecciones Financieras o Estados Financieros.

Los estados financieros son los documentos que muestran - - cuantitativamente ya sea total o parcialmente, el origen y la aplicación de los recursos empleados para realizar un negocio o cumplir determinado objetivo, el resultado obtenido en la empresa, su desarrollo y la situación que guarda en el negocio.

A continuación enunciaremos y describiremos algunos de los principales estados financieros.

a) Balance General. -

Es el estado financiero a través del cual se muestran los recursos y obligaciones de una entidad económica a una fecha determinada. Los rubros que lo componen son: los activos que son propiedades y derechos adquiridos, los pasivos que son la deuda u obligaciones de la empresa a terceros y el capital que representa la participación de los socios en la empresa.

Desde un punto de vista contable: los activos se clasifican en tres grandes rubros:

- Activos Circulantes. - Son los recursos que están constituidos por las partidas que pueden realizarse fácilmente en el curso normal de las operaciones de la empresa y que rápidamente se pueden convertir en efectivo, ya sea en el estado en que están o transformándolas en otros productos.

Algunos conceptos de estos activos son: caja y bancos, cuentas por cobrar, documentos por cobrar (clientes, deudores, etc.), inventarios (Materia prima, productos en proceso y terminados), valores, etc.

- Activo Fijo, - Lo integran los bienes que se han adquirido con el fin de prestar un servicio a la empresa; entre los más comunes tenemos: terrenos, edificios, maquinaria y equipo de oficina, equipo de reparto, etc.

- Activo Diferido. - Bajo este título se presentan los pagos que hace la empresa por anticipado a la percepción de un servicio, o por la adquisición de un bien que no se consume de inmediato, sino que será utilizado posteriormente. En el transcurso del tiempo, o por su consumo, se convierten en gasto; por esta razón también se les conoce con el nombre de cargos diferidos; ejemplos: gastos de instalación, gastos de publicidad, rentas pagadas por anticipado, etc. El pasivo, al igual que el activo se puede clasificar en tres rubos:

- Pasivo Circulante. - Está formado por las deudas que tiene que pagar la empresa a corto plazo, como son, proveedores, documentos por pagar, acreedores diversos, etc.

- Pasivo Fijo. - Lo integran las deudas que deben cubrirse por un período

do mayor de un año, entre algunos ejemplos tenemos: préstamos bancarios, acreedores hipotecarios, etc.

- Pasivo Diferido. - Se refieren a cobros por anticipado efectuados por la empresa; por ejemplo: rentas cobradas por adelantado, intereses cobrados por anticipado, etc.

-Capital. - Es el conjunto de los fondos y bienes invertidos por los propietarios; está constituido por el capital social, (suma de las aportaciones hechas por los socios), y capital contable (es cuando el capital social se modifica por las utilidades o pérdidas).

b) Estado de Pérdidas y Ganancias o de Resultados. -

Es el estado financiero cuya finalidad es mostrar la actividad o pérdida correspondiente a un ejercicio o período determinado, incluye básicamente los siguientes rubros:

Ventas. - Es el volumen de ventas efectuadas por un período determinado y el cual se obtiene mediante la multiplicación del volumen total de producción por el precio de venta; y que en un momento dado se le puede disminuir descuentos, bonificaciones con lo cual se obtendrían las ventas netas.

Costo de Ventas. - Se obtiene con la adición de todos aquellos costos directos que se infringieron en la producción del artículo.

Utilidad Bruta. - Es la cantidad que resulta de la disminución de costos de producción al volumen de ventas.

Gastos de Operación. - Son los gastos de venta, administración y financieros derivados de las operaciones realizadas por la empresa, para hacer llegar sus propios productos al consumidor.

Utilidades antes de Impuestos. - Se obtiene de restar el valor de la utilidad bruta los gastos de operación.

Impuestos. - Son los gravámenes fijados por la ley cuya tasa varía en proporción a las utilidades.

Utilidades Netas. - Es la cantidad que resulta de todas las operaciones anteriores y que podrá aplicarse de diferentes formas de acuerdo a las políticas que fije la empresa.

Cuando la empresa utiliza el sistema de costos marginales o costos directos, el estado de resultados, estaría representado de la siguiente forma:

Ventas Netas

Menos: Costo de Ventas

Utilidad, marginal sobre ventas netas

Menos: Costo de distribución variable

Utilidad marginal sobre operación.

Menos: Costos fijos de fabricación

Costos fijos de distribución

Utilidad antes de provisiones

Menos: Provisiones para impuesto sobre la renta

Provisiones para participación de utilidades a trabajadores.

Utilidad Neta al año.

c) Estado de Origen y Aplicación de Recursos.

Es el estado financiero que nos muestra el origen de los recursos con que ha contado la empresa y que aplicación se les ha dado,

por lo cual viene a ser esencialmente dinámico, además indica los cambios habidos, pudiéndose apreciar claramente los aumentos y disminuciones que se han operado en cada una de las diferentes partidas que integran el activo y el pasivo entre dos fechas.

Pueden ser numerosas las conclusiones a las que se lleguen al observar las alteraciones sufridas en los saldos de cada cuenta o en la forma de cada grupo de partidas, pero su importancia radica en saber y hacer resaltar las fuentes y aplicaciones de los recursos; incluye los siguientes rubros:

Origen. - Se refleja en la disminución de activo, aumento en el pasivo o aumento de capital.

d) Estado de Costo de Producción. -

El costo de producción representa la suma total de los gastos incurridos para convertir una materia prima en un producto acabado.

Una forma para su representación es la siguiente:

Estado de costo de producción

De : _____ al _____

	Inventario Inicial de Materia Prima
mas:	Compras de materia prima
	materia prima disponible
menos:	Inventario final de materia prima
	materia prima utilizada
mas:	mano de obra directa
	costo primo

más: gastos indirectos
costo incurrido

más: Inventario inicial de producción en proceso

menos: Inventario final de producción en proceso

Costo de Producción.

e) Estados Financieros Proforma. -

Los estados financieros proforma, son aquellos documentos que muestran el efecto en la situación financiera y en los resultados de algún fenómeno económico o de alguna operación no realizada. El término proforma se emplea para indicar que se trata de estados proyectados, dando como un hecho una o varias acciones propuestas con motivo de un financiamiento o de una reorganización, o con motivo de la organización de una empresa en formación, ya que mostrará la situación en que se encontraría si el financiamiento se hubiere efectuado en las fechas indicadas en los diferentes tipos de estados financieros proforma.

Su preparación y presentación son muy delicados y debe tenerse gran cuidado de hacer claramente todas las indicaciones, desde el título, que permitan al lector identificarlos inequívocamente como estados proforma en los cuales se ha dado efecto a transacciones no realizadas.

En cuanto a los tipos que hay de estados financieros proforma, podemos mencionar:

- Estado proforma de pérdidas y ganancias, que muestra los resultados económicos esperados para un período determinado de operación.

- Balance general proforma, que refleja la situación financiera en una fecha determinada.
- Estado proforma de origen y aplicación de recursos, que señala las fuentes de donde se obtuvieron los recursos y el destino que se dio a los mismos durante un período determinado de operación.

Con el análisis de los estados financieros antes mencionados (balance general, estado de pérdidas y ganancias, origen y aplicación de recursos, así como los estados financieros proforma), podemos evaluar y conocer la situación financiera de la empresa para saber si se está cumpliendo o no, con sus finalidades propias y detectar las posibles áreas que requieran la intervención de especialistas para su posible control y solución, es decir del análisis de los estados anteriores podemos considerar las siguientes aplicaciones:

- Cuantificación precisa de las áreas financieras de la empresa.
- Conocimiento de los éxitos y problemas de la empresa.
- Coadyuva a solucionar problemas presentes.
- Conocimiento de la proyección de la empresa.
- Coadyuva a la solución de problemas futuros.
- Conocimiento de la forma y modo de la obtención y aplicación de los recursos de la misma.
- Proporcionar información a acreedores e inversionistas, accionistas directivos y auditores.

Además debemos hacer mención que de este estudio debe determinarse en cuánto tiempo se deberá alcanzar el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio se define como el volumen de ventas --

que se requiere para que los resultados acreedores de las ventas sean iguales a los gastos totales, en este punto no habrá utilidades. Las operaciones se equilibran, es decir se tratará de determinar:

- El momento en que los ingresos y gastos son iguales, no existiendo utilidad ni pérdida.
- Medir la eficiencia de operación, e igualmente controlar la consumación de cifras predeterminadas, mediante la comparación con reales, para normar correctamente las ejecuciones y políticas de administración de la empresa.
- Ayudar en el análisis, planeación y control de los resultados de un negocio.

El análisis del punto de equilibrio generalmente se apoya en los siguientes supuestos:

- El comportamiento de los costos y de los ingresos se ha determinado fundamentalmente y es recto (lineal) dentro de la fluctuación adecuada de actividad.
- Los costos pueden descomponerse en fijos y variables.
- Los costos fijos permanecen constantes ante las fluctuaciones de volumen, en la gráfica del punto de equilibrio.
- Los costos variables fluctúan proporcionalmente al volumen.
- Los precios de ventas han de ser invariables.
- Los precios de los factores del costo han de ser invariables.
- La composición de las ventas será constante
- Los ingresos y los costos se compararán con una base común de actividad.

- La eficacia y la productividad han de ser invariables.

Clasificación de los costos para la determinación del punto de equilibrio:

I. - Costos Variables:

a) Costos Directos de Operación

1. Materias Primas
2. Mano de obra de Producción
3. Personal de Supervisión
4. Servicios Auxiliares
5. Envasos
6. Mantenimiento y Reparación
7. Suministro de Operación
8. Regalías
9. Impuestos sobre Ventas

II. - Costos Fijos:

a) Cargos Fijos de Inversión

1. Depreciaciones y Amortizaciones
2. Impuestos sobre la Propiedad
3. Seguro sobre la Planta
4. Rentas

b) Cargos Fijos de Operación

1. Superintendencia de Planta
2. Control de Calidad
3. Seguridad Industrial
4. Servicio al Personal

c) Gastos Generales

1. Gastos Administrativos
2. Gastos de Distribución y Ventas
3. Gastos Financieros

Para determinar el punto de equilibrio se utilizan dos métodos: el gráfico y analítico.

a) Método Gráfico:

Para determinar el punto de equilibrio entre ingresos y egresos, se procede a agrupar los costos variables y los fijos de acuerdo al cuadro anterior, y a calcular estos para una capacidad de operación igual al 100% de la capacidad instalada.

La gráfica puede constituirse de la siguiente manera:

- Se trazan las líneas coordenadas con relación tanto al volumen de las ventas como a la capacidad máxima de producción; es decir, tanto a unidades monetarias, según las ventas, como a unidades de producción.
- Se traza la línea de las ventas en el punto donde se unen las ventas en unidades monetarias, con el total de unidades de producción; -- ahora bien, esta línea parte del origen, formando un ángulo de cuarenta y cinco grados con respecto a las líneas coordenadas.
- Se traza una línea paralela al eje de las abscisas a la altura del total de los costos.
- El total de los costos fijos y los costos variables se suman y se localiza el punto sobre la línea que verticalmente cae del total de las ventas, sobre la abscisa, trazando una diagonal hasta la unión que for

man la coordenada con la línea de costos fijos

- En seguida, en el cruce de la línea de ventas con la de costos se localiza el punto crítico, es decir, donde el total de las ventas absorben los costos totales.

b) Método analítico y algebraico:

Consiste en sustituir en la fórmula las cantidades que se obtengan en el Estado de Pérdidas y Ganancias en los siguientes rubros:

1. Ventas Netas
2. Costos Fijos
3. Costos Variables

Fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \frac{\text{Costos Variables}}{\text{Ventas Netas}}}$$

Este método permite conocer el volumen de ventas que requiere la empresa para no incurrir en pérdidas, o bien permite conocer el punto donde no hay pérdidas ni ganancias.

1.9. CONCLUSIONES

- El desarrollo de los catalizadores Ziegler-Natta permitió la comercialización del proceso para la obtención de polipropileno.
- El isómero isotáctico del polipropileno, debido al orden que presenta su estructura, posee características que originan muchas de sus aplicaciones.
- En cuanto a sus propiedades mecánicas, es conveniente señalar su gran resistencia a la flexión y tensión aunadas a su baja densidad.
- En lo que al aspecto eléctrico se refiere, el polipropileno es un plástico de bajas pérdidas; es decir, tiene un factor de disipación pequeño.
- En cuanto a sus propiedades térmicas, podemos señalar su baja resistencia al calor. De aquí que surjan limitaciones en su aplicabilidad, en particular con respecto a la fabricación de tubería y de accesorios para el manejo de líquidos calientes. Sin embargo, encontramos estudios relacionados a nuevos procesos de polimerización, como es el de su vulcanización, que permitirá al polipropileno ser usado en fines como en los cuales hoy está limitado (tubería y accesorios) y además le abrirá nuevas posibilidades en el mercado debido a la resistencia térmica obtenida en el nuevo proceso.
- En la actualidad el uso mayor se encuentra en el campo del moldeo por inyección. Las fibras también ocupan un puesto preponderante en cuanto a usos, aún a pesar de las dificultades que presenta el teñido de las mismas.
- Entre los estudios de procesos más importantes, se encuentran además

de la vulcanización ya señalado, un proceso tendiente a lograr espuma de poliolefinas, que nos permitirá utilizar al polipropileno como material sustituto de las cara y cada vez más escasas maderas. Además de poder tener gran aplicación en la industria automotriz, como es el caso de los tableros, tanto en su configuración interna como externa. En la fabricación de muebles dado el alto índice demográfico y el bajo costo de estas espumas, nos provee un amplio horizonte -- para la misma. Otro proceso es el de ultra-alto peso molecular de las poliolefinas, que les conferirá gran dureza y resistencia a la -- deteriorización, lo cual redituará en un polifaceti smo de este tipo de producción.

- En cuanto a la materia prima, se puede decir que existe una alta pro-- ducción de propileno y que dadas las nuevas plantas tanto a nivel -- mundial como nacional se incrementará la misma, lo que originará un exceso en la oferta respecto a la demanda, con la inminente reduc-- ción en los precios.
- En cuanto a la producción de poli propileno en México, es nula en la ac-- tualidad. Obteniéndose todo por importación de países desarrollados, lo que origina grandes fugas de divisas.
- De acuerdo a las proyecciones realizadas en base a la información -- obtenida de la demanda en los años anteriores, se espera que aumen-- te ésta, hasta un consumo de 400,000 ton ., en los próximos diez años, de lo cual PEMEX tiene proyectadas dos plantas de 100,000 ton/anua-- les, una de las cuales entrará en funcionamiento para 1982 y la otra hasta 1986, de lo cual se observa que estas son insuficientes para la

demanda esperada, de ahí la necesidad de instalar otra nueva con una capacidad que se encuentre en un rango de 80 a 120 mil ton/anuales. Siendo el tamaño más aconsejable el de 100,000 ton/anuales, dado que el desarrollo tecnológico sobre plantas de esta capacidad es el más desarrollado y actualizado, asimismo es de las plantas sobre las cuales existe más información accesible, para su posible estudio.

Así mismo no es recomendable instalar plantas de mucho mayor -- capacidad, pues los procesos se vuelven más complejos y más costosos, resultando benéfico el tener varias plantas de tamaños intermedios, - con lo cual no se vería mermada la producción en grado sumo en caso de una falla, que si sólo se tuviera una o dos plantas muy grandes.

- Se han establecido las definiciones y métodos empleados en lo que se refiere a la inversión, la evaluación, la planeación financiera y a los costos de producción, con lo cual estamos en posición de poder aplicarlos y ejemplificarlos ampliamente, lo cual será desarrollado en el capítulo V de la presente tesis.

BIBLIOGRAFIA

1. Chase R. B. and Aquillano N. J. PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT. Richard D. Irwin, Inc. U.S.A. 1977.
2. Chauvel A. y otros MANUEL D'EVALUATION ECONOMIQUE DES PROCEDES. Editions Technip , France, 1976.
3. Chávez C. D. EL GERENTE DE PROYECTO SU FUNCION Y SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO DE PROYECTOS INDUSTRIALES. Tesis profesional, UNAM, Fac. Química, 1980.
4. Cuadernos de Posgrado 3. PERFILES QUIMICO -TECNOLOGICOS. - Fac. Química D. E. P. Maestría Ing. de Proyectos Vol. 1 No. 3 -- UNAM, 1981
5. Garmendía T. C. y otros. LA IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACION EN LA FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION. Tesis Profesional, UNAM, Fac. de Contaduría y Administración, 1976.
6. Kresser O. J. Theodore , POLYOLEFIN. Plastics Applications Series. Van Nostrand Reinhold U. S. A. 1969
7. Milby R. PLASTICS TECHNOLOGY. Mc Graw Hill Book Co. -- U.S.A., 1973
8. Ruad D. F. y Watson C. C. ESTRATEGIA EN INGENIERA DE PROCESOS. Trad. López Costa J., Ed. Alhamabra, España. 1976.
9. Seymour B. William, MODERN PLASTICS TECHNOLOGY . Res-- ton Publishing Co., U.S.A. 1975.
10. Winding C. Charles POLYMERIC MATERIAL. Mc Graw-Hill - Book Co. U.S.A. 1961.

11. Revista: HULE MEXICANO Y PLASTICOS. Año 37, No. 426, Jul.
1981, México.

CAPITULO II

2.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

2.2. ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

2.3. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES.

2.3.1. DIAGRAMAS DE GANTT.

2.3.2 EL METODO DE LA RUTA CRITICA.

2.3.3. TECNICA DE EVALUACION Y REVISION DE PROYECTOS.

2.3.4. EL METODO PDM.

2.3.5. COMPARACION Y SELECCION DE LOS METODOS.

2.3.6. PROGRAMA GENERAL CONDENSADO PARA EL PROYECTO DEL
PROLIPROPILENO ISOTACTICO.

2.3.7. EL CONTROL DEL PROYECTO.

2.4. PROCURACION.

2.5. CONCLUSIONES.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

2.1.1. - Relación entre Proyecto y Planeación.

Desde el punto de vista del empresario privado, el proyecto es un medio o instrumento que le permite evaluar las ventajas relativas de un determinado uso de recursos.

El capital y la capacidad administrativa permiten generar posibles alternativas de inversión. La elaboración de cualquier proyecto implica siempre la convergencia de un complejo número de variables, relacionados con los diversos aspectos técnicos, económicos, financieros, administrativos y legales.

También desde un punto de vista administrativos podemos clasificar a los proyectos de la siguiente forma:

Tipos de proyectos.

2.1.1.1. Proyectos Agropecuarios: abarca el campo de la producción animal y vegetal.

2.1.1.2. Proyectos Industriales: comprende el área manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos extractivos pesqueros, agrícolas y pecuarios.

2.1.1.3. Proyectos de Infraestructura Social: Tienen la función de atender las necesidades básicas de la población, como salud, educación, abastecimiento de agua, redes de alcantarillado, vivienda y ordenamiento especial urbano y rural.

2.1.1.4. Proyectos de Infraestructura Económica: Incluye los proyectos de unidades directa o indirectamente productivos que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes o servicios, de

utilidad general a toda la comunidad como energía eléctrica, transporte y comunicaciones.

2.1.1.5. **Proyectos de Servicios:** Son aquellos cuyo propósito es presentar servicios de carácter personal, material o técnico, ya sea a través del ejercicio profesional o a través de instituciones y trabajos de investigación tecnológica o científica, o comercialización de los productos de otras actividades.

2.1.2. **Limitaciones de los proyectos:** en las primeras etapas del análisis de un proyecto deben tomarse en cuenta las siguientes limitaciones:

2.1.2.1. **Recursos Financieros:** la capacidad de inversión puede limitar el tamaño de la planta, en este caso el estudio de rentabilidad podrá indicar si el proyecto es o no factible de implantarse.

2.1.2.2. **Flujo Financiero:** se refiere a que los proyectos tienen que ajustarse a un flujo financiero prefijado y relativamente invariable, que en algunas ocasiones no puede ser el más óptimo.

2.1.2.3. **Tecnología del Proceso:** deberá preverse si los equipos principales y auxiliares primarios serán adquiridos localmente o importados ya que en muchos casos se corre el riesgo de no contar con la tecnología adecuada al proyecto seleccionado.

2.1.2.4. **Materias Primas:** se debe considerar la existencia de la materia prima con la cantidad y calidad requerida, en la zona en que se llevará a cabo el proyecto.

2.1.2.5. **Mano de Obra:** se debe seleccionar al personal necesario y con la preparación intelectual o profesional que requiera cada

proyecto.

2.1.2.6. Comunicaciones: tanto para la entrada de materiales y servicios como para la salida de los productos terminados, la infraestructura de las comunicaciones puede hacer variar las necesidades de inversión, las reservas necesarias y las dimensiones de proyecto.

2.1.2.7. Tecnología del Proyecto: se deberá contar con los conocimientos técnicos para crear el producto en todos sus detalles, tomando en cuenta la tecnología del proceso y los medios auxiliares disponibles.

2.1.2.8. Limitaciones de tipo legal: se deben considerar leyes reglamentarias, horarios y edades de trabajo, desague de agua, autorizaciones para el consumo de energía y todas aquellas que tengan relación con el proyecto seleccionado.

2.1.2.9. Clima y estructura geofísica de la zona en la que se instalarán las construcciones del proyecto. Ej.: temperatura, humedad inadecuada, suelo reseco o blando, requerirán clima artificial en el primer caso y basamentos y pilotajes especiales en el segundo.

2.1.3. Objetivo de la Planeación.

El objetivo de la planeación industrial, es asegurar una larga vida de operación y buen funcionamiento tanto desde el punto de vista humano, como financiero y técnico, lo anterior a través de un estudio exhaustivo de aquellos factores de carácter económico, social y político como lo son: servicio, rentabilidad, competencia, capital, mercado, integración con otras industrias, empleos, comunidad, divisas, integración con otra zona, descentralización, etc.

2.1.4. Proyectos.

Un proyecto Industrial es una conjunción de actividades de las -- distintas ramas de la Ingeniería encaminadas a diseñar, adquirir, cons-- truir, instalar y llevar a cabo el arranque de la planta con el fin de pro-- ducir algún bien o producto de utilidad.

Todas las actividades del proyecto son organizadas y coordina-- das por el gerente del proyecto.

Las actividades que se tengan que hacer durante todo el proyec-- to, tanto en su profundidad como su especialidad, dependerán del alcan-- ce y magnitud del proyecto mismo. Estas actividades deben de tener el er tos antecedentes que permitan en cada etapa del proyecto estimar las ven-- tajas y desventajas económicas que se derivan de cada actividad.

Las actividades o fases principales de todo proyecto en general son las siguientes y deben de ser ejecutadas con cierto orden y además - están muy ligadas todas entre sí.

2.1.5. Fases y Objetivos del proyecto :

2.1.5.1. Estudios de viabilidad:

Es una etapa preliminar que determina si la idea de instalar --- una industria tiene o no posibilidad de realizarse, y en caso afirmativo sienta las bases para el desarrollo de las siguientes etapas.

Entre los estudios de viabilidad están los estudios de factibilidad, los estudios de mercado, los estudios técnico-económicos, estudios pre-- liminares, que deben de contar con ciertos antecedentes, en base a los cuales se harán las estimaciones, que suponen ciertos riesgos, que de-- penderán, en forma directa, del grado de confiabilidad de la informa---

ción con que se cuente y de la técnica usada para la estimación.

En el estudio de mercado se busca una mayor seguridad, bases para la instalación, materias primas y producto manufacturado, oferta y demanda, condiciones económicas, aspectos políticos, dificultades de competitividad. La evaluación de este estado, es básica para determinar la capacidad de la planta o bien para futuras expansiones y una ayuda importante en la localización de la planta.

Los estudios económicos estudian el origen y costo de la materia prima, así como su transportación a la planta, diferentes procesos a distintas capacidades. Se define al proceso más económico a la capacidad obtenida por el estudio de mercado. Se obtiene un costo probable del proyecto, costo de operación, retorno de inversión y datos económicos. En caso de que se obtenga un balance positivo es necesario dar los pasos financieros que permitan el desarrollo de las siguientes etapas. Si el balance resultara negativo se abandona el proyecto.

La siguiente fase del proyecto es la relacionada más íntimamente con la Ingeniería en todas sus ramas.

2.1.5.2. - Fase de Ingeniería:

En esta fase se estudia, se selecciona y se obtiene el proceso que será utilizado; se desarrolla el diseño completo de la planta y preparan planos detallados para construcción y montaje.

En esta fase se lleva a cabo el diseño en el cual se selecciona y se confirma el tipo de contrato y contratista para diseño y localización de la planta, se obtienen los permisos gubernamentales requeridos para la instalación y operación de la planta. El diseño de la planta se hace -

para el sitio escogido y se evalúa un estimado más aproximado del costo de la planta y del retorno de inversión basado en todos estos datos. Si es conveniente se puede abandonar el proyecto.

2.1.5.3.- Fase de Procuración:

Es la fase en la cual se adquiere todo el equipo, maquinaria, accesorios e instrumentos que integrarán la planta, así como todos los materiales que la constituirán. Esta fase abarca la selección y la localización de los proveedores, hasta la recepción y almacenaje de los mismos materiales y equipos mencionados en el lugar de la obra.

La última fase del proyecto es la construcción y operación de la planta.

2.1.5.4.- Fase de Construcción:

Es una etapa compleja mucho muy relacionada con el diseño, selección del tipo de contrato y contratista para la construcción, supervisión y compra del equipo y en algunas ocasiones, él se asistirá del contratista. Esta etapa requiere la contratación de personal ajeno a la compañía para la supervisión de la construcción, pruebas y arranque, es decir, la puesta en operación de la planta. No es recomendable detener el proyecto.

Ya que la planta está construida, el equipo probado y aprobado y la operación organizada se hacen los preparativos para el arranque y estabilización del proyecto; entre los preparativos del arranque está la capacitación del personal, ajuste del equipo eléctrico y mecánico de los instrumentos. Cuando la planta esté lista se arrancará a una capacidad prefijada. Cuando la planta se esté operando bajo control, se hará una prueba

de aceptación basada en las condiciones fijadas en el contrato, si éstas son cumplidas la planta es aceptada.

Como se observa, la realización y culminación de un proyecto industrial requiere de la participación de ingenieros químicos, mecánicos, eléctricos y civiles, así como de especialistas en disciplinas técnicas y administrativas.

Hemos fijado que en todo proyecto existe una parte técnica y otra económica muy ligadas y que se consideran recíprocamente indispensables.

El proyecto será más completo en la medida en que se logre la combinación técnico económica, lo que a su vez implica una estrecha relación del trabajo serio, tanto de ingenieros como administrativos en forma conjunta.

Como es de esperarse, en un proyecto nunca se hace distinción entre un proyecto técnico y un proyecto económico, puesto que la conjunción armónica de ambos es el verdadero proyecto.

En el presente trabajo se pueden contemplar claramente las fases a seguir en el transcurso de un proyecto, es decir, se tiene la fase de estudios preliminares, la fase de Ingeniería, la fase de procuración, y, por último la fase de construcción, pruebas y arranque.

Por último, en este capítulo, cabe hablar de una de las personas más importantes en el desarrollo del proyecto, desde su concepción hasta el arranque, y que es el Gerente del Proyecto.

2.1.6. - Gerente del Proyecto.

Dado que la ejecución de todo proyecto requiere la participación de distintos profesionales y de muy diferentes especialidades, es necesario que todas sus actividades sean coordinadas y dirigidas por un solo individuo que esté capacitado para planear, organizar, dirigir y ser el responsable de la culminación exitosa del proyecto.

Existen numerosas características y bastante más responsabilidades para un gerente de proyecto y las cuales las podemos enumerar a continuación:

Entre las características están:

a) Que sea capaz de adaptarse a muy distintas situaciones, por difíciles o incómodas que resulten.

b) Que su nivel de conocimientos técnicos y administrativos sea muy elevado.

c) Que sus conocimientos abarquen las distintas especialidades del proyecto, que sea muy general más que todo un especialista.

d) Que tenga imaginación y creatividad.

e) Poseer una gran agilidad mental, así como un especial don de mando y habilidades personales.

Estas características son necesarias para que el gerente de proyecto coordine todo el esfuerzo de ingeniería, y a veces la construcción de la planta. Su participación será mayor después de terminar la ingeniería de proceso; puede en ocasiones intervenir desde los estudios de evaluación y selección de la tecnología, así como en el desarrollo de la ingeniería básica. Su trabajo continúa durante la ingeniería de detalle, se-

lección de equipos y producción de planos para la construcción.

El gerente del proyecto debe actuar totalmente con carácter administrativo, ya que el buen manejo de los fondos destinados a la realización del proyecto es su responsabilidad.

Dependiendo del balance y profundidad del proyecto, el gerente del mismo se hace responsable principalmente de lo siguiente:

a) Del desarrollo del proyecto y de la coordinación a todos los niveles, es decir, de dirigir y coordinar todas las actividades de la organización que se le encomienda.

b) De asegurarse que toda la información relacionada con el proyecto, tales como planos, dibujos, especificaciones y datos que se generan o se obtengan, cumplan con lo estipulado en el contrato, así como cerciorarse de la buena calidad de lo especificado.

c) De comunicar y reportar periódicamente el avance, conveniencias, problemas o retrasos, así como sus causas desde el punto de vista económico.

d) De interactuar constantemente con la dirección para decidir la localización, tamaño, tipo de proceso, producción deseada, costo, financiamiento y fecha de arranque de la planta.

e) De determinar los requerimientos de recursos, para integrar el grupo de trabajo que realizará el proyecto.

f) De elaborar los contratos para diseño y construcción, y a la vez, seleccionar las compañías que se harán cargo de ello.

g) De estudiar profunda y detalladamente el proceso con el fin de que con su grupo de ingeniería desarrolle la ingeniería básica del pro-

yecto .

h) De aprobar los proveedores de equipo y los materiales más adecuados para el proyecto, basándose en su experiencia sobre el mercado nacional e internacional.

i) De analizar periódicamente los costos, para determinar si el avance del proyecto está dentro de lo estimado, para que al finalizar el proyecto, se realice un balance total de costo.

j) Coordina con la gerencia de producción, la información técnica recibida para el entrenamiento del personal de la planta, así como el control de los gastos de arranque.

k) Controla que las entregas de materiales y equipos se cumplan de acuerdo con el programa.

l) Proporciona a la compañía de diseño contratada, especificaciones eléctricas, mecánicas y civiles en los cuales se basará para el diseño y definición de la estructura del proyecto, así como el control de horas hombre, diseño contra por ciento de avances, y que se cumpla el programa de elaboración de planos.

m) Ya en construcción, controla los costos de materiales que se utilizan en la obra, así como las horas hombre contra por ciento de avance.

n) Coordina la asistencia técnica del "know-how," que se haya adquirido, así como el personal necesario para dar asistencia a equipos y maquinarias de patente.

yecto .

h) De aprobar los proveedores de equipo y los materiales más adecuados para el proyecto, basándose en su experiencia sobre el mercado nacional e internacional.

i) De analizar periódicamente los costos, para determinar si el avance del proyecto está dentro de lo estimado, para que al finalizar el proyecto, se realice un balance total de costo.

j) Coordina con la gerencia de producción, la información técnica recibida para el entrenamiento del personal de la planta, así como el control de los gastos de arranque.

k) Controla que las entregas de materiales y equipos se cumplan de acuerdo con el programa.

l) Proporciona a la compañía de diseño contratada, especificaciones eléctricas, mecánicas y civiles en los cuales se basará para el diseño y definición de la estructura del proyecto, así como el control de horas hombre, diseño contra por ciento de avances, y que se cumpla el programa de elaboración de planos.

m) Ya en construcción, controla los costos de materiales que se utilizan en la obra, así como las horas hombre contra por ciento de avance.

n) Coordina la asistencia técnica del "know-how," que se haya adquirido, así como el personal necesario para dar asistencia a equipos y maquinarias de patente.

2.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

Una vez que hemos definido lo que es un proyecto, así como las características principales que presenta, la organización en general del proyecto, nos damos cuenta de que existen una serie de actividades que lo conforman, de aquí que resulte necesario hablar de las principales actividades del proyecto, para tener una visión más clara y real.

De alguna forma nos hemos podido percatar en el capítulo anterior, así como en la forma en que está estructurada esta tesis, que el proyecto se puede dividir para su facilidad de estudio en cuatro grandes etapas:

- 1) Etapa de Estudios Económicos.
- 2) Etapa de Ingeniería.
- 3) Etapa de Procuración
- 4) Etapa de Construcción.

Cada una de estas etapas presentan actividades propias que es importante señalar. Cabe mencionar que existe una diversidad enorme de actividades dentro de un proyecto, de aquí la división antes realizada.

- 1) Etapa de Estudios Económicos.

Observamos que el proyecto nace, como producto de una necesidad de nuestra sociedad. Dentro de las finalidades del mismo encontramos una que es primordial, la de generar a través de nuestra unidad productiva los medios que nos permitan satisfacer la necesidad, pero al mismo tiempo se busca generar alguna utilidad o provecho, que justifique la erogación que se tiene que realizar. Por lo que la primera etapa en el proyecto es --

la económica, esta etapa se encuentra constituida de diversas actividades que se encuentran contempladas principalmente en los estudios preliminares de Investigación de Mercado, de Factibilidad o Viabilidad.

Así pues dentro del entorno económico, el estudio preliminar -- vendría a estar constituido por los siguientes pasos:

- a) Asignación de nombre y número al Proyecto.
- b) Definición del problema
- c) Asignación de un responsable.
- d) Definición de las bases del proyecto: empresario, posibilidades tecnológicas, capital, estimado, etc.
- e) Datos generales sobre el mercado.
- f) Inversión aproximada en función de la capacidad propuesta.
- g) Estudio de resultados "modelo": ventas, suponiendo plena capacidad, costo de fabricación y gastos administrativos en forma preliminar; determinación de la utilidad, etc.
- h) Origen y precios aproximados de materias primas.
- i) Aspectos legales para la realización del Proyecto.
- j) Definir si el empresario está dispuesto a financiar estudios subsecuentes.

La Investigación de mercado podría integrarse, básicamente -- como sigue:

- a) Producción interna del producto o los productos en el país, si la hubiera.
- b) Importación, si la hubiera en volumen y valor en los últimos años.

- c) Producción interna de productos sustitutos, en volumen y valor en los últimos años.
- d) Importación de productos sustitutos, en volumen y valor en los últimos años.
- e) Usos principales y secundarios del producto.
- f) Análisis de los productos con los que se puede competir ventajosamente.
- g) Análisis de los principales consumidores.
- h) Distribución geográfica del consumo.
- i) Análisis de los principales consumidores.
- j) Análisis del precio de venta en el país, al mayoreo y al menudeo y sistema de mercado utilizado
- k) Análisis del precio de venta en otros países.
- l) Principales fuentes de abastecimiento nacionales y extranjeras.
- m) Proyección de las demandas, técnicas de pronóstico utilizadas, explicación de las bases que justifiquen el método. A partir de este punto quedará definida la capacidad.
- n) Análisis de precios de los productos competitivos, al mayoreo y al menudeo.
- o) Estudio de las posibilidades de exportación.
- p) Estudio de las materias primas y subproductos. Volúmenes de producción, fabricantes, calidad, precios y disponibilidad.

Desde el inicio del proyecto a partir de la existencia de una necesidad o de una idea, tendrá que ser sometido a un Estudio Preliminar; y en función de los resultados que arroje dicho Estudio, se decidirá si se pro--

sigue con la investigación más profunda del mercado, si se abandona el proyecto o si se buscan otras alternativas. Asimismo, en función de los resultados del estudio de mercado, se decidirá si se prosigue, se abandona o se buscan nuevas alternativas al proyecto.

La siguiente etapa al Estudio de Mercado es el Estudio de Factibilidad o Viabilidad, siendo los objetivos fundamentales de este estudio: describir en forma clara y detallada las características y componentes del producto y de los elementos necesarios para su fabricación, definir la mejor localización de la planta, determinar la capacidad y monto de la inversión requerida, calcular los costos de producción y los gastos administrativos, determinar la rentabilidad y finalmente, planear la estrategia a seguir para lograr los financiamientos necesarios para la realización del proyecto.

Es importante mencionar el hecho de que en este entorno económico sólo nos hemos limitado a enunciar las etapas y actividades principales que lo estructuran, pero ellas han sido ya ampliamente explicadas en el Capítulo I de este trabajo y asimismo se analizará también en el capítulo V, las tres etapas restantes no solamente nos limitaremos a hacer mención de las principales actividades que lo conforman, sino además, las explicaremos brevemente debido al hecho de que en el capítulo precedente no se han tratado.

2) Etapa de Ingeniería.

Esta etapa puede ser dividida en tres partes que vendrían a ser : -- Ingeniería Básica, Ingeniería de Proceso, Ingeniería de Detalle.

En la Ingeniería Básica se sientan las bases sobre las cuales se

va a desarrollar la Ingeniería de Proyecto, generándose los siguientes documentos básicos:

- a). - Análisis de las Bases de Diseño, normalmente las bases de diseño -- son proporcionadas por el cliente. Pero existe la opción de que la -- propia compañía de Ingeniería desarrolle las Bases de Diseño. En -- esta fase se determina si la información básica está completa, si -- hay congruencia en la misma y si es conveniente considerar otras -- propuestas, como pudieran ser especificaciones de los productos, -- que redunden en una mayor economía de la planta.
- b). - Diagramas de Flujo de Proceso. Este documento contiene la Infor-- mación fundamental para el diseño de la planta en cuestión, la cual -- consiste esencialmente de la representación esquemática de cada -- uno de los equipos de proceso y su interrelación, mostrándose los -- documentos básicos de control del proceso y su cuadro sinóptico -- del balance de materia y energía.
- c). - Balance de Materia y Energía. Este es prácticamente el inicio del -- diseño numérico, y de él se obtendrá la información para proceder -- al dimensionamiento de los equipos.
- d). - Diagrama de Balance de Servicios Auxiliares. - Aquí se presenta en -- forma de diagrama de bloque, los equipos que consumen servicios -- auxiliares, en forma de circuito por servicio, y un cuadro sinóptico -- donde se indica la cantidad que se consume de cada servicio y las -- condiciones de presión y temperatura.
- e). - Tamaños y especificaciones de diseño del equipo mayor. Se da infor-- mación preliminar de los tamaños de los equipos para elaborar el --

plano de localización general de equipo. Se especifican condiciones de diseño para cada una de las corrientes indicadas en el diagrama de flujo proporcionando datos de proceso para el diseño de tubería e instrumentos, en el cual se indican las temperaturas, presiones y flujos de cada una de las corrientes en sus cantidades máxima, mínima y normal.

- f). - Plano de localización general de equipo. En este plano se muestran los equipos de la planta ubicando su localización por medio de coordenadas.
- g). - Requerimientos de Servicios Auxiliares. - Este documento contiene la información de los requerimientos máximos, normales, mínimos y para arranque de los distintos servicios auxiliares como son: vapor en sus distintos niveles de presión, agua de enfriamiento, electricidad y combustible.
- h). - Diagrama de Tubería e Instrumentos de procesos y servicios auxiliares. Son esquemas en donde se basa al diagrama de flujo se va completando la instrumentación considerando los conceptos de diseño y operación de la planta.

Cuando ha sido recabada y revisada toda la información que compone la Ingeniería Básica, se procede a elaborar lo que se denomina como Ingeniería de Proceso.

Esta etapa debe ser llevada por un grupo de ingenieros que tengan amplia experiencia y dominio en selección, cálculo y diseño de equipos e instrumentos, así como también de tuberías; en el conocimiento de posibles proveedores de equipos e instrumentos; y muy particularmente, en la operación de plantas industriales.

La Ingeniería de Procesos comprende el cálculo y comprobación de dimensiones y rutas de tuberías; el cálculo, la selección y especificaciones, así como requisiciones, de los principales equipos e instrumentos tanto del área de proceso, como del área de servicios; la determinación de los arreglos generales, localizaciones y elevaciones sugeridas por la Ingeniería Básica; la determinación del número de dibujos de detalle que deberán elaborarse en cada disciplina (Civil, Mecánica, etc.) a fin de integrar la información necesaria para el montaje de la planta; y finalmente, la elaboración del Manual de Operación de la Planta.

La magnitud y profundidad de la Ingeniería de Detalle dependerá del grado de simplificación y análisis que determine la Ingeniería de Proceso, ya que ésta norma a la primera.

Las compras adecuadas y oportunas que se hagan de los equipos, instrumentos y materiales, dependerán en gran medida de la calidad y oportunidad con que se generan requisiciones, como parte de esta etapa.

Y también la Ingeniería de Proceso repercutirá en el montaje, arranque y operación de la planta, en virtud de los arreglos generales y el Manual de Operación de la misma.

Resumiendo, se puede decir que la Ingeniería de Proceso está constituida básicamente de :

- a). - Revisiones y adaptaciones a la Tecnología e Ingeniería Básica.
- b). - Arreglos generales de área.
- c). - Diagramas de flujo definitivos.
- d). - Diagramas de tuberías e instrumentos.
- e). - Especificaciones de equipos e instrumentos.

f). - Listas de partes de repuesto.

g). - Manuales de operación y mantenimiento.

Cuando se ha definido el diseño del proyecto mediante las Ingenierías Básica y de Proceso, se procede a ejecutar la Ingeniería de Detalle, siendo ésta la etapa más fuerte dentro de la Ingeniería de proyecto debido a la intervención de las múltiples actividades que se deben realizar por parte de las diversas especialidades que generarán información que será utilizada en la construcción de la planta; incluye:

a). - Diseño de equipos.

b). - Diseño de instrumentos.

c). - Listas detalladas y especificaciones de los equipos requeridos.

d). - Lista de materiales.

Ingeniería de Tuberías. - Consiste en el diseño y arreglo de tuberías y accesorios de acuerdo a las especificaciones y códigos aplicables, análisis de flexibilidad y elaboración de los dibujos de detalle y de isométricos necesarios para que tanto fabricación como montaje de tuberías sea lo más preciso y económico. Para desarrollar estas actividades se requiere del plano de localización de equipo y los diagramas de tubería e instrumentos, lo cual se elaboró en las etapas precedentes.

Ingeniería de Recipientes. - Engloba todas las actividades necesarias para el diseño de recipientes y selección del material y accesorios internos de los mismos. Dará comienzo una vez que se tengan las especificaciones del equipo que se elabora en la Ingeniería de Proceso.

Ingeniería Mecánica. - Esta especialidad involucra el desarrollo de Ingeniería de diseño de los equipos mecánicos como: bombas, compre-

sores, etc., selección del fabricante más adecuado, y revisión de dibujos de detalle, ya que el diseño es elaborado por el fabricante y se requiere que los dibujos de detalle no retrasen la consecución del proyecto.

Ingeniería Eléctrica. - Cubre la elaboración de especificaciones de equipo y materiales eléctricos, así como el diseño, cálculos y dibujos concernientes a la Ingeniería Eléctrica de las plantas como son: alumbrado, control, comunicaciones y sonido. Generalmente estas actividades se realizan simultáneamente a las Ingenierías de Tuberías e interrelacionadas con instrumentación y civil.

Ingeniería Civil. - Consiste en la elaboración de dibujos de detalle, especificaciones y listas de materiales de construcción, que son necesarios para la correcta ejecución de las cimentaciones, estructuras y edificios de las plantas industriales. Para prevenir interferencias es necesario que las actividades de esta especialidad se realicen simultáneamente o en continua comunicación con los de tuberías y eléctrico en lo que respecta a lo subterráneo.

El inicio de esta especialidad dependerá de los diseños de equipos así como del de tuberías en caso de estructuras aéreas.

Transferencia de calor. - Dentro de esta especialidad se realizan las actividades de diseño de equipo de transferencia de calor como hornos, cambiadores de calor, etc., y colaboración con la adquisición del equipo, elaborando sus especificaciones y evaluando cotizaciones. Se realiza simultáneamente a la Ingeniería de Recipientes.

Arquitectura. - Involucra la elaboración de los planos arquitectónicos de los edificios de la planta, como el cuarto de control de motores,

fachadas, cortes, detalles e instalaciones sanitarias e hidráulicas. Para su inicio requerirá de la subestación y el tamaño del tablero de instrumentos.

Ingeniería de la Instrumentación. - Quedan incluidas dentro de esta especialidad las siguientes actividades: preparación de especificaciones, elaboración de dibujos de detalle y montaje de los instrumentos de una planta, así como los del tablero de control, para su fabricación. Selección del fabricante adecuado para cada tipo de instrumento. Este trabajo requiere - para su inicio los diagramas de tuberías e instrumentos que se vienen a - completar en esta fase.

3) Etapa de Procuración.

Comprar a un costo razonable el equipo y materiales necesarios y entregarlos en un tiempo apropiado es una de las fases más importantes - dentro del desarrollo del proyecto. Este trabajo es realizado por el departamento de procuración de una organización de Ingeniería.

Es decir, en esta parte se programa y controla la compra de todos los equipos que se requieran como son: mecánicos, transferencia de calor, eléctricos y se desarrolla paralela a la Ingeniería de Detalle e involucra las siguientes actividades:

- a). - Requisición de compra. - La requisición de compra es la actividad, y a la vez, el documento que genera un pedido. Cuando se trata de proyectos industriales, las requisiciones se elaboran por los ingenieros del proyecto durante la Ingeniería de Proceso, para el caso de equipos e instrumentos; y por los grupos de Ingeniería Civil, Eléctrica, etc., durante la Ingeniería de Detalle, para el caso de distintos materiales.

En la requisición de compra se debe indicar claramente lo siguiente:

te:

- nombre y número del proyecto.
- fecha de expedición y No. de la requisición.
- departamento solicitante.
- Número de identificación y nombre del o los productos requeridos.
- cantidad y descripción amplia y detallada de dichos productos.
- anexar dibujos, catálogos o muestras, si fuera necesario, que faciliten la compra.
- nombre de los posibles proveedores.
- lugar y fecha de entrega requeridos.
- nombre y firma de la persona que elabora y autoriza el documento.

b). - Solicitud de cotización. - Después de que la requisición ha sido recibida en el Departamento de Compras, revisada por el jefe y asignada a un comprador, éste procede a solicitar cotizaciones a los posibles proveedores del producto requerido.

La solicitud de cotización puede hacerse en forma telefónica o mediante el envío de un documento que así se denomina. Este debe indicar lo siguiente:

- nombre y número de proyecto.
- fecha de expedición y número de la solicitud.
- número de identificación y nombre del producto requerido.
- cantidad y descripción amplia y detallada de éste.

- fecha límite y lugar para entregar la cotización.
- nombre y firma del solicitante.

c). - **Tabla comparativa.** - Cuando se han recibido las cotizaciones solicitadas se procede a integrar una Tabla Comparativa.

En este documento se tabulan en forma comparativa las condiciones ofrecidas por los diferentes proveedores a través de sus cotizaciones, debiendo indicarse, cuando menos para tres proveedores, los siguientes -- datos:

- nombre y número del proyecto.
- fecha de elaboración y número de la Tabla.
- número de identificación y nombre del producto cotizado.
- cantidad y descripción concisa de éste.
- precio, tipo de moneda y descuentos si los hubiere.
- Impuestos y gastos adicionales (fletes, empaque, etc.)
- tiempo, lugar y forma de entrega.
- condiciones de pago.
- vigencia de la oferta.
- cláusulas especiales si las hubiere (escalaciones, penalizaciones, etc.)
- observaciones de la persona que elabora la Tabla.
- nombre y firma de éste.

d). - **Orden de Compra.** - El pedido u orden de compra es el documento legal que formaliza la compraventa de uno o de varios artículos, entre el proveedor y el comprador.

Este documento:: se elabora después de haber negociado y acordado

con el proveedor los aspectos más importantes de la operación, y en él se debe indicar lo siguiente:

- nombre y datos del proveedor.
- fecha de expedición y número de pedido.
- tiempo, forma y lugar de entrega.
- condiciones de pago
- cantidad, número de identificación, nombre y descripción del o los artículos comprados.
- precios unitarios e importe total, indicando si se incluyen descuentos.
- impuestos u otros gastos
- cláusulas especiales si las hubiere
- informaciones especiales que debe suministrar el proveedor.
- cuando se requiera, acompañar el pedido de especificaciones, dibujos o muestras.
- nombre y firma de aceptación de las partes.

e). - Aviso de Embarque o Recepción. - Generalmente, el ciclo de la compra se cierra con el Aviso de Embarque o con el Aviso de Recepción en Almacén del o los artículos comprados.

El aviso de embarque se elabora por alguno de los expeditores cuando el o los artículos adquiridos son puestos sobre el transporte que los llevará a su destino final.

El aviso de recepción en almacén, se elabora por el jefe de almacén en el lugar de la obra, cuando recibe el o los artículos comprados.

4) Etapa de Construcción.

Después de haber completado la Ingeniería del Proyecto y después de haber comprado los equipos, instrumentos y materiales necesarios, se procede a la fase de construcción.

Es común, en muchos proyectos, que esta fase se inicie casi igual que la de Ingeniería, ya que en muchas ocasiones es necesario empezar por hacer estudios del terreno y crear primeramente la infraestructura que se requiere. No obstante, cual sea el caso, la fase de construcción será la etapa culminante de todo proyecto.

Dentro de la fase de construcción se pueden definir tres etapas principales que son:

a). - Etapa preliminar. - En esta etapa se caracteriza por incluir las actividades que anteceden a la recepción de equipos, instrumentos y materiales, y básicamente son:

- preparación del terreno.
- construcción de vías y caminos de acceso.
- excavaciones.
- instalaciones provisionales
- servicios primarios
- instalaciones de servicios subterráneos
- cimentaciones
- Instalación de plumas para erección de equipos

Es muy común que esta etapa se inicie a la par de la fase de Ingeniería, con objeto de quedar concluida con la recepción de los primeros equipos y materiales.

b). - Etapa de Montaje. - En esta etapa se lleva a cabo la construcción de -

edificios y la instalación de los equipos componentes principales - del proyecto.

Las principales actividades que aquí se llevan a cabo son:

- erección y montaje de estructuras.
- erección y montaje de equipo mayor.
- instalación de equipos menores.
- instalación e identificación de tuberías
- instalación de aislamiento y pintura
- construcción de edificios
- instalaciones eléctricas
- instalación de instrumentos y válvulas de control.

c).- Etapa de pruebas y arranque.- Finalmente, en esta etapa se llevan a cabo las pruebas de todos los equipos y líneas de proceso, para -- concluir con el arranque de la planta. Las principales actividades - a desarrollar son:

- pruebas de motores y centros de control de motores.
- pruebas hidrostáticas en tuberías.
- calibración de instrumentos
- pruebas en tableros de control
- corridas iniciales con agua o gases inertes
- corridas iniciales con materia prima
- pruebas de arranque y paro del proceso.
- arranque final del proceso.

Se puede decir que la terminación de esta etapa marca el fin del proyecto.

Hemos pues enunciado y explicado brevemente las diversas actividades que constituyen el proyecto, ahora pasaremos al caso específico -- del proyecto para la producción de polipropileno isotáctico, para dejar claramente establecidas las semejanzas que existen entre lo antes señalado y lo que una situación real presenta, asimismo las posibles diferencias que pudiesen existir, no en las actividades sino en la estructuración y organización que se tenga en los proyectos industriales de dichas actividades, -- cabe mencionar que nos centraremos básicamente en la etapa de Ingeniería, pues es una de las etapas que nos permite visualizar mejor lo antes enunciado.

Fase de Ingeniería aplicada particularmente al proyecto para la producción de Polipropileno Isotáctico.

1. 1 Establecimiento del Grupo de Proyecto.

En primer lugar se debe de nombrar a un Gerente de Proyecto -- capaz de responsabilizarse, de llevar a cabo exitosamente el desarrollo del proyecto. El estará en constante relación con los diferentes contratistas a manera de establecer el contrato en el tiempo indicado. El Gerente de Proyecto estará encargado de organizar el grupo de proyecto, además de -- desarrollar proposiciones preventivas y correctivas en lo referente al -- desarrollo del proyecto.

1. 2 Junta Interna de Reconocimiento.

El Gerente de Proyecto llamará esta junta, para revisar y discutir las principales características del Proyecto.

Se pondrá especial énfasis en los requerimientos del cliente y de las obligaciones contractuales asimismo se establecerán los documentos --

administrativos y de control que deberán ser procesados.

Los puntos a discutir serán:

- Alcance del Trabajo.
- Responsabilidades de los contratistas.
- Relaciones con el propietario de la licencia y/o copropietarios.
- Presupuesto para el Proyecto.
- División de Responsabilidades.
- Programación del Proyecto
- Control y Administración del Proyecto
- Ingeniería
- Procuración
- Inspección
- Construcción

1.3 Junta para Inicio.

Después de la Junta Interna de Reconocimiento, se realiza esta -- junta, que se lleva a cabo entre los diferentes miembros del grupo de proyecto que incluye a especialistas en Ingeniería de Proceso, Ingeniería de -- Tuberías, Ingeniería en Instrumentación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería -- Civil e Ingeniería Mecánica.

En esta junta se establecerán los procedimientos de comunicación y reportes, el programa general de actividades, las filosofías básicas, -- además se deben de establecer y definir claramente las responsabilidades de cada departamento.

1.4 Ingeniería Básica y Diseño.

Aquí se realizarán las siguientes actividades:

- Especificaciones del Proyecto
- Plano General
- Diagramas de Flujo de Proceso
- Diagramas de Tuberías e Instrumentos
- Diagramas de Servicios Auxiliares
- Diagramas Eléctricos
- Programa Maestro de Actividades

Además en esta fase se discutirán ampliamente los siguientes --- temas:

- Alcance del Proyecto
- Horarios de actividades del Proyecto
- Problemas Especiales

En cuanto al diseño éste será llevado a cabo por seis grupos especiales:

- Ingeniería de Procesos
- Ingeniería Mecánica, en especial de Recipientes, Cambiadores, Equipo Rotatorio.
- Ingeniería de Tuberías
- Ingeniería de Instrumentación
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Civil y Estructural

1.5 La Ingeniería de Procesos.

El grupo de Ingeniería y de proceso es el responsable de la preparación e interpretación siguiente:

- Diagramas de Flujo de Procesos (Interpretación)

- Balance de Materia y Energía (Interpretación)
- Balance de Servicios (Interpretación)
- Diagramas de Tuberías e Instrumentos
- Especificaciones de Equipo
- Revisión de Sistemas y Equipo
- Especificaciones de Accesorios

1.6 Ingeniería Mecánica.

El grupo de Ingeniería Mecánica especificará, diseñará y seleccionará técnicamente recipientes, tanques cambiadores de calor, bombas, compresores, centrifugas y otros equipos. De aquí que sus actividades se puedan agrupar de la siguiente forma:

- 1).- Preparación de las especificaciones de Ingeniería para recipientes a presión, cambiadores de calor, bombas, compresores, etc. Estas especificaciones pueden ser modificadas de acuerdo a requerimientos que surjan dentro del desarrollo del Proyecto.
- 2).- Preparación de especificaciones individuales de equipo. Esas especificaciones se prepararán de acuerdo a las especificaciones del proceso y deben ser realizadas por el grupo de proceso.
Formatos estándares, pueden ser usados para diseñar equipos comunes, como recipientes verticales u horizontales, cambiadores de calor y otros equipos.
- 3).- Discusión con vendedores para confirmar las especificaciones y condiciones de cotización.
- 4).- Análisis y comparación de equipo desde el punto de vista técnico.
- 5).- Revisión y aprobación de documentos técnicos.

1.7 Ingeniería de Tuberías.

El grupo de Ingeniería de Tuberías desarrollará las especificaciones de tubería, así como sus accesorios, teniendo especial interés en:

- Transmisión de esfuerzos a través de la tubería
- Vibración
- Accesibilidad operacional
- Mantenimiento y reemplazo
- Economía

Después de estas consideraciones, se procederá a realizar los diagramas correspondientes, así como los Isométricos, con sus respectivas listas de materiales y de sus accesorios.

1.8 Ingeniería de Instrumentación.

Este grupo de Ingeniería se encargará de toda la Instrumentación del Proyecto, incluyendo los paneles de control, las alarmas, los diagramas gráficos o semigráficos y la instrumentación de tipo neumático en especial.

Los ingenieros instrumentistas prepararán:

- 1).- Las especificaciones de ingeniería usadas en la Instrumentación del proyecto.
- 2).- Prepararán las requisiciones de los Instrumentos.
- 3).- Prepararán detalladamente el diseño para la Instrumentación.
- 4).- Analizarán las ofertas y prepararán una tabulación de las mismas.
- 5).- Revisará y aprobará los documentos técnicos enviados por el vendedor.
- 6).- Ayudará al grupo de Inspección para ciertos instrumentos específicos.

1.9 Ingeniería Eléctrica.

El grupo de Ingeniería Eléctrica tiene la responsabilidad de los sistemas de energía de toda la planta, así como del sistema de comunicación, alumbrado y de los sistemas de alarma en especial contra incendios. Los ingenieros en este grupo clasificará las áreas peligrosas y desarrollarán los diagramas unifilares, preparará las especificaciones y requisiciones para el equipo eléctrico, de los materiales eléctricos también, revisará los documentos técnicos de los vendedores y asimismo asistirá al grupo de Inspección para ciertos equipos.

1.10 Ingeniería Civil y Arquitectura.

La Ingeniería Civil y la Arquitectura será desarrollada por un grupo que tendrá a su cargo el diseño de las cimentaciones, el sistema de drenaje y alcantarillado, de todos los edificios y estructuras, de las tuberías que se encuentran bajo tierra.

En general parte se lleva a cabo por la firma de Ingeniería pero se requiere por lo general de otros colaboradores, que pueden ser otras firmas de Ingeniería civil y arquitectura.

2.3 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

Dentro de la realización de un proyecto, nos percatamos de que existen un sin número de actividades que deben ser organizadas y estructuradas de tal forma que nos permitan llevar a cabo el proyecto sin ningún tropiezo, de aquí surge la necesidad de programar las actividades. Es decir requerimos muchas veces el poder compaginar, enlazar, distribuir las actividades de nuestro proyecto, no solamente por el hecho de evitar cualquier retraso en la ejecución de las actividades del proyecto, o cualquier interferencia entre las mismas, sino también porque a partir de un programa de actividades podemos realizar una adecuada asignación de recursos para el desarrollo de las actividades, asimismo podemos establecer caminos seguros y adecuados para la ejecución de las diversas etapas del proyecto.

Existen diferentes técnicas que nos permiten realizar una adecuada programación y que son ampliamente utilizadas en la realización de los diferentes proyectos industriales, entre las diferencias técnicas y métodos más comúnmente utilizados podemos mencionar:

2.3.1 Diagramas de Gantt

2.3.2. El Método de la Ruta Crítica (MCC).

2.3.3. Técnica de evaluación y revisión de proyectos (TERP).

En general, podemos decir que los métodos antes mencionados se basan en la representación gráfica de redes de actividades; entendiéndose como red, la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el camino que presenta a seguir.

Un estudio formal, sistematizado y generalizado de una red, -- constituye la Teoría de Redes.

2.3.1. Diagramas de Gantt

Esta técnica fue uno de los primeros intentos que se desarrollaron en la programación.

Esta técnica proporciona una visión clara, rápida y objetiva de un plan de trabajo; así mismo sirve de guía en el desarrollo de las actividades del proyecto.

Los diagramas de Gantt son gráficas donde la duración de cada actividad o conjunto de actividades se representan por una barra localizada en el tiempo. Para facilitar su uso, conviene agrupar ciertas actividades en una misma línea. Es decir agrupar aquellas actividades involucradas en la elaboración de un plano o también, agrupar las involucradas para efectuar la compra de un equipo o un material.

Por ejemplo, al hacer la programación detallada para la adquisición de una válvula de seguridad, se requiere previamente de desarrollar un cálculo. Gantt permite representar estas diferentes etapas por medio de barras, mostrando:

actividad, duración, fecha de inicio, fecha de terminación y secuencia de actividades, de acuerdo al plan de trabajo.

Es conveniente observar la figura 1, para darnos una idea más clara de lo que es una gráfica de Gantt.

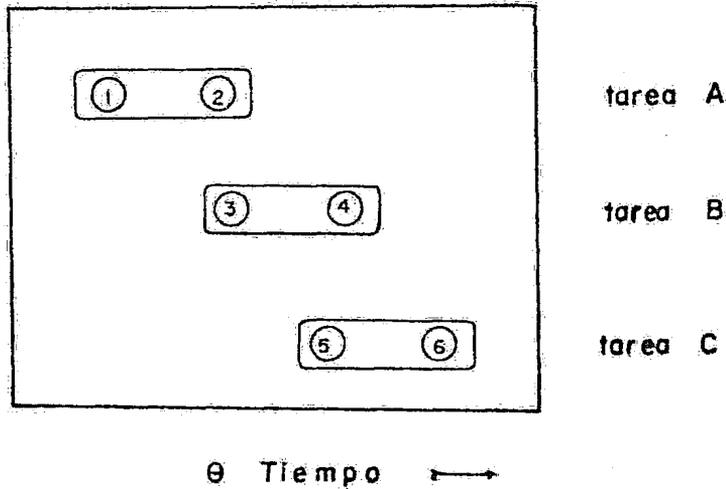


Figura 1

2.3.2 El Método de la Ruta Crítica (MCC).

El método de la ruta crítica es una técnica eficaz en la planeación, programación y administración de proyectos. Tiene como finalidad principal, el desarrollar un plan de trabajo en un tiempo crítico al menor costo posible.

Este método, hace uso de la Teoría de Redes, donde las flechas representan actividades y los nodos eventos; además, se tiene información que permite se visualice la secuencia del trabajo, indicando fechas de inicio y terminación inmediatas a cumplir (Fechas Tempranas) y fechas de inicio y terminación posibles sin atrasar el proyecto (Fechas Tardías). A partir de ellas se obtiene el concepto de holgura que viene a ser una medida de la importancia de la actividad, en cuanto a realización, para terminar en fecha el proyecto, aquellas actividades donde el valor holgura sea cero indicará que la actividad es crítica.

Además, por este método se pueden programar las actividades no críticas, en base a los recursos disponibles (hombres, maquinaria, etc.) para el proyecto, sin alterar la duración total del mismo. O bien, acelerar el proyecto, disminuyendo la duración de las actividades críticas, asignando los recursos extras.

Si se da el costo por actividad, se contará con la información necesaria para minimizar el costo del proyecto mediante una curva de costo contra tiempo.

Toda esta información es de gran ayuda para la selección del programa más real y apropiado, además de proporcionar una guía realista -- para tomar mejores y más fundamentadas decisiones a todos los niveles.

Este método de programación es empleado en donde las duraciones de las actividades a desarrollar en un plan de trabajo están bien definidas.

2.3.3. Técnica de evaluación y revisión de proyectos (TERP).

La técnica de evaluación y revisión de proyectos es un método de programación de recursos para cumplir con un proyecto predeterminado en la fecha planeada. Al igual que el MCG se usa a diferentes niveles administrativos.

Elementos del TERP. - El primer elemento del sistema TERP es la selección de eventos específicos e identificables que están planeados para la construcción y conclusión del proyecto. Estos eventos son llamados "Milestones" o eventos clave en el lenguaje TERP, esto permite monitorearlos para tener un control.

El énfasis en estos eventos hace al TERP un sistema orientado a

eventos, mientras que el MCC lo ha sido siempre hacia actividades. Esta diferencia no hace a ambas técnicas incompatibles.

El segundo elemento del sistema TERP es el ligar los eventos planeados de tal manera que muestren gráficamente las interdependencias entre ellos. Estas conexiones de los eventos son el equivalente a las actividades en el MCC.

Un tercer elemento del sistema TERP y quizás el más importante es el enfoque probabilístico que incluye para la planeación y programación de proyectos, en donde no hay antecedentes suficientes para especificar con exactitud, la duración de las actividades.

Esta característica no difiere de la correspondiente al estimado de tiempo en el MCC. Sin embargo el TERP presenta algunas características adicionales en sus estimados de tiempo.

Se piensa que un solo estimado de tiempo no es práctico para el trabajo de los proyectos de Ingeniería Industriales. Se puntualiza que las circunstancias son muy flexibles en la Ingeniería de los proyectos industriales, a diferencia de los proyectos de construcción donde el tiempo puede ser estimado con certidumbre. Por esta razón el TERP utiliza tres estimados de tiempo.

m- Es el intervalo de tiempo más probable entre dos eventos.

Este es el mismo que el estimado que se haría para una actividad en MCC.

a- Es el tiempo optimista. El intervalo de tiempo más corto que se esperarfa entre los eventos. Una definición más informal es que hay una posibilidad en cien de que se cumpla este estimado.

b- Es el estimado pesimista. Este es el tiempo entre eventos - si todo resultara en la peor de las formas. Aquí la definición informal es que hay una posibilidad en cien de las cosas marchen tan mal.

El sistema TERP asume que estos tres estimados caerán en una curva que se aproxima a una función de probabilidad beta.

Los creadores del TERP se encontraron, en el inicio, con el problema de encontrar un tipo particular de distribución de probabilidad que cumpliera con las siguientes características:

- 1). - Pequeña probabilidad (1 en 100) de alcanzar el tiempo optimista, a.
- 2). - Pequeña probabilidad (1 en 100) de alcanzar el tiempo pesimista, b.
- 3). - Uno y solo un tiempo más probable que fuera libre de variar entre los dos extremos anteriores, m.
- 4). - Habilidad de medir la incertidumbre en el estimado.

Se seleccionó la distribución beta por cumplir con los cuatro atributos. La fórmula usada para convertir los tres estimados a uno solo (t_e = tiempo o duración esperada), equivalente a la distribución beta es la siguiente:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Las razones para el uso de esta fórmula son, en primer lugar, al calcular un promedio pesado no damos el mismo peso al tiempo pesimista que al más probable. Hay mayores posibilidades de completar la actividad con un valor más cercano a m que a b. Por ello debe ser considerado de mucho más peso que b. Por la misma razón se da más peso a m que a a.

Finalmente, hay la misma probabilidad (1 en 100) de cumplir tan tarde como expresa b, que de terminar en el tiempo que indica a, por ello no debe sorprendernos el hecho de que a los valores de a y b se les conceda el mismo peso en esta fórmula algebraica. A través de esta fórmula, los tres estimados se reducen a uno para propósitos del cómputo de los tiempos de ocurrencia de los eventos.

El cuarto elemento en el sistema TERP y muy útil, es el de estimar la probabilidad de cumplir con un evento clave que representa generalmente un compromiso hecho con el cliente.

2.3.4. El Método PDM.

El PDM es un método recientemente desarrollado para la construcción de redes de proyecto y su evaluación, el cual parece tener ciertas ventajas sobre los métodos tradicionales, como se menciona, al ser un método reciente su uso todavía no se ha hecho muy frecuente o común como es el caso de los métodos antes señalados.

Este método ha recibido el nombre de Diagramas de Precedencias a Diagrama de Actividades en Nodo. Su concepto básico es que las actividades (no los eventos) se colocan dentro de un círculo cuadrado, y las dependencias entre actividades se muestran con líneas o flechas. La descripción escrita no representa el evento instantáneo, sino más bien un paquete real de trabajo o partida que realizar. Las conexiones entre actividades sólo son conexiones lógicas de duración cero por lo tanto no hay actividades ficticias como tales. Aunque, en apariencia, los Diagramas de Precedencias se parecen mucho a las redes orientadas a eventos del TERP, en realidad son más parecidos al MCC que al TERP.

Una explicación de la gran simplicidad de los Diagramas de Precedencias es que una actividad puede ser conectada ya sea de su terminación o de su inicio. Esto permite una presentación lógica de inicio-final - sin partir la actividad en sus actividades parciales. La figura 2 a continuación muestra las tres relaciones básicas inicio a inicio, final a final, e inicio a final.

En el inciso (a) el inicio de B depende del inicio de A (una relación inicio a inicio), en el inciso B (una relación final a final).

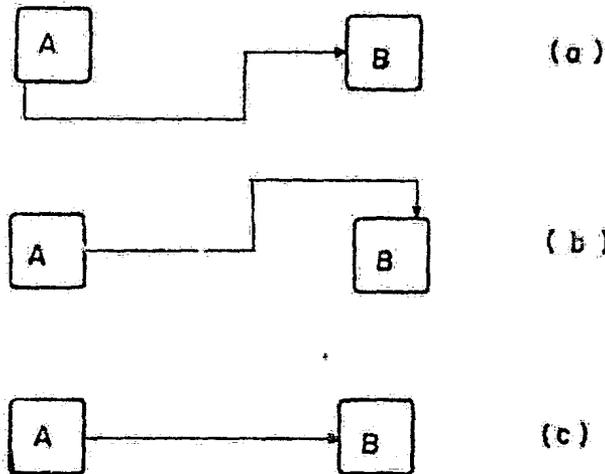


Figura 2

El cálculo de fechas de realización es igual que en el MCC por lo que el concepto Holgura representa lo mismo.

Es conveniente hacer mención de las ventajas que este método -- en especial cuando se manejan proyectos grandes y además muy -- relacionados entre sí, considerándose un proyecto grande cuando se -

tienen aproximadamente de 1000 actividades en adelante.

Ventaja del método PDM.

- 1).- Eliminación de las actividades ficticias.
- 2).- Facilidad y rapidez para que el usuario capte o comprenda el concepto.
- 3).- Simplificación de la red mediante la eliminación de eventos.
- 4).- Habilidad de mostrar tiempo de inicio o de espera, con ello elimina la necesidad de romper partidas solamente para fines de la construcción de la red, con ello se reduce el número de actividades.

2.3.5. Comparación y selección de los métodos.

Se han presentado los aspectos esenciales de cada una de las técnicas empleadas para la programación de proyectos en base a redes. En realidad existe una variedad ilimitada de técnicas utilizadas actualmente, pero todas pueden ser clasificadas dentro de algunas de estas tres categorías.

Para hacer factible la selección de una de estas tres técnicas presentadas para su aplicación en un proyecto o tipo de proyectos en particular, puede recurrirse a la tabla que se anexa en esta sección. Esta tabla muestra el análisis de las ventajas y desventajas para los métodos MCG, PDM y TERP respecto a las tres consideraciones fundamentales son:

- a).- Elementos del método de redes,
- b).- Las particularidades del programa de computadora y
- c).- Características y requerimientos del proyecto.

En el primer punto pueden analizarse los elementos que mejor se ajusten al proyecto que deseamos programar.

Respecto al segundo aspecto, hay que buscar el programa de com-

putadora que pueda adaptarse a la forma en que se desea trabajar en lo que se refiere a datos, resultados y procesamiento.

Para las características del proyecto y sus requerimientos de control, se presentan los elementos necesarios para hacer una selección acertada.

T A B L A 1

	MCC	TERP	PDM
CARACTERISTICAS DE LA TECNICA.	ACTIVIDAD EN LA FLECHA.	ACTIVIDAD EN EL NO-DO	ME TODO DE PRECEDENCIAS.
Enfasis en eventos y tiempos	Difícil	Base del día grama	Realmente no existe
Enfasis en actividades y eventos	Moderado	Prácticamente no.	El más alto
Orientada hacia la terminación	Débil	Fuerte	De débil a no.
Eventos claves	Artificial	Si	Artificial
Capacidad de seguir trayectorias.	Bastante	Moderada	Difícil
Facilidad de presentación como diagrama	Aceptable	Poca	La mejor opción
Facilidad de actualizar/corregir la lógica.	Moderada	Baja	Alta
Facilidad de preparación de la red.	Moderada	Baja	Alta
Facilidad de hacer barras en escala de tiempos	Moderada	Moderada	Alta
Utilidad del diagrama a nivel realización	Moderada	Baja	Alta
Utilidad del diagrama a nivel programación	Alta	Moderada	Baja
Facilidad de cálculos manuales.	La más alta	Moderada	Baja

Tabla 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS DE COMPUTADORA	MCC	TERP	PDM
Procesar uno solo a varios integrados	No definido	Característica.	No definido
Niveles de reporte	No disponible	Disponible	No disponible
Estimados de tiempo múltiples.	No	Permitido	No
Estimado de tiempo sencillo.	SI	SI	SI
Fechas programadas inter-	Algunos programas	Estandar	Generalmente no.
Integración con costos u otro sistema existente	Muy difícil	Característico	Posible-difícil
Múltiples Inicios/terminaciones	Algunos	SI	Algunos
Facilidad para manejar múltiples proyectos.	Varía	Característico	Puede ser
CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS			
Importante la terminación del trabajo	Se puede usar	Mejor opción	Se puede usar
Contenido del trabajo no muy bien definido	No recomendable	Preferido	Segunda opción.
Incertidumbre en las duraciones del trabajo	No recomendable	Preferido	No recomendable
Primero en su tipo o sofisticado	Difícil	Preferido	Segunda opción
Se desea control multiproyecto	Difícil-posible	Preferido	Difícil-posible
Medidas de terminaciones/avance en fechas intermedias.	No es fácil	Preferido	Muy difícil

T A B L A 3

CARACTERISTICAS DE LA TECNICA	MCC	TERP	PDM
Necesidad de reportes en diferentes niveles	Diffcíl	Preferido	Diffcíl
Trabajo geográficamente dispersado	Casi imposible	Preferido	Diffcíl
Posible necesidad para aislar una área de la red	No es práctico	Preferido	No es práctico
Posibilidad de agrandar el detalle en algunas áreas	Posible	Preferido	Posible
Mínimas restricciones para no mbres de evento	Problemático	Preferido	Sin problemas
Resultados de cálculos expresados en la red	Preferido	No muy fácil	Segunda opción
Diagrama de la red para distribuirse regularmente.	Segunda opción	Mala opción	Preferido.
Sofisticación requerida por los usuarios de resultados	Intermedia	Alta	La más baja
Sofisticación requerida por los usuarios de la red	Intermedia	Alta	La más baja

2.3.6. Programa General Condensado para el Proyecto del Poli-- propileno Isotáctico.

En esta etapa del Proyecto es conveniente usar un Diagrama de - - Gantt, que nos permitirá determinar el tiempo total requerido, y asimismo el requerido por las Etapas de Ingeniería, Procuración y Construcción.

Para lo cual se requiere conocer únicamente del tipo de planta el equipo mayor utilizado principalmente.

Asimismo debemos mencionar que el capítulo de Ingeniería de - Detalle presentaremos un programa mucho más completo que el antes - - mencionado, ya que nuestro objetivo aquí es ejemplificar más que nada -- las técnicas que mencionamos y describimos durante el desarrollo de este capítulo, además cuando se presente el segundo programa, se hará men-- ción de los criterios que se emplean en la determinación de los tiempos -- probables de duración de las diferentes etapas del Proyecto.

Para la terminación exitosa de un Proyecto, se deben cumplir tres objetivos principales: calidad óptima, costo mínimo y tiempo mínimo; por lo que deberá existir un control adecuado de ellos a lo largo de todo el Proyecto.

Además de una eficiente coordinación, los programas proporcionan el único método para anticipar los requerimientos de personal y tomar medidas de tipo preventivo y correctivo.

Para la programación eficiente de un Proyecto, el primer paso es establecer la lista de actividades a programar, discriminando tareas, de acuerdo al nivel para el cual se efectúa la programación.

La parte esencial de la Planeación de un Proyecto es la elaboración de un Programa General condensado en base al cual se determinará el tiempo total requerido.

En esta etapa es conveniente usar un Diagrama de Gantt, para lo cual se requiere conocer únicamente el tipo de planta, el equipo mayor incluido y las restricciones de tipo técnico que pudieran existir.

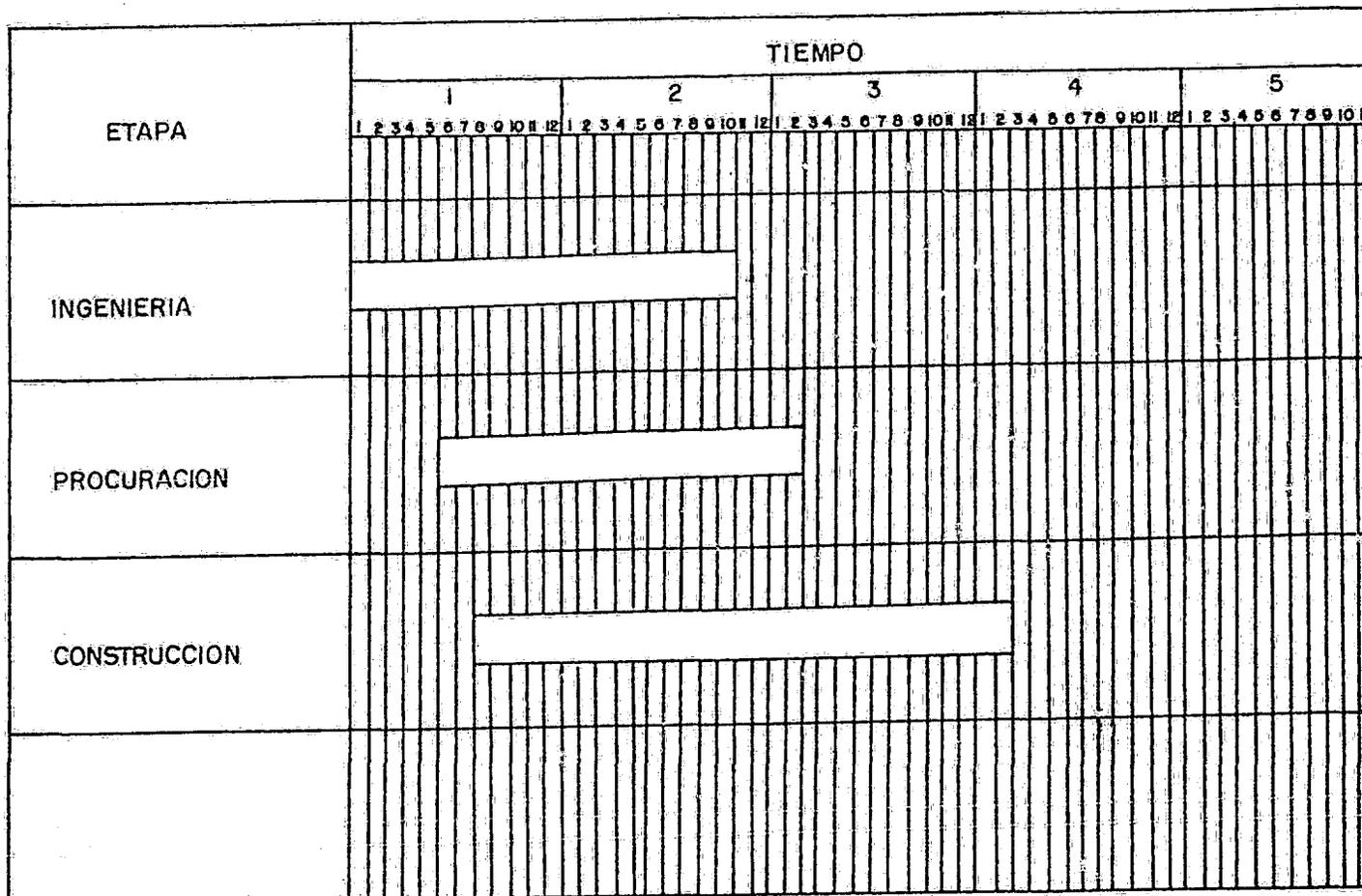
Cuando se han terminado los Ingenierías Básicas y de Proceso, se puede elaborar un programa suficientemente detallado, que se apegará lo más posible al programa condensado preliminar.

Para desarrollar este programa detallado es conveniente utilizar los métodos que se basan en la Teoría de Redes: TERP, MCC y PDM, ya descritos, ya que el número de actividades involucradas es muy grande, y el control que se requiere necesita de otros parámetros y no solo del tiempo.

Además del Programa General del Proyecto, es necesario elaborar

FIG. 2.3.6

PROYECTO: POLIPROPILENO ISOTACTICO



un programa detallado para la etapa de Ingeniería, que muestre las actividades, su duración y las fechas de iniciación y terminación de cada una de ellas. A su vez, es posible que en cada disciplina, se elaboren programas particulares, de acuerdo a sus necesidades.

2.3.7. Control del Proyecto.

Cuando se ha elaborado el Programa General del Proyecto se procede a integrar una serie de funciones de programación, estimaciones, reportes, análisis y pronósticos, que juntos componen el sistema o procedimiento de control de proyecto. Todo lo anterior formará la herramienta con la que el Gerente de Proyecto se auxiliará para la administración adecuada del mismo.

La existencia de procedimientos de control adecuados, permitirán conocer en cualquier momento:

- Areas específicas que requieran atención especial o acción inmediata para mantener los "límites del Proyecto".
- Pronósticos de costos para todas las partidas.
- Avance del Proyecto, estado actual y eficiencia del trabajo realizado.
- Costos incurridos y costos por incurrir.
- Fecha de terminación del Proyecto.
- Cambios al alcance del Proyecto.

Los documentos más importantes que sirven de base para establecer los procedimientos de control, son los siguientes:

a). - Estimación Preliminar. -

Es una estimación de tiempos y costos basada, generalmente, en

información del Estudio de Factibilidad. Este documento es de gran ayuda al inicio del Proyecto, aun no se cuenta aún con el Programa General.

b). - Estimación Definitiva. -

Cuando se ha definido totalmente el Alcance del Proyecto, y se conocen mediante cotizaciones de proveedores y listas de precios o tarifas oficiales, los costos de equipos, materiales y mano de obra, se procede a elaborar la Estimación Definitiva del Proyecto.

Normalmente se requiere contar con el Programa General, y su utilidad principal radica en la aproximación a la realidad de los datos que contiene el desglose que se haga para las diferentes actividades y partidas del Proyecto.

c). - Catálogo de Cuentas. -

Las estimaciones anteriores se ordenan en un Catálogo de Cuentas donde se clasifican todas las partidas involucradas en el Proyecto, dependiendo de la actividad o disciplina de que se trate.

d). - Presupuestos. -

Con base en las estimaciones anteriores y el Catálogo de Cuentas se elaboran presupuestos de trabajo particulares para cada departamento y en ocasiones, para cada actividad. Este tipo de presupuestos permiten la vigilancia y el control en tiempo y costo del Proyecto, en cada una de sus etapas y componentes.

e). - Reportes de Avance. -

Periódicamente, todos los Grupos de Trabajo elaboran reportes de avance de las actividades que realizan, los cuales permiten evaluar el estado en que éstas se encuentran.

Para el caso particular de la Fase de Ingeniería, la mayoría de los reportes que se realizan, indican las horas-hombre presupuestadas, planeadas, consumidas y por incurrir y también el porcentaje de avance, los cambios o el estado general de los trabajos a efectuar.

f). - Pronósticos.

Mediante la interpretación, análisis y procesamiento adecuado de toda la información anterior, el Gerente de Proyecto, auxiliado por el personal especializado, puede elaborar pronósticos para el desarrollo futuro de alguna actividad o de todo el Proyecto. Esto permitirá pronosticar en cualquier momento las aproximaciones que se pudieren tener a los "límites del Proyecto", a fin de tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

2.4 PROCURACION

La etapa de procuración es muy importante dentro del proyecto ya que, por medio de la organización adecuada del Departamento de Compras, se encarga de la adquisición de los equipos y materiales, no sólo exclusivos del proceso, sino todos los necesarios para la operación de la planta, es decir, equipo eléctrico, mecánico, y materiales muy diversos como válvulas, tuberías, conexiones, cables y demás material eléctrico.

Cabe mencionar que la organización del Departamento de Compras se regirá por medio de un Coordinador o Gerente de Procuración y el cual será asistido por un Supervisor y un grupo integrado por compradores, inspectores, expeditores y secretarías. El coordinador de Procuración deberá ser una persona familiarizada con la organización y operación de un departamento de compras.

El personal a campo, así como el que labora en él, deberá tener una experiencia amplia, además de estar enterado de todas las posibles fuentes o proveedores de los equipos. Es necesario que tengan localizado a los proveedores para que el equipo y materiales se puedan conseguir a un costo razonable y en un plazo de entrega que no retrase el proyecto.

El grupo de procuración no actúa independientemente del Gerente de Proyecto, aunque el Coordinador o Gerente de Procuración tenga suficiente experiencia en ingeniería, ésta no es tal como para tener la información de todas las fases de la tecnología. Por lo tanto existe siempre un contacto entre ambos Gerentes puesto que cuando se requiera un juicio de ingeniería el Coordinador de Procuración se verá asistido por el Gerente

del Proyecto. De manera análoga, el Gerente de Proyecto contará con el Departamento de Procuración para obtener información sobre costos, precios, productos, proveedores, con el fin de procurar los materiales de acuerdo al programa de actividades.

Tanto el Gerente de Proyecto como el Gerente de Compras proceden a estudiar el alcance de los trabajos contratados, así como las cláusulas bajo las cuales está estipulado el contrato. El Gerente de Compras requiere saber sus responsabilidades en cada proyecto.

Dentro de la organización del Departamento de Compras está la elaboración de un procedimiento de compras del proyecto, en donde se establece la forma en que se llevarán a cabo todas las actividades de compra del Proyecto.

La procuración se puede realizar por medio de compra por contrato o de compra por especialidades.

Una vez elaborado el procedimiento de compras se pasa a la elaboración del programa de compras. La elaboración de este programa de compras requiere de la preparación u obtención de un programa de requisiciones de los Departamentos de Ingeniería y llegarán al Departamento de Compras a través del Gerente del Proyecto.

Los Departamentos de Ingeniería aportarán datos, dibujos, así como el mayor número de especificaciones posibles con el fin de seleccionar a los proveedores que las cumplan y para poder solicitar una cotización.

Un supervisor de compras vigilará que las requisiciones generadas por los grupos de Ingeniería reúnan el mayor número de equipos del

mismo tipo, con el fin de evitar sacar a concurso el mismo equipo en varios concursos.

A continuación se presentan las actividades de procuración durante un proyecto industrial.

2.4.1. - Solicitud de cotización.

Es el conjunto de documentos tales como requisición, hojas de datos, hojas de términos y condiciones, normas, especificaciones generales, dibujos, etc., que se entregan a los proveedores seleccionados para cotizar cierto equipo. La solicitud es preparada en base a la información recibida de los grupos de Ingeniería.

En ciertas ocasiones se indica el tiempo máximo posible de entrega, asimismo, el número mínimo de cotizaciones recomendable es de tres.

2.4.2. - Cotización.

Es la información recibida en el departamento de compras, enviada por los proveedores o vendedores. Dicha información contiene los datos técnicos y comerciales requeridos con la solicitud de cotización.

La forma de cotización debe de tener información referente al equipo cotizado y deberá incluir la siguiente:

Cantidad y descripción del material

Precio

Peso estimado

Tipo de cotización

Descuentos comerciales y descuentos por volumen

Condiciones de pago

Plazo de entrega

2.4.3.- Evaluación de cotizaciones o comparación de ofertas.

Ya recibidas las cotizaciones se hace una comparación física de las ofertas presentadas por los concursantes o de los distintos proveedores.

Para facilitar y evaluar mejor las ofertas se puede elaborar una table comparativa. Existen dos tipos de tabulaciones y las cuales son la tabulación comercial y la tabulación técnica.

Tabulación comercial: esta tabla permite comparar los precios, así como las condiciones comerciales. La tabla es preparada por el Departamento de Compras.

Tabulación técnica: está preparada por el Departamento Técnico y en ella se comparan los datos técnicos referentes al equipo cotizado.

Por lo general, estas comparaciones incluyen la información obtenida en la cotización, tal como especificaciones del equipo, tiempo y lugar de entrega, condiciones de pago, es decir, las condiciones de la oferta.

Las tabulaciones que requerirán de algún criterio de ingeniería - deberán ser sólo aprobados por el Gerente del Proyecto.

2.4.4.- Negociación y dictamen de selección.

Es un punto en el cual el grupo de Procuración negocia con el proveedor seleccionado para así obtener las mejores condiciones en la transacción.

El dictamen de selección es el documento que explica las razones por las que se escoge a cierto proveedor.

2.4.5.- Orden de compra.

Con esta orden se amparará la compra del equipo, este es un do

cumento final y oficial.

Esta orden se elabora basándose en la cõtización vencedora del concurso.

En las órdenes de compra se acostumbra dividir la información en tres partes: encabezado, parte principal y anotaciones.

Encabezado: contiene nombre y dirección del proveedor, número de orden, fecha, forma y lugar de embarque, condiciones de pago y firmas de aceptación de las partes.

Parte Principal: indica la cantidad, descripción y precio de cada renglón individual. Se incluye el precio total de la orden. Si hay planos y dibujos, así como especificaciones, éstas deberán ser anexadas a la orden.

Cuando es conocido, es preferible que, el peso de cada renglón se incluya en la orden, tal información puede ayudar al departamento de ingeniería.

Anotaciones: comúnmente, son términos, aclaraciones, condiciones e instrucciones tendientes a regular las obligaciones de las partes. Estas notas incluyen instrucciones de envío, de empaque, la lista del empaque, peso de cada paquete, etc.

En las organizaciones de procuración se tienen por lo regular las siguientes notas estándares: garantías, Inspección (de taller y de campo), protección sobre patentes, cláusulas laborales, calidad, instrucciones de embarque, cláusulas de subcontratistas, etc.

2.4.6. - Inspección.

El Grupo de Procuración será el encargado de la supervisión de -

la fabricación del equipo desde su construcción hasta su terminación. La compañía compradora convenirá en enviar a un inspector a la planta del vendedor y se convencerá de la buena manufactura y construcción del equipo en los talleres del fabricante. La tarea del inspector es principalmente presenciar las pruebas hechas al equipo mecánico, bombas, compresores, aprobar los métodos de construcción de recipientes, tubería y acero estructural. Los reportes del inspector serán comunicados directamente al departamento de compras. Dado que la labor de inspección tiene un alto costo, sólo se inspeccionan los equipos principales antes de su embarque.

2.4.7. Expeditación.

Con el fin de activar y acelerar la entrega de los materiales y de los equipos para tenerlos en fechas oportunas se lleva a cabo la tarea de la expeditación. También tiene la función de activar la entrega de la información adecuada por parte de los proveedores.

2.4.8. - Tráfico y embarque.

Cuando en la orden de la compra no está estipulado o incluido el manejo de embarque de los materiales y equipos, así como de instrumentos adquiridos, la firma de Ingeniería es la encargada de hacerlo llegar hasta la nueva planta.

El problema es relativamente mayor cuando la planta está lejos del taller del fabricante. El problema se incrementa si el equipo a transportar es de gran tamaño, será necesario conocer rutas accesibles, conseguir permisos de traslado, contratar grúas y servicios de patrulla de caminos, así como permisos y personal de las compañías de Luz y de Teléfonos para mover las líneas eléctricas y telefónicas que impidan el paso.

Por lo regular el equipo se asegura durante su traslado.

En equipos de importación se tienen exactamente el mismo tipo de problemas pero adicionalmente se deberá tener un permiso de importación previo, mandar personal o utilizar los servicios de los agentes aduanales y de los despachadores que reciben los equipos en la frontera.

2.4.9. - Recepción. -

Al llegar a la obra los equipos y materiales, así como algunos instrumentos adquiridos, se tendrá que supervisar que cumplan con las especificaciones marcadas en la orden de compra. En esta actividad se realizan operaciones como recepción, maniobras de descarga (cuidando que no se dañe lo adquirido), almacenaje, (se debe de tener programado para no tener los equipos almacenados por tiempos muy grandes y que vayan a sufrir algún desperfecto o corrosión; esto se verá mejorado por un adecuado plazo de entrega por parte de los fabricantes).

A continuación se tienen los estimados en tiempo para cada una de las actividades de compra en los concursos.

- i) Elaboración de solicitud de cotización: una semana.
- ii) Tiempo de cotización de los proveedores: dos a diez semanas dependiendo del equipo y su número o bien, si se trata de un concurso internacional.
- iii) Evaluación de cotizaciones: de una a cuatro semanas dependiendo de los mismos conceptos del punto anterior.
- iv) Preguntas e información técnica y comercial a proveedores: un promedio de dos semanas.
- v) Aclaraciones a las tablas comparativas: promedio de una semana.

na.

vi) Recomendaciones del proveedor y la aceptación del cliente: -
de una a dos semanas.

vii) Negociación: una semana.

viii) Colocación de carta de pedido: de dos a cuatro semanas.

ix) Recepción de dibujos para aprobación: de cuatro a diez sema-
nas.

x) Aprobación de los dibujos: dos a cuatro semanas.

xi) Recepción de dibujos finales: promedio de ocho semanas.

xii) Recepción de información adicional como los manuales de ope-
ración: seis semanas antes de la entrega del equipo, o bien, junto con el
mismo.

Los estimados de tiempo a partir de este punto son muy variados
dependiendo del equipo, lejanía de la planta con respecto al fabricante, - -
etc.

BIBLIOGRAFIA

1. - Carreto Cordero J. SERVICIOS QUE PRESTAN LAS FIRMAS DE INGENIERIA NACIONALES PARA EJECUCION DE PROYECTOS INDUSTRIALES Y LINEAMIENTOS GENERALES DE CONTRATACION. Tesis. -- 1975. UNAM.
2. - Chávez Carreón D. EL GERENTE DE PROYECTO SU FUNCION E -- IMPORTANCIA. Tesis. 1980. UNAM.
3. - Cabre Parra J. L. EL PROYECTO INDUSTRIAL Y SU VIABILIDAD. - Tesis. 1976. UNAM.
4. - Huerta Herrera S. H. SERVICIOS DE COMPRA PARA PROYECTOS INDUSTRIALES DE UNA FIRMA DE INGENIERIA. Tesis. 1981. UNAM.
5. - Thierauf R. J. y Grosse R.A. TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES. Ed. Limusa-Wiley, S.A. México. 1972.
6. - Vizcaya Torres V. M. ADMINISTRACION Y DIRECCION DE UN PROYECTO INDUSTRIAL. Tesis. 1971. UNAM.

CAPITULO III

INGENIERIA DE PROCESOS

CAPITULO III

INGENIERIA DE PROCESOS

INVESTIGACION DE
PROCESOS

ADQUISICION DE
TECNOLOGIA

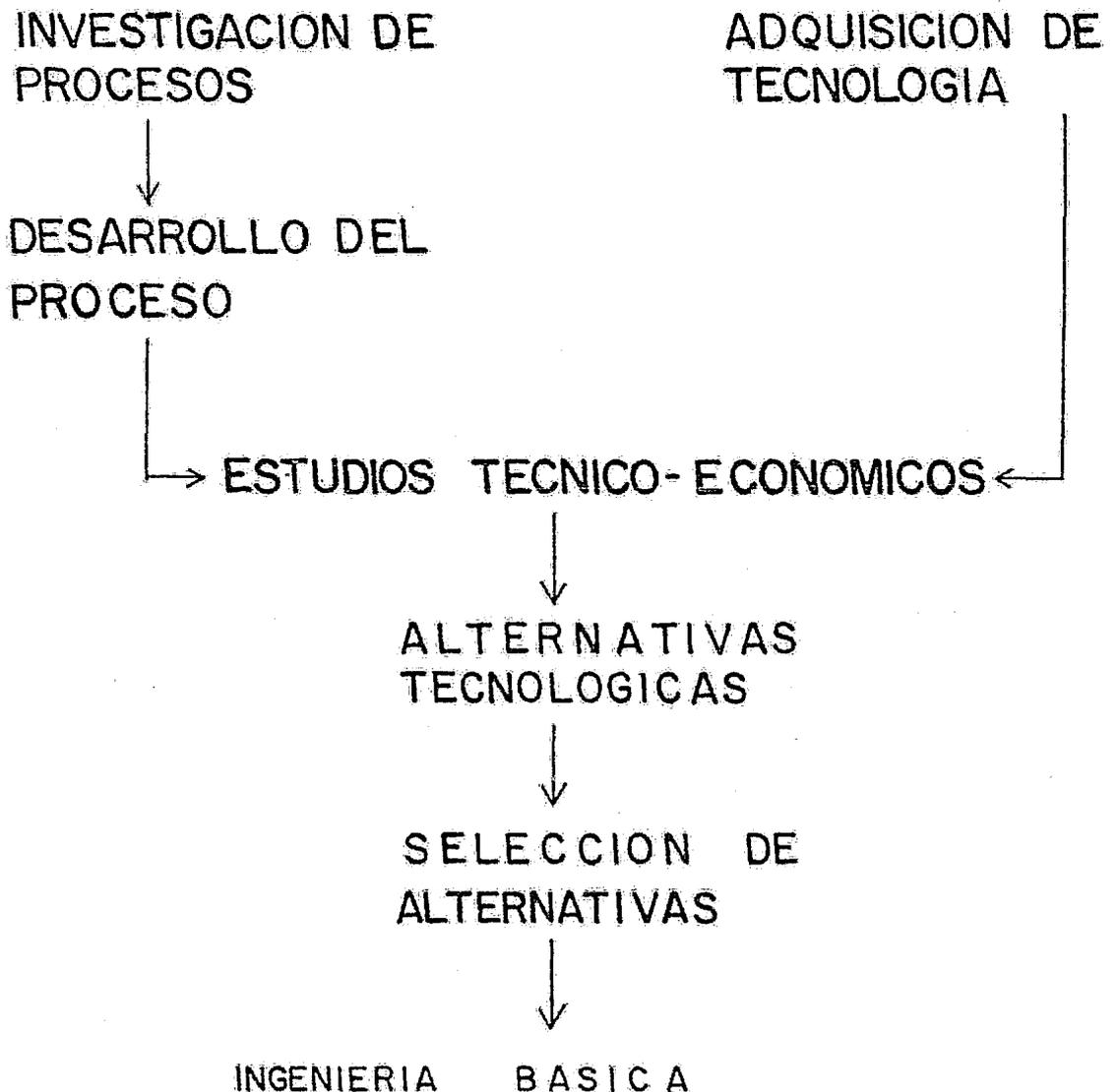
DESARROLLO DEL
PROCESO

ESTUDIOS TECNICO-ECONOMICOS

ALTERNATIVAS
TECNOLOGICAS

SELECCION DE
ALTERNATIVAS

INGENIERIA BASICA



- 3.1 Generalidades
 - 3.1.1 Ingeniería de Procesos
 - 3.1.2 Tecnología
 - 3.1.3 Fuentes de Tecnología
 - 3.1.4 Etapas para la Adquisición de Tecnología

- 3.2 Investigación de Procesos
 - 3.2.1 Investigación Bibliográfica
 - 3.2.2 Investigación para la creación de un nuevo proceso
 - 3.2.3 Definición Preliminar del Proceso a desarrollar
 - 3.2.4 Comparación preliminar del nuevo proceso con otros existentes
 - 3.2.5 Planeación de la experimentación
 - 3.2.6 Experimentación y Análisis
 - 3.2.7 Desarrollo del Proceso
 - 3.2.8 Procesos de Investigación

- 3.3 Alternativas Tecnológicas
 - 3.3.1 Introducción
 - 3.3.2 Investigación Bibliográfica
 - 3.3.3 Preselección de la Tecnología

- 3.4 Selección de Alternativas
 - 3.4.1 Información requerida
 - 3.4.2 Alcance de la Tecnología

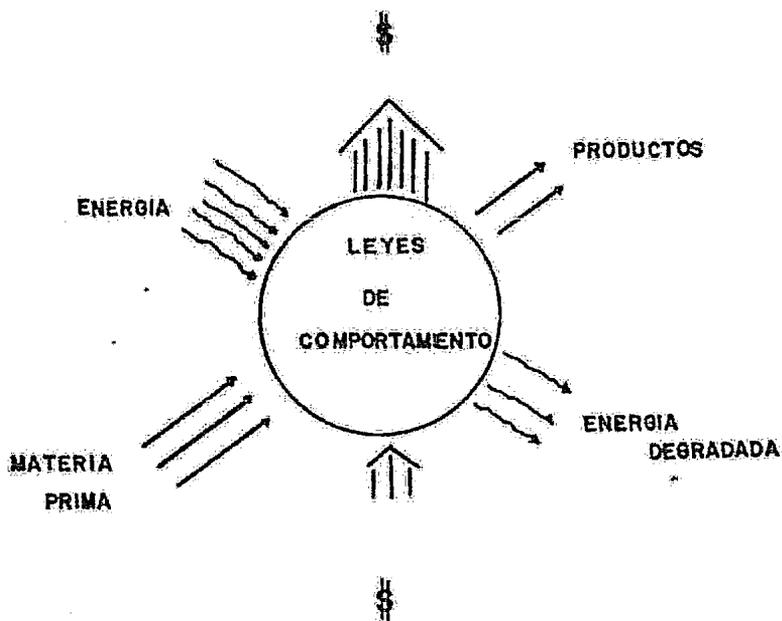
- 3.4.3 Contrato de Tecnología
- 3.4.4 Ley de Transferencia
- 3.4.5 Negociación del Contrato
- 3.4.6 Aspectos relevantes de un contrato
- 3.4.7 Selección definitiva.

3.5 Ingeniería Básica

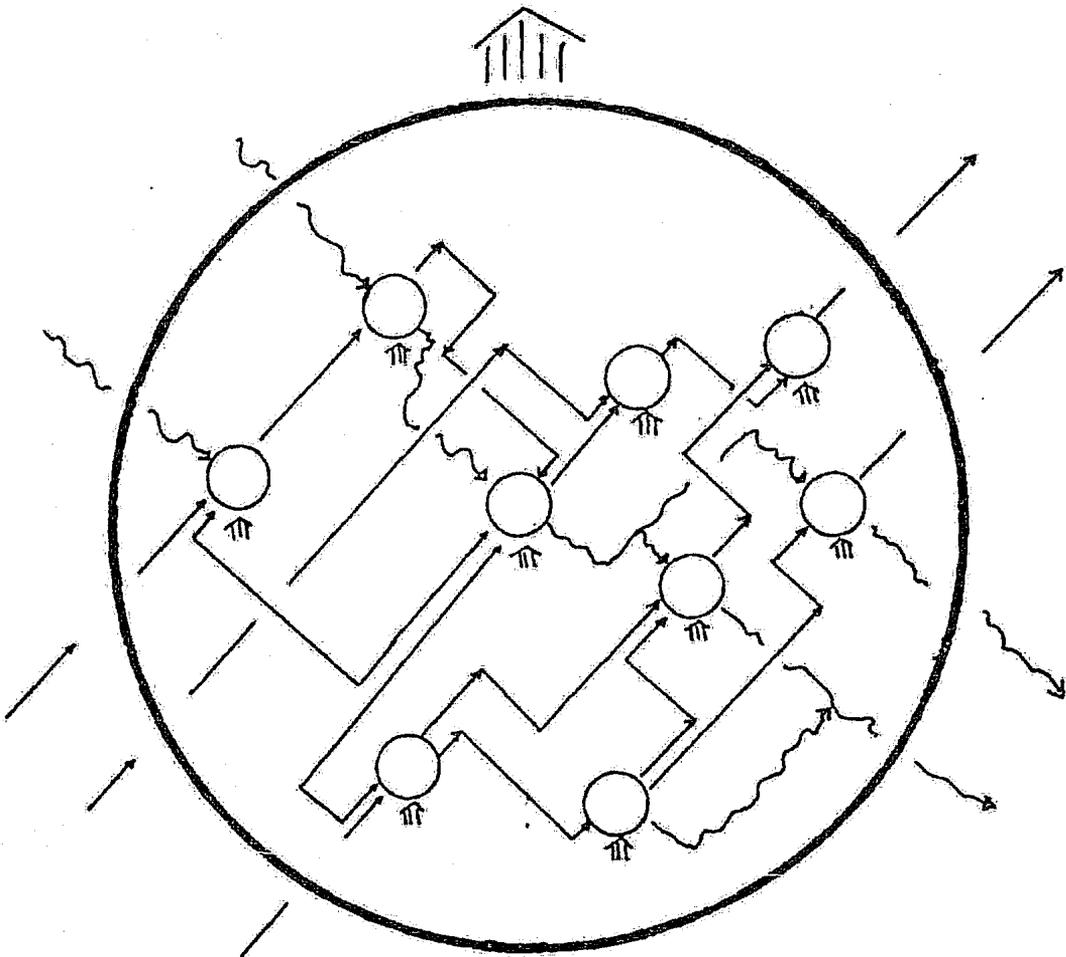
- 3.5.1 Introducción
- 3.5.2 Generalidades para la presentación de diagramas
- 3.5.3 Caso Específico, Aplicación al Polipropileno
 - 3.5.3.1 Bases de Diseño
 - 3.5.3.2 Descripción del Proceso
 - 3.5.3.3 Diagrama de Flujo
 - 3.5.3.4 Requerimientos de servicios Auxiliares
 - 3.5.3.5 Lista de Equipo
 - 3.5.3.6 Organización del Personal de la Planta
 - 3.5.3.7 Localización.

3.1.1 INGENIERIA DE PROCESOS.

La Ingeniería de Procesos es la disciplina que se dedica al análisis y síntesis de sistemas en donde las materias primas se transforman a productos, estudiando las etapas de cambios físicos y químicos, así como los intercambios energéticos involucrados de la misma manera, hace un estudio de los equipos requeridos, de las condiciones de operación que definen los estados sucesivos que experimenta el material transformado, así como de las repercusiones económicas que la transformación motiva; todo esto a través del conocimiento de las leyes que gobiernan la interrelación de las variables señaladas. La siguiente figura que se presenta pretende representar los sistemas motivo de estudio de la ingeniería de proceso:



Como la definición lo indica, los sistemas estudiados involucran etapas. Por lo que estos sistemas pueden considerarse constituidos por - subsistemas de características esencialmente similares. Esquemáticamente, podríamos pensar en la siguiente representación



Es conveniente hacer la observación de que el flujo de materiales por las etapas de transformación, no necesariamente es coincidente con el de energía; además, algunas etapas no tienen requerimientos energéti

cos, y otras pueden ser generadoras de energía. Económicamente cada etapa requiere de la asignación de recursos por conceptos de costos de operación, depreciación de la inversión, mantenimiento, etc., mientras que la recuperación, normalmente, en el sistema integral es a través de la venta de productos. Por otra parte, cada etapa está constituida por equipos de procesamiento que cumplen funciones muy específicas en la transformación: bombas y compresores para elevar la presión, y así mantener el flujo de líquidos y gases; intercambiadores de calor para provocar el enfriamiento, calentamiento, vaporización o condensación de corrientes; columnas de etapas de equilibrio para separar las especies químicas de una mezcla de multicomponentes, aprovechando sus diferencias de volatilidad o solubilidad; tanques separadores, para permitir la separación de las fases líquido y vapor de una corriente; reactores químicos para la transformación substancial del material procesado, etc.

Aclarando la definición propuesta y aprovechando el razonamiento matemático, se podría pensar en la ingeniería de proceso como aquella disciplina dedicada al estudio de las funciones:

$$\bar{Y}_T (\bar{M}, \bar{P}, \bar{E}, \bar{O}, \bar{e}, \bar{\$})$$

Donde:

- \bar{M} Vector de propiedades de materias primas
- \bar{P} Vector de propiedades de productos
- \bar{E} Vector de requerimientos energéticos
- \bar{O} Vector de condiciones de operación
- \bar{e} Vector de características de equipos

\overline{Y} Vector de recursos económicos.

Las leyes de comportamiento vienen representadas por el vector de funciones \overline{Y}_T , donde el subíndice T, nos indica la idea del efecto de la tipología del sistema en la forma de las funciones. Como se mencionaba anteriormente, la ingeniería de proceso tiene carácter interdisciplinario, así para el conocimiento de las relaciones funcionales entre las variables involucradas, se encuentra apoyo en diversas ramas de la ciencia, aún cuando la fisicoquímica representa el papel principal en el establecimiento de las leyes de comportamiento que se hacen necesarias.

Si bien las variables fundamentales que entran en juego en los problemas de la Ingeniería de proceso son aquellas representadas por los vectores anteriormente listados, existen algunas otras que se ven involucradas en los cálculos que para la resolución de los problemas, se llevan a cabo.

Por su especial importancia, a continuación se señalan algunas de las variables de relevancia, cálculos de rutina y fundamentos de los mismos:

- a) Balance de materia y de energía, cuyos cálculos están acordes con las leyes (entradas - salidas + acumulación), la cual es sistemáticamente aplicada a cada elemento físico del proceso con entradas o salidas de materia o energía.
- b) Cálculo de entalpías y entropías, indispensables para los balances de energía. Su estimación está basada en correlaciones experimentales en función de temperatura, así como en relaciones termodinámicas PVT - aplicadas a ecuaciones de estado, o bien de conceptos físico-químicos -

generales como el principio de estados correspondientes.

c) Cálculos de equilibrios físicos estudiados por la segunda ley de la termodinámica, de la que se deriva la condición de igualdad de fugacidad de cada componente en cada fase de equilibrio. Fugacidades que, por otro lado, se relacionan con composiciones a través de conceptos tales como: coeficientes de fugacidad, coeficientes de actividad, y finalmente constantes de equilibrio físico, cuyo estimado está basado también en la aplicación de relaciones termodinámicas PVT en ecuaciones de estado, o en conceptos fisicoquímicos generales como el principio de estados correspondientes, así como en la teoría de las soluciones.

d) Transferencia de calor, masa y momento, estudiado por la teoría de fenómenos de transporte que establece que la propiedad transportada por unidad de tiempo es función directa del gradiente de la propiedad, e inversa de la resistencia del sistema, y de cuya aplicación resultan conceptos tales como: coeficientes de transferencia de calor, eficiencia de platos, alturas de unidad de transferencia, factores de fricción, etc., cuyo cálculo está basado en correlaciones semiempíricas, ajustadas a datos experimentales en las que intervienen tanto las propiedades físicas del material donde ocurre el transporte, como las características topológicas del sistema que se maneja los materiales.

e) Cálculo de las propiedades termodinámicas, indispensables para su aplicación en las correlaciones de resistencia a la transferencia de calor, masa o momentum, y cuyo estimado está basado en diversos fundamentos dependientes del tipo de propiedad, desde conceptos generales como el principio de los estados correspondientes, hasta los conceptos más

sofisticados, como los dictados por la termodinámica estadística.

f) Equilibrios químicos y velocidades de reacción, estudiados los primeros por la segunda ley de la termodinámica, que establece la minimización de la energía libre como condición de equilibrio, y los segundos por la cinética química que permite el establecimiento de mecanismos de reacción y modelos cinéticos. Estos tipos de cálculo resultan indispensables para el análisis de sistemas reaccionantes, pudiendo utilizarse para los primeros información general de energías libres de formación, normalmente disponibles para datos directos, o computables por técnicas de distribución de grupos, en conjunto con relaciones termodinámicas que permiten llevarlos a las condiciones de estados reaccionistas buscados. Para los estados cinéticos, por el contrario, tienen que recurrirse a una información experimental y sólo a través de ésta resulta posible formular los modelos representativos.

La Ingeniería de proceso tiene varias áreas y éstas se establecen de acuerdo a las funciones \bar{Y}, T y a los vectores de las variables fundamentales involucradas, esto se hace en atención al carácter independiente o dependiente de cada variable. En forma general se pueden considerar dos grandes áreas: diseño de procesos y simulación o análisis de procesos. En el primer caso, las variables independientes (conocidas a través de las bases de diseño), son las características de materia prima y productos, mientras que las variables dependientes (por determinar), incluyen las características de los equipos, su arreglo en el sistema (topología del proceso), y las condiciones de operación. En general esta actividad, tiene más variables a determinar que ecuaciones disponibles en el

modelo representativo en el sistema, de tal manera que existen múltiples soluciones al problema de diseño, provocando que se tenga que seleccionar algunas variables críticas. Estas decisiones provienen en ocasiones de la aplicación de criterios generales basados en la experiencia y el conocimiento previo del proceso, la situación ideal es aquella en que las variables de decisión provienen de la optimización de una función objetivo, que defina la economía del proceso.

Bajo estas condiciones, una definición adecuada para el área de diseño de procesos sería: "El conjunto de actividades encaminadas primeramente a establecer una secuencia óptima de las distintas etapas involucradas en la transformación de la materia prima en productos, y a defi--nir en forma óptima cada uno de los equipos, y las condiciones de opera--ción necesarias para realizar dicha transformación". Dentro de esta defi--nición, podemos distinguir dos tipos de actividades que constituyen subáreas del diseño del proceso: síntesis del proceso, que corresponde a la defi--nición de la secuencia óptima de procesamiento y optimización de procesos, que corresponde a la definición de las características y condiciones ópti--mas de operación.

La figura 3.1.1.1 ilustra la secuencia de actividades en el área de diseño del proceso. El diseño podrá iniciarse a partir del momento en que se establecen las bases de diseño, en las que se define la información básica, lo que incluye dicha información será cubierto posteriormente. A través de una síntesis se genera un esquema de proceso tentativo que se espera cumplir con los objetivos definidos en las bases de diseño; se pas--a después a una etapa de análisis en la que se llevan a cabo los siguientes

cálculos y estimaciones balance de materia y energía, en el que se generan los flujos y composiciones de las corrientes principales de interconexión entre los equipos de proceso, así como cargas térmicas e intercambiadores, calentadores, enfriadores, condensadores, rehervidores, hornos, reactores, etc., potencia de bombas y compresores, recuperación de energía en expansores, etc., lo que da lugar a estimados de los requerimientos energéticos del proceso y consumo de servicios auxiliares: estimación de propiedades termofísicas, calculándose a partir de la información de composiciones y condiciones de presión y temperatura de las corrientes del proceso, valores de densidad, viscosidad, conductividad térmica, capacidad calorífica, difusividad, tensión superficial, etc.; con estos datos y los flujos de las corrientes de entrada y salida a cada equipo se procede al dimensionamiento preliminar en el que se define la información básica requerida para el estimado de su costo. El costo del equipo principal se complementa con estimados de tubería, instrumentación, pintura, terreno, acondicionamiento y construcción para tener valores aproximados de la inversión requerida; finalmente los valores unitarios de costo de las materias primas y servicios auxiliares, así como el mantenimiento y depreciación, se hace un estimado de costos fijos y de operación, que junto con la inversión y valor de los productos constituyen la base para la evaluación económica del proceso en la que se generan valores indicativos de la bondad del esquema analizado, como pudiera ser el tiempo de recuperación o de retorno de la inversión. Se pasa entonces por una etapa de optimización a dos niveles: en la cual se ajustan los valores de las variables independientes, o sea los parámetros de dise-

cálculos y estimaciones balance de materia y energía, en el que se generan los flujos y composiciones de las corrientes principales de interconexión entre los equipos de proceso, así como cargas térmicas e intercambiadores, calentadores, enfriadores, condensadores, rehervidores, hornos, reactores, etc., potencia de bombas y compresores, recuperación de energía en expansores, etc., lo que da lugar a estimados de los requerimientos energéticos del proceso y consumo de servicios auxiliares: estimación de propiedades termofísicas, calculándose a partir de la información de composiciones y condiciones de presión y temperatura de las corrientes del proceso, valores de densidad, viscosidad, conductividad térmica, capacidad calorífica, difusividad, tensión superficial, etc.; con estos datos y los flujos de las corrientes de entrada y salida a cada equipo se procede al dimensionamiento preliminar en el que se define la información básica requerida para el estimado de su costo. El costo del equipo principal se complementa con estimados de tubería, instrumentación, pintura, terreno, acondicionamiento y construcción para tener valores aproximados de la inversión requerida; finalmente los valores unitarios de costo de las materias primas y servicios auxiliares, así como el mantenimiento y depreciación, se hace un estimado de costos fijos y de operación, que junto con la inversión y valor de los productos constituyen la base para la evaluación económica del proceso en la que se generan valores indicativos de la bondad del esquema analizado, como pudiera ser el tiempo de recuperación o de retorno de la inversión. Se pasa entonces por una etapa de optimización a dos niveles: en la cual se ajustan los valores de las variables independientes, o sea los parámetros de dise-

ño sujetos a decisión, pues como se dijo anteriormente, el diseño de -- procesos se caracteriza por una definición matemática en las que se tienen más incógnitas que ecuaciones: y la otra optimización se refiere a la correspondiente topología del proceso, por lo cual es necesario analizar varias alternativas de procesamiento. A esta área de la Ingeniería de proceso se le ha llamado simulación de procesos, en la cual las variables conocidas incluyen las características de las materias primas y de los equipos, variables del proceso y de la topología, quedando por determinar las características de productos y aquellas condiciones de operación que dependen de los equipos. El problema de la simulación se caracteriza matemáticamente, por tener igual número de ecuaciones que de incógnitas a determinar, por lo que no se presenta la necesidad de tomar decisiones como en el caso del diseño del proceso. Es interesante comentar que la simulación del proceso toma parte en la secuencia de diseño, pues en forma iterativa se lleva a cabo un análisis de esta naturaleza para cada esquema del proceso considerado y cada combinación de variables de diseño propuestas durante el proceso de optimización.

Si bien el diseño y la simulación de procesos son las áreas generales en las que puede dividirse la Ingeniería de Proceso, existen multitud de problemas que no se podrían clasificar estrictamente dentro de las mismas. Como ejemplos de estos problemas a los que podríamos llamar misceláneos, podemos citar los siguientes:

a) Las características de salidas y el equipo son variables conocidas. En este caso corresponde al problema de la búsqueda de las materias primas adecuadas para ser transformadas en productos con especificaciones

definidas. Un ejemplo típico de este problema, sería definir el tipo de crudo a procesar en una refinería ya diseñada, con el objeto de satisfacer una cierta demanda de productos diferentes a la considerada por el diseño.

b) Las características de las entradas, parte de las salidas y parte de las etapas conocidas. En este caso corresponde al problema en el que se pretende obtener una serie de requerimientos mínimos de productos, a partir de las materias primas definidas en una secuencia de transformaciones también definidas, pero susceptibles de ciertas modificaciones, como podrían ser la modificación de las condiciones de operación de algunos equipos, o la inclusión o exclusión de algunos otros.

Los dos casos analizados corresponden sólo a ejemplos de problemas que se pueden presentar, de una gran variedad de combinaciones en cuanto a las variables conocidas y por determinar.

3.1.2 TECNOLOGIA

El proceso que se vaya a utilizar, se va a basar en una serie de hechos y conocimientos a los que se denominarán Tecnología del Proceso, la cual se obtiene por investigación en un laboratorio de donde se nos proporciona suficiente información para determinar la factibilidad de realizar el proyecto. El laboratorio ya mencionado puede ser el de una universidad, Instituto de investigación o en un laboratorio industrial de una compañía. A la investigación realizada en este lugar la llamaremos Investigación Básica.

Para este caso, el diseño de ingeniería para el proyecto, surge gracias a la información tecnológica que nos proporciona una investigación básica, y que es de naturaleza empírica, por lo que rara vez es posible pasar de nivel laboratorio a nivel comercial, y por esto debe realizarse una cantidad considerable de lo que podría llamarse investigación y desarrollo aplicado, donde se obtendrá la información que permita el diseño de equipo de proceso con un razonable grado de seguridad. Así para el diseño de equipo de proceso y la operación fundamental de un proceso se debe estar provisto de todos los datos e interpretaciones de las corridas experimentales obtenidos en laboratorio y aunado a esto debemos agregar como un consejo valioso la experiencia de personas dedicadas al diseño y operación de plantas.

El desarrollo del proceso, frecuentemente comienza con un estudio en escala de laboratorio en el que se emplea equipo de vidrio o metálico en pequeña escala para la búsqueda de datos, que sirven como referencia

para probar la factibilidad del proceso y como referencia para posteriores investigaciones. Este estudio de laboratorio es un procedimiento no muy costoso. Con los conocimientos actuales de ingeniería química, no es muy frecuente hacer un diseño de una nueva planta, partiendo de los datos en escala del laboratorio porque se presentan algunos aspectos desconocidos e intangibles para el análisis teórico, por lo que es necesario una evaluación empírica de esos factores en un equipo de mayor escala. Aquí es donde entra la operación de una planta piloto que trata de realizar el proceso en la forma que más se le parezca al proceso que se empleará en la planta comercial.

Las plantas piloto son costosas en su construcción y operación, por lo que se trata de reducir la cantidad de trabajo requerido de planta piloto utilizando todos los conocimientos teóricos disponibles para el ingeniero químico.

En las plantas piloto se confirman y obtienen los datos para diseñar los principales equipos considerándose aspectos tales como: corrosión, coeficiente de transferencia de masa y calor, constante de velocidad, resistencia, reactividad, elongación, densidad, etc.

Adicionalmente se realizará una evaluación de la Ingeniería y de la economía del proceso, la cual debe iniciarse antes de efectuar cualquier trabajo de laboratorio. El análisis de costo desde la etapa inicial puede sugerir la dirección y profundidad de las experimentaciones; haciendo la evaluación a intervalos regulares para poder cubrir los nuevos datos y su significado. Todo esto nos sirve como una ayuda a la planeación global del trabajo en laboratorio y planta piloto. En esta evaluación

económica se considera la inversión fija esperada, los costos de producción, la recuperación de la inversión, réditos anuales, utilidades, etc.

La evaluación económica de los procesos debe continuar aún después de que una planta ha entrado en operación y es la base para planes de aumento de producción y la obtención de los costos más bajos de producción.

3.1.3 FUENTES DE TECNOLOGIA E INGENIERIA BASICA

La tecnología e Ingeniería básica de un proceso puede obtenerse - de tres fuentes principales:

3.1.3.1 Tecnología e Ingeniería Básica desarrollada por el propio promotor.

Cuando el promotor es fabricante o está familiarizado con el producto que desea fabricar es muy probable que tenga experiencia en este tipo de plantas y/o disponga consecuentemente de la Tecnología e Ingeniería Básica del proceso; en cuyo caso normalmente proporcionará esta información directamente a la firma de Ingeniería que realizará el proyecto.

3.1.3.2 Tecnología e Ingeniería Básica desarrollada por la propia firma de Ingeniería.

Algunas firmas de Ingeniería mantienen un departamento de Investigación dedicado a determinar la factibilidad de nuevos procesos, al diseño de estos o a realizar innovaciones a los ya existentes. Cuando esto sucede pueden ofrecer la tecnología e Ingeniería básica de algunos procesos.

3.1.3.3 Tecnología e Ingeniería Básica licenciada por un tercero.

Cuando ni el promotor ni la firma de Ingeniería disponen de la tecnología e Ingeniería básica, es frecuente que contraten a un tercero para licenciar el proceso y obtener la tecnología.

3.1.4 ETAPAS PARA ADQUISICION DE TECNOLOGIA

El proceso de obtención de tecnología involucra una serie de actividades complejas, que deben ser realizadas por personal con conocimientos técnicos, económicos y legales, pero, sobre todo con experiencia y habilidad en negociaciones.

El proceso de evaluación y contratación de tecnología consiste básicamente de :

- Localización de posibles licenciadores.
- Análisis y evaluación de los procesos.
- Negociaciones.
- Contratación y registro.
- Adaptación (si requiere).

Dentro del mercado internacional, existen varias compañías que tienen interés o que se dedican a licenciar procesos,

Estos pueden ser consultores o proveedores de tecnologías e ingenierías básicas específicas; proveedores de sistemas completos, proveedores de equipos, fabricantes y firmas de ingeniería.

Cuando se ha contratado a una firma de ingeniería para realizar esta actividad, ésta entra en contacto con los proveedores que a su juicio son los más adecuados para licenciar el proceso, visita sus instalaciones y adquiere información suficiente para realizar una evaluación. A este respecto se debe mencionar que la discusión completa de la forma como se evalúa un proceso es muy extensa, y probablemente requeriría un libro para presentarla, por lo que para el objeto de este trabajo, basta decir que la firma de ingeniería analiza y compara los distintos procesos

en cuanto a aspectos técnicos, económicos, legales, financieros y otros no menos importantes.

Partiendo de la base de que se tiene seleccionado a un licenciado r, se puede iniciar el proceso de negociación de tecnología, el cual tiene por objeto definir las obligaciones y compromisos de ambas partes.

Este procedimiento consiste básicamente en la definición interna de la estrategia y plan de negociación de acuerdo al alcance, el cual deberá soportarse en la parte técnica, económica y legal.

Posteriormente se negocia el contenido del contrato y las condiciones del convenio. Esta discusión deberá ser realizada como se mencionó anteriormente, por un grupo hábil en negociaciones el cual es recomendable que tenga las siguientes características:

- Conocimientos del proceso, materia del contrato y su integración a las operaciones del promotor.
- Conocimiento de las condiciones legales, de mercado, financieras y de impuestos involucrados en el acuerdo del licenciamiento.
- Habilidad para desarrollar y analizar estudios técnico-económicos.

En algunos casos la tecnología e ingeniería básica que se compra, es desarrollada para una capacidad diferente y para operar en condiciones determinadas, por lo tanto si se requiere, la firma de ingeniería -- deberá adaptar la información recibida a los requerimientos específicos del promotor en cuanto a la disponibilidad de materias primas, equipos y materiales, productos y especificaciones de la planta.

3.2 INVESTIGACION DE PROCESOS

La investigación de procesos decide cuál de las tecnologías es la más adecuada para hacer la elaboración de un producto.

La tecnología se puede definir como el conjunto de conocimientos científicos y técnicos que permite desarrollar los medios para generar un producto o un servicio, para que exista una transferencia de tecnología se necesita de un comprador al que se le denomina usuario y de un vendedor llamado tecnólogo.

Normalmente en los países desarrollados, dentro de cada compañía se tiene un departamento denominado de Investigación y Desarrollo, el cual cuenta con programas experimentales de operaciones unitarias, cinética de reacciones y termodinámica. El propósito de dichos planes es alcanzar un mejor conocimiento de estas operaciones, a modo de poder mejorar los procedimientos de diseño y de operación de la planta, estos planes están basados en una selección de objetivos:

- 1) Desde el punto de vista social, político y económico.
- 2) A un análisis de mercado con un
 - a) pronóstico de consumo.
 - b) proyecciones en el horizonte económico
 - c) precios y capacidades.
- 3) A preferencia en tiempo y riesgo.
- 4) Evaluación de recursos (humanos, capital, tecnológicos).

Los pasos principales en la elaboración de este tipo de planes son:

3.2.1) Investigación Bibliográfica

Investigación sobre productos (consumos, precios y calidades), --

Materias primas (precios, disponibilidad, localización), Procesos (patentes, investigación básica, capacidades).

3.2.2) Investigación para creación de un nuevo proceso.

Propiedades físicas y químicas de materias primas y productos (información bibliográfica o determinación experimental,) Estudio de alternativas para síntesis, Estudio de Diagramas de Equilibrio, Catalizadores (preparación, formación, precio, etc.)

3.2.3) Definición preliminar del proceso a desarrollar.

Puede provenir de la creación de uno nuevo, de la modificación o adaptación a un proceso asistente, combinación de los anteriores. Dentro de este paso se involucra el desarrollo de una secuencia del proceso de síntesis, catalizadores a emplear, medios en los que se efectúa la reacción, estimación de los recursos necesarios. En este nivel puede haber de hecho varias alternativas, las cuales serán evaluadas en el siguiente paso.

3.2.4) Comparación preliminar del nuevo proceso con otros existentes.

La comparación involucra los siguientes puntos:

- a) Evaluación de beneficio y riesgo.
- b) Elección de alternativa a desarrollar de acuerdo a la preferencia de tiempo y riesgo.
- c) Asignación de recursos a las alternativas posibles.

3.2.5) Planeación de la experimentación (en caso de desarrollo de un proceso) sus pasos son:

Análisis de la secuencia del proceso de síntesis, análisis de la cinética de reacción y posible influencia de diferentes tipos de cataliza-

dores (condiciones de reacción, tipo de separación, etc.), selección de las variables a controlar en el proceso.

3.2.6) Experimentación y Análisis de la misma.

Se toma en cuenta la siguiente secuencia:

- a) Delimitación y simplificación del objeto de la investigación.
- b) Planteamiento de las hipótesis de trabajo.
- c) Realización de la investigación.
- e) Análisis de resultados.
- f) Obtención de conclusiones.
- g) Elaboración de un informe escrito.

Dentro de este punto el análisis de resultados es muy importante y se debe desglosar desde tres puntos de vista.

Cinéticas	{	Análisis de reacciones químicas con datos experimentales y comparación con teoría y suposiciones. Catalizadores (Influencia) Transferencia de masa. Transferencia de calor
-----------	---	---

Termodinámico	{	Equilibrio físico Equilibrio Químico	}	Función de condiciones de proceso
---------------	---	---	---	-----------------------------------

Estudio de materiales	{	Resistencia Corrosión	}	Involucra conocimientos de las sustancias a manejar para elección de los materiales adecuados de reactores, etc.
-----------------------	---	--------------------------	---	--

Elección final del diagrama de flujo secuencia de operaciones -- unitarias, niveles de las variables, notas sobre materiales y equipo. En este punto es donde se elige ya el proceso en definitiva y se tienen ya elegidas las condiciones de proceso, se tiene el conocimiento de las sustancias a manejar y se tiene un listado de sus propiedades, un catalizador elegido, un conocimiento de la cinética así como un conocimiento de los fenómenos de transferencia de masa y calor de gran importancia en el diseño del reactor.

3.2.7) Desarrollo del proceso (Investigación Básica)

Durante esta etapa se lleva a cabo un estudio de los fundamentos de la operación es decir con los resultados de la experimentación, se trata de sentar las bases para la elaboración de un modelo matemático que da la explicación al proceso o fenómeno objeto del estudio, claro todo esto tratando de encontrar la explicación más simple y completa para los fines de consecución de los objetivos desde el punto de vista ingenieril, como resultado de esta explicación se tratará de evaluar los coeficientes de transferencia y las propiedades fisicoquímicas necesarias para completar el modelo, estableciendo su región de aplicabilidad y validez.

Teniendo ya el conocimiento de dicho modelo se procederá a reducirlo matemáticamente.

Paralelamente se sientan las bases para el equipo en una planta piloto.

Se procederá a realizar una evaluación de costo y duración de la experimentación, se evaluará también cuál es el riesgo en caso de no --

experimentar. Decidir de acuerdo a preferencia cuáles cosas ameritan la experimentación procediendo a asignar los recursos a cada proyecto experimental. Se proyecta el diseño experimental y al mismo tiempo se lleva a cabo el diseño de los equipos necesarios para la planta piloto, la cual es construída, una vez terminada su construcción se llevan a cabo las pruebas iniciales para asegurarse que los materiales de construcción del equipo resistan condiciones de operación a los que se va a someter, que las tuberías no tengan fugas, etc.

El siguiente paso son las corridas experimentales para la obtención de datos de operación reales, diferentes a los obtenidos en el laboratorio y más cercanos a lo que sería el proceso llevado a escala comercial, estas corridas son llevadas a cabo con diferentes modificaciones como son: condiciones de operación, cantidades (materias primas, catalizador), diferente agitación, etc.

3.2.7.1 Formulación de modelos

Aquí se comenzará el escalamiento de los resultados mediante:

3.2.7.1.1 Análisis Dimensional. - La práctica de la Ingeniería química depende de relaciones empíricas, que son ecuaciones formadas de grupos sin dimensiones de variables, elevadas a diferentes potencias, es decir se sabe de qué variables depende la variable analizada, pero no se conoce cuál es su dependencia, estrictamente se supone que la función matemática puede ser expresada como una serie de potencias con un número suficiente de términos:

$$y = C_1 (A^a, B^b, C^c, \dots) + C_2 (A^a, B^b, \dots) + \dots$$

De ahí se analiza las dimensiones de cada una de las propiedades - estableciendo las ecuaciones correspondientes y comparándolas con las - dimensiones de la variable analizada resolviendo el sistema de ecuaciones.

3.2.7.1.2 Modelos Eurísticos.- Existen varias clasificaciones del tipo de modelos a emplear, una de ellas es la siguiente:

I) Modelos de Fenómenos de transporte. Utilizan los principios -- físico-químicos, los cuales a su vez se dividen en:

Atómico Molecular, se utiliza en la formación fundamental, sus - designaciones temáticas son entidades concretas mecánica cuántica, me-- cánica estadística, teoría cinética sus parámetros para análisis son: fun- ciones de distribución e integrales de colisión.

Microscópico, se aplica sólo a casos muy especiales, sus desig- naciones temáticas son los fenómenos de transporte laminar y la teoría -- estadística de la turbulencia, los parámetros de análisis son: coeficientes fenomenológicos (viscosidad, difusión, conducción calórica, coeficiente -- de Sorent).

Gradiente Múltiple. se aplica sólo a casos especiales, la designa- ción temática son los fenómenos de transporte laminar y turbulento; trans- porte en medios viscosos. Los parámetros de análisis son los coeficien- tes de transporte efectivo.

Gradiente Máximo, se utiliza en sistemas de flujo continuo *flujo de pistón*, sus designaciones temáticas son los fenómenos de transporte laminar y turbulento, diseño de reactores. Los parámetros de análisis -- son: coeficientes de transporte de interfase, constantes cinéticas.

Macroscópico, utilización muy amplia, sus designaciones temáti-

ticas son: la ingeniería de procesos, las operaciones básicas, la termodinámica y la cinética clásicas. Los parámetros de análisis son: los coeficientes de transporte de interfase, las constantes cinéticas macroscópicas, los factores de fricción.

II) Modelos de Balance de Población. Se utilizan los balances de población tomando en cuenta la distribución de mezclado, observándolo desde el punto de vista de macromezclado partiendo del micromezclado, detectando los espacios muertos donde no hay mezclado, es decir regiones no uniformes.

III) Modelos Empíricos. Se utilizan datos empíricos ajustados (mínimos cuadrados, etc.)

El objetivo general de estos modelos es reemplazar los distintos por expresiones matemáticas que sean tan rigurosas y a la vez contengan tan pocos parámetros desconocidos como sea posible.

Se debe disponer de dos conocimientos matemáticos.

- a) Las ecuaciones algebraicas o diferenciales que le rigen.
- b) Las condiciones adecuadas tanto iniciales como límite.

La idea de desglosar una clasificación de modelos, que no es la única, es la de transmitir el mensaje de lo importante que es el hacer la elección adecuada del modelo de acuerdo al objeto que se persiga.

3.2.7.2 Determinación de los modelos matemáticos.

La resolución del modelo matemático planteado dependerá del grado de su complejidad, ya que el modelo puede involucrar desde unas simples ecuaciones algebraicas, hasta ecuaciones de diferencia-diferenciales.

3.2.7.3 Desarrollo.

El paso a seguir será la realización de los balances de materia y energía. Esto implica la determinación de las recirculaciones, el consumo de servicios auxiliares y el Diagrama de Proceso.

Se pasa a una etapa de corrección de los modelos para llegar a la Simulación del Proceso con las siguientes metas:

- I) Análisis de Sensibilidad.
- II) Ajuste de Parámetros
 - a) De Equipo
 - b) De Proceso
- III) Búsqueda de condiciones de operación
- IV) Manuales de Operación.

Se realizará después una evaluación económica sobre los costos de producción. A continuación se da una lista de la investigación a realizar en diferentes equipos, dicha lista no es limitativa.

3.2.8 PROCESOS DE INVESTIGACION

Lista de actividades que debe ser realizada por un grupo de investigación, al desarrollar un nuevo proceso y que permite fijar las bases para el diseño posterior por un grupo de Ingeniería de Procesos.

3.2.8.1. Propiedades físicas para cada componente (sólido, líquido o gas).

Peso Molecular	Entropía
Apariencia	Solubilidad del producto en agua
Olor	Solubilidad de agua en el producto
Punto de congelación	Equilibrio vapor-líquido
Punto de ebullición	Coefficiente de actividad
Presión de vapor	Azeotropía con agua
Temperatura crítica	Azeotropía con otro componente
Presión crítica	Sistemas ternarios
Densidad crítica	Conductividad térmica
Densidad	Tensión superficial
Coefficiente de densidad/temperatura	Índice de refracción
Factor de Compresibilidad	Espectro al IR, UV
Contenido de Calor	Condiciones de Seguridad
Capacidad Calorífica	Límite bajo de inflamabilidad
Calor de fusión	Límite alto de inflamabilidad
Calor de evaporación	Punto de flasheo en copa abierta
Calor de solución	Punto de flasheo en copa cerrada
Diagrama de Mollier	Punto de Ignición
Calor de Combustión	Constante Dieléctrica
Calor de formación	Especificaciones industriales
Energía libre de formación.	

3.2.8.2 Reactores

3.2.8.2.1 Información básica

Reacción química
Calor de reacción
Energía libre
Constantes cinéticas

3.2.8.2.2 Datos experimentales

Efecto de concentración
Efecto de conversión
Efecto de mezcla de fluidos

Efecto de presión
Efecto de temperatura
Efecto por trazas de impurezas
Efecto de la configuración del reactor
Efecto del catalizador sobre:

Composición
Concentración
Tamaño de partícula
Envejecimiento
Desgaste
Regeneración
Densidad aparente

Efecto de los coeficientes de transferencia de calor y masa

3.2.8.2.3 Otros datos e información miscelánea

Efecto de impurezas de las corrientes de recirculación sobre - -
reacción.

Condiciones de seguridad (variación de los límites de inflamabili-
dad con respecto a las condiciones de operación).

Efecto de las variables debido a los factores de escalación.

Nivel al cual se pueden controlar las variables para obtener esta-
bilidad.

Problemas experimentales de la operación unitaria sobre:

Lecho empacado o incrementado de la caída en los tubos con respec-
to al tiempo.

Depósito de sólidos (estabilidad térmica de las alimentaciones, -
productos intermedios y productos finales).

Problemas de espuma en reacciones de fase líquido-gas

3.2.8.3 Destilación

Equilibrio vapor-líquido para componentes claves y otros.

Entalpías de todos los componentes.

Miscibilidad de líquidos (más de una fase líquida)

Precipitación de sólidos.

Problemas de espuma

Corrosión

Tipo de facilidades usadas en la experimentación

Eficiencia de plato de la columna o altura de una unidad empacada.

3.2.8.4 Absorción, agotamiento y extracción

Lo mismo que se indica en destilación adicionando el factor K, - para absorción y los coeficientes de distribución para extracción.

3.2.8.5 Equipo de transferencia de calor

3.2.8.5.1 Información requerida para cualquier cambiador de calor.

Razón de su uso o aplicación

Entalpías de los fluidos que son procesados

Datos de corrosión

Característica de ensuciamiento (Incrustación)

3.2.8.5.2 Información específica requerida para condensadores

Características de las fases y su separación

Posibilidades de congelación y solidificación

Possibilidad de cambio en la composición de los vapores a través del condensador que puede dar problemas de corrosión o seguridad.

3.2.8.5.3 Información específica requerida para vaporizadores

Descomposición térmica

Por ciento de vaporización vs sólidos depositados

Limitaciones en el Flux

3.2.8.5.4 Calentadores de fuego.

Flux permisible para la temperatura de operación, velocidad lineal y cambio de fase.

Limitación en tamaño de tubos

Descomposición térmica (depósito de sólidos)

3.2.8.6 Cristalizadores

Curva de solubilidad

Curva de super saturación

Velocidad de cristalización

Configuración del equipo experimental

Destrucción de finos

Presión, temperatura y concentración de operación

Efecto de la distribución del tamaño de partículas

Problemas experimentales de la operación unitaria (taponamiento, descongelamiento, etc.)

Datos de la fragilidad de los cristales.

3.2.8.7 Separadores mecánicos

3.2.8.7.1 Decantadores estacionarios

Velocidad de sedimentación

Solubilidad mutua de las fases principales

Coefficiencia de distribución o traza de impurezas

Viscosidades

Grado de separación requerido.

3.2.8.7.2 Filtros

Velocidad de filtrado y diferentes condiciones de presión, temperatura y tamaño de partícula.

Medio filtrante.

Configuración experimental del equipo

Características del medio filtrante y su espesor.

Filtros que requieren filtro ayuda

Requerimientos de lavado de la torta filtrada

Claridad de las aguas madres

Secado de la torta filtrada

Manejo de la torta húmeda

3.2.8.7.3 Centrifugas (sólido-líquido)

Velocidad de centrifugación para varias fuerzas centrífugas, temperaturas y distribución del tamaño de partícula.

Ciclo de operación o tipo de batch

Medio filtrante en tipos de canasta perforada

Configuración experimental del equipo

Características del riel para centrifugas de canasta perforada y requerimientos para una renovación periódica

Lavado de la torta centrífuga

Claridad de las aguas madres

Secado de la torta

Manejo de la torta húmeda

3.2.8.7.4 Centrifugas (líquido-líquido)

Densidad de las dos fases

Solubilidad mutua

Velocidades de separación para varias fuerzas centrífugas

Problemas de emulsión

3. 2. 8. 8 Secadores

Características de evaporación libre en la superficie y velocidad del secado vs temperatura, concentración y tamaño de partícula.

Estabilidad térmica

Relación de gas recirculado (velocidad lineal)

Tiempo de residencia.

3. 2. 8. 9 Equipo para manejo de materiales (alimentadores, transportadores, etc.)

Densidad aparente

Densidad específica

Distribución del tamaño de partícula

Angulo de reposo

Angulo de deslizamiento

Empaque (características de flujo libre)

Características corrosivas o abrasivas.

3. 2. 8. 10 Equipo de Reducción de tamaño

Potencia requerida por unidad deseada de producto

Características de alimentación

Propiedades abrasivas

Configuración del equipo experimental, superficie, velocidad, etc.

Manejo de finos y material de gran tamaño

Seguridad (peligro de explosión)

3.3 ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS.

3.3.1 INTRODUCCION

El problema de selección de una tecnología adecuada, puede caracterizarse como un conjunto de decisiones con efectos a un largo plazo o indefinido, con un contenido elevado de elementos cuantitativos, tales como inversiones, costos y gastos diversos; pero también incorpora varios elementos no cuantificables como son factores de adaptabilidad de escala, controlabilidad del proceso, efecto del aprendizaje, estado de evolución y vida probable, entre otros.

La metodología más usada es una combinación de evaluación cuantitativa, y ponderación de elementos no cuantitativos por separado.

El proceso de selección se presenta a partir de la detección de oportunidades de inversión. Dichas oportunidades se deben fundamentalmente a :

a) La iniciación de una nueva actividad en la empresa (tal vez con el país), resultado de los planes y estrategias de desarrollo que la misma haya formulado.

b) La necesidad de reemplazar y completar una tecnología que ya se practica, por otra que permita escalas y costos más eficientes, mejores calidades o mayor variedad de productos.

Independientemente de su origen el problema presenta cada vez -- más en nuestro país, las complejidades de una industrialización avanzada, la necesidad de competir internacionalmente y más importante es la exigencia de no gravar la economía con el costo de un desarrollo muy elevado, ya sea por efecto de una tecnología pobre, obsoleta o costosa, como, por el de la escala generalmente pequeña de operación.

3.3.1.1 Panorama de evolución de la tecnología.

Se pueden presentar cuatro etapas en la historia de una tecnología.

Fase I: es aquella que ofrece el futuro más promisorio, pero los riesgos pueden ser muy serios.

Fase II: es aquella en la cual la tecnología ya no implica tanto riesgo, debido a que ya ha sido probada.

Fase III: es aquella en la que apenas se manifiesta la competencia de una nueva tecnología.

Fase IV: es cuando la tecnología en cuestión ya está retirada frente al nuevo proceso, si bien, los costos de adquisición pueden ser insignificantes, su gasto de competitividad es bajo.

Se debe notar que cada tecnología nueva representa un paso hacia una estructura física o química del proceso más simple que implica menos etapas de transformación o combinación de varias en una; uso más racional de las energías requeridas o disponibles del proceso, etc.

De igual forma cada avance tecnológico permite operar a escalas aún mayores y más económicas.

Las implicaciones para el planificador son pues claras; dependiendo del horizonte a considerar, deberá arriesgarse al usar una nueva tecnología siempre que importe la escala de operación y la posibilidad de competencia internacional sea de consideración; en caso contrario se debe de usar una tecnología probada cuya Fase IV está suficientemente alejada en el horizonte considerado.

En casos como el de México, quisiera uno contar con el potencial que ofrezca una tecnología en las fases I y II, sin los riesgos consecuentes

de una corta vida remanente o pobre habilidad competitiva, pero tampoco sin los altos costos que implica una tecnología ya demostrada valiosa y eficiente

La secuencia a seguir en caso de que se desee adquirir una tecnología serán desglosadas a continuación, en orden secuencial, en cada una de las etapas se recalcarán puntos relevantes en el proceso de selección de tecnología, explicando cuál es la razón.

3.3.1.2 - Búsqueda de la tecnología.

El esquema de búsqueda de procesos alternativos o aún competitivos cuyos principios físicos o químicos sean esencialmente iguales, pero puestos en práctica, en diferentes formas, apoyándose en la literatura técnica y de patentes. La idea de dicha investigación es situar el marco de los diferentes procesos.

En esta primera etapa es importante detectar las características de los diferentes procesos, se lleva a cabo, fase gaseosa, fase líquida, o ambas (dadas por temperaturas y presiones), concentraciones obtenidas, tipo de purificación (extracción, destilación, u otro), si se usa catalizador o no.

Un examen técnico de estas variables permite realizar una síntesis preliminar de las principales etapas que tienen los procesos, si es que no están reportadas. Se elaborarán descripciones y diagramas de bloques de los diferentes procesos.

Después de esto es recomendable estimar la consistencia termodinámica del proceso (por ejemplo existen puntos fuertemente exoérgicos junto con otros exoérgicos, en cuyo caso la recirculación de corrientes,

puede ser un elemento fundamental de economía), así como los puntos críticos en cuanto a seguridad se refiere a límites de inflamabilidad, toxicidad o contaminación, por ejemplo, si es posible se deberá detectar posibles puntos en el proceso que requieran tratamiento especial.

Es necesario una vez conocido el proceso saber los consumos típicos y las especificaciones e información general de materias primas a usar para conocer posibles limitaciones. Para el producto terminado se buscarán las especificaciones para con ello saber si se cumplen o no las especificaciones necesarias de acuerdo al mercado (propuestas en el estudio de mercado), en caso de no cumplir se deberá ver cómo afectan al uso de producto, si afectan se deberá detectar qué cambios hay que hacer para que se cumpla con las especificaciones, en caso de que no, qué otros usos potenciales podría arrojar, para realizar otro estudio de mercados. Respecto a esta última información, es iniciada en este punto y complementada al ponerse en contacto con los proveedores de tecnología.

Para la realización de una estimación de inversión es necesario conocer los conceptos causales de la misma, para lo cual se recopilará información basándose en los conocimientos acerca del proceso o procesos y las operaciones unitarias involucradas.

La etapa debe complementarse con una investigación comercial de los distintos licenciadores, estos datos nos darán una idea de la antigüedad del licenciador en el mercado, lo cual refleja su experiencia.

Los puntos principales de esta investigación son: información de las compañías a las que ha vendido su tecnología (para referencias del licenciador), la capacidad de las plantas que tienen en operación y capacidad

de las plantas que fueron hechas con su tecnología (se pueden usar las listas anuales de la "Hydrocarbon Processing") y capacidad de las plantas que están en construcción, así como el costo estimado de las mismas, año de arranque de las plantas, localización de las mismas. Se investiga la posición relativa de los proveedores de Tecnología en el mercado internacional.

Con los elementos descritos, es posible estructurar ya una relación de candidatos y un cuestionario detallado que permita consolidar el análisis hecho hasta este punto. Algunas personas señalan la necesidad de hacer contacto personal con el posible licenciador, para evidenciar la seriedad del estudio y obtener información de calidad uniforme, particularmente en los incisos en los que la fase del estudio haya señalado como crítica.

Es posible realizar esta fase sin haber profundizado en la primera, pero no es recomendable hacerlo; un conocimiento razonable previo a los contactos permite recolectar la información indicada sin adquirir aún compromisos limitativos, respecto a la diseminación y el uso de la información solicitada, que es importante evitarlos antes de la evaluación definitiva.

Cuando el promotor, empresario o grupo empresarial interesado en desarrollar un determinado proyecto, no dispone de los medios económicos y técnicos para haber desarrollado o implementado su propia tecnología, tiene que contratar ésta con los posibles licenciadores, que en la mayoría de los casos son extranjeros.

3.3.1.3 Tipos de licenciadores de tecnología

Dentro de la industria química, se pueden encontrar los siguientes grupos principales de proveedores o licenciadores de tecnología:

3.3.1.3.1 Aquellos proveedores que son instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo de nuevos procesos industriales, pero que no se interesan en tener sus propias fábricas. Su principal interés radica en el suministro de la ingeniería básica, de procesos y de detalle necesaria para la realización del proyecto y en ocasiones, abarca también la supervisión del montaje y del arranque de la nueva planta. Su experiencia práctica del proceso puede ser limitada, ya que depende de la información proporcionada por las plantas existentes. La mayoría de las veces no tienen interés por participar en la formación de la nueva empresa.

3.3.1.3.2 Aquellos proveedores que son productores y que desarrollan e implementan sus propios procesos industriales. Su interés principal radica en el suministro de la ingeniería, parcial o completa y en la asistencia técnica para el montaje y el arranque de la nueva planta.

Es común encontrar en este tipo de proveedores, interés por participar financiera y comercialmente en la formación de la nueva empresa.

Debido a que operan sus propias plantas, su experiencia práctica del proceso es grande y confiable.

Es común encontrar aquí a las empresas multinacionales interesadas en la creación de empresas subsidiarias en otros países.

3.3.1.3.3 Aquellos proveedores que son fabricantes de maquinaria y equipo. Su principal interés radica en la venta de sus productos (bienes de capital) y en la asistencia para el montaje y arranque de los mismos. Estos

Los proveedores transmiten al comprador los conocimientos necesarios para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, por lo que el costo de la tecnología está incorporado en el precio de estos. Debido al grado de experimentación de estos proveedores con los equipos que fabrican, se puede decir que su experiencia es confiable.

Aunque el campo de acción de estos proveedores de tecnología se ve limitado a procesos relativamente simples, es importante hacer notar que existen los proveedores de las llamadas "plantas paquete" o plantas completas que caen también dentro de esta clasificación, aunque con mayor grado de sofisticación.

Generalmente los proveedores pertenecientes al primer grupo (tipo consultor) manifiestan mayor disposición e interés para que se proceda con estudios de adaptación de su tecnología a las condiciones locales. En cambio, los proveedores que son fabricantes de equipo, muestran poco interés por realizar un gran número de cambios en el proceso, ya que esto generalmente conduce a reemplazar algunos equipos de manufactura nacional, y en otros casos, a especificar equipos diferentes a los propuestos por el proveedor.

De lo anterior, se puede establecer que si se desea aumentar el contenido de equipos de manufactura nacional, es conveniente tratar con consultores o firmas de ingeniería, para quienes el beneficio de una operación no está ligado directamente a la venta de equipos determinados. Sin embargo, este tipo de proveedor puede basar sus utilidades en la venta de ingeniería de detalle que también puede realizarse en México, para lo cual es indispensable que se defina claramente aquellos elementos que realmen

te deben ser importados y aquellos que pueden elaborarse localmente.

Adicionalmente a los factores mencionados, es necesario hacer -- consideraciones de tipo financiero, ya que en un gran número de casos los fabricantes de equipo, sobre todo los europeos, ofrecen planes de financiamiento que pueden ser atractivos. En cambio, los proveedores de tecnología tipo consultor o firma de ingeniería, generalmente no ofrecen este tipo de facilidades.

Al estudiar las posibilidades de adaptación de la tecnología a las condiciones locales, es conveniente contar con la cooperación del proveedor de la misma, ya que su experiencia puede ser de gran valor cuando se trata de sugerir soluciones y alternativas para aprovechar las diferencias básicas que existen entre unas y otras condiciones.

Se recomienda establecer que las innovaciones obtenidas como resultado de este proceso, deberán ser consideradas en beneficio tanto -- del proveedor de tecnología como del empresario local que ha realizado -- el desarrollo de las mismas. Esta es una de las consideraciones que se deben establecer claramente al realizar las negociaciones y en las que -- generalmente los proveedores del tipo consultor se presentan más entu-- siastas que los fabricantes de equipo.

La participación de las entidades nacionales productoras de tecnología ha demostrado ser de gran utilidad en el proceso de selección de -- proveedores, ya que si bien no cuentan con la capacidad para desarrollar todas las tecnologías que son necesarias, sí poseen los elementos para -- asesorar al empresario en las etapas de selección, haciendo búsquedas - exhaustivas de los proveedores, estableciendo contacto con ellos, obte--

niendo y evaluando la información referente a las tecnologías que se proponen y elaborando informes que sirvan para obtener la tecnología en las condiciones más favorables.

La participación de firmas de ingeniería nacionales, ha sido también un factor complementario a las actividades de estas instituciones de investigación, ya que el alcance de las negociaciones que una institución de tipo no lucrativo puede realizar, se limita generalmente a los aspectos técnicos: en cambio las firmas de ingeniería intervienen en la realización de negociaciones comerciales, contratación y ejecución del proyecto.

3.3.1.4 Contactos con los proveedores de tecnología.

Ya seleccionados los procesos y los proveedores más importantes, se establece contacto con ellos solicitando información de tipo no confidencial para realizar una preselección de ellos.

La información que acompaña la petición de información está formada por:

3.3.1.4.1 Información General.

- A) Productos y capacidad de la planta
- B) Tipo de proceso del cual se quiere la tecnología
- C) Localización del terreno
- D) Condiciones ambientales
- E) Especificaciones Generales de los Servicios (características)
- F) Infraestructura del lugar.
- G) Disponibilidad para manejo de efluentes.

Dicha información que se observa representa las bases genera--

les del proyecto, necesarios para el diseño de la planta.

Es importante que desde este momento el licenciador se de cuenta de la seriedad del proyecto.

La información que se pide a continuación no es limitativa, sino -- que es la mínima información requerida para la preselección de las tecnologías y es la solicitud propiamente dicha, aquí se le agregan algunos comentarios pertinentes.

3.3.1.4.2 Información requerida:

a) Especificaciones de materias primas y reactivos: para efectos de comparación deberán ser transformados a unidades congruentes con -- las que se tienen, o si no, pedirle al proveedor de tecnología las unidades en que se quieren dichas especificaciones.

b) Especificaciones de producto terminado; opera lo mismo que en el inciso anterior.

c) Requerimientos de materias primas y eficiencias: se maneja en esta etapa una eficiencia global del proceso.

d) Desglose de los servicios requeridos y sus consumos: se utiliza para saber el costo de los servicios y sirve para el cálculo de la inversión, se componen de agua de proceso, vapor, agua enfriante, electricidad, aire de proceso, otros conceptos.

e) Tipo de instalaciones auxiliares requeridas.

f) Lista de equipo: entre más completa esté es mejor, ya que para el cálculo de la Inversión es esencial, debido a que se fundamentan todos los demás costos como un puntaje de este concepto.

g) Mantenimiento y Operación: los datos aquí obtenidos sirven - -

para el cálculo de los costos de operación y mantenimiento, para la evaluación del período de recuperación de la inversión.

g. 1) Capacidad de la planta para todos los productos.

g. 2) Factor de operación ("On - Stream Factor").

g. 3) Requerimientos de fuerza de trabajo y supervisión para operación.

g. 4) Requerimientos de fuerza de trabajo y supervisión para mantenimiento incluyendo materiales.

g. 5) Flexibilidad de operación y nivel mínimo de utilización de la planta.

g. 6) Confiabilidad de operación del proceso.

g. 7) Problemas de corrosión.

h) Problemas y costo de arranque. Datos que sirven también para elaborar el estimado de la inversión.

i) Normas de diseño de la planta (incluyendo normas de seguridad).

j) Materiales de construcción de equipos.

3.3.1.4.3 Información adicional:

a) Licencias otorgadas (fechas, compañías, capacidad y localización).

b) Territorio de licencia y condiciones de exclusividad

c) Costo de la licencia y forma de pago.

En el caso de procesos continuos es conveniente detectar en este punto la capacidad mínima operable ("turn-down-capacity") que es el nivel más bajo al que todavía es físicamente posible operar la planta; sucede --

que algunos procesos muy económicos gracias a su alta reutilización de energía, y lo logran vía recirculaciones de gran magnitud, en cuyo caso es muy difícil mantener la planta operando a niveles muy inferiores a su capacidad de diseño, lo cual puede ser difícil de corregir en nuestro medio en el que se buscan capacidades que satisfagan 4 ó 5 años de la demanda proyectada que crece a ritmos altos, por lo que no es raro el caso en el que se planea iniciar operaciones a un 50 ó 60% de la capacidad de diseño. En estas condiciones, procesos que desde otros puntos de vista son -- muy deseables por su alta eficiencia, pueden resultar inconvenientes.

3.3.2 INTRODUCCION A LOS ANEXOS 3.3.2.I y 3.3.2.II

En el anexo 3.3.2.I se presentan las generalidades acerca de la polimerización dentro de las cuales destacan dos puntos de importancia que son: a) mecanismos de polimerización y los diferentes tipos de medios para llevar a cabo la polimerización; b) estudio acerca de los catalizadores empleados en la polimerización del polipropileno.

Se incluye también una lista de los posibles licenciadores, dicha información fue tomada de la revista Hydrocarbon Processing, HPI Construction Boxscore, Junio 1981.

En el anexo 3.3.2.II se presentan las descripciones de los diferentes procesos divididas en dos bloques procesos con catalizadores y procesos sin catalizadores. Se muestran tablas comparativas y se señalan los puntos por los cuales el número de licenciadores se redujo a tres.

ANEXO 3.3.2.I

A N E X O

3.3.2.1 Introducción

3.3.2.1.1 Polímero

3.3.2.1.1.2 Polimerización

3.3.2.1.1.3 Elemento estructural

3.3.2.1.1.4 Unidad Estructural

3.3.2.1.1.5 Grado de polimerización

3.3.2.1.1.6 Grado de polimerización promedio

3.3.2.1.1.7 Pesos moleculares.

3.3.2.1.2 Mecanismos de polimerización

3.3.2.1.2.1 Polimerización catiónica

3.3.2.1.2.2 Polimerización aniónica

3.3.2.1.2.3 Polimerización por radicales libres

3.3.2.1.2.4 Polimerización por coordinación.

3.3.2.1.3 Estereoquímica y cristalinidad del polipropileno

3.3.2.1.4 Copolimerización

3.3.2.1.4.1 Homopolímero

3.3.2.1.4.2 Copolímero

3.3.2.1.4.3 Copolímeros del propileno

3.3.2.1.5 Sistemas de polimerización

3.3.2.1.5.1 Sistemas homogéneos

3.3.2.1.5.2 Sistemas heterogéneos

3.3.2.1.6 Sistemas catalíticos

3.3.2.1.6.1 Catalisis por óxidos metálicos

3.3.2.1.6.2 Catalizadores del tipo sílica-alúmina

3.3.2.1.6.3 Catalizadores del tipo Ziegler-Natta

3.3.2.1.7 Conclusiones

3.3.2.1.1. INTRODUCCION

3.3.2.1.1.1. - ¿ Qué son los polímeros ? La palabra polímero proviene del Griego y significa (poli-muchos, meros-partes). Un polímero contiene un gran número de agrupaciones idénticas de átomos, los cuales son llamados monómeros (mono-una, meros-parte), la unión de estos monómeros por medio de enlaces químicos recibe el nombre de polímeros y cuyos valores de peso molecular llega a ser muy elevado.

3.3.2.1.1.2. Polimerización. - Al proceso de formación de una macromolécula o polímero, a partir de monómeros se le conoce como polimerización. La polimerización puede verificarse mediante diferentes mecanismos, los cuales serán estudiados posteriormente; así como también se puede efectuar a través de distintos sistemas de polimerización y cuya descripción se hará también posteriormente.

3.3.2.1.1.2. - Elemento estructural. - El elemento estructural es el conjunto básico de átomos cuya estructura se repite un sinnúmero de veces. En general, en los homopolímeros, el elemento estructural coincide con la unidad estructural.

3.3.2.1.1.4. - Unidad estructural. - La unidad estructural es la molécula monomérica que se repite muchas veces. En polímeros sencillos la unidad estructural es el conjunto mínimo de átomos que siempre se repite. Por ejemplo en el polietileno : (CH₂)

3.3.2.1.1.5. - Grado de polimerización. Es el número de unidades estructurales que tiene la cadena polimérica. Por ejemplo en el polipileno: (- $\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ - CH₂ -)_n

n es el grado de polimerización. Cabe mencionar que no se incluyen grupos terminales ya que estos pueden variar en ciertos polímeros de acuerdo al tipo de obtención. Este grado de polimerización es promedio debido a la aleatoriedad que existe en el proceso de polimerización y en los distintos tamaños de las macromoléculas.

3.3.2.1.1.6. - Grado de polimerización promedio. Se refiere al número promedio de unidades estructurales en la molécula. Se obtiene de dividir el número total de unidades estructurales entre el número total de moléculas.

3.3.2.1.1.7. - Pesos moleculares. - Dada la naturaleza de las reacciones de polimerización, los pesos moleculares que resultan, al obtenerlos experimentalmente, son en realidad el peso molecular promedio y la amplitud de su distribución.

3.3.2.1.1.7.1. - Peso molecular numeral. - El peso molecular promedio obtenido para una mezcla de manera experimental, de distintas moléculas se conoce como peso molecular numeral y resulta de la medición de propiedades coligativas y se representa por M_n . Se obtiene dividiendo la masa de todas las moléculas presentes entre el número total de ellas. Para el polipropileno comercial, este valor está en el rango de 75,000 a 200,000.

3.3.2.1.1.7.2. - Peso molecular peso promedio o ponderal. - Cuando la técnica para determinar experimentalmente el peso molecular no es mediante propiedades coligativas, sino mediante propiedades como viscosidad, dispersión luminosa al estado coloidal, velocidad de sedimentación

ultracentrífuga, etc., que son propiedades que involucran el tamaño y forma de las moléculas, así como su flexibilidad se determina el peso molecular promedio y se representa por \bar{M}_w . Se obtiene como la suma de la masa de las moléculas de cada tamaño por su masa molecular entre la masa total de todas las moléculas. En el caso del polipropileno comercial este valor oscila entre 300,000 hasta 700,000.

Una relación de estos pesos moleculares indica que tan homogéneamente están distribuidos los pesos moleculares. Cuando todas las moléculas son del mismo tamaño, la relación será la unidad, en cambio cuando se trata de una mezcla de moléculas de distintos tamaños, la relación \bar{M}_w / \bar{M}_n será mayor a la unidad, Para el caso del polipropileno este valor es generalmente de 3 a 7.

3.3.2.1.2. - Mecanismos de polimerización.

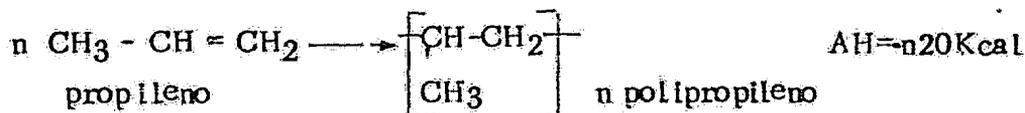
Si se estudia la polimerización desde el punto de vista de los mecanismos de reacción, podemos señalar los siguientes:

- a) Iónicos (catiónicos y aniónicos).
- b) De radicales libres
- c) De coordinación

Estos mecanismos, algunos más que otros, son verificados en los procesos que se realizan para la producción de polipropileno, dependiendo del catalizador empleado y de las características deseadas del producto final. Gran número de investigadores han propuesto mecanismos de polimerización dependiendo del catalizador, así como las condiciones específicas a las cuales trabajan. En la literatura existen infinidad de referencias sobre la polimerización de propileno en todas sus formas y con un -

gran número de catalizadores y mezclas de estos.

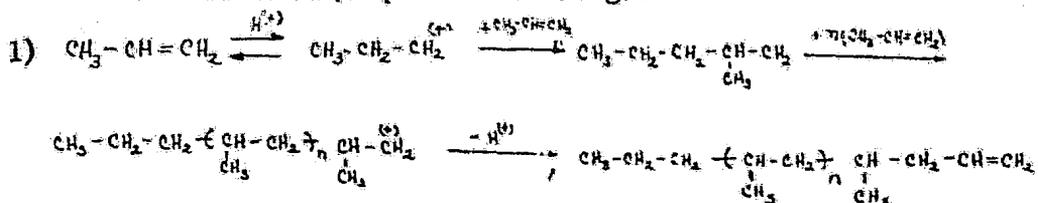
Reacción general de polimerización:



3.3.2.1.2.1 Polimerización Catiónica.

La polimerización catiónica requiere de reactivos ácidos, se puede llevar a cabo con ácido fosfórico y/o sulfúrico, obteniéndose únicamente dímeros, trímeros, tetrámeros, etc., es decir, oligómeros. Los catalizadores típicos son los ácidos de Lewis, Friedel y Crafts, tales como AlCl_3 , AlBr_3 , BF_3 , SnCl_4 , H_2SO_4 y otros ácidos fuertes. Estos catalizadores son fuertes receptores de electrones, excepto los ácidos protónicos fuertes que requieren de un catalizador para iniciar la polimerización; usualmente este último puede ser una base de Lewis u otro donador de protones el cual resulta buen iniciador. La alta rapidez de polimerización a bajas temperaturas es la característica de las polimerizaciones iónicas. Los catalizadores promueven la formación de ión carbónico esencial en este tipo de polimerizaciones.

El mecanismo propuesto es el siguiente:



3.3.2.1.2.2 Polimerización aniónica.

Las polimerizaciones aniónicas, en su mayoría, son desencadenadas por la adición directa de bases o por transferencia de electrones. Las sustancias polimerizables por la vía aniónica son derivadas de las ole-

finas con sustituyentes que atraen electrones. Resultan a veces difíciles de realizar puesto que existen pocos aniones capaces de adicionarse fácilmente a los enlaces alquénicos. En medios apolares se inhibe la disociación de la molécula de iniciador haciéndose más lenta la polimerización. Los disolventes adecuados son los éteres y bases de nitrógeno, tetrahidrofurano, etilenglicol-dimetil eter, dietilenglicol-dimetil eter, piridina, amoníaco. Como iniciadores se tienen las bases de Lewis, metales alcalinos, alcoholatos, celtos metálicos, fosfinas y compuestos de Grignard.

El mecanismo propuesto es el siguiente:

$Y: ^- \text{ Nucleófilo} = \text{Iniciador}$



3.3.2.1.2.3. - Polimerización por radicales libres.

Se inicia con la formación de un radical libre que puede ser producido por distintos medios físicos y químicos. Una vez formado el radical libre, éste se va adicionando a moléculas del monómero, el cual, a su vez va propagándose y formando macroradicales libres.

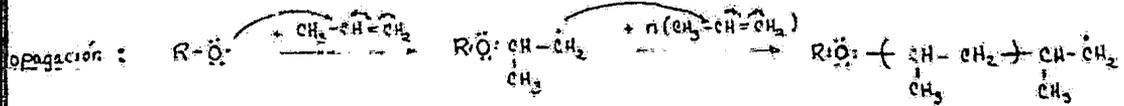
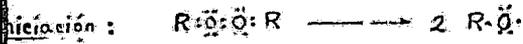
Para formar los radicales es necesario separar homolíticamente a los enlaces covalentes. En la mayoría de los casos, los radicales son producidos en el seno del monómero mismo o en el seno de la reacción; esto es debido al tiempo de vida media de los radicales. Entre los iniciadores de la polimerización podemos nombrar a los siguientes:

Peróxidos : Peróxido de benzoilo.

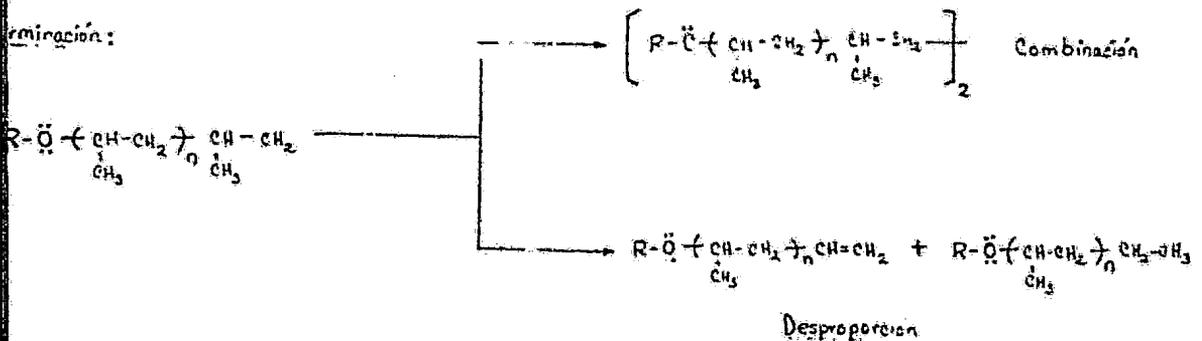
Persulfatos: persulfato de potasio

Compuestos azo: Azoisobutironitrilo

El mecanismo propuesto es el siguiente:



Terminación:



3.3.2.I.2.4. - Polimerización por coordinación.

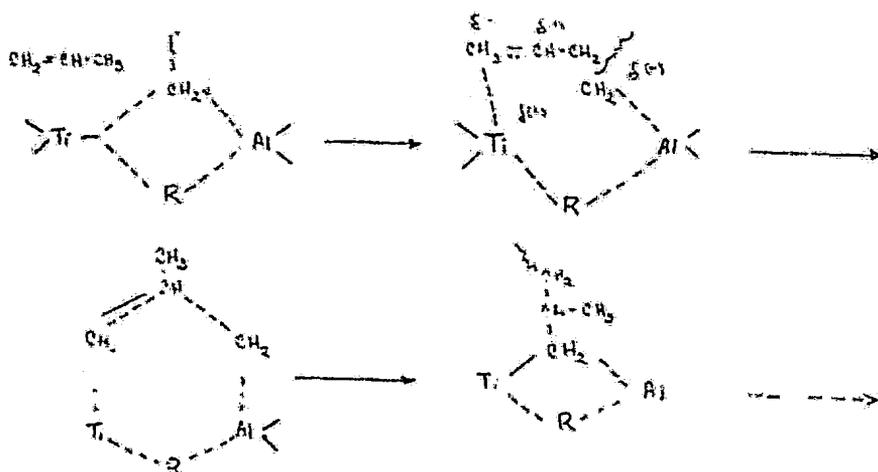
El mecanismo de coordinación puede ser iónico o de radicales libres. La más común es la polimerización por coordinación aniónica.

En la polimerización por coordinación aniónica se produce generalmente polipropileno isotáctico. El catalizador puede ser muy variado, encontrándose generalmente combinaciones tales como trialquilaluminio con $TiCl_3$ los cuales favorecen la producción del tipo isotáctico. De un exacto o adecuado sistema catalítico empleado dependen las características finales del producto, una combinación de catalizadores tales como el triisobutylaluminio y óxido de vanadio, conduce a un polímero de alto peso molecular en pentano. Las más satisfactorias de las catálisis para altos

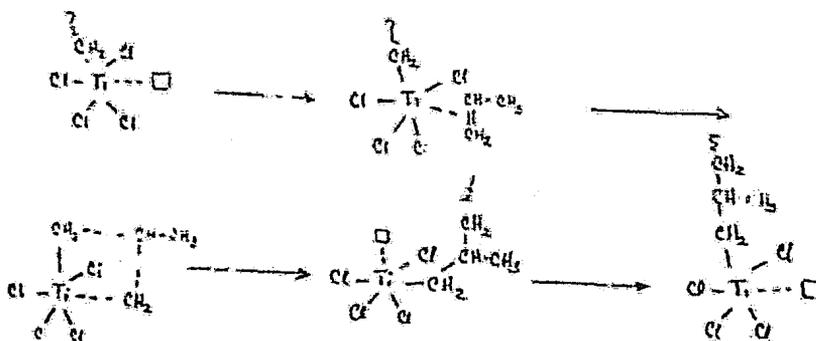
rendimientos (90-99%), dependiendo de la temperatura, para el polipropileno isotáctico, están basadas en las variedades púrpuras de $TiCl_3$ (α, β, γ). El cloruro de dietilaluminio es un activador muy satisfactorio, también las mezclas de dicloruro de etilaluminio y las bases de Lewis pueden ser empleadas.

El mecanismo propuesto es el siguiente:

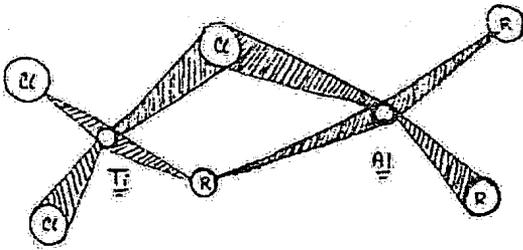
Mecanismo Bimolecular



Mecanismo Homogéneo



: indica un vacío para el orbital octaédrico electrónico del titanio



Trialquilaluminio

+

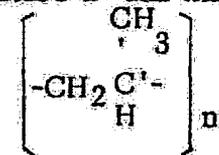
Tricloro titanio

3.3.2.1.3. - Estereoquímica y cristalinidad del poli propileno. -

Con la polimerización tipo Ziegler son obtenibles únicamente - - tres polipropilenos isómeros. Estos han sido referidos por Natta como formas isotáctica, sindiotáctica y atáctica. La forma este reoregular isotáctica, y sindiotáctica pueden cristalizar, la forma al azar o atáctica, en contraste, no puede cristalizar. El polipropileno más comercial es considerado esencialmente el isotáctico. Dependiendo de la catálisis específica y de las condiciones de reacción, relativamente pequeñas entre las - del atáctico en estereobloques (segmentos atáctico isotáctico) y, para me - nores tamaños, la estructura sindiotáctica también puede encontrarse en las resinas comerciales.

El examen del PP mediante rayos X indica que la mayoría de las -- cadenas principales poliméricas tiene una estructura lineal regular, resul - tando de la unión cabeza cola de polímero monómero, unidos de una ma - nera tal en el átomo de carbón asimétrico del polí-

mero que dan una configuración esférica. En esta situa



ción, si la cadena de átomos de carbón es colocada en un plano, todos -- los grupos metálicos unidos a los átomos de carbón asimétrico deben ser colocados en el mismo lado de la cadena principal. Sin embargo, una - -

estructura plana de este tipo es distinta, por los requisitos estéricos de los grupos metil. Para acomodar estos, una espiral de la cadena principal en una configuración helicoidal tomará lugar.

Este arreglo de hélice de la cadena polimérica en la red del cristal de PP isotáctico da un mayor punto de fusión que el polietileno en su cadena plana de zig-zag. Cuatro arreglos del pp isotáctico son teóricamente posibles: dos hélices de mano derecha con inclinaciones opuestas de los metilos de las cadenas y, similarmente, dos de mano izquierda. El segundo isómero estereoregular de PP es el sindiotáctico, es formado por una adición cabeza cola del monómero unido de tal forma que el lado de los grupos metil alterna regularmente de un lado de la cadena principal al otro y corresponden a cuatro monómeros unidos. Los métodos para preparación de PP sindiotáctico, generalmente incluyen más catálisis homogéneas que la heterogénea y mucho más bajas temperaturas de polimerización (-78°C). El balance de las pobres propiedades del PP sindiotáctico en comparación con la forma isotáctica menor punto de fusión e incremento en la solubilidad en una cristalinidad equivalente, se ha hecho, y muy pocos PP sindiotácticos han sido aprovechados para su estudio.

La principal forma cristalina de PP isotáctico ha sido obtenida de formas α . Una segunda forma denominada no cristalina o "smectic", se logra por un templado rápido, fundiendo a baja temperatura o dragando en frío las formas α . Esta forma de paracristalinidad ha sido caracterizada como un agregado de moléculas (o segmentos de moléculas) en que porciones de cadenas individuales mantienen la estructura de hélice estableciendo el cristal monoclinico, pero en las cuales es insuficiente

el orden lateral de la cristalinidad convencional. La forma "smetic" se obtiene de formas α en caliente.

Además de las α y "smetic", dos formas adicionales, β y δ se han encontrado. Como en la forma α , ambas tienen configuración de cadena de hélice ternaria. Un templado rápido del polímero de la temperatura de fundido entre 100 y 130°C ha sido usada para producir la forma β . La forma δ es triclínica y ha sido el resultado de la cristalización a alta presión. Se puede pasar las formas smetic, β y δ a la α a elevadas temperaturas. La forma δ también puede ser convertida a la α por una deformación mecánica. Cuando la cristalización ocurre en sobrefundido, por ejemplo, como durante el girado de fibras, la forma α es la especie siempre predominante.

La formación de agregados cristalinos simétricamente cercanos -- llamados esferulitas, es reconocido como un modo característico de cristalización del fundido. Cuando la cristalización es completa, las esferulitas son generalmente en forma polihédrica, teniendo crecimiento radial hasta que el volumen es estéricamente llenado. Dependiendo de las condiciones específicas de cristalización, las esferulitas de PP pueden tener un rango en el diámetro de cerca de 1 a 100 micrones.

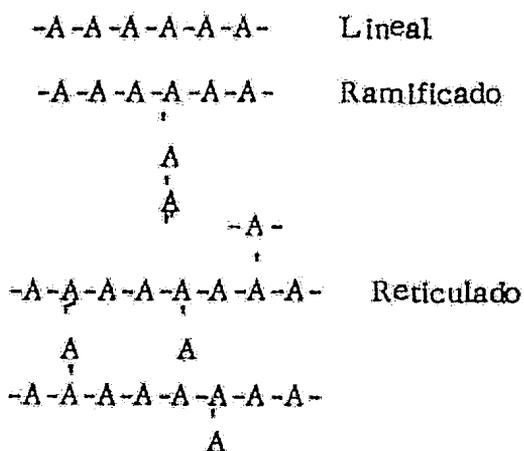
Los tipos I y II de esferulitas consisten de la forma cristalina -- α ; los tipos III y IV consisten de la forma β y el quinto tipo --- comprende la forma δ . Ambos tipos de esferulitas I y II fundidos a -- 167°C, que es el punto de fusión de la forma cristalina α . El punto de fusión de las esferulitas III y IV es cerca de 150°C.

La forma del PP puede tener una importante influencia en las pro-

propiedades físicas y mecánicas del polímero. Dentro de rangos definidos, el control de la temperatura, la presión y flujo del monómero durante la elaboración del polímero son importantes.

3.3.2.1.4 Copolimerización.

3.3.2.1.4.1 Homopolímeros. - Los homopolímeros son macromoléculas caracterizadas por la repetición de la única unidad estructural y cuyo peso molecular es algún múltiplo del peso molecular de esta unidad. Pueden presentarse tres tipos de estructuras homopoliméricas, las cuales son la lineal, la ramificada y la reticulada. Los ejemplos de estas estructuras se muestran a continuación:



3.3.2.1.4.2. - Copolímeros. - El copolímero es una macromolécula caracterizada por la repetición de dos o más unidades estructurales. Existen distintos tipos de copolímeros según sea la formación de éste en el copolímero. Los distintos tipos son el alternado, el copolímero al azar (random), el copolímero en bloque, el copolímero Graft o Injerto y el copolímero reticulado. Los ejemplos de estas estructuras se muestran a continuación:

-A-B-A-B-A-B-A-B- , Copolímero alternado
 -A-A-B-A-B-B-A-B-B- Copolímero al azar
 -A-A-A-A-B-B-B-B- Copolímero en bloque
 -A-A-A-A-A-A-A-A Copolímero Graft
 B B
 B B
 B B
 Injerto

-A-B-A-A-B- Copolímero reticulado
 B A
 -A-B-B-A-B

La diferencia entre los copolímeros en bloque y los copolímeros Graft reside en el arreglo de los segmentos homopoliméricos o bloques -- dentro de su estructura, ya que la mayoría de las propiedades físicas y -- químicas están relacionadas con la distribución de estos segmentos y no tanto con el hecho de que sean lineales o ramificados.

Son copolímeros lineales en bloque las estructuras del tipo :

-A-A-A-A-A-A-A-B-B-B-B-----B-B-B-A-A-A-A-A-A-
 -A-A-A-A-A-A-A-BABBAABBABBBABBB---

En los copolímeros Graft la cadena principal está unida a ramifi-- caciones (cadena de menor tamaño, que reciben el nombre de grafts y -- corresponden a los siguientes tipos de estructuras en donde la cadena -- principal y las ramificaciones son homopoliméricas pero de monómeros -- distintos cada una.

-A-A-A-A-A-A-A-----A-A-A-A-----
 B B
 B B
 B B

El copolímero en bloque contiene segmentos largos de polipropileno isotáctico que está químicamente unido a segmentos de polietileno o copolímeros al azar de propileno etileno. Estos copolímeros tienen habitualmente alta cristalinidad, debido a las propiedades a altas temperaturas del polipropileno, y a las bajas temperaturas de obtención del polietileno. En la manufactura de los copolímeros en bloque, puede ocurrir alguna copolimerización al azar, especialmente en la porción de la cadena lineal donde los bloques están unidos. El nivel de copolimerización al azar afecta las propiedades físicas del material plástico final. Existen también algunas cuestiones de si los bloques de polietileno y el polipropileno están siempre químicamente unidos.

Una mezcla mecánica de los homopolímeros imparte también una mejoría a las propiedades a bajas temperaturas. Se ha encontrado que el esfuerzo al impacto de copolímero en bloque propileno-etileno se incrementa rápidamente a medida que el índice de viscosidad disminuye en el rango de 6 a cerca de 1.5; que es el incremento del peso molecular del polímero.

Los copolímeros al azar también tienen un incremento en la resistencia al impacto comparado con los homopolímeros del propileno. Tienen baja resistencia al esfuerzo, baja cristalinidad y mayor claridad que el copolímero en bloque y tienen un grado similar de etileno repartido uniformemente en el plástico en las unidades ($-C_3H_6$ y C_2H_4).

Los copolímeros Graft, en los cuales específicamente se emplea como monómero acrilatos, son graft copolimerizados con propileno, obteniendo mejoras en las propiedades a bajas temperaturas. Una técnica -

de oxidación es seguida para producir polipropileno-hidroperóxido. La copolimerización Graft se verifica por un mecanismo de radicales libres.

3.3.2.1.5 Sistemas de Polimerización.

Hay dos tipos de sistemas de polimerización, los que son de una sola fase, sistemas homogéneos y los que son de dos o más fases, los sistemas heterogéneos.

3.3.2.1.5.1 Polimerización en sistemas homogéneos

3.3.2.1.5.1.1 Polimerización en Masa. Este proceso es tal vez el método más obvio en la síntesis de polímeros y es altamente empleado en la manufactura de polímeros condensados. Aquí la mayor parte de la reacción ocurre cuando la viscosidad de la mezcla es aún lo bastante baja para permitir rápidamente el mezclado, la transferencia de calor y la eliminación de burbujas.

La polimerización en masa permite pasar directamente del monómero al polímero sin recurrir a agentes de suspensión o de emulsión, que pueden ser difíciles de eliminar. Al monómero sólo se le agrega el catalizador, la sustancia iniciadora y aditivos para formar una masa polimérica. Este producto en principio puede ser fácilmente procesado, sin embargo, la eliminación del monómero residual no es siempre fácil, como en el caso de la polimerización del estireno. La reacción se lleva a cabo a la temperatura de fusión del producto..

El control de la polimerización en masa es relativamente fácil, pero existen monómeros en la que es más difícil, por lo que las reacciones son altamente exotérmicas y con una usual descomposición térmica de los iniciadores, la rapidez de descomposición de ellos es dependiente de la temperatura. Todo esto junto con el problema de la eliminación del calor provocado por el incremento de viscosidad desde el inicio de la reacción,

guía a una dificultad en el control del proceso.

Excepto en la preparación de moldes de poli(metil-metacrilato), la polimerización en masa es rara vez usada comercialmente para la manufactura de polímeros de vinilo. El poliestireno y el policloruro de vinilo son algunas veces hechos en este tipo de sistema.

3.3.2.1 5.1.2 Polimerización en solución Se diferencia de la polimerización en masa por la introducción de un disolvente que absorbe el calor liberado para controlar la polimerización, manteniéndolo a reflujo en el sistema. Este sistema está compuesto por el monómero, el catalizador, los aditivos y el disolvente que generalmente es un compuesto orgánico aromático.

Esta polimerización se puede presentar en dos tipos: de radicales libres o iónica. Si la polimerización es por radicales libres, el proceso es conveniente cuando el producto puede comercializarse sin la eliminación del solvente. La presencia de éste permite trabajar en sistemas menos viscosos. La desventaja es la de reducir la velocidad de reacción, pero permite obtener productos de peso molecular reducido debido a las reacciones de transferencia con el solvente. En las polimerizaciones del tipo iónico son muy utilizadas y la velocidad de reacción es muy alta, un ejemplo de este tipo de polimerización es la usada para producir el polibutileno, que es un elastomero obtenido por catalisis con el butil-litio.

La polimerización de monómeros de vinilo en solución es provechosa desde el punto de vista de transferencia de calor (por el reflujo del solvente) y de control, pero presenta dos desventajas potenciales. La primera es que el solvente debe ser seleccionado con cuidado para evitar

la transferencia de cadenas y la segunda es que el polímero debe ser -- perfectamente manejable en solución. La extracción completa de un poli -- mero de la solución es frecuentemente difícil y desde cierto punto de vi -- ta, impráctica

3.3.2.1.5.2 Polimerización en sistemas heterogéneos.

3.3.2.1.5.2.1. Polimerización por precipitación. A muy grandes -- rasgos en esta polimerización el monómero se disuelve en el solvente -- mientras que el polímero se precipita cuando se va formando. Esta téc -- nica se está expandiendo rápidamente, particularmente para polimerizar etileno y propileno catalizados por óxidos metálicos y por complejos de -- coordinación.

También existe el caso en el que el polímero es soluble en su mo -- nómero por lo que las condiciones son distintas. En este caso el políme -- ro es precipitado por un agente precipitante que debe ser miscible en el -- monómero, como en el caso de estireno metanol. En este caso la polime -- rización comienza en una mezcla disolvente-precipitante y termina por -- la conversión total del monómero en el precipitante puro.

Al principio la polimerización por precipitación puede desarro~~llar~~ -- se en forma homogénea y esto continuar durante algún tiempo, hasta que debido al empobrecimiento del sistema el monómero alcance el punto de -- precipitación. Según este procedimiento se llevan a cabo polimerizaciones como la de estireno-acrílo-nitrilo. Una de las ventajas de esta polimeri -- zación, es que el polímero precipitante puede ser aislado con facilidad -- en la mayoría de los casos. Para obtenerlo en forma más fina deberán -- agregarse protectores coloidales tales como el polivinil pirrolidona o el

éter polivinílico. Otra ventaja es que en el desarrollo de la polimerización se desarrolla una viscosidad relativamente baja del medio de reacción, con lo cual se puede garantizar una buena transferencia de calor.

Desde el punto de vista cinético dichas reacciones se llevan a cabo (al menos a conversiones bajas) en forma semejante como en solución o en masa, por lo cual se puede concluir que primeramente la polimerización se efectúa en la fase de la solución. Sin embargo, a mayores conversiones se desplaza el lugar de la reacción cada vez más y más a la fase de la gel.

Las macromoléculas formadas precipitan y se juntan para formar partículas primarias en forma de esfera (diámetro aprox. 0.001 cm). Estas partículas contienen todavía monómero y en ciertos casos precipitante, y la polimerización continúa todavía dentro de ellas. Un gran número de estas partículas primarias coagulan para producir partículas mayores.

En la fase gel se va produciendo una alta concentración del polímero y esto aumenta la viscosidad de la solución de reacción; con ello se inhibe la difusión de las cadenas crecientes, evitándose la desactivación mutua de las mismas, (a esto se le denomina efecto de Trommsdorf o efecto gel). Pero la reactividad de los extremos de las cadenas permanece inmutada, y el crecimiento continúa efectuándose. A medida que aumenta este efecto, la fracción de la fase de gel acelera la polimerización cada vez con más fuerza. Al mismo tiempo en la fase de gel se producen por las razones anteriores así como por la ramificación debida a la transferencia de cadena, moléculas de altos pesos moleculares. Sin embargo a través de la polimerización continuada en la fase de gel se producen constantemente nuevas partículas primarias con grados de polimerización pequeños, por

ello se obtiene al final de la "polimerización por precipitación" una distribución de tamaños de partículas en las cuales las partículas pequeñas tienen bajos pesos moleculares y las grandes presentan pesos moleculares mayores.

3.3.2.1.5.2.2 Polimerización en suspensión.

En este tipo de polimerización el monómero se coloca en un medio en el que no se disuelve (en la mayoría de las veces es agua), y se dispersa por agitación.

Con ayuda de iniciadores solubles en el monómero se inicia la polimerización en las gotitas del monómero. Dentro de esas gotitas se dan las condiciones de la polimerización en masa con una velocidad de reacción relativamente grande, alto grado de polimerización, efecto gel y transferencia al polímero.

Todo lo anterior sucede con la ventaja de que existe una mejor conducción de calor (la polimerización es en masa enfriada con agua). Aproximadamente a un 20% de conversión del monómero, las gotitas muestran una tendencia creciente a aglomerarse. Esta aglomeración puede ser impedida mediante estabilizadores de la suspensión (sales inorgánicas difíciles de disolver o polímeros de alto peso molecular como el alcohol polivinílico), los cuales se adhieren a la superficie de las gotitas formando una capa muy delgada y al finalizar la polimerización pueden ser eliminados lavando las partículas de polímeros.

También por la adición de electrolitos (elevación de la tensión superficial entre el agua y el monómero) o bien por la adición de glicol al agua (aumento de la viscosidad del dispersante) se puede evitar la aglome-

ración de las gotitas del polímero

La separación del polímero y del dispersante no ofrece ninguna dificultad. La forma y el tamaño de las partículas están determinadas esencialmente por factores mecánicos como son la velocidad de agitación, el tamaño del reactor, las dimensiones del agitador (y las cantidades que de estos tres se derivan como son los números de Reynolds, Froude y Weber, que consideran la viscosidad, densidad y tensión superficial), y el agente de suspensión, que puede ser orgánico o mineral, que también contribuye a mantener la individualidad de las gotitas y evita su coalescencia.

3.3.2 I.5.2.3 Polimerización en emulsión.

Este proceso es interesante porque permite la obtención, por vía de radicales libres, de productos de alto peso molecular a velocidades de polimerización elevadas. El número, dimensiones y homogeneidad de las partículas dan las propiedades principales a los productos. Su aplicación principal es la fabricación de copolímeros estireno-butadieno (látex sintético) que puede separarse fácilmente por coagulación y para los cuales las exigencias de pureza no son muy estrictas. El proceso es menos importante para la polimerización de otros monómeros como el cloruro y el acetato de vinilo y el estireno, sobre todo cuando el polímero debe ser separado del agua por secado que aumenta el precio de fabricación.

Las recetas técnicas para la emulsión más comunes contienen monómero, agua, agente emulsionante iniciador, regulador, activador y sustancias reguladoras del pH. Un ejemplo de este sistema se compone de agua, un monómero poco soluble (estireno), un agente emulsificante

(un jabón) y un iniciador soluble en agua, el cual al disociarse produce -- radicales libre ($K_2S_2O_8$)

El agente emulsificante, el cual debe ser usado siempre arriba de la concentración micelar crítica, forma micelas, las cuales se encuentran en un equilibrio dinámico con las moléculas del jabón disueltas en agua. En las micelas se solubiliza el monómero, el cual es transferido a través de la solución acuosa desde las gotitas del monómero emulsionadas

Por disociación del indicador en la fase acuosa se forman radicales, que pueden reaccionar con las moléculas del monómero que están -- solvatadas. Después del almacenamiento de algunas moléculas de monómero se convierten ellos mismos en sustancias con actividad de superficie, las cuales toman parte en el equilibrio "micelas-moléculas emulsificantes". Dentro de las micelas se encuentra una alta concentración local del monómero, de manera que la polimerización continúa ahí. Según las hipótesis comunes, en 1 ml de emulsión se encuentran alrededor de 10^{10} gotitas de monómero con un diámetro aproximado de 3×10^{-4} cm y 10^{18} -- micelas provenientes de aproximadamente 100 moléculas de emulsificantes. En esta forma un radical formado en el agua tiene una probabilidad -- mucho más grande de chocar con un monómero que contenga micelas con una gotita de monómero. Por esa razón la polimerización tiene lugar en forma exclusiva (prácticamente) dentro de las micelas. Ahí se consume -- monómero, el cual es constantemente alimentado mediante difusión a través de la fase acuosa.

Las micelas se hinchan a través del polímero formado y se transforman lentamente en partículas de polímero (partículas de Latex) de --

forma esférica, en las que continúa existiendo monómero en forma disuelta.

Las partículas de látex en crecimiento requieren para su solubilización más y más emulsificante. Con ello se rompe el equilibrio, las micelas se desintegran y finalmente ya no existen más micelas vacías.

Desde ese momento (a una conversión aproximada del 5%) no pueden formarse nuevas partículas de latex. A partir de entonces continúa la polimerización con una velocidad bruta constante, hasta que las gotitas de monómero son consumidas. Después quedan únicamente las partículas de latex, en las que el monómero almacenado continúa polimerizándose con una velocidad siempre decreciente.

Como ventaja principal de la polimerización en emulsión se tiene la posibilidad de polimerizar con altas velocidades de reacción obteniéndose a pesar de ello altos pesos moleculares y debido a la buena conducción térmica a través de la fase acuosa puede mantenerse la reacción a una temperatura constante. El polímero precipita como dispersión acuosa en forma de celdillas. Esas celdillas pueden ser tratadas por coagulación, aspersión en atmósfera caliente, o por contacto con rodillos calientes dando polimerizados sólidos. Una gran parte de las celdillas formadas, se utilizan directamente en la fabricación de pinturas, recubrimientos para papel, pegamentos, etc.

T A B L A 1 Comparación de los Sistemas de Polimerización

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HOMOGÉNEOS		
Masa (batch)	Mínima contaminación, equipo simple para hacer moldes.	Fuertemente exotérmico, amplia distribución de pesos moleculares (PM) a altas conversiones. Es compleja si se requieren partículas pequeñas
Masa (continuo)	Bajas conversiones que permiten un mejor control de calor y una distribución limitada de pesos moleculares.	Requiere agitación, transferencia de material, separación y reciclo.
Solución	Control rápido del calor de polimerización. La solución puede ser usada directamente	No se usa para polímeros secos, porque es difícil separarlos del solvente.
HETEROGÉNEOS		
Precipitación	Se puede obtener el polímero puro. Por su viscosidad relativamente baja, tiene una buena transferencia de calor.	Tiene grados de polimerización pequeños. Requiere de lavado, secado y empaquetamiento.
Suspensión	Control rápido del calor de polimerización. El producto es granular y se puede usar directamente.	Requiere de agitación continua. Se puede contaminar con el posible estabilizador. Requiere lavado, secado y empaquetamiento.
Emulsión	Polimerización rápida a altos pesos moleculares y una limitada distribución de estos, con un rápido control de calor. La emulsión se puede usar directamente.	La contaminación con el emulsificante, etc. es casi inevitable, lo cual limita a un color pobre. Requiere de lavado, secado y empaquetamiento.

3.3.2.1.6 CATALIZADORES

Para la formación del polipropileno isotáctico la catálisis debe ser heterogénea y en una forma sólida, la cual puede ser una cadena lineal de crecimiento polimérico cabeza-cola. El camino a seguir para obtener polipropileno va a depender, esencialmente, del tipo de catalizador que se utilice. Estos tipos se puede decir que son fundamentalmente tres: óxidos de metales pesados, del tipo sílica-alúmina y los que son más extensamente usados y más minuciosamente estudiados, los del tipo Ziegler-Natta.

3.3.2.1.6.1 Catálisis por óxidos metálicos.

3.3.2.1.6.1.1 Obtención.

El catalizador más usado es fundamentalmente el óxido de molibdeno soportado por gamma-alúmina. Para su preparación se parte de las sales precipitadas de una solución, que se llevan a temperaturas de 500 a 600°C para producir el trióxido de molibdeno (MoO_3), que es hexavalente e inactivo. Después con hidruros de metales alcalinos o alcalino-térreos es hidrogenado el óxido de molibdeno para producir molibdeno activo con una valencia de 3.0 a 5.0

El por ciento en peso de MoO_3 usado en este catalizador va a ser de un 5% a un 25% en peso. El más usado es el de 8% en peso, que también puede ser activado de la siguiente manera: El MoO_3 inactivo se trata durante 30 minutos a presión atmosférica y temperatura de 430 a 480°C para producir el MoO_3 activo. La velocidad de activación se incrementa con la presión de 75 psig.

3.3.2.1.6.1.2 Propiedades.

Entre las características del catalizador tenemos que el tamaño de la malla para MoO_3 es de 6 - 14, mientras que para la gamma-alúmina es de 4 a 200 con una superficie de 40 a 400 m^2/g .

Este tipo de catalizadores pierden su actividad durante la polimerización debido a la oxidación, se pueden regenerar con hidrógeno. Si se carboniza será necesario oxidarlo con aire a 550°C , reduciendo a cenizas todo el material orgánico, después que ha sido activado con hidrógeno.

Venenos para el catalizador MoO_3 - gamma-alúmina.

1. - Oxígeno O_2
2. - Agua H_2O
3. - Monóxido de carbono CO
4. - Compuestos orgánicos como: ácidos RCOOH , aldehídos y cetonas - $\text{R}-\text{CO}-\text{R}'$, etc.
5. - Acido sulfhídrico H_2S
6. - Otros compuestos de Azufre SCO , RSH

Los compuestos de azufre que vienen como impurezas en los solventes se pueden tratar con metales activos o hidruros de estos, para aumentar la capacidad del catalizador. La reacción de este tratamiento se lleva a cabo en un autoclave con agitación. Algunos datos de este tratamiento se presentan a continuación.

Tiempo hs.	Presión psig.	temperatura C	productividad g/ g	reactivo
17	100.0	230	1.6	Benceno
--	--	230	50.0	Na ⁰
--	--	25	87.0	CaH ₂
--	--	-	5.0	Xileno/Na ⁰
--	--	-	72.0	Xileno/LiAlH ₂ , con destilación de Na ⁰

Hay aumento de la actividad del catalizador por tratamiento con acetileno.

T A B L A 2 Polimerización del propileno con óxidos metálicos como catalizadores.

No.	Catalizador		Activador		Promotor		Condc. Polimer.
	Composición	Cant. g	Comp.	Temp. °C	Comp.	Cant. g	Temp. °C
1	CoMoO ₄	1.0	H ₂	480	Na	0.1	100-199
2	CoMoO ₄	5.0	H ₂	480	CaH ₂	2.0	200
3	CoMoO ₄ -Al ₂ O ₃ 3- CoO, 97% MoO ₃	44.0	H ₂	455	Al(C ₂ H ₅)	3.0	104
4	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	3.0	H ₂	480	NaH	0.6	150
5	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	5.0			CaH ₂	1.0	156
6	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	5.0			CaH ₂	2.0	155
7	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	5.0			CaH ₂	2.5	155-200
8	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	5.0			LiAlH ₄	0.5	232
9	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	6.0			LiAlH ₄	0.5	187
10	8% MoO ₃ -Al ₂ O ₃	1.0			Mg(AlH ₄) ₂	0.52	232
11	17% V ₂ O ₅ -Al ₂ O ₃	21.0	H ₂	480	Al(CH ₃) ₃	1.61	99

Continuación de la Tabla 2 - Polimerización de propileno con --
óxidos metálicos como catalizadores.

No.	Condic. de Polimerización			Polímero sólido		Notas
	Presión	Solvente Composición	Cant. ml	Rend.	Nsp	
	C ₃ Psig.			g		
1	390-800/ 10-75 H ₂	Decalín	50	0.08		
2	1000	Decalín	50	1.5		
3	440	Benceno	87 g	15.0	0.164	
4	500-800	Decalín	50	0.75	0.163	Polímero como - goma suave. El - catalizador pre- calentado a -- 230°C
5	500	Decalín	50	1.40	0.134	Polímero como go- ma suave y pega- josa.
6	500	Ciclohexano	50	2.0	0.166	
7	800-1000	Decalín	30	2.5	0.064	
8	600-1000	Iso-octano	50		0.117	Polímero duro, -- flexible. la rel. CH ₂ /CH ₃ es de 8
9	3100			1,2	0.100	Polímero suave
10	60-1000	n-Heptano	63 g	6	Inso- luble	Polímero sólido
11	600-1000	Tolueno	100			Polímero sólido

Al catalizador MoO_3 - gamma-alúmina ya activado se trata con acetileno 5 minutos a 65°C , y así como está se pone en la reacción. Se ha visto que añadiendo metales alcalinos y alcalinos-térreos y sus correspondientes hidruros al seno de la reacción de polimerización se incrementa grandemente el rendimiento de polímero y la actividad del catalizador de óxido de molibdeno.

Las funciones de estos agentes reductores son:

1. - Reducir y activar al catalizador
2. - Neutralizar los venenos del catalizador presentes en el sistema.
3. - Modifican la cinética de la reacción de polimerización acelerándola.

Las condiciones de uso para estos agentes reductores cuando la reacción se lleva a cabo en una autoclave agitada, se muestran en las tablas 3.3.2.1.6.1

Actividades de los promotores catalizadores.

El orden de actividad es el siguiente: CaH_2 NaH KH

Estos promotores aceleran la reacción para obtener productos de bajo peso molecular como polímeros.

La conversión de etileno aumenta con estos promotores de 5 a 80%. El promotor preferido para la síntesis del polietileno de alta densidad es el hidruro de calcio.

3.3.2.1.6.2 Catalizadores del tipo sílica-alúmina.

3.3.2.1.6.2.1 Obtención.

Este catalizador constata fundamentalmente de sílica-alúmina,

con una relación en peso $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 9$, como soporte, conteniendo cerca de 3% en peso de cromo, aunque puede contener hasta un 6% en algunos casos, como también un 0.16% en peso en otros. Se utilizan como disolventes Isobutano, propano y mezclas de Isopentano con propano con una relación aproximada de 6:1 en mol.

La preparación consiste en tratar la sílica-alúmina comercial con una solución ácida de 0.8 M de Cr_2O_3 , se mezclan y se dejan reposar varios minutos, se filtra la mezcla, y el material impregnado se seca a 100-200 °C. Para la activación del catalizador hay que eliminar el agua y que el cromo sea hexavalente. Esto se hace por medio de un flujo de aire seco a 499°C durante 5 hrs. para obtenerse un catalizador de 2-4% en peso de cromo.

Características del catalizador

Catalizador	Tamaño de malla	superficie	Diámetro de poro	Cont. de Sulfato
Soporte de sílica-alúmina (con Cr_2O_3)	en forma de gránulos (14/28)	400-600 m^2/g	65-150 Å	menos del 2% en peso

Propiedades.

La productividad del catalizador no aumenta con el aumento de más del 3% del contenido de cromo.

Cuando el catalizador se recupera de una polimerización puede ser regenerado con aire caliente a 499 °C, si se aumenta la temperatura -- hasta unos 840 °C, el cromo de su estado hexavalente, pasa a uno menor inactivando así el catalizador.

Venenos del catalizador.

1. - Agua
2. - Oxígeno
3. - Monóxido de carbono
4. - La mayoría de los compuestos de azufre.
5. - La mayoría de los compuestos oxigenados.
6. - La mayoría de los compuestos nitrogenados.
7. - La mayoría de los compuestos Halogenados.

Tabla 3

Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

No.	Cr %	Catalizador				Condiciones de Polimerización					
		Soporte		Activación		C ₃ % mol	Diluyentes				
		Composición	Rel.	Comp.	Tiempo hr		Temp. °C	Comp.	% mol	Comp.	% mol
1	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isobut	80		
2	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	74	Prop	4
3	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	74	Prop	4
4	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	74	Prop	4
5	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	74	Prop	4
6	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	74	Prop	4
7	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Propano	87.5		
8	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isobut	75	Prop	12.5
9	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						n-Pent	75	Prop	12.5
10	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	75	Prop	12.5
11	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isooct	75	Prop	12.5
12	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	79	Prop	12
13	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isooct	79	Prop	12
14	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃				449		Isobut	80		
15	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃				499		Isobut	80		
16	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃				499		Isobut	80		
17	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃				499		Isobut	80		
18	3	SiO ₂ -Al ₂ O ₃				499		Isobut	80		
19	0.16	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	75	Prop	13
20	1.0	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	75	Prop	13
21	1.5	SiO ₂ -Al ₂ O ₃						Isopen	75	Prop	13

Tabla 3 Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

No.	Cr %	Catalizador		Activación				Condiciones de Polimerización			
		Soporte		Comp.	Tiempo hr.	Temp. °C	C ₃ % mol	Diluyentes			
		Composición	Rel.					Comp.	% mol	Comp.	% mol
22	3.0	SiO ₂ -Al ₂ O ₃					12	Isopen	75	Prop	13
23	6.0	SiO ₂ -Al ₂ O ₃					12	Isopen	75	Prop	13
24	3-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco		499	25	Prop	75		
25	2-4	SiO ₂ gel		Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
26	2-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	98-2	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
27	2-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (tec)	90-10	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
28	2-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
29	2-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	54-46	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
30	2-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	5-95	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
31	2-4	Al ₂ O ₃ gel		Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
32	2-4	Al ₂ O ₃ gel tra tado con HF		Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
33	2-4	Bauxite		Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
34	2-4	SiO ₂ -10ZrO ₂ - 4Al ₂ O ₃	86-10 4	Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
35	0.4	Cr (granular) SiO ₂ -Al ₂ O ₃		Aire Seco	5	499	12	Isopen	75	Prop	13
36	3-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire		499	25	Propano	75		
37	3-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire		499	25	Propano	75		
38	3-4	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire		499	25	Propano	75		

III - 79

Tabla 3 Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

No.	Cr %	Catalizador		Condiciones de Polimerización							
		Soporte		Activación			C ₃ % mol	Diluyentes			
		Composición	Rel.	Comp.	Tiempo hr	Temp. °C		Comp.	% mol	Comp.	% mol
39	2.2	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		10	399	12	Isopen	75		
40	2.8	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		6	499	12	Isopen	75		
41	3.1	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		5	553	12	Isopen	75		
42	2.1	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		5	593	12	Isopen	75		
43	2.2	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		5	704	12	Isopen	75		
44	1.6	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10		5	816	12	Isopen	75		
45	2.1	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco	5	593	12	Isopen	75	Prop	13
46	2.1	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco	88	593	12	Isopen	75	Prop	13
47	2.5	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire húmedo		593	12	Isopen	75	Prop	13
48	2.2	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco	5	704	12	Isopen	75	Prop	13
49	2.0	SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Aire Seco	88	704	12	Isopen	75	Prop	13
50		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	10-90			704	7	Isopen	84	Prop	9
51		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	50-50			704	7	Isopen	84	Prop	9
52		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	7	Isopen	84	Prop	9
53		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10	Vapor		704	7	Isopen	84	Prop	9
54		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	7	Isopen	84	Prop	9
55		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	7	Isopen	84	Prop	9
56		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	7	Isopen	84	Prop	9
57		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	4	Isopen		Prop	
58		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	7	Isopen		Prop	
59		SiO ₂ -Al ₂ O ₃	90-10			704	12.5	Isopen		Prop	

Isopen = isopentano, Isobut = isobutano, Prop = propano, n-Pent - n-pentano Isooct - iso-octano.

Tabla 3 Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

No.	Condic. de Polimerización		Polímero			MIBK insolub. (93 C)	Notas
	Temp. ° C	Presión psia	Conversión Tiempo hr	%	Composición		
1	88	600	4-6	91	goma semisold		
2	65.5	600		89			
3	82.2	600		94			
4	87.7	600		94			
5	121	600		86			
6	149	600		60			
7		600		86			
8		600		90			
9		600		94			
10		600		96			
11		600		97			
12	104	600	5	95			
13	104	600	5	97			rel. peso carga/catalizador
14	88		6	98			4 : 1
15	88		6	95			8 : 1
16	88		6	91			10 : 1
17	88		6	38			25 : 1
18	88		6	18			50 : 1
19	82-88	600	4	94	goma semisolida		
20	82-88	600	5	97	goma semisolida		
21	82-88	600	4	98	goma semisolida		

Tabla 3

Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

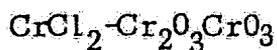
No.	Condic. de Polimerización		Polímero			MIBK insolub. (93 C)	Notas
	Temp. °C	Presión psia	Conversión		Composición		
			Tiempo hr	%			
22	82-88	600	4	97	goma semisólida		
23	82-88	600	5	89	goma semisólida		
24	71	600	5	86	semisólido		impregnado de sol. $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
25	82	600	3	85	goma semisólida		
26	82	600	3	76	goma semisólida		
27	82	600	4	97	goma semisólida		impregnado de sol.
28	82	600	5	94	goma semisólida		$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
29	82	600	2	79	goma semisólida		
30	82	600	3	72	goma semisólida		
31	82	600	2	45	goma sólida		
32	82	600	2	53	goma sólida		impregnado de solución de $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
33	82	600	2	62	goma sólida		
34	82	600	4	95	goma sólida		
35	82	600	2	90	goma sólida		
36	71	600	5	86	goma semisold.		promotor prob. Cr_2O_3 - CrO_3
37	71	600	5	84	goma semisold.		impreg. soln. CrO_3 ,
38	71	600	2	66	goma semisold.		ver nota A en tabla 2.6.2.1
39	88	600	6	90			$\text{Cr}^{\text{G}+} / \text{total Cr}$
							1.0
40	88	600	6	97			0.9
41	88	600	6	97		4.6	0.8

Tabla 3 Polimerización del propileno con Catalizadores del tipo Sílica-Alúmina

No.	Condic. de Polimerización		Polímero				Notas
	Temp. °C	Presión psia	Conversión		Composición	MIBK insolub. (93 C)	
			Tiempo hr	%			
42	88	600	6	98		4.4	0.9
43	88	600	6	98		2.4	0.7
44	88	600	6	99		0.5	0.5
45	88	600	6	98		4.4	0.9
46	88	600	6	99		2.2	0.9
47	88	600	6	55		5.1	0.0 nota B tab.2621
48	88	600	6	98		2.4	0.7
49	88	600	6	98		2.5	0.5
50	104	600	2	62			
51	104	600	2	80			Impregnado con solución
52	104	600	5	91			0.8 molar de CrO ₃
53	104	600	5	95			
54	88	600	5	94		10.2	
55	104	600	5	95		7.3	
56	118	600	5	91		5.1	
57	104	600	5	95		5.8	
58	104	600	5	95		7.3	
59	104	600	5	94		6.2	

Nota A El polímero sale impregnado de una solución de $\text{CrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

En este sistema se utiliza un probable promotor que es el



Nota B El catalizador es tratado con aire seco a 593°C , y después con una corriente de aire con un 6% de humedad para su activación.

^aEl catalizador es Cr_2O_3 en el soporte indicado.

^bEl tiempo y la conversión indicada s in los máximos valores; en el flujo del proceso, la eficiencia aumenta con el tiempo de reacción de ahí que bajos tiempos de reacción indican bajas conversiones .

Aunque el oxígeno se utiliza a 499°C para activar el catalizador a temperaturas menores o iguales a 150°C , actúa como un veneno -- debido a una adsorción reversible de los sitios activos.

Para un soporte de sílica-alúmina, con NH_4F seco y después calcinado antes de ser impregnado con cromo, produce un polímero de alto peso molecular y de gran flexibilidad.

Los datos sobre este tipo de catalizador, su contenido en cromo, activación, condiciones de polimerización, conversión y composición están en la tabla 2.6.2.

3.3.2.1.6.3 Catalizadores del tipo Ziegler-Natta.

3.3.2.1.3.1 Obtención

En general este tipo de catalizadores se trata de halogenuros de metales, principalmente de titanio, con alquilatos de metales como cocatalizador, siendo los alquilatos más usados, los de aluminio

Debido a que el tricloruro de titanio tiene diferentes estructuras cristalinas: alfa, beta, gamma y delta, se preparan cuatro diferentes catalizadores.

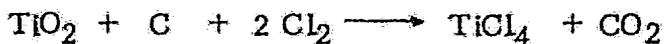
Para el alfa- TiCl_3 se prepara por la reducción del TiCl_4 a -- elevadas temperaturas, con hidrógeno a 500°C , Titanio a 400°C y con aluminio a 250°C . Aquí el AlCl_3 es cocrystalizado con el TiCl_3 ; el AlCl_3 provoca una concentración de redes sin otras alteraciones de la red estructural. La forma gamma resulta del calentamiento de la forma beta o de la reducción del TiCl_4 con varios metales, por ejemplo el aluminio entre $150\text{-}200^{\circ}\text{C}$. Si se emplea aluminio, la forma gamma también contendrá AlCl_3 cocrystalizado. Dependiendo de las condiciones de reducción, las

formas alfa, gamma y delta son obtenidas por la reducción de $TiCl_4$ con varios álcalis de aluminio. La forma delta es obtenida de un prolongado granulamiento de las formas alfa y gamma con o sin cocrystalizador $AlCl_3$. Estas tres estructuras del $TiCl_3$ son de color violeta.

Para producir el beta $TiCl_3$ la reducción del tetracloruro de titanio se realiza con compuestos de aluminio con la siguiente estructura;

$Al-R$, a $100^\circ C$ en solución, que debe mezclarse rápidamente. Esta forma es de color café.

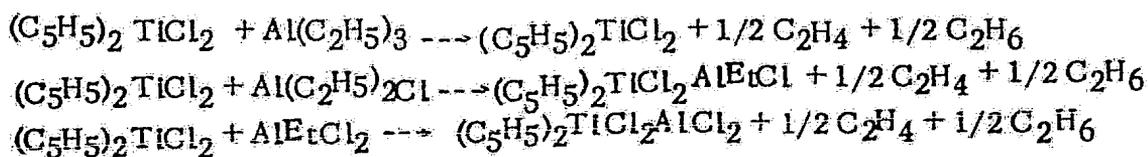
El estado de oxidación más estable y común para el titanio es el titanio (IV), en los compuestos con un estado de oxidación inferior son fácilmente oxidados por el aire a Ti^{IV} , o por el agua y otros reactivos. Debido a esto la obtención del $TiCl_4$ es más fácil que otros compuestos. El $TiCl_4$ se obtiene a partir de los minerales más importantes del titanio, la ilmenita ($Fetio_3$) y el rutilo (que es una de las diversas variedades cristalinas de TiO_2). Al mineral se trata a la temperatura de rojo carbón y cloro para producir el $TiCl_4$:



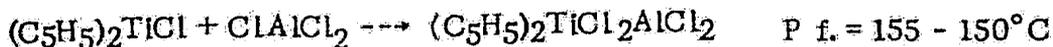
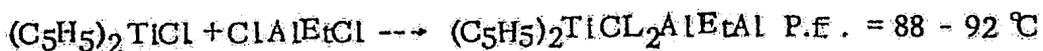
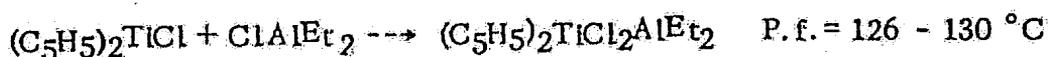
El $TiCl_4$ es un líquido incoloro, que funde a $-23^\circ C$, y hierve a $137^\circ C$ y posee un olor picante. Al aire húmedo es fumante y reacción vigorosa, pero no es violentamente hidrolizado por el agua.

Para obtener los complejos de Ti y Al existen dos diferentes caminos:

(1) Por la reacción del bis (ciclopentadieno) dicloro titanio con un exceso de un compuesto de alquil-aluminio a través de la siguiente reacción:



(2) Por la reacción del bis (ciclopentano) cloro titanio con el di-etil-cloro aluminio, etil-cloro (2) Aluminio o con el tricloruro de aluminio:



Para todos estos complejos es posible, por un tratamiento de HCl anhidro, recobrar el bis (ciclopentadieno)dicloro titanio con altos rendimientos.

La presencia de los puentes de cloro, similares a los que existen en otras moléculas deficientes de electrones, por ejemplo las moléculas de Al_2Cl_6 , son confirmados por la reacción con la trimetilamina. Si un exceso de estos componentes reaccionan, en heptano, con el complejo $(C_5H_5)TiCl_2Al(C_2H_5)_2$ se obtiene un precipitado el cual está formado por bis (ciclopentadieno) cloro titanio; después de separar el solvente por evaporación, el complejo de trimetilamina con Al-di-etil-monocloro $(CH_3)_3N-Al(C_2H_5)_2Cl$ puede ser aislado por destilación (0.5 mm Hg, 79 - 80 °C).

3.3.2.1.6 3.2 Propiedades.

La estructura beta del $TiCl_3$ da una rapidez de polimerización pobre y de baja estereoregularidad, en cambio la modificación violenta, que son las formas alfa, gamma y delta, está en una red de capas tipo cristal, la cual difiere sólo de su forma de empaquetamiento de capas

bidimensionales en redes tridimensionales. En la forma alfa, el arreglo de las capas es tal que el empaque de los átomos de cloro es cerrado y hexagonal; en la forma gamma, las capas están arregladas de tal forma que el empaquetamiento de los átomos de cloro es cerrado y cúbico. La forma delta difiere de estos en que el empaquetamiento de las capas se caracteriza por una alternancia al azar de la secuencia de las capas, una corresponde a la forma alfa y otra a la gamma. En cada una de estas formas los átomos de titanio tienen un número de coordinación de VI.

El $TiCl_3$ violeta requiere de un cocatalizador o un activador para la polimerización del propileno. Para este propósito se utilizan compuestos organometálicos, especialmente los álcalis de aluminio. Natta concluyó que el contenido de polipropileno isotáctico es prácticamente independiente del tipo de tricloruro de titanio violeta presente, aún si el tricloruro de aluminio está presente en una solución sólida con tricloruro de titanio. La catálisis estereoespecífica depende más de los compuestos organometálicos empleados para la activación del catalizador. Para varios sistemas de tricloruro de titanio violeta estudiados. La siguiente escala de estereoespecificidad ha sido establecida para cocatalizadores comúnmente usados.



Produciendo polipropileno del tipo isotáctico no extraíble con n-heptano a ebullición, obteniendo en polimerización a 1 - 10 atm y 15 - 70° C.

Tabla 5

Índice de estereoespecificidad de sistemas catalíticos preparados con tricloruro de titanio violeta, en polimerización.

Compuesto Organometálico	Índice de Estereoespecificidad. Polimerización:	
	15°C	70°C
AlEt_2I	99 - 100	96 - 98
AlEt_2Br	97 - 98	94 - 96
AlEt_2Cl	96 - 98	91 - 94
BeEt_2	94 - 96	93 - 95
AlEt_3	80 - 85	80 - 86

La polimerización se realiza a 1-10 atm usando 5-30mmol/lit de $TiCl_3$ y de 10-30 Ommol/lit de compuesto organometálico.

La actividad catalítica es la polimerización de propileno, en --
contraste a la estereoespecificidad, no depende sólo del compuesto orga-
nometálico, sino también en un principio de la forma de $TiCl_3$, usado. La
rapidez de polimerización, especialmente la inicial es fuertemente influi-
da por el grado de subdivisión de los cristales de $TiCl_3$. El tamaño de los
cristales de $TiCl_3$ y las imperfecciones de su red son de una importancia
prioritaria en la determinación de la actividad catalítica de los distintos
tipos de $TiCl_3$ violeta. Con un compuesto organometálico dado altas ac-
tividades de polimerización son observadas para el α $TiCl_3$ del tipo de
red de capas molidas $TiCl_3$ $1/3$ $AlCl_3$ produce un gran incremento en la -
actividad catalítica. El tamaño de la cristalita, en contraste con el tama-
ño de partículas, sometida a una extensa reducción y es acompañado de -
un cambio en la estructura cristalina de α o γ a la forma δ , la
cual es caracterizada por un desorden de astillas o agujas en capas do--
bles. Para un catalizador dado, la actividad se incrementa con un decre-
mento en el tamaño de cerca de 50 Å. Una reducción adicional en el tama-
ño de la cristalita resulta en una menor actividad catalítica, debido pro-
bablemente a la tendencia del tamaño de las cristalitas a un cambio a la
forma β , de menor actividad. Mejoras en la actividad catalítica de - --
 $TiCl_3$ han sido logradas depositando $TiCl_3$ en variados soportes, por - -
ejemplo, $MgCl_2$ y $MnCl_2$. Mejoras en la especificidad se han logrado en -
estos soportes catalíticos usando componentes terceros como los ésteres
de ácidos carboxílicos aromáticos. Mejoras en la preparación del catali-

zador por reducción de $TiCl_4$ con álcalis de aluminio han sido obtenidas por extracción de un electrodonador líquido tal como un éter. En desacuerdo con la posición de Natta en relación a la estereoespecificidad del $TiCl_3$ otros investigadores opinan que la interacción del $TiCl_3$ con los compuestos organometálicos en la presencia de monómero resulta en una superficie característica del cristal de sitios aislados teniendo diferentes capacidades de orientación para olefinas durante la propagación.

En estos estudios la adición de varios electrodonadores tienen un efecto no sólo en la actividad de polimerización sino también en la estereoespecificidad; el resultado ha sido interpretado en términos de sitios ocupados y sitios activos.

En general, para todas las modificaciones de $TiCl_3$, los sistemas activados con AlR_2Cl tienen menos actividad que los que contienen AlR_3 . La diferencia en actividad entre $AlEt_2Cl$ y $AlEt_3$ ha sido explicada en base de su relativa capacidad alcalina. El $AlEt_2Cl$ tiene sólo una moderada alcalinidad, es químicamente adsorbido en $TiCl_3$ superficialmente, más probablemente en vacantes de Cl. Intercambios de un radical etil por un cloro adyacente con el átomo de Ti genera un sitio activo para la polimerización de propileno. Los sitios formados en esta forma producen relativamente un pequeño número de sitios activos a los cuales el acercamiento del monómero de propileno es estéricamente restringido. El $AlEt_3$ es un agente fuertemente alcalino, más que el $AlEt_2Cl$ y es capaz de alquilación y reducción adicional de $TiCl_3$. Esto trae como resultado un mayor potencial de sitios del Ti pero un decremento en impedimento estérico o sitios estéricamente impedidos. Los sitios estéricamente impedidos producen una

alta estereoregularidad y cristalinidad del propileno, donde no hay sitios impedidos estéricamente, que producen una moderada cristalinidad del polipropileno y cuando está suficientemente expuesto producen un polímero atáctico. En contraste el AlR_3 , AlRCl_2 y el AlR_2Cl en combinación con el TiCl_2 violeta, no es efectivo para la polimerización del propileno para un polímero sólido. Cuando el AlRCl_2 reacciona con 1/2 molécula de algún donador apropiado o una sal "onio", combinado con TiCl_3 da una alta catálisis estereoespecífica de actividad moderada para el propileno. De los cientos de los llamados componentes terceros mencionados en la literatura, un gran número están basados en la fuerza del complejo ligando, P , N_2 y O_2 . Ejemplos específicos de componentes terceros son: triamida hexametilfosfórica, tributilamina, trifenilfosfina, dimetilformamida y trimetiletóxilano. Con tales compuestos se obtiene una óptima estereoespecificidad y actividad en una relación de tercer componente a AlRCl_2 de 0.5 - 0.7. Altas relaciones de activas a la catálisis. En general, el incremento de la especificidad con el incremento de la basicidad de Lewis de los componentes terceros se ha observado.

La energía de activación aparente (con respecto a la olefina) es de 14 000 cal/mol y en presencia de alfa- TiCl_3 se ve reducida a 11 000 - 12 000 cal/mol para el polímero. El peso molecular del poli propileno obtenido, disminuye con el incremento de las concentraciones del alquil aluminio y del TiCl_3 presentes en el sistema, mientras que existe una despreciable dependencia respecto a la presión parcial del propileno, cuando se opera sobre presiones parciales de cientos de mm de Hg. Al bajar la temperatura ocurre un incremento despreciable en el peso molecular.

Según la valencia del haluro de titanio usado, la actividad y, en particular la estereoespecificidad del polímero son muy diferentes. Por ejemplo, en la preparación del catalizador, cuando se usa el tri- o dicloruro de titanio, es posible el incrementar la fracción insoluble de polipropileno en el n-heptano de un 35 a 90%. Con lo que respecta a la velocidad de polimerización el comportamiento también es bastante diferente, dependiendo que el catalizador ya sea preparado con tetracloruro de titanio, o del tri- o dicloruro de titanio en su forma sólida que son insolubles en los hidrocarburos empleados como solventes. La actividad de los catalizadores preparados con $TiCl_3$ y $TiCl_2$ es inicialmente mucho más baja que la mostrada por los catalizadores preparados con $TiCl_4$; pero mientras que pasa el tiempo la actividad disminuye, los catalizadores preparados con $TiCl_3$ mantienen su actividad catalítica casi constante durante mucho tiempo.

Para la polimerización del propileno en presencia del catalizador obtenido por la reacción del trietilato de aluminio y el tetracloruro de titanio en hidrocarburos anhídridos como solventes y en atmósferas inertes, la composición y actividad del catalizador, como las propiedades del polímero resultante, dependen de algunos factores como la relación molar entre el $AlEt_3/TiCl_4$; el tiempo empleado desde el momento en que el catalizador es usado en la polimerización y cuando son mezclados sus componentes. Más precisamente, cuando la relación molar $AlEt_3/TiCl_4$ muestra un incremento de 1 hasta 8, ocurre un incremento en la actividad catalítica, arriba cuando la relación tiene un valor cercano a 2; que decrece cuando anda acercando al valor de 5 y al último se mantiene casi --

constante a altos valores. La alta actividad catalítica cuando vale dos, -
marca una baja de la estereoespecificidad del catalizador (medida en el -
por ciento en base al propileno cristalino, obtenido del polímero crudo --
por extracción con n-heptano en ebullición), y también es apreciable la -
disminución del grado de polimerización.

Arriba de $(AlEt_3/TiCl_4) = 3$ se observa en la composición del
catalizador una constante disminución del contenido de cloro (Cl/Ti) y --
un continuo incremento del contenido de Al (Al/Ti).

La composición del catalizador varía marcadamente con el ---
tiempo, medido desde el momento que el $AlEt_3$ es mezclado con el $TiCl_4$.
En este momento no sólo se observa la disminución de cloro y aumento -
de aluminio, si una disminución de la actividad catalítica. Esta última --
disminución es independiente del hecho de que si el catalizador es usado -
o no en la polimerización.

El polipropileno obtenido con ayuda de estos catalizadores, son
fraccionados por una subsecuente extracción con los solventes, a punto de
ebullición: acetona, éter y n-heptano. La fracción soluble en acetona es -
grasosa, en éter etílico es chiclosa, consistentes en polipropileno atáctico;
la parte soluble en el n-heptano es un producto sólido que consistente de -
macromoléculas de polipropileno isotáctico en estereoblock (bloques), to-
do esto a la temperatura de ebullición del n-heptano. La fracción insolu-
ble en el n-heptano en ebullición aparece como agua-polvo blanco, y con--
siste en macromoléculas de polipropileno isotáctico, con una alta regu--
laridad de su estructura estérica y temperatura de fusión de 173-175 C.

La polimerización del polipropileno con una mezcla de Ti-Al -

como catalizador podemos tener conversiones alrededor del 80%, respecto a la cantidad de propileno, del cual cerca del 69% es polipropileno isotáctico (considerando al obtenido en el n-Heptano y en la fracción insoluble) en un intervalo de temperatura de 90-120 C, a temperaturas inferiores a 90 C disminuye la conversión del propileno y también el porcentaje para la cantidad de polipropileno isotáctico, aumentando el porcentaje en la fracción obtenida en la acetona

Utilizando al $TiCl_3$ como catalizador, se tienen buenas conversiones del propileno hasta de un 90%, siendo que éste hasta un 85% de polipropileno isotáctico y la mayoría obtenido en la fracción insoluble. Respecto al peso molecular se puede obtener polipropileno con pesos moleculares desde 630 hasta unos 180 000, en cambio con el $TiCl_4$ se puede obtener polímero con peso molecular hasta más de 10^6 , en polipropileno isotáctico de la fracción insoluble, en este caso el cocatalizador es LiC_5H_{11} suspendido en ciclohexano, utilizando como vehículo el penteno, a 20 C se lleva la polimerización y la relación $LiC_5H_{11}/TiCl_4$ es de 4/3. Utilizado el $AlEt_3$, como cocatalizador la mayoría del polipropileno obtenido es en la fracción de éter

Venenos para este tipo de catalizador.

- 1 - el $EtAlCl_2$ actúa como un retardador de la polimerización
2. - Agua
- 3 - Alcoholes
- 4 - Ácidos
5. - Acetileno
6. - Mercaptanos

7 - Oxígeno

8 - Monóxido de carbono

9. - Dióxido de Carbono

10. - Oxisulfuro de Carbono COS OCS

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Componentes del Catalizador Z-N		Condiciones							Co-cat:	
No.	Catalizador	g	Co-catalizador	g	Vehículo		Temp. °C	Pre-sión C ₃ atm ³	Tiempo hr	cat. rel. mol
	Comp.		Composición		Comp.	ml				
1	mezcla Ti-Al	10	C ₂ H ₅ Cl	40	Hep	150	90-120	273g	4	3
2	mezcla Ti-Al	10	C ₂ H ₅ Cl	40	Hep	400	100	240g	5	9
3	mezcla Ti-Al	25	C ₂ H ₅ br	30			80-90	205g	15	3
4	TiCl ₂	7.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	80-85	140g	10	1.66
5	TiCl ₃	7	Al(C ₂ H ₅) ₃	6.4	Hep	500	190	152g	20	1.23
6	TiCl ₃	7	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	215-220		18	2.2
7	TiCl ₃	0.9	Al(C ₂ H ₅) ₃	4.2	Hep	500	163	8.23	1.5	6.3
8	TiCl ₃	0.9	Al(C ₂ H ₅) ₃	4.2	Hep	500	144.5	8.23	1.5	6.3
9	TiCl ₃	0.9	Al(C ₂ H ₅) ₃	4.2	Hep	500	120	8.23	1.5	6.3
10	TiCl ₃	0.9	Al(C ₂ H ₅) ₃	4.2	Hep	500	95	8.23	1.5	6.3
11	TiCl ₃	0.9	Al(C ₂ H ₅) ₃	4.2	Hep	500	78	8.23	1.5	6.3
12	TiCl ₃	6.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	6.8	Hep	500	190	61	5	1.5
13	TiCl ₃	6.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	215	51	6	2.5
14	TiCl ₃	7.7	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	100	34.2	8	2
15	TiCl ₃	2	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	80	80-90	103g	6	3.84
16	TiCl ₃	0.98	Al(C ₂ H ₅) ₃	1 ml	Hep	250	70	ca. 2.5	4	
17	TiCl ₃	1.5	Al(C ₂ H ₅) ₃	3.25	Hep	250	70	ca 2.5	4	2.8
18	TiCl ₃	8	Al(C ₂ H ₅) ₃	12	Hep	500	80-90	365g		1.93
19	TiCl ₃	7	Al(C ₂ H ₅) ₃	1.6	Hep	500	80-85	350g	10	0.286
20	TiCl ₃	1.85	Al(C ₂ H ₅) ₃	3.9	Hep	100	70-75	90g	10	2.08

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Componentes ^d del Catalizador Z-N				Condiciones			Co-cat: cat. rel. mol		
	Catalizador Comp.	g	Co-catalizador Composición	°	Vehículo Comp.	ml	Temp. ° C		Pre sión C ₃ atm	Tiempo hr
21	TiCl ₃	3.7	Al(n-C ₄ H ₉) ₃	9.9	Hep	250		202g	5	2.08
22	TiCl ₃	1.85	Al(i-C ₄ H ₉) ₃	4.95	Hep	100	70-75	100g	10	2.08
23	TiCl ₃	1.85	Al(C ₆ H ₁₃) ₃	7.05	Hep	100	95-100	92g	10	2.08
24	TiCl ₃	1.85	Al(C ₁₆ H ₃₃) ₃	17.5	Hep	100	90	188g	10	2.08
25	TiCl ₃	3	Pb(C ₂ H ₅) ₄	4 ml	Hep	100	120	150g	20	
26	TiBr ₃	3.4	Al(C ₂ H ₅) ₃	2.85	Hep	100	80-90	105g	10	2.13
27	TiI ₃	5.15	Al(C ₂ H ₅) ₃	2.85	Hep	100	85-90	118g	20	2.07
28	TiCl ₄	10	Li(i-C ₄ H ₉)	13	PE	800	50	20	6-7	3.87
29	TiCl ₄	2	LiC ₅ H ₁₁	3.57	Pen	150	20	10	16	4.3
30	TiCl ₄	2	LiC ₅ H ₁₁	2.23	Pen	150	20	20	16	
			HaC ₅ H ₁₁	2.03						
31	TiCl ₄	1	NaC ₃ H ₅	1	HiI	150	20	10	20	2.97
32	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	4.08	Pen	150	90	10	16	4.15
33	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	4.08	Pen	150	20	10	16	4.15
34	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	1	Pen	150	20	10	16	1.01
35	TiCl ₄		NaC ₅ H ₁₁				20	10	16	
36	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	4.08	Pen	75	-50	40ml	2	4.15
37	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	4.08	Pen	75	-50	280ml	2	4.15
38	TiCl ₄	2	NaC ₅ H ₁₁	4.08	Pen	110	20	10	16	4.15
39	TiCl ₄	2	Zeolite 100 ml NaC ₅ H ₁₁	4.08			150	50	1	4.15

Tabla 6. Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Catalizador		Co-catalizador		Vehículo		Temp. ° C	Pre- sión C ₃ atm	Tiempo hr	Co- cat: cat. rel. mol
	Comp.	g	Composición	g	Comp.	ml				
40	TiCl ₄	8.8	Mg ₂ Al ₂ mez.	23	Hex	100	80	790g	50	
41	TiCl ₄	1.8	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	PE (98°)	500	55-60	350g	20	10.6
42	TiCl ₄	1.8	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	PE (98°)	500	20	167g	6	10.6
43	TiCl ₄	1.8	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	PE	500	60-70	270g		10.6
44	TiCl ₄	5.4	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	HeI PE	650 50	80-113	325g	2	3.53
45	TiCl ₄	5.4	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	PE	550	71-108	272g	3	3.53
46	TiCl ₄	7.6	Al(C ₂ H ₅) ₃	22.8	Hep	500	80-90	295g		5
47	TiCl ₄	7.6	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	80	80	76g	6	2.5
48	TiCl ₄	4.75	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	DO	1250	70	600g	72	2
49	TiCl ₄	13	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	63-97	280g	10	1.46
50	TiCl ₄	1.8	Al(C ₂ H ₅) ₃ i-C ₃ H ₇ OH	5.7	PE	195	65-70	116g		
51	TiCl ₄	5.4	Al(C ₂ H ₅) ₂ Cl	12	PE	500	60	310g		3.53
52	TiCl ₄	5.4	Al(C ₂ H ₅) ₃	15.6	PE	530	70-95	275g	4	3.53
53	TiCl ₄	3.8	Al(n-C ₄ H ₉) ₃	10	Hep	170	80-90	184g	4	2.53
54	TiCl ₄	7.6	Al(i-C ₄ H ₉) ₃	19.8	Hep	580	95	290g	7	2.50
55	TiCl ₄	7.6	Al(C ₆ H ₁₃) ₃	28.2	Hep	80	80-120	28.5g	2	2.50
56	TiCl ₄	3.8	Al(C ₁₂ H ₂₅) ₂ Cl	20	Ben	75	72	120g	10	2.50
57	TiCl ₄	7.6	Al(C ₁₆ H ₃₃) ₃	70.2	Hep-PE	20-20 230	67-110	350g	5	2.50
58	TiCl ₄	1.9	LiAl(C ₆ H ₁₃) ₄	3.74	Cih	50	75	300 psi	2	1

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Catalizador		Co-catalizador		Vehículo		Temp. °C	Pre- sión C ₃ atm	Tiempo hr	Co- cat. rel. mol
	Comp.	g	Composición	g	Comp.	ml				
59	TiCl ₄	19.0	LiAl(C ₁₀ H ₂₁) ₄	37.4	Cih	50	25-40		0.75	1
60	TiCl ₄	0.95	LiAl(C ₁₀ H ₂₁) ₄	2.99	Cih Dec	506 30	40.50		2	1
61	TiCl ₄	0.95	LiAl(C ₁₀ H ₂₁) ₄	2.99	Cih Tet	506 30	40-50		2	1
62	TiCl ₄		C ₆ H ₅ MgBr		Cih	100	25	50g	2	
63	TiCl ₄	1.9	Sn(C ₄ H ₉) ₄	6.9	Cih	175	97-100	20g	1	2
64	TiCl ₄	3.8	Zn(C ₂ H ₅) ₂	8.2	Hep	120	60-70	115g	10	3.33
65	TiCl ₄	7.5	NaBH(C ₂ H ₅) ₃	17.5	Tol	200	70-80	500g	30	5.66
66	TiI ₄	17	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	71-100	150g	6	5.26
67	Ti(OC ₂ H ₅) ₄	2.28	C ₆ H ₅ MgBr	7.24	Cih	100	25	50g	2	4
68	Ti(i-OC ₃ H ₇) ₄	0.5	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	200	90-100	200g	15	56.9
69	Ti(OC ₄ H ₉) ₄	10.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep Pen	500 50	80-85	190g	8	3.33
70	Ti(OC ₄ H ₉) ₂ Cl ₂	9.06	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep Pen	500 50	80-85	190g	8	3.33
71	Ti(OC ₄ H ₉) ₂ Cl ₂	9	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	90-100	275g	10	2.95
72	Ti(OH) ₄	0.7	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	150	90	90g	12	8.29
73	VCl ₅	3.14	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	100	86	40.5	10	2.5
74	VCl ₃	3.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	100	81-90	98g	10	2.5
75	VCl ₃	6.28	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	190	58		2.5
76	VCl ₃	6.4	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	192	98g	16	2.5

Tabla 6. Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Catalizador		Co-catalizador		Vehículo		Temp. °C	Pre- sión atm C ₃	Tiempo hr	Co- cat: cat. rel. mol
	Comp.	g	Composición	g	Comp.	ml				
77	VCl ₄	4.3	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	100	80-83	118g		2.25
78	VCl ₄	3.85	Al(C ₃ H ₇) ₃	8	Hep	250	90-100	182g	5	2.57
79	VCl ₄	12.3	Al(OC ₂ H ₅)(C ₂ H ₅)Cl	13.3	Oc	560	100	175g	10	15.3
80	VCl ₄	12.3	Al(OC ₂ H ₅)(C ₂ H ₅)Cl	13.3	Oc	280	30	--		15.3
81	VCl ₄	5.8	Al(OC ₂ H ₅)(C ₂ H ₅)Br	5.5	Oc	40	80	50g	6	1
82	VCl ₄	0.91	LiAl(C ₇ H ₁₅) ₄	1.98	Cih	400	25		0.25	1
83	VCl ₄	0.96	LiAl(C ₁₀ H ₂₁) ₄	2.99	Cih Hex Tet	500 6 30	40-50		2	1
84	VOCl ₃	2.25	Al(C ₂ H ₅) ₃	3.42	Hep	100	-45	1	5	2.5
85	VOCl ₃	2.27	Al(C ₂ H ₅) ₃	3.8	Hep	70	-45	74g	5	2.54
86	VOCl ₃	6.8	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	80-87	287g	5	2.55
87	VOCl ₃	6.92	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	83	28	4	2.5
88	VOCl ₃	2.2	Al(C ₁₆ H ₃₃) ₃	17.5	Hep	250	80-90	255g	5	1.97
89	CrCl ₂	3.25	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	100	80-110	115g	40	2.5
90	CrCl ₂	3.3	Al(C ₁₀ H ₂₁) ₃	22.5	Ben	80	89-105	100g	14	2.5
91	CrO ₂ Cl ₂	0.75	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	250	80	172g	20	10.4
92	Cr acetil acetato	7.2	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	PE Ben	110 50	80-90	97g	12	
93	FeCl ₂	5.1	Al(C ₂ H ₅) ₂ Cl	12	Hep	60	85-90	250g	20	2.5
94	FeCl ₂	10	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Ben	490	72-92	290g	20	1.62

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Componentes ^r del Catalizador Z-N										Co- cat: cat. rel. mol
No.	Catalizador		Co-catalizador		Vehículo		Temp. °C	Pre- sión C ₃ atm	Tiempo hr	
	Comp.	g	Composición	g	Comp. ^a	ml				
95	FeBr ₂	8.9	Al(C ₂ H ₅) ₂ Cl	12	Hep	60	90	150g		3.33
96	ZrCl ₃	2.36	Al(C ₂ H ₅) ₃	2.85	Hep	100	80	64g		2.08
97	ZrCl ₄	4.7	Al(C ₂ H ₅) ₃	5.7	Hep	100	80-85	106g	15	2.5
98	ZrCl ₄	11.7	Al(C ₂ H ₅) ₃	17.1	DO	1030	80	590g	50	3
99	ZrCl ₄	9.5	Al(C ₁₀ H ₂₁) ₃	45	Ben	450	81-118	222g	14	2.27
100	ZrCl ₄	23.3	C ₆ H ₅ Mg-Br	72.4	Cih	100	25	50g	2	4
101	MoCl ₃ /MoCl ₅ (1/1)	10	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	100	365g	20	
102	WCl ₄	9	Al(C ₂ H ₅) ₃	11.4	Hep	500	90-95	306g	10	4.4

^a Comp. = composición; Hep= Heptano; Pe= éter petróleo; Pen= pentano; Xil= Xileno; Ben= benceno; Hex= Hexano; HeI= heptano-isoctano; DO= aceite diesel; Cih= ciclohexano; Dec= Decalin; Tet= tetralina; Tol= tolueno; Oc= octano.

^c El solvente es hexano

^d El solvente es iso-octano.

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N); PM x10	PRB ° C	%	Comp. ^b	(N); PM x10	PRB ° C	Notas
1	26.5	PC	0.74		42.2	StC	3.6;230		27 g propano en la carga Mezcla cont. 37.2% Ti
2									Mezcla cont. 16.9% Ti
3	20.3	PC	0.83		27.2	StC	2.35;110		45 g propano en la carga Mezcla cont. 37.2 Ti
4	10.4	50%C	0.57		75	StC	1.86		
5						StC	0.63;16		38 g propano en la carga Extracto sólido crudo - con Hep y acetona. Resi- duo después de la aceto- na (N) = 0.27
6									Carga;80/20 propileno/ propano Extracto;crudo sólido con acetona y - éter.Residuo después de la acetona (N) 0.188
7	31.3	63%C	0.32;5.8		33.8	82%C	1.28;46.4		
8	36.2	65%C	0.52;11.8		34.9	77%C	1.52;60.3		
9	19.4	60%C	0.62;15.4		69.7	80.7C	1.90;85.2		
10	12.6	63%C	0.427;8.8		73.3	73.6%	2.18;106		
11	8.36	47%C	0.633;15.9		76.7	72%C	3.11;182		
12									Extracto;crudo sólido - con acetona; residuo (N) 0.27
13									Extracto; crudo sólido con acetona; residuo (N) 0.18

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N) ;	PRB ° C	%	Comp. ^b	(N) ;	PRB ° C	N o t a s
			PM x10				PM x10		
14									Extracto:crudo sólido con acetona; residuo (N) 1.95
15							2.39;120	165	
16									
17									
18									Carga:material técnico · conteniendo 85%propileno
19	9.5	50%C	0.955		63.4	StC	2.05		
20	11.4	50%C	0.9;28		71.8	StC	3.08;180		
21	17.1	50%C			51.6	StC			18 g de propano en la carga
22	14.9	50%C	1.17		52.6	StC	2.56		
23	19.2	50%C	0.8		54	StC	2.07		
24	20	50%C	0.8		49.1	StC	3.15		12g de propano en la carga
25									
26	20	50%C			34	StC			10g de propano en la carga
27					10	C			12g de propano en la carga
28									
29	12.5	19%C	-;34	153	75	65% C	-; 1000	165	LiC ₅ H ₁₁ suspensión en Cih.
30									
31	33 ^c	AS	-;74	134	67	82%C	-;270	157	Co-catalizador el alil-so- dio
32	40 ^d	53%C	-;17	165	50	100%C	-;40	152	Residuo soluble en Xileno hirviendo

III - 104

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N) ; PM x10	PRB ° C	%	Comp. ^b	(N) ; PM x10	PRB ° C	Notas
33	14.3 ^d	26%C	-;220	165	61.4	75%C	-;40	152	Residuo soluble en Xileno
34	10	17%C; d ²⁰ 0.90	-;103	155	54	75%C	-;100	165	
35									Carga 80% Propano
36	50		-;40						160 ml propano en carga
37		42%C	-;94	150		84%C	-;240	170	
38									El soporte para el catalizador es de Zeolita
39									
40									
41	19.9	50%C	1.2			100%C; d 0.92 24	3.33	179	
42	28	PC							
43	17.9	PC	1.31		31.2	StC	3	160	
44	24.4	PC	0.64		27.2	StC	1.77;78	160	
45									48g propano en la carga
46									Solución catalizador filtrada y usado el filtrado
47									Solución catalizador filtrada y usado el filtrado
48									
49	22.1	PC	0.65		30.8	CS	1.78		
50	18.7	PC	1.32		30.6	SC	2.7;150		
51	16.4	PC	0.78		14.4	SC	1.53		

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N) ; PM x10	PRB ° C	%	Comp. ^b	(N) ; PM x10	PRB ° C	Notas
52	19.1	PC	0.95		41.4	SC	4.6	180	
53	18.3	50%C	0.71		20.9	SC	1.47		16g propano en la carga
54	19	50%C	0.76		19.3	SC	1.87		
55						SC	1.28;50	150	Del polímero crudo 26.2% insoluble en éter y lo demás es insoluble en Heptano.
56									
57						CS	1.03;37	150	
58									sólido crudo lavado con acetona.
59									
60									
61									
62									Catalizador consiste de 3 g de sólido obtenido mezclando $TiCl_4$ y C_6H_5MgBr
63									
64	20	PC	0.41		19.45	CS	1.22		
65									
66	22	PC	0.73		35	CS	2.16		
67									
68	6	50%C	0.71		1	CS			

III - 106

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N);		%	Comp. ^b	(N);		Notas
			PM x10	PRB ° C			PM x10	PRB ° C	
69									
70									
71									35.1% parcialmente crudo polímero cristalino in- soluble en éter.
72									10g propano en la carga
73									producto crudo extraído con acetona; residuo (N) 1.22
74	24.1	50%C	0.85;25			SC	1.78;80		
75									Producto crudo extraído con acetona; residuo (N) 0.22
76									22g propano en la carga Producto crudo extraído con acetona (residuo (N) 0.22) y con éter (resi- duo (N) .028), PM 5000)
77	16.4	PC	1.31;48		26.2	SC	1.88;85		
78	26.5	50%C	1.3		27.7	C	2.38;140		18g propano en la carga
79									
80									
81									
82									
83									

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

		Polímero							
		Fracciones (extraídas con solvente hirviendo)				Residuo Extracción			
		Heptano							
No.	%	Comp. ^b	(N); PM x10	° C	%	Comp. ^b	(N); PM x10	° C	Notas
84									El producto crudo es extraído con acetona; residuo (N) 1.56
85									18g propano en la carga El producto crudo es extraído con acetona; residuo (N) 1.56
86		56%C	1.15			SC	2.1		63g propano en la carga
87									Producto crudo extraído con acetona; residuo (N) 1.20
88	11.8	50%C			9.1	C			25g propano en la carga.
89	44	50%C	0.42			SC	0.765		
90	14	50%C							
91									
92									
93									
94	36	50%C	~50	115	1.3	SC		160	
95									
96	10	50%C				SC			6g propano en la carga
97	13.85	PC	0.94		14.3	SC	2		
98									
99									Sólo un 12% del producto crudo es insoluble en éter

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

Polímero									
Fracciones (extraídas con solventes hirviendo)									
Heptano					Residuo Extracción				
No.	%	Comp. ^b	(N); PM x10	° C	%	Comp. ^b	(N); PM x10	° C	Notas
100									El catalizador es preparado como se indica; sólo 5g son usados en la reacción.
101					5	SC			
102									34g de propano en la carga

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Polímero				Tracciones (extr. en solventes hirviendo)						
	Crudo		Acetona		Acetona		Formol		Formol		
	Rend. g (conv.)	Comp. b	PM x10 ³	PRB ° C	%	Comp. b	%	Comp. b	(N)	PM x10 ³	PRB ° C
1	218	S			16.6	Aceite	14.7	AS		0.55	
2	45	S									
3	25.5	S			39	LS	13.5	AS		0.55	
4	113 (82%)	80% CS			5.8	Aceite	8.3	AS		0.47	
5	137	S				Aceite					
6	79.9	Aceite									
7		13.5% oil ^e			8.1		13.2	17% C		0.209; 3	
8		6.2% oil			7.3		15.2	17% C		0.238; 3.7	
9		93.6% S									
		4.1% oil			2.3		4.5	AS		0.29; 5	
		95.9% S									
10		6.46% oil			3.27		4.4	AS		0.344; 6.5	
		93.6% S									
11		1.3% oil			1.76		11.9	AS		0.618; 15.2	
		98.7% S									
12	137 (90%)	S									
13	84 (60.3%)	s									
14	213 (86.5%)	S									
15	82 (79.6%)	85% CS			15	AS				0.685; 18	100
		15% AS									
16	42	80% CS									
17	42										
18	235 (75%)	84% CS									
19	315				10.8		16.2	AS		0.43	
20	72	77.5% CS			3.5	Aceite	13.3	AS		0.725; 20	
21	190	60% CS			11	IAS	20.4	AS			

III - 110

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Crudo				Polimero						
					Fracciones (extr. con solventes hirviendo)						
	Rend. g (conv.)	Comp. b	PM $\times 10^{-3}$	PRB ° C	acetona		Eter		(N)	PM $\times 10^3$	PRB ° C
22	65.6	60% CS			7.1		27.4	AS		0.895	
23	83	64% CS			1.8	Aceite	15	AS		0.57	
24	115.2	59% CS			1.4	Aceite	19.5	AS		0.66	
25	3										
26	102	44% CS			10	Aceite	36	AS			
27	30	S									
	54.3	Aceite									
28	580	PS									
29	10	51% CS	250	160			12.5	5% CS		-;82	
30	10	58% CS	250	158							
31	6	69% CS	390	154							
32	20	50% CS	90	160			10	AS		-;10	70
33	30	32% CS	130	155			24.3	AS		-;82	123
34	15	52% CS	250	165			25	5% CS		-;30	115
35	1	46% CS	145	170							
36	5						50			-;27	
37	10	63% CS	165	161						-;25	118
38	6	53% CS	350	165							
39		46% CS	75	175							
40	660	Plas. S.									
41	180	PCS		155	2.8	Aceite	39	RAS		1	

III
-
III

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Crudo		Polimero				Fracciones (extr. con solventes hirviendo)		Eter	
	Rend. g (Conv.)	Comp. ^b	PM x10 ³	PRB ° C	%	Comp. ^b	%	Comp. ^b	(N) PM x10 ³	PRB ° C
42	21 11	S Aceite				Aceite	40.5	RS		
43	83	S				Aceite	45.9	CS	1	
44	282(87%)	S	(N)1.38	130-140	10.5	RAS;(N)				
45	200(73%)	S				0.49, mw				
46	111(37.5%)	53.7%CS				11,000				
47		AS								
48	338	FS								
49	20(89%)	S			15.1	Aceite	33	RAS	0.53	
50	96	S			1.3	Aceite	43	RAS	0.8;23	
51	248(80%)	S			15	Aceite	44	RAS	0.4	
52	209(78%)	S	(N)2.52	140	7.1	Aceite	52.4	RAS	0.9	
53	80	30% CS			24.8	A	36	AS	0.47	
54	215	29% CS			18.7	Aceite	43	AS	0.41	
55	253(87%)	73.8% AS						AS	0.33;7	75
56	68.5(57%)	90% AS						AS	0.25;5	55
57	338.7 (96.5%)	83.8% AS						AS	0.5;11	70
58	45	15-25%CS d0.885				indic. Fus 0.73				
59	10.5	S				IF 1.3				

III-113

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Rend. g (Conv.)	Condó	Polimero		Fracciones (Extra. con solventes hirviendo)			PM (N); x10 ³	PRB ° C
			PM x10 ³	PRB ° C	Acetona	Comp. b	Comp. b		
60	30 35	S	Niah 3.3						
61	25 30	S	Niah 6.7						
62	0.5	S	Niah 1.24						
63	4.8	S							
64	4.8	S		41	Aceite	20	AS	0.23	
65		S							
66	184			20.4	Aceite	22.7	AS	0.43	
67	0.3	S							
68	6	4% CS		60	A	33	AS	0.37	
69	5.4	LAS							
70	8	10% CGS							
71	54.2 (20%)	64.9% AS							
72	2.35	50% CS 11semitS							
73	66.5 (67%)	S							
74	64	54% CS		12.6	Las	21.4	AS	0.55	
75	53.5 (54.5%)	S							
76	53.5	S							
77	77	S		10	Aceite	45.2	RAS	0.82; 24	
78	150.8	41% CS		10		35.8		0.52	
79	730	RS	(N) 1.95	153-158					

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Crudo				Fracciones (extr. con solventes hirviendo)					
	Rend. g (Conv.)	Comp. b	PM $\times 10^{-3}$	PRB ° C	Acetona		Eter		(N); PM $\times 10^{-3}$	PRB ° C
80		S	(N)2.2	156-165						
81	34	S	(N)2.05	142-148						
82	18	CS								
83	8	s	Ninh5.45							
84	18.2(24.6%)	S								
85	18.2	S								
86	172.5(60%)	32.4% CS			9	AS	29.4	AS	0.52	
87	172.5(60%)	S								
88	90	15% CS			47.6		31.5	AS		
89		41% CS					37	AS		
90										
91	trazas	21% CS								
92	trazas	CS								
93	23	PCS								
94	15	S					61.6	AS	30	
	21	aceite								
95	13	PCS								
96	7.6	50% CS					30	AS		
97	22	S			60.4	L(semi)	11.6	AS	0.49	
98	400	FS								
99		LAS								

III-114

Tabla 6 Polimerización del propileno con catalizadores del tipo Ziegler-Natta

No.	Rend. g (Conv.)	Crudo Comp. ^b	Polímero							
			PM		Fracciones (extr. con solventes hirviendo)				Eter	
			$\times 10^{-3}$	PRB °C	%	Comp. ^b	%	Comp. ^b	(N); PM $\times 10^{-3}$	PRB °C
100	0.1									
101	115.3	S			90	Aceite	5	AS		
102	38 0.5	Aceite 50% CS								

^b S= Sólido; C= cristalino; A= amorfo; P= parcialmente; St= fuertemente. F = formación de película; L = bajo peso molecular; Plas = plástico; R = elástico. G = pegajoso.

IF = índice de fusión

PRB = punto de reblandecimiento

^eoil = aceite, 86.4% S

Tabla 7 Copolimerización del propileno con etileno.

No.	Mezcla Monómero		Catali- zador ^a % Cr	Temp. C	Pre- sión psia	Condiciones	
	C ₂ /C ₃ rel	% peso				Solvente	%
1	96.8/3.2	2.6	2.5	1.9		Isooctano	97.4
2	95/5	2.0	4.5-5.0	1.1	450	Isooctano	98
3	90.3/9.7	0.92	4.5	1.8		Isooctano	99
4	90/10	1.0	4.5-5.0	1.2	450	Isooctano	99
5	90/10	2.0	4.5-5.0	1.1	450	Isooctano	98
6	85/15	1.0	4.5-5.0	1.2	450	Isooctano	99
7	85/15	2.0	4.5-5.0	1.1	450	Isooctano	98
8	80/20	1.0	4.5-5.0	1.2	450	Isooctano	99
9	80/20	1.0	5.0	1.2		Isooctano	99
10	80/20	2.0	4.5-5.0	1.1	450	Isooctano	98
11	75/25	1.0	4.5-5.0	1.2	450	Isooctano	99
12	60/40	1.0	4.5-5.0	1.2	450	Isooctano	99
13	50/50	4	2.5	1.4	600	Isooctano Propano	91 5
14	1/10	4	2.5	88	600	Isooctano Propano	91 5
15	1/10	4	2.5	104	600	Isooctano Propano	91 5
16	1/10	4	2.5	121	600	Isooctano Propano	91 5
17	Trazas C ₂	4	2.5	88	600	Isooctano Propano	91 5
18	Trazas C ₂	4	2.5	104	600	Isooctano Propano	91 5
19	Trazas C ₂	4	2.5	121	600	Isooctano Propano	91 5

III-116

Tabla 7 Copolimerización del propileno con etileno

No.	Conver sión %	Polímero sólido %	Polímero sólido			PRB ^b °C	Propiedades	
			Extracto % soluble	Isooctano % insoluble	depositado en el catalizador		densidad	PM
1	65.4	97.4		31.2	26.2	117	0.953	
2	85					117	0.948	27,900
3	92		18.8	36.0	46.2	128	0.937	13,470
4	98		8	74	18			25,500
5	84					115	0.938	25,500
6	94		22	64	14			25,210
7	79					114	0.937	30,900
8	93		22	68	10			24,500
9						113	0.930	(N) 0.987
10	79					113	0.932	26,000
11	93		30	59	11			25,300
12	84		50	42	8			26,300
13	90	47						
14	89	34.6						
15	89	25.2						
16	84	19.7						
17	81							
18	90	21.0						
19	64	19.0						

^bPRB = Punto de Reblandecimiento.

3.3.2.1.7 Conclusiones.

a) Se encontró que existen tres mecanismos de polimerización:

a. i) Iónicos: dentro de estos la catiónica sólo genera dímeros, trímeros, tetrameros, etc., es decir oligómeros. Catalizadores ácidos de Lewis

Dentro de los aniónicos, son difíciles de llevar a cabo, se logran mediante la adición de bases: o por transferencia directa de electrones, es importante el disolvente en el que se lleve a cabo la polimerización

a. i. i) Radicales libres: Iniciadores de polimerización están: peróxido de benzoilo, persulfato de potasio, azobisisobutironitrilo (estos son formadores de radicales libres), se pueden utilizar radiación, temperatura, etc

a. i. ii) Coordinación: puede ser iónica o de radicales libres. La más común es la polimerización por coordinación aniónica, que produce propileno isotáctico, el catalizador puede ser $TiCl_3$.

b) Existen tres tipos de polipropilenos isómeros.

b. i) Isotáctica, la más comercial. Su forma es estereoregular, es cristallizable.

b. ii) Sindiotáctica, su forma es igual que la anterior, pero su acomodo es diferente, también cristallina.

La obtención de cualquiera depende de las condiciones de operación del proceso y del catalizador.

c) Hay dos tipos de sistemas de polimerización.

- c. i) Homogéneo, dentro de éste hay una subclasificación.
 - c. i. a) Polimerización en masa, no se usa comercialmente.
 - c. i. b) Polimerización en solución, implica el uso de un disolvente - cuyo uso debe ser estudiado, para evitar la transferencia de - cadenas, y que el polímero sea manejable en la solución.
- c. ii) Heterogénea.
 - c. ii. a) Polimerización por precipitación. Se usa para polimerización de propileno, catalizada con óxidos metálicos, se utiliza un solvente y en caso de que el polímero sea soluble en el solvente, se agrega un agente precipitante.
 - c. ii. b) Polimerización en suspensión, monómero se coloca en un medio donde no se disuelve, el sistema se mantiene agitado.
 - c. ii. c) Polimerización por emulsión, se utiliza para mecanismos -- vta radicales libres, su aplicación es en la fabricación de -- copolímeros.

Para comparación ver tabla I.5.1 del Anexo I.

- d) Tipos de catalizadores. - Óxidos de metales pesados, tipo - - sílica-alumina, y los tipos Ziegler-Natta.

T A B L A 8

DE PROYECTOS EN CONSTRUCCION

Lugar	Status	Licenciador	Capacidad (t/año)
Texas Baytown	E84	Suimitomo	-
Brasil Triunfo	U82	Hércules	50,000
	U82	Hércules	50,000
Argentina R. de Cuyo	P83	-	40,000
Bolivia Sta. Cruz	P		30,000
Chile Concepción	P		35,000
México Morelos	U83	Mitsui	100,000
Bulgaria Burgos	E	Hércules	80,000
Checoslovaquia Bratislava	E	Stl. Oil Ind.	30,000
Inglaterra Wilton	U	Imperial Chem. Ind	50,000
Hungria Lenovaros	E83	Sumitomo	40,000
Holanda Breck	U82	Mitsubishi	100,000
Rumania Midia	U83	Mitsui	60,000
Teleajen	U82	Mitsui	60,000
España Tarragona	C	-	50,000
URSS Tomsk	U82	Montedison	100,000
Yugoslavia Odzaci	C82	Mitsubishi	30,000
Rep. Sud. Salsoburg	U82	Hoechst	48,000
Iran Bandar Khomeini	U	Mitsui Toats	50,000
Nigeria Warie	E84	El paso Poly	35,000
Japon Kashima	P82	Mitsubishi	30,000
Yakkatchi	P	-	-
Tokuyama	P	Tokuyama	30,000

Lugar	Status	Licenciador	Capacidad (t/año)
Pakistan Karachi	P83		70,000
Taiwan Kaohsiug	E83	Mitsui To ast	100,000
Australia Melbourne	U	Hoechst	-

De la información anterior, de la información de plantas --
 construídas (no incluida , debido a que era muy extensa) y teniendo en
 cuenta el prestigio de los licenciado res, se procedió a seleccionar -
 sólo unas cuantas, la lista se muestra a continuación:

Hércules Inc.

Mitsui Petrochemical Ind.

Standard Oil Indiana

Montedison SpA

Dart Industries

Phillips Petroleum

BASF

Esso, Co.

Notas:

E = Ingeniería

P = Proyectada

C = Construcción

U = Arranque

ANEXO 3.3 2. II

C o n t e n i d o

- 3.3.2.II.1 Procesos sin Catalizador
- 3.3.2.II.2 Procesos con catalizador
- 3.3.2.II.3 Etapa de preselección

3.3 2. II. 1 Procesos sin catalizador

Aunque nada más se consiguió un proceso de este tipo, es importante notar que este tipo de procesos requieren condiciones de operación mucho más elevadas que las requeridas a los procesos que emplean catalizador y por consiguiente un equipo de mayor resistencia tanto a presión como a temperatura, esto incrementa los costos de los equipos y por ende la inversión. Pero se reducen los costos de operación, ya que no es necesario regenerar catalizador o comprarlo, pero tal reducción no es comparable, con los elevados costos de equipo.

El proceso encontrado es el Dupont que se describe a continuación

PROCESO DUPONT

Este es un proceso de obtención de polipropileno, por un método de alta presión, como los usados en la polimerización del etileno.

El monómero empleado se somete a compresión entre 100 y 150 atm y se enfría a una temperatura entre -35 y -20°F , de tal forma que se licúa, se introduce benceno cuya cantidad oscila entre 0.1 y 0.3 por parte de monómero. Se eleva la presión de la mezcla a aprox. 1000 atm, y se precalienta el reactor a 250°C contentiendo la mezcla, a la cual se le agregan de 5 a 10 partes de agua (se agrega O_2 elemental o en forma de peróxido, para iniciar la reacción).

3.3.2.II.2 Procesos con catalizador.

Este tipo de procesos se dividen en dos, los que utilizan algún óxido como catalizador o los que utilizan el catalizador tipo Ziegler o alguna de sus variantes.

En general, de este tipo de procesos se puede decir que sus condiciones de operación son mucho menores a las de los procesos que no emplean catalizador, por ejemplo, la temperatura que en el proceso Dupont es de 250° C, aquí oscila entre 50 y 100° C; la presión en el Dupont es de 1000 atm., en este caso es menor de 100 atm., etc.

Un concepto importante que se maneja es la eficiencia del catalizador que se define como la cantidad de polímero producido por peso de catalizador.

El peso molecular del polímero obtenido oscila entre 50,000 y 300,000, su densidad es mayor a 0.904.

3.3.2.II.2.1 Catalizador tipo Ziegler.

Las maneras de preparar el catalizador son las siguientes:

- 1) Las corrientes de $TiCl_4$ y alquil aluminio llegan en forma separada al reactor de polimerización, en donde se lleva a cabo la reacción de formación del catalizador, junto con la de polimerización, en este proceso la composición del catalizador cambia constantemente, pero se puede controlar.
- 2) Tanto el $TiCl_4$ como el alquil aluminio son premezclados para que reaccionen bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y concentración, y después son agregados al reactor.

3) Este caso es igual al anterior, sólo que el producto sólido producido es filtrado y lavado, para ser agregado al reactor de polimerización, como un constituyente simple, el alquil-metal se agrega por separado.

En este tipo de catalizadores es importante el poder de reducción del alquil-aluminio, el cual varía de la siguiente forma: $Et_3Al > Pr_3Al > Bu_3Al$, es decir se decrementa con el aumento del tamaño del radical alquilo. También es función del reemplazo de los grupos alquilo por halógenos y varía en el siguiente orden $Et_3Al > Et_2AlX > EtAlX$.

El peso molecular varía también con la naturaleza de los compuestos organometálicos, a continuación se muestra en función de la viscosidad intrínseca.

Comp. Organometálico	Viscosidad Intrínseca del Polímero
$AlEt_3$	11.4
Et_2AlCl	4.4
$EtAlCl_2$	2.0

Los factores físicos y químicos relacionados con el catalizador para regular las propiedades del polímero son:

- 1) Estado de agregación del catalizador. Catalizadores conteniendo sólidos en altos porcentajes de polímero isotáctico.
- 2) Grado de dispersión del catalizador en el solvente durante la polimerización. Una dispersión fina, da para producir una mayor cantidad de polímero amorfo.
- 3) La valencia del metal pesado en el catalizador. Una valen-

cia alta promueve la formación de polímero amorfo.

- 4) Naturaleza de los sustituyentes del metal pesado. Tal que el $TiBr_3$ da mayor cantidad de polímero amorfo que el $TiCl_3$.
- 5) Naturaleza de los substituyentes de los compuestos organometálicos. Grupos alquilo grandes o el reemplazo del radical alquilo por halogeno da un polímero menos isotáctico.
- 6) Tamaño del átomo metálico en el compuesto organometálico. Un radio pequeño es mejor para la producción de un polímero isotáctico. Tal que el Berilio es mejor que el Aluminio.

Para aumentar el peso molecular se logra mediante:

- 1) Incrementar la temperatura del proceso, lo cual sin embargo incrementa los depósitos de resina en las paredes del reactor.
- 2) Incrementar la relación de $TiCl_4$ a R_3Al - esto aumenta -- la cantidad de restos de catalizador a remover y el polímero puede -- presentar problemas de colorido.
- 3) Decrementar la presión, esto provoca que se decremente la productividad.
- 4) Incrementar la concentración total del catalizador, lo cual generalmente no es económico.

Se puede aumentar el peso molecular con la incorporación de fluoruro de boro o cloruro de boro en el catalizador.

A continuación se describen los procesos que utilizan este tipo de catalizadores.

PROCESO MONTEDISON SpA.

Los requisitos de pureza del monómero de propileno y el diluyente empleado son altos debido a la gran reactividad del catalizador Ziegler. Impurezas como agua, oxígeno, CO_2 , CO , H_2S , CS_2 y compuestos similarmente polares, deben ser evitados para no dañar el catalizador. Otro tipo de compuestos a evitar son los dienos, compuestos acetilénicos de bajo peso molecular: etano y propano son tolerados en cantidades mínimas. El propileno se purifica en unas columnas de destilación para separar el propano del propileno, si existen acetileno y aleno es adecuada una hidrogenación selectiva para transformar todo el propileno.

Como disolvente se utiliza ciclohexano o n-hexano, los cuales son secados en una columna de absorción.

Las condiciones de operación son 70°C y 15 atm. El catalizador TiCl_3 y co-catalizador AlEt_3 y AlEtCl_2 son agregados como slurry el diluyente que va al reactor de polimerización.

El propileno con una pureza del 99.5% se alimenta al reactor, que se encuentra a presión constante. El polímero formado normalmente cristalino es insoluble y forma gránulos sólidos que envuelven al catalizador. Se adiciona monómero hasta alcanzar un 30% de sólido. Se puede controlar el peso molecular por aumento en la temperatura de polimerización, el uso de hidrógeno como agente de transferencia de cadena o por el uso de ZnEt_2 en el co-catalizador. Normalmente se usa hidrógeno por su bajo costo y versatilidad.

La emulsión de polímero se pasa a una columna de secado -

donde el propileno que no reaccionó se evapora y se recircula al reactor. La catálisis se puede desactivar y solubilizar por la adición de alcohol o dicetona. La masa de disolvente y los restos de catalizador solubilizado se remueven de los gránulos de polímero por centrifugación, y después el polímero es secado. Se puede utilizar una columna de destilación para separar las trazas de catalizador. El proceso de recuperación de diluyente consiste en: neutralización, lavado con agua, separación de restos de catalizador y polímero amorfo, destilación y secado. Los residuos de catalizador en el polímero deberán de ser bajos, ya que afectan su estabilidad a la luz, calor y color, además contienen cloruros que pueden causar corrosión en los moldes o en los aparatos de extrusión del polímero. Se pueden adicionar antiácidos al polímero para neutralizar los residuos de cloruros. El sistema es versátil ya que dependiendo de la estereoespecificidad del catalizador y de las condiciones de reacción, se pueden obtener pequeñas o grandes cantidades de polímero atáctico, sindiotáctico o estereobloques, formados simultáneamente con el polímero isotáctico. El polímero isotáctico deberá ser liberado de sus contaminantes con la formación de un nuevo slurry por la adición de un solvente adicional, se centrifuga y se filtra. Después se seca, y se mezcla con estabilizadores de luz y calor se funde y se extruye. Diagrama de Flujo Fig. 3.3. 2. II. 2. I. A

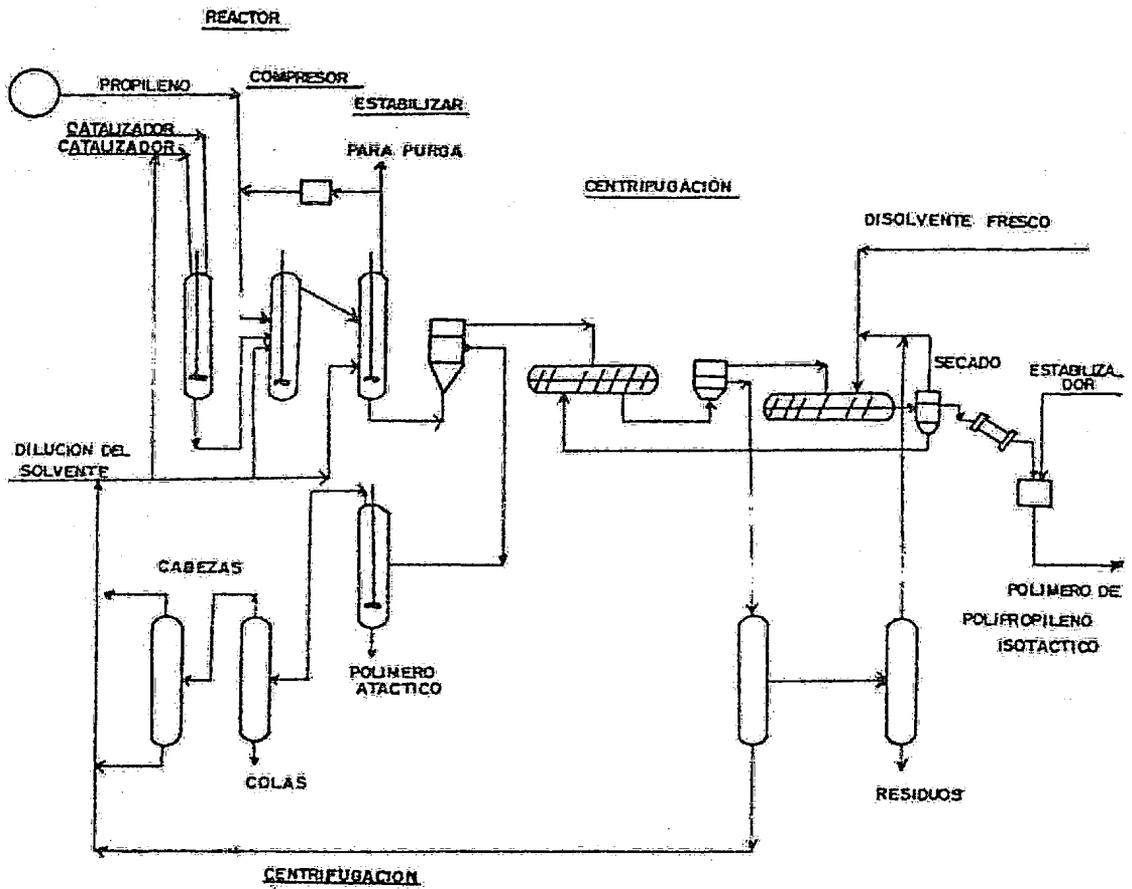


FIG. 3.3.2 II. 2. I. A

PROCESO ESSO.

Se prepara el catalizador utilizando $TiCl_4$, $TiBr_4$, $ZrCl_4$ y una mezcla de trietil-aluminio con dietil-cloro-aluminio. Se utilizó como solvente normalmente clorobenceno, la temperatura de calentamiento de la mezcla es de $150^\circ C$, manteniéndose durante 30 minutos. La relación compuesto de aluminio a metal anfótero (Tallo) es de 5/1, esto es de gran importancia en la eficiencia del catalizador. Las condiciones del reactor son $130^\circ F$ y 3 atm. por un lado recibe el monómero, y por otro llega la corriente solvente-catalizador, se puede agregar n-Hexano o más clorobenceno para que actúen como diluyentes de la reacción, el tiempo de reacción es de una hora.

Para la remoción del catalizador de la mezcla se agrega ácido oxálico y se calienta a $50^\circ C$, para la recuperación del polímero es mediante una separación, ya que el polímero es insoluble. Diagrama de flujo fig. 3.3.2.II.2.I.B.

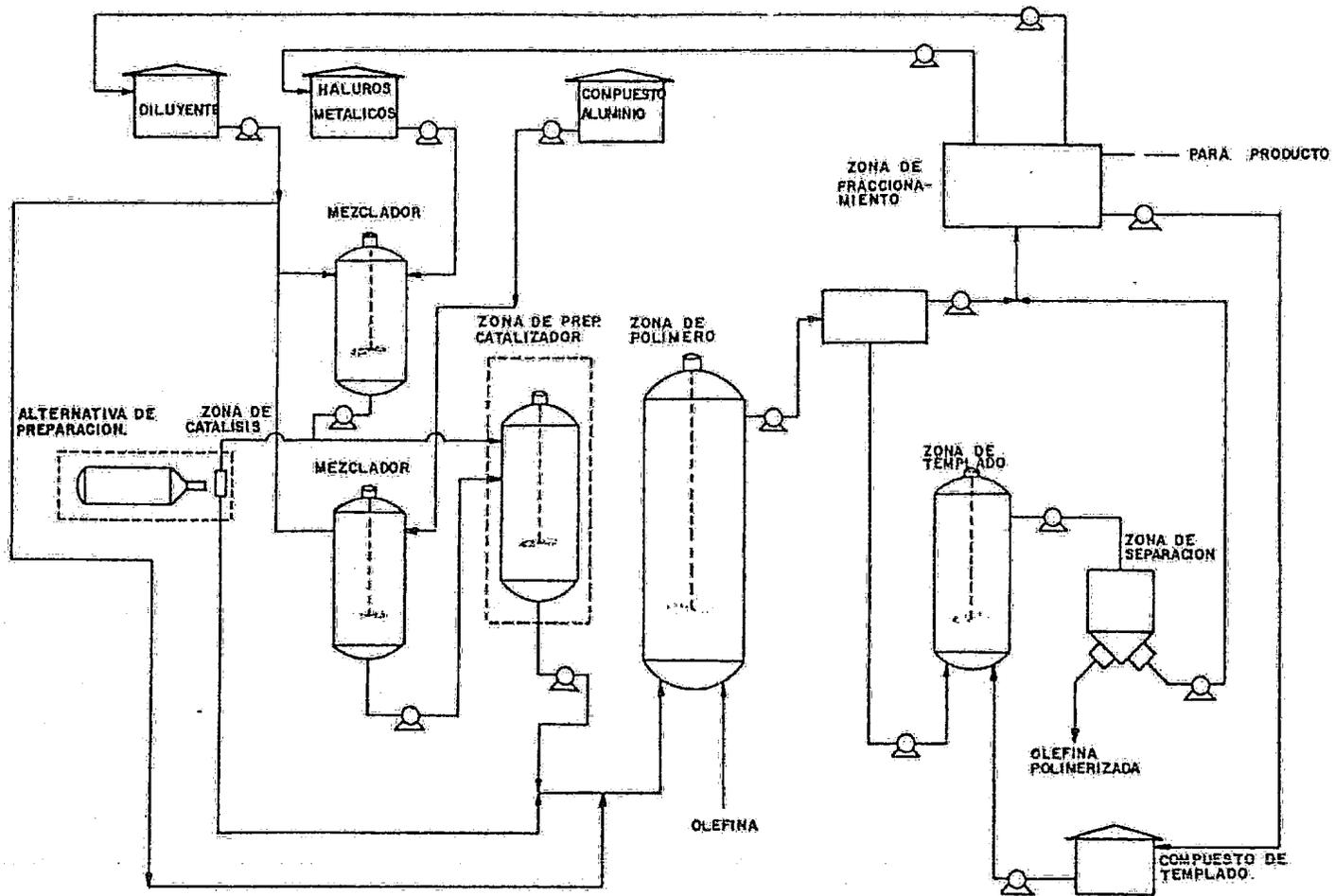


FIG. 3.3.2. II 2.1.B DIAGRAMA DE PROCESO CONTINUO ESSO.

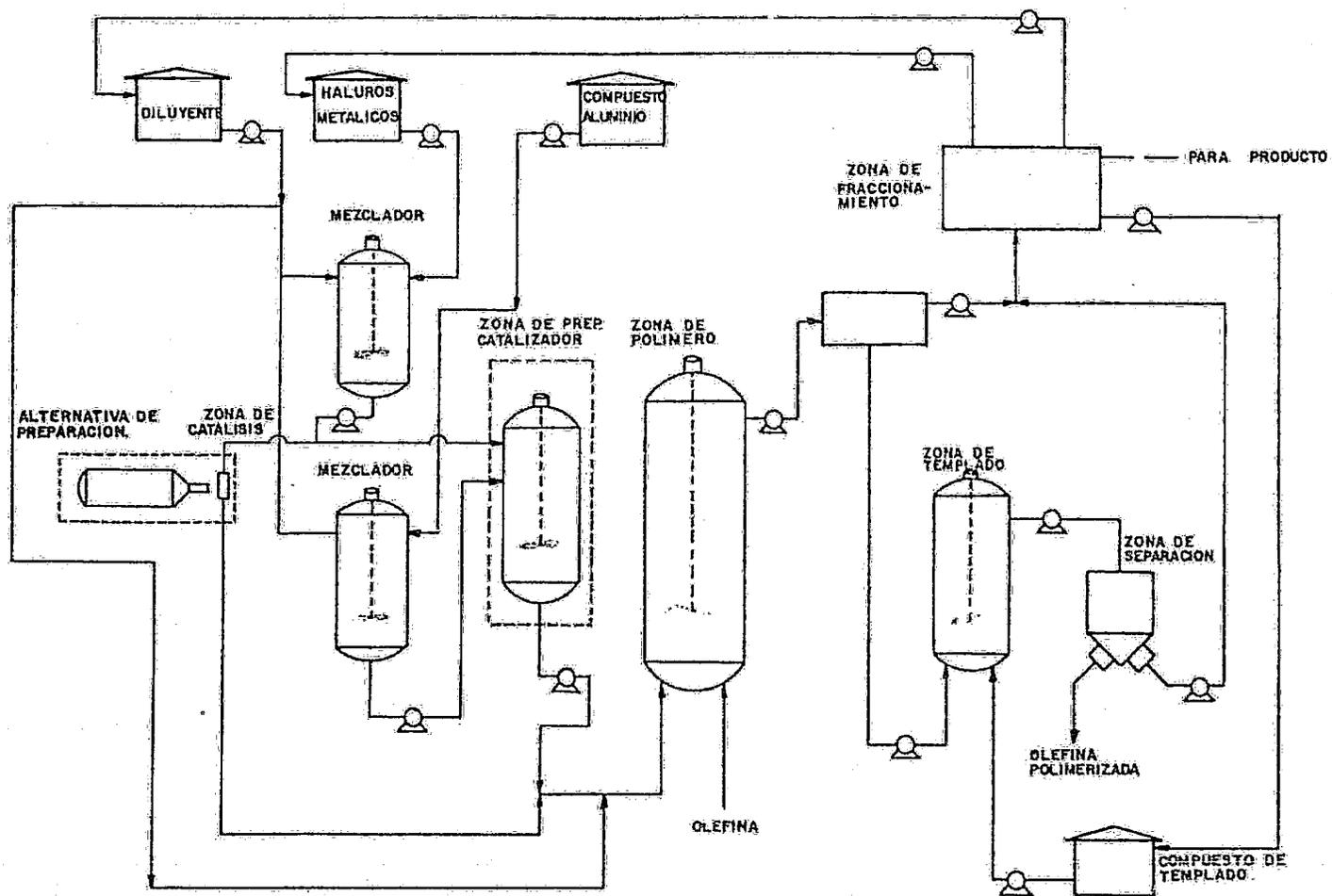


FIG. 3.3.2. II 2.1.B DIAGRAMA DE PROCESO CONTINUO ESSO.

PROCESO INDUSTRIA DART.

Este proceso está basado en la polimerización en masa en monómero líquido, en ausencia de hidrocarburos diluyentes. Se incrementa la actividad de la polimerización debido a la alta concentración de polímero y la necesidad de purificación del diluyente es eliminada (asumiendo que para quitar el catalizador o polímero amorfo no es necesaria la adición del diluyente). La alta volatilidad del propileno se aprovecha para la eliminación del calor del recipiente de polimerización. Las temperaturas de polimerización están en el rango de 60-70°C y las presiones necesarias para almacenar al propileno en fase líquida van de 360-400 psig. Para el control del peso molecular se adiciona hidrógeno. Se miden continuamente en el reactor las cantidades de $TiCl_3$ y $AlEt_2Cl$.

El calor de la polimerización se remueve de la zona de reacción mediante la eliminación de vapor de propileno, después se condensa ese vapor y se retorna el líquido al reactor.

El polímero en forma de suspensión con aproximadamente 30-50% de sólido, es continuamente sacado del reactor y enviado a la zona de recipientes, los cuales son mantenidos a presión atmosférica. Se flashea el propileno de la corriente y se colecta para purificarse y regresar al reactor.

El polipropileno sólido es purificado de los residuos de catalizador y de algo de polipropileno atáctico, mediante el lavado con una solución azeotrópica de isopropanol-heptano con O.I. a 0.5ml de HCl y mantenido a reflujo entre 80-85°C durante 45 min. Se separa el licor de lavado del polipropileno mediante una centrifuga. el poli-

propileno es de nuevo lavado en una segunda extracción con ácido libre - de isopropanol y heptano. Después se vuelve a separar el licor del polipropileno por centrifugación, la torta de polímero se seca en una atmósfera inerte, libre de O₂ y agua.

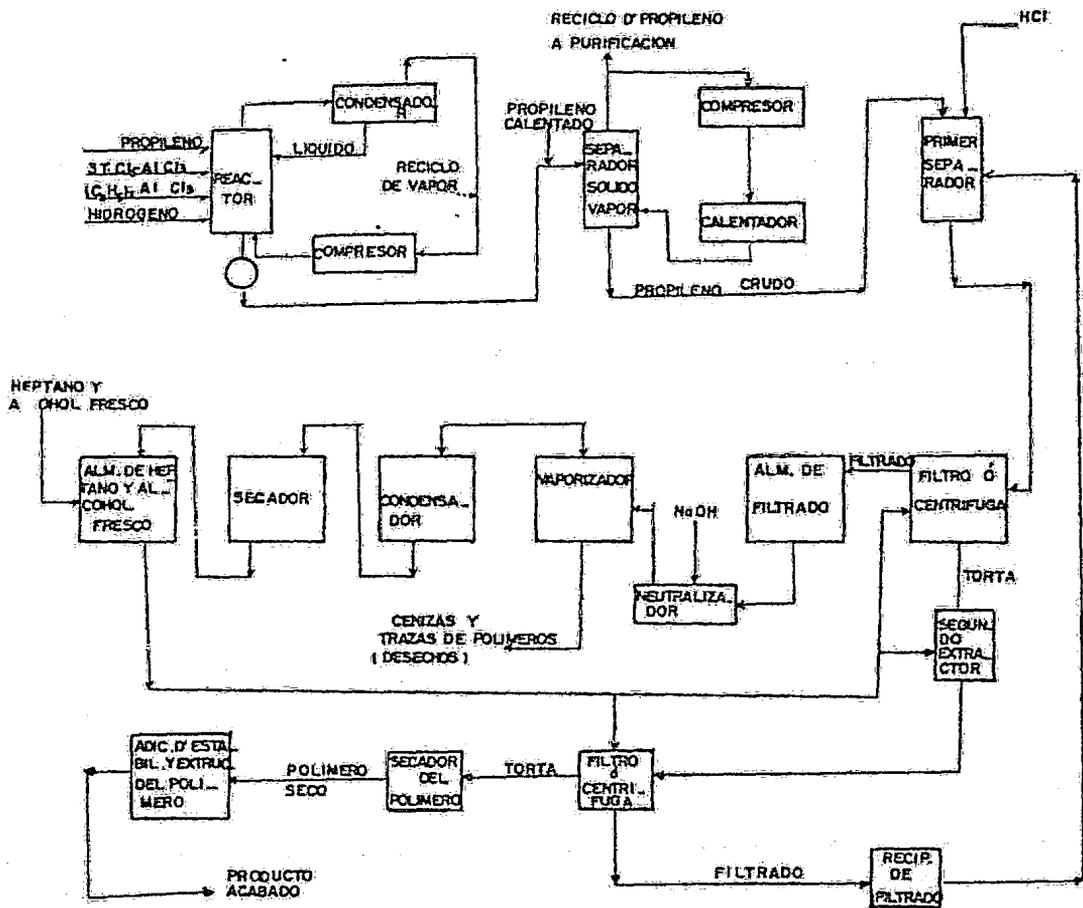


FIG. 3.3.2.11.2 PROCESO PARA LA PRODUCCION DEL POLIPROPILENO DE LAS INDUSTRIAS "DART"

PROCESO HERCULES

La formación del catalizador $TiCl_3$ se logra mediante la --
adición del trihaluro de monociclopentadienil titanio y del alquil alumi-
nio en presencia de un solvente como es el n-hexano, dando como re---
sultado una dispersión coloidal, la operación se lleva a cabo bajo una -
atmósfera de nitrógeno.

El propileno debe de ser purificado antes de entrar al - -
reactor, es decir, no contener agua, compuestos de azufre, oxígeno, --
dióxido de carbono, etc.; esto se logra mediante un tratamiento con - -
alquil aluminio .

Tanto la dispersión coloidal de catalizador como el propi-
leno purificado llega por separado al reactor, el cual opera a una pre--
sión casi atmosférica y una temperatura entre 60-70° C; en el reac--
tor se lleva a cabo la formación del polímero en forma de gránulos, ya
que es insoluble a la temperatura de reacción.

Una operación de reflujo es mantenida en la zona de reacción
entre 50 y 80° C , con un continuo venteo de los vapores no condensa-
bles; el tiempo de reacción varía de 1 a 4 horas, el peso molecular
del polímero varía de 20 000 a 1 millón, dependiendo de la composición
del catalizador.

Como agente de control de peso molecular se puede utilizar
cloruro de hidrógeno seco en proporción de 0.01 a 5%, dando un produc-
to de una distribución estrecha de peso molecular y un alto índice de fu-
sión (alto peso molecular).

Una vez completada la reacción, se enfría el reactor y el -
monómero no reaccionado es ventado, la masa de reacción se enfría - -

adicionando agua o alcohol, que sirven también para remover cualquier residuo metálico.

La solución de polímero resultante es filtrada o centrifugada en presencia de aire.

Para obtener un polímero de propiedades satisfactorias y -- prevenir la corrosión en los equipos, es necesario purificar y remover las trazas de catalizador.

Si una gran cantidad de catalizador es utilizada en el proceso, algo del compuesto metálico puede ser extraído con HCl en metanol seguido de un lavado con acetona o metanol.

Las técnicas usadas son:

- 1) Disolver el polímero, filtrar y reprecipitar.
- 2) Disolver las impurezas y filtrar.
- 3) Fundir el polímero y separar la fase líquida de la sólida (Catalizador).

A continuación se presenta un cuadro con diferentes técnicas y condiciones, para la remoción del catalizador:

Solvente	Catalizador residual	Cantidad
- alcohol polihídrico con NH ₃ para eliminar el ácido del halógeno presente.	100 ppm	1.5-3 moles alcohol/ moles de catalizador.
H ₂ O + butanol a una temperatura de 200 a 400° F., durante 100- 300 min.	200-400 ppm	1 - 5 volumen agente de lavado/volumen de solución
peróxido laúrico + benceno o hexano temperatura 60-100°C tiempo: 4 hrs.	20 ppm	
alcohol a baja presión temperatura: 200-250°C contacto con sílica o alúmina.	5- 15 ppm	

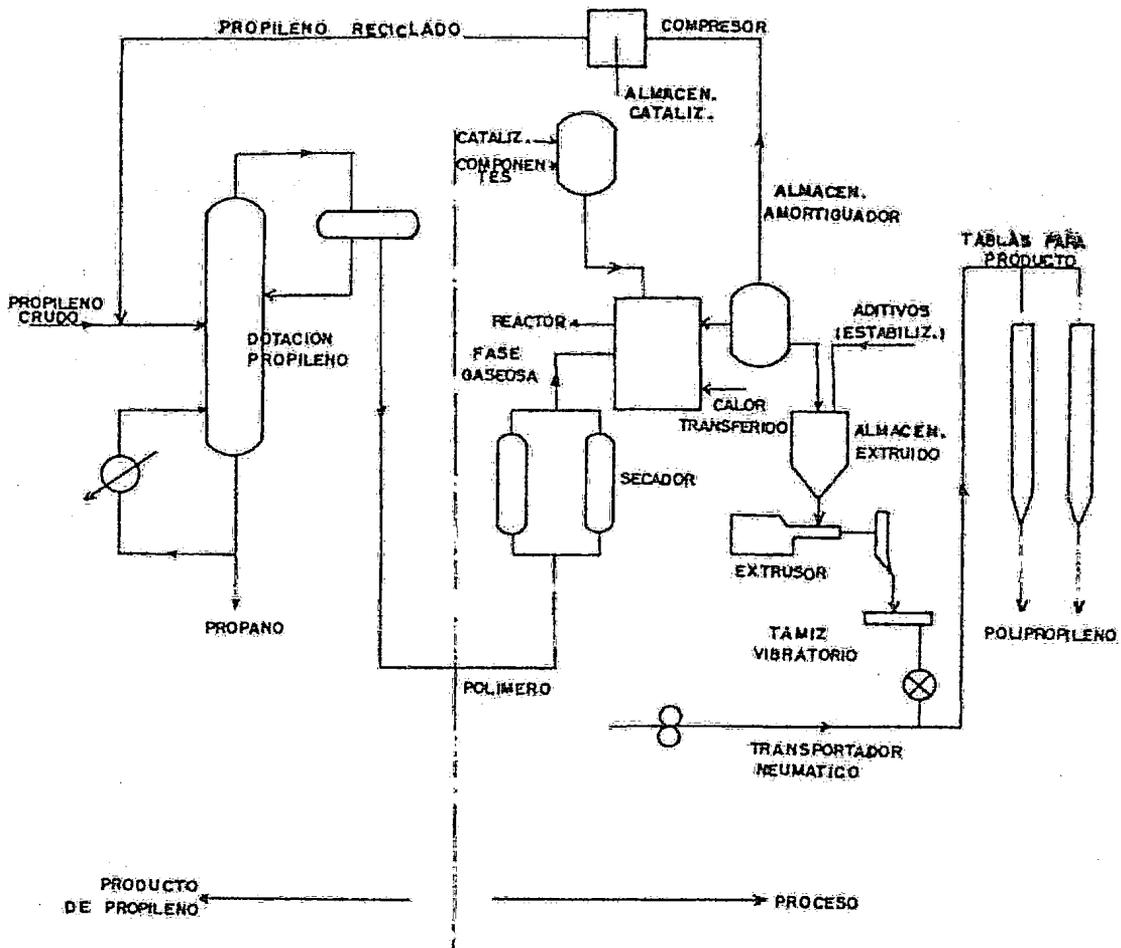


FIG. 3.3.2.II.2.3

PROCESO PARA LA PRODUCCION DE
 POLIPROPILENO DE LA INDUSTRIA HERCULES

PROCESO BASF

Este proceso está libre de diluyente y se obtienen rendimientos suficientemente altos, arriba de 5 000 partes de polímero por parte del catalizador. Además la inversión en planta y costos de operación son reducidos en este proceso desde que no hay reciclo de diluyente o purificación y no hay operación de secado u otras como flasheado del propileno no reaccionado. Los requerimientos de energía y vapor son reducidos.

Para lograr altas actividades en este proceso, el propileno debe tener alto grado de pureza. Este requisito de pureza es obtenido de pasar propileno no puro a una temperatura de 50-100° C a través de una torre empacada con gránulos de aluminio finamente dividido y/o óxido férrico o cobre metálico depositado en silicato de magnesio.

Las ventajas de este proceso, llamado Proceso en Fase Gas, son únicamente logradas cuando el calor de polimerización es removido efectivamente de la zona de reacción.

Para lograr este objetivo, el propileno es introducido en parte líquida o licuada dentro de la zona de reacción. Durante la polimerización la fracción de propileno no polimerizado es evaporado, el cual absorbe el calor de polimerización, las condiciones de operación son 80 - 90° C y 400psia.

El propileno evaporado es eliminado de la zona de reacción y condensado. El propileno líquido, junto con el propileno fresco es regresado a la zona de reacción.

Cuando el propileno alimentado al reactor, es completamente

El líquido cerca de 4 - 5 veces la suma de propileno polimerizado, es requerido por cada unidad eliminada de calor en el sistema de circulación. El calor eliminado de acuerdo al principio de enfriamiento interno, también produce un intenso mezclado de las partículas sólidas de polímero con la fase gas.

El sobrecalentamiento debe de ser evitado, ya que provoca el decremento del peso molecular promedio e incrementa la fracción de polímero soluble.

Un reactor teniendo un agitador espiral es particularmente ventajoso en este tipo de procesos. El catalizador puede ser formado por la mezcla dispersa en ciclohexano de $TiCl_3$, $1/3 AlCl_3$ y $AlEt_3$.

Se produce poli propileno con un reducido contenido de polímero atáctico.

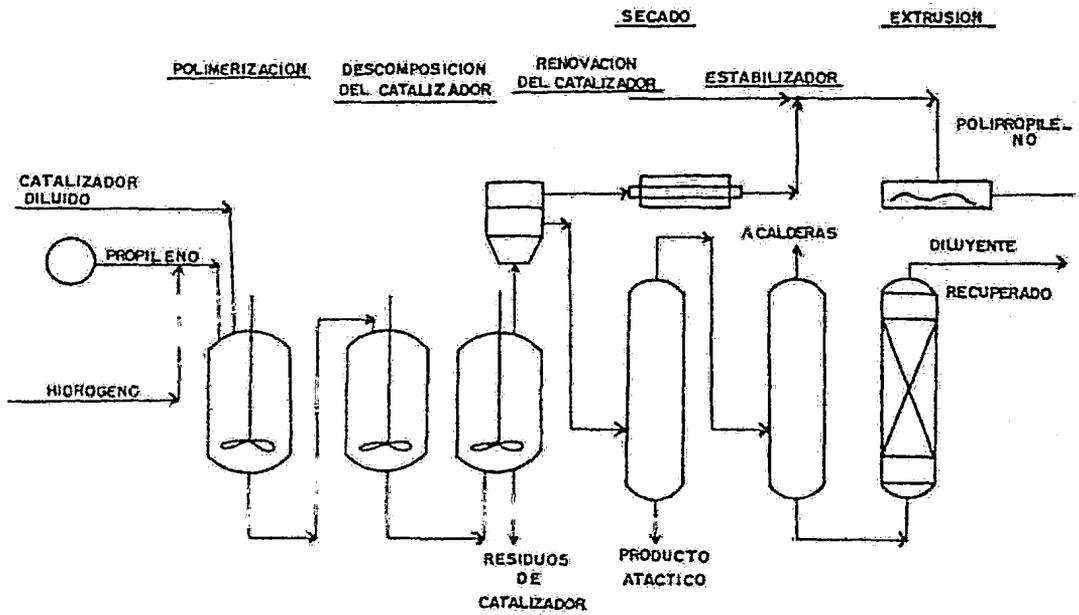


FIG. 3.3.2.II 2.4

PROCESO PARA LA PRODUCCION DE
POLIPROPILENO DE BASF

PROCESO MITSUI

El proceso consta de dos líneas; en la línea A se producen el homopolímero isotáctico y el copolímero propileno-etileno (al azar), mientras que en la línea B se produce el copolímero propileno-etileno en bloques, además del homopolímero isotáctico y el copolímero al azar. La síntesis de catalizador, recuperación de disolventes, quema de polímero atáctico y los servicios son utilizados en común entre las líneas A y B.

Como catalizador se emplea un sistema complejo compuesto básicamente por: dicloruro de etil aluminio ($C_2H_5AlCl_2$), tricloruro de titanio AA (aluminio reducido, activado), ($TiCl_3 \cdot 1/3 AlCl_3$), fluoruro de titanio y potasio (K_2TiF_6), alil-butyl-eter ($CH_2=CH-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$), además de disolventes (n-Hexano principalmente), y de estabilizadores. Las relaciones empleadas de cada uno de estos compuestos dependerá del tipo de producto final (homopolímero, copolímero, etc.), para el propileno la relación $Al/Ti = 1.0$, la preparación del catalizador se lleva a cabo a $60^\circ C$. La línea A tiene dos reactores, mientras que la línea B tiene cuatro, siendo la alimentación a cada reactor y el flujo de proceso para una línea, diferentes según el producto final deseado, la operación de los reactores es entre $6-10 \text{ Kg/cm}^2$ y $60^\circ C$. Además de monómero, catalizador y n-hexano (disolvente), se alimenta hidrógeno al sistema de reacción con el objeto de controlar el índice de fusión (el cual está relacionado con el peso molecular) y así obtener un polímero con las propiedades deseadas.

A la salida de la sección de polimerización existe aún cata

lizador activo, el cual es activado por medio de la adición de metanol, mezclado con n-hexano en proporciones dependientes del tipo de producto final. Esta mezcla con el catalizador ya deactivado es entonces -- flasheada para eliminarle parte del metanol y del n-hexano, lavándose -- después para eliminar los restos de catalizador. Posteriormente se pasa a una centrífuga, donde se obtiene una torta que se pasa a un secador flash primero, y a un secador tipo cama fluidizada después, del cual -- sale polipropileno en polvo casi totalmente seco (0.1% en peso de -- N-hexano).

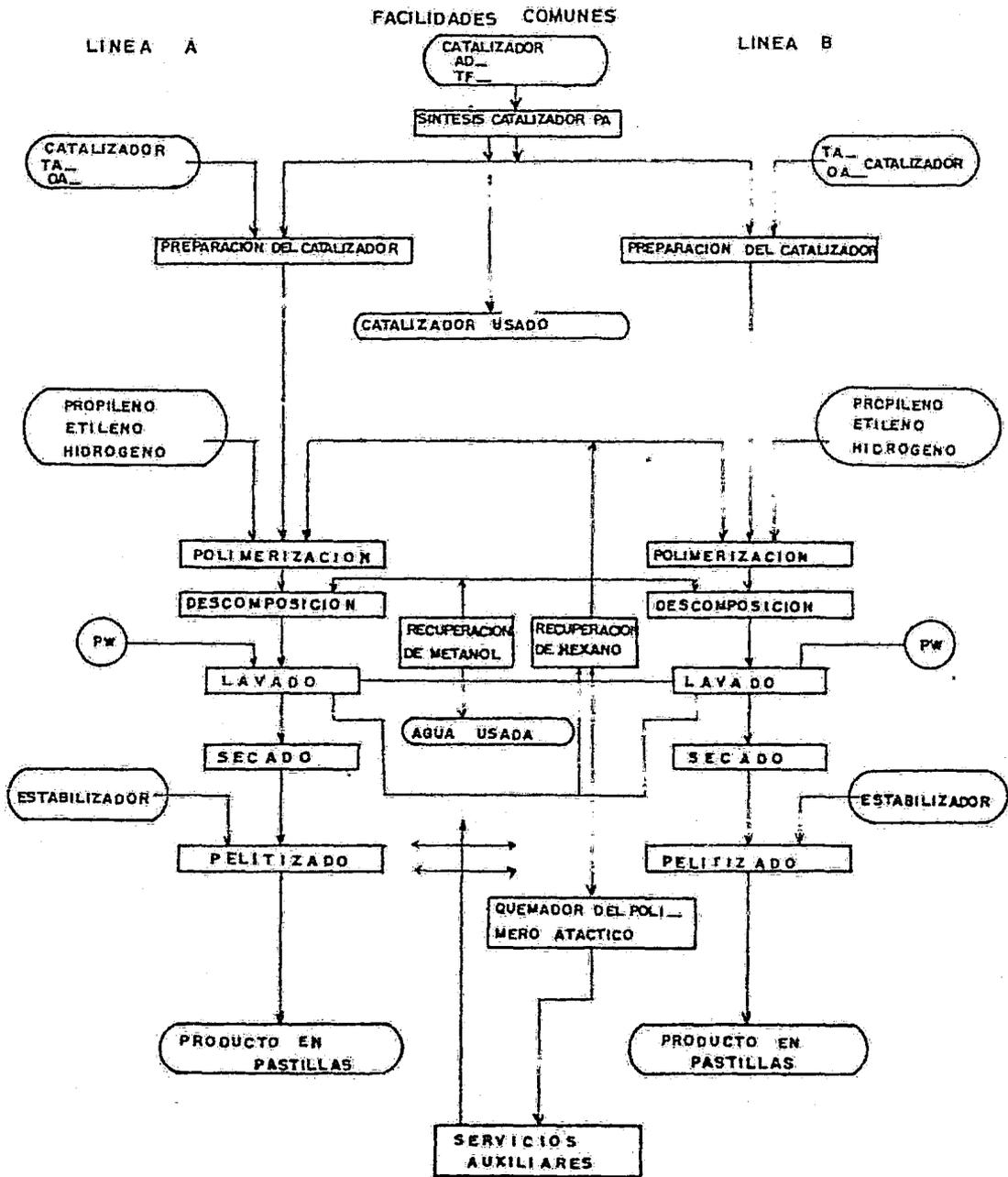
Para obtener una mayor eficiencia en el proceso, se tienen secciones destinadas a la recuperación tanto del metanol como del -- n0 hexano.

El propileno alimentado a los reactores es de gran pureza; a continuación se dan sus especificaciones.

Propileno de alta pureza.

1) Contenido de propileno	99.7% vol. min
2) Impurezas	
Metano, Etano, Propano y Etileno	0.33% vol. max.
Butano y Butano	10 ppm vol. max.
Acetileno	5 ppm vol. max.
Metil-acetileno	5 ppm vol. max.
Propadieno	5 ppm vol. max.
1,3 Butadieno	5 ppm vol. max.
Oxígeno	5 ppm vol. max.
Monóxido de Carbono	5 ppm vol. max.

FIG. 3.3.II.2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA PRODUCCION DE POLIPROPILENO DE MITSUI



Dióxido de Carbono	10 pp.m vol. max.
Azufre Total	5 ppm vol. max.
Agua	5 ppm vol. max.

3) Condiciones en la alimentación

Presión	17 Kg/cm ² G
Temperatura	37.8°C

Nota: el contenido de impurezas en el propileno deberá ser constante y no deberá fluctuar.

3.3.2.II.2.2 Uso de Oxidos como catalizador.

Normalmente este tipo de catalizadores están compuestos del catalizador, un soporte del catalizador y un promotor.

Algunos de estos catalizadores se pueden activar y regenerar mediante el uso de aire, otros mediante el uso de hidrógeno.

Existen tres factores para el control del peso molecular.

1) Temperatura de activación del catalizador. El peso molecular disminuye cuando se aumenta la temperatura de activación.

2) Temperatura de reacción. El peso molecular disminuye si aumenta la temperatura de reacción.

3) Presión de operación. El peso molecular aumenta si la presión aumenta.

A continuación se describen los procesos que utilizan este tipo de catalizador.

PROCESO PHILLIPS P.

Se utiliza como catalizador, óxido de cromo asociado con una mezcla de óxidos de silice y alumina como soporte, la relación en peso $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ es de 9.0, mientras que la cantidad de cromo oscila entre un 20 a 30% en peso. En cuanto a sus características el material de soporte tiene una baja área superficial y un gran tamaño de poro, mientras que con las del catalizador ocurre al revés. el Material de soporte es tratado antes de ser impregnado, con NH_4F y calentado para eliminarle el fluor residual; la razón de este tratamiento es para lograr que el polímero obtenido al utilizar el catalizador, tenga un peso molecular elevado y una gran flexibilidad. Se puede agregar al catalizador óxido de estroncio en proporción de 1 a 1.5 mol. por mol. de cromo para retardar la desactivación del catalizador. El proceso de obtención es sencillo, se sumerge el soporte (óxido de silice y alumina) en una solución acuosa 0.8 M de Cr_2O_3 , se deja reposar varios minutos y se filtra la mezcla, el material impregnado se seca a 150°C ; la activación del catalizador se logra mediante la adición de aire para lograr oxidar el cromo a su estado hexavalente, la temperatura del proceso es de 540°C y el tiempo es de cinco horas.

El propileno debe alimentarse libre de vapor de agua; oxígeno, monóxido de carbono; compuestos de azufre, nitrógeno y halógeno; los cuales actúan desactivando el catalizador (sus cantidades deben mantenerse abajo de 100 pps.)

El catalizador ya activado es mezclado con un solvente como n-hexano, una vez formada la suspensión coloidal se adiciona al

reactor, a donde llega también el propileno purificado la temperatura de operación es de 160°C y la presión es de 450 psi. El sistema de reacción se debe mantener bajo agitación mecánica o por la velocidad de alimentación del diluyente, una vez terminada la reacción la mezcla de polímero-solvente, catalizador, es alimentada a otro recipiente en donde se efectúa la extracción del polímero, por medio del calentamiento y de un solvente, después pasa a una zona de filtrado separando al catalizador.

El catalizador puede ser reciclado o regenerado mediante oxidación controlada.

El catalizador puede también ser recuperado mediante dos etapas de centrifugación. La primera etapa de centrifugación se lleva a cabo a 300°F bajo la presión de un gas inerte de esta zona se obtiene -- el catalizador libre de polímero y una mezcla polímero-catalizador-solvente, la primera corriente va a una zona de recuperación de solvente -- en donde se separa el n-hexano, y la segunda es calentada hasta que el polímero se disuelve pasándose a la segunda etapa de centrifugación donde una corriente es polímero-solvente y una pequeña cantidad de catalizador es reciclada a la primera etapa de centrifugación y la otra corriente que es rica en catalizador y contiene solvente va a una zona de secado -- donde se recupera el solvente.

La separación del polímero y el solvente se logra por la -- evaporación en varias etapas, seguida de una extracción del polímero -- con n-pentano a temperatura ambiente para remover cualquier grasa -- o material extraño y dejar el polímero sólido mediante un enfriamiento

para lograr su precipitación y se separan mediante filtración o centrifugación.

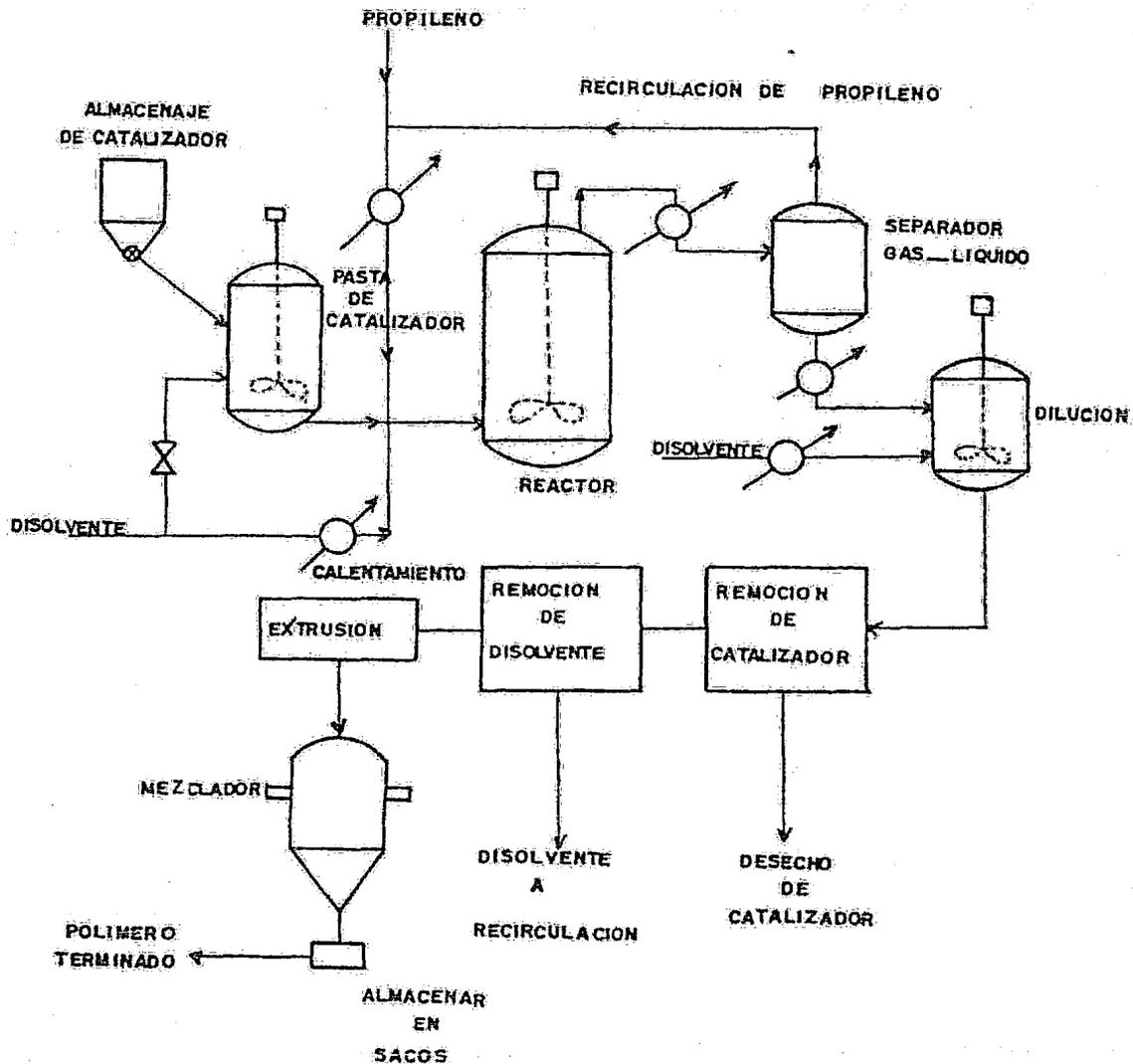


FIG: 3.3.2.II.2.6

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PHILLIPS.

PROCESO STANDAR OIL INDIANA CO. (Oxido de Niquel -Carbón)

El catalizador se logra obtener por la Impregnación de carbón con una solución de nitrato de níquel al 5%, seguida de un calentamiento a 260° C para convertir el nitrato en óxido y de un proceso de activación con hidrógeno a 240° C durante 30 min.

Como promotor se utiliza sodio de 0.2 a 0.3 partes por parte de catalizador.

El propileno deberá estar libre de bióxido de carbono, H₂S y compuestos de azufre, oxígeno y acetileno.

El catalizador es mezclado con ciclohexano en un tanque obteniendo una solución, la cual se alimenta al reactor.

Otra corriente con el propileno purificado llega al reactor, en donde la temperatura es de 130° C y la presión de 400 psi. Una vez termina la reacción, se enfría el slurry y se procede a su separación tanto de polímero como de catalizador y de solvente, las separaciones involucran una centrifugación y evaporación para obtención del polímero, mientras que para el catalizador se tiene una centrifugación, filtración y secado.

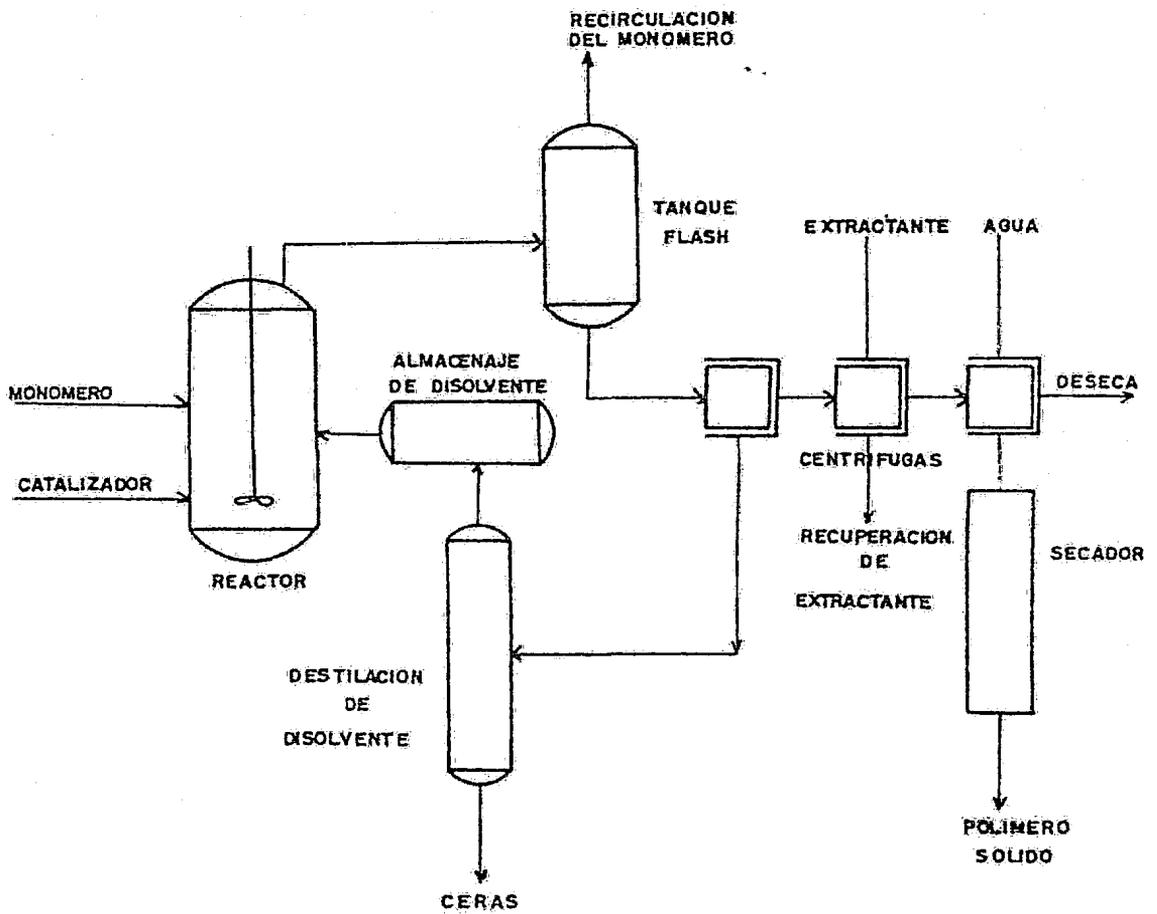


FIG: 3.3.2.II.2.7

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA POLIMERIZACION EN SUSPENSION POR EL PROCESO DE LA STANDARD OIL CO. INDIANAS

PROCESO STANDAR OIL INDICANA CO. ($\text{MoO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$)

El catalizador contiene 8% en peso de molibdeno y está -- soportado en alumina (Al_2O_3). Es hecho por impregnación de la alumina en una solución de una sal de molibdeno, seguida por una calcinación continuada de una mollenda. El catalizador es activado por calenta--- miento a 450°C con H_2 a presión atmosférica durante 30 min. Se emplea un metal alcalino como promotor en una cantidad de 1 a 1.5% del peso - total del catalizador.

El propileno deberá estar libre de compuestos de oxígeno y oxígeno, agua, monóxido de carbono, ácido sulfhídrico y compuestos de azufre, ya que son venenos para el catalizador.

El catalizador activado (MoO_3 - alumina) es mezclado con ciclohexanol, formando una suspensión, que es alimentada al reactor. El propileno purificado llega al reactor por separado, la temperatura de operación es de 240°C y la presión de 1000 psi.

La separación de la mezcla catalizador-solvente-polímero y una vez terminada la reacción, se logra mediante centrifugación sepa---rándose una corriente catalizador-solvente por un lado y otra corriente polímero-solvente por el otro.

La separación del catalizador y el solvente se logra median---te evaporación, obteniéndose el catalizador seco el cual se activará -- mediante un calentamiento con hidrógeno, o por un calentamiento en pre---sencia de los depósitos de polímero residuales que contiene: el tiempo, la temperatura y la presión de reacción son las mismas que en la ac---tivación con hidrógeno.

El polímero y el solvente se separan por enfriamiento de la solución a 25° C seguida de una filtración.

3.3.2.II.3 Etapa de preselección.

A continuación se presenta una tabla comparativa con los - - principales parámetros a tomar en consideración para seleccionar tres o dos tecnólogos, los cuales presentan la mejor propuesta en cuanto a proceso, costo de licencia, inversión, etc., Después de la tabla se presentan las razones por las cuales se descartaron los respectivos - licenciadores.

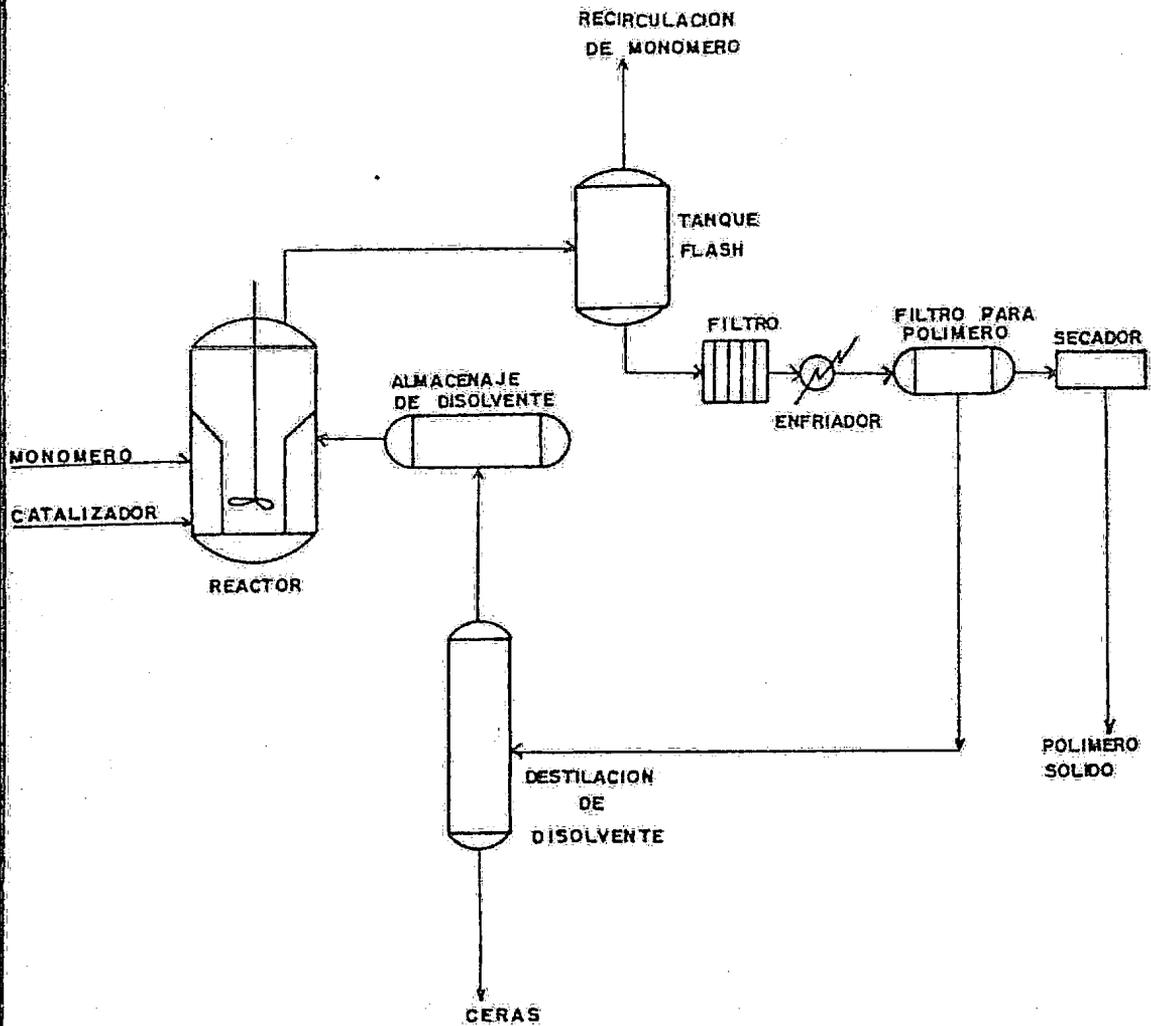


FIG 3.3.2.11.2.8.3

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA POLIMERIZACION EN SOLUCION CON UN CATALIZADOR SUSPENDIDO. PROCESO STANDARD OIL.

T A B L A 9

TABLA COMPARATIVA

Renglones a comparar en cada proceso

1. - Especificación de Materia Prima.
2. - Especificación de Producto Terminado.
3. - Requerimientos de Materia Prima
4. - Catalizador
5. - Condiciones de Operación
6. - Solvente
7. - Control del Peso Molecular
8. - Tratamiento de Efluentes
9. - Separación Catalizador - Solvente
10. - Separación Solvente - Polímero
11. - Separación Catalizador - Polímero
12. - Medio de Polimerización
13. - Atmósfera
14. - Consumo de Servicios
 - a) * Vapor
 - b)* Agua Proceso
 - c)* Agua Enfriamiento
 - d)* Electricidad
 - e)* Aire de Proceso
15. - Operabilidad de la planta (H año)
Mano de Obra

- a) Operador/ Turno
- b) Supervisor
- 16.- Mantenimiento (Personal)
- 17.- Mantenimiento (% de Inv.)
- 18¹ - Experiencia
 - a) Opera el proceso
 - b) Tiempo de licenciador
- 19.- Materiales
- 20 - * Inversión
- 21.- * Costo de Licencia
- 22.- * Pago inicial
- 23.- Inf. que puede proporcionar

IB = Ingeniería Básica

ID = Ingeniería Detalle

PT = Paquete Tecnológico

* Se tomaron relaciones y como base los valores del proceso MITSUBISHI (por tener una referencia).

- 1.- Incluye un sistema de purificación (Columnas de - destilación), no debe contener H₂O, CO₂, CO, H₂S, CS₂ ni otros compuestos polares, dióxido de etileno y propano. Su pureza 99.5%.
- 2.- Cumple
- 3.- Eficiencia 90%
- 4.- TiCl₃ Al Et₃ Al EtCl₂
- 5.- 70 °C y 15 atm
- 6.- Ciclohexano
- 7.- Usa H₂
- 8.- Menciona que es necesario (incluye)
- 9.- Por destilación y Evaporación
- 10.- Por Evaporación y Flash
- 11.- Por Centrifugación Filtración y Lavado
- 12.- Slurry
- 13.- Inerte con N₂
- 14.-
 - a).- 1.3
 - b).- 1.18
 - c).- 1.26
 - d).- 0.9
 - e).- 1.1
- 15.- 8200
 - a).- 16
 - b).- 3

- 16.- 6
- 17.- 3.2
- 18.- a).- 1965
b).- 1955
- 19.- No especifica
- 20.- 1.08
- 21.- 1.26
- 22.- 1.3
- 23.- IB y ID

ESSO CO.

1. - No especifica (sólo dice que debe ser puro)
2. - Cumple
3. - No especifica
4. - $TiCl_4$ 1 Br_4 Cl_4 $AlEt_3$, $AlEtCl_2$
(mezclado a $150^\circ C$ y 30 min) relación 5/1
5. - $130^\circ C$ y 3 atm
6. - Clorobenceno
7. - No especifica
8. - No especifica
9. - Filtración y Secado
10. - No especifica
11. - Lavado de (ac. oxalico $50^\circ C$)
Filtración
12. - Slurry
13. - Inerte con N_2
14. - a). - No especifica
b). - No especifica
c). - No especifica
d). - No especifica
e). - No especifica
15. - 8.200
a). - No especifica
b). - No especifica
16. - No especifica

- 17. - 4.0%
- 18. - a). - 1960
b). - 1945
- 19. - Aleación Especial
- 20. - 0.91
- 21. - 1.1
- 22. - 1.3
- 23. - IB

DART Industries

- 1.- No especifica (sólo dice que debe ser puro)
- 2.- Tiene problemas con la producción de polímero atáctico
- 3.- 70 - 80%
- 4.- $TiCl_3$ y $AlEt_2Cl$
- 5.- 60 - 70 °C y 360 a 400 psia.
- 6.- No usa
- 7.- No especifica
- 8.- Menciona que es necesario (Incluye)
- 9.- No contiene
- 10.- No contiene
- 11.- Por flasheo se separa propileno, se lava con isopropanol-heptano + 0.1 mol de HCl. Centrifugación (a 80-85 °C y 45 min) y secado
- 12.- Polimerización en masa
- 13.- No especifica
- 14.-
 - a). - 0.9
 - b). - No especifica
 - c). - No especifica
 - d). - 0.86
 - e). - 1.08
- 15.- 8000
 - a). - 18
 - b). - 3

- 16. - 7
- 17. - No especifica
- 18. - a). - 1970
b). - 1960
- 19. - No especifica
- 20. - I. II
- 21. - I. 3
- 22. - I. 6
- 23. - P. T.

f

HERCULES

- 1.- Incluye un tratamiento con Alquil-Alumínico debe de estar libre de O, H₂O, compuestos de S, CO₂, CO
- 2.- 5-15 ppm de catalizador (cumple)
- 3.- Eficiencia 90%
- 4.- Morociclopentadienil Titanio y Alquil Alumínico
- 5.- 60 - 70 C y presión atmosférica
- 6.- N-hexano
- 7.- Usa HCl (gas) 1 a 3%
- 8.- Menciona que es necesario (incluye)
- 9.- Evaporación
- 10.- Evaporación y Secado - Hay varias rutas ver descripción
- 11.- Agua + Alcohol si hay gran cantidad de catalizador
- 12.- Slurry
- 13.- Inerte con N₂
- 14.-
 - a).- No específica
 - b).- No específica
 - c).- No específica
 - d).- No específica
 - e).- No específica
- 15.- R400
 - a).- 16
 - b).- 4
- 16.- 9

- 17.- 3.5
- 18.- a). - 1960
b). - 195
- 19.- No especifica
- 20.- 0.92
- 21.- 0.96
- 22.- 1.1
- 23.- IB

MIISUI

- 1.- 99.7% de pureza trae en la descripción las especificaciones
- 2.- Cumple
- 3.- Eficiencia 90%
- 4.- $TiCl_3$, $AlEtCl_2$, K_2TiF_6 + estabilizadores, relac.
 Cl/Al - 1.99 a 2.03
- 5.- 60 Cv 6-10 kg/cm^2
- 6.- N-Hexano
- 7.- Usa H_2 (gas)
- 8.- Menciona que es necesario (incluye)
- 9.- Evaporación
- 10.- Centrifugación y Secado
- 11.- Disolución con metanol-hexano flasheo y lavado
- 12.- Slurry
- 13.- Inerte con N_2
- 14.-
 - a). - 1.0
 - b). - 1.0
 - c). - 1.0
 - d). - 1.0
 - e). - 1.0
- 15.- 8400
 - a). - 17
 - b). - 3
- 16.- 8

- 17.- 3%
- 18.- a).- 1966
b).- 1960
- 19.- Aleación Normal
- 20.- 1.0
- 21.- 1.0
- 22.- 1.0
- 23.- IB y iD

BASI

1. - Incluye un sistema de purificación aluminio + óxido férrico cobre (80° C)
2. - 1 Parte de cataliz/5000 partes de Polímero (cumple)
3. - Eficiencia 85
4. - $1/3 \text{ AlCl}_3 / \text{TiCl}_3 \cdot \text{AlEt}_3$ en ciclohexano
5. - 80 - 90° C y 400 psia
6. - No usa
7. - No especifica
8. - No especifica
9. - No contiene
10. - No contiene
11. - No especifica
12. - Polimerización en masa
13. - No especifica
14. -
 - a). - 0.81
 - b). - No especifica
 - c). - No especifica
 - d). - 0.83
 - e). - No especifica
15. - 8200
 - a). - No especifica
 - b). - No especifica
16. - No especifica

17.-	3.5%
18.-	a). - 1959
	b). - 1945
19.-	Al eación especial
20 -	1.28
21.-	1.37
22.-	1.2
23.-	IB

PHILLIPS

1. - 99.7% de pureza libre de vapor, O₂ compuesto de azufre, N₂, halógenos (100 ppm max)
2. - Cumple
3. - ' ,
4. - El catalizador es regenerable si O₂/Al₂O₃ = 9.0 se trata con NH₄ F + y luego se impregnan con soln. 0.0 M Cr₂O₅ y se seca 150 °C y oxida 540 °C 5 hrs. con aire (la cantidad de Cr 20 a 30%).
5. - 160° F y 450 psi
6. - N-Hexano
7. - No específica
8. - Menciona que son mínimos (incluye)
9. - Evaporación. Extracción con N penteno
10. - Evaporación
11. - Filtración y centrifugación secado del catalizador
12. - Slurry
13. - No específica
14. - a). - 1.26
b). - 1.1
c). - 0.96
d). - 1.1
e). - 1.4
15. - 8000
a). - no específica
b). - no específica
16. - No específica

- | | |
|------|-------------------|
| 17.- | 4.0% |
| 18.- | a). - 1960 |
| | b). - 1957 |
| 19.- | Alección especial |
| 20.- | 1.22 |
| 21.- | 1.16 |
| 22.- | 0.80 |
| 23.- | P.T. |

Razones por las que se descartaron los diferentes tecnólogos:

DUPONT. - Se descartó por ser un proceso no probado a gran escala, - sus altas condiciones de operación elevan sus costos en los equipos - - con lo cual se eleva la inversión, además resulta demasiado arriesgado ya que los procesos para polimerización son en su mayoría catalíticos, PHILLIPS P., STANDAR OIL INDIANA. - Este tipo de procesos que son catalíticos, fueron descartados por el problema de la compra del catalizador, el cual no lo hay en el país y en el exterior tiene elevados -- costos, se pensó en procesarlo pero también se presentaron problemas para conseguir las materias primas. ;

BASF. - Fue descartado debido a que muchos renglones de los presentados en la tabla comparativa no fueron especificados, otra razón es la baja eficiencia del proceso y porque sus condiciones de operación son - altas, así como el monto de la inversión.

DART INDUSTRIES. - Fue descartado por la baja eficiencia que presenta el proceso, por sus altas condiciones de operación, por el alto monto de la inversión, por la cantidad de información que podía suministrar y el alto pago inicial por la licencia (se supo que este proceso - había tenido problemas porque la cantidad de polímero atáctico formado era indeseable).

ESSO Co. - Fue descartada debido a que muchos de los renglones presentados en la tabla comparativa no fueron especificados, este proceso presenta elevados costos de mantenimiento y un alto costo en el primer pago de la licencia.

1. - No debe contener O₂, agua, CO, H₂S y compuesto de azufre
2. - Cumple
3. - Eficiencia 88%
4. - 8% de Mo, soporte Al₂O₃; (Al₂O₃ + soM, Mo) y (cal-
cincación + mollienda) activ. a 450°C con 1 h 30 min
En operación cataliz. se regenera con los restos de
polim. en el catalizador
5. - 240°C y 1000 psi
6. - Ciclohexano
7. - No específica
8. - Menciona que no existen
9. - Evaporación - secado
10. - Enfriamiento y filtración
11. - Centrifugado
12. - Slurry
13. - No específica
14. - a). - 0.9
b). - No específica
c). - 1.3
d). - 1.2
e). - 1.06
15. - 8000
a). - 16
b). - 3
16. - 6

- 17.- No específica
- 18.- a). - 1960
b). - 1949
- 19.- Al eación especial
- 20.- 1. 17
- 21.- 1. 2
- 22.- 1. 3
- 23.- IB

STANDARD OIL INDIANA (OXIDO NIQUEL /CARBON)

1. - No debe contener CO₂, H₂S, O₂ ni acetileno
2. - Cumple
3. - No especificado
4. - (Impregnar carbón con nitrato de níquel al 5% + 260° C) y se activa con H₂ a 240° C por 30 min. a
5. - 130° C y 400 psi
6. - Ciclohexano
7. - No especifica
8. - Menciona que sí da tratamiento (Incluye)
9. - Filtración y secado
10. - Evaporación
11. - Centrifugación
12. - Slurry
13. - No especifica
14. - a). - No especifica
b). - No especifica
c). - No especifica
d). - No especifica
e). - No especifica
15. - No especifica
a). - No especifica
b). - No especifica
16. - No especifica

- 17.- No especifica
- 18.- a). - No especifica
b). - 1949
- 19.- No especifica
- 20.- No especifica
- 21.- No especifica
- 22.- No especifica
- 23.- No especifica

De aquí se procedió a solicitar más información a los proveedores de tecnología restantes (MITSUI, MONTEDISON Y HERCULES).

3.4 SELECCION DE ALTERNATIVAS.

3.3.4.1. - Información requerida para selección de tecnología.

Con la información anterior se realiza una preselección que permita reducir el número de licenciadores a dos o tres y pasar a la etapa de selección definitiva. Con los proveedores de tecnología preseleccionados se establece otro contacto, para solicitar información más profunda y detallada, sobre la base de un compromiso más formal en cuanto al manejo de dicha información. Aquí es común establecer convenios de confidencialidad con los licenciadores y se busca el contacto directo que permita conocer sus instalaciones y/o sus plantas en operación. Dicha información se presenta a continuación en el Anexo. No. 3.4.1.

ANEXO 3.4.1

CUESTIONARIO PARA EVALUACION FINAL DE TECNOLOGIA

CONTENIDO:

I. CALIDAD

a) Calidad del Producto

- Especificaciones (Garantizadas y típicas)
- Usos para los que es apropiado.

b) Calidad de las materias primas principales.

II. MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS.

Bases: Capacidad Instantánea
Horas de Operación/Año.

Garantizado* Típico

a) Uso de materias primas

Definir condiciones y bases de prueba

b) Subproductos (si los hay)

Especificación

c) Servicios (psig., etc.)

III. ESTIMADO DE INVERSION

Bases: localización
Estándares: API/ASME

a) Límites de Bateria

Materiales Mano de Obra

Equipo y Materiales*
Erección
Cimentaciones y Estructuras
Tubería
Eléctrico
Instrumentación

VIII. PROCESO

- a) Descripción
- b) Flow sheets simplificados

3.4.2 ALCANCE DE LA TECNOLOGIA

El siguiente paso y tal vez el más importante es el análisis del alcance de la información a suministrar por el licenciadore. esta información puede ir desde un paquete técnico hasta la inclusión de la Ingeniería Básica. Normalmente la información es dividida en la siguiente forma:

3.4.2.1 Datos Técnicos

3.4.2.1.1 La siguiente información deberá ser suministrada por el tecnólogo, y será de una planta en operación de diseño similar a la planta que se construirá.

3.4.2.1.1.1 Especificaciones de Ingeniería.

Balances de Calor.

Balances de material

Diseño de equipo y/o especificaciones de órdenes de compra.

3.4.2.1.1.1 Diseños y Diagramas de Ingeniería.

Diagramas de flujo de proceso.

Diagramas de flujo mecánico

Diagramas de equipo.

Diagramas de tuberías de equipos principales.

Diagramas de Instrumentos.

Arreglos de Areas.

Especificaciones de Tuberías y Válvulas y/o Estándares del Tecnólogo.

3.4.2.1.1.3 - Especificaciones y Requerimientos del Proceso.

Relaciones de materias primas.

Relaciones de servicios.

Relaciones de fuerza de trabajo.

Relación de requerimientos de materiales de mantenimiento y suministro de partes de repuesto.

Especificaciones del catalizador.

3.4.2.1.1.4- Instrucciones de Operación.

Descripción del proceso.

Procedimientos de arranque del equipo.

Instrucciones de operación del equipo.

Hojas de datos de operación.

Problemas de operación y sus correcciones.

Instrucciones de seguridad

Almacén de producto.

3.4.2.1.1.5 - Instrucciones de laboratorio.

Técnicas analíticas.

Pruebas de control y operación de muestreo.

Especificaciones de equipo de laboratorio.

3.4.2.1.2 Es pecifi caciones de Reactivos de Laboratorio.

La siguiente información deberá ser preparada específicamente por el tecnólogo para la capacidad de la planta a construir.

3.4.2.1.2.1 - Bases de Diseño.

Capacidad de la Planta.

Lista de áreas con breve descripción de cada una.

Características principales de materias primas, productos

catalizador, efluentes y corrientes de servicios requeridos.

3.4.2.1.2.2- Descripción del proceso.

Completa de áreas y cada paso del proceso. Deberá dar una idea completa de la operación de la planta, destacando, todos aquellos puntos que deban cuidarse cuando se diseñe una nueva unidad de producción, con objeto de darle seguridad en su manejo y en sus resultados.

3.4.2.1.2.3 - Diagramas de Flujo de Proceso (Contiene)

Equipo necesario para cada área con su número de identificación y una breve descripción de cada uno.

Corrientes de proceso y dirección de flujo, Incluye servicios auxiliares principales y líneas de efluentes.

Loops principales de control.

Balance de materia para todas las corrientes de proceso, - incluyendo: gasto, composición del fluido, temperatura, - presión y otras propiedades del fluido cuando sean necesarios.

Gasto requerido y condiciones de suministro para agua de - enfriamiento, agua de proceso, vapor, condensado, aire y - otros servicios.

Cálculos, balances de calor y materia.

3.4.2.1.2.4- Balance global de servicios.

Requerimientos, flujo y especificaciones para servicios -- (energía eléctrica, agua, vapor, condensado, aire, com-- bustible, etc.) con márgenes adecuados suficientes para es

catalizador, efluentes y corrientes de servicios requeridos.

3.4.2.1.2.2- Descripción del proceso.

Completa de áreas y cada paso del proceso. Deberá dar una idea completa de la operación de la planta, destacando, todos aquellos puntos que deban cuidarse cuando se diseñe una nueva unidad de producción, con objeto de darle seguridad en su manejo y en sus resultados.

3.4.2.1.2.3 - Diagramas de Flujo de Proceso (Contiene)

Equipo necesario para cada área con su número de identificación y una breve descripción de cada uno.

Corrientes de proceso y dirección de flujo, incluye servicios auxiliares principales y líneas de efluentes.

Loops principales de control.

Balance de materia para todas las corrientes de proceso, incluyendo: gasto, composición del fluido, temperatura, presión y otras propiedades del fluido cuando sean necesarios.

Gasto requerido y condiciones de suministro para agua de enfriamiento, agua de proceso, vapor, condensado, aire y otros servicios.

Cálculos, balances de calor y materia.

3.4.2.1.2.4- Balance global de servicios.

Requerimientos, flujo y especificaciones para servicios (energía eléctrica, agua, vapor, condensado, aire, combustible, etc.) con márgenes adecuados suficientes para es

pecificar las unidades de producción de servicios (hojas de datos de servicios por áreas y totales para cada servicio).

3.4.2.1.2.5- Lista de equipo de proceso.

Deberá mostrar los principales datos físicos y de proceso para el equipo requerido en las diferentes áreas, incluyendo:

- número de identificación y servicio.
- requerimientos de repuesto.
- condiciones de operación y/o diseño
- principales materiales de construcción.

3.4.2.1.2.6- Especificaciones de equipo.

Deberán suministrarse hojas de datos y/o especificaciones para todo el equipo requerido en las áreas de proceso, incluyendo:

- número de identificación y servicio.
- condiciones de diseño y dimensiones del equipo
- información acerca del motor (si lo hay)
- requerimientos de aislamiento
- especificaciones del material de construcción.
- datos mecánicos y diagramas, donde se requiera una definición más clara.
- tipos de sello de la flecha.
- información acerca de platos y empaque cuando sea requerido.

3.4.2.1.2.7 - Requerimientos de proceso.

Relaciones de materia prima.

Relaciones de servicios.

Relaciones de fuerza de trabajo.

Datos de Efuentes.

3.4.2.1.3 - Ingeniería Básica.

La siguiente información será preparada para la capacidad de la planta a instalar.

3.4.2.1.3.1 - Diagramas de Tuberías e Instrumentación -- preliminares.

3.4.2.1.3.2 - Diagramas de flujo de Ingeniería, mostrando todas las unidades que están en contacto físico con, o que tienen influencia en cada corriente de proceso y servicio (excepto energía eléctrica) dentro de límites de batería.

Conteniendo la siguiente información:

Equipo con número de identificación y servicio.

Cada tubería con su identificación, tamaño de línea, fluido que maneja, material de construcción y/o número de especificación correspondiente.

Todas las válvulas con símbolos de identificación (tipo de válvula o número de codificación)

Todos los loops de instrumentación, mostrando los componentes individuales con su tag correspondiente.

Otra información cuando sea necesaria, para alcanzar el grado de diseño requerido.

Un diagrama complementario, a los PID's de identificación, de los símbolos incluidos en dichos planos.

3. 4. 2. 1. 3. 3 - Especificaciones de instrumentos.

Lista de instrumentos, los cuales aparezcan sobre los PID's, incluyendo todos los componentes principales en un loop de control. La lista incluirá: rango, servicio, tipo y número de identificación.

Especificaciones generales para controles e instrumentos. Es decir, especificaciones estándar de ingeniería para controles e instrumentos del licenciador.

Especificaciones para diseños de tuberías de instrumentos es decir, especificaciones estándar de ingeniería para tubería de - - instrumentos.

Requerimientos para instrumentos suministrados como equipo paquete. Estándar del licenciador.

Especificaciones de materiales para tubería de instrumentos. Estándar del licenciador.

Hoja de datos de instrumentos. Hoja de especificación, - deberá de ser preparada para cada instrumento, la cual incluirá información de servicio, rango y materiales. Además deberá incluir información básica a ser usada por el adquirente para preparar requisiciones para cotizaciones del proveedor.

Descripción de sistemas de ensamblar especiales y/o sistemas lógicos de control.

Instrumentos de análisis y sistemas de muestreo.

3.4.2.1.3.4 - Arreglos preliminares de equipo para las -- áreas de proceso.

Recomendaciones de: equipo, cuarto de control, tableros, -- eléctricos, etc.

Arreglos.

3.4.2.1.3.5 - Arreglo general de planta.

Basado en una planta existente.

Marcado con cambios recomendados por el arreglo del licen-
ciador.

3.4.2.1.3.6 - Diagramas eléctrico unifilares.

Para la capacidad de la planta.

3.4.2.1.3.7 - Lista de motores eléctricos para áreas de -
proceso.

Lista de referencia de motores cubriendo motores eléctri-
cos y otras cargas eléctricas, especificación de trabajo y caballaje es-
timado.

Requerimientos de proceso para el diseño eléctrico (ej. Sis-
tema de emergencia).

3.4.2.1.3.8 - Clasificación sugerida de áreas peligrosas.

Basadas en el N.E.C.

3.4.2.1.3.9 - Especificaciones de pintura (estándares del li
cenciador)

3.4.2.1.3.10 - Especificaciones de aislante (estándares - -
del licenciador).

3.4.2.1.3.11 - Especificaciones de recubrimiento (estándares

del licenciador).

Métodos de aplicación.

Materiales sugeridos.

3. 4. 2. 1. 3. 12 - Manuales de operación y mantenimiento para cada área.

Procedimientos de mantenimiento son normalmente transmitidos durante las sesiones de entrenamiento en la planta del licenciador.

Procedimientos de operación serán preparados por el adquirente con asesoría del proveedor.

3. 4. 2. 1. 3. 13 - Manuales de Preoperación.

Planeación de la preoperación es abastecido por el proveedor durante la etapa de construcción de la planta.

3. 4. 2. 1. 4. 14 - Hojas de datos de operación.

3. 4. 2. 1. 4. 15 - Problemas de operación (manuales de operación).

3. 4. 2. 1. 4. 16 - Instructivo de seguridad (manuales de operación).

3. 4. 2. 1. 4. 17 - Instrucciones de laboratorio.

Con la información del ANEXO 3 y el análisis del alcance de la tecnología ofrecidos por los tecnólogos restantes, se procede a realizar la selección definitiva del licenciador.

Una vez seleccionado el tecnólogo se procederá a la negociación del contrato.

3.4.3 CONTRATO DE TECNOLOGÍA.

Antes de realizar el contrato se procede con las maniobras de negociación, donde se deben tomar en cuenta los siguientes elementos:

3.4.3.1 Condiciones restrictivas que impone o implica la Ley del Registro Nacional de Transferencia de Tecnología.

3.4.3.2 - Protección del monto de regalías vs. factores inflacionarios (v. gr. es muy deseable que si hay regalías continuadas se basen éstas en los volúmenes de producción y no en el valor de la venta en igual forma una demanda de regalía mínima garantizada que haga el licenciador, debe limitarse con un tope de regalías máximas si el medio económico previsto pudiera propiciar un crecimiento vertiginoso por encima de lo proyectado, lo que no tiene por qué beneficiar adicionalmente al licenciador).

3.4.3.3 - Valor presente de las regalías y su relación con el valor presente de las ventas, los costos y las utilidades de operación, para la vida del contrato.

3.4.3.4 - Condiciones bajo las que queda la licencia a la terminación del contrato.

Es conveniente señalar que si la empresa va a pretender obtener algún beneficio fiscal por su operación, la Secretaría de Hacienda puede exigir condiciones y monto de pagos más restrictivos que los que el Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, dentro de sus atribuciones podría establecer.

3.4.4 ANÁLISIS DE LA LEY DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.

3.4.4.1 - Marco Legal.

La finalidad de la Ley de Transferencia de Tecnología consiste en regular el flujo tecnológico nacional y exterior, buscando reducir la asfixiante dependencia en este campo, así como controlar la fuga de dividas y la eliminación de ciertas prácticas comerciales restrictivas, muy comunes en los acuerdos relativos a esta materia.

3.4.4.2 Principales disposiciones.

Es indudable que la simple lectura de la Ley de la materia, no es ni con mucho suficiente para entender en forma precisa el objeto y finalidad de sus preceptos, de esta manera es necesario un análisis conceptual de este documento normativo, situación que evidentemente implica una labor de muchas horas. En tal virtud, debe hacerse una selección para este fin contrato de los numerables más importantes que incluyen por una parte las hipótesis de inscripción previstas en el artículo 2° y por otra, aquellas causales de negativa de registro, contempladas en el artículo 7°.

Por lo que se refiere a los supuestos de inscripción obligatoria, la Ley contempla los siguientes:

- a) Licencia de uso de marcas
- b) Licencia de explotación de patentes
- c) Suministro de conocimientos técnicos
- d) Ingeniería básica y/o de detalle
- e) Asistencia técnica
- f) Servicios de administración y operación de empresas.

Desde luego, es claro que el licenciamiento de marcas y los servicios de administración y operación de empresas, en este sentido no pueden ser considerados como transferencia de tecnología; sin embargo, dada la importancia económica que representan, estos casos fueron incluidos en la Ley.

Por otra parte, respecto de las causales de negativa registral, la legislación vigente contempla catorce supuestos mismos que enseguida se enuncian:

- I Cuando el objeto del contrato sea la transferencia de tecnología - disponible libremente en el país, siempre que se trate de la misma tecnología.
- II Cuando el precio o la contraprestación no guarden relación con la tecnología adquirida o constituyan un gravamen injustificado excesivo para la economía nacional.
- III Cuando se incluyan cláusulas por las cuales se permita al proveedor regular o intervenir, directa o indirectamente, en la administración del adquirente de tecnología.
- IV Cuando se establezca la obligación de ceder, al proveedor de la tecnología, las patentes, marcas, innovaciones o mejoras que se

- obtengan por el adquirente.
- V Cuando se impongan limitaciones a la investigación o al desarrollo tecnológico del adquirente.
- VI Cuando se establezca la obligación de adquirir equipos, herramientas, partes o materias primas exclusivamente de un origen determinado.
- VII Cuando se prohíba o limite la exportación de los bienes o servicios producidos por el adquirente, de manera contraria a los intereses del país.
- VIII Cuando se prohíba el uso de tecnologías complementarias.
- IX Cuando se establezca la obligación de vender de manera exclusiva al proveedor de la tecnología los bienes producidos por el adquirente.
- X Cuando se obligue al adquirente a utilizar permanentemente personal señalado por el proveedor de la tecnología.
- XI Cuando se limiten los volúmenes de producción o se impongan precios de venta o reventa para la producción nacional o para las exportaciones del adquirente.
- XII Cuando se obligue al adquirente a celebrar contratos de venta o representación exclusivos con el proveedor de la tecnología, en el territorio nacional.
- XIII Cuando se establezcan plazos excesivos de vigencia. En ningún caso dichos plazos podrán exceder de diez años obligatorios para el adquirente, o
- XIV Cuando se someta a tribunales extranjeros el conocimiento o la

resolución de los juicios que puedan originarse por la interpretación o cumplimiento de los referidos actos, convenios o contratos.

Los actos, convenios o contratos a que se refiere el artículo 2º, que deban surtir efectos en el territorio nacional, se registrarán por las leyes mexicanas.

3.4.4.3 Criterios de aplicación e interpretación.

Es importante advertir que el análisis de los acuerdos en materia de transferencia de tecnología, se realizan en forma casuística, atendiendo fundamentalmente a circunstancias de beneficio para el país a nivel macro y microeconómico. No obstante lo anterior y reconociendo la severa dificultad de interpretación que implica la ley, se han formulado ciertos criterios aplicativos para cada una de las causales de negativa que dependiendo del caso concreto se aplicarán en la práctica.

Concretamente y en forma muy sucinta, a continuación serán mencionados dichos criterios:

I. En relación a este supuesto, un contrato no podrá ser aceptado cuando:

- a) El objeto del mismo involucre sólo la concesión para explotar una patente que no tenga validez o cuya vigencia haya terminado.
- b) Cuando involucre conocimientos técnicos que formen parte del dominio público.
- c) Involucre suministro de conocimientos técnicos que la empresa receptora esté en condiciones de realizar por

si misma y sin ningún costo adicional.

- d) Se refiere a importación de conocimientos técnicos que un Instituto de Investigación local de comprobado prestigio -- técnico, esté dispuesto a proporcionar en forma gratuita -- y en igualdad de condiciones con un oferente extranjero. Advertencia: en los cuatro casos anteriores, deberá cubrirse el requisito de que la tecnología sea sustancialmente -- similar a la que se pretenda adquirir del exterior.

Punto II. El sistema de interpretación de este supuesto, es eminentemente casuístico, y se consideran una serie de variables diversas para el análisis correspondiente.

Punto III. Con respecto a esta disposición, se ha considerado que no es legalmente válido inscribir un contrato cuando:

- a) siendo el objeto del acuerdo el uso de marcas, patentes o conocimientos técnicos se obligue directamente a la empresa licenciataria a ceder la administración de manera total o parcial a la proveedora.
- b) El licenciante adquiere derechos decisorios en áreas que sobrepasan el objeto del contrato.

Es susceptible de registrarse cuando concurren los siguientes casos:

- Cuando el objeto del contrato consista en la prestación de este tipo de servicios (Inciso f) (Art. 2°).
- El personal técnico del otorgante podrá cubrir ciertos aspectos administrativos por períodos limitados, siempre

y cuando los servicios se consideren indispensables para el funcionamiento adecuado de la empresa receptora.

- Cuando existan marcas involucradas y los servicios se orienten a mantener niveles adecuados de calidad.
- Si existe un derecho de revisión de libros contables para verificar el adecuado pago de regalías, siempre que ello no implique un control permanente en la contabilidad de la empresa receptora.

Punto IV. - En relación con este precepto, un contrato no se aceptará cuando:

- Se establezca la obligación de ceder el título o la propiedad de marcas o patentes desarrollados por la licenciataria durante la vigencia del contrato.
- Se imponga la obligación para la licenciataria de ceder las marcas o patentes propias, si el contrato se rescinde, es cedido a terceros o llega a su fin.
- El intercambio de información sobre mejores o innovaciones desarrolladas por cualquiera de las partes no se efectúe en forma recíproca en relación a los siguientes elementos:
 - a) Territorio
 - b) Grado de exclusividad
 - c) Pagos.

PUNTO V. - En concordancia con este dispositivo, no se inscribirá un acuerdo cuando:

- Se limite o prohíba al licenciatarlo el derecho de iniciar programas de investigación y desarrollo, respecto a nuevos productos, procesos o equipos, etc.
- Se establezcan limitaciones para efectuar mejoras sobre los productos o procesos dados en licencia.
- Se condiciones o limite en forma injustificada la incorporación de mejoras en los productos, particularmente cuando no se involucren marcas.
- Se condicionen sin razón .el Incorporar mejoras obtenidas de terceros.
- Se limite sin justificación el campo de uso de la información patentada.
- Se prohíba a la empresa receptora iniciar proyectos de investigación y desarrollo una vez finalizado el contrato.
- Se obligue al adquirente a devolver la información técnica después de la terminación del contrato.

Punto VI. - En términos generales no se aceptará un contrato cuando:

- El receptor se comprometa a adquirir insumos de su otorgante tecnológico al precio que éste señale durante la vigencia del contrato.
- El licenciatarlo se obligue a adquirir tales insumos de una fuente de abastecimiento señalada por el proveedor. Sin embargo, podría aceptarse en los siguientes casos:
- Si el licenciante se obliga a proveer al receptor de equipos, herramientas, partes o materias primas a los pre-

cios vigentes en el mercado internacional o, en todo caso, el propio licenciatarío quede en libertad de adquirirlos de la fuente que más convenga.

Punto VII. - Con respecto a esta prohibición, no es posible registrar un contrato cuando:

- Se establezca una prohibición total a la exportación.
- Se limite la exportación a ciertas áreas en donde el licenciante no haya otorgado de manera previa derechos exclusivos a terceros.
- Se establezcan volúmenes de venta máximos para la exportación.
- Se obligue al licenciatarío a exportar solamente a través del licenciante, en condiciones desfavorables.
- En forma injustificada se obligue al licenciatarío a pagar una regalía mayor sobre ventas a la exportación.
- Se requiera autorización previa del licenciante para llevar a cabo cualquier exportación.

Un contrato es susceptible de aceptación, aún cuando contenga limitaciones a la exportación, siempre que concurra alguna de las siguientes hipótesis:

- Que el licenciante haya otorgado derechos exclusivos de venta en otros países.
- Cuando el licenciante no esté autorizado para otorgar derechos a la exportación a ciertas áreas, de acuerdo a la legislación de su país.

Cuando en términos generales se respeten los mercados naturales de la licenciataria.

Punto VIII- En relación a esta fracción, no se inscribirá un contrato -- cuando:

- Se prohíba la utilización de conocimientos de terceros en la fabricación de los productos contractuales.
- Se impida la fabricación de productos distintos de aquellos involucrados en el contrato, que puedan ampliar o complementar las líneas de producción del licenciataria.
- Se limite la fabricación de artículos similares a los productos licenciados.

Un acuerdo tecnológico podrá ser aceptado cuando contenga alguna de estas limitaciones, siempre que concurra cualquiera de las circunstancias siguientes:

- Cuando el contrato involucre la autorización de uso de una marca propiedad de la empresa licenciante.
- Cuando el propósito de la limitación consista en evitar la divulgación de informes técnicos de carácter confidencial suministrados por la licenciante.

Punto IX - Respecto a esta disposición, no debe inscribirse un contrato cuando:

- Se obligue al licenciataria a vender al licenciante, los productos manufacturados al precio fijado por éste.
- Se obligue al adquirente a vender toda su producción a una empresa designada por el proveedor tecnológico.

Es factible el registro del contrato cuando:

- Se establezca esta obligación en forma exclusiva en lo referente a ciertos mercados de exportación y ello resulte benéfico para la empresa licenciataria.

Punto X - Será caso de excepción a este supuesto, cuando no existiendo técnicos nacionales que puedan desempeñar la función de que se trata - el licenciante proporcione personal designado por él en forma temporal y asumiendo la obligación de capacitar técnicos nacionales que puedan - substituir al personal que designe. ;

Punto XI.- En relación con esta fracción, un contrato no será inscrito - cuando:

- Se establezca un volumen mínimo de producción bajo pena de rescindir el contrato en caso de que éste no se alcance.
- La empresa receptora no esté autorizada para exceder ciertos volúmenes de producción.
- Se establezca que al final del contrato la empresa adquirente no podrá continuar usando la tecnología que se le transfiere, a menos que el acuerdo tan sólo involucre el uso de patentes y las mismas están en vigor.
- Se otorgue a la licenciante el derecho para fijar los precios de los productos.
- Se pacte cualquier otra obligación de no hacer, como la de no fabricar los productos objeto del contrato, al finalizar éste.

Punto XII- Se podrá exceptuar la aplicación de este precepto, cuando el

otorgante demuestre contar con un sistema de distribución adecuado o gozár de prestigio comercial que le permita llevar a cabo en mejores condiciones que la empresa receptora, la comercialización de los productos contractuales.

Punto XIII - En relación con esta fraccción, no se admitirá un contrato - cuando:

- No obstante establecer un período de vigencia que no lle- gue al máximo permitido (10 años), se considere que la - tecnología puede asimilarse en un período menor al esta-- blecido en el contrato.
- Contenga obligaciones para el licenciatarlo posteriores a la terminación del contrato, por plazo indefinido o por -- un término que rebase el máximo que la ley autoriza.

Punto XIV- Se exceptúa de la aplicación de lo dis puesto en este numeral, -- cuando existe sometimiento expreso al arbitraje privado internacional, -- siempre que la ley sustantiva sea la mexicana.

3.4.5 PUNTOS IMPORTANTES EN LA NEGOCIACION DEL CONTRATO.

3.4.5.1 Análisis del costo de licenciamiento.

Uno de los aspectos fundamentales en el establecimiento de una postura de negociación incluye la evaluación del costo y riesgos -- involucrados en la contratación de la tecnología, así como las ventajas y desventajas inherentes a cada esquema. Algunos elementos importantes a analizar son los siguientes, los cuales proporcionan criterios de costo y riesgo para el negociador.

- Costo de tecnología, pago fijo.
- Regalía variable (% sobre ventas) Efecto del mercado -- en el costo.
- Regalía fija (%/Ton.). Efectos del mercado en el costo total.
- Valor presente de la tecnología en función de las utilidades que el proyecto genera.

3.4.5.2 Postura de negociación.

En base a análisis económico, atractivo del proyecto, importancia de la tecnología para el mismo, factores de competencia entre licenciadores, etc., es posible definir estrategias y posturas de negociación previa a las discusiones finales. Lo anterior inclusive puede considerar situaciones en las que resulta conveniente saltar de la opción 1 de licenciador a la siguiente en orden de preferencia. Algunos puntos importantes de ningún modo limitativos, en una postura de negociación incluyen los siguientes:

- Costo total del paquete de tecnología y esquemas de pago, v. gr.:

- . Duración del contrato (con pago de regalías).
- . En su caso, tasa de interés aplicable.
- . Tipo de moneda.
- . Definición clara del alcance de los servicios y asistencia del licenciador. Costo de servicios reembolsables.
- Definición de elementos negociables del contrato, vgr. :
 - . Exclusividad.
 - . Eliminación de limitaciones de capacidad.
 - . Eliminación de restricciones de exportación.
 - . Condiciones de cancelación del contrato, etc.

3.4.6 ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO.

Una vez sentadas las bases sobre las que hay que negociar, incluyendo el análisis de la ley de transferencia de tecnología se procede a desglosar los aspectos más importantes que debe cubrir el contrato final de la tecnología. Esto se detalla en el siguiente Anexo.

3.4.6.1 Preámbulo.

Partes del acuerdo.

3.4.6.2. Definiciones y Alcance del contrato.

Definición de términos

Productos

Cobertura territorial.

Identificación de patentes y conocimientos técnicos

3.4.6.3 Compromisos del licenciador.

- Derechos que licencia.
- Opciones y derechos futuros.
- Información técnica y servicios.
 - . Paquete de procesos.
 - . Ingeniería básica.
 - . Servicios de consultoría en desarrollo de Ingeniería de detalle.
 - . Revisión de instalaciones a la terminación mecánica.
 - . Entrenamiento de personal de operación.
 - . Asistencia en el arranque de planta.
 - . Información de desarrollos futuros.
- Garantías.

3.4.6.4 Compromisos del adquirente de la licencia :

Pagos a efectuar.

- . Condiciones
- . Lugar y forma de pago.
- . Moneda base.

Retención de Impuestos.

Reciprocidad en licenciamiento de desarrollo.

Secrecía.

3.4.6.5 Duración del contrato y provisiones para terminación.

Período del contrato

Cláusulas para ampliaciones en el tiempo del contrato.

Provisiones de terminación.

3.4.6.6 Cláusulas generales.

Fuerza mayor

Cláusulas para asignación a terceros.

Derechos de visitas a plantas.

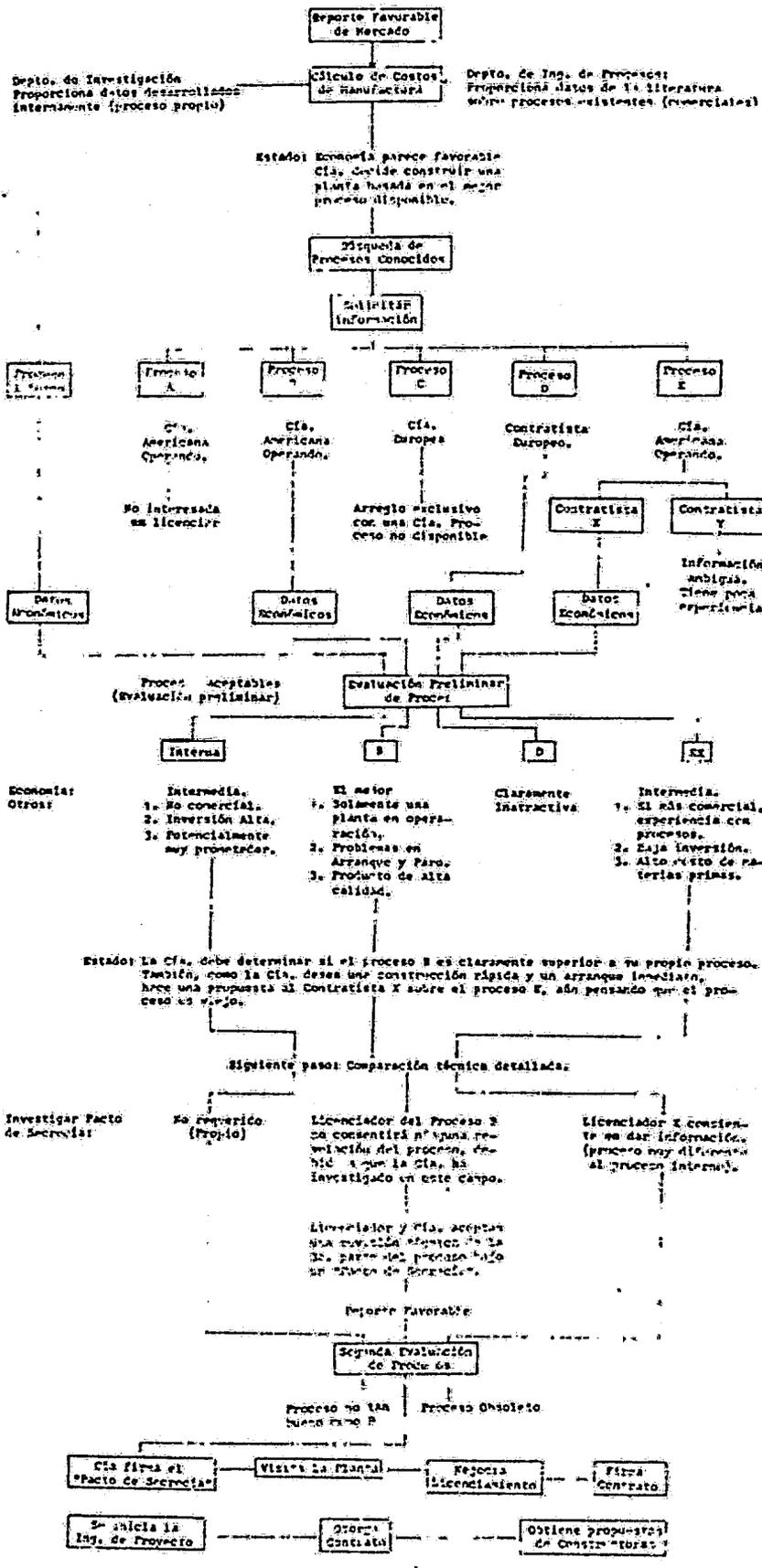
Provisiones para aprobación gubernamental

Provisión para pago de impuestos locales

Provisión para adquirente más favorecido

Ley que gobierna el contrato.

A continuación se ejemplifica en un diagrama muy sencillo cómo se lleva a cabo el proceso de selección de tecnología.



ANEXO 3.4.7.I

3.4.7 Introducción al Anexo 3.4 7.1

Se va a ejemplificar el proceso de selección definitiva del proveedor de la tecnología, tomando como base los tres proveedores - que habían quedado como alternativa (MITSUI, MONTEDISON y HERCULES)

Para ello se elaboró una tabla con los principales parámetros a considerar, después de la tabla se presenta un análisis dando las razones por las cuales se descartan los otros licenciadore, quedando - sólo uno.

T A B L A 10

INFORMACION A SUMINISTRAR	Mitsul	Montedison	Hércules
Información de su planta en operación	Si	Si	Si
Especificaciones de Ing	Si	Si	Si
Diseño y Diagramas de Ing.	Si	Si	Si
Especificaciones y requerimientos de proceso	Si	Si	Si
Instrucc de operación	Si	Si	Si
Instruc. de Laboratorio	Si	Si	Si
Bases de Diseño	Si	Si	Si
Descripción del proceso	Si	Si	Si
Diagramas de flujo del proceso	Si	Si	Si
Balance global de servicios	Si	Si	Si
Listas de Equipo de Proceso	Si	Si	Si
Especificaciones de Equipo	Si	Si	Si
Requerimientos de Proceso	Si	Si	Si
Diagramas de Tubería e Instrumentación	Si	Si	Si
Especificaciones Instrumentos	Si	Si	Si
Hojas de datos Instrm.	Si	algunos	Si
Descripción de Interlocks principales	Si	Si	Si
Arreglos de Equipo	Si	Si	Si
Arreglo general de planta	Si	Si	Si
Diagramas unifilares eléctricos	Si	Si	Si

Lista de motores	SI	SI	SI
Clasificación de áreas	SI	SI	SI
Especific de pintura, recubrimientos y aislantes	SI	SI	SI
Manuales de operación y mantenimiento	SI	SI	SI
Manuales de Preoperación	SI	SI	SI
Hojas de datos operación	SI	SI	SI
Problemas de operación	SI	No	SI
Instrucciones para laboratorio	SI	SI	SI

ASISTENCIA TECNICA

Revisión de Ing. de Detalle	SI	SI	SI
Supervisión construcc. de equipo	SI	SI	No
Supervisión montaje de la planta	SI	SI	No

GARANTIAS

Sobre operación y rendimientos	SI	SI	No
--------------------------------	----	----	----

CONVENIENCIA DE SUS ESTAN-

DARES	1 (más)	3 (menos)	2
GRADO DE CONTROL	2	1 (más)	3 (menos)

Que aumento de capacidad se puede lograr sin hacer grandes modificaciones

20% ninguno 10-15%

CONSUMO DE SERVICIOS

Vapor	1.0	1.3	1.2
Electricidad	1.0	0.9	1.1

Agua de enfriamiento	1.0	1.26	0.9
Sistema de refrigeración	1.0	1.32	1.22
Agua de proceso	1.0	1.18	0.9
Aire de Proceso	1.0	1.1	1.2
INVERSION L.B. (\$) .	$3.0 * 10^9$	$3.24 * 10^9$	$2.76 * 10^9$
LICENCIA	1.0	1.26	0.96
- 1er pago	1.0	1.3	1.1
OPERACION			
M. de O.	17	16	16
Supervisión	3	3	4
MANTENIMIENTO			
(% de inversión directa)	3.0	3.2	3.5
Personas	8	6	9
RESULTADO DE LA EVALUACION GLOBAL	1	2	3

Nota (*) datos dados como relación.

Selección Definitiva.

HERCULES fue descartado debido a que no ofrecía garantías sobre la producción y eficiencia de la operación de la planta, además de que la asistencia técnica que estaban dispuestos a dar era pobre.

MONTEDISON Las razones por las que fue descartado son las siguientes:

- 1) La inversión fija era alta.
- 2) Para aumentar la capacidad de la planta se tenían que hacer grandes modificaciones
- 3) Los estándares de equipo y materiales no eran adecuados.
- 4) No poseía gran número de controles automáticos pero el control de la operación era muy estricta.

Por las razones antes expuestas, el proceso seleccionado fue el de la compañía MITSUI PETROCHEMICAL INDUSTRIES, Ltd., procediendo a la negociación del contrato.

3.5 INGENIERIA BASICA

Después que se ha obtenido toda la información mencionada, se procede al desarrollo de la ingeniería básica del proceso. La cual la podemos definir como la información tecnológica que se requiere para poder diseñar la planta. En realidad no existe una línea de separación definida en lo que se considera tecnología e ingeniería básica de un proceso, sino que la define el tipo de acuerdo en el licenciamiento que se realiza y puede variar dependiendo del proceso específico de que se trate.

Para nuestros fines consideraremos como tecnología e ingeniería básica la información que se necesita para el desarrollo de la ingeniería de detalle de la planta.

Antes de realizar los cálculos del diseño, se establece por escrito una base completa de diseño, en la cual se incluye la cantidad y calidad de los productos deseados, las materias primas y sus características, los servicios con sus respectivas presiones y temperaturas, y factores tales como la probable aplicación de los subproductos. Simultáneamente se debe hacer la selección de los factores de seguridad que se van a usar en el diseño y la fijación de la fecha en que se ha de terminar el diseño del proceso.

Los factores de seguridad no se les da la importancia que les corresponde. A menudo se introducen numerosos factores de seguridad en el diseño de un equipo conforme diversos individuos trabajan en diferentes fases de su desarrollo. Muchas veces este procedimiento puede conducir a diseños en exceso conservadores y con un

costo adicional innecesario, por esto es preferible utilizar un solo -- factor de seguridad para cada tipo de equipo desde el comienzo del trabajo.

El tiempo disponible para un diseño de proceso determina -- todo el método de enfoque si se dispone de tiempo corto, es imposible intentar cálculos rigurosos que consumen mucho tiempo. En lugar de -- ello, es necesario hacer varias suposiciones basadas en trabajos pre-- ciosos y se debe estar preparado para aceptar riesgos inherentes a tal -- procedimiento. Estas decisiones se deben tomar antes de proceder al -- diseño real, ya que los factores de seguridad deben llevar la influen-- cia correspondiente a las decisiones.

Respecto al arreglo del equipo para un proceso antiguo, -- la experiencia determina el arreglo más deseable.

Si el proceso es nuevo, el trabajo experimental y la evalua-- ción económica deben suministrar la información esencial para elegir las operaciones unitarias requeridas, y si el trabajo experimental no es completo, se debe de solicitar datos adicionales que cubran lo faltante.

Se debe construir un diagrama esquemático en el que se in-- diquen todas las operaciones requeridas para la producción de la canti-- dad y calidad deseados del producto .

Cada una de las operaciones unitarias necesarias, pueden te-- ner diversas alternativas desde el punto de vista económico. Entonces, deben de hacerse balances de materia y energía alrededor de cada uni-- dad, y los resultados registrarse en forma ordenada de modo que se pue-- dan emplear para cálculos de diseño de proceso de una planta y estable

cimiento de especificaciones por escrito.

Cuando en el diseño de proceso de una planta se cuenta con un diagrama de flujo que se entienda con facilidad y con un balance exacto de materia y energía, se eliminan muchos errores y se puede haber varias personas trabajando en diversas fases del diseño

El procedimiento de diseño lo separaremos en dos grupos. El primero indica el diseño real del equipo que se va a construir bajo pedido. El segundo consiste en especificar las condiciones de operación para equipo de fabricación estándar. Al primer grupo pertenecen equipos como torres de destilación, de absorción, unidades de absorción y extracción y reactores. Los equipos que implican transferencia de masa, se diseñan mediante el cálculo del número de etapas o del número de etapas de equilibrio. El número real de etapas se determina a partir de la aplicación de las eficiencias apropiadas determinadas experimentalmente.

En algunos casos, se ha visto que es más recomendable emplear una etapa diferencial en el lugar de una etapa de equilibrio y determinar por una integración, el número de unidades de transferencia.

La altura de una unidad de transferencia, puede ser estimada por medio de ciertas correlaciones generalizadas. Con la aplicación de la cinética química, se diseñan los reactores. A partir de datos experimentales se determinan ecuaciones de velocidad y sus constantes empíricas. Al establecerse el efecto de la temperatura sobre estas constantes, es posible calcular tamaños de reactor para diversas condiciones supuestas de operación. Esta técnica permite un completo

análisis económico del diseño del reactor, sin una experimentación excesiva. Pero en muchos casos las reacciones son tan complejas que el análisis racional por los principios de la cinética aplicada es sumamente difícil en el estado actual de conocimientos. En este caso, debe utilizarse el conocimiento empírico de la planta piloto en el cual -- las condiciones óptimas de operación se determinan mediante un programa planeado de experimentación que requiere cientos de corridas y, por consiguiente, un gasto considerable. La aplicación de la cinética y de la teoría de transferencia de masa en el trabajo de la planta piloto debe ser intentada siempre que sea posible, puesto que contribuirá grandemente en la limitación de la cantidad de investigación novel requerida. Una gran parte del equipo para las otras operaciones unitarias -- que comúnmente se emplean en las plantas de proceso, pertenece al segundo grupo: equipos como: cribas, trituradoras y molinos, clasificadores, sedimentadores, centrifugas, cristalizadores, agitadores y -- evaporadores.

Se compran en compañías especializadas en uno o más de -- dichos equipos. La teoría para el diseño de la mayoría de estos equi-- pos está muy difusa y el empirismo es la única guía. La selección apropiada de un equipo debe ser puesta en manos de un fabricante que se haya especializado en la construcción de ese equipo y tenga un considerable catálogo de datos experimentales y de operación real. El fabri-- cante puede por aplicación de los principios de similitud dimensional, especificar la instalación del equipo sobre la base de pruebas efectuadas en equipo pequeño de laboratorio.

Se debe estar familiarizado con los métodos de selección utilizados por el fabricante, de modo tal que las especificaciones de operación requeridas por cada parte del equipo puedan ser inteligentemente cumplidas. De esta manera, para el fabricante no será necesario sostener una correspondencia voluminosa para obtener los datos adicionales requeridos por la selección de la parte deseada.

En la especificación de condiciones de operación para el equipo o en el diseño original del equipo de proceso, es necesario la selección de los materiales de construcción de acuerdo con el proceso, facilitando el diseño mecánico en una especificación correcta de materiales que resistan la corrosión y la erosión. Existen muchas tablas de fácil manejo que se han imprimido para contribuir en la selección de un material de construcción que resista la corrosión de una sustancia dada. Estas tablas sirven sólo como guías preliminares y se debe de tener mucho cuidado con su empleo.

A menudo un ligero cambio en las condiciones de temperatura puede hacer que se corroa un metal que de ordinario soportaría el ataque de fluido en cuestión. El estudio de la corrosión es aún bastante empírico y hay que tratar de conocer los últimos desarrollos, ya que la combinación de materiales y agentes corrosivos es casi ilimitada. Las publicaciones periódicas de esta materia son muy útiles para estos casos.

Mientras el diseño y la selección del equipo de proceso se completan las especificaciones de cada equipo deben resumirse de una manera ordenada. Muchas organizaciones han desarrollado formas pa-

ra las viersas partes del equipo, las cuales aseguran nitidez en la -- presentación y también evitan que se pase por alto algunos datos im--- portantes de la información.

Una vez llenas, las formas pueden ser reproducidas y dis-- tribuidas a otros departamentos de la organización encargada del dise-- ño para ser integradas dentro del diseño completo de la planta. En adi-- ción a estas especificaciones, se recomienda producir un diagrama final del flujo del proceso. En este diagrama se muestran las partes princi-- pales del equipo, proporciones, temperaturas, presiones y flujos en -- todas las partes del proceso. De este modo el diagrama se convierte entonces en invaluable ayuda para los especialistas que deben trabajar en el diseño de mecánica en la planta.

Se debe prepara una descripción escrita, breve pero com-- pleta de la operación de la planta. Esta descripción sirve tanto a la -- gerencia, como a los diseñadores e ingenieros que deben de contribuir al diseño final. La distribución de esta información debe hacerse con -- mucho cuidado, porque operarios con poca experiencia al tratar de -- comprender los datos técnicos de proceso pueden interpretar errónea-- mente la información con resu' lta dos posiblemente desastrosos.

La ingeniería básica para un proceso, como su nombre lo dice, sólo se encarga de obtener la información necesaria para el pro-- yecto de una planta de proceso, sin alcanzar los detalles específicos, para la instalación de dicho proceso en su lugar.

3.5.1.1 Bases de Diseño. Debe tener datos como: capacidad de la -- planta, características principales para la materia prima,

productos, efluentes y corrientes de servicios.

- 3.5.1.3 Descripción del proceso. - Esta descripción es para tener una idea completa de la operación de la planta, señalando en forma clara y precisa todos aquellos puntos a cuidar en forma especial al diseñar una nueva unidad.
- 3.5.1.3 Diagrama de flujo, Balance de materia y Energía. - Este documento deberá mostrar las corrientes de flujo de un equipo a otro y balances de materia en los que se puede observar las modificaciones que estas corrientes sufren en su composición a medida que avanza el proceso. Indicará las condiciones de presión y de temperatura en cada punto y las propiedades físicas más importantes de los flujos como las gravedades específicas y las densidades. La información estará complementada con los requerimientos de servicios que se necesiten para diferentes operaciones del proceso, como los requerimientos de aire, vapor, agua de enfriamiento, etc., y con su lista de diagrama.
- 3.5.1.4 Diagrama de flujos de servicios. - (Service flow diagram). En este documento se muestra el flujo y la distribución de los diferentes servicios requeridos por el proceso, así como también su entrada y salida del proceso de estas corrientes, y las que puedan originar. Este documento generalmente es preliminar, ya que posteriormente se tendrá libertad en la selección de energéticos, sistemas de enfriamientos, abastecimientos de vapor, tratamiento de agua, etc.

- 3.5.1.5 Diagramas de ingeniería - (Engineering flow Sneet). En -- esta parte nos encargaremos de presentar la información de ingeniería básica.
- 3.5.1.5.1 Diagramas de tubería e Instrumentación. (P& SII'S) Con --- respecto al proceso. muestra todos los equipos indicando - su posición relativa en la planta. Mostrará las tuberías de interconexión de equipos indicando en forma codificada su diámetro material de construcción, espesor de la pared, si la tubería debe llevar o no aislamiento, así como las especificaciones de tubería que las cubre. Estarán señaladas todas las conexiones de tubería y las válvulas específicas que se requieran, así como los instrumentos y el recintos de control necesarios para el control del proceso de la planta.
- 3.5.1.5.2 Diagrama Unifilares eléctricos. - Aquí se enseña cualquier arreglo eléctrico que se requiere para la operación, referido a la substancia principal y de acuerdo al voltaje usado.
- 3.5.1.5.3 Especificaciones de tubería. - Especificaciones agrupadas - por servicios al que son aplicadas e incluidas en el material de construcción, condiciones de servicio (presiones y temperaturas), diámetros considerados, accesorios que se emplean en los diferentes diámetros, tipos de unión, tornillos, espárragos, empaques recomendados, todas las válvulas y su tipo, especificaciones de aislamiento (si es que llevan), etc. Los venteos drenajes y trampas se podrán localizar al desarrollarse la ingeniería de detalle, así como las líneas de --

procesos menores y conexiones que normalmente no se indican en el diagrama de flujo.

3.5.1.5.4 Longitud de tuberías. - Solamente en el caso de flujos de fases múltiples, donde las velocidades de flujo deben establecerse para evitar separación de fases, o en cualquier otro caso - en que no existan medidas estandarizadas de longitud, como por ejemplo en flujos no newtonianos.

3.5.1.5.5 Gradientes de presión. - Son las diferencias de presión a través de la planta. Esta información será necesaria para que posteriormente se establezca la localización de las válvulas de seguridad, para confirmar presiones de diseño y evaluar cuidadosamente al adquirir equipo.

3.5.1.5.6 Arreglo general de la planta. - (Plot Plano).

Deberá indicar la posición relativa de los equipos en áreas de diseño y de servicios de acuerdo a la experiencia del licenciador. Se basa en los arreglos preliminares de equipo en áreas de proceso, recomendados por el licenciador en cuanto a la posición relativa de los equipos de proceso.

Los PLOT PLANOS son necesarios para el desarrollo y acabado apropiado de un proceso, tuberías o diagramas de flujo de servicios; de acuerdo con el Plot Plano se toman decisiones para el camino a seguir en los arreglos detallados de cada área del proceso y es necesario en la determinación del primer estimado real de la ruta longitudes y secuencia de tubería. También es importante para determi-

nar especificaciones como tamaños de los tubos, cabeza de la bomba y presión de descarga del compresor.

La naturaleza de los fluidos, así como la dirección o localización o viabilidad de entrada al área, la influencia definitiva con relación al equipo y su colocación en la tierra, en las estructuras, y relación para construcción, la dirección del viento dominante y algunas otras condiciones no usuales deben también considerarse.

3.5.1.7 Especificación de equipos de proceso (Data Sheets).

Será preparada por el licenciador para todos y cada uno de los equipos y materiales, indicando sus dimensiones, capacidad material de construcción y demás características -- fundamentales que aseguren la fácil reproducción de las -- condiciones de operación como gasto, RPM, tipo de impulsor, etc.

Existen normas y especificaciones estándar que se aplican en gran cantidad de casos para equipos y materiales, cada firma de Ingeniería encargada de un proyecto, tiene establecidas sus propias especificaciones que generalmente se -- basan en códigos y normas americanas o europeas, pero para el concepto de Ingeniería básica, el licenciador se deberá referir a las especificaciones indicadas por el promotor o firma de Ingeniería encargada del proyecto, como ejemplo tenemos:

- 3 5 1.7 1 Cambiadores de calor: sus especificaciones deben incluir -
datos relativos a flujos, propiedades térmicas de mezclas,
presiones, temperaturas, caídas de presión sugeridas: se
deberá indicar el tipo de material cuando existan problemas
de corrosión o temperatura. Asimismo, deberán incluirse --
aquellas limitaciones importantes de diseño y de construc-
ción de este equipo
- 3 5.1 7 2 Bombas: hojas de operación de las bombas , incluyendo flu-
jos normales y máximos, condición de succión, presión de --
descarga estimada, propiedades físicas de los fluidos a --
manejar y tipo de bomba sugerido (centrífuga, r eciprocante,
etc)
- 3 5 1 7 3 Torres: deberán darse las condiciones de operación de las
torres en cuanto a presión y temperatura. Se deberá reco --
mendar tipo de empaques, números de charolas, cargas de
fase vapor-líquido del proceso, etc. , ya que serán necesar-
ios para efectuar cualquier cálculo de diseño crítico.
- 3.5.1.7.4 Reactores: deberán darse volúmenes del catalizador nece--
sario y espesor del mismo. Asimismo se indicará la caí-
da de presión y el espesor del recubrimiento así como su
tipo.
- 3.5.1.7.5 Sistema eléctrico: se dará directamente clasificación por áreas
y tipos de equipo, dando tipos de cubiertas a prueba de - -
agua, de explosión, de polvo, etc.
- 3.5.1.7.6 Especificaciones del tipo de construcción, instalación, -

aislamiento y pintura en general.

3.5.1.8 Diagramas de elevación. - Se presenta un diagrama preliminar con elevaciones aproximadas.

3.5.1.9 Instrucciones de operación de la Planta. - Se suministrará ya sea un borrador de las instrucciones de operación específicas para la planta en cuestión, o una copia de las instrucciones usadas en algunas plantas similares.

3.5.1.10 Observaciones Generales. - Se han señalado los renglones principales para el desarrollo de la ingeniería de detalle, pero la información no sólo se debe limitar a esto, si el que suministra el conocimiento de un nuevo proceso está convencido de que falta información.

Es posible que no se disponga de toda la información, pero en todo caso la complementación y ajuste de información será bajo supervisión y responsabilidad del licenciador con la ayuda de quien está recibiendo el conocimiento.

La compañía que suministra la tecnología, dará una asistencia técnica previamente negociada para permitir el desarrollo de la ingeniería de detalle, sin tener que detenerse a esperar los comentarios del licenciador o repetir trabajos por carecer del comentario oportuno de la firma que da el conocimiento.

3 5.2 GENERALIDADES EN LA PRESENTACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO.

De acuerdo con la experiencia del personal encargado de -- realizar estos diagramas. Se acentúa la importancia de separar el proceso en sistemas y partes lógicas como reacción, compresión, separación, acabado, refrigeración, etc. para elaborar dibujos detallados. En este punto no se puede enfatizar demasiado, hay que considerar -- más espacio, necesario para acompletar todos los detalles que usualmente son visualizados desde el principio. El arreglo inicial del equipo en el diagrama debe extenderse más allá de nuestra vista, hay que visualizar el diagrama para no malgastar espacios para los dibujos

Después, según el proceso y algunos tipos de líneas de servicio, válvulas, controles y diversos accesorios pequeños, son agregados en un espacio "extra" necesario para mantener la legibilidad del plano. Según este tipo de desarrollo, la atención debe de ser canalizada al grueso y estilo de línea para ayudar a la claridad del diagrama.

Los balances de materia y energía se pueden colocar abajo o arriba del diagrama, en una tabla estandarizada de acuerdo con la compañía de que se trate. La forma y dimensiones de dicha tabla puede ser de diversas maneras conforme a su finalidad. La flexibilidad de agregar o borrar datos sin cambiar otros detalles es de particular importancia. Algunas compañías prefieren colocar los datos del proceso en un diagrama separado, a través de una forma básica para la -- tabla de datos.

Cada fase del proceso se representa mejor en diagramas individuales, lo mismo es para sistemas auxiliares como energía eléc--

trica, combustibles, drenaje, etc., Esto se acompleta incluyendo letras y puntos como referencia para varias secciones. Unicamente por este camino se pueden tomar decisiones, como también las especificaciones, para que todas las partes contribuyan al proyecto entero. El diagrama maestro de proceso o mecánico debe contener las referencias específicas para otros planos, para la continuación de los detalles y una coordinación completa.

El tamaño del diagrama o plano puede variar de acuerdo a las preferencias de cada uno. El sistema más empleado para un plano es de 61 x 91.4 cm para todos los planos. El uso de varios tamaños, largos y pequeños, para representar un proyecto entero entorpece el manejo de éste al reunir sus partes e incrementa las posibilidades de equivocarse. Algunos grupos emplean planos del mismo ancho pero de diferente longitud según el sistema, o sea de 61 x 152.4 cm y de 61 x 182.9 cm. Estos planos son muy incómodos para su uso en el escritorio, por lo que en estos casos emplean de 27.9 x 91.4 cm. y de 27.9 x 121.9 cm que son más fáciles de usar en el escritorio. Este tipo de diagramas permiten largas porciones de procesos, para agruparlas al mismo tiempo y son adaptables para las carpetas de reportes, etc. Los diagramas son la referencia primaria para el trabajo de ingeniería en un proyecto, es más, contienen todas las decisiones, datos, conexiones de flujos, venteos, drenajes, etc., que se pueden incluir sin dificultar su lectura y sin confusión.

Es importante que varios de los equipos y válvulas sean espaciados, representados gráficamente y dimensionados en el dia-

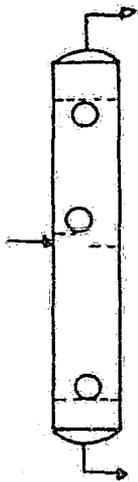
grama , para su fácil lectura, sean fácilmente seguidos y organiza-- do.s. Superficialmente esto puede sonar muy fácil, mientras que en rea- lidad requiere de gran experiencia en diagramas de flujo y servicios para un eficiente arreglo de equipo. Respecto a la forma de arreglo -- del equipo, se puede realizar de dos formas: una consiste en trabajar a partir de una línea como base, guardando alturas relativas, y la --- otra es colocando el equipo directamente en medio de un flujo patrón sin alturas relativas. La primera forma es generalmente la más usada. Siempre que es posible se muestra el equipo auxiliar , así como el dis- ponible.

Para algunos propósitos la adición de las especificaciones - del equipo y la actuación de los datos en el diagrama de flujo adicionados al artículo, son de valor. En muchos casos esta información adicional - en los planos dificulta su lectura. El uso de tablas de equipos simila- res a las de flujo incluyen válvulas de escape de presión, adyacentes - a las válvulas, capacidades volumétricas de los tanques de almacenamien- to, etc.

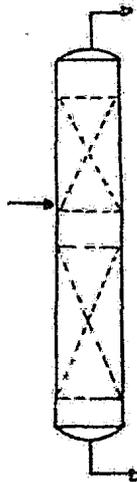
3.5.2.1. SIMBOLOS DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO.

Con el objeto de reducir descripciones detalladas en los dia- gramas de flujo, usualmente se desarrolla o se adopta una serie de sím- bolos y códigos para conseguir este propósito. En algunos casos como los símbolos eléctricos y de instrumentación, las sociedades respec- tivas o la asociación de estándares americanos publican diagramas de símbolos. Algunos tienen que ser especialmente propuestos para el - - campo químico, aunque ahí no tienen una adopción general. En efecto,

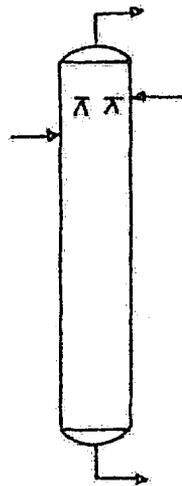
FIG. 3.5.2.1A SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



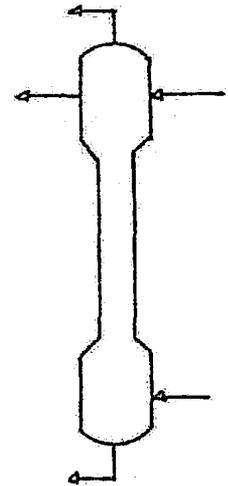
COLUMNA DE PLATOS



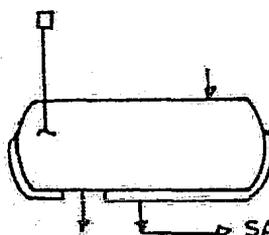
COLUMNA EMPACADA



COLUMNA DE ROCIO

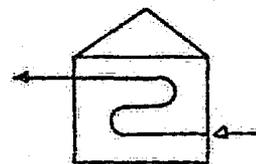


COLUMNA PULSADA



ENVASE HORIZONTAL

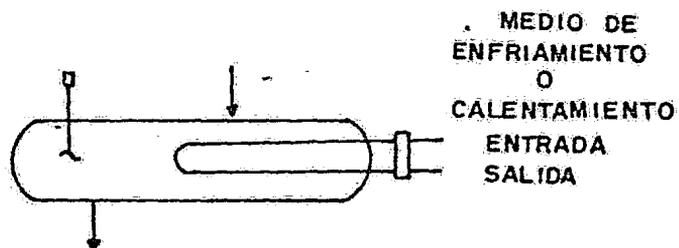
ENTRADA DEL MEDIO ENFRIADOR O CALENTADOR
SALIDA DEL MEDIO ENFRIANTE O CALENTADOR



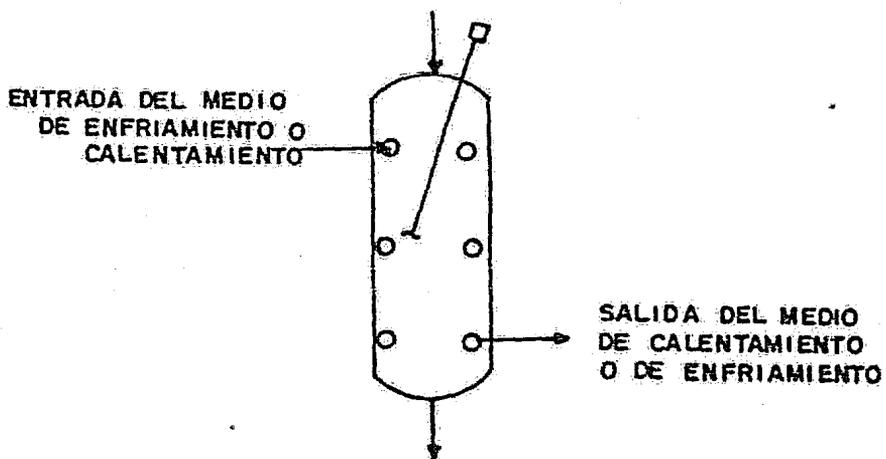
CALENTADOR POR COMBUSTION DE ACEITE.

SIMBOLOS DE EQUIPO

FIG. 3.5.2.1 B SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO

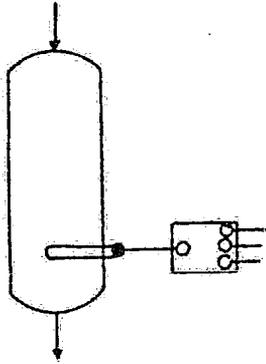


ENVASE HORIZONTAL



ENVASE VERTICAL

FIG. 3.5.2.1 C SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



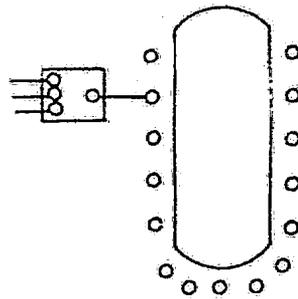
DEBE TENER:

- KW
- VOLTAGE
- FASE
- NUM. CICLOS.

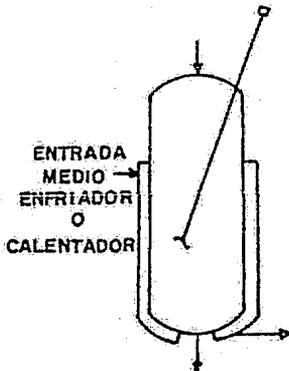
ENVASE CON INMERSION DE CALENTADORES

DEBE TENER:

- KW
- VOLTAGE
- FASE
- CICLOS



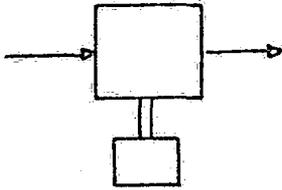
ENVASE CALENTADO CON RESISTENCIAS ELECTRICAS



SALIDA DEL MEDIO ENFRIADOR O CALENTADOR.

ENVASE VERTICAL

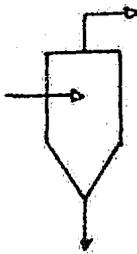
FIG. 3.5.2.1 D SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



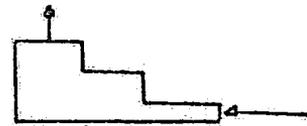
COMPRESOR O BOMBA
RECIPROCANTE



COMPRESOR ROTATORIO



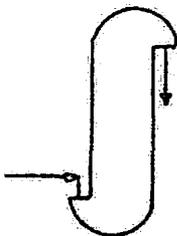
CICLON



BOMBA DOSIFICADORA



AGITADOR

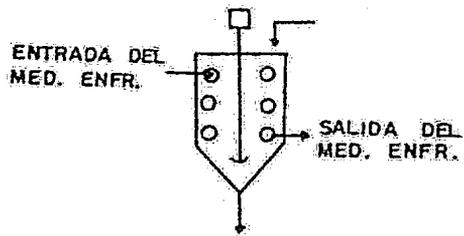


TRANSPORTADOR DE
CANASTA

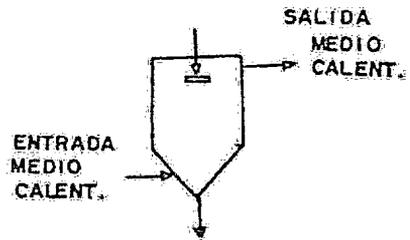


ESCALA DE PESO

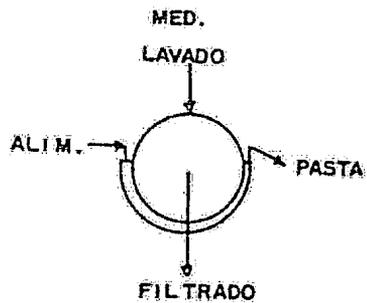
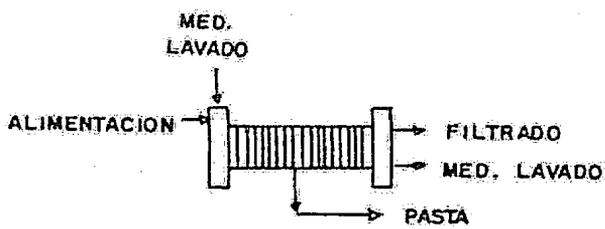
FIG. 3.5.2.1.E SIMBOLOS TÍPICOS DE EQUIPO



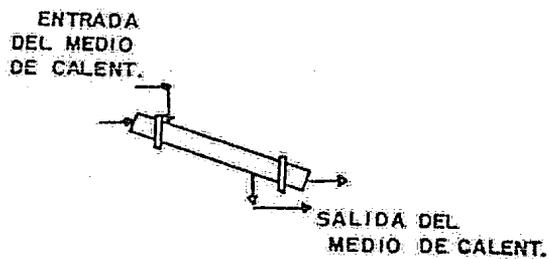
CRISTALIZADOR



SECADOR DE FLUJO DESCENDIENTE

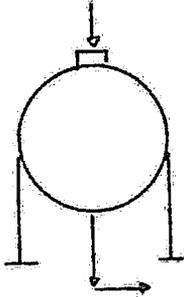


FILTRO ROTATORIO CONTINUO

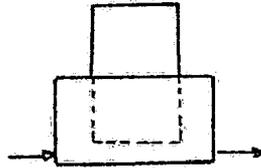


HORNO ROTATORIO

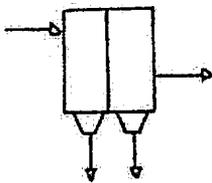
FIG. 3.5.2.1 F SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



TANQUE DE ALMACENAMIENTO ESFERICO



CALENTADOR DE GAS (SECO O HUMEDO)



COLECTOR DE BOLSAS



TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICO

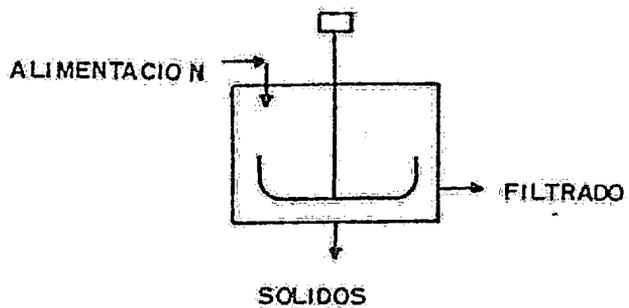


CARRO TANQUE

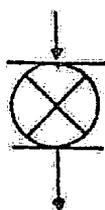
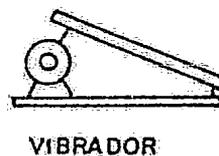


TOLVA

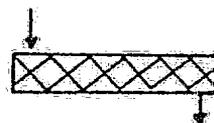
FIG. 3.5.2.16 SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



CENTRIFUGA POR LOTES



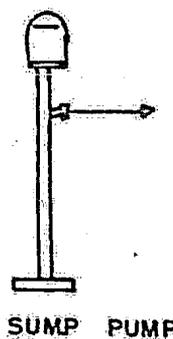
ALIMENTADOR ROTATORIO



TRANSPORTADOR HELICOIDAL

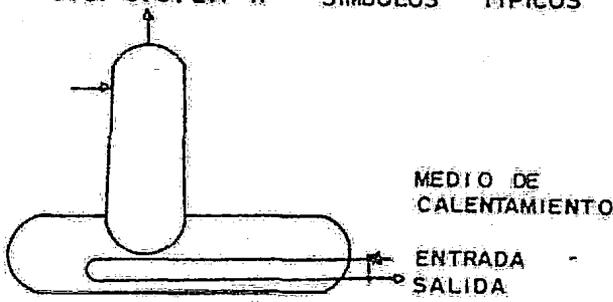


BOMBAS

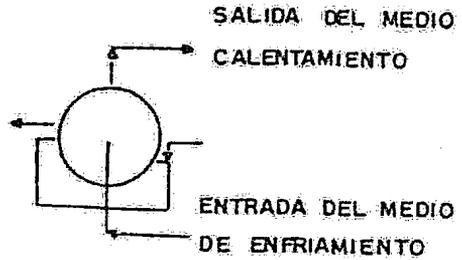


SUMP PUMP

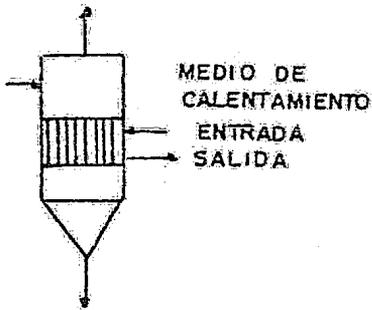
FIG. 3.5.2.1 H SIMBOLOS TÍPICOS DE EQUIPO



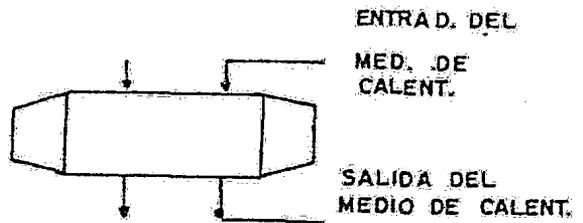
TORRE CON REBOILER



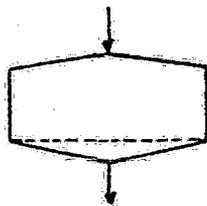
SECADOR DE TAMBOR



EVAPORADOR DE SIMPLE EFECTO



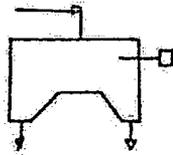
SECADOR ROTATORIO



FILTRO DE PLATOS

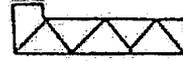
FIG. 3.5.2.1.1 SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO

ALIMENTACION

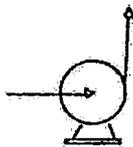


FILTRADO SOLIDOS

CENTRIFUGA CONTINUA



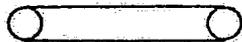
TORNILLO DE ALIMENTACION



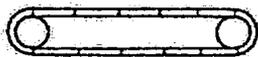
SOPLADOR O VENTILADOR
O COMPRESOR CENTRIFUGO



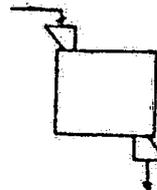
EYECTOR



TRANSPORTADOR DE BANDA

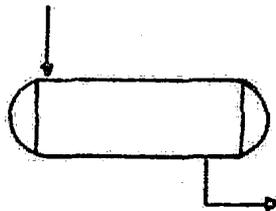
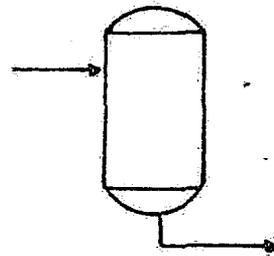
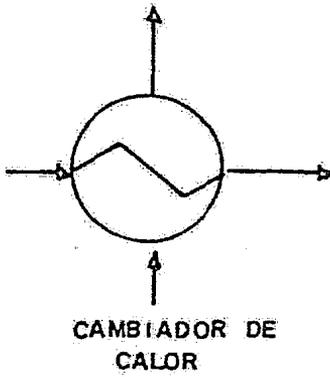
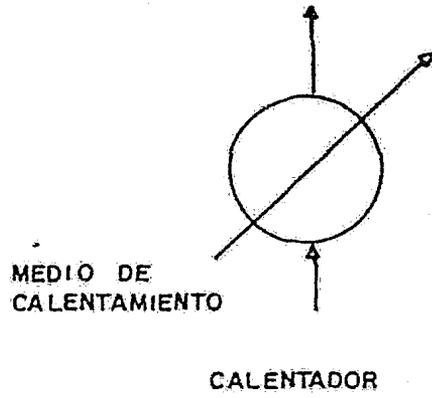
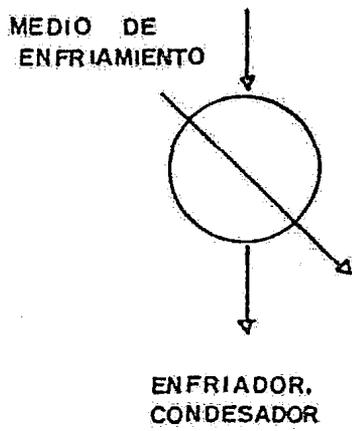


TRANSPORTADOR DE CANJILONES



EQUIPO REDUCTOR
DE TAMANO

FIG. 3.5.2.1 J SIMBOLOS TIPICOS DE EQUIPO



ENVASE HORIZONTAL

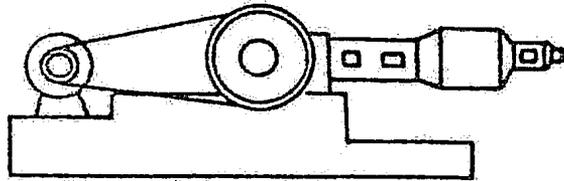
varios tipos de procesos sigieren símbolos que pueden ser representativos de un sistema de estándares. Hay algunas formas generales y básicas de los símbolos usados

Muchos símbolos son gráficos y útiles en la representación de procesos, así como en operaciones mecánicas y de control. Algunos símbolos típicos se muestran en la figura 3.5.2.1. Para algunos equipos símbolos o representación debe ser hecha o desarrollada para conseguir el uso de los equipos como se muestra en la fig. 3.5.2.2. En general, la experiencia indica que la mejor presentación incluye una localización relativa de las conexiones y sistemas de servicios, los más usados deben ser los diagramas de flujo para la designación de la planta y la ingeniería de detalle para ayudar a los manejadores de la planta a entender el proceso, así como ingenieros y operarios. Es importante que una serie de símbolos sea desarrollada o no estándar para una planta o compañía en particular. Con el tiempo ésta se puede modificar o improvisar de acuerdo con las necesidades que se tengan, pero las formas básicas o letras permanecen. Muchas compañías consideran sus diagramas de flujo confidenciales porque contienen la mayoría de las llaves de información del proceso.

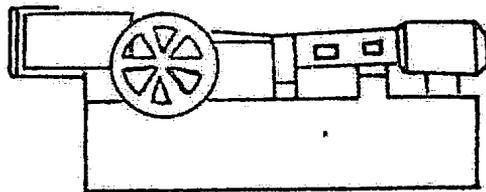
3.5.2.2 SIMBOLOS DE LINEAS Y DESIGNACION.

Hay dos tipos de líneas en un diagrama de proceso: (1) unas que representan siluetas y detalles de equipo, instrumentos, etc., y (2) líneas representando tuberías del proceso o utilidades de líquidos, sólidos, vapores y conexiones eléctricas o de instrumentos. Estas líneas se deben de distinguir entre sí mismas como se puede ver en la figura 3.5.2.3.

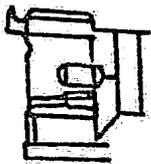
COMPRESORES



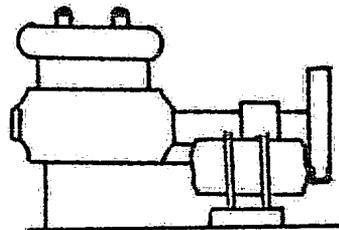
DE MOTOR HORIZONTAL



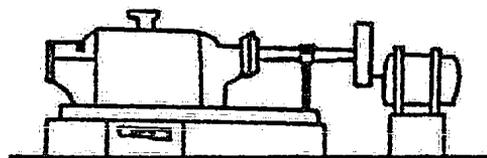
DE VAPOR



DE MOTOR VERTICAL



DE MOTOR VERTICAL



MOTOR SOPLADOR ROTATORIO

FIG. 3.5.2.2 TIPOS ESPECIALES PARA DESCRIBIR SIMBOLOS EN DIAGRAMA DE FLUJO.

FIG. 3.5.2.3 A REPRESENTACION DE TUBERIAS DE PROCESO Y ACCESORIOS DE ESTAS

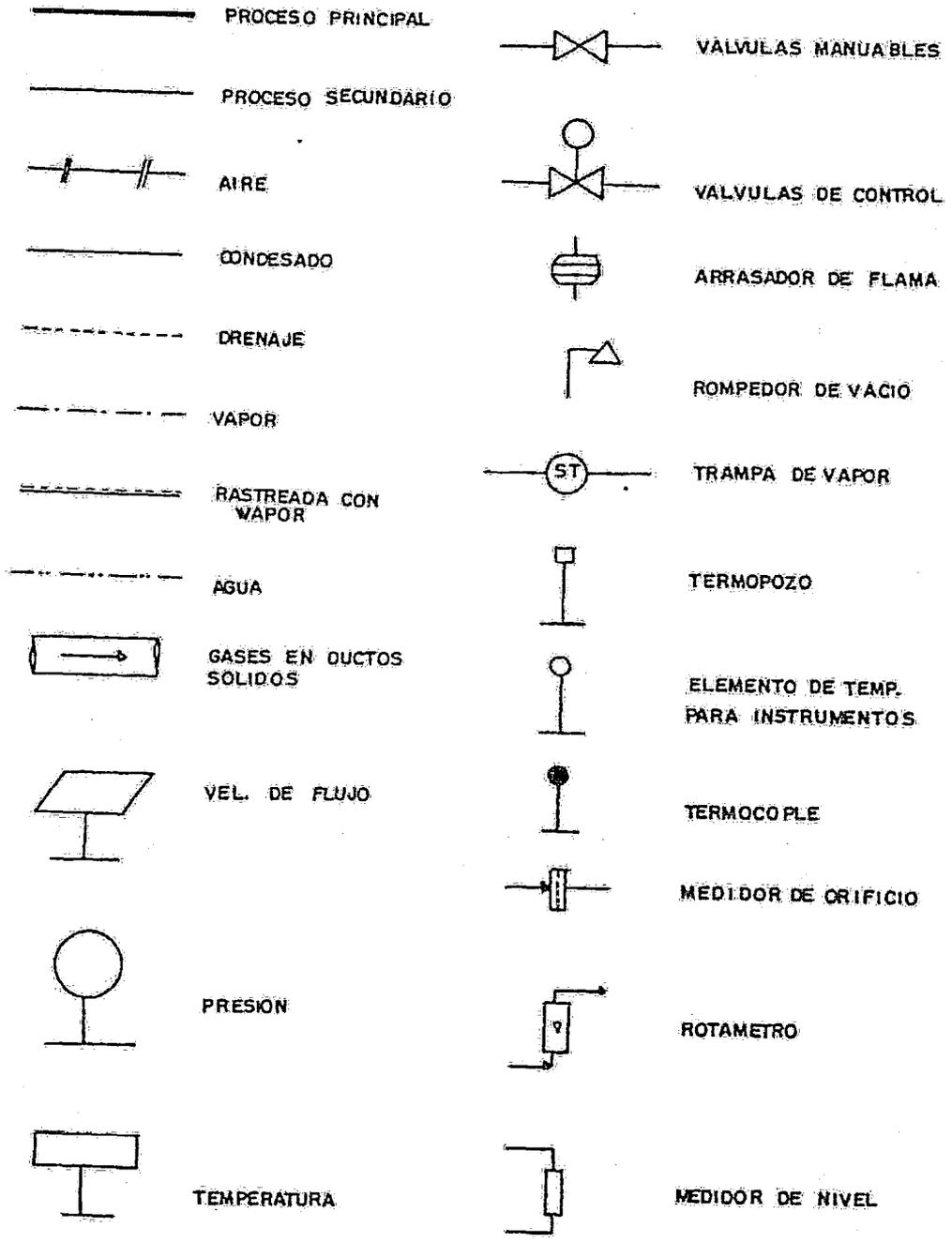


FIG. 3.5.2.3 B REPRESENTACION DE TUBERIAS DE PROCESOS Y SUS ACCESORIOS

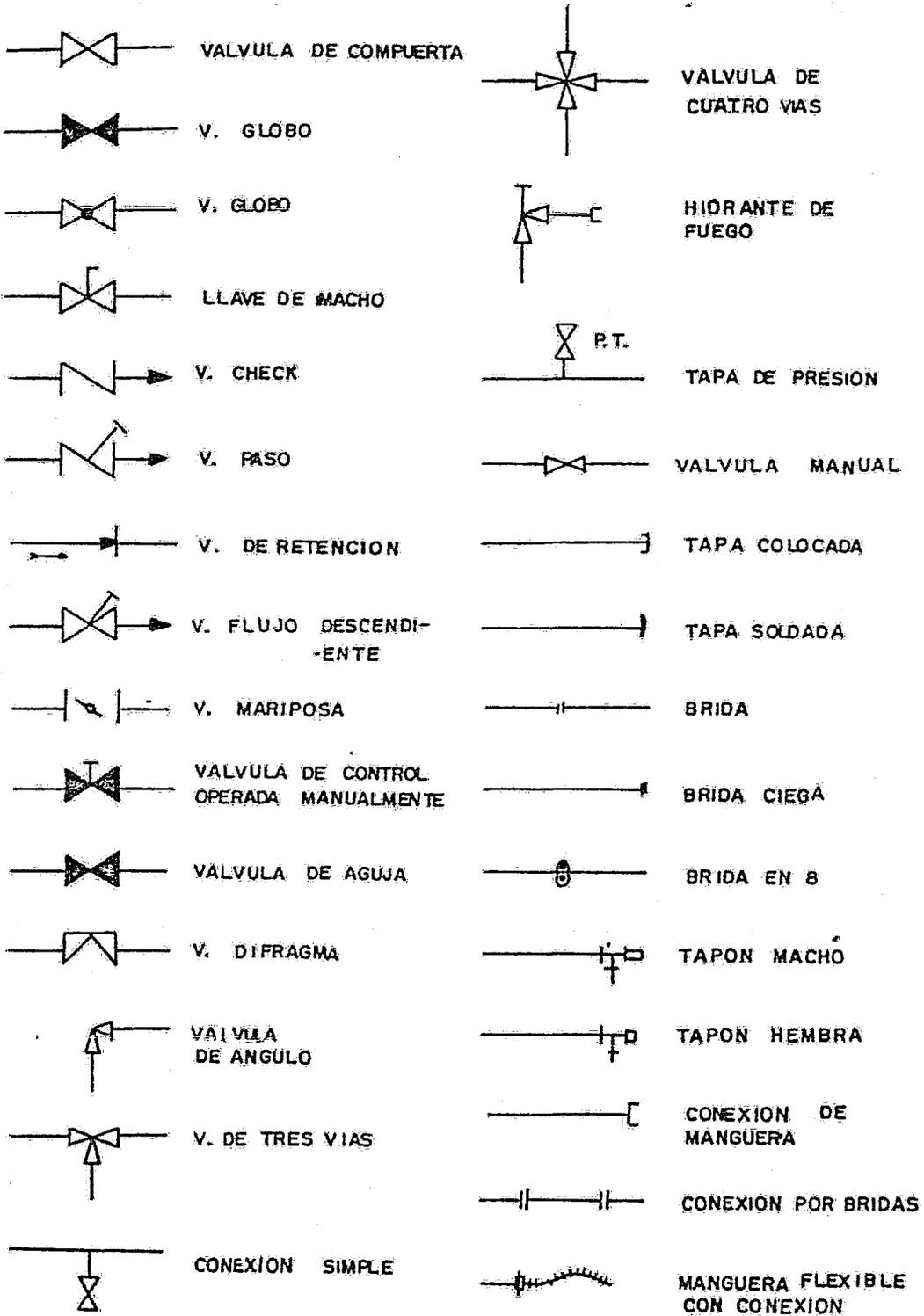
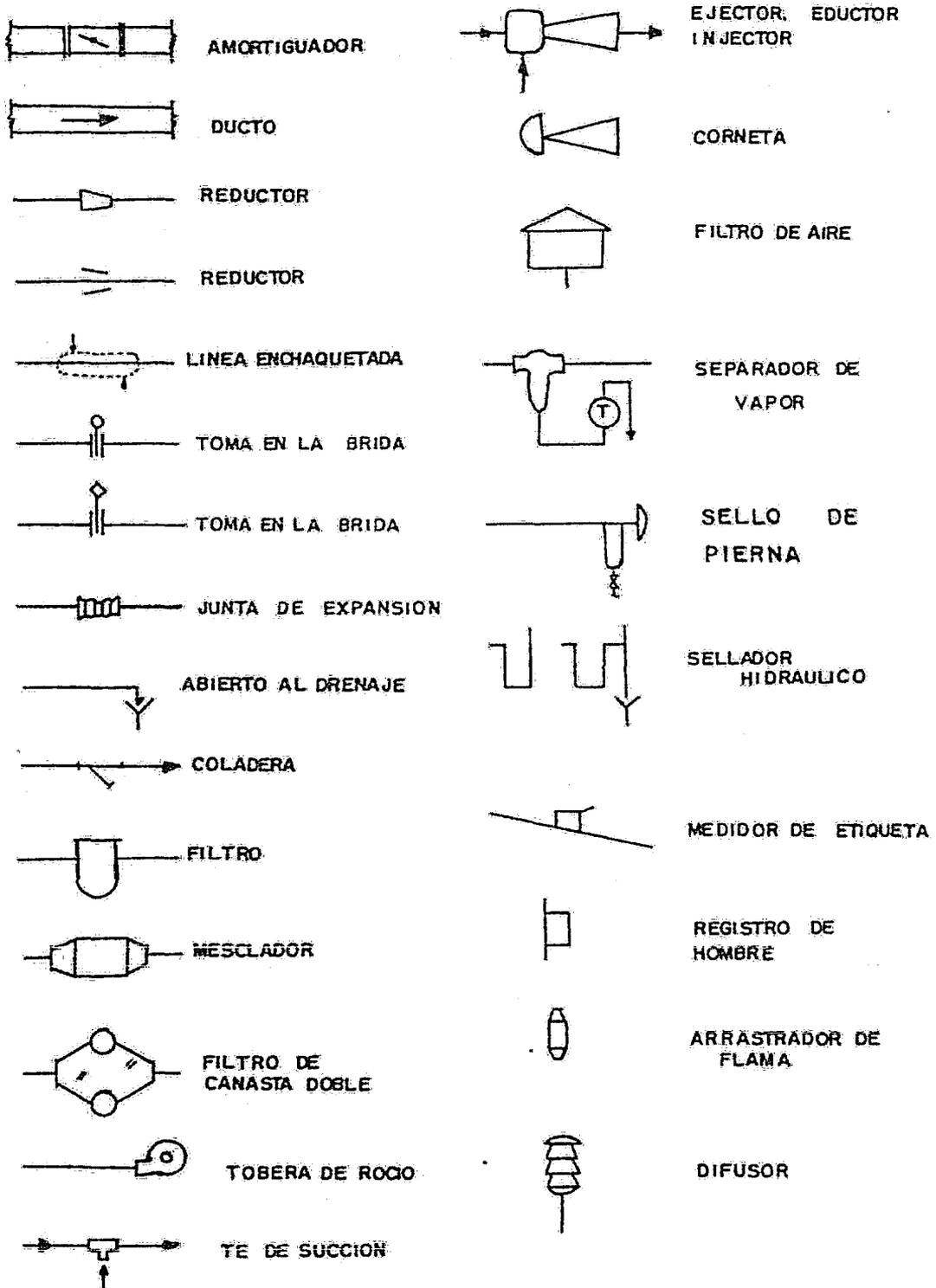


FIG. 3.5.2.3 REPRESENTACION DE TUBERIAS DE PROCESOS Y SUS ACCESORIOS



Con el objeto de representar los tipos básicos de soluciones fluyendo en una línea, se designa o codifica las líneas que pueden desarrollarse en cada proceso. Algunos códigos típicos son:

RW Agua de río
TW Agua tratada
SW Agua de mar
BW Agua con alguna sal
CW Agua de enfriamiento
S Vapor de baja presión
S-150 Vapor a 150 psia.
S-400 Vapor a 400 psia
V Venteo o vacío.
C Condensado (se puede indicar la presión)
D Drenaje al caño o foso
Ex Escape. salida
M Metano
A Aire
PA Planta de aire
F Freon
G Glicol
SA Acido sulfúrico
P Mezcla del proceso (líneas de proceso no designadas).

Algunas veces es conveniente acompañar estos símbolos con el prefijo L para indicar que se trata de una línea y su contenido es el siguiente: (1) tamaño de la línea (nominal); (2) código del material; y (3) número de secuencia, ejemplo:

5" - M - 7

A veces se reorganiza la secuencia del código de acuerdo con las necesidades existentes. El número de secuencia de la línea es conveniente arreglarlo al principio con 1 o 100 para cada designación del fluido (C, P, etc.). las secuencias de números son únicamente para coordinar las líneas, sin tener algún significado en su propósito. Es conveniente para empezar numerando con el primer flujo del proceso del plano y llevar una secuencia según como vayan apareciendo la

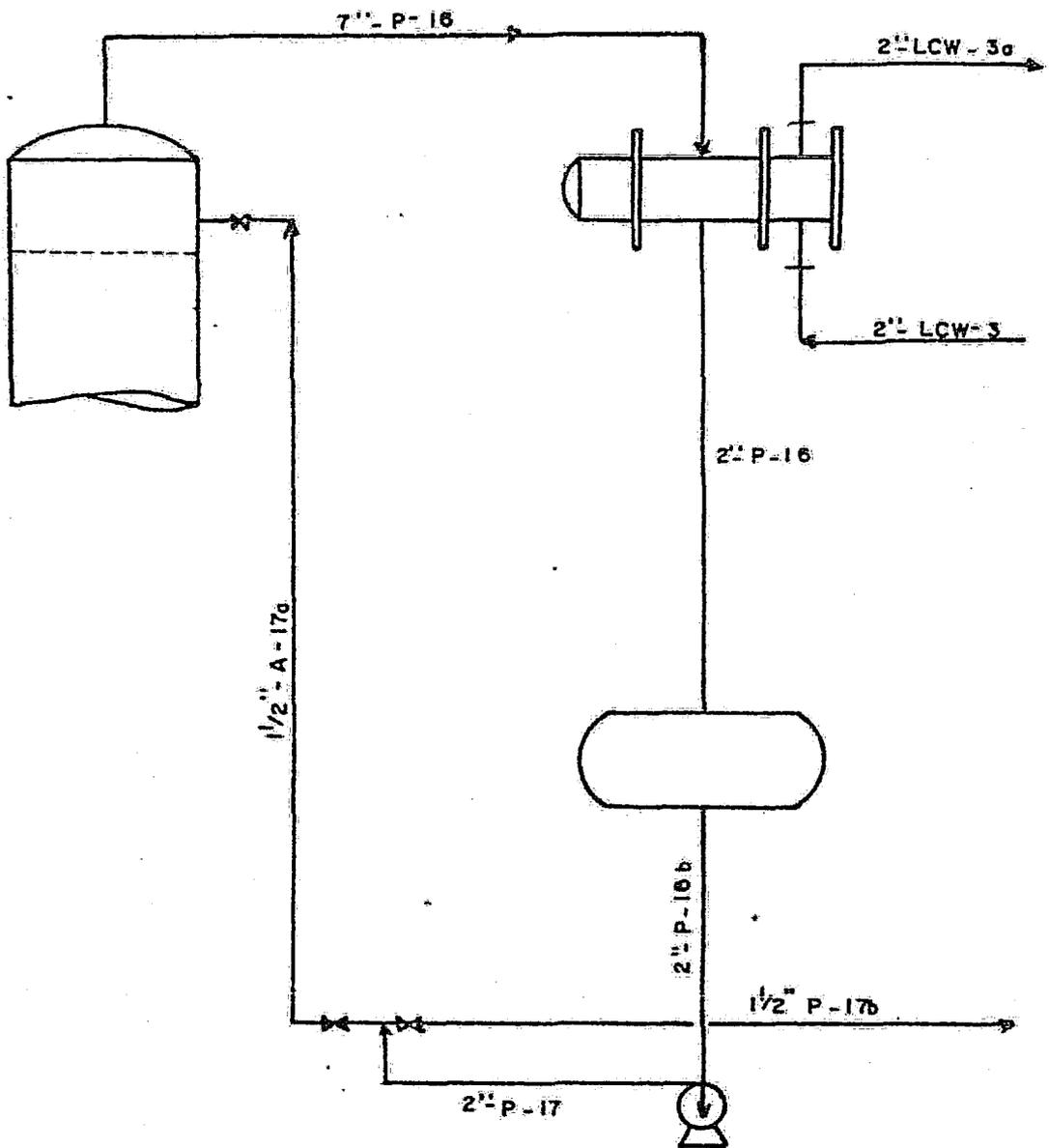
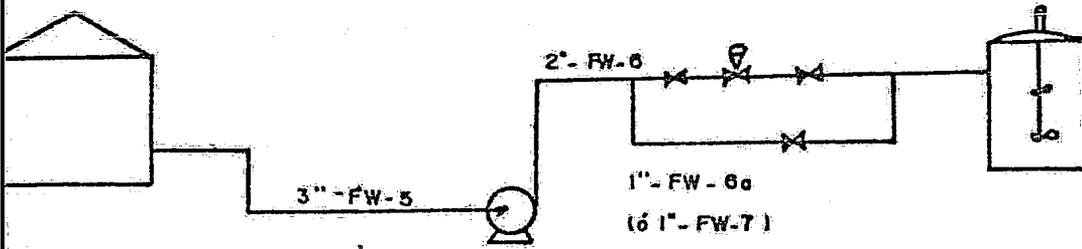


FIG. 3.5.2.4 USO DE SUFIJOS ALFABETICOS CON LOS SIMBOLOS DE LINEA



(A) NUMERACION DE LA LINEA CERCA DE UNA Bq-PASS

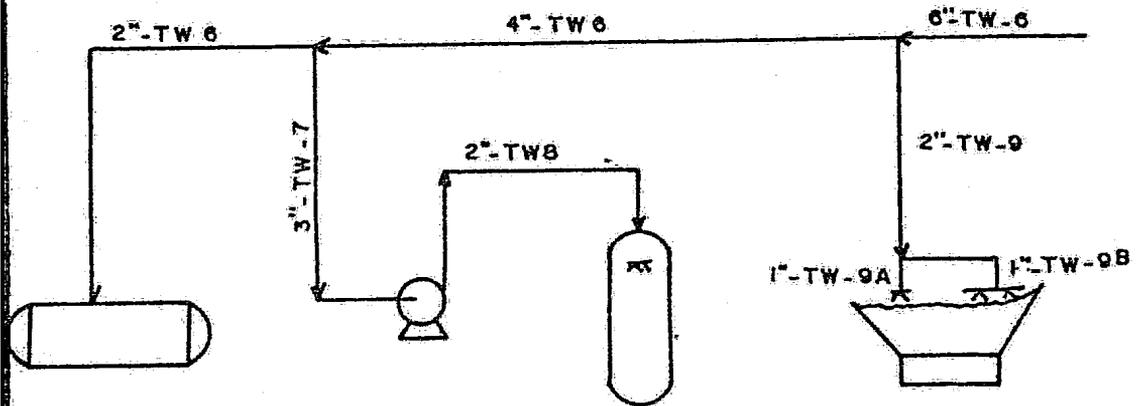


FIG. 3.5.2.5 EJEMPLO DE NUMERACION DE LINEAS

líneas. Sin embargo algunas veces esto no es posible cuando se están preparando varios planos detallados, cada plano puede empezar con números arbitrarios como son 100, 300, 1000, etc., No obstante la secuencia numérica, puede cambiar según la conexión de la línea de equipo a equipo, esto es conveniente frecuentemente para usar el sistema conceptual y aplicar sufijos alfabéticos al número de secuencia como se muestra en la figura 3.5.2.4. Esto contribuye materialmente a la legibilidad de los diagramas de flujo. Cada línea en el diagrama de flujo debe representar una sección actual o corrida de tubería en la planta final y en los dibujos de tubería.

A continuación se dan unas sugerencias para la identificación para las composiciones de los fluidos principales:

1. - El principal cabezal deberá guardar una secuencia numérica (ver fig 3.5.2.5).

2. - Los números de la nueva sección deberán asignar:

- a) A la entrada o sobrantes en un artículo de equipo.
- b) Para quitar o seccionar líneas del cabezal principal.
- c) Para estructurar la composición material de las líneas.

3 - Los sufijos alfabéticos deben ser usados en las siguientes situaciones mientras son claros los requerimientos, de otro modo hay que agregar una secuencia numérica nueva

- a) Para secciones del cabezal.
- b) Para vías de paso alrededor del equipo, válvulas de control, etc.

Hay que guardar alguna secuencia numérica al colocar los sufijos numéricos como a la entrada o sobre las líneas, ver fig.

3 5 2.5

c) para los sistemas múltiples idénticos, tuberías que corresponden a los mismos servicios y líneas.

Con el objeto de coordinar los requerimientos del diagrama de flujo del proceso con las especificaciones mecánicas de tubería completa, son resumidas en cédulas de las líneas preparadas como se muestra en la figura 3.5.2.6.

El código de designación del equipo, puede desarrollarse en un código maestro, el cual puede establecerse y seguirse por todos los proyectos. En la tabla 3.5.2.1 se muestra una lista de designaciones para equipo de planta de proceso.

Varios artículos son usualmente numerados por su tipo y en orden del flujo del proceso como series en los diagramas de flujo. Ejemplo:

Artículo	Código	Representación
S	1	Primer separador en el proceso.
S	2	Segundo separador en el proceso.
S	3a	Hay dos separadores idénticos conectados en paralelo, en algún servicio del proceso.
S	3b	

Algunos sistemas de codificación para equipos, numeran todos los artículos para un diagrama de proceso de una sección. Generalmente las secciones se codifican en series de 100, por ejemplo: en la séptima sección del proceso tenemos C-701, C-702, P-706 para representar los compresores número 701 y 702 en servicios diferentes y la bomba 706 como la sexta bomba en el plano. Esto tiene sus ventajas

TABLA 12 DESIGNACIONES DE EQUIPO

AD	- Secador de aire
AF	- Filtro de aire
Ag	- Agitador
B	- Soplador
BR	- Unidad de refrigeración barométrica
C	- Compresor
CP	- Grúa
CT	- Torre de enfriamiento
CV	- Transportador
D	- Tambor o tanque
E	- Cambiador de calor, condensador, reboiler, etc.
Ej	- Ejector
Ex	- Junta de expansión
F	- Ventilador
FA	- Arrestador de flama
FI	- Filtro (de línea, tanque centrífugo)
GT	- Turbina de Gas
MB	- Motor para soplador
MC	- Motor para compresor
MF	- Motor para ventilador
MP	- Motor para bomba
<u>P</u>	- Bomba
PH	- Proceso de calor, horno o caldera

TABLA 12 DESIGNACIONES DE EQUIPO

R	- Reactor
S	- Separador
St	- Colador
ST	- Turbina de vapor
SV	- Válvula de seguridad
Tr	- Trampa
Str	- Trampa de vapor
V	- Válvula
VRV	- Válvula auxiliar de vacío.

para facilitar la ingeniería, pero no es siempre claro el enfoque total del proceso.

Los códigos de identificación de válvulas son usualmente utilizados para colocar la especificación de cada válvula en el diagrama de flujo. Esto es adecuado para sistemas pequeños, y es muy trabajable cuando un fabricante dado puede escogerlo y usar el número de figura de su catálogo de válvulas en el diagrama de flujo. Para largos usos, o donde muchos proyectos están desarrollándose al mismo tiempo, es común establecer especificaciones de válvulas para varios procesos y utilidades de servicios con los números de figura de los catálogos del fabricante.

Hay códigos como V-1, V-63, V-607, etc. y tales números de códigos son usados para el diagrama de flujo donde quiera que estas válvulas se requieran. Para una definición completa de las especificaciones de las válvulas se hace un libro de especificaciones con el tipo de válvulas (compuerta, globo, mariposa, etc.,) para que puedan ser identificadas por las personas en el desarrollo del proyecto, incluyendo tuberías.

La figura 3.5.2.3 contiene un sistema de representación de los componentes de tubería de flujo en los planos.

Los símbolos de los instrumentos de la tabla 3.5.2.2 son representativos del tipo de desarrollo por compañías y la Sociedad de Instrumentos de América.

Otros sistemas de designación indican la marcación o función enfrente de algo, después de la función del instrumento, por ejemplo:

IPC - 7 Indicador de presión con regulador núm. 7

RLM - , Marcador de nivel con contador

VRTC - 2 Válvula de control para marcador regulador de temperatura número 2

TrRFC - IF Transmisor de flujo para marcador regulador de flujo número 1.

Las válvulas de control llevan alguna designación como -- los instrumentos a los que están conectados.

Los termopares llevan algunas designaciones como los -- marcadores o indicadores a los que están conectados. La secuencia -- puntual numérica se indica así:

RTM - 4 - 7 Termopar conectado al punto número 7 del - instrumento RTM número 4

LTA - 2 Alarma de baja temperatura número 2

HPA - 3 Alarma de alta presión número 3

Los diagramas de flujo de proceso normalmente no muestran las bridas para válvulas, a menos de que sean ciegas o para platos de orificio. Estos detalles son algunas veces mostrados en los diagramas de tuberías, pero hay que evitar el uso de los detalles que no contribuyen a la función de comunicación de los planos. Tales detalles -- pueden consumir el tiempo de una serie completa de los planos del proceso.

3.5.2.3 CEDULAS DE TRABAJO

Para acompletar los diagramas de flujo se presenta una - línea de cédulas, para transmitir detalles de interpretación de propiedades de los aspectos de las tuberías (ver fig. 3.5.2.6.A). Estas cé-- dulas son empezadas por el ingeniero químico para explicar los reque

rimientos del proceso, y frecuentemente éste mismo realiza esta labor con ayuda de otros ingenieros. particularmente los de grupo como: mecánicos, de tubería e instrumentistas.

El código de proceso es la tabulación de especificaciones del código completo para los requerimientos de materiales para tubería, adaptaciones, empaques, válvulas, selladuras, etc., para un proceso específico o utilidades de fluido. Por ejemplo: para identificar el tipo de válvula compuerta, macho, globo, aguja, etc. a usar en el fluido, se hace por el catálogo de especificaciones con el número de la figura del fabricante o su equivalente. La atención de estos requerimientos para los materiales de construcción, rangos de temperatura y presión, y conexiones (bridas, tornillos, soldadura), empackado, tipo de cimentación, varilla y algún otro detalle que afectan la selección de la válvula para las condiciones del fluido del proceso. También contiene especificaciones para tubería, adaptaciones, bridas, uniones, acoplamientos, empaques, roscas, pernos y materiales especiales requeridos para completar correctamente los requerimientos.

Otras cédulas y sumarios incluyen envases (tanques y tambores), torres o columnas, cambiadores de calor, bombas, compresores, motores, etc. Hay un desenvolvimiento frecuente para una organización usual de los diseños de procesos. Además existe una frecuente cooperación y en algunos casos una presentación completa por grupos especiales después de la interpretación y diseño de las necesidades del proceso (ver fig. 3.5.2.7).

Se usan dos tipos de cédulas:

1. - Una tabla en la que se resumen las condiciones del proceso y la selección del equipo.
2. - Una cédula que contiene los datos referentes para una clase particular de equipo como bombas, pero no contiene datos del proceso.

El último tipo es preparado por un trabajo coordinador en varios departamentos, como de ingeniería, construcción, producción, compras, en los servicios preliminares para el período de construcción, pero en el curso de éste, se debe de comparar con un valor de referencia.

CEDULA DE LINEA							
LINEA No.	TAMAÑO cm	DE	A	CODIGO O CLASE LINEA	CODIGO AISLAMIENTO	PRESION DE PRUEBA ATM	NOTAS ESPECIALES

LISTA DE LINEA DE TUBERIA								
No. DIAGRAM. FLUJO	LINEA			AISLAMIENTO	DESCRIPCION		P(SIC) MAX. OPER.	TEMP. (°C) SERV. OPER.
	No.	CLASE	TAMAÑO		ORIGEN	TERMINO		

FIG.3.5.2.6 A CEDULAS DE LINEA

SUMARIO TANQUES Y RECIPIENTE												
No.	No. UNIDADES	DESCRIP. SERVICIOS	VERTICAL O HORIZONTAL	Ø	LONG.	ESPESOR			CODIGO AISLAMIENTO	PRESION PRUEBA PSI	PESO	No. DIBUJO
						CABEZA	PARED					

FIG: 3.2.5.7B CEDULAS DE TRABAJO

SUMARIO BOMBAS CENTRIFUGAS													
No.	No. DE UNIDADES	SERVICIO	LIQUIDO	TEMP. OPER. °F	SP. Gr. (G.P.M.)		NPSH DISPONIBLE FT.	P. DESCAR. PSIG	VEL. RPM	BHP	CONSUMO REAL BHP	TIPO DE CONSULMO	DATOS
					TEMP OPER	TEMP PR							

SUMARIO DE BOMBAS CENTRIFUGAS												
No.	No. UNIDADES	SERVICIO	FABRICANTE	MODELO	TIPO	TAMAÑO CONECCION		PESO	PLANO REF.	No. REF.	TIPO SELLO	TIPO UNION
						SUCCION	DESCARGA					

CONSUMO													
No.	TIPO	H. P.	R.P.M.	ROTACION CW - CCW	CARACTERISTICAS ELECTRICAS	NEMA	CONDIC. VAPOR		FAB.	MODELO	VEL. VAPOR	PESO	No. REF.
							PSIG	TEMP. °F					

FIG. 3.2.5.7 A CEDULAS DE TRABAJO

DIAGRAMA DE CEDULAS DE LINEA																	
Nº. LINEA	FLUJO PROM.	FLUJO GPM	FLUJO lb/hr	TEMP. °F	PRES. PSIG	DEN. lb/FT	Q lb/gal.	S.p. G.r. a 60 °F	S.p. G.r. EN F.T.	COEF. EXPAN.	FORM. QUIM.	PM.	TAMAÑO LINEA	Δ P EN 100 FT	LINEA	ORIGEN LINEA	TAMAÑO LINEA

SUMARIO DE LA LINEA																
TITULO:			No. REQ.:			No. DIAGRAMA:										
No.	MAT.	DE	A	TAMAÑO LINEA	TEMP. °F	P _{op} Psig	PRUEBA PA. PRES.	CANTIDAD				VEL. ft./seg.	CAIDA PRES.		NOTAS	No.
								No./Hr.	GPM 60°F	GPM	CFS		100 ft	TOT		

FIG. 3.5.2.6B CEDULAS DE LINEA

3.5.3 APLICACION AL POLIPROPILENO.

3.5.3.1 Bases de Diseño

La capacidad de la planta es de 100 000 toneladas por año.

3.5.3.1.1 Especificaciones de materia prima.

La materia prima es propileno de alta pureza y sus características principales son:

a) Contenido de propileno min 99.7% vol

b) Impurezas:		Método de Prueba
Metano, Etano, Propano y Etileno	max 0.3 % vol	ASTM D2712-70
Butano y Buteno	max 10 ppm vol	ASTM D2712-70
Acetileno	max 5 ppm vol	ASTM D2712-70
Metil Acetileno	max 5 ppm vol	ASTM D2712-70
Propadieno	Max 5 ppm vol	ASTM D2712-70
1,3-Butadieno	max 5 ppm vol	ASTM D2712-70
Oxígeno	Max 5 ppm vol	MPC CCM-COM-207
Monóxido de carbono	max 5 ppm vol	ASTM D2504-67
Dióxido de carbono	max 5 ppm vol	ASTM D2505-67
Total de Azufre	max 5 ppm peso	ASTM D2784-70
Agua	max 5 ppm vol	MPC CCM-COM-210

c) Condiciones de alimentación.

Presión $17 \text{ Kg/cm}^2 \text{ G}$

Temperatura $37.8 \text{ }^\circ\text{C}$

Para formar el copolímero también se utiliza Etileno de alta pureza.

a) Contenido de Etileno min 99.9% vol ASTM D2505-67

b) Impurezas		Método de Prueba
Metano, Etano, Propano y Propileno	max 0.1% vol	ASTM D2505-67
Acetileno	max 5 ppm vol	ASTM D2505-67
Monóxido de carbono	max 5 ppm vol	ASTM D2505-67
Dióxido de carbono	max 10 ppm vol	ASTM D2504-67
Oxígeno	Max 5 ppm vol	MPC CCM-COM-210
Hidrógeno	max 10 ppm vol	ASTM D2504-67
Agua	max 5 ppm vol	MPC CCM-COM-210

Compuestos orgánicos Oxigenados (como metanol)	max 5 ppm vol	Cromatografía de gases
Sulfuro total	max 5 ppm peso	ASTM D2784-70

c) Condiciones de alimentación:

Presión 22Kg cm² G

Temperatura 40° C

Para el hidrógeno tenemos:

a) Contenido de hidrógeno min 95% vol

b) Impurezas

Método de Prueba

Metano y pesados	max 5% vol	ASTMD1946-67
Oxígeno	max 10 ppm vol	MPC CCM-COM-207
Agua	max 5 ppm vol	MPC CCM-COM-210
Monóxido de Carbono	max 5 ppm vol	ASTM D2504-67
Sulfuros hidrogenados	max 5 ppm vol	ASTM D2725-70

c) Condiciones de alimentación:

Presión 30 Kg/cm² G

Temperatura 37.8 °C

Respecto al Hexano

a) Apariencia

Coloración transparente

Método de Prueba

b) gravedad específica (peso) 15/4 °C

0.67 ± 0.010

ASTM D1298-67

c) Prueba de destilación

De un 5 a un 95% debe ser destilado entre 66 a 70 °C (rango de temperatura preferente = 2 °C)

ASTM D1078-67

Se requiere corrección por presión atmosférica.

El termómetro debe ser tipo ASTM 39 C

d) Índice de bromuro

100 max

ASTM D1491-60

e) Benceno	max 100 ppm peso	ASTM D2600-69
f) Agua	max 200 ppm peso	ASTME203-64

En el metanol se requiere:

a) Apariencia	Coloración trans.	
b) Peso específico 15/4 °C	0.797 max	ASTM D1298-67
c) Destilación entre 64 - 66 °C	min 99% vol	ASTM D1078-67
d) Residuo de Evaporación	max 0.002% peso	ASTM D1353-64
e) Agua	max 0.15% peso	ASTM E 203-64

Con lo que respecta a las especificaciones de los catalizadores de estabilizadores, hablaremos después de estos.

Como soporte de los catalizadores se utiliza una malla molecular de la Union Carbide, USA del tipo 3A ó 4A.

La sosa cáustica a utilizar es al 25% en peso.

Los aceites diluyentes son:

Aceite	Especificación	Método de Prueba
Punto inicial de eb.	200 °C	ASTM D86-67
Punto final	360 °C	ASTM D86-67
Aromáticos	Max 25.5% vol	ASTM D875-64
Olefinas	max 0.9% vol	ASTM D875-64
Número Bromación	max 7.5	CCM-E-240
Sulfuros	max 0.87% peso	CCM-E-106
Viscosidad (20 °C)	max 8 CST	ASTM D445-65
Punto de fusión	- 10 °C	ASTM D97-66
Calor de Combustión	10 000 Kcal/Kg	ASTM D2015-66

Las características para los aceites de sello mecánico son:

	Especificación	Método de Prueba
Gravedad Específica (15 / 4 °C)	0.850 - 0.870	ASTM D1298-67

	Especificaciones	Método de Prueba
Viscosidad	11.70 a 14.30 CST	ASTMD445-65
Valor ácido	max 0.01 mg KOH/g	ASTM D974-64
Azufre	max 0.01% en peso	CCM-E-106
Hidrocarburos	0	ASTM D875-64
Insaturados		
Aromáticos	0	ASTM D875-64
Estabilizador	No agregado	-----

3.5.3.1.2 Especificaciones de Catalizadores

3.5.3.1.2.1 AD- Catalizador

Nombre: Dicloro Etil Aluminio

Fórmula: $C_2H_5AlCl_2$

Especificaciones :

Composición:	Especificaciones	Método de Prueba
Al	20.3 a 21.5% peso	MPC CCM-PP-202
Cl	55.2 a 56.3% Peso	MPC CCM-PP-203
Cl/Al (mol/mol)	1.99 a 2.03% Pesos	-----
Composición del gas de hidrólisis		Cromatografía de gases del fabricante
C_2H_6	98% vol min	----
n- C_4H_{10}	max 1.5% vol	----
i- C_4H_{10}	Max 1.0% vol	----
C_3H_8		
CH_4		
C_2H_4		
i- C_4H_8		
H_2	Nil	----
Apariencia	Líquido transparente, Sin precipitación	

3.5.3.1.2.2 Catalizador TA

Nombre: Tricloruro de Titanio AA
(aluminio reducido y activado)

Fórmula $TiCl_3 \cdot 1/3AlCl_3$

Especificaciones

Composición:	Especificaciones	Método de Prueba
$TiCl_4$	max 1.0% peso	Método de fabricación
Ti	23.0 a 25.0% peso	MFC CCM-PP-006
Cl	70.0 a 72.0% peso	MFC CCM-PP-219
Al	4.0 a 5.0% peso	MFC CCM-PP-008
Fe	max 0.1% peso	Método de Manufactura
Materia insoluble en Metanol	max 0.1% peso	

Distribución de partículas
como lo reportó el fabricante

+ 297 μ	max 1.0% peso
- 297 a - 177 μ	
- 177 a - 74 μ	
- 74 a - 44 μ	
- 44 μ	53 a 58% peso
- 15 μ	max 10% peso
Apariencia	polvo púrpura

3.5.3.1.2.3 Catalizador TF

Nombre Fluoruro de Titanio Potasio

Fórmula K_2TiF_6

Especificaciones

Composición	Especificaciones	Método de Prueba
Pureza	min 97.5% peso	MFC CCM-PP-012
Materia volátil (mezcla)	max 0.01% peso	Método de manufactura
Distribución del tamaño de partícula:		
20 mesh o menos	max 5% peso	
Entre 20 y 60 mesh	min 75% peso	
A 80 mesh	max 5% peso	
Apariencia	Polvo blanco de tipo esférico	MFC CCM-PP-013

3.5.3.1.2.4 Catalizador OA

Nombre: Alil Butil Eter

Fórmula: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Especificaciones:

Composición:	Especificaciones	Método de Prueba
Pureza	mín 99.0% vol	MPC CGG-201
Contenido de agua	max 50 ppm peso	MPC CCM-PP-201
Alcohol Alílico	max 0.1% peso	MPC CGG-201
n-Butanol	max 0.1% peso	MPC CGG-201
Eter Dialílico	max 0.1% peso	Mpc CGG-201
Apariencia	líquido incoloro	

3.5.3.1.3 Especificaciones de los estabilizadores

3.5.3.1.3.1 Estabilizador HA

Nombre: Estearato de Calcio

Fórmula: $\text{Ca}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$

Especificaciones:

Composición:	Especificaciones	Método de Prueba
CA	$6.6 \pm 0.2\%$ peso	MPC CCM-HZ-042
Sales solubles en agua	max 1.0 % pes	Método de manufactura
Materia volátil	max 2.0% peso	JIS K0067-2-1
Pb	max 5 ppm peso	Método de manufactura
Cd	max 20 ppm peso	"
Zn	max 100 ppm peso	"
Acido libre (como ácido esteárico)	max 0.1	"
Punto de fusión	152 ± 3 °C	JIS K0064
Densidad bulk	0.2 g/cm ³ max	MPC CCM-HZ-041
Análisis de tamiz	mín 99% peso	Método de manufactura
Apariencia	Polvo blanco	JIS K8004-2

3.5.3.1.3.2 Estabilizador AA

Nombre: Triproionato Dilaúrico

Fórmula: $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_{12}\text{H}_{25})_2$

Especificaciones:

	Especificaciones	Métodos de Prueba
Contenido de cenizas	max 0.01% peso	JIS K0067-2.4
Materia volátil	max 0.05% peso	MPC CCM-HZ-063
Contenido de Fe	max 3 ppm peso	Método de Manufactura
Valor Acido	max 0.05	JIS K0070-2.1
Punto de solidificación	39.5 a 41.5 °C	JIS K0065

Análisis de tamiz

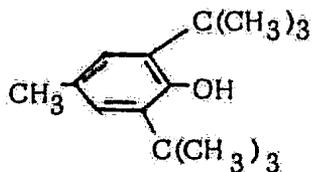
a 10 mesh	100% peso	
a 16 mesh	90% peso	
Color de estado fundido a 50°C (APHA)	max 60	ASTM D1686-61

Apariencia	Polvo cristalino Blanco	JIS K8004-2
------------	----------------------------	-------------

3.5.3.1 3.3 Estabilizador AB

Nombre: Hidroxitolueno Dibutil

Fórmula:



Especificaciones:

	Especificaciones	Método de Prueba
Contenido de Cenizas	max 0.01% peso	JIS K0067-2.4
Cont. de Agua	Max 0.2% peso	ASTM E203-64
Cont. de metales pesados	max. 0.001% peso	Método de manufactura
Sulfatos	nada	"
Olor	inodoro	"
Pruebas testigo	positivas	"
Cont. p-cresol	Suficiente para su identificación	"
En solución	sin coloración	"
Pto. de congelación	69.2 a 70.0 °C	JIS K0065
Análisis de tamiz		Método de manufactura
Arriba de 30 mesh	1% peso max	
a 60 mesh	95% peso min	
Color de estado fundido a 80°C (APHA)	max 20	ASTM D1686-61
Apariencia	Polvo blanco cristalino.	IS K8004.2

3.5.3.1.3.4 Estabilizador FA

Nombre: Mezcla de Alquilamidas, alcoholes superiores y sílica.

Especificaciones:

	Especificaciones	Método de prueba
Contenido de cenizas	8.0 a 10.0% peso	JIS K0067-2.4
Materia volátil	max 2.0% peso	JIS K0067-2.4
Valor básico	220 a 240	Método de manufactura
Valor Acido	3.0	"
Valor Amino	65 a 75	MPC CCM-PP-140
Densidad bulto	0.3 a 0.5 g/cm ³	Método de manufactura
Color de calentamiento a 150°C (APHA)	max 300	"
Apariencia	polvo blanco	JIS K8004-2

3.5.3.1.3.5 Estabilizador

Nombre: Amida Oleica

Fórmula: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CONH}_2$

Especificaciones:

	Especificaciones	Método de Prueba
Cont. de Agua	max 0.3% peso	ASTM E203-64
Cont. de cenizas	max 0.2% peso	JIS K0067-2.4
Cont. de Fe	max 10 ppm	Método de manufactura
Valor Acido	max 0.5	JIS K0070-2.1
Valor Iodo	80.0 a 86.0	JIS K0070-2.4
Punto de fusión	72.0 a 76.0°C	JIS K0064
Color de Edo. Fundido a 90°C (APHA)	max 200	ASTM D1686-61
Color de calentamiento a 150°C 3 hrs (APHA)	max 300	MPC CCM-PP-018
Contenido de nitrógeno	min 4.8% peso	Método del fabricante
Cont. de Jabón	max 0.5% peso	"
Apariencia	polvo blanco	JIS K8004-2
Análisis Tamiz		Método del fabricante
A 16 mesh	100% peso	
A 32 mesh	95% peso	

3.5.3.1.3.6 Estabilizador SB

Nombre: Amida Erucica

Fórmula: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CONH}_2$

Especificaciones:

	Especificaciones	Método de Prueba
Apariencia	Polvo blanco	JIS K8004-2
Amida Erucica	84 a 90% peso	---
Punto de fusión (al término del P.F.)	78 a 82°C	JIS K0064
Color del Edo. Fundido	max 300	ASTM D1686-61
Materia volátil	max 0.3% peso	JIS K0067-2.1
Color de calentamiento a 160°C. 40 min (GARDNER No.)	max 7	MPC CCM-PP-028

3.5.3 1.3 7 Estabilizador SC

Nombre: Acido Silícico

Fórmula: SiO₂

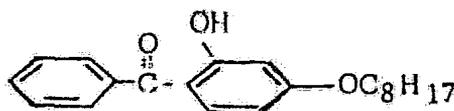
Especificaciones:

	Especificaciones	Método de Prueba
Materia volátil	3.0 a 6.0% peso	JIS K0067-2.1
Absorción de aceite	300 a 370 ml / 100 g	Método del fabricante
Pérdida por ignición a 950°C, 2 hrs.	6.0 a 7.5% peso	JIS K0067-2.2
pH para una Conc al 5%	6.5 a 8.0	Método del fabricante
Densidad	0.13 a 0.17 g/cm ³	"
Blancura	92% min	"
Apariencia	polvo blanco	JIS K8004-2
Promedio de tamaño de partícula	3.0 a 4.0 μ	Medidor Sub Tamiz
Análisis tamiza 325 mesh	max 0.05% peso	Método del fabricante

3.5.3.1 3. 8 Estabilizador UA

Nombre: 2, Hidroxí - 4, n-Octoxi benzo fenona

Fórmula:



Especificaciones:

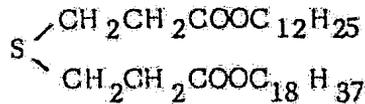
	Especificaciones	Método de Prueba
Cont. de Cenizas	max 0.01% peso	JIS K0067-2.4
Materia volátil	max 0.1% peso	MPC CCM-PI-089
% de transmitancia en sol. de benceno		Método de manufactura:

450 m	min 90%	
500 m	min 95%	
Punto de fusión	47 a 49° C	JIS K0064-
Color de calentamiento a 200 C. 1 hr (GARDNER No.)	max 7	MFC CCM-PP-028
Apariencia	Cristales amarillos pequeños	JIS K8004-2
Análisis Tamiz a 20 mesh	100% peso	Método del fabricante
Olor	Inodoro	

3.5.3.1.3.9 Estabilizador AC

Nombre: Tiodipropionato Esteril Lauril

Fórmula:



Especificaciones:

	Especificaciones:	Métodos de Prueba
Valor Acido	max 0.1% peso	JIS K0070-2.1
Pto. de congelación	55.9 a 59.0° C	JIS K0065
Materia Volátil	max 0.1% peso	MFC CCM-HZ-063
Contenido de cenizas	max 0.01% peso	JIS K0067-2.4
Contenido de Fe	max 5 ppm peso	Método del fabricante
Color de estado fundido a 150° C. 3 hrs (APHA)	max 100	ASTM D1686-61
Color de calentamiento a 150 C. 3 hrs (APHA)	max 180	MFC CCM-PP-018
Análisis de tamiz a 16 mesh	min 90%	Método del fabricante
Apariencia	polvo blanco	JIS K8004-2

3.5.3.1.3.10 Estabilizador AD

Nombre: Tiodipropionato Diesteril

Fórmula: $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_{18}\text{H}_{37})_2$

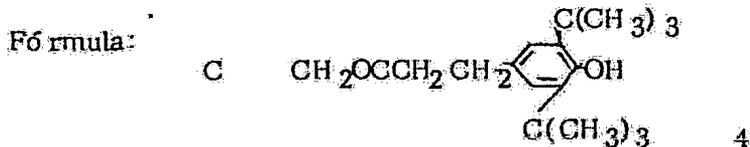
Especificaciones

	Especificaciones	Método de Prueba
Cont. de cenizas	max 0.01% peso	Método del fab.
Materia volátil	max 0.05% peso	MFC CCM-HZ-063
Valor Acido	0.05% peso max	JIS K0070-2.1
Valor de saponificación	160 a 170	Método Fab.

Color de Estado Fund. (APHA)	max 100	ASTM D1686-61
Apariencia	polvo blanco	JIS K8004-2
Análisis de Tamiz		Método Fab.
a 16 mesh	100% peso	
a 32 mesh	min 95% peso	

3.5.3.1.3.11 Estabilizador AE

Nombre: Tetrakis (metileno(3,5-di-tertbutil, 4-hidroxi)Metano

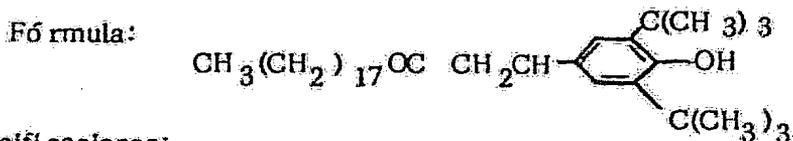


Especificaciones:

	Especificaciones	Método de Prueba
Cont. cenizas	max 0.1% peso	JIS K0067-2.4
Materia volátil	max 0.5% peso	JIS K0067-2.1
% Transmiciencia en solución de tolueno		Método de fab.
425 mμ	min 90%	
500 mμ	min 95%	
Solubilidad en tolueno (20g/100ml Tolueno)	total	MPC CGM-HZ-0-2
Cont. Agua	max 0.5% peso	Método Fab.
Punto fusión		"
Tipo β	110 a 115° C	
Tipo α	120 a 125° C	
Ensayo UV	Reporte	"
Apariencia	Polvo cristalino blanco	JIS K8004-2

3.5.3.1.3.12 Estabilizador AF

Nombre: Octadecil (3,5di-tertbutil, 4-hidroxi) propianato



Especificaciones:

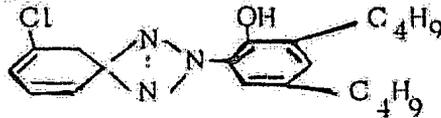
	Especificaciones	Método de Prueba
Contenido cenizas	max 0.1% peso	JIS K0067-2.4
Materia volátil	max 0.5% peso	JIS K0067-2.1
% transmitancia en sol. de tolueno		Método Fab.

	425 $\mu\mu$	Especificaciones	Método de Prueba
	500 $\mu\mu$	min 90,7	
Apariencia		min 95,7	
		Polvo cristalino	JIS K8004-2
		Blanco	
Solubilidad de toluano	Total		MPC CCM-HZ-072
(5g. 100 m ³ tolueno)			
Pto. Fusión	49 a 54° C		JIS K0064

3.5.3.1.3.13 Estabilizador UB

Nombre: 2-(3',5'-ditertbutil-2-hidroxi fenil)-5-clorobenzotriazol

Fórmula:



Especificaciones

		Especificaciones:	Método de Prueba
Apariencia		Polvo cristalino	JIS K8004-2
		Amarillento	
Punto de fusión		154 a 158° C	JIS K0064
Solubilidad de 5g/100cc	Transparente		MPC CCM-HZ-072
cloroformo			
Cont. cenizas	max. 0.05% peso		JIS K0067-2.4
Color en solución			Método Fab.
460 $\mu\mu$	min 88%		
500 $\mu\mu$	min 95,7		
Contenido de agua	max 0.05% peso		"
Color en solución			"
Tolueno	Transparente		
Benceno	Transparente		
Olor	Virtualmente inodoro		"

T A B L A 13
 Condiciones de Abastecimiento y Suministro de Materias
 Primas y Materiales Auxiliares

	Estado	Forma de Transporte	Presión (Kg/cm ² G)	Temperatura (°C)
1. Propileno de alta pureza	Líquido	Tubería	17	37.8
2. Etileno de alta pureza	Gas	Tubería	20 - 25	40
3. Hidrógeno	Gas	Tubería	30	37.8
4. Hexano	Líquido	Tubería	3.5	40
5. Metanol	Líquido	Tubería	3.5	40
6. Catalizador TA	Sólido	Recipiente Especial	-	Ambiente
7. Catalizador TF	Sólido	Recipiente Especial	-	Ambiente
8. Catalizador OA	Líquido	Recipiente Especial	-	Ambiente
9. Catalizador AD	Líquido o sólido	Recipiente Especial	-	Ambiente
10. Sosa cáustica	Líquido	Tubería	3.5	40
11. Estabilizadores	Líquido y sólido	Recipiente especial	-	Ambiente
12. Aceite para sello mecánico	Líquido	Tanques	-	Ambiente
13. Aceite di-	Líquido	tubería	-	Ambiente

3.5.3.1.5 SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS PLANOS

Esta simbología se da como una guía para el entendimiento de los documentos como diagramas de flujo , diagramas de tubería e instrumentación, etc.

3.5.3.1.5.1 Sección del Proceso

La planta se divide en las siguientes secciones:

Sección 100 & 2100	Preparación del catalizador
Sección 200 & 2200	Polimerización
Sección 300 & 2300	Desactivación y lavado
Sección 400 & 2400	Secado
Sección 500 & 2500	Pastillaje
Sección 600	Recuperación de Metanol
Sección 700	Recuperación de Hexano
Sección 800	Quemado del polímero atáctico
Sección 900	Utilidades
Sección 1000 & 2000	Empaquetamiento y carga

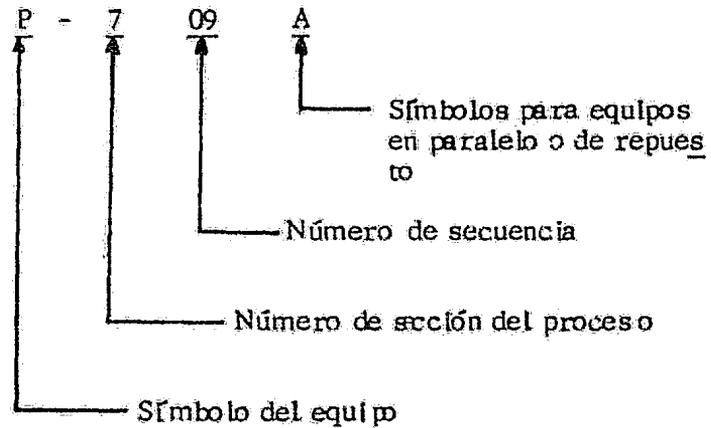
Cada sección a la vez se puede dividir en varias subsecciones -- por ejemplo para la sección 900:

Sección 900-1	Aceite para sello
Sección 900-2	Refrigeración
Sección 900-3	Cáustica
Sección 900-4	Efluentes de Gas
Sección 900-5	Nitrógeno
Sección 900-6	Aire
Sección 900-7	Vapor
Sección 900-8	Agua

3.5.3.1.5.2 Identificación del Equipo.

3.5.3.1.5.2.1 La identificación del equipo consiste en una serie de - -
símbolos, letras y números para designar el tipo de equipo, número -
de sección y número de secuencia.

Ejemplo:



3.5.3.1.5.2.2 Uso de letras

3.5.3.1.5.2.2.1 Los símbolos para el equipo se dan en la siguiente -
tabla.

Símbolo	Tipo de Equipo
B	Boiler
C	Compresor y Soplador
D	Reactor y Tambor
E	Intercambiador de Calor
F	Horno
M	Separador y Secador
P	Bombas
T	Torre
TK	Tanque

Símbolo

Tipo de Equipo

Z

Equipos de almacén incluyendo de pastilla
de mezcla tores, alimentadores y básculas.

3.5.3.1.5.2.2.2 Los agitadores son designados por el sufijo "A"

Ejemplo

DA-201 indica el agitador del D-201

3.5.3.1.5.2.2.3 Los motores son designados por el sufijo "M"

Ejemplo

MM-301 indica el motor de M-301

DM-201 Indica el motor para el agitador
de D-201

3.5.3.1.5.2.3 Símbolos para equipos en paralelo o de repuesto.

Si hay más de un equipo, iguales o similares, para algún servicio se designan individualmente cada uno por una letra, después de la secuencia numérica, en orden alfabético.

Ejemplo.

P-301 A y P-301 B Indica que hay dos bombas A y B para -
algún servicio

3.5.3.1.5.2.4 Si cierto equipo es omitido por razones del proceso u otras razones, su número de identificación se deja ausente.

3.5.3.1.5.3 Símbolos para los diagramas de flujo y diagramas de tubería o Instrumentación.

3.5.3.1.5.3.1. Símbolos para el equipo.

Los símbolos gráficos para el equipo se muestran en la figura 3.5.2.1.

Los croquis de las siluetas que se muestran en esta figura, deben ser usadas en vez de los símbolos cuando se considere más conveniente.

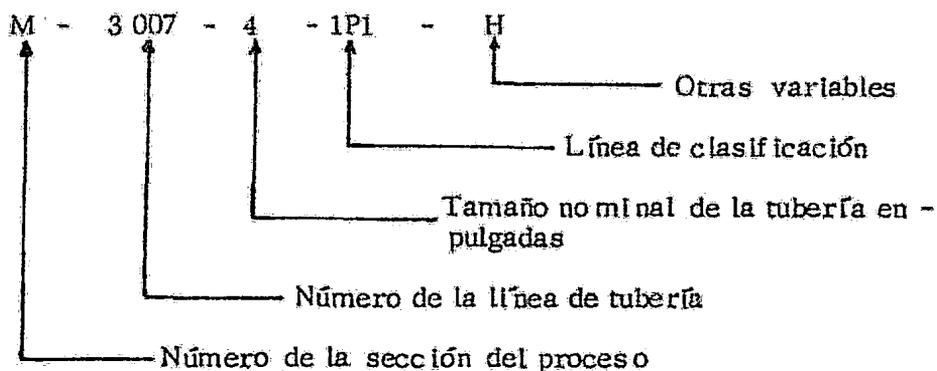
3.5.3.1.5.3.2 Símbolos para las líneas de tubería y sus accesorios.

En los diagramas de flujo del proceso (PFD) y o diagramas de tubería e instrumentación (P&ID), las líneas de tubería son designadas de acuerdo con la figura 3.5.2.3. en esta misma figura se muestran los símbolos para los accesorios de la tubería.

3.5.3.1.5.4 Designación de las líneas de tubería.

3.5.3.1.5.4.1 Las líneas de tubería en los diagramas de instrumentación y tubería, y en los dibujos de tubería son designados por símbolos indicando el fluido, el número de línea de tubería, el tamaño nominal, la línea de clasificación y otras variables como el tipo de aislamiento.

Ejemplo:



Símbolo de Servicio

3.5.3.1.5.4.2 Símbolos de Servicio

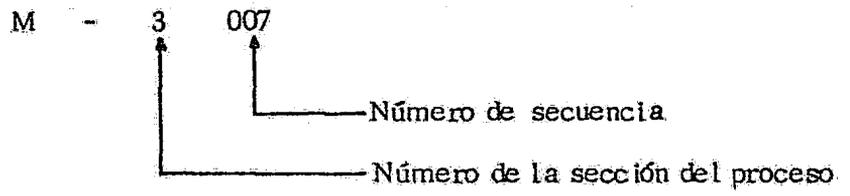
Estos símbolos se muestran en la tabla 3.5.3.1

3.5.3.1.5.4.3 Número de línea de tubería

El número de línea de tubería se da de la siguiente manera:

Ejemplo:

a) Línea de proceso



T A B L A 14

Símbolos de Servicio para la designación de líneas de tubería

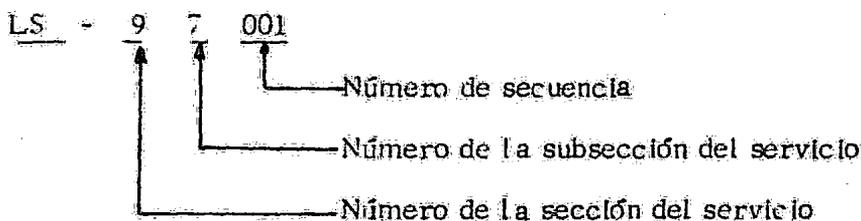
SIMBOLO	SERVICIO
AD-CAT	Ad-Catalizador
AIR	Aire
AP	Polímero Atáctico
AS	Solución de polímero atáctico
BCW	Barril de agua fría
BIH	Caldera Inhibidora
C	Cáustico
CW	Circulación de agua fría
DO	Aceite diluyente
DW	Agua para beber
E	Etileno
F	Gas Combustible (flare)
FW	Agua para incendios
H	Hidrógeno
HC	Condensado de vapor de alta presión
HHX	Hexano de alta presión
HN	Nitrógeno de alta presión
HPW	Agua de proceso de alta presión
HS	Vapor de alta presión
HW	Agua caliente
HX	Hexano de baja presión
HSO	Aceite de sello de alta presión

SIMBOLO	SERVICIO
IA	Instrumentos de aire
IH	Inhibidor
LC	Condensado de vapor de baja presión
LN	Nitrógeno de baja presión
LO	Aceite lubricante
LS	Vapor de baja presión
LSB	Líquido estabilizador
M	Metanol
MC	Condensado de vapor de media presión
MN	Nitrógeno de media presión
MS	Vapor de media presión
MX	Metanol & Hexano
NOS	Albañal de efluente sin aceite
OA-CAT	Catalizador OA
OS	Albañal de efluente con aceite
P	Propileno
P-1-CAT	Catalizador P-1
PA	Planta de aire
PA-CAT	Catalizador PA
PCW	Agua de enfriamiento en pastillaje
PD	Fuente de potencia
PL	Pastillas
PW	Agua de proceso
PX	Propileno y hexano

SIMBOLO	SERVICIO
RCW	Retorno de agua de enfriamiento
RG	Gas reactivado
RHSO	Aceite sellador de alta presión de retorno
RP	Refrigerante de propileno
RKG	Gas reactivado de regreso
RRP	Refrigeración de propileno de retorno
RSO	Aceite sellador de retorno
SA	Aire de servicio
SL	Slurry
SO	Aceite de sello
SSB	Estabilizador sólido
TA	Aire transferido
TA-GAT	Catalizador TA
TF-CAT	Catalizador TF
TN	Nitrógeno transferido
VG	Gas de venteo
W	Efluente
WC	Efluente del catalizador
WHX	Hexano lavado
WM	Efluente de Metanol
WS	Efluente de suspensión
WX	Efluente de Hexano
XN	Hidrocarburo gaseoso y nitrógeno
1N	1kg/cm ² G Nitrógeno

SIMBOLO	SERVICIO
10C	10 kg/cm ² condensado de vapor
10S	10 kg/cm ² de vapor

b) Línea de Servicio o de Utilidad



3.5.3.1.5.4.4 Tamaño nominal de la tubería

El tamaño nominal de la tubería se da en pulgadas, tomado como referencia su diámetro.

3.5.3.1.5.4.5 Clasificación de las líneas

Los símbolos de clasificación de líneas representan la especificación de líneas de tubería, el material de la tubería, la especificación de los accesorios, la especificación de válvulas, la temperatura y presión de diseño y así sucesivamente. El contenido de los símbolos de clasificación de líneas son descritos en la "Especificación para materiales de tubería".

3.5.3.1.5.4.6 Otras variables

Ejemplos de símbolos para aislamiento y otras variables son los siguientes:

Aislamiento	H: Aislamiento de calor
	P: Protección
	T: Tracing y Aislamiento
	C: Aislamiento de frío
	D: Anti-empañante

3.5.3.1.5.6 Especificación de Instrumentación:

Estas especificaciones son una guía para comprender los

documentos tales como dibujos de diseño, diagramas de flujo del proceso, P&ID, planos de Instrumentos y otros dibujos en los que se indican los instrumentos. También sirven para el panel de control y los instrumentos e instrumentación del equipo involucrado.

3.5.3.1.5.6.2 Identificación del número del instrumento.

3.5.3.1.5.6.2.1 En el futuro se va a designar a los instrumentos de alguna manera como otro equipo del proceso.

La identificación del número del instrumento consta de dos blocks. El primer block muestra la función del instrumento, y el segundo el número designado.

Parte 1	- - - - -	Parte 2
<u>TRC</u>	-	<u>2102</u>
Primer Block	-	Segundo Block

3.5.3.1.5.6.2.1. El primer block consiste de letras, y se divide en dos partes:

La primera parte consiste de una letra y nos muestra la variable del proceso.

La segunda parte consiste de una a seis letras y nos muestra la función del instrumento.

3.5.3.1.5.6.2.3 El segundo block consiste de tres o cuatro números y muestran una secuencia numérica y el número de sección y el número de secuencia.

3.5.3.1.5.6.2.4 Si se conectan más de un elemento en un instrumento, se distingue con un sufijo: A, B, ... o -1, -2, ... después de la designación del número.

3.5.3.1.5.6.2.5 Hay dos clases de números para identificar instrumentos. Uno es el número de enlace y el otro el número de etiqueta. El primero se da mientras hay un enlace entre la medición y el control. El número de etiqueta se usa en sí para cada instrumento. Así, el elemento de medida primario, transmisor, válvula de control, etc. los que son usados en combinación con otro instrumento tendrán otro número de designación. Si el número del instrumento es TRC-411, cada una de sus partes: elemento, transmisor, indicador, controlador, registrador y válvula de control tendrán: TE-411, TT-411, TC-411, TR-411, TCV-411, respectivamente

3.5.3.1.5.6.2.6 Aparte de las formas mencionadas, hay una especial identificación:

SDV

XGV

Estos son usados como primer block de los números de identificación ya mencionados.

. 3.5.3.1.6 LISTA DE EQUIPO

1. - Caldera

Item No.	Servicio	No. de Req.
B-801	Caldera AP	1

2. - Compresores y Sopladores.

Item No.	Servicio	No. Req.
C-201 A a C	Soplador de gas del 1er. reactor	3
C-202	Soplador de gas de recicló	1
C-203	Ventilador	1
C-401	Soplador de gas FD	1
C-402	Soplador de gas FBD	1
C-502 A y B	Soplador para transferencia de polvos	2
C-504 A y B	Soplador para transferencia de pellets.	2
C-505 A y B	Soplador para transferencia de pellets	2
C-506	Soplador para mezcla de pellets	1
C-507 A y B	Aspirador	2
C-801	Soplador de aire	1
C-802	Aspirador	1
C-901 A y B	Compresor de refrigeración	2
C-961	Compresor IA	1
C-965	Compresor SA	1
C-2201 A a C	Soplador de gas del 1er. reactor	3

Item No.	Servicio	No. de Req.
C-2202	Compresor de gas de re- ciclo	1
C-2401	Soplador de gas FD	1
C-2402	Soplador de gas FBD	1
C-2502 A y B	Soplador para transferencia de polvos	2
C-2504 A y B	Soplador para transferencia de pellets	2
C-2505 A y B	Soplador de transferencia de pellets	2
C-2506	Soplador para mezcla de pellets	1

3. - Reactores y Tanques

Item No.	Servicio	No. de Req.
D-102 A y B	Tanque de Síntesis PA	2
D-103	Tanque para catalizador usado	1
D-104	Tanque para solución PA Cat.	1
D-105	Tanque de P-1 Catalizador	1
D-106	Tanque de alimentación del P-1 Cat.	1
D-110	Tanque para medir el OA - Catalizador	1
D-114	Tanque de OA -Catalizador	1
D-115	Tanque de alimentación del OA -Cat.	1
D-116	Tanque para almacenamiento del OA -Cat.	1
D-201	Primer Reactor	1

Item No.	Servicio	No. Req
D-202	Segundo Reactor	1
D-205	Tanque Flash	1
D-207	Tanque para condensados del primer reactor	1
D-208	Tanque para condensados del tanque flash	1
D-210	Separador	1
D-211	Interdeaireador	1
D-212	Deaireador	1
D-213	Separador del gas de reciclo	1
D-214 A y B	Deshidratador de propleno	2
D-215	Separador de propleno	1
D-221	Inhibidor de asa	1
D-222	Inhibidor de asa	1
D-251	Tanque para desperdicios	1
D-301	Deactivador	1
D-303	Deactivador del tanque flash	1
D-304	Columna lavadora	1
D-305	Tanque de alimentación de la centrifuga	1
D-306	Tanque del licor madre	1
D-307	Receptor de condensados del tanque flash.	1
D-309	Tanque para aceite	1
D-501	Tanque para agua fría	1
D-502	Tanque para agua fría	1

Item No.	Servicio	No. Req.
D-504	Tanque para mezcla del estabilizador	1
D-505	Tanque para el líquido estabilizador	1
D-506	Drain Pot	1
D-507	Tanque para aceite	1
D-601	Receptor del metanol	1
D-701	Receptor de la torre de hexano	1
D-703	Tanque de hexano usado	1
D-704	Tanque para el hexano recuperado	1
D-705	Tanque para desperdicios	1
D-706	Fracionadora de hexano	1
D-707 A y B	Deshidratador de hexano	2
D-721	Preconcentrador	1
D-724	Tanque para el polímero atáctico	1
D-731	Primer sedimentador	1
D-732	Segundo sedimentador	1
D-801	Tanque para almacenamiento del polímero atáctico	1
D-802	Desaireador desaerado	1
D-803	Tanque para el material descendente	1
D-804	Tanque inhibidor A	1
D-805	Tanque inhibidor B	1
D-806	Tanque inhibidor C	1

Item No.	Servicio	No. Req.
D-901	Tanque knock out	1
D-902 A y B	Deaireador	2
D-903 A y B	Deaireador	2
D-904	Tanque para condensados	1
D-905	Tanque flash	1
D-906	Flare knock out drum	1
D-907	Reclbido r de pro pileno	1
D-911 A y B	Tanque para aceite	2
D-912 A y B	Tanque para aceite	2
D-913 A y B	Tanque para aceite HP	1
D-963	Reclbido r IA	1
D-967	Reclbido r SA	1
D-2104	Tanque para solucio n PA	1
D-2105	Tanque de P-1 Catalizador	1
D-2106	Tanque de alimentacio n del P-1 Cat.	1
D-2115	Tanque de alimentacio n del OA-Cat.	1
D-2201	Primer reactor	1
D-2202	Segundo Reactor	1
D-2203	Tercer Reactor	1
D-2204	Cuarto reactor	1
D-2205	Tanque Flash	1
D-2207	Tanque para condensados del primer reactor	1
D-2208	Tanque para condensados del tanque flash	1

Item No.	Servicio	No Req.
D-2210	Separador	1
D-2211	Interdeaireador	1
D-2212	Deaireador	1
D-2213	Separador del gas de reciclo	1
D-2221	Inhibidor de asa	1
D-2222	Inhibidor de asa	1
D-2301	Deactivador r	1
D-2303	Deactivador del tanque flash	1
D-2304	Columna lavadora	1
D-2306	Tanque para el licor madre	1
D-2307	Recibidor de condensados del tanque flash	1
D-2309	Tanque de aceite	1
D-2502	Tanque para agua fría	1
D-2504	Tanque para mezcla del estabilizador	1
D-2505	Tanque para el líquido estabilizador	1
D-2507	Tanque de aceite	1

4. Cambiadores de Calor.

Item No.	Servicio	No. Req.
E-103	Condensador de venteo	1
E-104	Condensador de venteo	1
E-105	Condensador de venteo	1
E-106	Condensador de venteo	1

Item No.	Servicio	No. Re
E-201 A y B	Condensador del primer reactor	2
E-202	Enfriador para la segunda suspensión	1
E-204	Condensador de gases del tanque flash	1
E-205	Vaporizador de hexano	1
E-206	Vaporizador de propileno	1
E-207	Supercalentador de propileno	1
E-209	Condensador de venteo	1
E-210	Condensador del gas de recicló	1
E-211	Supercalentador del gas de recicló	1
E-212	Calentador de etileno	1
E-214	Enfriador del aceite lubricante	1
E-301	Vaporizador de metanol	1
E-302	Condensador del tanque flash	1
E-303	Condensador del venteo del tanque flash	1
E-401	Calentador de gas FD	1
E-402	Enfriador del primer deaireador	1
E-403	Condensador de venteo CW	1
E-404	Condensador de venteo	1
E-405	Calentador de gas FBD	1
E-406	Enfriador de gas de recicló FBD	1

Item No.	Servicio	No. Req.
E-407	Enfriador del deaireador FBD	1
E-501	Powder transfer water cooler	1
E-502	Powder transfer gas cooler	1
E-503	Enfriador de agua	1
E-504 A y B	Enfriador de agua	2
E-506	Enfriador de Agua EC	1
E-507	Enfriador del aceite lubricante	1
E-508	Enfriador del aceite lubricante	1
E-601 A y B	Condensador de metanol	2
E-602	Condensador de venteo	1
E-603	Precalentador de metanol	1
E-604	Condensador de venteo	1
E-605	Condensador de venteo	1
E-606 A y B	Enfriador del agua usada	2
E-701 A y B	Condensador de la torre de hexano	2
E-703	Calentador de la torre rectificadora	1
E-704	Calentador de la torre de hexano	1
E-705	Enfriador de hexano	1
E-708	Condensador de la cortadora de hexano	1
E-711	Condensador de venteo	1
E-713	Condensador de venteo	1

Item No.	Servicio	No. Req.
E-714	Condensador de venteo	1
E-715	Condensador de venteo	1
E-721	Primer precalentador FE	1
E-722	Segundo precalentador FE	1
E-723	Precalentador de agua	1
E-801	Condensador de venteo DO	1
E-901	Condensador de propileno	1
E-904	Calentador RG	1
E-905	Enfriador RG	1
E-906 A y B	Enfriador del aceite lubricante	2
E-911 A y B	Enfriador de aceite	2
E-912 A y B	Enfriador de aceite HP	2
E-2104	Condensador de venteo	1
E-2105	Condensador de venteo	1
E-2201 A y B	Condensador del primer reactor	2
E-2202	Enfriador de la segunda suspensión	1
E-2203	Enfriador de la tercera suspensión	1
E-2204	Condensador de gas del tanque flash	1
E-2205	Vaporizador de hexano	1
E-2207	Supercalentador de propileno	1
E-2206	Vaporizador de propileno	1
E-2209	Condensador de venteo	1
E-2210	Condensador del gas de recicló	1

Item No.	Servicio	No. Req.
E-2211	Supercalentador del gas de reciclo	1
E-2212	Calentador de etileno	1
E-2214	Enfriador de aceite lubricante	1
E-2301	Vaporizador de metanol	1
E-2302	Condensador del tanque flash	1
E-2303	Condensador de venteo del - tanque flash	1
E-2401	Calentador de gas FD	1
E-2402	Enfriador del primer de- aireador	1
E-2403	Condensador de venteo CW	1
E-2405	Calentador de gas FBD	1
E-2404	Condensador de venteo	1
E-2406	Enfriador del gas de reciclo FBD	1
E-2407	Enfriador del deaireador FBD	1
E-2501	Powder transfer line cooler	1
E-2502	Powder transfer gas cooler	1
E-2504 A y B	Enfriador del agua para pellets	2
E-2507	Enfriador de aceite lubricante	1
E-2508	Enfriador de aceite lubricante	1

5. - Hornos.

Item No.	Servicio	No. Req.
F-801	Horno	1

6. - Depósitos

Item No.	Servicio	No. Req.
H-801	Depósito	1

7. - Separadores y Secadores

Item No.	Servicio	No. Req.
M-301	Centrífuga	1
M-301A	Stand-by bowl	1
M-401	Secador flash	1
M-402	Secador de lecho fluidizo	1
M-405 A y B	Primer Ciclón FD	2
M-406 a a X	Segundo ciclón FD	24
M-407 A a F	Ciclón FBD	6
M-409 A y B	Filtro de gas FD	2
M-410 A y B	Filtro de gas FBD	2
M-501	Secador de pellets	1
M-503	Ciclón con tolva para pellets	1
M-504	Ciclón silo para pellets	1
M-511	Filtro de bolsas para polvos	1
M-515 A y B	Filtro de gas	2
M-517	Filtro de aire	1
M-520	Filtro de aire	1
M-721 A y B	Evaporador de película	2
M-801 A y B	Filtro BWF	2
M-961	Filtro de aire	1

Item No.	Servicio	No. Req.
M-962	Secador con prefiltro de aire	1
M-963	Secador de aire	1
M-965	Filtro de aire	1
M-1001	Clasificador	1
M-1002	Ciclón con tolva	1
M-1051	Clasificador	1
M-1052	Ciclón con tolva	1
M-2301	Cnetrífuga	1
M-2401	Secador Flash	1
M-2402	Secador de lecho fluidizo	1
M-2405 A y B	Primer ciclón FD	2
M-2406- Aa X	Segundo ciclón FD	24
M-2407 A a F	Ciclón FBD	6
M-2409 A y B	Filtro de gas FD	2
M-2410 A y B	Filtro de gas FBD	2
M-2501	Secador de pellets	1
M-2503	Ciclón con tolva para polvos	1
M-2504	Ciclón silo para pellet	1
M-2511	Filtro de bolsas para polvos	1
M-2515 A y B	Filtro de gas	2
M-2517	Filtro de aire	1
M-2520	Filtro de aire	1
M-2001	Clasificador	1
M-2002	Ciclón con tolva	1

Item No.	Servicio	No. Req.
M-2051	Clasificador	1
M-2052	Circulón con tolva	1

8. - Bombas

Item No.	Servicio	No. Req.
P-101 A y B	Bomba para catalizador usado	2
P-102 A y B	Bomba para solución PA	2
P-103 A y B	Bomba para P-1 Catalizador	2
P-107	Bomba para OA-Catalizador	2
P-108 A y B	Bomba para OA-Catalizador	2
P-201 A y B	Bomba para condensados del primer reactor	2
P-205 A y B	Bomba para el tanque flash	2
P-206 A y B	Bomba para el enfriador de la segunda suspensión	2
P-208 A y B	Bomba para condensados del tanque flash	2
P-215	Bomba para aceite lubricante	1
P-301 A y B	Bomba de la alimentación de la columna lavadora	2
P-302	Mezcladora de sosa cáustica	1
P-303 A y B	Bomba de alimentación de la centrífuga	2
P-304 A y B	Bomba para el metanol usado	2
P-305 A y B	Bomba para el licor madre	2
P-307 A y B	Bomba del aceite lubricante de la centrífuga	2

Item No.	Servicio	No. Req.
P-308 A y B	Bomba Boot	2
P-309 A y B	Bomba para condensados del tanque flash	2
P-401 A y B	Bomba de 1.º primer absorbedor	2
P-402 A y B	Bomba del segundo absorbedor	2
P-501 A y B	Bomba para agua fría	2
P-502 A y B	Bomba para agua fría	2
P-503 A y B	Bomba para agua fría EC	2
P-504	Bomba para alimentación EC	2
P-505 A y B	Bomba para aceite lubricante	2
P-506 A y B	Bomba para aceite lubricante	2
P-508 A y B	Bomba de ajuste automático	2
P-509 A y B	Bomba para la descarga del agua usada	2
P-511 A y B	Bomba para alimentación del líquido estabilizador	2
P-601 A y B	Bomba para alimentación de la torre de metanol	2
P-602 A y B	Bomba del reflujo de metanol	2
P-603 A y B	Bomba para el metanol	2
P-604 A y B	Bomba para la parte inferior de la torre de metanol	2
P-605	Bomba para mezcla	1
P-606	Bomba Intermitente	1
P-701 A y B	Bomba para hexano	2
P-702 A y B	Bomba para la torre deshidratante	2

Item No.	Servicio	No. Req.
P-703 A y B	Bomba de reflujo de hexano	2
P-704 A y B	Bomba del disolvente hexano	2
P-705 A a C	Bomba para hexano	3
P-707	Bomba para la torre rectificadora	1
P-708	Bomba para hexano usado	1
P-709	Bomba para hexano	1
P-710	Bomba para la alimentación a la fraccionadora de hexano	1
P-711	Bomba de la recuperación de hexano	1
P-712	Bomba de la parte alta de la torre cortadora de hexano	1
P-713 A y B	Bomba para el agua usada	2
P-715	Bomba para el agua usada	1
P-721 A y B	Bomba para la solución atáctica	2
P-722 A y B	Bomba para el polímero atáctico	2
P-723 A y B	Bomba para la circulación de la sosa cáustica	2
P-724 A y B	Bomba para circulación de agua	2
P-731	Mezcladora para neutralización	1
P-732	Mezcladora para el lavado con agua	1
P-733 A y B	Bomba para el aceite diluyente	2
P-801 A y B	Bomba de alimentación del polímero atáctico	2
P-802 A y B	Bomba de alimentación a la caldera	2

Item No.	Servicio	No. Req.
P-803	Bomba para la transferencia de condensados DO	1
P-804 A y B	Bomba de inyección del Inhibidor A	2
P-805 A y B	Bomba de inyección del inhibidor B	2
P-806 A y B	Bomba de inyección del inhibidor C	2
P-901 A y B	Bomba para aceite lubricante	2
P-902 A y B	Bomba para sosa cáustica	2
P-903 A y B	Bomba de desplazamiento positivo para cáusticos	2
P-904 A y B	Bomba para condensados	2
P-905 A y B	Bomba de desplazamiento positivo PW	2
P-906 A y B	Bomba del supercalentador	2
P-908 A y B	Bomba para agua usada	2
P-909	Bomba para desperdicios	1
P-910	Bomba para agua caliente	1
P-911 A y B	Bomba para aceite	2
P-912 A a D	Bomba para aceite	4
P-913-A a D	Bomba para aceite HP	4
P-2102	Bomba para solución PA-Cat	1
P-2103 A y B	Bomba para P-1 Catalizador	2
P-2108 A y B	Bomba de alimentación de OA-Cat.	2
P-2201 A y B	Bomba de condensados del primer reactor	2

Item No	Servicio	No. Req.
P-2203 A y B	Bomba del tercer reactor	2
P-2204 A y B	Bomba del cuarto reactor	2
P-2205 A y B	Bomba de tanque flash	2
P-2206 A y B	Bomba del enfriador de la segunda suspensión	2
P-2207 A y B	Bomba del enfriador de la tercera suspensión	2
P-2208 A y B	Bomba de condensados del tanque flash	2
P-2215	Bomba del aceite lubricante	1
P-2301 A y B	Bomba de alimentación de la columna lavadora	2
P-2302	Mezcladora de sosa cáustica	1
P-2303 A y B	Bomba de la alimentación a la centrífuga	2
P-2304 A y B	Bomba para el metanol usado	2
P-2305 A y B	Bomba para el licor madre	2
P-2307 A y B	Bomba para el aceite lubricante de la centrífuga	2
P-2308 A y B	Bomba Boot	2
P-2309 A y B	Bomba para condensados del tanque flash	2
P-2401 A y B	Bomba del primer absorbedor	2
P-2402 A y B	Bomba del segundo absorbedor	2
P-2501 A y B	Bomba para agua fría	2
P-2505 A y B	Bomba para aceite lubricante	2
P-2506 A y B	Bomba para aceite lubricante	2
P-2508 A y B	Bomba de ajuste automático	2

Item No	Servicio	No. Req.
P-2509 A y B	Bomba de ajuste automático	2
P-2511 A y B	Bomba de alimentación del líquido estabilizador	2

9. - Torres

Item No.	Servicio	No. Req.
T-401	Primer Absorbedor	1
T-402	Segundo Absorbedor	1
T-601	Torre de Metanol	1
T-701	Torre Rectificadora	1
T-702	Torres Deshidratadora de Hexano	1
T-903	Absorbedor de gas usado	1
T-961 A y B	Columna para secar aire	1
T-2401	Primer Absorbedor	1
T-2402	Segundo Absorbedor	1
TK-401 A y B	Surge Bin	2
TK-402 A y B	Depósito Amortiguar	2
TK-403	Depósito Amortiguar	1
TK-404	Depósito Amortiguar	1
TK-503	Tolva para polvos	1
TK-504	Tolva para estabilizador	1
TK-505	Tolva del pelletizador	1
TK-506	Tolva para pellets	1
TK-507 A a D	Silo de pellets	4
TK-601 A y B	Tanque para metanol usado	2

Item No	Servicio	No. Req
TK-602	Tanque para metano l puro	1
TK-701 A y B	Tanque para hexano puro	2
TK-702	Tanque para hexano	1
TK-703	Tanque para hexano	1
TK-704	Tanque para aceite diluyente	1
TK-801	Recibidor del condensador de venteo DO	1
TK-901	Tanque para sosa cáustica	1
TK-902	Tanque para agua caliente	1
TK-1001	Tolva de la empacadora	1
TK-1501	Tolva para carga en bloques	1
TK-2401 A y B	Surge Bin	2
TK-2402 A a D	Surge Bin	4
TK-2403	Surge Bin	1
TK-2404	Surge Bin	1
TK-2503	Tolva para polvos	1
TK-2504	Tolva para el estabilizador	1
TK-2505	Tolva del pelletizador	1
TK-2506	Tolva para pellets	1
TK-2506 A a D	Silo para pellets	4
TK-2001	Tolva de la empacadora	1
TK-2051	Tolva para carga en bloques	1

11. - Equipo misceláneo.

Item No.	Servicio	No Req.
Z-101	Recipiente de sello	1
Z-104 A y B	Vibrador de aire	2
Z-105	Vibrador de aire	1
Z-106 A y B	Heating Pad (Recubrimiento)	2
Z-107 A y B	Medidor de vidrio	2
Z-108 A y B	Medidor de vidrio	2
Z-110 A y B	Escala de plataforma	2
Z-207 A y B	Filtro de hexano	2
Z-208	Colador	1
Z-209	Separador	1
Z-210	Colador	1
Z-211	Colador	1
Z-221	Muestreador	1
Z-222	Muestreador	1
Z-225	Colador	1
Z-309	Separador de vapor	1
Z-310	Recipiente de sello	1
Z-311	Colador	1
Z-312	Colador	1
Z-313	Colador	1
Z-401	Alimentador de pasta húmeda	1
Z-402	Desintegrador FD	1
Z-403	Alimentador de tornillo	1
Z-404	Desintegrador FBD	1

Item No.	Servicio	No. Req.
Z-419	Recipiente de sello	1
Z-420	Recipiente de sello	1
Z-421 A y B	Alimentador rotatorio	2
Z-422 A a D	Alimentador rotatorio	4
Z-423	Alimentador rotatorio	1
Z-424	Alimentador rotatorio	1
Z-425	Alimentador rotatorio	1
Z-426 Ali	Alimentador rotatorio	1
Z-501	Pelletizador	1
Z-502	Alimentador continuo	1
Z-503	Alimentador-medidor de polvos	1
Z-504	Alimentador-medidor del estabilizador	1
Z-507	Tamiz para pellets	1
Z-508	Tamiz vibratorio para pellets	1
Z-509	Tamiz para polvos	1
Z-510	Tamiz automatico para la unidad de aceite	1
Z-511	Mezclador del estabilizador	1
Z-512	Orificio del absorbedor	1
Z-513	Filtro PW	1
Z-514	Filtro de vapor	1
Z-515	Medidor de vidrio	1
Z-516	Alimentador rotatorio	1
Z-517	Alimentador rotatorio	1

Item No.	Servicio	No. Req.
Z-518	Alimentador rotatorio	1
Z-519	Alimentador rotatorio	1
Z-520	Registro corredizo	1
Z-524	Registro corredizo	1
Z-526	Registro corredizo	1
Z-529 A a C	Válvula de dos caminos	3
Z-530 A a D	Registro corredizo	4
Z-531 A a D	Alimentador rotatorio	4
Z-531 A a D	Válvula de dos caminos	4
Z-533 A a D	Registro corredizo	4
Z-534 A a C	Válvula de dos caminos	3
Z-536	Tamizador	1
Z-709 A y B	Filtro de la torre rectificadora	2
Z-710 A a C	Filtro de hexano	3
Z-801	Transportador de rodillo	1
Z-2105	Vibrador de aire	1
Z-2107 A y B	Medidor de vidrio	2
Z-2108 A y B	Medidor de vidrio	2
Z-2208	Colador	1
Z--2209	Separador	1
Z-2210	Colador	1
Z-2211	Colador	1
Z-2212	Colador	1
Z-2213	Colador	1

Item No.	Servicio	No. Req.
Z-2221	Muestreador	1
Z-2222	Muestreador	1
Z-2223	Muestreador	1
Z-2224	Muestreador	1
Z-2225	Colador	1
Z-2309	Separador de vapor	1
Z-2310	Recipiente de sello	1
Z-2311	Colador	1
Z-2312	Colador	1
Z-2313	Colador	1
Z-2401	Alimentador de pasta húmeda	1
Z-2402	Desintegrador FD	1
Z-2403	Alimentador de tornillo	1
Z-2404	Desintegrador FBD	1
Z-2419	Recipiente de sello	1
Z-2420	Recipiente de sello	1
Z-2421 A y B	Alimentador rotatorio	2
Z-2422 A a D	Alimentador rotatorio	4
Z-2423	Alimentador rotatorio	1
Z-2424	Alimentador rotatorio	1
Z-2425	Alimentador rotatorio	1
Z-2426	Alimentador rotatorio	1
Z-2501	Pelletizador	1
Z-2502	Mezclador continuo	1

Item No.	Servicio	No Req.
Z-2503	Alimentador-medidor de polvos	1
Z-2504	Alimentador-medidor del estabilizador	1
Z-2507	Tamiz para pellets	1
Z-2508	Tamiz vibratorio para pellets	1
Z-2511	Mezclador para el estabilizador	1
Z-2512	Orificio del absorbedor	1
Z-2513	Filtro PW	1
Z-2514	Filtro de vapor	1
Z-2515	Medidor de vidrio	1
Z-2516	Alimentador rotatorio	1
Z-2517	Alimentador rotatorio	1
Z-2518	Alimentador rotatorio	1
Z-2519	Alimentador rotatorio	1
Z-2520	Registro corridizo	1
Z-2524	Registro corridizo	1
Z-2526	Registro corridizo	1
Z-2529 A a C	Válvula de dos caminos	3
Z-2530 A a D	Registro corridizo	4
Z-2531 A a D	Alimentador rotatorio	4
Z-2532 A a D	Válvula de dos caminos	4
Z-2533 A a D	Registro corridizo	4
Z-2534 A a D	Registro corridizo	4
Z-2535 A a C	Válvula de dos caminos	3

Item No.	Servicio	No Req.
Z-1000	Válvula de dos caminos	1
Z-1001 A y B	Máquina embolsadora	2
Z-1002 A y B	Máquina automática de bolsas	2
Z-1003	Transportador	1
Z-1004	Equipo especial para bolsas	1
Z-1005	Detector de metales	1
Z-1006	Pesa automática	1
Z-1007	Equipo para almacenamiento	1
Z-1008	Transportador inclinado	1
Z-1009	Pelletizador	1
Z-101	Transportador	1
Z-1011	Engrapadora	1
Z-1012	Transportador	1
Z-1013	Mesa giratoria	1
Z-1014 A y B	Vibrador de aire	2
Z-1015	Vibrador de aire	1
Z-1051 A y B	Registro corredizo	2
Z-1052 A y B	Registro corredizo	2
Z-1053 A y B	Registro corredizo	2
Z-2001 A y B	Máquina embolsadora	2
Z-2002 A y B	Máquina automática para bolsas	2
Z-2003	Transportador	1
Z-2004	Equipo especial para bolsas	1

Item No.	Servicio	No. Req.
Z-2005	Detector de metales	1
Z-2006	Pesa automática	1
Z-2007	Clasificador	1
Z-2008	Transportador inclinado	1
Z-2009	Pelletizador	1
Z-2010	Transportador	1
Z-2012	Transportador	1
Z-2014 A y B	Vibrador de aire	2
Z-2015	Vibrador de aire	1
Z-2051 A y B	Registro corredizo	2
Z-2052 A y B	Registro corredizo	2
Z-2053 A y B	Registro corredizo	2

3.5.3.1. Lista de Materiales y Código empleados.

Originalmente los estándares utilizados en el diseño de este proyecto, son los de la JIS, como los más usados son los de la ASTM, se realizó la siguiente comparación entre la JIS y la ASTM. Es de notarse que el sistema de clasificación o agrupación en JIS no es similar a otros estándares, por consiguiente, únicamente se consideraron los esencialmente similares

La columna de "Composición Normal" son descritos de acuerdo con las especificaciones a los estándares de la ASTM.

Tipo	Composición Nominal	Material		Notas
		JIS	ASTM	
I Platos	Acero al carbón	G3101-SS 34	A 28 3-B	
		G3101-SS41	A 28 3-D	
		G3103-SB42	A 515-60	
		G3103-SB46	A 515-65	
		G3106-SM41B	A 515-55	
		G3106-SM41C	A 515-55	
		G3106-SM50B	A 515-70	
		G3118-SGV42	A 516-60	
18Cr-8Ni	G4304	-SUS 304	A 240-304	
		G4305		
18Cr-8Ni-LC	G4304	-SUS 304L	A 240-304L	
		G4305		
16Cr-12Ni-2Mo	G4304	-SUS 316	A 240-316	
		G4305		
16Cr-12Ni-2 Mo-LC	G4304	-SUS316L	A 240-316L	
		G4305		
Aluminio	H4000-5052P-H34	B 209-5052		
		-H34		

Tipo	Composición Nominal	Material		Notas
		JIS	ASTM	
Acero al carbón		G3461-STB35	A192	
		G3464-STPL39	A334-1	
	9/4Cr-1Mo	G3462-S TBA 24	A213-T22	
	18Cr-8Ni	G3463-SUS304TB	A213-TP304 A249-TP304	
	18Cr-8Ni-LC	G3463-SUS304 LTB	A213-TP304L A249-TP304L	
	16Cr-12Ni-2Mo	G3463-SUS316TB	A213-TP316 A249-TP316	
	16Cr-12Ni-2Mo -LC	G3463-SUS316LTB	A213-TP316L A249-TP316L	
Acero al carbón		G3452-SGP	A120	
		G3454-STPG38	A53-B	
		G3456-STPT38	A106-B	
		G3457-STPY41	A134	
		G3460-STPL39	A333-1	
	18Cr-8Ni	G3459-SUS304TP	A312-TP304	
	18Cr-8Ni-2Mo	G3459-SUS304LTP	A312-TP304L	
	16Cr-12Ni-2Mo -LC	G3459-SUS316LTP	A312-TP316L	
	16Cr-12Ni-2Mo	G3459-SUS316TP	A312-TP316	
Aluminio		H4080-A5052TD -H34	B210-5052 -H34	
		H4000-A5052P- H34	B209-5052-H34	
Cobre		H3603-C1220t -1/2H	B75-122	

Tipo	Composición Nominal	Material		Notas	
		JIS	ASTM		
4 Accesorios de tubería	Aceros al carbón	G3106-SM41	A234-WPB		
		G3452-SGP	"		
		G3454-ST G38	"		
		G3456-STPT38	"		
		G3457-STPY41	"		
		G4051-S25C	"		
		G4303-SF45	"		
		G3460-STPL39	A420-WPL		
		18Cr-8Ni	G3214-SUSF304	A403-WP304	
			G3459-SUS304TP	"	
	G4304		"		
	-SUS304		"		
	18Cr-8Ni-LC	G3214-SUSF304L	A403-WP304L		
		G3459-SUS304LTP	"		
		G4304	"		
		-SUS304L	"		
	16Cr-12Ni-2Mo	G3214-SUSF316	A403-WP316		
		G3459-SUS316TP	"		
		G4304	"		
		-SUS316	"		
16Cr-12Ni-2Mo LC	G3214-SUSF316L	A403-WP316L			
	G3459-SUS316LTP	"			
	G4304	"			
	-SUS316	"			
	Acero colado			(1)	

Nota 1. Para los accesorios de acero colado soldados, ver el No. 9 de la columna de tipo ("Acero colado").

Tipo	Composición Nominal	Material		Notas
		JIS	ASTM	
Barras	Acero al carbón	G3123-S S41B-D G4051-S 25C	A108 A576	
	18Cr-8Ni	G4303-SUS 304	A276-304	
	18Cr-8Ni-Lc	F4303-SUS 304L	A276-304L	
	16Cr-12Ni-2Mo -LC	G4303-SUS 316L	A276-316L	
	16Cr-12Ni-2Mo	G4303-SUS 316	A276-316	
Pernos	Aceros al carbón	G3101 S S41 G4051-S 25C	A307-B A307B	
	Acero Cr-Mo	G4107-SNB7	A193-B7	
	18Cr-8Ni	G4303-SUS 304	A193-B8	
	16Cr-12Ni-Mo	G4303-SUS 316	A193-B8M	
Tuercas	Acero al carbón	G3101-S S41 G4051-S 45C	A307-B A194-2H	
	18Cr-8Ni	G4303-SUS 304	A194-B	
	16Cr-12Ni-Mo	G4303-SUS 316	A193-B8M	
	Acero al carbón	G4051-S 25C G5303-SF45	A105 A105	
	13CR	G4303-SUS403	A182-F6	
	13Cr	G4303-SUS 420J2	A182-F6	

Tipo	Composición Nominal	Material		Notas
		JIS	ASTM	
Acero colado	Acero al carbón	G5101-SC49	A27-7036	
		G5151-SCPH2	A216-WCB	
	12Cr	G5121-SCS2	A351-CA40	
	19Cr-9Ni	G5121-SCS13	A351-CF8 CF8A	
	19Cr-10Ni-Mo	G5121-SCS14	A351-CF8M	
	19Cr-9Ni	G5121-SCS19	A351-CF3 -CF3A	
Hierro fundido	Hierro Gris	G5501-FC15	A48-20	
		G5501-FC20	A48-30	
		G5501-FC25	A48-35	
	Hierro Dúctil	G5502-FCD40	A53 6-60-40 -18	
	Hierro Maleable	G5702-FCMB35	A47-32510	
	Hierro maleable Cúpula	G5702-FCMB28	A197	

3. 5. 3. 2. DESCRIPCION DEL PROCESO.

3. 5. 3. 2. 1. 1. PA-Síntesis

La cantidad especificada de hexano (9, 230 Kg.) que ha sido previamente determinada por medio de un medidor de flujo volumétrico, se carga al tanque de síntesis PA que puede ser el tanque D102A o B. El hexano usado en la preparación del catalizador es secado por el deshidratador de hexano D-707A o B, de tal manera que el contenido de agua sea de 1 ppm. en peso o menos. AD-Catalizador (dicloruro de etil aluminio) cuyo punto de fusión es de 22 a 32° C, es calentado y fundido por medio del calentador Z-106A o B, mientras es almacenado en un recipiente cilíndrico en el cuarto AD-Catalizador. Entonces, es pesado en la balanza Z-110A o B, hasta llegar a 952 Kg. y se carga entonces al tanque D102A o B por medio de la presión que ejerce el nitrógeno. Finalmente se cargan también a este tanque dos paquetes de 150 kg. de K_2TiF_6 que es el TF-Catalizador. La mezcla de AD-Catalizador, TF-Catalizador y el hexano es agitada y calentada por una hora a 60° C por medio de una chaqueta de agua, así es almacenado de 12 a 15 horas a la misma temperatura para producir el complejo de alquil-aluminio llamado PA-Catalizador. La temperatura del D-102A o B es controlada a 60° C por un sistema de control secuencial durante las etapas de calentamiento reposo. La reacción llega a su fin cuando la relación C1/A1 de la fase líquida es de 0.55, entonces el reactor se enfría rápidamente.

El PA-Catalizador está formado de dos fases, líquida y sólida, esta fase sólida después de poco tiempo se precipita y puede ser descargada. Para este propósito el agitador del tanque D-102A o B es detenido

una vez consumada la reacción, siendo el tiempo de asentamiento del sólido de 24 horas. El líquido sobrenadante es transferido al tanque D-104 ó D-2104, y entonces se fija una cantidad de hexano (1.900Kg) el cual es agregado al tanque D-102A o B y aquí el agitador empieza a funcionar nuevamente. La transferencia del PA-líquido se repite una vez más de la manera ya expuesta. El PA-líquido en el tanque D-104 (D-2104) es mezclada y homogenizada por la bomba P-102 (P2102). El residuo del D-102 A o B es descargado al tanque D-103. Las operaciones antes mencionadas constituyen lo que se denomina PA-Síntesis.

3.5.3.2.1.2. Preparación del Catalizador P-1

El PA-Catalizador en el D-104 (D-2104) es transferido a través de un medidor de flujo volumétrico al tanque P-1 Catalizador D-105 (D2105) donde se adiciona más hexano. Las cantidades de PA-Catalizador y hexano deben ser transferidas regularmente de tal forma de que dicho tanque exista una relación PA/TI = 1. (mol/mol), y la concentración del $TiCl_3$ debe ser de 0.25 mol/litro. Entonces se le agregan 180 kg. del catalizador ($TiCl_3AA$) llamado TA-Catalizador, formándose una mezcla en forma de suspensión, llamada P-1 Catalizador. Esta suspensión se transfiere por medio de un sistema secuencial de control al tanque D-106 (D-2106).

3.5.3.2.1.3 OA-Preparación del Catalizador

El alil-butil éter llamado OA-Catalizador es transferido al tanque de almacenamiento D-116, en paquetes de 180 kg. Se pesan 156 Kg. de este catalizador mediante un recipiente medidor D-110. y de ahí se llevan hasta el tanque D-114, aquí se le adiciona (1630 kg) y se mezclan

ho mogenizándose y mezclándose a través de la bomba P-107, de tal forma que se tenga una concentración del OA-Catalizador de 0.50 mol/l. Así esta solución se alimenta a la primera etapa del reactor a través de la bomba P-108A o B (P-2108A o B).

3.5.3.2.1.4. Alimentación del Catalizador al Reactor.

El P-1 Catalizador y el OA-Catalizador, son alimentados individualmente a la primera etapa del reactor. El flujo de alimentación en cada caso es controlado por medio de un control establecido en las bombas respectivas.

La relación de flujo de alimentación del OA-Catalizador con respecto al P-1 Catalizador debe ser mantenida constante durante esta etapa debido al hecho de que se puede modificar las condiciones de polimerización y de aquí la calidad del producto.

El nivel del tanque D-106 (D-2106) se mantiene constante automáticamente para evitar que esta relación se modifique.

3.5.3.2.1.5. Descarga del PA-Sólido:

El sólido que se formó en el tanque D-102 A o B se sedimenta en el tanque D-103 conteniendo además cerca de 6 m³ de agua y solución cáustica. Este sólido se descompone y neutraliza en el D-103, y es conducido por la bomba P-101, una vez terminada la descomposición se tiene que se ha separado una fase de hexano y otra de agua, siendo la fase de hexano separado y enviada al tanque TK-702, y la fase acuosa que contiene algo de residuo de catalizador se lleva al recipiente de desecho del catalizador.

3.5.3.2.2 SECCION DE POLIMERIZACION

En la línea A, se obtiene el homopolímero, y trazas de copolímero.

En la línea B, se obtiene el copolímero, además de homopolímero y copolímero.

La línea A tiene dos reactores, mientras que la B tiene cuatro reactores.

3.5.3 2.2.1 Flujo de materias primas

El propileno se suministra a la planta en estado líquido, en las siguientes condiciones: 17 Kg/cm² G y a 37.8°C, es secado por medio de un deshidratador D-214A o B, hasta llegar a 1 ppm vol. de agua, siendo alimentado entonces a los dos (cuatro) reactores. La presión de operación del primer reactor D-201 (D2101) va de 6 a 10 kg/cm² G, de aquí que el propileno pueda ser alimentado en estado líquido, pero en otros reactores la presión es menor y de aquí que el propileno se tenga que alimentar en fase gaseosa, es decir como vapor (50°C, 10.7 - kg/cm² g), lográndose este cambio de estado se utiliza un evaporador E-206 (E-2206) y un calentador E-207 (E-2207).

El etileno es usado sólo en caso de producción del copolímero y éste se suministra en estado gaseoso a 20 ó 25 kg/cm² G y 40 °C. La corriente de alimentación se mantiene a temperatura constante de 50°C y a presión constante de 12 kg/cm² G por medio de TCV-201 (TCV2201) y un PRCV-202 (PRCV-2202). Así el etileno se alimenta a los dos (cuatro) reactores por medio de su FRCV. El hidrógeno para controlar MI es suministrado a la planta a 30 kg/cm² G y 37.8°C. La presión del

hidrógeno se reduce hasta 11 kg/cm^2 G por medio de PICV-203 (PICV-2203) y así es alimentado al primero y segundo reactor por medio de sus respectivos FRC-ARCV's y se alimenta al primer reactor por su respectivo FRCV's.

El hexano deshidratado por el deshidratador D-707A o B se lleva hasta un condensador flash D-208 (D-2208) por LRCAV-208 (LRCAV-2208). El Hexano es alimentado a cada uno de los dos o cuatro reactores y al tanque flash por FRCV a través de una bomba P-208A o B (P2208-A o B), controlando que la concentración de la suspensión sea de 400 g/l. - liq. El P-1Catalizador es alimentado solamente al primer reactor D-201 (D2201) por la bomba P-103B (P-2103B) El OA-Catalizador también es alimentado solamente en el primer reactor D-201 (D2201) por medio de la bomba P-108A o B (P-2108A o B). La velocidad de alimentación se mantiene bajo control por medio de un control manual en cada una de las bombas antes mencionadas.

También es adicionada al primer reactor hexano fresco, debido al hecho de que incrementa un poco la actividad del catalizador.

Enseguida se presenta una tabla que muestra las combinaciones específicas de monómeros, catalizadores y químicos auxiliares que son alimentados a la línea A y B, para producir varios tipos de polímeros.

Tabla 1. Alimentación de Materias Primas

Si significa que la alimentación de dicha materia es necesaria.

No significa que no se requiere de dicha materia en la alimentación.

Producción de homopolímero Línea A

Alimentación	D-201	D-202
Propileno	Si	Si
Etileno	No	No
Hidrógeno	Si	Si
Catalizador	Si	No
Hexano	Si	Si

Producción de copolímero. Línea A

Alimentación	D-201	D-202
Propileno	Si	Si
Etileno	Si	Si
Hidrógeno	Si	Si
Catalizador	Si	No
Hexano	Si	Si

Producción de homopolímero. Línea B

Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Propileno	Si	Si	Si	Si
Etileno	No	No	No	No
Hidrógeno	Si	Si	Si	Si
Catalizador	Si	Si	Si	Si
Hexano	Si	Si	Si	Si

Producción de copolímero. Línea B

Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Propileno	Si	Si	Si	Si
Etileno	Si	Si	Si	Si
Hidrógeno	Si	Si	Si	Si
Catalizador	Si	No	No	No
Hexano	Si	Si	Si	Si

Línea B. Producción J730

Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Propileno	Si	Si	Si	Si
Etileno	No	No	Si	Si
Hidrógeno	Si	Si	Si	Si
Catalizador	Si	No	No	No
Hexano	Si	Si	Si	Si

Línea B. Producción J140

Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Propileno	Si	Si	Si	Si
Etileno	No	No	Si	Si
Hidrógeno	Si	No	No	Si
Catalizador	Si	No	No	No
Hexano	Si	Si	Si	Si

Línea B. Producción J330

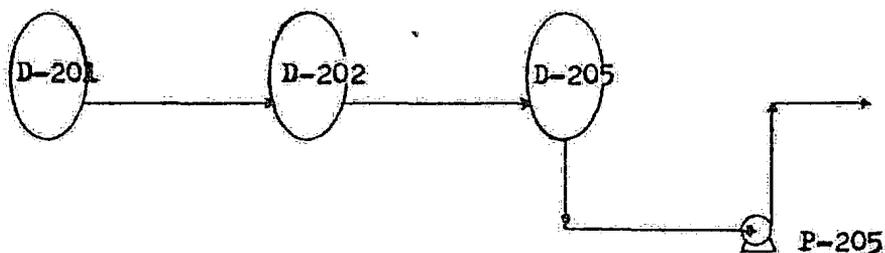
Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Propileno	Si	Si	Si	No
Etileno	No	No	Si	Si

Alimentación	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Hidrógeno	Si	No	No	Si
Catalizador	Si	No	No	No
Hexano	Si	Si	Si	Si

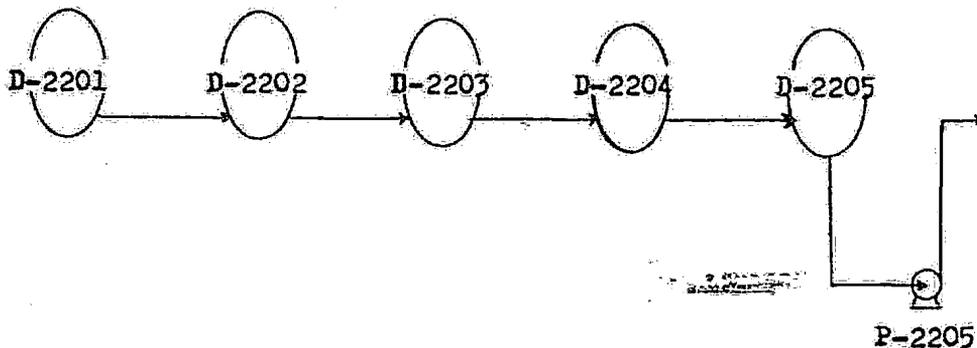
3.5.3.2.2 El flujo de la suspensión

La secuencia del orden que sigue la suspensión tanto en la Línea A como en la Línea B, por varios tipos de polímeros, es mostrada a continuación:

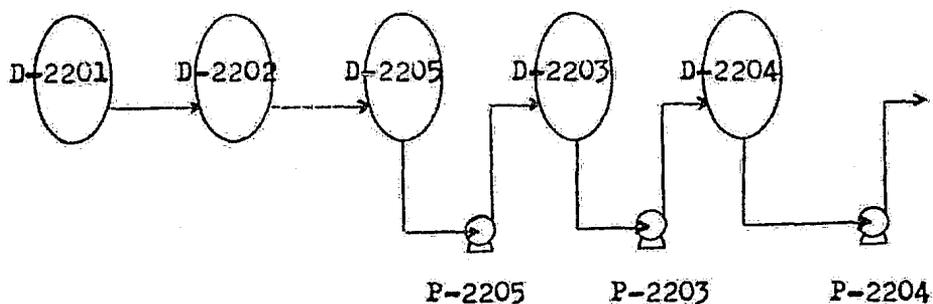
Línea A. Producción del homopolímero con trazas de copolímero



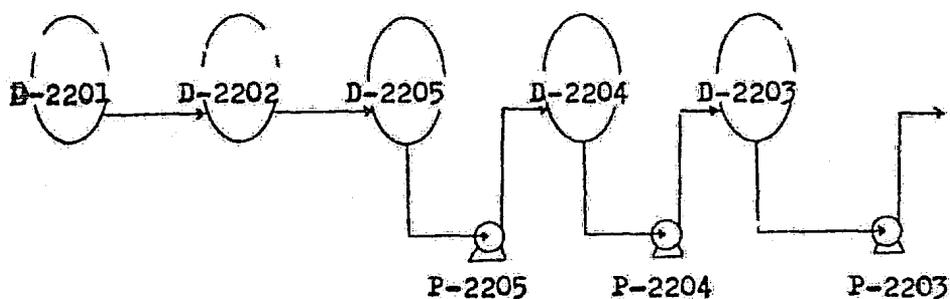
Línea B. Producción J730.



Línea B. Producción J440



Línea B. Producción J330.



3.5.3.2.2.3 Producción del homopolímero. Línea A

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash D-205, son las siguientes:

		D-201	D-202	D-205
Temperatura	(°C)	70	70	60
Presión	(kg/cm ² G)	10	7	0.2
Volumen	(m ³)	70	70	-
Concentración de la suspensión	(kg/m ³ Liq.)	400	400	400

La suspensión resultante del primer reactor D-201, se transfiere por diferencia de presión a través de LRCV-203 al segundo reactor D-202, en el cual la polimerización se lleva a cabo. Entonces, la suspensión se transfiere al tanque flash D-205 por diferencia de presión a través de LRCV-204.

Existen dos líneas de tuberías que conectan un reactor con otro. La tubería que va de un lado del reactor al otro lado del siguiente reactor es la línea principal y la más usada normalmente, no así la tubería que va del fondo del reactor al lado del siguiente, que es usada eventualmente, cuando la línea principal presenta algún problema.

La presión de operación del segundo reactor D-202 es cerca de 7 kg/cm² G y todavía aquí mucho del monómero de propileno no se encuentra disuelto en el disolvente. Debido a esta causa, la suspensión se flashea en el tanque D-205, del cual la suspensión es enviada a la sección de desactivación por medio de la bomba P-205A o B. El vapor de hexano que está cerca de los 130°C se sopla en el tanque D-205 a través de TRCV-214 para conservar la temperatura de la suspensión a 60°C después del flasheo.

3.5.3.2.2.4 Producción del copolímero Línea A.

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash son las siguientes:

		D-201	D-202	D-205
Temperatura	(°C)	60	60	60
Presión	(kg/cm ² G)	10	7	0.2
Volumen	(m ³)	70	70	-
Concentración de la suspensión	(Kg/m ³ liq.)	400	400	400

Mientras que la secuencia es la misma que en la producción del homopolímero la cantidad de propileno disuelto en la suspensión - que se transfiere del D-202 al D-205 es mayor, debido a que la temperatura de polimerización es menor de los 60°C.

La producción del copolímero se produce debido a que también se alimenta etileno además de propileno al primer y segundo reactor respectivamente a través de FRCV

3.5.3.2.2.5 Producción del homopolímero. Línea B.

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash D-2205, son las siguientes:

	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204	D-2205
Temperatura (°C)	70	70	70	70	60
Presión (kg/cm ² g)	10	7	5.5	4.5	0.2
Volumen (m ³)	70	46	38	38	-
Concentración de la suspensión (kg/m ³ liq.)	400	400	400	400	400

La suspensión obtenida en el primer reactor D-2201, se transfiere por diferencia de presión a través de LRCV-2203, al segundo reactor D-2202, en el cual la polimerización se lleva a cabo. De aquí la suspensión se transfiere al D-2203 por diferencia de presión a través de LRCV-2204. De la manera antes descrita, la suspensión se transfiere del D-2203 al D-2204 y del D-2204 al D-2205.

Existen dos líneas para realizar la transferencia de la suspensión como en el caso de la línea A.

3.5.3.2.2. 6 Producción de copolímero. Línea B

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash son las siguientes:

	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204	D-2205
Temperatura (° C)	60	60	60	60	60
Presión (kg/cm ² g)	10	7	5.5	4.5	0.2
Volumen (m ³)	70	46	38	38	-
Concentración de la suspensión (kg/m ³ liq)	400	400	400	400	400

La secuencia es la misma que para el homopolímero. Aunque la cantidad de propileno disuelto en la suspensión que va desde el D-2201 al D-2205, dado el efecto que produce la temperatura que ahora es de 60°C. El copolímero se produce debido a que se alimenta etileno además de propileno al primer, segundo, tercero y cuarto reactores, respectivamente a través de FRCV. La diferencia de este proceso con el J730, es el hecho de que el etileno no se alimenta al primero y segundo reactor, pero sí al tercero y cuarto.

3.5.3.2.7 Línea B. Producción J440

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash son las siguientes:

	D-2201	D-2202	D-2205	D-2203	D-2204
Temperatura (°C)	60	60	60	60	60
Presión (kg/cm ² G)	8	4.8	0.2	1.5	3
Volumen (m ³)	70	46	-	38	38
Concentración de la suspensión (kg/m ³ liq)	400	400	400	400	400

La secuencia del arreglo es distinta de la que se había utilizado en los procesos anteriores y ya fue descrita en 3.5.3.2.2.2.

En los dos primeros reactores D-2201 y D-2202 sólo se alimenta propileno en la cantidad requerida por FRCV y polimerizado. Así la suspensión se transfiere por diferencia de presión al tanque flash -- D-2205. donde el propileno disuelto se separa por flasheo en el tanque D-2205. El propileno separado en el D-2205 se recicla al D-2201 y la suspensión se transfiere al D-2203, usando la bomba P-2205A o B.

En el tercer reactor D-2203, se alimentan propileno y etileno, con un determinado flujo y con cierta relación, siendo este un hecho de vital importancia para obtener el polímero con las propiedades requeridas. Un enfriador de la suspensión E-2203 es empleado para remover el calor de polimerización de la reacción, dado que la cantidad de la polimerización en el D-2203 es muy alta. La suspensión es transferida del D-2203 al D-2204 a través de la bomba P-2203A o B, debido a que la presión de operación del D-2204 es mayor que la del D-2203.

También en el cuarto reactor la relación de alimentación del etileno y propileno debe ser mantenida constante. Finalmente, la suspensión se manda a la sección de desactivación y lavado a través de la bomba P-2204, éste sin ser evaporado debido a que la cantidad de monómeros disueltos en el hexano es muy poca.

3.5.3.2.2.8 Línea B. Producción J330

Las condiciones de operación de los reactores y del tanque flash son las siguientes:

	D-2201	D-2202	D-2205	D-2204	D-2203
Temperatura (°C)	60	60	60	60	60
Presión (Kg/cm ² a)	6	3.5	0.2	1.5	3.
Volumen (m ³)	70	46	-	38	38
Concentración de la suspensión (kg/m ³ liq)	400	400	400	400	400

En el primer reactor D-2201, y en el segundo D-2202, respectivamente, el homopolímero es producido dada la alimentación de propileno solamente y en las cantidades requeridas por FRCV y MI. La suspensión así obtenida es transferida por diferencia de presión al tanque flash D-2205, donde el propileno disuelto es separado, siendo la suspensión transferida a través de la bomba D-2205 A o B al tanque D-2204. El propileno separado en el D-2205 es reciclada al D-2201. En el D-2204 se adicionan etileno y propileno en las cantidades ya consideradas y se debe de mantener esta relación constante a medida que la polimerización transcurre, ya que de otra forma las propiedades del polímero resultante no serían las especificadas.

La suspensión se transfiere a través de la bomba P-2204 al --
tanque D-2204 al D-2203, debido a que la presión de operación del - --
D-2203 es mayor que el del D-2204. En el reactor final D-2203, el etileno es el único material fresco que es alimentado.

Para remover el calor de polimerización se usa un enfriador E-2203, esto en el reactor D-2203, haciéndose necesario que en el - -
D-2204, la remoción del calor sea directamente de la coraza del mismo por lo que se encuentra enchaquetado.

La suspensión resultante es enviada a la sección de deactiva--
ción y lavado a través de la bomba P-2203A o B, sin haber sido flasheada, dada la pequeña cantidad de monómeros disueltos en el hexano .

3.5.3.2.2.9. Sistema de recuperación de propileno

El vapor de propileno es enviado del tanque D-205 (D-2205) al condensador E-204, junto con hexano que se encuentre en equilibrio con el propileno, así es enfriado para condensar al hexano. El vapor y el --
condensado son separados en un tanque flash para condensados D-208 -
(D-2208) y el condensado más el hexano deshidratado alimentados al --
D-208 son reciclados a los reactores por medio de la bomba P-208A o B (P-2208A o B). Mientras que el vapor es alimentador al compresor C-202 (C-2202) después de haber sido calentado en el calentador E-211 (E-2211) a 70 °C por medio de TCV-216 (TCV-2216). El C-202 (C-2202) es un compresor recíprocante siendo comprimido a una presión mayor que la del primer reactor D-201 (D2201), pero antes de ser reciclado -
a este reactor, este gas de reciclo se enfría en un enfriador E-210 - -
(E-2210). También algo del gas de reciclo es purgado y quemado, de tal

forma que algo de gas propano contenido en el propileno no se acumule en los reactores y quede como trazas.

3.5.3.2.2.10 Sistema de remoción de calor

El sistema de remoción de calor de polimerización de la reacción, se encuentra constituido por chaquetas que rodean al reactor así por un sistema de doble tubo por donde pasa suspensión fría, y un sistema de circulación de gas frío. Usando como agente enfriador el agua - generalmente.

El sistema de remoción de calor del D-201 (D2201) es único en su tipo y es una de las principales características que tiene el proceso Mitsui. El propileno saturado con vapores de hexano salen del D-201 (D-2201) al condensador del primer reactor que es el E-201 (E-2201) - donde son condensados, por medio de agua como agente enfriante.

El hexano condensado incluyendo el propileno disueltos es separado en el D-207 y reciclado al D-201 (D-2201) por medio de la bomba - P-201A o B (P-2201A o B), mientras que el vapor de propileno conteniendo una pequeña cantidad de hexano es circulado del D-207 (D-2207) al D-201 (D-2201) por medio del soplador C-201A , B o C (C-2201A, B o C). La circulación del gas del soplador al tanque D-201 (D2201) es controlada por medio de una tubería de paso pasando el exceso de gas al D-207 a través de FCV. Cabe mencionar que la temperatura dentro del reactor es controlada por medio de una chaqueta externa al reactor, controlando el flujo de agua que circula a través de ella.

Para los tanques D-202, D-2202, D-2203 y D-2204 existe un sistema convencional de remoción de calor, constituido por chaquetas -

y deflectores comunes usando agua fría. Adicionalmente se tienen enfriadores como los E-2202, E-2203, que remueven el calor del D-202 - D-2202), y D-2203

Las únicas combinaciones de los sistemas de enfriamiento -- posibles son:

	Línea A			Línea B		
	D-201	D-202	D-2201	D-2202	D-2203	D-2204
Gas frío circ.	Si	No	Si	No	No	No
Sus. fría por doble tubo	No	Si	No	Si	Si	No
Deflector	No	Si	No	Si	Si	Si
Chaqueta	Si	Si	Si	Si	Si	Si

3.5.3.2.2.11. Control del punto de fusión

El punto de fusión es una de las propiedades más importantes del producto resultante. El hidrógeno es usado para controlar el punto de fusión. El hidrógeno es alimentado por FRCV a dos (cuatro) reactores respectivamente y el contenido de hidrógeno en la fase gaseosa es por medio de un cromatógrafo de gases. En los dos primeros reactores D-201 y D-202 (D-2201 y D-2202), la señal de medición del cromatógrafo de gases es transmitida al hidrógeno FRCV. Para el tercero y cuarto reactores (D-2203 y D-2204), se fijan valores de FRCV's en el hidrógeno, mientras se monitorea la indicación de la concentración de hidrógeno. Al final de todas formas se debe de realizar una determinación del punto de fusión MI, principalmente el que sale de los dos primeros reactores, ya que cerca del 80% del total de polímero es obtenido o mejor dicho polimerizado en los dos primeros reactores. En el caso -

de la producción J440, y J330, la distribución del peso molecular es controlada por la alimentación del hidrógeno al primer reactor (D-2201) y al cuarto reactor, (D-2203 o D-2204). En el caso de la producción -- J730, la distribución del peso molecular es controlada en tal forma que el MI debe decrecer gradualmente del primero al cuarto reactor.

3.5.3.2.2.12 Prevención de la formación de depósito en las paredes internas del reactor.

Es frecuente que se adicione un poco de polímero recién formado a las paredes del reactor, por lo que es muy recomendable mantener en funcionamiento el agitador del reactor durante el tiempo aconsejado, pues el movimiento que produce en la suspensión sirve como medio de lavado.

3.5.3.2.3 SECCION DE DEACTIVACION

3.5.3.2.3.1 Deactivación del Catalizador

El catalizador es desactivado en la sección de desactivación por medio de un desactivador D-301 (D-2301), con metanol bajo las condiciones que establece la siguiente tabla.

Tabla 2 Condiciones de Descomposición

	Temperatura (°C)	Metanol/Hexano (vol/vol)
Homopolímero	95	20/80
Copolímero	85	35/65
J730	80	35/65

El metanol se introduce al D-301 (D-2301) en dos fases, vapor y líquido, El vapor del metanol es producido por evaporador E-301 -- (E-2301), de donde es alimentado al D-301 (D-2301) a través de

(PRCV-2302), con el objeto de mantener la temperatura constante durante esta etapa, asimismo se introduce el metanol líquido a través de FRCV-301 (FRCV-2301), de tal forma que se logre y mantenga la relación metanol/hexano, adicionando desde luego el hexano correspondiente.

La presión en el D-301 (D-2301) es mayor que la que existe en la primera etapa en la sección de polimerización. Para evitar las posibles fugas de metanol hacia la corriente de suspensión proveniente de la sección de polimerización, se requiere de un seguro o mejor dicho de un sistema de seguridad para evitar estas posibles fugas que den origen a la desactivación del catalizador, se tiene el sistema de seguridad PdS-212 (PdS-2212).

Así, una vez pasada la suspensión por el desactivador D-301, es conducida por diferencia de presión a un tanque flash D-303 (D-2303), Así, los vapores de metanol y hexano se conducen a un condensador E-302 (E-2302) donde se condensan y se regresan al D-303 (D-2303), por medio de la bomba P-309A o B (P-2309A o B). La temperatura de la suspensión en el D-303 (D-2303) se mantiene cerca de los 50° C, la cual constituye la temperatura azeotrópica de la mezcla hexano y metanol. Los gases incondensables como el propileno, se extraen y queman mediante el compresor C-903. Se debe observar que la suspensión es muy corrosiva bajo estas condiciones, por lo que el recipiente D-303 (2301) y D-303 (D-2303) se encuentran sus paredes recubiertas de vidrio, además de que sus paredes son de un acero especial.

Así, la suspensión del D-303 (D-2303) es transferida a través de LCRV-303 (LRCV-2303) a la columna lavadora D-304 (D-2304) me--

dian te la bomba P-301A o B (P-2301A o b).

3.5.3.2.3.2 Lavado del polímero

El catalizador deactivado es retirado del polímero mediante un proceso de lavado en la D-304 (D-2304) la cual es una columna de 12 etapas con un tandem de agitadores hechos de acero inoxidable. La rapidez del flujo del agua de proceso es controlada por FRCV-303 (FRCV-2303). Así aparece una interfase entre el agua y la suspensión de hexano con el polímero, esto en la primera etapa de la D-304 (D-2304). El nivel de la interfase se mantiene constante por medio de LRCV-306 (LRCV-2306) a través del cual el metanol usado incluyendo al catalizador deactivado y agua, se descarga por la base, mientras que la suspensión se transfiere a la siguiente etapa. Para neutralizar el metanol usado con la solución de agua, se le adiciona una cantidad específica de sosa cáustica, esto se realiza en el mezclador cáustico mediante la bomba P-302 (P2302) y de aquí es transferido a un tanque TK-610A o B mediante la bomba P-304A o B (P-2304 A o B).

3.5.3.2.3.3. Separación del polímero del licor madre

El tanque de alimentación centrífugo D-305 (D-2305) tiene dos funciones. Una es una función amortiguadora de hacer frente a los más ligeros cambios de nivel debido a las fluctuaciones eventuales de la centrífuga M-301 (M-2301) o de los secadores M-401 y M-402 (M-2401 y M-2402). La otra es una función de control del índice de isotacticidad II. El II está controlado por el cambio en el grado de extracción del polímero atáctico que se forma en la masa polimérica, lográndose esto mediante el control de temperatura en el D-305 (D-2305). Para producir -

grandes cantidades del polímero isotáctico la temperatura debe permanecer entre los 50 a 60°C. por medio de un control del flujo de vapor de baja presión a la chaqueta del D-305 (D-2305).

A diferencia de otros tanques en esta sección, el nivel del D-305 (D-2305) no se controla con un LCV, pero la suspensión en el tanque es alimentada por una bomba centrífuga P-303A o B (P-2303A o B) a la centrífuga M-301 (M-2301) a través de HCV-301 (HCV-2301), debido a que el flujo de la suspensión a M-301 (M-2301) se debe mantener constante para no causar una sobrecarga en la M-301 (M-2301).

Tabla 3 II Control de temperatura

	Temperatura (°C)
Homopolímero con bajo punto de f.	35
Homopolímero con medio p. de f.	45
Homopolímero con alto p. de f.	50-60
Copolímero	35

Entre tanto el agua de proceso se separa del fondo del D-305 (D-2305) y es reciclada al D-304 (D-2304) a través de la bomba P-308 A o B (P-2308 A o B).

La suspensión es separada en la M-301 (M-2301) en una pasta húmeda, que contiene aproximadamente 35% peso de homopolímero, y 40% peso del copolímero, y lo demás de licor madre, consistente en hexano y polímero atáctico disuelto. La M-301 (M-2301) gira a una velocidad de 1170 G en fuerza centrífuga, la pasta húmeda se transfiere a un secador Z-401 (Z-2401) y el licor madre se transfiere de tanque D-306 (D-2306) a la sección de recuperación del hexano mediante la bomba P-305A o B (P-2305A o B) a través de LCAV-311 (LCAV-2311).

3.5.3.2.4 SECCION DE SECADO.

3.5.3.2.4.1. Primer secado.

La pasta húmeda es transferida por alimentador en forma de tornillo Z-401 (Z-2401) hasta el primer secador M-401 (M-2401) secador flash, donde la pasta es secada hasta polvo seco, cuyo contenido en hexano es aprox. 8% en peso en el caso de la producción del homopolímero y del 11% en peso en el caso de la producción del copolímero.

El gas de secado consiste de gas nitrógeno y una mezcla de vapor azeotrópica de hexano-metanol, cuyo punto de rocío es de 45°C, el cual se controla por TRCV-401 (TRCV-2401) a una presión de 300 mmAgG. El gas entra al M-401 (M-2401) a través de FRCV-401 (FRCV-2401) -- después de ser calentada por encima de los 130°C, en un calentador E-401 (E-2401), yendo fuera del M-401 (M-2401) cerca de los 86°C -- después de haber sido separado el poli propileno en polvo por medio de unos ciclones de multietapas. Así el gas entra a un absorbedor.

Para condensar el hexano, el gas de secado se enfría en el primer absorbedor T-401 (T-2401) donde el hexano y el metanol líquido es circulado por la bomba P-401A o B (P-2401A o B), y enfriado por un enfriador E-402 (E-2402) por medio de agua y entonces se espesa dentro de la torre mediante rociadores especiales. El hexano y el metanol son reciclados al D-303 (D-2303) a través de LCIV-401 (LCIV-2401) por medio de la bomba P-401A o B (P-2401A o B).

El gas es presurizado por un suprador C-401 (C-2401), después pasa a través de un filtro M-409A o B (M-2409A o B) para remover el polvo que pudiese contener y después se calienta hasta los 230°C en -

un calentador E-401 (E-2401) pudiendo entrar así al secador M-401 -- (M-2401).

3.5.3.2.4.2. Segundo secado.

El polipropileno en polvo se transfiere a una alimentador de - tornillo Z-403 (Z-2403) y a un segundo secador M-402 (M-2402), que es un secador de lecho fluidizo donde el polvo es secado completamente. El contenido de hexano en el polvo es menor del 0.1% en peso. El gas - secante consiste en los mismos materiales que el gas secante del pri - mer secador, pero su punto de rocío es de -20°C . mucho más bajo que en el primer secador. El contenido de hexano y metanol en este gas - es muy pequeño, dado el hecho de que éste contiene aproximadamente un 97% vol, de nitrógeno. La energía necesaria para llevar a cabo el - secado es aportada por vapor que circula a través de tubos en la cama - fluidiza del secador.

El sistema de recuperación del hexano es casi el mismo que para el primer secador, pero la diferencia principal es que el líquido scrubbing es enfriado en un enfriador E-407 (E-2407) por medio de un - refrigerante. Para evitar la congelación en el enfriador especial, se le agrega una cantidad específica de metanol fresco (550 kg/hr) que se -- agrega al T-402 (T-2402).

La circulación del gas del T-402 (T-2402) , es similar al del primer secador, pasan o por el soplador C-402 (C-2402), después al filgro M-410A o B (M-2410A o B) y después es calentado a 130°C en el calentador E-405 (E-2405) pudiendo entrar entonces al secador M-402 (M-2402).

3.5.3.2.4.3. Sistemas de control de humedad y calentamiento.

Debido al hecho del período de evaporización del líquido de la superficie de la torta húmeda, debe ser realizada dentro del primer secador y la fuente de calor es el gas circulante, es necesario que este gas tenga un punto de rocío fijo en altos niveles, de tal forma que la entalpía que pueda suministrar sea máxima.

En cambio el segundo período del secado es realizado principalmente en el segundo secador y ahí además del calor que aporta el gas circulante, existen tubos que llevan vapor como una fuente de calor extra. Así, el punto de rocío del gas puede ser bajo, de tal manera que el hexano contenido en el gas debe ser mínimo así como las materias volátiles.

El enfriador E-406 (E-2406) está provisto corriente arriba de un scrubber en la línea del gas y en el segundo secador existe un enfriador especial E-407 (E-2407).

3.5.3.2.5 SECCION DE PELETIZADO

3.5.3.2.5.1 Alimentación en polvo.

El polvo seco es continuamente descargado de M-401 (M-2402) a través de un alimentador rotatorio Z-425 y Z-426 (Z-2425 y Z-2426) y son transferidos automáticamente a la tolva TK-503 (TK-2503) por medio de un soplador C-502A o B (C-2502A o B). Para prevenir la degradación del polímero debido a la oxidación y por razones de seguridad, se utiliza el nitrógeno como medio de transporte del gas. El polvo es recogido por una tolva ciclónica M-503 (M-2503) y es almacenada en el tanque TK-503 (TK-2503), mientras que el nitrógeno va a un

filtro bolsa M-511 (M-2511) donde las partículas de polvo de muy pequeño tamaño que no han sido separadas por M-503 (M-2503), son filtradas.

El nitrógeno se enfría en el enfriador E-502 (E-2502), y así es regresado al proceso circulado a través del C-502A o B (C-2502A o B). La presión de este gas en circulación se mantiene ligeramente mayor que la que existe en el segundo secador, siendo controlada por PCSV-502 (PCSV-2502), teniendo cuidado en el manejo, ya que contiene pequeñas cantidades de hexano y metanol que son inflamables.

El polvo almacenado en el tanque TK-503 (TK-2503), es pesado en la balanza Z-503 (Z-2503) y este peso se indica al cuarto de control. El polvo es así alimentado a una banda continua Z-502 (Z-2502), manteniendo constante la velocidad de alimentación durante toda esta etapa.

3.5.3.2.5.2 Estabilización de la alimentación.

Existen algunas clases de sólidos y líquidos estabilizadores -- que pueden ser mezclados con el polvo del polipropileno. Algunos estabilizadores sólidos son mezclados en el mezclador Z-511 (Z-2511) de acuerdo con la técnica suministrada por el proveedor, así esta mezcla pasa a la tolva y al tanque TK-504 (TK-2504). La alimentación es continua a través del Z-502 (Z-2502) y además con una relación previamente especificada.

El líquido estabilizador se lleva hasta una temperatura de -- 60° C, en el tanque D-504 (D-2504), y de aquí se almacena en el tanque D-505 (D-2505). una cierta clase de estabilizador líquido es sólido a -

temperatura ambiente, pero funde a los 40°C, puede ser dosificado así al polvo, pues se funde parcialmente y localmente, mientras se está mezclando en Z-511 (Z-2511), pero existe el inconveniente que se crea una baja homogeneidad en toda la masa, por lo que se prefiere que se funda primero y después se mezcle. El estabilizador líquido se alimenta continuamente a través de Z-502 (Z-2502), con una relación previamente determinada, y a una velocidad de alimentación determinada. La tubería que conduce al estabilizador líquido está enchaquetada y por fuera corre agua caliente, para evitar la solidificación del estabilizador.

El polvo y los estabilizadores sólidos son continuamente descargados del tanque TK-503 (TK-2503) y tanque (TK-2504) TK-504 a Z-502 (Z-2502) sólo por la gravedad, en una atmósfera de nitrógeno, de esta forma el manejo del material se hace libre de polvo y aire.

3.5.2.2.5.3 Mezclada estabilizadora y peletizado.

El polvo del polipropileno, junto con los estabilizadores sólidos y líquidos son directamente alimentados a un mezclador de doble tornillo Z-502 (Z-2502), donde se produce la mezcla y al mismo tiempo se amasa. Así el polímero amasado se descarga al peletizador (Z-2501) Z-501 a través de una ranura en la garganta que está de acuerdo al tipo de polímero introducido.

El extrusor es enchaquetado para controlar la temperatura del polímero, ya sea pasando vapor o pasando agua fría, controlada la temperatura por medio de TCV-521 (TCV-2521). El polímero es tamizado y así extruido a través de un dado, pasando a un dispositivo donde es cortado en pequeñas bolitas.

Las bolitas son transferidas con agua fría al Z-507 (Z-2507) - donde las bolitas son separadas del agua y son enviadas a un secador -- M-501 (M-2501) donde las bolitas son secadas completamente, así se transfieren a una banda Z-508 (Z-2508) donde se aglomeran y remueven.

El producto es transportado neumáticamente a un silo TK-507A a D (TK-2507A a D). El agua separada en Z-507 (z-2507) y M-501 (M-2501) es regresada al tanque de agua fría D-502 (D-2502) y es circulada a través de la bomba P-501A o B (P-2501A o B), después de haber sido enfriada en el enfriador E-504 (E-2504). Debiéndose mantener la velocidad de dicha agua constante.

3.5.3.2.5.4 Mezcla del producto.

Cerca de 150 tin. de bolitas son almacenadas en un silo, lo que significa que un día de producción es almacenado en un silo, lo que constituye un lote. Debido a que se tiene que homogenizar la calidad de un lote, las bolitas en el silo son mezcladas por medio de circulación neumática por medio del soplador C-506 (C-2506).

El ciclo de servicio de un silo es de cuatro días, consistiendo en un día para recibir las bolitas, medio día para la mezcla, un día para realizar las pruebas necesarias de control de calidad y medio día para descargar las bolitas en paquetes y un día para arreglarlas. Así se transfieren al almacén, realizándose automáticamente el recibimiento y descarga del producto.

3.5.3.2.6 SECCION DE RECUPERACION DEL METANOL.

El metanol que ya ha sido usado y que sale del D-304 (D-2304)

es una mezcla de 30% en peso de metanol y 70% en peso de agua, y con una pequeña cantidad de catalizador de activado, esta mezcla se pasa al tanque TK-601A o B, donde se normaliza la concentración de la mezcla de metanol. En la superficie flota el polímero en polvo en pequeñas cantidades, por lo que es necesario limpiar la mezcla usando dos tanques alternativamente, el TK-601A y B.

El metanol usado se transfiere del TK-601 a la torre T-601, pasando por un precalentador E-603, donde el metanol se purifica y se obtiene con aproximadamente 50 ppm. La torre tiene 51 campanas por plato. El vapor vivo de baja presión es alimentado directamente en la parte inferior de la columna por TRCV-602.

El metanol que sale de la cabeza o domo de la columna pasa a un condensador E-601 donde se lleva, hasta una temperatura de 40°C. El condensado fluye por gravedad hasta el tanque D-601. Parte de este condensado se refluja al domo de la columna y al resto se almacena como metanol puro en el tanque TK-602 por LRCV-605. Siendo la relación de reflujo de 1.8.

El agua caliente es descargada por LCRV-604, de la base de la torre hasta un recipiente para agua ya usada, pero cambiando su calor en el intercambiador de calor E-660. El contenido de metanol en esta agua es aproximadamente de 20 ppm. El metanol puro es devuelto al proceso por medio de la bomba P-603A o B del tanque TK-602.

3.5.3.2.7 SECCION DE RECUPERACION DE HEXANO.

3.5.3.2.7.1 Sistema de recuperación continuo.

La solución atáctica (licor madre) de la centrífuga contien-

do trazas de agua, es enviada a esta sección por medio de la bomba -- P-305A o B (P-2305A o B) y junta con la succión de la bomba P-701A o B que descarga hexano. Para prevenir la precipitación del polímero -- isotáctico durante el almacenamiento en el tanque, el licor madre no es transferido al tanque TK-702 directamente.

La solución A1 de la P-701A o B pasa a través de diferentes -- etapas de neutralización en un mezclador P-731 y en el sedimentador - D-731, después de haber sido lavado en el P-732, y pasando por un se-- gundo sedimentador D-732, se transfiere a un preconcentrador D-721, de hexano. Para el paso de neutralización es necesario elevar la tem-- peratura del agua hasta los 90°C para aumentar la eficiencia de la neu-- tralización. La solución acuosa conteniendo trazas de solvente se des-- carga del D-731 y se transfiere a la torre de metanol T-601.

La temperatura del D-721 se regula cerca de los 140°C - - - (5kg/cm² G) por PRCAV-704. El polímero es totalmente disuelto en he-- xano a esta temperatura. La concentración del polímero en D-721 es - controlada aprox. 10% en peso por medio de regular la relación de ali-- mentación de la AP solución en el D-721 y M-721A o B. Para alcanzar - la cantidad requerida de circulante, se provee éste a través de una bom-- ba P-725A o B. La Bomba P-721A o B tiene una gran cabeza y descarga la AP solución hasta un evaporador de película M-721A o B por FRCV- 710A y B. El nivel del D-721 es controlado con la velocidad de ali-- mentación del vapor de media por LRCAV -715.

El precalentador E-722 sirve para incrementar la capacidad del M-721. El vapor de hexano del D-721 y M -721A o B es alimentado

a la base de la torre de rectificación T-701. La T-701 consiste de dos partes. En la parte baja el polímero entrante con el vapor de hexano -- se remueve por scrubbing con hexano caliente usando la bomba P-707, y en la parte superior la alimentación es separada en OA-Catalizador y hexano.

El OA-Catalizador y el polímero entrante se concentran en T-701 y son reciclados a D-721 a través de la bomba P-726A o B. El OA-Catalizador es descargado fuera del proceso junto con el polímero atáctico.

Un recibidor D-701, un condensador E-701 y otro condensador E-711 son comúnmente usados con la T-701 y la torre deshidratadora de hexano T-701. El condensado es tratado en el D-701 para remover las gotas de agua y entonces es alimentado a la T-701 y T-702 a través de las bombas de reflujo P-703A o B. Las relaciones de reflujo utilizadas son de 0.8 para la T-701 y 0.3 para T-702.

El agua que fue separada en D-701, es descargada a P701A o B por medio de la bomba P-713 A o B.

El hexano purificado se envía al fondo de la torre deshidratadora T-702 a través de la bomba P-702 por LRCV-721 y ya habiendo sido enfriado en un enfriador E-705, se transfiere al tanque TK-701A o B para almacenarlo en él. Antes de transferirse al tanque TK-701A o B se manda a un deshidratador D-707A o B, donde se seca hasta que el -- contenido del agua sea menor de 1 ppm.

El polímero atáctico separado en M-721A y B se almacena en el tanque D-724, para después sea enviado a la sección de quemado a --

través de la bomba P-722A o B.

3.5.3.2.7.2. Sistema de alimentación de hexano puro.

El hexano puro es devuelto al proceso por medio de las bombas P-705A o B y P-705C, además de la P-704A o B.

Existen cuatro clases de hexano puro en la planta dependiendo de la presión a la que se encuentren. El primero se mantiene a alta presión arriba de $15\text{kg/cm}^2\text{G}$, el segundo se mantiene a baja presión cerca de los $4\text{kg/cm}^2\text{G}$, controlados por PCV respectivamente, el tercero se utiliza en los servicios de lavado y el cuarto es el que está en la línea de hexano como disolvente.

3.5.3.2.7.3 Sistema intermitente de recuperación.

El hexano usado y el polímero se almacenan juntos, transfiriéndose de vez en vez por presión de nitrógeno hasta el tanque D-703, que contiene un agitador.

Si la suspensión contiene metanol, ésta se lava con agua y la fase acuosa es recuperada en el tanque TK-601A o B a través de P-710.

La suspensión sucia en el D-703 es descargada cuando el nivel es suficiente para llevarla a la torre fraccionadora D-706 por medio de la bomba P-710, donde el hexano es recuperado.

De la cabeza de la torre sale una mezcla de hexano y vapor de composición azeotrópica y de ahí se manda a un condensador E-706. El hexano condensado y el vapor son separados en el tanque D-704. Y el agua al proceso por medio de la bomba P-715 a través de LCV-704, mientras que el hexano es transferido al tanque TK-702 por LCIV-703.

3.5.3.2.8. SECCION DE SERVICIOS AUXILIARES

3.5.3.2.8.1. Sistema de refrigeración.

El propileno es usado como agente refrigerante dadas sus propiedades y además se puede obtener fácilmente en toda la planta.

El propileno líquido se encuentra en el tanque D-907. Vaporizado es comprimido por el compresor C-901A y B, y condensado en el condensador E-901. El condensado es almacenado en el tanque D-907 cerca de los 40°C.

3.5.3.2.8.2 Sistema colector de vapor condensado.

El vapor condensado de alta presión es vaporizado a través de trampas de vapor en el tanque flash D-905 para producir un vapor de baja presión. El vapor condensado de baja presión es colectado en el tanque D-904 y descargado a la sección de quemado del polímero atáctico.

3.5.3.2.8.3. Sistema de sello de aceite.

El sello de aceite consiste de dos líneas circulantes. La primera es para la sección de preparación del catalizador, la sección de deactivación y la sección de recuperación de hexano y es operado a baja presión. La segunda línea es para la sección de polimerización principalmente. La presión de esta segunda línea oscila entre los 4 y 15 kg/cm² G por presión de nitrógeno y a través de PCV.

3.5.3.2.8.4 Sistema de regeneración del deshidratador.

Hexano puro destilado de la torre de deshidratación T-702 es secado antes de usarse, por medio del deshidratador D-707A o B, el cual está empacado con un agente desecante especial.

Propileno de alta pureza es enviado a través del deshidratador D-214A o B, antes de ser alimentado a los reactores.

Ya sea el agente desecante usado en el deshidratador D-707A o B, o D-214A o B, éste debe ser regenerado periódicamente, usando gas, el cual es calentado en el calentador E-904. Usado este gas en la regeneración, éste sale de la planta no sin antes haber sido enfriado por el enfriador E-905.

3.5.3.2.8.5 Sosa Cáustica.

Se requiere de sosa cáustica al 25% en solución acuosa, la cual es recibida fuera de la planta y enviada a través de la línea de transferencia al tanque TK-901. La sosa cáustica es enviada a los equipos que la requieren a través de la bomba P-902A o B, y P-903A o B.

3.5.3.2.8.6 Sistema de gas de desecho.

El gas de desecho recolectado de los equipos principales, pasa a un scrubber T-903, de ahí se descarga a la línea donde será conducido a quemarse en el tanque D-906.

3.5.3.2.8.7 Sistema de agua fría

El agua fría CW es recibida desde fuera de la planta a través de la línea de transferencia y distribuida a los equipos. El agua fría reciclada RCW se descarga afuera de la planta.

3.5.3.2.8.8 Sistema de agua de proceso.

El agua de proceso PW la cual se suministra desde fuera de la planta es principalmente usada en la columna lavadora D-304 y D-2304 y en el lavado de las bolitas de producto, así como en mezcladores y en las bombas. Para la sección de recuperación del hexano, PW es --

presurizada por medio de la bomba P-905A o B.

3.5.3.2.8.9 Sistema de nitrógeno.

El nitrógeno de alta presión HN es recibido desde fuera de la planta y de aquí transferido a los equipos que lo requieren, a través de tubería. El nitrógeno de media presión MN es también recibido desde fuera de la planta y de ahí transferido a través de tuberías como nitrógeno de baja presión LN después de ser despresurizado a 2 kg/cm² G por PCV-953.

3.5.3.2.8.10 Sistema AP Caldera.

El polímero atáctico AP se transfiere por medio de la bomba P-723 al sistema de quemado. Generándose vapor de media presión al ser utilizado como combustible en la caldera.

3.5.3.4 SERVICIOS AUXILIARES.

3.5.3.4.1 Condiciones de servicios requeridos.

3.5.3.4.1.1 Vapor

1. Vapor de alta presión	Min. 42.2 kg/cm ² G Norm. 43.6 " Max. 45.7 "
2. Vapor de media presión	Min. 18.7 kg/cm ² G Norm. 19.3 " Max. 20.2 "
3. Vapor de baja presión	Min. 4.2 kg/cm ² G Norm. 4.6 " Max. 4.9 "

3.5.3.4.1.2 Agua de enfriamiento.

1. Temperatura a la entrada	32.2 °C
2. Presión a la entrada	Min. Norm. 4.2 kg/cm ² F Max.
3. Temperatura a la salida	46.1 °C
4. Presión a la salida	Max. 2.0 kg/cm ² G

3.5.3.4.1.3 Agua de Proceso o de servicio.

1. Temperatura	37.8 °C
2. Presión	Min. Norm. 3.5 kg/cm ² G Max.

3. Calidad

Apariencia	Coloración transparente	
Total de dureza	max. 100 ppm como CaCO ₃	ASTM D1126-67
No. de Turbidez	Max. 1 grado	ASTM D1889-66
pH	6.9 a 7.3	ASTM D1293-65
SiO ₂	max 20 ppm	ASTM D859-68
Fe	Max. 0.05 ppm	ASTM D1068-68
Conductividad	200 /cm	ASTM D1125-64

3.5.3.4.1.4 Gas nitrógeno a alta presión.

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Cont. de Nitrógeno | min. 99.9% vol. |
| 2. Cont. de Oxígeno | max. 3 ppm vol. |
| 3. Punto de rocío | max - 60° C |
| 4. Presión | min
norm. 7 kgs/cm ² G
max. |
| 5. Temperatura | 37.8° C |

3.5.3.4.1.5 Gas Nitrógeno a media presión

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Cont. de nitrógeno | min. 99.9% vol. |
| 2. Cont. de oxígeno | max. 3 ppm vol. |
| 3. Punto de rocío | max - 60 °C |
| 4. Presión | min
norm. 7 kg/cm ² G
max. |
| 5. Temperatura | 37.8° C |

3.5.3.4.1.6 Aire para instrumentos, libre de aceite.

- | | |
|-------------------|--|
| 1. Presión | Min.
Norm. y kg/cm ² G
Max. |
| 2. Temperatura | Ambiente |
| 3. Punto de rocío | -40 °C a 7 kg/cm ² G |

Nota: para casos de emergencia, un instrumento de aire puede utilizar aire con una presión de 4 kg/cm² G como mínimo.

3.5.3.4.1.7 Aire para la planta

- | | |
|----------------|---|
| 1. Presión | Min
Norm. y kg/cm ² G
Max. |
| 2. Temperatura | Ambiente |

3.5.3.4.1.8 Electricidad

1. Voltaje	13.8 KV \pm 3%
2. Frecuencia	60 Hz \pm 1.0%
3. Fase	3

3.5.3.4.1.9 Gas regenerado por mallas moleculares.

1. Consumo Típico

Metano	92.80% mol.
Etano	5.50% mol.
Propano	1.50% mol.
i-Butano	0.02% mol.
n-Butano	0.01% mol.
Nitrógeno	0.07% mol.
Dióxido de carbono	0.1% mol.
Azufre (RSH-H ₂)	20 ppm peso max.
(COS)	5 ppm peso max.
2. Punto de rocío	Saturación a 1000 Psig.
3. Presión a la entrada	8.5 kg/cm ² G
4. Presión a la salida	Presión del sistema de inyección
5. Temperatura	37.8°C

Nota: la cantidad requerida para la operación de regeneración es cerca de 1500 Nm³/hr para 24 horas en un mes.

3.5.3.4.2. Condiciones de abastecimiento y suministro para servicios auxiliares.

	Estado	Forma de	Presión (kg/cm ² G)	Temperatura (°C)
1. Vapor de baja presión	Gas	Tubería	mín. 4.22 nor. 4.57 max. 4.92	mín. 153 nor. 156 max. 158
2. Vapor de media presión	Gas	Tubería	mín. 18.71 nor. 19.33 max. 20.25	mín. 210 nor. 211 max. 214
3. Vapor de alta presión	Gas	Tubería	mín. 42.19 nor. 43.60 max. 45.71	mín. 371 nor. 399 max. 440
4. Agua de proceso	Líquido	Tubería	3.5	37.8
5. Agua de enfriamiento (entrada)	Líquido	Tubería	4.22	32.2
6. Agua de enfriamiento (salida)	Líquido	tubería	2.04	46.1
7. Agua de alim. al boiler	Líquido	Tubería	3.52	37.8
8. Condensado del vapor (salida)	Líquido	Tubería	3.52	100
9. Nitrógeno de alta presión	Gas	Tubería	25	37.8
10. Nitrógeno de media presión	Gas	Tubería	7	37.8
11. Gasto de gas	Gas	Tubería	max. 2	Ambiente
12. Gasto de agua con aceite	Líquido	Tubería	Flujo por gravedad	40 - 60
13. Gas Regenerado.	Gas	Tubería	8.8	37.8

3.5.3.4.3. Gastos y Efluentes

3.5.3.4.3.1. Sistema para el gasto de agua.

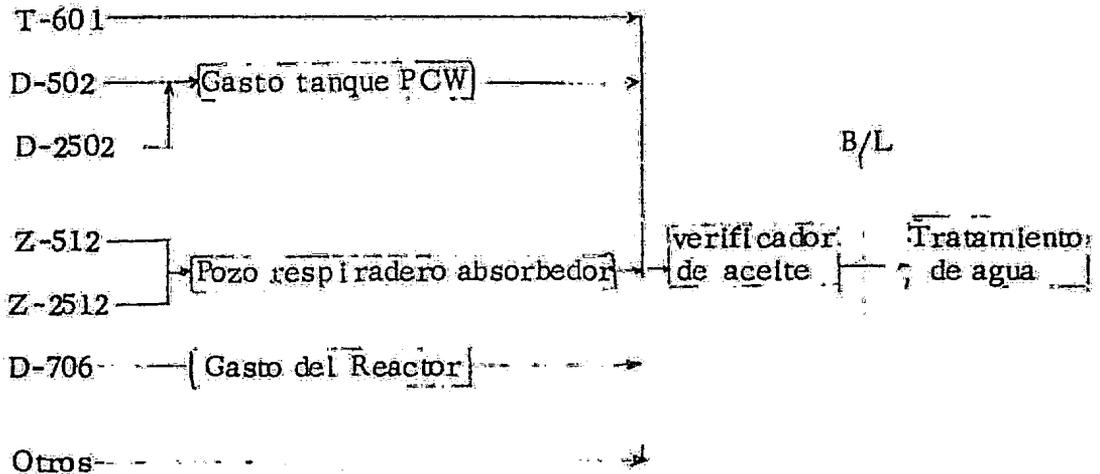
El siguiente diagrama de bloques es para el gasto de agua - para la planta de polipropileno (PP).

Gasto Catalítico

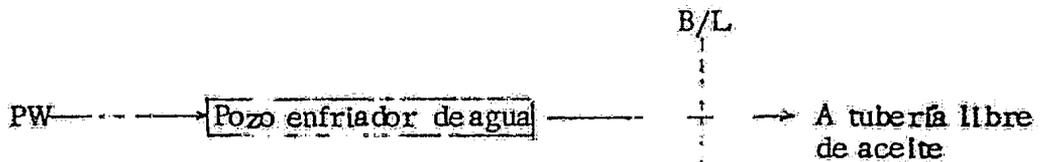
B/L



Línea para el agua con aceite.



Línea de agua sin aceite



Nota: 1. El agua de lluvia, el gasto de agua de sanitario, el agua de limpieza general, ect no se incluyen.

2. El gasto de agua en el catalizador y la línea de agua con aceite son tratadas en el sistema central de tratamiento de agua, localizado afuera del límite de batería.

3. 5.3.4.3. 2. Efluente de agua

3.5.3.4.3. 2.1 Condiciones del efluente de agua con aceite, en la salida del pozo rectificador de aceite.

Este efluente se introduce al sistema central de tratamiento de agua localizado afuera del límite de batería. La siguiente tabla --

muestra los datos a la salida del rectificador de aceite.

		Normal	Máximo
Temperatura	° C	70	80
pH		10 - 12	10 - 12
Agua	ton/hr	85	120
S.S	ppm	12	150
COD	ppm	30	50
Acetle	ppm	1	5
Al	Al	20	23
Tl	ppm	27	30

Frecuencia de descarga: continúa.

Nota: esto es lo deseable para una neutralización en el sistema central de tratamiento de efluencias de agua localizado afuera de los límites de batería.

3.5.3.4.3.2.2.

3.5.3.4.3.2.2.1 Efluente del catalizador del tanque D-103

Temperatura	50° C
pH	11 - 12
Cantidad	
Agua	7 200 kg/batch período
Efluente catalizador	1 124 kg/batch
Al	11% peso
Tl	9% peso
Cl	65% peso
F	1% peso
K	14% peso

Frecuencia: una vez por un período de 4 a 7 días

Rechazo: El efluente catalítico debe ser transportado al vacío en un camión a un sistema de tratamiento físico-químico fuera del límite de batería.

3.5.3.4.3.2.2 Efluente de agua del absorbedor de hexano D-706

Temperatura	90 °C
pH	11 - 12
Cantidad	
Agua	6.5 ton/hr
Polímero	1 240 kg/hr
NaOH	6 kg/hr
Metanol	10 - 20 kg/hr
Metales	
Al	max. 0.15 kg/hr
Ti	max. 0.15 kg/hr

Frecuencia de descarga: cerca de una vez por semana

Tiempo de operación: 6 a 8 horas por período

Rechazo: el agua y el polipropileno en polvo son separados, el agua es introducida al separador de aceite, mientras que el polvo es empaquetado en bolsas y transportado por un camión para ser quemado fuera de los límites de batería.

3.5.3.4.3.2.3 Efluente sin aceite de agua

Cantidad de agua	10 ton/hr
Temperatura	30° C
Frecuencia de descarga:	continua

3.5.3.4.3.2.4 Separación continua del efluente de agua con aceite

3.5.3.4.3.2.4.1 Efluente de agua del agua de enfriamiento del granulado de los tanques D-502 y D-2502 (total)

		Normal	Máximo
Temperatura	° C	60	80
pH		7	8
Agua	ton/hr	10	20
S. S.	ppm	10	10
COD	ppm	6	10
Aceite	ppm	Trazas	1

3.5.3.4.3.2.4.2 Efluente de agua los absorbedores Z-512 y Z-2512 (total)

		Normal Má	Máximo
Temperatura	° C	25	29
pH		8.5 ^{&}	8.5
Agua	ton/hr	1	2
S. S	ppm	400	500
COD	ppm	40	50
Aceite	ppm	trazas	1

Nota: & Este valor depende del pH de la circulación del agua de enfriamiento.

3.5.3.4.3.2.4.3 Efluente de agua de la torre de metanol T-601

		Normal	Máximo
Temperatura	° C	40	100
pH		11 - 12	11 - 12
Agua	ton/hr	53	60
S. S.	ppm	180	235
COD	ppm	40	70
Aceite	ppm	trazas	1

		Normal	Máximo
Al	ppm	30	40
Ti	ppm	40	50

3.5.3.4.3. 2.4.4 Otros efluentes continuos de agua

		Normal :	Máximo
Temperatura	° C	30	35
pH		8.5	8.5
S.S.	ppm	trazas	20
Agua	ton/hr	20	30
COD	ppm	trazas	20
Aceite	ppm	trazas	200

Nota: La parte principal es agua de enfriamiento para equipos como: C-201, C-2201, C202, C-2202, C-502, C-2502 y bombas.

3.5.3.4.3.3 Sistema de drenaje.

Hay dos sistemas de drenaje, uno para el sistema con aceite y el otro para el que no contiene aceite. Los detalles de la descarga del agua que contiene aceite del sistema de agua de proceso y del efluente sin aceite son tratados en los dos puntos precedentes. En la planeación del sistema de drenaje para agua de lluvia, efluentes sanitarios, agua de limpieza general, etc., será llevada dentro las consideraciones de los efluentes del agua del proceso.

En el caso que se deseara clasificar el área de la planta dentro de las áreas con o sin aceite, puede ser incluida para minimizar el área.

3.5.3.4.3. 4 Condiciones de batería del gas.

3.5.3.4.3.4.1 Operación Normal.

	Oper. Norm.	Ope. Máx.
Temperatura (° C)	0	0
Presión(kg/cm ² G)	0.02	0.02
P M prom. aprox.	35	34
Composición aprox. (% mol)		
Propileno	33	24
Hexano	4	4
Metanol	-	1
Nitrógeno	63	71
Vel. flujo (Nm ³ /hr)	410	550

3.5.3.4.3.4.2 Hoyo de gas de emergencia para la línea

Temperatura (° C)	Max. 80	Min. -30
Presión (kg/Cm ² G)	Max. 1.0	
P M prom. aprox.	42	
Composición aprox. (% mol)		
Propileno	90	
Hexano	5	
Hidrógeno y nitrógeno	5	
Vel. flujo (Nm ³ /hr)	32 000	

Nota: la presión es para el diseño de la válvula de seguridad, esto -- se basa en la falla del suministro de agua de enfriamiento.

3.5.3.4.3.4.3 Purga de gas para la línea.

Localización	Temp. ° C	Presión mm H ₂ O	Cantidad Nm ³ /hr	Composición				Notas
				N ₂	C ₃	C ₆	Me	
E-204	0	6-12 kg/cm ² G	10	97	3			
E-2204	0	6-12 kg/cm ² G	10	97	3			
E-303	0	200	64	90	6	4		
E-2303	0	200	64	90	6	4		
E-404	0	200	71	91	5	4		
E-2404	0	200	71	91	5	4		
E-602	0	200	33	96				&
E-715	0	200	11	84	16			&
E-711	0	200	65	92	8			&

C₃ = Propileno

C₆ = Hexano

Me = Metanol

(&) El valor indicado es el máximo, el valor normal es poco lejano.

Nota: El pozo de gas de emergencia a través de la válvula de seguridad se excluye.

3.5.3.4.3.5 Efluente de gas a la atmósfera.

3.5.3.4.3.5.1 Efluente de gas de E-103

Cantidad de gas : 23 Nm³/batch
Contenido : Hexano 10% Vol.
Nitrógeno 90% Vol.
Temperatura : 10 ° C
Frecuencia de des-
carga : Una vez / 4 - 7 días

3.5.3.4.3.5.2 Efluente de gas de E-104

Cantidad de gas : 30 Nm³/hr
Contenido : Hexano 7% vol.
Nitrógeno 93% vol.
Temperatura : 0° C
Frecuencia de des-
carga : únicamente cuando el líquido es trans-
ferido a cada recipiente.

3.5.3.4.3.5.3 Efluente de gas de E-105

Cantidad de gas : 10 Nm³/hr
Contenido : Hexano 8% vol
Nitrógeno: 92% vol
Temperatura : 0° C
Frecuencia de des-
carga: únicamente cuando el líquido es transfe-
rido a cada recipiente.

3.5.3.4.3.5.4. Efluente de gas de E-106

Cantidad de gas : 10 Nm³/hr
Contenido : Hexano 8% vol.
Nitrógeno 92% vol.
Temperatura : 0 ° C
Frecuencia de des-
carga : únicamente cuando el líquido es transfe-
rido a cada recipiente.

3.5.3.4.3.5.5 Efluente de gas de E-605

Cantidad de gas	: 65 Nm ³ /hr
Contenido	: Metanol 5% vol Nitrógeno 95% vol
Temperatura	: 5° C
Frecuencia de des- carga	: el valor indicado es el máximo; el valor normal es similar.

3.5.3.4.3.5.6 Efluente de gas de E-604

Cantidad de gas	: 20 Nm ³ /hr
Contenido	: Metanol 5% vol Nitrógeno 95% vol
Temperatura	: 0 °C
Frecuencia de des- carga	: el valor indicado es el máximo; el valor normal es similar.

3.5.3.4.3.5.7 Efluente de gas de E-713

Cantidad de gas	: 65 Nm ³ /hr
Contenido	: Hexano 10% vol Nitrógeno 90% vol.
Temperatura	: 5° C
Frecuencia de des- carga	: el valor indicado es el máximo; el valor normal es similar.

3.5.3.4.3.5.8 Efluente de gas de E-714

Cantidad de gas	: 65 Nm ³ /hr
Contenido:	: Hexano 10% vol Nitrógeno 90% vol
Temperatura	: 0 °C
Frecuencia de des- carga	: el valor indicado es el máximo; el va- normal es similar.

3.5.3.4.3.5. 9 Efluente de gas de Z-512 y Z-2512 (total)

cantidad de gas : 40 Nm³/hr.
Contenido : Nitrógeno 100% vol
Temperatura: : 30 - 60 ° C
Frecuencia de des- : Contínua
carga

3.5.3.4.3.6 Efluente de Polímero

3.5.3.4.3.6. 1 Resina en hilo de extrusor

Cantidad : 100 kg/al arranque del extrusor
Composición : poli propileno (PP)
Temperatura : ambiente
Frecuencia de des- : Una vez de 1 a 7 días por extrusor
carga

3.5.3.4.3.6.2 Efluente de polímero de D-706 (recipiente del efluente de PP)

Cantidad : 1,240 kg/hr como polímero
Composición : poli propileno más agua
Temperatura : 30 - 60 ° C
Fr Frecuencia de des- : Cada 7 días (cada vez de 6 a 8 horas en
carga forma contínua)
Método de distribu- : por medio de bolsas para su transporte
ción

3.5.3.4.3.6.3 Otros efluentes de materiales.

Aquí se consideran efluentes como polvos de Z-512, Z-2512, -- granulado de polímero de D-502, D-2502, M-508 y M-2508, etc. Sin embargo, estos efluentes se producen en muy pequeñas cantidades.

3.5.3. ORGANIZACION DE PERSONAL DE LA PLANTA.

Los siguientes puntos muestran una estimada para los requerimientos de personal para la operación de la planta.

3.5.3.1 Personal de operación de la planta.

	Por día	Por turno (3 turnos)
Supervisor de Operación	1	-
Supervisor de turno	-	2
Operadores		
Panel	-	2
Parte 1 (1)	-	6
Parte 2	-	6
Preparación del catalizador	2	-
Preparación del estabilizador	1	-
Trabajadores ⁽⁵⁾	-	7
<hr/>		
Total	4	16 + 7
3.5.3.2 Laboratorio	9	2
3.5.3.3 Mantenimiento ⁽⁶⁾	8	-

Notas: (1) La parte 1 cubre las siguientes secciones: preparación del catalizador, polimerización, desactivación, secado, recobramiento de metanol, recuperación de hexano, utilidades y quemado AP

(2) La parte 2 cubre la sección de pastillaje

(3) Los almacenistas, personal de limpieza, ayudantes, porteros, etc., no están incluidos.

(4) Los relevos de vacaciones no están incluidos.

(5) Dos turnos cubren dos horas.

(6) El personal de mantenimiento consiste en personal regular de trabajo y se excluye a los ayudantes, etc.

3.5.3.6 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

La selección de la ubicación de la planta es una de las decisiones más importantes que la gerencia de una compañía puede tomar. Se tiene que considerar que en general una vez tomada la decisión, - - ésta es irreversible, y de ahí que se tengan que estudiar ampliamente todos y cada uno de los factores involucrados en esta decisión.

Se puede decir, que todos los diferentes departamentos que forman la compañía, pueden contribuir con sus opiniones para tomar la decisión, pero por lo general existe un comité que es el encargado de realizar dicha selección, este comité por lo general está formado por los diferentes miembros, de los diversos departamentos que integran la compañía.

Se entiende por localización de la industria, su ubicación dentro de un territorio, o desde un punto de vista más amplio, su distribución geográfica, en consecuencia la localización se refiere tanto a la macrolocalización como a la microlocalización, dependiendo del marco de referencia que se establezca.

La opción de localización está condicionada por el comportamiento de las "fuerzas locacionales", consideradas las variables - que determinan u orientan la distribución geográfica de las inversiones.

Algunos de los postulados que sirven para entender mejor las fuerzas que intervienen en el establecimiento y localización de las industrias, son los siguientes:

- Los factores de localización son fuerzas cuya función económica

es el resultado del progreso y que, siendo expresión de éste, operan en conjunto y se van transformando y perfeccionando al impulso propulsor y de reacción acelerada del propio desarrollo económico.

- Al irse generando las circunstancias económicas necesarias para el aprovechamiento de recursos naturales y el desarrollo industrial moderno, van determinando y condicionando la estructura de localización de la industria.

Los factores de localización industrial son, así, función -- dinámica del desarrollo económico, el cual por ende, se manifiesta en ellos.

- El vigor, la distribución, la densidad y el crecimiento de la población condicionan el desarrollo económico y, a la vez, el establecimiento y localización de empresas industriales.
- Asimismo los recursos naturales, en cuanto a su calidad y ubicación, también condicionan la situación geográfica de las industrias.
- En diversa medida, el desenvolvimiento de la humanidad y las variantes circunstancias internacionales son condicionantes del desarrollo económico e histórico de un país.
- En suma, al investigar los determinantes de la localización, debe prestarse atención a dos aspectos concurrentes:
- El desarrollo de las fuerzas y relaciones de producción, dentro de las condiciones específicas-naturales, demográficas e históricas del país.
- Los requerimientos de las industrias en cuanto a factores de producción y mercado.

En cuanto a los métodos aplicados de localización, tenemos al enfoque dinámico, el cual centra su tesis, fundamentalmente, en el estudio de cuatro principales renglones:

- Los aspectos más amplios de las estructuras de densidad de población.
- Las relaciones de esas estructuras con los recursos localizados y con la significación que los recursos regionales poseen en las condiciones técnicas que poseen en cada período histórico.
- La significación de la accesibilidad de los recursos por el comercio.
- El análisis de la topografía de las principales regiones para determinar las diferencias de accesibilidad de los recursos.

Las fuerzas locacionales pueden ser agrupadas en tres categorías principales, de acuerdo con el grado de importancia que tienen en la mayoría de los casos:

- La suma de los costos de transporte de insumos y productos.
- La disponibilidad y costos relativos de los recursos.
- Otros factores que pueden influir en la localización cuando no ha sido posible definirla por los puntos anteriores que son:
 - Factores fiscales y financieros.
 - Disponibilidad de terrenos y edificios.
 - Políticas de desarrollo industrial
 - Condiciones generales de vida.
 - Clima, topografía.
 - Facilidades administrativas.
 - Medios de comunicación.

De acuerdo con las características de localización, las industrias pueden ser clasificadas como:

- Orientadas para el mercado del producto.
- Orientadas para la fuente de sus insumos.
 - Materias primas.
 - Materiales secundarios
 - Mano de obra
- Orientadas para un punto intermedio entre A y B.
- De localización independiente.

Las empresas son orientadas para el mercado de los productos o para las fuentes de insumos, conforme sea más conveniente la localización en uno u otro sentido, considerando la alternativa que permita minimizar los costos de transporte.

Macrolocalización. - Se refiere a la selección de la región o área en que se va a localizar la planta, suele requerir la consideración de siete factores básicos.

- Proximidad del mercado.
- Proximidad de los materiales necesarios.
- Medios de transporte.
- Mano de obra.
- Adecuación de los servicios públicos y privados, como la energía, el agua, los combustibles y el gas.
- Clima.
- Otros factores.

Proximidad del mercado. - En general puede decirse que en

las etapas primarias de la producción, las industrias tienden a situarse cerca de las materias primas, en las etapas finales se orientan hacia los mercados y en las etapas intermedias, ni el costo de adquisición - ni el de distribución, sino el costo de transformación constituye el factor dominante para el establecimiento de industrias.

Proximidad de los materiales necesarios. - Puede afirmarse en términos generales, que la mayor parte de las industrias existentes han aumentado su producción y mejorado sus plantas, sus procesos productivos y los artículos que elaboran; asimismo ha surgido una gran variedad de nuevas industrias con instalaciones y procesos modernos. De esto resulta una mayor necesidad y consumo de materias primas por parte de las actividades industriales, por tanto una mayor incorporación de nuestros recursos naturales a las actividades productivas, un aumento en la utilización de materias primas, así como de productos intermedios.

La fuente más directa para la localización de industrias es aquella en que se localizan las materias primas.

Medios de transporte. - La importancia que estos factores representan para la localización, depende de :

- La existencia de caminos, transportes y ferrocarriles en determinadas zonas y de que estos sean suficientes, regulares y adecuados.
- Del costo por tonelada-kilómetro que represente el transporte para el abastecimiento de materiales o la distribución de los productos.

En las etapas intermedias de la producción, las comunicaciones y transportes adquieren especial significación, pues estos les -

representan a través de la transferencia, materiales y mercado, allegarse materias primas y combustibles y colocar los productos en los centros de consumo. El costo de este factor es directamente proporcional al volumen-peso de los productos que se fabrique, puesto que en la medida en que éste sea más elevado, los fletes representan, relativamente, un costo menor y por ende, puede absorber, en proporción más altos fletes que otras mercancías.

Mano de obra.- En la estructura de los costos de la Industria, la mano de obra contribuye un rubro importante, por lo cual resulta necesario analizar la disponibilidad y características de la misma en todo estudio de localización, para este propósito se requiere:

- Valorar la incidencia de la mano de obra en el costo de producción del producto que se desea elaborar.
- Investigar la disponibilidad y estabilidad de los diversos tipos de mano de obra en las distintas localizaciones posibles.
- Investigar los niveles de sueldos y salarios en dichas localizaciones.

En adición a la productividad y nivel de salarios, es necesario revisar aspectos asociados a la mano de obra, tales como disposiciones jurídicas, incluyendo leyes de protección laboral, hábitos e idiosincracia de los trabajadores, etc., ya que pueden incrementar el costo de la mano de obra.

Energía eléctrica.- La disponibilidad de energía eléctrica puede ser factor determinante en la localización de plantas industriales, la importancia locacional de este factor proviene de tres alternativas:

1. Que se pueda disponer de la energía eléctrica necesaria.
2. De acuerdo con el costo que represente para cada rama industrial en relación con el costo total.
3. De las diferentes tarifas eléctricas que existan en las diversas regiones.

Cuando en una posible localización no resulta factible llevar a cabo la conexión de la planta a las líneas principales de transmisión de energía eléctrica con una inversión razonable o cuando la tarifa de consumo es alta, se tienen dos alternativas: Instalar una central generativa para cubrir sus necesidades, o bien considerar otra localización.

Agua. - El agua es un insumo indispensable en la mayoría de las industrias, su disponibilidad y características influyen en la localización de una planta. Es necesario analizar con profundidad la cantidad de agua, calidad, reglamentaciones que existen, así como los costos que pueden originar su tratamiento.

Combustibles. - La necesidad de abastecer la planta con determinado tipo de combustible también puede orientar su localización, en función de :

1. Disponibilidad y costos.
2. Características técnicas.
3. Condiciones de transporte.

En este caso será necesario analizar cuál será el comportamiento futuro de ese combustible y su abastecimiento local.

Clima. - La localización de una planta puede estar influyen-

ciada por las condiciones climatológicas imperantes en los lugares - que se consideren convenientes para dicho propósito, ya que cuando estas condiciones son desfavorables pueden reducir la eficiencia del personal o de los precios industriales, o requerir inversiones adicionales, además pueden ocasionar incrementos significativos en los costos de operación.

En las condiciones climatológicas se debe analizar la presión atmosférica, temperatura, precipitación pluvial, humedad atmosférica, relativa contaminación atmosférica, etc.

Otros factores. - Además de los factores analizados, existen otras fuerzas que concurren a la determinación de la estructura de localización industrial o bien participan como presupuestos previos de la localización; estos se pueden agrupar en tres rubros principalmente:

- Recursos financieros.
- Recursos Técnicos.
- Recursos Institucionales.

Recursos financieros, - Se refieren fundamentalmente a la forma en que las inversiones ya sea nacionales o extranjeras influyen en la localización, por un lado originando la concentración industrial y por otro lado en la formación de nuevas estructuras de localización, obstaculizando en algunas ocasiones la integración industrial.

Recursos Técnicos, - Se refiere a la importancia que representa una adecuada localización contar con la maquinaria, instalaciones, métodos, procesos, producción, técnicos, obreros adiestrados, etc., necesarios para una planeación adecuada de los recursos técnicos.

Recursos institucionales. - Se refiere a la incompatibilidad de objetivos que existen entre el sector público y el privado, lo cual se manifiesta en la localización ya que por un lado el primero propugna por los intereses de la comunidad y el segundo por la conveniencia de sus miembros y la de su grupo.

Microlocalización. - Se refiere a la selección de la ubicación de la planta en una localidad o ciudad particular, siendo los factores a considerar:

- Disponibilidad de mano de obra.
- Escala de salarios.
- Otras empresas que existen en la comunidad.
- Impuestos y leyes.
- Condiciones y nivel de vida.
- Selección del terreno.

Disponibilidad de mano de obra. - La disponibilidad de mano de obra adecuada tiene que serlo no sólo en el número, sino también de todos los tipos de calificaciones que se necesiten en las comunidades. Varían en cuanto a calificaciones e intereses en el trabajo, la tendencia evidente hacia la eliminación de mano de obra mediante el uso de máquinas con calificación propia, hace que esté disminuyendo la importancia de este factor.

Escala de salarios. - Las diferencias en las escalas de salarios son permanentes y una planta no debe localizarse en una comunidad determinada por el sólo hecho de que en ese momento se paguen en ella salarios más bajos. Sin embargo, cuando los costos de la mano

de obra representan un porcentaje elevado de cada peso de venta, cualquier ahorro en esta dirección resulta superior a la suma de todas las demás diferencias del resto de los factores.

Otras empresas que existen en la comunidad. - En ocasiones las industrias competidoras, complementarias o suplementarias que -- existen en una comunidad, pueden influir en la selección de una comunidad. Las compañías competidoras pueden limitar o suprimir el abastecimiento de ciertos tipos de trabajadores con resultados que ambas compañías se encuentren en posición desventajosa. Las compañías complementarias, particularmente cuando el producto terminado es la materia prima de la otra, se encuentran respectivamente en las cercanías del -- mercado y de la fuente de materiales, un arreglo de este tipo puede -- resultar ventajoso, las empresas estacionales tienen que localizarse en grandes comunidades en donde hay un número suficiente de otras -- empresas para suplir necesidades temporales de personal y para reabsorber a sus empleados terminadas éstas.

Actitud de la comunidad hacia la industria. - La actitud y la disposición a colaborar de la comunidad son, en conjunto, de suma importancia. Una comunidad en la que existen luchas internas no suele -- contar con una atmósfera sana para el desarrollo de una nueva planta. Una comunidad que no se encuentre sensibilizada no puede considerarse como fuente inmediata de personal.

Impuestos y leyes. - La legislación estatal y local es tam-- bién de importancia, las leyes para la formación de sociedades son -- más estrictas en algunos estados que otros, las leyes estatales sobre -

horas y salarios, impuestos, reglamentos, etc., son factores legales que indican la actitud de la comunidad y del estado hacia la industria.

Condiciones y nivel de vida. - Debe considerarse que los funcionarios ejecutivos y el personal clave, así como los empleados suelen oponerse a vivir en ciertas ciudades o pueblos porque consideran que las ventajas educativas, las facilidades residenciales, etc., no son semejantes a las que pueden ofrecer otra ciudad o localidad.

Selección del terreno. - Se refiere a la sección de la ubicación exacta del proyecto en la comunidad o comunidades que se han elegido, y se deberán analizar los siguientes puntos principalmente:

- Superficie disponible.
- Topografía del terreno.
- Características del suelo.
- Costo de terreno.
- Proximidad a las vías de comunicación.
- Proximidad a los servicios públicos.
- Transporte urbano y suburbano disponible.
- Servicios de desagüe, luz, teléfono, etc.
- Facilidades habitacionales, escuelas, hospitales, etc.

Las etapas necesarias a cumplir son:

- Determinación de los factores que es necesario que cumpla el terreno, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- Estudio individual y definición de alternativas. Los terrenos seleccionados serán sometidos a un estudio individual de acuerdo a los factores antes mencionados.

MACROLOCALIZACION. -

La macrolocalización fue determinada a priori acorde con el marco de desarrollo del Estado de Veracruz, donde la realización -- de un proyecto como el presente, tiene grandes posibilidades de éxito.

Aspectos geográficos.

a) Generalidades.

El Estado de Veracruz se encuentra situado entre los $17^{\circ}10'30''$ y los $22^{\circ}10'25''$ de latitud norte, y entre los $0^{\circ}28'$ y los $5^{\circ}30'$ de longitud oriental del meridiano de la ciudad de México.

La entidad se localiza colindando al norte con el Estado de Tamaulipas, al noroeste con el Estado de San Luis Potosí, al oeste con los Estados de Hidalgo y Puebla, al suroeste con el Estado de Oaxaca, al sur con los Estados de Tabasco y Chiapas y al este con el Golfo de México.

Está conformado por 203 municipios que tienen una superficie de 72,815 km., representando al 3.70% del territorio nacional.

b) Orografía.

En la región norte del Estado podemos localizar al volcán - de San Andrés y la sierra de San Martín, siendo la región central completamente montañosa, exceptuando la costa donde es llana, y en algunos lugares pantanosa, allí se presenta en todo su esplendor la Sierra Madre Oriental, localizándose el Citlaltépetl y el Cofre de Perote.

La cordillera de la Sierra Madre Veracruzana se comunica por medio de obras naturales a la Mesa Central.

c) Hidrografía.

El Estado de Veracruz se puede dividir en dos grandes regiones hidrográficas: la del norte, que comienza en el Río Pánuco y termina en el Río Blanco y la del sur que comienza desde este río y termina en el Tancochapa. La región hidrográfica del norte es completamente accidentada y los ríos y arroyos descienden de la cordillera. La región hidrográfica del sur es completamente llana, excepto en una pequeña parte al N.O., donde la Sierra Madre Oriental se expresa en toda su majestuosidad. En la región hidrográfica del norte se encuentran los Ríos Pánuco y sus añ., Tuxpan, Cazonés, Tecolutla, Nautla, Palmas, Actopán, Antigua, Jamapa, Metlac entre los principales. En esta región se localiza la laguna de Tamiahua, al sur de esta laguna se encuentra la laguna de Tampamachoco.

En la región sur tenemos localizados los siguientes ríos, el Limón, el Papaloapan, el Coatzacoalcos y Tancochapa, aquí se encuentran las lagunas de Mandinga, la Camaronera, la de Tlalixcoyán, la de Tequipa y la de Santacomapán.

d) Clima.

El clima en general es cálido en la zona comprendida entre la costa y los 1000 m. de altura; templado en las vertientes de la cordillera y frío en las alturas que exceden los 1500 m.

Presentándose la época de lluvias entre los meses de mayo a noviembre, presentándose frecuentes tormentas y huracanes.

e) Población.

El Estado de Veracruz cuenta con una población total de 5'264,611 (de acuerdo al X Censo General de Población de 1980), con una

densidad de población de 72.3 habitantes por km². Del total de la población un 55% son hombres y un 45% mujeres.

Dentro de la población económicamente activa se observa -- que el Estado es agrícola y ganadero, aunque actualmente se tiene un -- desarrollo altamente industrial.

f) Vías de comunicación.

- Carreteras, Entre las principales tenemos: México, D. F., a Veracruz, Ver., con una longitud de 428 km., conectando a las ciudades de Calpulalpan, Huamantla, Perote y Jalapa, siendo asfaltada. México, D. F. a Veracruz, Ver., con longitud de 467 km. y conectando a las ciudades de Puebla, Tehuacán, Orizaba, Córdoba, siendo asfaltada.

México, D.F., a Tuxpan, Ver., con longitud de 473 km. y conectando a las ciudades de Pachuca, Tulancingo, Huauchinango, Poza Rica, siendo asfaltada.

Veracruz, Ver., a Villahermosa, Tab., con longitud de 473 km. y conectando a las ciudades de Alvarado, San Andrés Tuxtla, Acayucan, Minatitlán, siendo asfaltada.

Coatzacoalcos, Ver., a Salina Cruz, Oax., con una longitud de 303 km. y conectando las ciudades de Minatitlán, Ixtepec, Juchitán, Tehuantepec, siendo asfaltada. Además de la de México - Veracruz, por Tlaxcala.

- Vías férreas.

México-Veracruz, con longitud de 473 km., pasando por Perote y Jalapa.

México - Veracruz, con longitud de 424 km., pasando por Irolo, - Apizaco, Orizaba y Córdoba.

Veracruz - Suchiate con longitud de 918 km. pasando por Jesús Carranza, Ixtepec, Arriaga, Tapachula.

Del Sureste: Coatzacoalcos-Mérida, con longitud de 698 km. pasando por Teapá, Tenosique, Campeche.

Del Istmo: Coatzacoalcos-Salina Cruz, con longitud de 303 km. pasando por Minatitlán, Jesús Carranza, Matías Romero, Ixtepec, - Tehuantepec.

- Vías aéreas

Las rutas principales son:

México - Veracruz, Ver.

México - Minatitlán, Coatzacoalcos.

Las ciudades de Minatitlán y Veracruz cuentan con aeropuertos -- que pueden recibir naves de corto y mediano alcance, pero además existen una serie de pequeños aeropuertos como el de Jalapa, San Miguel Obispo y otros que reciben a naves de corto alcance, pero -- que permiten tener una buena conexión entre diferentes ciudades -- del Estado y además con otros Estados vecinos, ocasionando grandes ventajas al transporte de todo el Estado.

- Puertos.

El Estado de Veracruz cuenta con los puertos más importantes de la República Mexicana, entre los cuales podemos mencionar:

El de Veracruz, Ver., que es el de mayor movimiento; el que más exporta e importa y el de mayor entrada y salida de pasajeros.

El de Tuxpan, Ver., que exporta productos petroquímicos y petróleo, así como productos agrícolas.

El de Lobos, Ver., que también exporta productos petroquímicos, y petróleo, así como productos agrícolas.

El de Coatzacoalcos, Ver., que exporta productos petroquímicos, petróleo, minerales y productos agrícolas.

Existen puertos de cabotaje como los de Nautla, Alvarado, etc., -- que permiten tener comunicado a toda la región del Golfo por vía marítima.

MICROLOCALIZACION. -

Dentro del municipio de Coatzacoalcos, casi en sus límites con el municipio de Ixtlahuacán del Sureste, Ver., se ubica la microlocalización del proyecto.

a) Aspectos geográficos.

El municipio de Coatzacoalcos se encuentra ubicado, en porción del sureste del Estado de Veracruz, con límites hacia el norte con el Golfo de México, hacia el sur con el municipio de Ixtlahuacán del Sureste y el Municipio de Moloacán, al oeste con los municipios de Pajapán, Chinameca y Coseolacaque y hacia el este con los municipios de Alpatlahuac y Acatlán.

Los poblados que conforman la zona de influencia son: --- Coatzacoalcos, Minatitlán, Tizandépetl, Chapopotla, Nanchital, Barrandas, Mapachapa, Chacalapa.

Se puede observar que existen dos grandes ciudades como lo son la de Coatzacoalcos y la de Minatitlán, de donde proviene el grueso

de los trabajadores, pues se puede establecer que la gente de los poblados aledaños se dedica a labores agropecuarias, aunque dado el desarrollo industrial que está teniendo la zona, cada vez existe gente más preparada para poder desempeñar los nuevos trabajos que el desarrollo produce.

Se puede establecer que la ubicación de la planta se encuentra precisamente en el poblado de Morelos, perteneciente al Ejido de Pajaritos, Municipio de Coatzacoalcos, Ver.

El poblado de Morelos tiene una altitud de 10 m sobre el nivel del mar. La temperatura que se registra es la siguiente:

- a) Máxima 41 °C
- b) Mínima 12° C
- c) Máxima prom. 39 °C
- d) Mínima prom. 14° C
- e) Invierno prom. 20° C
- f) Verano prom 25° C
- g) Temperatura de bulbo húmedo 28° C

La precipitación registrada es la siguiente:

- a) Máxima por hora 80 mm.
- b) Diaria máxima 279.4 mm/24 hr.
- c) Temporada de tormenta entre mayo y noviembre

La humedad registrada es la siguiente:

- a) Máxima prom. 95% a 39° C
- b) Mínima prom. 50% a 14° C
- c) Promedio 82%

La presión atmosférica registrada es la siguiente:

- a) La presión máxima para diseño 1022.9 milibars.
- b) La presión mínima para el diseño 997.1 milibars
- c) La promedio 1010.0 milibars.

Se debe considerar que dada la cercanía del Golfo de México, se tiene una atmósfera corrosiva.

Esta ubicación presenta las siguientes ventajas:

- La localización de las materias primas se encuentran a pocos kilómetros de este punto, ya que además del proyecto de PEMEX para la producción de 350,000 y 100m000 toneladas/anuales, en dicho Estado y en el Estado vecino de Tabasco, existen ya dos plantas -- productoras de propileno en Minatitlán, Ver., de 53,000 ton/año y la de Salina Cruz, Oax., de 45,000 ton/año, así como la de Cd. Madero, Tamps. de 61,000 ton/año.
- Se presentan grandes vías de comunicación hacia los diferentes -- centros de consumo en todo el país.
- La localidad cuenta con suficientes servicios y centros de diversión.
- Se observa que existe ya mano de obra suficiente y calificada.
- El terreno es de fácil acceso y además cuenta con una salida hacia el Golfo de México a través del Río Coatzacoalcos. El terreno es de tipo ejidal, lo cual mediante un convenio con los ejidatarios podría ser utilizado.

PREPARACION DEL CALENDARIO DEL PROYECTO.

Nos hemos dado cuenta en los capítulos precedentes, que la planeación y programación de las diversas actividades, reviste gran importancia dado el hecho de que el desarrollo del proyecto así como su iniciación y terminación, deben realizarse armónicamente, sin el mayor problema.

El calendario debe indicar las fechas de iniciación y terminación de las operaciones o etapas de ingeniería, dibujo, procuración, construcción lo antes mencionado, no sólo nos permite asegurar la terminación del proyecto para la fecha prevista, sino además nos permite visualizar los requerimientos de elemento humano.

Hemos podido observar en el capítulo II del presente trabajo el calendario preliminar del proyecto, y que al mismo tiempo nos ha permitido visualizar como es una hoja de calendario. Pero cabe mencionar que a medida que avanza el trabajo, o sea el desarrollo del proyecto, se dispone de información más exacta, y por lo tanto es posible realizar una programación más realista y más detallada. A continuación describiremos cómo se realiza este calendario.

De antemano se establece cuál es el equipo clave y los renglones que se sabe controlan el avance de la obra y se anotan en una tabla (ver tabla 1), en general para establecer esta tabla, se tiene al diagrama de flujo y el plano de distribución de la planta, que nos dan una visión lógica para la división del proyecto en secciones.

La siguiente etapa en la preparación del calendario consiste en determinar la fecha más cercana de terminación. Esta fecha, por

lo general, está controlada por el renglón de equipo que tenga la fecha de entrega más tardada. Una vez que la fecha probable de terminación está seleccionada, la Ingeniería, el dibujo y la construcción se programan a detalle a modo de poder completar el calendario maestro.

Además se ha podido establecer de una manera general cuál es la secuencia de las operaciones en diseño y construcción de plantas, que nos es de gran ayuda para el establecimiento del calendario, y son:

1. Diseño de proceso y preparación del diagrama de flujo de proceso.
2. Preparación del diagrama de Ingeniería de flujo y los planes preliminares de distribución de la planta.
3. Diseño parcial de recipientes. Los recipientes principales, por lo general, son renglones de equipo con plazos largos de entrega y pueden ser parcialmente procurados tan pronto como la información del proceso está completa.
4. Especificación de equipo mecánico, incluyendo transmisiones - eléctricas y de vapor, bombas, compresores, equipo de manejo de materiales, y demás equipo que pueda ser procurado sin la preparación de planos completos.
5. Especificación de instrumentos.
6. Diseño de los principales dispositivos de distribución eléctrica, planta principal y transformadores de subestación, y de dispositivos eléctricos más pequeños.
7. Diseño y especificación de intercambiadores de calor, calentadores de inyección directa, así como sus accesorios.
8. Preparación de especificaciones de tubería y válvulas.

9. Terminación del plan general y de los planos por áreas de la -- distribución de la planta.
10. Planeación de los arreglos de tubería y elaboración de lista de -- materiales para tuberías subterráneas.
11. Diseño de cimentación para recipientes y demás equipos cuyos da-- tos preliminares hayan sido recibidos de los vendedores.
12. Diseño del acero estructural o diseño de otras estructuras requere-- ridas por operaciones de proceso. Estudios arquitectónicos de los edificios.
13. Distribución de ductos de acero estructural para conductores - - eléctricos y elaboración de la lista de materiales eléctricos sub-- terráneos.
14. Diseño de cimentación para equipo eléctrico independiente del - mencionado en el inciso 6.
15. Recepción de planos con dimensiones certificadas, de los equipos -- citados en los incisos 3 a 7.
16. Terminación de arreglos de tuberías a un grado suficiente para -- determinar y fijar las orientaciones de los puntos de conexión en recipientes.
17. Remisión de planos de recipientes para fabricación.
18. Remisión de planos de cimentación a las fuerzas de construcción para erección.
19. Remisión de planos de acero estructural para procuración y fa-- bricación de acero estructural; remisión de especificaciones de - todos los materiales para la construcción.

20. Arranque de la construcción; limpieza de terreno, nivelación -- preliminar y excavaciones para cimentación.
21. Terminación de la elaboración de lista preliminar de materiales de tubería para su procuración.
22. Terminación de los diversos aceros estructurales principales -- para soportes de tuberías y elaboración de lista de materiales -- de todos los renglones varios para usarse en la construcción de campo en la manufactura de soportes de tuberías.
23. Iniciación de los planos de instalación de instrumentos: elabora-- ción de lista de todos los materiales requeridos para la instala-- ción de la instrumentación.
24. Terminación del diseño de tubería y remisión de planos para su fabricación.
25. Terminación del diseño arquitectónico y de la elaboración de lis-- ta de materiales para edificios.
26. Terminación de planos eléctricos y listas de materiales.
27. Terminación de la procuración de todo el equipo principal.
28. Comienza la entrega, en el sitio de la obra, de ciertos renglones de equipo comprendidos en los Incisos 4 a 8.
29. Terminación de instalaciones subterráneas.
30. Terminación de cimentaciones.
31. Entrega de renglones principales de equipo y acero estructural, e iniciación de la erección sobre el nivel del piso.
32. Instalación de tuberías.
33. Instalaciones eléctricas.

34. Instalación de instrumentación.
35. Prueba del equipo instalado.
36. Instalación de aislamientos.
37. Limpieza
38. Procedimientos de operación de arranque.
39. Aceptación de la planta por el cliente.

Información para la preparación del calendario. -

Estimación de las horas-hombre empleadas para el diseño y cálculo de equipo.

Las horas-hombre requeridas para un cálculo es específico -- varían de acuerdo al sistema de proceso, de la disponibilidad de los -- datos físicos y la relativa familiaridad del ingeniero con el proceso -- diseñado.

Una serie de datos han sido recolectados y se encuentran -- resumidos en la tabla 2. Es imposible establecer que estos datos -- sean los que nuestro caso sean requeridos exactamente, pero en promedio se pueden acercar mucho a la realidad, esto es en base de poder establecer un orden de magnitud para la determinación del equipo empleado.

Las computadoras, representan una gran ventaja para la -- realización de los cálculos en el diseño de equipo. Además existen -- programas ya establecidos para el cálculo de ciertos equipos empleados, como por ejemplo torres de destilación, cambiadores de calor, -- separadores, absorbedores, etc.

TABLA 15 LISTA DE LOS EQUIPOS QUE EFECTUAN DE MANERA PREPONDERANTE LA ELABORACION DEL CALENDARIO MAESTRO, CASO ESPECIFICO, PROYECTO DEL POLIPROPILENO ISOTACTICO.



EFFECTOS CRITICOS.



EFFECTOS PREPONDERANTES.

NOMBRE DEL EQUIPO	PLANO GENERAL	INGENIERIA CIVIL	INGENIERIA ELECTRICA	TUBERIAS	TRABAJO DE CAMPO (PERIODO DE ENTREGA)
SISTEMA DE PELETIZADO	◐	◐	◐	◐	◐
SISTEMA DE SECADO	◐	◐	○	◐	◐
CENTRIFUGA	○	◐	◐	○	○
MEDIDOR DE ALIMENTACION	○	○		○	○
EVAPORADOR	○	○	◐	○	○
SOPLADOR			◐		
COMPRESOR	○	○	◐	○	
SOPLADOR CENTRIFUGO			◐		○
REACTOR			○		○
AP CALDERA	○	○	○	○	
FILTRO TIPO BOLSA		◐			○
TANQUE CON AGITADOR			○		
BOMBAS			○	○	
EC MOTOR		○	◐		

TABLA 16

Horas-hombre requeridas para el diseño de equipo.

Tipo de Equipo	Diseño	Computadora	Chequeo	Totales
Cambiadore de Calor				
Enfriador	30	-	-	30
Calentador	4	-	2	6
Cambiador, con flujo de sosa	32	-	6	38
Enfriador, con flujo de sosa	8	-	2	10
Cambiador, con flujo de aceite	32	-	5	37
Cambiador de doble tubo	15	-	4	19
Condensadores				
Vapor	7	-	-	7
Orgánico	6	-	2	8
HCL-Orgánico	10	-	11	21
Condensadores parciales.				
Orgánico-aire	10	-	2	8
Inorgánico-aire	50	-	20	70
Calentadores totales (termosifón)				
Orgánico-vapor	16	-	-	16
Orgánico-vapor	10	-	5	15
Orgánico-vapor	5	1	-	6
Calentadores Totales (circ. forzada)				
Orgánico-vapor	25	-	10	35
Orgánico-vapor	3	2	-	5

Tipo de Equipo	Diseño	Computadora	Chequeo	Totales
Destilación (Empacada)				
Torre carbonatadora	25	-	10.5	35.5
Enfriadora de gas	20	-	8	28
Enfriadora	16	-	22	38
Destilación (platos)				
Orgánica	50	-	25	75
Desmetanizadora	31	-	22	104
Deetanizadora	24	-	15	39
Orgánica	5	6	-	11
Bombas				
Un sistema	8	-	6	14
Simple	1	-	1	2
Compresores Reciprocantes				
BHP	3	-	-	3
Igual para el centrífugo				
Líneas de Proceso				
Simple	0.5	-	0.5	1
Sistema de 22 líneas	20	-	9	29
Válvulas de seguridad				
Simples	2	-	2	4
Trampas de vapor				
Sistema de 4	3	-	1	4
Simple	1	-	1	2

Tipo de Equipo	Diseño	Computadora	Chequeo	Totales
Tanques y recipientes				
Tanque de almacenamiento	2	-	-	2
Tanque flash	6	-	3	9
Balances de Material				
Depende del tamaño del sistema.				

Estimación de las hora-hombre totales para el proceso.

Después de que las horas-hombre empleadas para cada equipo han sido determinadas para el proyecto, una guía para estimación de las horas-hombre totales es:

$$\text{Total de horas-hombre estimadas para la fase de ingeniería} = \frac{\text{Horas-hombre estimadas para el equipo}}{0.45}$$

Esta fórmula no es aplicable a proyectos menores de 200 horas-hombre, y además cuando por lo menos el 50% de los equipos han sido calculados con calculadoras comunes.

Cuando existe un límite de tiempo para completar un proyecto, podemos emplear la siguiente ecuación:

$$\text{Promedio de hombres requeridos} = \frac{\text{Horas-hombre estimadas}}{\text{(Total de semanas transcurridas)} \text{ (32 a 35)}}$$

Donde 32 a 35 representan las comunes horas-hombre por 40 horas semanales por hombre.

Patrones típicos de horas-hombre.

Las figuras 1, 2 y 3 ilustran patrones de horas-hombre típicos que se presentan en diferentes proyectos. Se puede decir que la figura 2 nos es de mayor utilidad en proyectos pequeños y las figuras 2 y 3 para proyectos grandes.

Plazos de entrega o manufactura, para diversos tipos de equipo.

La fecha de entrega del equipo debe tener influencia en todo el trabajo de la organización de diseño, incluyendo el diseño de proceso. En general se puede establecer que si existen equipos muy -

TIEMPO
MESES

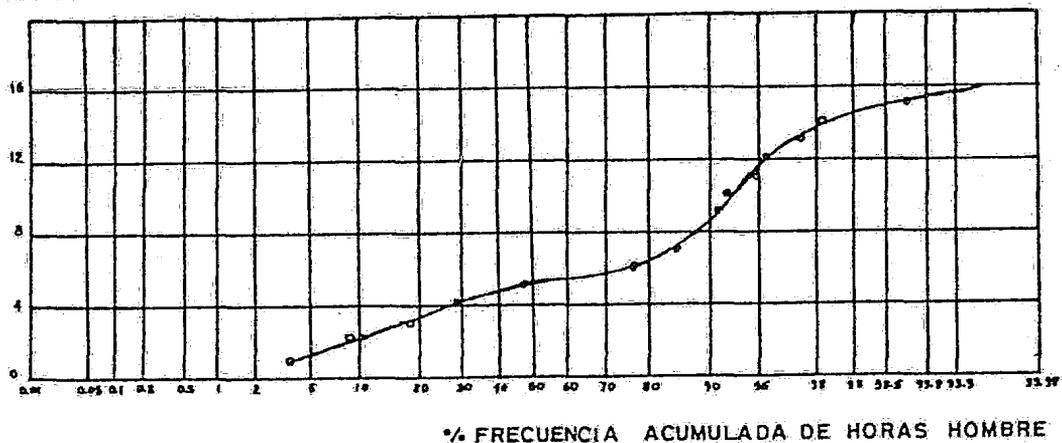


FIGURA 1

TIEMPO
MESES

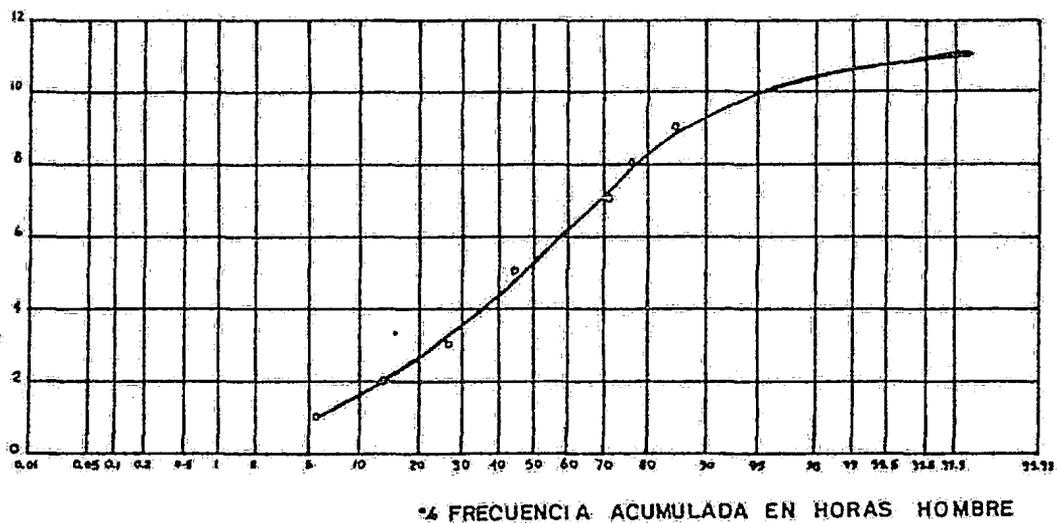


FIGURA 2

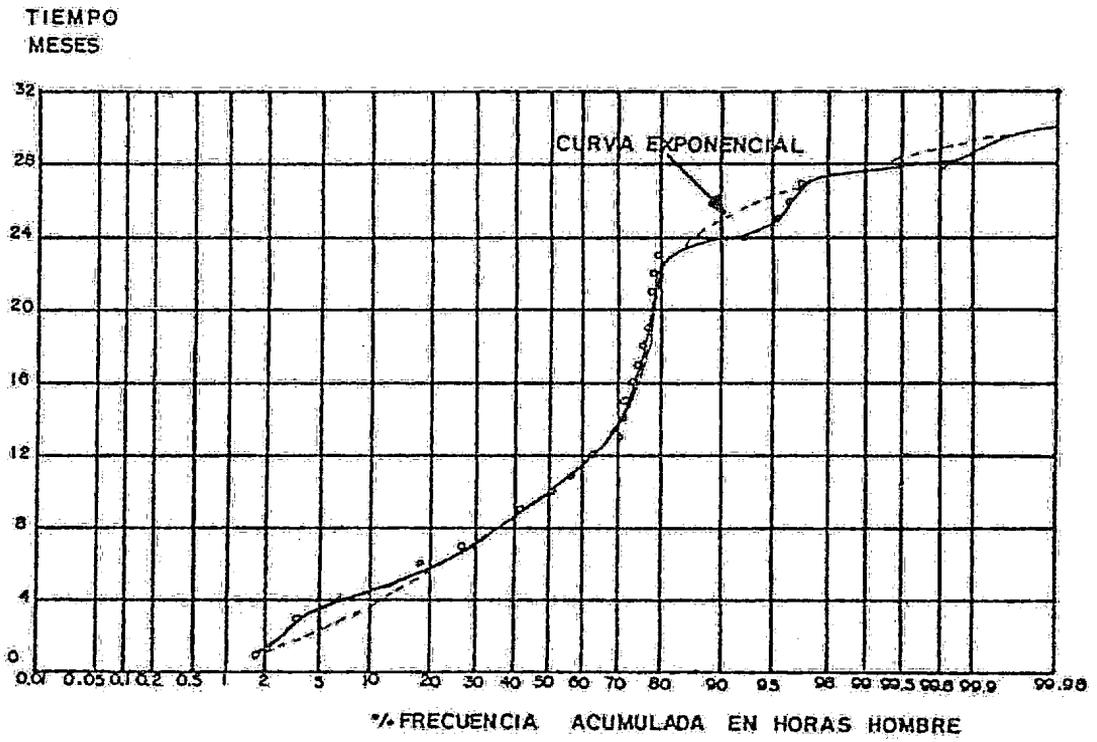


FIGURA 3

grandes estos deben ser determinados en cuanto a sus especificaciones lo antes posible, ya que estos equipos requerirán de un tiempo mayor para su entrega. A continuación proporcionamos una tabla que indica los probables plazos de entrega para equipos típicos.

Recipientes.

a. Cámaras de pared gruesa o forjada, con espesor superior a 3 pulg.	12-14 meses
b. Recipientes grandes de lámina gruesa, mayor de 1 pulg. de espesor	10-12 meses
c. Tambores u otros recipientes de pared ligera	6-8 meses
d. Recipientes pequeños	4 -6 meses
e. Partes Internas, platos, o equipo especial	4 - 6 meses

Máquinas

a. Bombas de gran capacidad turbinas, compresoras o cualquier máquina con más de 10 ton. de peso	10-18 meses
b. Bombas de mediana capacidad	8 - 10 meses
c. Bombas y compresores baja presión y baja temperatura	6 - 8 meses

Aparatos de Intercambio de calor

a. Condensadores grandes, aparatos de alta presión o alta temperatura	8 - 12 meses
b. Intercambiadores ordinarios de calor, de coraza y tubos	6 - 8 meses
c. Intercambiadores de doble tubo	4 - 6 meses

Calentadores

a. Calentadores de inyección directa (instalados)	6 - 8 meses
b. Unidades empacadas, de varios tipos	4 - 6 meses

Tuberías y accesorios

a. Tubo fabricado	6 - 8 meses
b. Tubo diverso, de acero al carbón	1 - 2 meses
c. Tubería diversa, de aleación de acero inoxidable	1 - 6 meses
d. Válvulas, de aleación, de alta presión o especial	6 - 10 meses
e. Válvulas de control, de aleación y otras	1 - 6 meses
f. Válvulas de acero fundido y forjado	1 - 3 meses
g. Válvulas de hierro fundido y pequeñas de latón o bronce	1 - 3 meses
h. Juntas de expansión y accesorios especiales de soporte	1 - 6 meses
j. Accesorios de aleación y de acero al carbón	1 - 6 meses
Acero estructural	1 - 4 meses

Equipo Eléctrico

a. Materiales eléctricos, motores, cable, tubos, conductores	1 - 8 meses
b. Dispositivos de distribución	2 - 12 meses

Instrumentos

a. Tableros prefabricados, completos	5 - 8 meses
b. Instrumentos sencillos	2 - 4 meses

Planeación de la distribución del personal.

Para que la realización del proyecto se vea culminada con todo éxito, es necesario contar con el personal adecuado, teniendo cuidado que los ingenieros asignados a desarrollar el trabajo cuenten con las siguientes características primordiales:

1) Habilidad para entender el proceso en cuestión.

- 2) Conocimientos de la tecnología.
- 3) Habilidad para diseñar el equipo involucrado.
- 4) Habilidad para tomar decisiones.

Con la gente ya seleccionada, se procederá a trabajar durante las distintas fases del proyecto.

Debe quedar claramente establecido que los calendarios antes establecidos son rara vez precisos, siendo la operación más eficiente - o práctica el disminuir el personal y trabajar horas extras durante las cargas máximas de trabajo.

Siendo otra alternativa la versatilidad del grupo de trabajo con el movimiento de personal.

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

- 1) La investigación de procesos tiene una importancia fundamental en el desarrollo de una tecnología o en la selección de la misma.
- 2) Se sentaron las bases para un mejor entendimiento de la Ingeniería de proceso, término que en ocasiones resulta problemático definir y entender.
- 3) Los estudios anteriores a la selección deben ser lo bastante completos para poder lograr una buena elección del tecnólogo.
- 4) El proceso de selección involucra varios factores, los cuales - sólo lo conjugándolos bien pueden ser de gran ayuda.
- 5) El desglose de la información generada en la Ingeniería básica - es fundamental para su entendimiento y con ello se logra diferenciar - de la Ingeniería de detalle de una manera más fácil.

BIBLIOGRAFIA

- Antonio Sánchez Molina. Síntesis Geográfica de México. Ed. Trillas, México, 1972.
- Rase Barrow Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso. Ed. CECSA, México, 1981.
- Chemical Eng. June 15, 1981, Plantsite Selection James E. Granger.
- X Censo General de Población y Vivienda 1980, S.P.P.
- Ludwig Tomo II Equipment Design.
- Polypropylene Fiber and Films. Anthony V. Galanti M.S. and Charles L. Mantel Ph. D. Newark College of Engineering Newark, New Jersey, Plenum Press New York 1975
- Poly Olefin Resin Processes Marshal Sittling. Princeton University Gulf Publishing Co, Houston, Texas. February, 1981.
- Stanford Research Institute: Process Economics Program. Melo Park, Cal.
- Bucay B.: Contribuciones a una teoría del desarrollo de la industria de proceso. Rev. I.M.I.Q. Dic. 1972
- Boston Consulting Group: The Learning Curve. Boston, Mass, 1970.
- Rudd, D.F., :A Model of Development of the Intermediate Chemicals Industry. Reporte Preliminar, 1973.
- García Moreno G. y López Mella do G.: Transferencia de Tecnología. Seminario de la Soc. Mex. Ing. Costos.

- Montecatini, BP 1,018,328. 26 Jan. 1966
- BASF, DP 6,811,052.
- Information Bulletin 'Informazione Tecniche sul MOPLEN' of Soc. Montecatini Edison, 1970, Milano.
- Sumitomo Chem.Co., BP 1,089,279 (29 January, 1965);
Sumitomo Chem., Co., BP 1,056,236 (9 June, 1964);
Sumitomo Chem. Co., BP., 1,489,950 (29 July, 1966);
Sumitomo Chem. Co., BP 1,487,211 (21 July, 1966).
- Natta, G., Severini, F., Pegoraro, M. and Tavazzani, C.,
Makromol Chemie 1968 119, 201.
- HIGH-YIELD PP SYSTEM FOR AFRICA
Montedison SpA; Mitsui Petrochemical Industries Ltd.
MITSUI PETROCHEMICAL INDUSTRIES LTD. MONTEDISON SPA
Plast. Rubb. Wkly, No. 884, 25th April 1981, p. 6.
- GAS PHASE POLYMERISATION OF PROPYLENE, USING ZIEGLER-NATTA CATALYSIS, I.A. Voloshin; N.P. shestak; G.N. Kashirina;
Plast. Massy, No. 7 1978, p. 8 - 10
- INDUSTRIAL PROCESS OF POLYPROPYLENE MANUFACTURE
J.Dabroski; M. Kurkowska.
Polim. Tworz. Wielk., 23 No. 8/9 1978, p. 296-8
- NEW POLYMERISATION CATALYSIS FOR POLYPROPYLENE
L. Luciani; U. Giannini.
Montedison SPA
MAT. PLAST. ELAST., Nos. 7-8, July/Aug. 1977, p.417-21.

- PROCESSES FOR POLYPROPYLENE COMMERCIALIZATION
SHORT JAMES N.

Phillips Pet Co., Bartlesville, Okla.

Ind. Res. Dev., v. 22 n. 9 Sept. 1980, P. 109-112.

CAPITULO IV

INGENIERIA DE DETALLE

CAPITULO IV

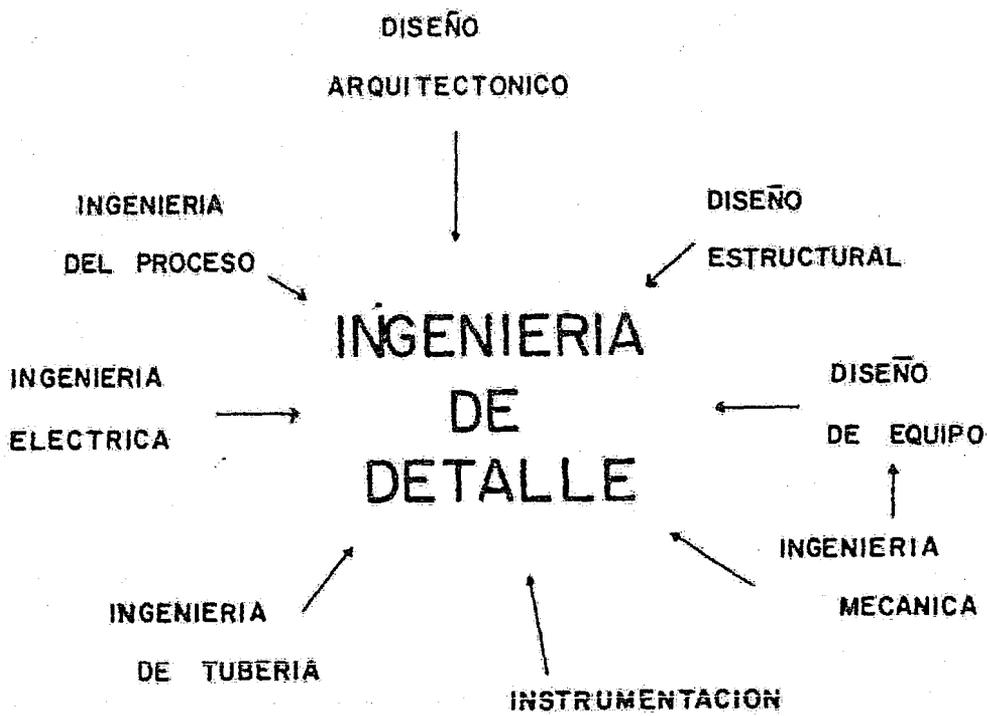
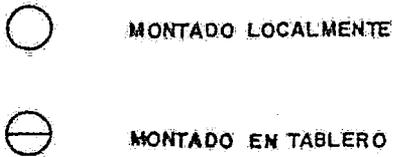
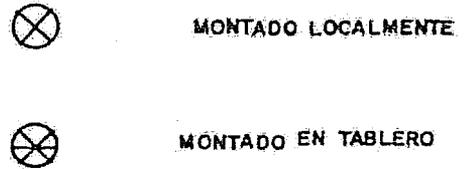


FIG. 4.1.1 SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION BASICA.

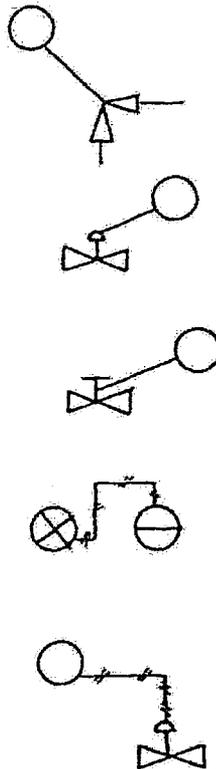
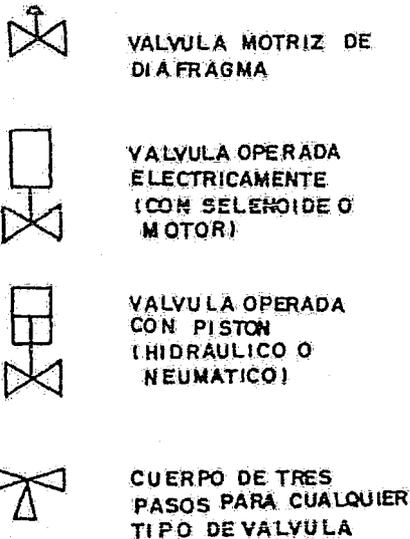
INSTRUMENTOS CON UN SOLO
SERVICIO Y FUNCION.



SIMBOLOS BASICOS
PARA TRANSMISOR*



INSTRUMENTOS COMBINADOS, O
DISPOSITIVOS CON DOS SERVICIOS O FUNCIONES



VALVULA DE SEGURIDAD

VALVULA REGULADORA DE PROPIA ACCION (INTEGRAL)

VALVULA DE CONTROL OPERADA MANUALMENTE

INSTRUMENTOS DE TRANSMISION NEUMATICA

CONEXION NEUMATICA DEL INSTRUMENTO HACIA LA VALVULA MOTRIZ DE DIAFRAGMA

FIG. 4.1.2 SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACION DE FLUJO

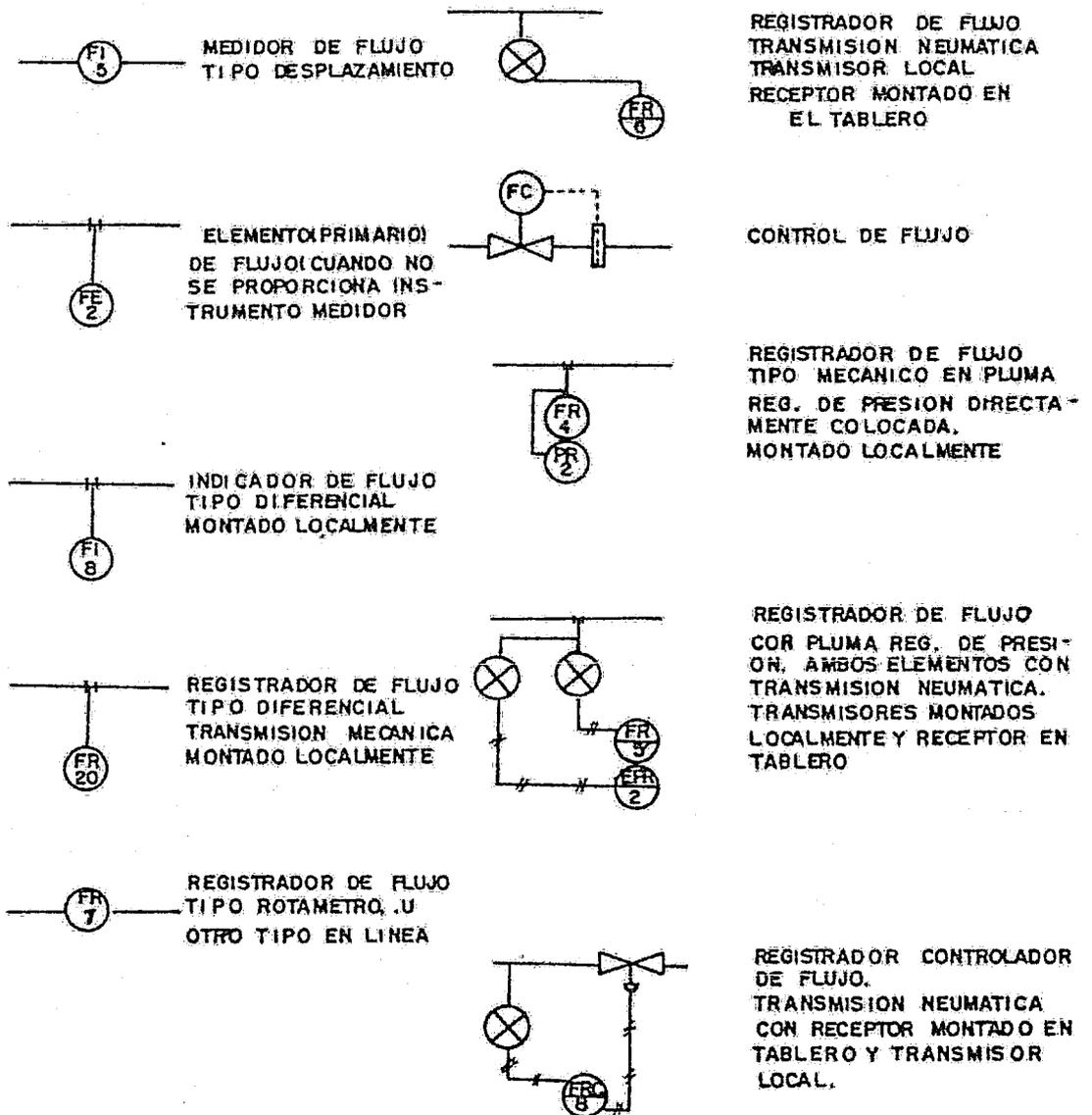


FIG. 4.1.3 SIMBOLOS PARA INSTRUMENTACION DE TEMPERATURA

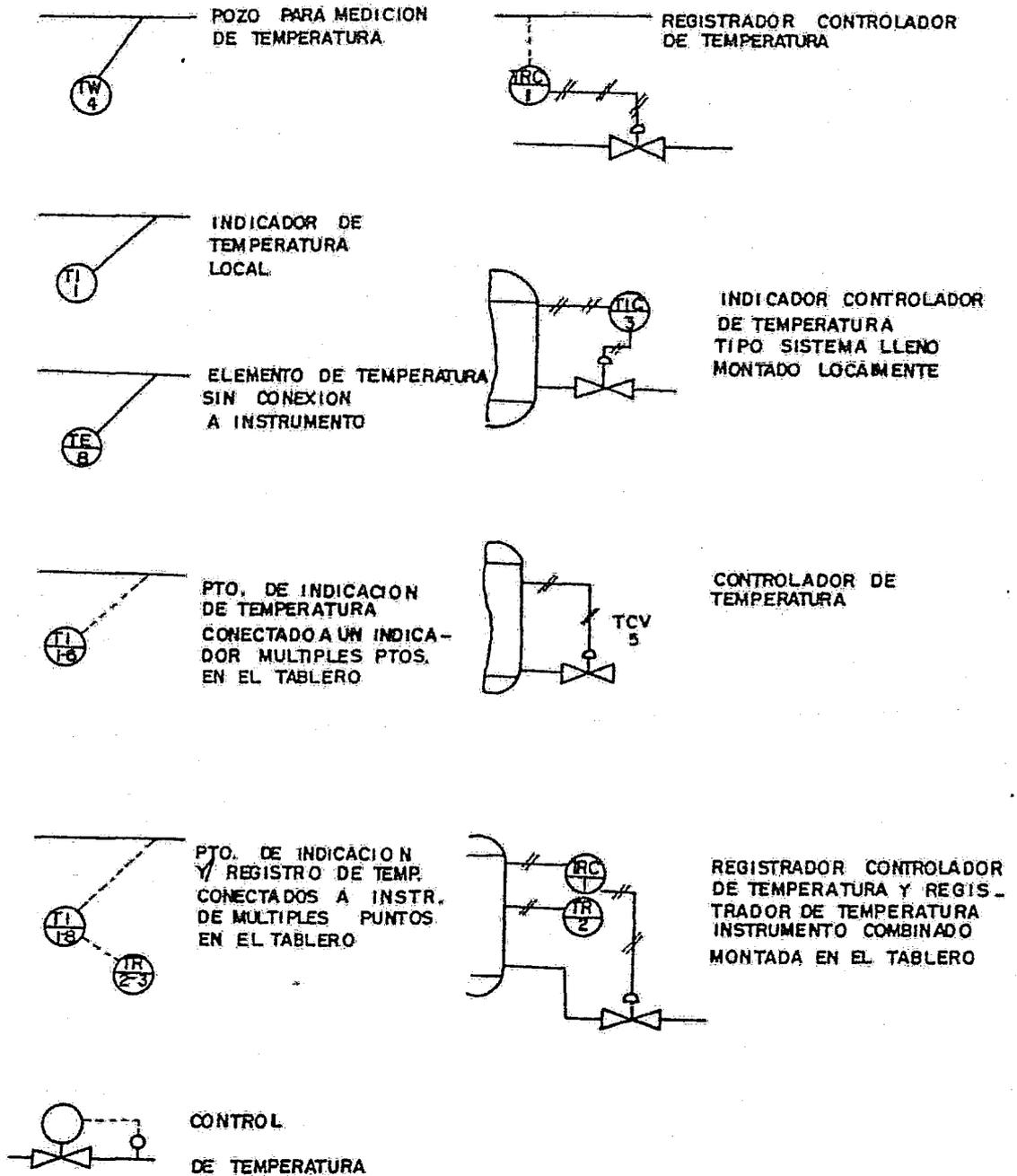
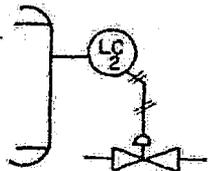


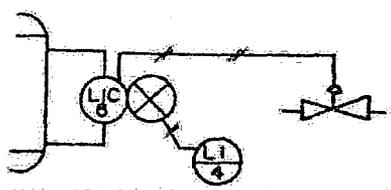
FIG. 4.1.4

SÍMBOLOS

DE INSTRUMENTACION DE NIVEL



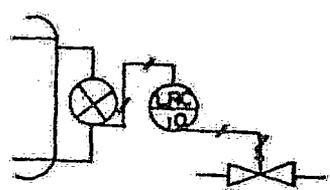
CONTROL DE NIVEL
TUBO



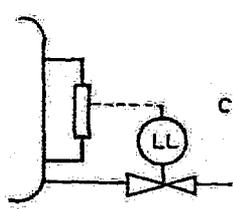
INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL
TIPO EXTERNO
TRANSMISION NEUMATICA



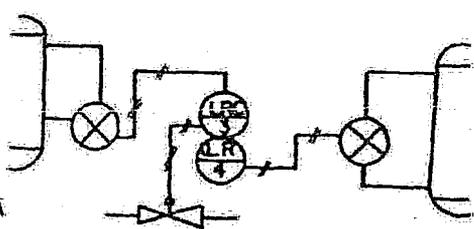
CONTROL CIEGO
DE NIVEL
TIPO INTERNO



REGISTRADOR CONTROLADOR DE NIVEL
TIPO EXTERNO
TRANSMISION NEUMATICA



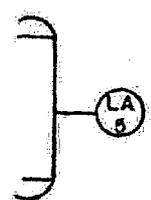
CONTROL DE NIVEL



REGISTRADOR CONTROLADOR DE NIVEL
Y REGISTRADOR DE NIVEL
TRANSMISION NEUMATICA
RECEPTOR COMBINADO
MONTADO EN EL TABLERO



REGISTRADOR DE NIVEL
TRANSMISION NEUMATICA
CON RECEPTOR MONTADO
EN TABLERO Y TRANSMISOR
TIPO EXTERNO



ALARMA DE NIVEL
TIPO INTERNO

FIG. 4 I. 5 SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION DE PRESION

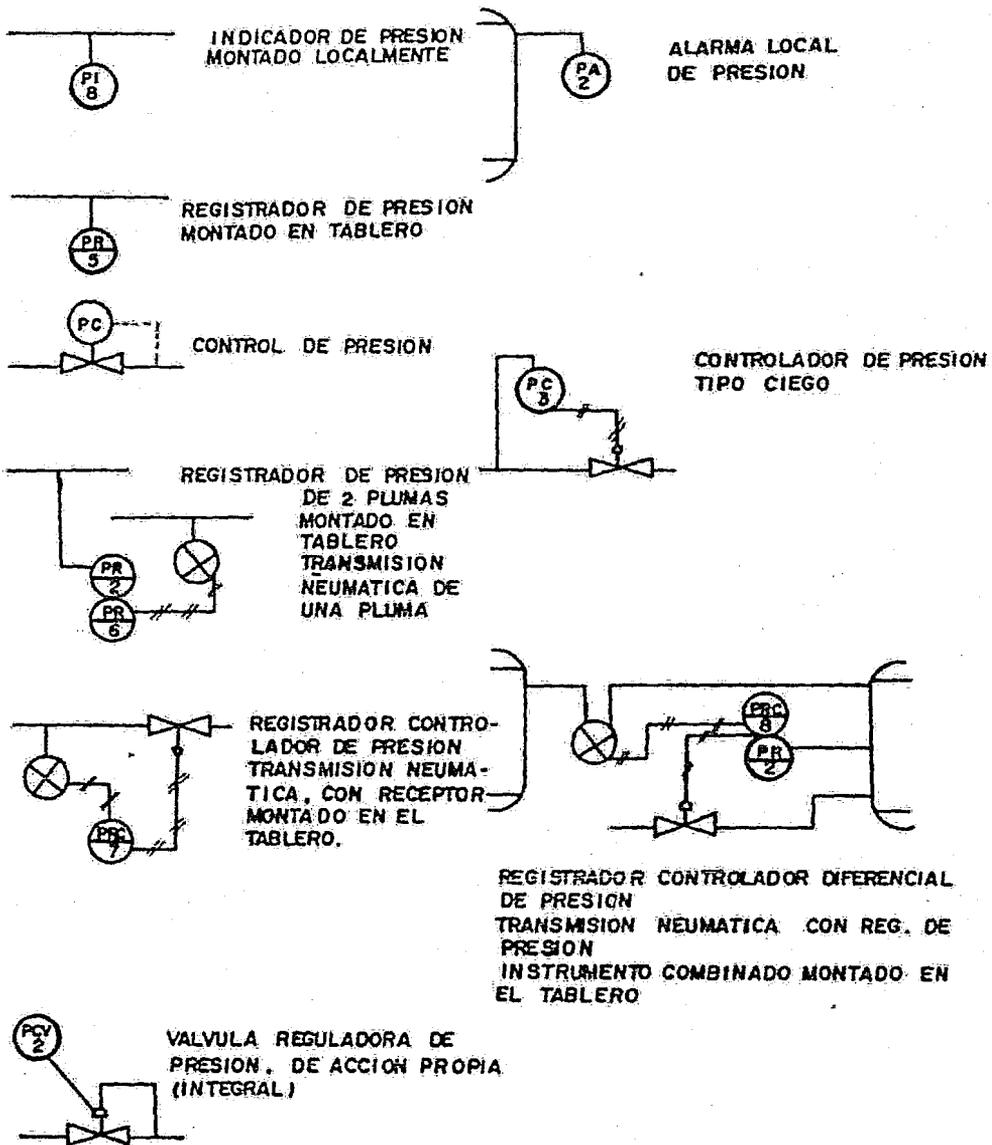
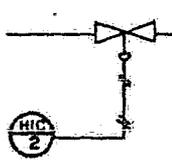
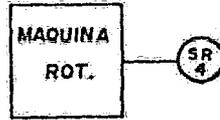


FIG. 4.1.6. Fig. INSTRUMENTACION DE DIVERSOS



CONTROLADOR NEUMATICO DE OPERACION MANUAL MONTADO EN EL TABLERO CON INDICACION.



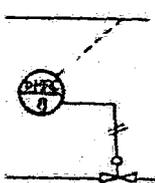
REGISTRADOR DE VELOCIDAD MONTADO LOCALMENTE



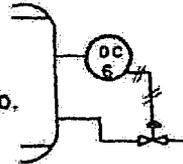
REGISTRADOR DE CONDUCTIVIDAD MONTADO LOCALMENTE



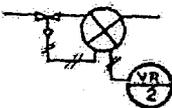
REGISTRADOR DE HUMEDAD MONTADO LOCALMENTE



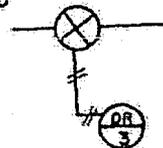
REGISTRADOR CONTROLADOR DE pH MONTADO EN TABLERO.



CONTROLADOR DE DENSIDAD CIEGO. TIPO ELEMENTO INTERNO



REGISTRADOR DE VISCOSIDAD TRANSMISION NEU. MONTADO EN TABLERO



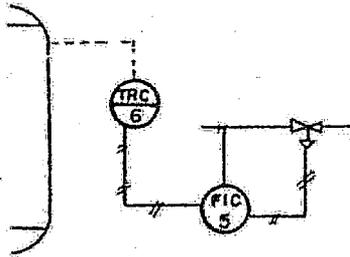
REGISTRADOR DE DENSIDAD TRANSMISION NEUMATICA MONTADO EN EL TABLERO



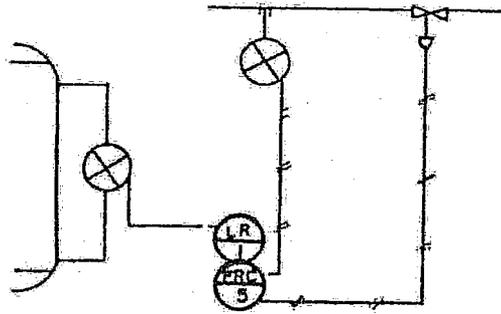
REGISTRADOR DE PESO. MONTADO LOCAL

TRANSPORTADOR DE BANDA

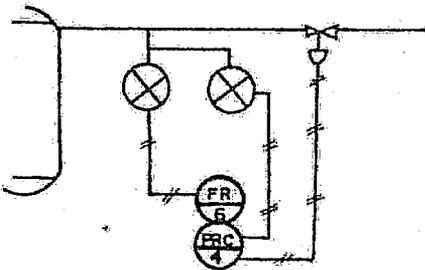
FIG. 4.1.7. SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION PARA INSTRUMENTOS COMBINADOS



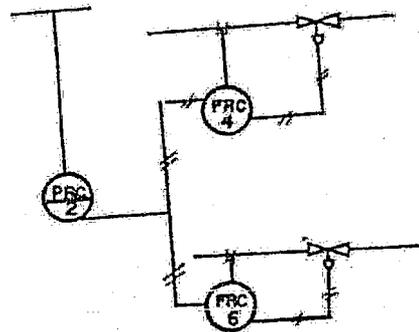
REGISTRADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA, MONTADO EN TABLERO. REAJUSTA, LOCALMENTE MONTADO, DE INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO.



REGISTRADOR CONTROLADOR DE FLUJO CON REGISTRO DE NIVEL, AMBOS ELEMENTOS CON TRANSMISION NEUMATICA. TRANSMISOR DE NIVEL, TIPO EXTERNO. RECEPTOR COMBINADO, MONTADO EN TABLERO



REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION CON REGISTRO DE FLUJO. AMBOS ELEMENTOS CON TRANSMISION NEUMATICA. RECEPTOR COMBINADO. MONTADO EN TABLERO.



REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION MONTADO EN TABLERO. REAJUSTE, LOCALMENTE MONTADO, DE REGISTRADORES CONTROLADORES DE FLUJO.

CAPITULO IV

4.1 Generalidades

4.1.1 INGENIERIA DE DETALLE DEL PROCESO

4.1.2 DISEÑO ARQUITECTONICO

4.1.3 DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1.4 INGENIERIA ELECTRICA

4.1.5 INGENIERIA DE TUBERIAS

4.1.6 INGENIERIA MECANICA

4.1.7 INSTRUMENTACION

4.2 Ejemplificación de una sección del proceso.

4.2.1 DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACION DE LA SECCION DE PREPARACION DEL CATALIZADOR (SECC. 2100).

4.2.2 ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS

4.3 Diseño de Equipo

4.3.1 BOMBAS Y COMPRESORES

4.3.2 DISEÑO DE RECIPIENTES

4.3.3 APLICACION A UNA SECCION DEL PROCESO

4.3.4 ALCANCE DE ABASTECIMIENTO

4.1 GENERALIDADES .

Cuando se ha completado el diseño del proceso, se han preparado especificaciones de equipo e Instrumentos principales y se han elaborado programas para la ejecución del proyecto, se inician una serie de actividades tendientes a diseñar con fines constructivos toda la planta.

Este diseño es el producto del trabajo de personal especializado en las disciplinas de ingeniería civil, mecánica, eléctrica, tuberías e Instrumentos y mediante el cual la ingeniería básica y la de proceso es traducida en dibujos de detalle, con listas de materiales, especificaciones y cualquier otra información, que es indispensable para adquirir los equipos, materiales, accesorios e Instrumentos y realizar el montaje e instalación de toda la planta.

La ingeniería de detalle implica erogaciones para cubrir la preparación de planos y especificaciones necesarias, tanto para la compra y/o fabricación de equipo de proceso y servicio, como para la instalación completa de la planta, dentro de normas y estándares aceptados.

Dado el tamaño de la nueva instalación que se proyecta y el estimado preliminar de horas hombre que se requerirían para la realización de este trabajo, se encomendó a una firma de ingeniería ya establecida en el mercado con experiencia en el manejo de proyectos.

Por lo general, el trabajo de ingeniería y dibujo se distribuye entre grupos de especialistas, según sea la fase del diseño. El trabajo de dichos especialistas se divide en dos categorías principales:

- a) Ingeniería de equipo especializado, y
- b) Dibujos de los diseños elaborados.

Y a partir de la información básica proporcionada por el cliente, la firma de Ingeniería deberá realizar los siguientes trabajos:

4.1 Ingeniería de detalle del proceso.

Por lo general, se tienen dos tipos de dibujos para proyectos de plantas de proceso: los dibujos preparados por los diseñadores y los preparados por los fabricantes. Casi todos los dibujos que son elaborados por los diseñadores de las plantas se usan para evitar el correspondiente pago a los distribuidores o para la elaboración de la lista de materiales con las subsecuentes ventajas.

1. Dibujos necesarios elaborados por los diseñadores de la planta de proceso:

a. Dibujos para la instalación del equipo, ya sea para fabricarse en el mismo sitio de su construcción o bien para mandarse a fabricar en algún taller; también se usan para conocer la lista de materiales.

b. Los dibujos preparados por el fabricante de equipo, o por otras personas se basan en el diseño inicial o general del comprador.

c. Los dibujos que se hacen para la construcción de equipo, también se usan para la elaboración de la lista de materiales.

2. Dibujos e información de los fabricantes.

a. Dibujos elaborados por el fabricante para uso propio, para manufactura o fabricación; algunas veces son llamados dibujos de

taller..

b. Dibujos de montaje, preparados por el fabricante y usados por el cliente para montaje del equipo comprado.

c. Dibujos mostrando di mensiones, hojas de informackn, -
hojas sueltas de catálogos, éstas son preparadas por el fabricante --
para que el cliente las use en el diseño.

1. Elaboración del cuestionario y bases de diseño.
2. Elaboración del alcance de trabajo.
3. Revisión y actualización de lista de equipo para áreas de proceso.
4. Revisión y actualización de lista de motores para áreas de proceso.
5. Revisión y actualización del diagrama de flujo de proceso y de balances (materia y energía).
6. Revisión y actualización de los diagramas de tuberías e instrumen
tación para proceso.
7. Preparación de especificaciones generales para equipo, tubería y materiales de proceso.
8. Elaboración, revisión y actualización de diagramas de distribución de servicios para cada sección de la planta.
9. Elaboración, revisión y actualización de diagramas de flujo de balances de materia y energía y diagramas de tuberías e instrumen
tación para servicios: generación de vapor, manejo de condensados, combustibles, etc.
10. Elaboración, revisión y actualización de lista de equipo para servicios.
11. Preparación de las especificaciones generales para equipo, tuberías,

- para procesos y servicios de la planta e indicaciones en planos de proveedor.
13. Elaboración de diagramas de trayectoria de tuberías, tanto exteriores como interiores (Rack e Isométricos).
 14. Preparación del índice de líneas en coordinación con el grupo de tuberías.
 15. Revisión de las especificaciones de equipo en todas las áreas de proceso y del cálculo hidráulico preliminar.
 16. Comprobación hidráulica final del sistema de servicios.
 17. Elaboración de los cálculos finales de bombas de acuerdo con el diseño de tuberías.
 18. Revisión de todas las especificaciones de equipo de procedencia nacional y extranjera para su adquisición y ajuste de acuerdo al proveedor del equipo seleccionado.
 19. Actualización de las hojas de datos de equipo con las indicaciones de la información de proveedores.
 20. Preparación de requisiciones de todo el equipo y materiales para envío al grupo de procuración.
 21. Revisión de los balances de materiales de los sistemas de servicios para ajustarlo a datos certificados de los proveedores de equipo.
 22. Evaluación técnica de las ofertas de equipo para aprobación de tablas comparativas.
 23. Revisión de los planos de recipientes en lo referente al cumplimiento de las hojas de datos.

24. Revisión de dibujos de fabricante para su aprobación en lo referente al cumplimiento de las condiciones de operación.
25. Revisión de planos generados por los otros grupos.
26. Revisión y preparación de los manuales de operación de la planta, procedimiento de arranque y paro, posibles fallas y la manera de corregirlas.
27. Participación en la elaboración del estimado de costos.

4. 1. 2. Diseño arquitectónico.

La responsabilidad del personal de este grupo consiste en -- hacer el diseño arquitectónico completo necesario para el producto, - tomando en cuenta todos los factores que afectan al terreno y la ins-- talación así como las condiciones de operación del equipo.

1. Elaboración del cuestionario de diseño y bases de diseño.
2. Programación e investigación de disponibilidad de materiales en el sitio y climatología del lugar, en coordinación con los demás grupos de ingeniería.
3. Elaboración del alcance de trabajo.
4. Elaboración de especificaciones de diseño y construcción.
5. Elaboración de plano de normas arquitectónicas.
6. Preparación de planos de arreglo general de toda la planta.
7. Elaboración de planos de elevación para toda la planta.
8. Elaboración de planos de instalación hidráulica y sanitaria para toda la planta.
9. Elaboración de planos de detalle.
10. Revisión de planos de equipo auxiliar, los cuales son instalados -

en edificios de oficinas.

11. Elaboración de lista de planos.
12. Preparación de la lista de materiales y volúmenes de obra.
13. Preparación de planos con especificaciones básicas para alcantarillas, fosas y sistemas de drenajes y alcantarillado.
14. Revisión planos de proveedor.

4.1.3. Diseño estructural

El personal de este grupo, diseña todas las cimentaciones, todas las estructuras de acero y/o concreto reforzado, así como todos los edificios de tipo industrial, requiriéndose para esto de la colaboración de arquitectos. Por el hecho de que muchas de las cimentaciones van bajo tierra, el personal de este grupo deberá estar en contacto con los que diseñan las tuberías a efecto de poder hacer instalaciones correctas. Es práctica común, indicar en el mismo dibujo todo lo que se va a instalar bajo tierra, tal como cimiento, tuberías y conductos para electricidad. Este procedimiento es muy ventajoso tanto en el diseño inicial como durante el montaje. El personal de este grupo deberá apegar-se a los códigos vigentes y a las especificaciones particulares del trabajo.

La localización del equipo en el interior de la planta debe basarse en el proceso, en la seguridad o en las necesidades del mantenimiento. Por lo tanto son de naturaleza secundaria las estructuras, soportes, cubiertas y cimentaciones y su diseño dependerá de la distribución del arreglo que se haga interiormente con las partes del equipo de proceso.

El diseño de las estructuras, por lo general se basa en normas establecidas previamente. El diseñador de la planta de proceso o el cliente, deben preparar bosquejos esquemáticos o dibujos unifilares en donde sean mostrados tamaños y puntos de conexión de todos los miembros estructurales. A estos puntos prácticamente se les conoce como puntos de trabajo.

La información debe incluir puntos, tales como cubiertas de acero, claros mínimos, dimensiones de barandales, límite de los enrejados en el piso, escaleras, elevadores y plataformas o soportes de algunas otras conexiones.

El vendedor o el fabricante de estructuras, utiliza los dibujos del cliente para estimar el peso, a fin de producir una cotización y para elaborar los dibujos de taller. Cada pieza de acero debe ser detallada a fin de fabricarse en el taller. La práctica a seguir es similar a la seguida por el fabricante de las tuberías. Con frecuencia, las estructuras de acero se venden de acuerdo a lo que pesan. El precio final es generalmente determinado de acuerdo al peso del material embarcado. Cuando las órdenes se basan en la suma global o total, los dibujos del cliente deberán estar completos al tiempo de solicitar la cotización respectiva.

Además de los detalles estructurales el fabricante de las estructuras elabora los dibujos para el montaje de las mismas, utilizando procedimientos estándares seguidos en la industria. Estos dibujos los utiliza el cliente para el montaje. Los dibujos del taller del vendedor, generalmente no están sujetos a la aprobación o revisión del cliente.

te, a menos que el vendedor requiera de su aprobación para hacer -- cambios en el tamaño de algún miembro de la estructura; los cambios se hacen necesarios a fin de proporcionar claros para escaleras o tuberías. Sin embargo, al cliente se le suministran estos detalles, para su uso o para archivo.

Es conveniente apuntar que las prácticas seguidas en la construcción de edificios ordinarios, no son las mismas que para el caso del diseño de una planta de proceso. Por lo mismo, el fabricante, al hacer cambios en un miembro estructural, lo hará con un miembro de mayor o igual resistencia que el original. Así el cliente deberá aprobar a -- priori los cambios necesarios en las estructuras de la planta de proceso.

En los dibujos unifilares preparados por el cliente, se deberá especificar el tipo de fabricación a emplear (remaches, tornillos o soldaduras) y las especificaciones en cuanto a galvanización o pintura. Cuando se requiera en partes galvanizadas, esto afectará a los dibujos del cliente, ya que varias de las conexiones generalmente hechas en la obra, deberán hacerse en el taller antes de su galvanización, no se permite soldadura en la obra, ya que el lo destruiría la galvanización. Si se hacen algunos cambios, deberán quitarse las partes afectadas para volverlas a galvanizar.

1. Estudio de la información básica: arreglo de planta, características físicas de las áreas, estudio de mecánica de suelos.
2. Elaboración del cuestionario de diseño y bases generales de diseño y regulaciones aplicables.

3. Elaboración del alcance de trabajo.
4. Elaboración de lista de planos.
5. Elaboración de especificaciones particulares aplicables al diseño.
6. Programación del trabajo estructural en coordinación con los demás grupos de Ingeniería.
7. Elaboración de especificaciones de construcción requeridas en el sitio de la obra.
8. Preparación de la lista y volúmenes de obra.
9. Preparación de memorias de cálculo, planos y especificación que sean necesarios para tramitar los permisos de construcción.
10. Preparación de planos, especificaciones de construcción y suplementos para las solicitudes de concursos.
11. Revisión de planos del fabricante de estructuras.
12. Elaboración de índice de estructuras.
13. Preparación del arreglo general de la planta y de planos de arreglo de equipo en coordinación con los grupos mecánicos de tuberías y arquitectónicos.
14. Cálculos, diseño y dibujos requeridos para definir áreas externas.
15. Cálculos, diseño y dibujos requeridos para estructuras de acero y concreto y sus cimentaciones en las diversas áreas.
16. Cálculos, diseño y dibujos requeridos para determinar los drenajes industriales, pluviales y sanitarios.
17. Participación en el desarrollo de los arreglos particulares de equipo y áreas, señalando las limitaciones estructurales necesarias.
18. Revisión de los planos de equipo para determinar los datos reque-

ridos por este departamento o para el diseño de estructuras, soporte o cimentaciones.

4.1.4. Ingeniería Eléctrica.

La responsabilidad del personal de este grupo, consiste en hacer el diseño eléctrico completo que se necesita para el proyecto, de acuerdo con las especificaciones particulares y con los diferentes códigos aplicables a instalaciones eléctricas.

Los diagramas de los circuitos de la planta de proceso, se preparan en forma esquemática y unifilar, para mostrar todo el equipo eléctrico, distribución de la carga, transformadores y mecanismos de control. Los encargados del diseño eléctrico, utilizan estos diagramas para distribuir y mostrar con detalle todos los conductos y equipo accesorio. Se asignan números o símbolos a todos los tramos de conductos, circuitos y equipo.

Además de los dibujos de detalle que muestran tramos de conductos y conexiones, en los esquemas se pueden listar con un número a todos los circuitos y conductos, estiramiento adecuado, longitud y tamaño del conducto, longitud y tamaño del cable. Se pueden preparar otras tabulaciones que muestren la secuencia apropiada para la instalación de aparatos de control de potencia.

Los dibujos para la instalación eléctrica, son meros esquemas sin dimensiones, excepto los detalles que muestran puntos terminales de tramos de conducto, disposición de conductos en los bancos, entradas de conductos a edificios o arreglos exactos, necesarios de efectuar para tener cierto espacio. Para hacer estos dibujos, se nece-

citan planos de las áreas correspondientes, así como también dibujos - certificados dados por el vendedor de todas las conexiones eléctricas del equipo requerido.

Por lo general, los dibujos eléctricos preparados por el diseñador de la planta, se usan para montaje de la planta y para elaborar la lista de materiales. Casi todo el equipo eléctrico se obtiene a través de descripciones que se dan por escrito.

1. Elaboración del cuestionario y bases de diseño.
2. Elaboración del alcance de trabajo.
3. Planos de distribución de alumbrado con niveles de luz, de acuerdo a códigos en cada área.
4. Plano de distribución de fuerzas y tierras en cada área.
5. Diagramas esquemáticos de control en cada área.
6. Diagramas unifilares.
7. Diagramas de interconexión, alimentación a instrumentos en cada área.
8. Diagrama de distribución general de alumbrado.
9. Diagrama de distribución general de fuerza.
10. Planos de cuartos de control y subestaciones.
11. Plano de distribución general de tierras y pararrayos
12. Plano de sistemas de teléfono, intercomunicación y alarmas.
13. Revisión y preparación de las especificaciones de todos los equipos eléctricos.
14. Estudio de corto circuito y estudio de coordinación.
15. Detalles de instalación de alumbrado.

16. Elaboración de las requisiciones para equipo y materiales eléctricos.
17. Evaluación técnica de requisiciones, elaboración de tablas comparativas.
18. Revisión de dibujos del fabricante.
19. Preparación de la lista de materiales y volúmenes de obra.
20. Realizar los trámites necesarios para la aprobación de planos eléctricos.

4.1.5. Ingeniería de tuberías.

El diseño de tuberías es muy importante en una planta de proceso, se puede considerar que se asigna del 40 al 60% del presupuesto total de Ingeniería al diseño y elaboración de los dibujos de tubería.

El sistema de tubería está íntimamente relacionado con la Ingeniería del proceso. Los diseñadores que proyectan las tuberías para una planta, deben conocer mejor que el resto del personal las necesidades de los diferentes procesos. Por ello las compañías que proporcionan servicios de Ingeniería dependen principalmente del personal que emplean para el diseño de tuberías, para la elaboración de las diferentes fases del trabajo.

Por lo general, el dibujo de tuberías se hace con líneas simples, con excepción de los tubos grandes, estos se trazan con líneas dobles para mostrar el diámetro del tubo. En los dibujos se dan detalles y notas referentes a las especificaciones del tubo, se indican los lugares donde se tienen flexiones, así como también conexiones con accesorios. En los dibujos se usan símbolos y raras veces se mues-

tran detalles de los accesorios. El diámetro de las bridas se dibuja -- a escala, de tal manera que podrán determinarse rápidamente en los espa-- cios de que se dispone. Se usan símbolos convencionales para describir válvulas. Dependiendo de la práctica a seguir, podrán o no mostrarse las dimensiones entre cara y cara de las válvulas.

La escala que se usa en los dibujos de tuberías es variable. Si se usa escala pequeña tal como 1/4 de plg=1 pie, dará como resul-- tado tener un dibujo muy congestionado sobre todo cuando se trata de -- un proceso complicado. Se usa escala de 1/4 de plg para tuberías ex-- traordinariamente grandes de 6 plg o más. Para el caso de tuberías más pequeñas pueden elaborarse detalles a una escala mayor. Muchas compa-- ñías insisten en que se use una escala mínima de 3/8 de plg en los dibu-- jos de tuberías.

A cada una de las piezas fabricadas en el taller se le pone -- el número de serie indicado en los dibujos de montaje preparados por -- el cliente. Por lo general, en el número de la pieza se incluye el nú-- mero del dibujo en el cual ésta es mostrada. Los números de las pie-- zas pueden listarse en forma tabulada o en cualquier forma reprodu-- cible. Hasta después de recibir la lista del número de cada pieza se pro-- cede a su fabricación.

Cuando el sistema de tuberías es construido en el taller, -- se reducen considerablemente los detalles y las di mension es en los -- dibujos, debido a que en el mismo taller se preparan hojas llamadas -- dibujos de detalles para usarse exclusivamente en el taller. Por lo -- general, estas hojas no están sujetas a la aprobació n y revisión del --

cliente, con excepción cuando se trata de tubos de cierta aleación o --
tratamiento térmico. La revisión completa de todas las hojas de deta--
lle constituye en sí la revisión de todos los dibujos de la tubería. Ya --
que en el taller se preparan los detalles para ajustarse a los dibujos de
montaje preparados por los diseñadores (del cliente), los errores posi-
bles causados en la fabricación y debidos a la inexactitud de los deta--
lles, originarán cambios en la obra, dichos errores deberán ser paga-
dos por la empresa dueña del taller.

El diseñador de la planta de proceso prepara los dibujos en
donde se muestran los arreglos y localizaciones, en el taller donde --
estos se construyen se dibujan esquemas mostrando detalles, no así --
dibujos de montaje. El cliente podrá revisar las facturas de la tubería -
empleada en la fabricación correspondiente, con frecuencia la tubería -
se compra con base al tonelaje, en cuyo caso cada entrega de tubos de
be ser pesada en una báscula pública con certificación de pesos bruto y
neto. En caso que el costo estipule por pieza, la facturación debe in--
cluir el costo del material, de la mano de obra y de los croquis ela-
borados en un taller.

Para el análisis de esfuerzos en tuberías, sólo se requieren
simples croquis. El personal encargado del soporte de tuberías (dise-
ño), marca en los dibujos de la tubería de uso propio, la localización
de anclajes y soportes y de las fuerzas que en ellas actúan. No es co-
mún reproducir dibujos en los cuales se indiquen las fuerzas que actúan.
Por medio de símbolos se indican los puntos de anclaje de la tubería en
los lugares respectivos.

Con frecuencia, se elaboran esquemas de los diferentes tipos de juntas mecánicas de expansión, esto bajo la dirección del personal de este grupo; en los mismos esquemas se indican las dimensiones - (no la información del vendedor), cargas axiales existentes y características de esfuerzos. El fabricante proporciona dibujos de taller o bien -- hojas de información, ya que ciertos datos solamente él podrá proporcionarlos. Después de obtenida toda la información así como los dibujos, podrán darse los datos finales de las juntas de expansión para su - montaje posterior.

En los dibujos de la tubería se indican, mediante símbolos o números, los diferentes tipos de soportes, tales como zapatas y soportes colgantes. Estos números están indicados en hojas estandarizadas. En caso de tener cargas extraordinarias en los anclajes y soportes, el personal que diseña las estructuras deberá hacer una revisión de estas fuerzas. Por lo general, se tienen ya las listas elaboradas de los materiales necesarios para las diferentes uniones de tuberías.

Para la elaboración de la lista de materiales y accesorios que se tienen en la tubería, se necesita tener cierta cantidad de croquis o - bosquejos de la misma. En la lista de accesorios deben incluirse válvulas y algunos otros accesorios de tubería, tales como tornillos y -- materiales para empaques. La lista de materiales se limita a la de - los trabajos que se efectúan en la obra, ya que para lo fabricado en el - taller el personal de éste elabora sus listas. Se debe hacer una lista completa de materiales cuando la tubería se fabrica totalmente en la obra, y en el supuesto caso de que el personal que efectúa el montaje

pertenezca también al personal de diseño de la planta de proceso.

1. Actividades Generales.

- Elaboración del cuestionario y bases del diseño de tuberías.
- Elaboración del alcance de trabajo.
- Elaboración de listas de planos.
- Programación en coordinación con los demás grupos de Ingeniería.

2. Actividades en Áreas de Proceso.

- Estudio de diagramas de tuberías e instrumentación y actualización de estos.
- Estudio de diagramas de flujo.
- Dibujo de diagramas de rutas de tuberías para áreas exteriores.
- Dibujo de diagrama de tuberías de servicios para las distintas áreas de proceso.
- Elaboración de isométricos preliminares para el cálculo de bombas.
- Estudio y localización de equipo según diagramas de tuberías e instrumentación.
- Estudio de hojas de datos de equipo, bombas, etc.
- Estudio de circulaciones, accesos y escaleras.
- Estudio de rutas de montaje e instalación.
- Estudio de áreas de operación y mantenimiento.
- Estudios de sistemas de seguridad.
- Elaboración de planos de arreglos de equipo en plantas, elevación y detalles en áreas de proceso.

- Estudio de distribución de tuberías.
- Estudio de dibujos certificados.
- Localización de boquillas y soportes en dibujos y planos de proveedor.
- Estudios de flexibilidad y de esfuerzos.
- Elaboración de planos de arreglos de tuberías en plantas, elevación y detalles para las distintas áreas de proceso.

3. Actividades en áreas de servicios.

- Dibujo de diagramas de tuberías e instrumentación de generación de servicios.
- Dibujo de diagramas de flujo.
- Líneas exteriores de proceso y servicios.
- Estudio de puentes de tuberías en cruce de FF. CC.
- Estudio de puentes de tuberías en cruce de caminos y accesos.
- Estudio del arreglo general de la planta.
- Elaboración de planos de arreglos de tuberías en patios.

4. Actividades comunes a todas las áreas de la planta.

- Selección y aplicación de normas.
- Elaboración de planos y especificaciones de detalles generales (soportes, trampas, etc.)
- Preparación de listas de material y/o volúmenes de obra según se requiera.
- Elaboración en detalle del Índice de líneas del proyecto.

4.1.6 Ingeniería mecánica.

En la ingeniería del equipo especializado, los detalles de las especificaciones mecánicas del equipo, son seleccionados por Ingenieros especialistas en equipo, tratando de satisfacer las especificaciones del proceso, y se dividen según el tipo de equipo en:

A) Bombas y compresoras. - En este grupo se incluyen a ingenieros especializados en bombas y compresores y son los que se encargan de la selección de las mismas, ya que están en contacto directo con los fabricantes; además de seleccionar al mejor equipo para un trabajo determinado, asesoran a los ingenieros del proceso y proyecto sobre problemas referentes a aplicaciones industriales.

B) Intercambiadores de calor. - Este grupo está integrado por expertos en el diseño de intercambiadores de calor, quienes pueden verificar cotizaciones y especificaciones de todos los equipos, haciendo cálculos y diseños para efectuar comparaciones. Algunos contratistas fabrican sus propios intercambiadores de calor y ellos mismos hacen los cálculos para posteriormente efectuar el diseño.

C) Diseño de recipientes. - Los recipientes deben construirse de acuerdo a las necesidades del proceso; toda compañía dedicada al diseño de plantas deberá tener un grupo de expertos para diseñar recipientes, para cualquiera que sean los requerimientos del proceso respecto al recipiente y sus accesorios.

D) Materiales para tubería. - El material y características de la tubería se deben seleccionar de acuerdo con el flujo que lleve. Para esto existen estándares ya establecidos por las compañías constructo-

ras de tubos, y lo mismo sucede para su aislamiento. Para esto se tiene un grupo de expertos en estos materiales.

E) Equipos Varios. - En algunos casos nos podemos encontrar en un proyecto, equipos especiales que no manejen los grupos anteriores. Por lo que es conveniente tener un grupo experimentado de ingenieros químicos y mecánicos para el diseño de equipos que no sean comunes en todas las instalaciones. Esta clase de equipo puede ser: filtros, centrifugas, evaporadores, autoclaves, mezcladoras, secadores o aparatos para el manejo de materiales. Y en todo caso que el equipo no sea fabricado regularmente. Este grupo debe de ser capaz de realizar el diseño mecánico para su construcción.

Podemos dividir esta sección en las siguientes partes:

- I. - Diseño de Equipo (tanques atmosféricos; recipientes a presión y/o vacío, columnas, cambiadores de calor)
 1. Elaboración de cuestionario y bases de diseño.
 2. Alcance de trabajo
 3. Elaboración de especificaciones generales.
 4. Cálculo y diseño mecánico de los equipos (tanques atmosféricos; recipientes a presión y/o vacío; columnas, cambiadores de calor).
 5. Elaboración de planos detallados para tanques atmosféricos, recipientes a presión y/o vacío.
 6. Elaboración de los dibujos finales de intercambiadores.
 7. Determinación de diseño final y condiciones de operación en coordinación con el grupo de proceso para intercambiadores.
 8. Elaboración de la lista de planos.

4. Evaluación técnica de cotizaciones recibidas .
5. Asistencia técnica en negociaciones con la compañía aseguradora.
4. Sistema de emergencia.

Localización de sistema de seguridad: regaderas, mantos, etc.

Control de ruido en áreas de operación.

4. 1.7 Instrumentación.

Los especialistas en instrumentos, antes que se elaboren -- los dibujos preparan y seleccionan las especificaciones de los instru-- mentos que se van a utilizar, y no necesariamente se tendrá una aso-- ciación directa con los Ingenieros de la instalación.

Los dibujos de diseño para instalación de la instrumentación son muy similares a los que se hacen a instalaciones eléctricas, son esquemas y se usan principalmente para determinar la lista de mate-- riales. También se muestran en esquema los detalles de la instalación correspondiente a instrumentos conectados directamente a algún equi-- po o para instrumentos localizados en centro de control. Estos últimos dibujos son dimensionales pero no necesitan trazo a escala. Se prepara-- ran tabulaciones similares a las que se tienen en notación eléctrica, para todos los instrumentos de los circuitos en control, tanto eléctri-- cos como neumáticos. Para la elaboración de los dibujos se necesita la información del vendedor del equipo, así como los planos de las -- áreas correspondientes.

1. Elaboración de cuestionario y bases de diseño .
2. Elaboración del alcance de trabajo.

9. Revisión general y localización general de boquillas, soportes, es caleras de acuerdo a los planos de tubería e Instrumentación.

II. -Aire Acondicionado.

1. Elaboración de especificaciones generales de diseño.
2. Elaboración del alcance de trabajo.
3. Lista de materiales necesarios.
4. Cálculos de balance término, cantidad de aire, de pérdida por fricción.
5. Cálculo y selección de equipo.
6. Especificaciones generales de equipo.
7. Elaboración de hojas de datos.
8. Evaluación técnica de la oferta de equipo para la aprobación de la tabla comparativa que elabore el grupo de procuración.
9. Evaluación técnica del equipo o sistemas para su adquisición.
10. Elaboración de diagramas de tubería e Instrumentación.
11. Elaboración de planos de arreglo de equipo y distribución de ductos, en plantas y elevaciones.
12. Detalles de ductos y soporte.
13. Elaboración de planos de arreglo de tuberías.
14. Revisión de planos de proveedor.

III. Sistema contra-Incendio.

1. Planos de red principal.
2. Especificaciones de equipo principal.
3. Plano de acomodo de equipo, estación de bombeo y diagramas de control.

3. Estudio de diagrama de proceso, diagrama de tuberías e instrumentación preliminar.
4. Verificación e incorporación de la simbología y su actualización con respecto a modificaciones.
5. Completar las especificaciones de todos los instrumentos.
6. Cálculos y especificaciones de válvulas de control, elementos primarios de flujo, en coordinación con grupo de proceso.
7. Preparación de los esquemas de control y medición de los diagramas de lazos.
8. Elaboración de planos de rutas para conexiones neumáticas y eléctricas para instrumentos.
9. Localización de instrumentos en planos mecánicos o de tuberías para equipo y tuberías.
10. Preparación del índice de instrumentos.
11. Preparación de los diagramas típicos de instalación de instrumentos.
12. Descripción de los sistemas de alarma
13. Evaluación técnica de las ofertas de equipo nacional para aprobar la tabla comparativa que elabora el grupo de procuración y recomendación técnica para compra de equipo.
14. Recomendación técnica para la compra de instrumentos.
15. Revisión de dibujos de proveedores de instrumentos, tableros de control, tableros eléctricos.
16. Preparación de la lista de materiales necesarios para la instalación de instrumentos.
17. Actualización del diagrama de tuberías e instrumentación.

4.2 EJEMPLIFICACION DE UNA SECCION DEL PROCESO.

4.2.1 Diagrama de tubería e instrumentación de la sección de preparación del catalizador (2100).

A continuación se presenta un diagrama de tubería e instrumentación de la sección 2100, en donde se realiza la preparación del catalizador P-1, utilizado en la producción del polipropileno a partir del propileno.

4.2.2 Especificaciones de Instrumentos.

En las siguientes páginas se muestra una serie de tablas para enmarcar las principales características de los instrumentos de la sección 2100 y datos sobre su adquisición (sin incluir precios).

Tabla 4 ESPECIFICACIONES PARA EL CIRCUITO LRCA-2104

ETIQ. No.	LOCALIZACION	FLUIDO	FLUJO m ³ /hr	PRES. kg/cm ²	TEMP. °C	D Kg/l	VISC. cp	CLASE TUB.	NOTAS			
LT-2104	CAT P-I ALIM TAN D-2106	CAT P-I	—	300 mm H ₂ O	35	0.710	—	ISI				
LCV- -1	D-2105 - D-2106	"	NO DEF.	1/500 mm H ₂ O	35	0.710	—	CAT PI 3/4" ISI	72.6 ± 130.6 Kg/hr ON - OFF			
LCV- -2	→ D-2106	HX	NO DEF.	4/500 mm H ₂ O	35	0.645	—	HX-3/4" ISI	MAX ON-OFF P-I 1/2" (2E)			
ETIQ. No.	CANTIDAD	No. ESPEC.	TIPO DE INSTRUMENTO	No. DE MODELO	FAB.	LOCALIZ.	TAMANO NOM. O RANGO O MODO DE ACC. VALV. CONTROL	MAT. ESTRU.C. /CUERPO	ACCESORIOS	PROCURA.	INSTALA.	NOTAS
LT-2104	1	14	TRANSMISOR AP EXT. DIAFG.	E17DEM	FOX	L	0-1500 mm H ₂ O 0-1135 mm H ₂ O ANSI 150°-4" RF	SS / SS	TB	I	I	SUP. 2300 mm H ₂ O
LR-1038	1	05	3 PLUMAS DE GRABACION	E 2205-3	"	P	0-100% UNIF	—	SISTM. CABLES (30 m)	I	P	
LS- -1	2	09	ALARMA DUAL	E 2AP+ALM	"	R	VH-90 % VL-30 %	—	—	I	I	ALARM
LS- -2	2	09	ALARMA DUAL	E 2AP+ALM	"	R	H=80 % L=45 %	—	—	I	I	CONTR.
LC-2104	1		SISTEMA DE TRANSF. CONTR.	E		R	CIRCUITO RELAY MAGNETICO	—	—	B	B	
L-SOV/	2	41	VALV. SELENOID. 3VIAS	E/P		R	MINI 115V AC 1/4" (P)	—	MB, TB	I	T	
LCV -1	1	40	VALV. CONTROL TIPO BOLA	P 35-35202	MASON-NEULAN	L	ANSI 150°-1/4" RF	SS-TEF / SS	AS	I	P	*1
LCV -2	1	40	VALV. CONTROL TIPO BOLA	P 35-35202	"	L	"	"	"	"	"	"
LA-2104	1		ALARMA	E		P	BLANCO SIN SEGURO	—	—	I	B	VH o VL
—	1/2	10	COMPONENTE ENT. DUAL	E 2AI-13 V	FOX	R	SALD-0.10 V DC	—	—	I	I	
—	1	05	MODULO DE DISTR. DIGITAL	E 2AX+DSP		R		—	—	"	"	
—	3/4	10	ISOLADOR CONTACTO SAL.	E 2AD-L2C-R		R		—	—	"	"	

*1 DEBE SER INSTALADO EN UNA POSICION ARRIBA DE LA TUBERIA.

Tabla 13 ESPECIFICACIONES PARA MEDIDORES DE PRESION

ETIQ. No.	CANTIDAD	SERVICIO	CONDICIONES DE OPERACION			CLASE DE TUBERIA	TIPO DE INSTRUM.	TAMAÑO NOM. O RANGO	MATER. ESTRUCT. / CUERPO	PROCURA.	INSTAL.	ACCESORIOS	NOTAS
			VEL. FLUJO DEN. Kg/m ³	PRES. ² Kg/cm ²	TEMP. °C								
PG-2108	1	ENT. → D-2104	(3,8)	500 mmHg	35	ISI		0-6	SS	I	P	C	
-2109	1	PA CAT P-2102		1,5	/"	"		0-4	"	"	"	"	
-2110	1	ENT. → D-2105	(3,8)	500 mmHg	"	"		0-6	"	"	"	"	
-2111	1	RSO D-2105		0,5	55	"		"	"	"	"	"	
-2112	1	RRP E-2105		1,5	-25	3Al-C		0-25	"	"	"	"	
-2113	1	ENT. → D-2106	(3,8)	500 mmHg	35	SI		0-6	"	"	"	"	
-2114	1	RSO D-2106		0,5	55	"		"	"	"	"	"	
-2115 _a	1	CAT P-1 P-2103B		16	35	351	DIAFRAGMA	0-35	"	"	"	DC	
-2115 _b	1	CAT P-1 P-2103 B		"	"	"	"	"	"	"	"	"	
-2119 _a	1	CAT OA P-2108 A		16	35	351		0-35	SS			DC	
-2119 _b	1	CAT OA P-2108		"	"	"		"	"			"	

- NOTA
1. No. DE ESPECIFICACION: 32
 2. FABRICANTE:
 3. PRESION DE DISEÑO (kg/cm²) DE EQUIPO DE PRESION
 4. C: CONECTOR
S: TUBO SIFON
D: EXPANSOR

4.3 DISEÑO DE EQUIPO

Dentro de la Ingeniería de detalle el diseño de equipo forma una fase muy importante, ya que es un medio mediante el cual se generarán los planos, especificaciones y dibujos para la construcción de los equipos o bien para realizar la solicitud de cotización.

Al hablar de diseño de equipo hacemos referencia al diseño mecánico más que a cualquier otro.

El diseño de equipo realizado en la fase de Ingeniería de detalle, se encarga de afinar y terminar las especificaciones generales del proceso y en particular las mecánicas, generadas en la fase preliminar del proyecto. El trabajo en sí del diseño de equipo es el de traducir todos los cálculos y decisiones en especificaciones y planos necesarios para la fabricación y montaje de los equipos.

Para obtener las especificaciones mecánicas de los equipos de proceso, es necesario la participación de ingenieros especializados en dichos equipos, ayudados del Ingeniero de proceso. La función de éste último es para la selección del equipo que mejor cumpla las especificaciones.

A continuación se enlistan los equipos más comunes que se diseñan y/o seleccionan por el grupo especializado de diseño de equipo. Asimismo los puntos básicos para la selección y diseño.

4.3.1 Bombas y Compresores.

En este renglón no se habla de un diseño mecánico, sino de la selección adecuada del equipo para un trabajo determinado. La selección se hace por un grupo de Ingeniería especializados en bombas y -

compresores, que a su vez asesoran a los ingenieros de proceso y de proyecto en problemas específicos. Para lo anterior, se deberá aplicar un balance de energía, para calcular la energía necesaria para mover el fluido a través del sistema de tuberías.

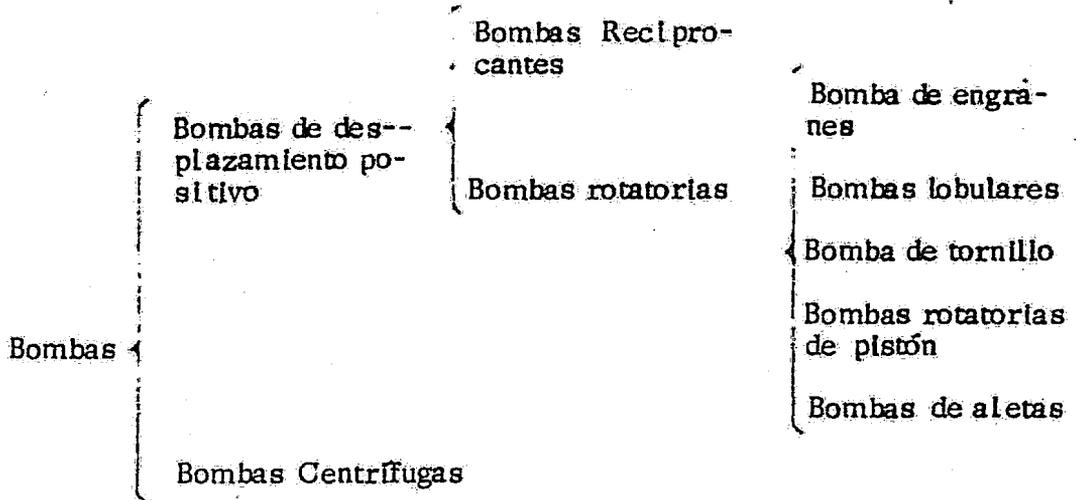
Para la selección de una bomba, ventilador o compresor, al ingeniero le importa en especial, las siguientes características específicas de la bomba y del ventilador:

- 1 - Capacidad
2. - Energía o carga suministrada al fluido
3. - Potencia requerida para accionar el equipo
4. - Eficiencia de la unidad.

Para hacer una buena selección es necesario obtener las características anteriores, así como mayor información con respecto al equipo en particular. Hecha la selección del equipo, éste deberá ser el que más se ajuste a las necesidades, puesto que la fabricación de bombas y compresores es estándar, es decir que únicamente se construyen en ciertos tipos y tamaños.

4.3.1.1 Clasificación de las bombas

A continuación se presenta el cuadro más general de la clasificación de las bombas.



4.3.1.2 Selección de Bombas

En general, el tipo de información adicional para una buena -
selección de bombas es :

- 1) Naturaleza del fluido a manejar.
 - Corrosivo o no corrosivo.
 - Temperatura
 - Presión de Vapor
 - Viscosidad.
 - Si tiene sólidos en suspensión
- 2) Capacidad necesaria, así como gama de capacidades que la
bomba requerirá durante la operación.
- 3) Condiciones en la succión
 - Con carga de succión.
- 4) Condiciones de la descarga
 - Presión requerida

- Fricción del fluido a vencer
- 5) Tipo de servicio
 - Continuo o intermitente.
- 6) Naturaleza de la potencia disponible para accionar la bomba
- 7) Localización de la bomba.
 - Necesidades específicas de espacio.

Según las necesidades del proceso se podrá seleccionar alguno de los dos tipos generales de bombas: de desplazamiento positivo o -- centrífugas.

Las del primer tipo se distinguen porque la carga del fluido es definida y delimitada por la carrera del pistón. Las centrífugas -- pueden tener una carga variable para velocidades fijas.

Bombas de desplazamiento positivo :

Bombas reciprocantes. - Suministran la energía necesaria al sistema fluido mediante un pistón que actúa en contra de un líquido con-- finado. La característica es que por cada carrera del pistón, la -- bomba maneja o descarga una cantidad fija de fluido; la cantidad de-- pende del volumen del cilindro y de la frecuencia a la cual se mueve el pistón en el cilindro. La descarga puede ser ligeramente menor por -- fugas a través del pistón o por existir un volumen muerto. La eficien-- cia para las bombas con un buen mantenimiento y funcionamiento es -- cuando menos del 95%.

La eficiencia también la podemos considerar como el tra-- bajo efectuado sobre el fluido, dividido entre el trabajo efectuado por -- la bomba.

En este tipo de bombas el fluido descarga con un flujo pulsatorio. Las pulsaciones pueden ser disminuidas usando una bomba de doble acción o aumentando el número de cilindros.

La aplicación de estas bombas se centra en especial para bombear fluidos viscosos, debido a que la alta proporción de esfuerzo cortante que actúa sobre las paredes del cilindro sirve como empaque adicional. La bomba también es recomendable para obtener altas presiones. No se recomienda el manejo de fluidos con sólidos abrasivos, por los daños causados al equipo.

Un buen maquinado y mantenimiento de las bombas proporcionan una alta eficiencia. Entre sus desventajas está su gran tamaño y su alto costo inicial y de mantenimiento. Se encuentra disponible en varios diseños de tal forma que se puede hacer una buena selección.

Las bombas de pistón también se prefieren para el manejo de líquidos altamente volátiles o cuando se tienen condiciones de gasificación, así como de pastas aguadas y líquidos muy viscosos.

Bombas rotatorias. - Estas bombas pueden ser caracterizadas por el método de toma y descarga del fluido. Una bomba rotatoria atrapa una cantidad de líquido y lo mueve hasta el punto de la descarga. Este tipo de bombas son empleadas para bombear casi cualquier líquido libre de sólidos abrasivos y para el manejo de fluidos de alta velocidad, como el petróleo crudo, son las más indicadas.

Bombas de engranes. - Son las más simples dentro de las rotatorias. El líquido queda contenido entre los huecos de los engranes y el cuerpo o carcasa de la bomba y es movido hasta la descarga.

Otros tipos de bombas son:

Bombas lobulares. - Donde los engranes fueron reemplazados por rotadores con dos o más lóbulos que tienen una propulsión externa, también es conocida como bomba de cacahuates por la forma del lóbulo.

Bombas de tornillo - Es una segunda variación de la bomba de engranes, donde estos han sido reemplazados por un tornillo que gira en una caja fija. Estas bombas producen un flujo libre de pulsaciones y resultan adecuadas para el manejo de materiales viscosos.

Bomba rotatoria de pistón - Consta de un rotor circular montado excéntricamente en el centro del cuerpo de la bomba.

Bombas de aletas. - Funciona por medio de aletas deslizantes insertadas en una flecha rotatoria.

Entre las características principales de las bombas rotatorias está la capacidad de entregar un volumen aproximadamente constante de carga contra casi cualquier presión dentro de los límites de diseño de la bomba. Además el flujo de la descarga varía directamente con la velocidad. La descarga es carente de pulsaciones, en especial en las del tipo de engranes.

La gran gama de aplicación de las bombas rotatorias se debe a su capacidad para bombear fluidos de cualquier viscosidad con una sola restricción: líquidos libres de sólidos abrasivos.

Bombas centrífugas:

La bomba centrífuga ha ido desplazando gradualmente a las

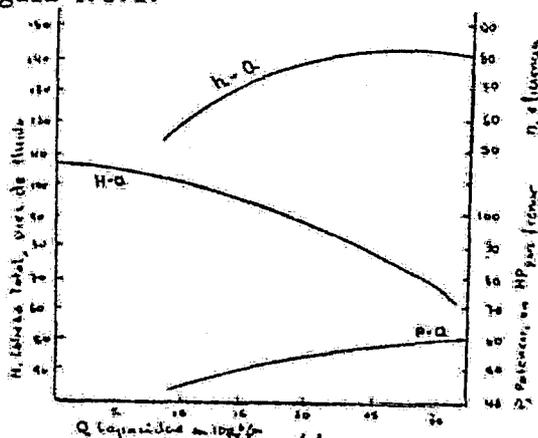
bombas de pistón en los últimos años, debido a la descarga uniforme que tiene, ya que esto es muy ventajoso en los procesos industriales donde se requieren mantener operaciones con flujo estable. Por otra parte, las bombas centrífugas se usan ampliamente debido a la simplicidad de su diseño, bajo costo inicial, bajos costos de mantenimiento y su gran flexibilidad de aplicación. En principio la aplicación de las bombas centrífugas fue limitado por las restricciones de su diseño en cuanto a capacidad y presión. En la actualidad, con las mejoras realizadas, son muy pocas las aplicaciones que no se pueden resolver con bombas del tipo centrífugas. La gama de bombas centrífugas abarca desde capacidades de 5 GPM y diferencial de presiones de 2 a 5 psi hasta las bombas de pesos múltiples de 2800 a 3000 GPM y presión manométrica en la descarga de 3000 psi. Se pueden manejar fluidos hasta de 850 ° F de gran volatilidad.

En su forma más simple, la bomba centrífuga consiste de un impulsor que gira dentro de una caja circular. El fluido entra a la bomba cerca del centro de un impulsor rotando y es llevado hacia arriba por la acción centrífuga. La energía cinética del fluido aumenta desde el centro del impulsor hasta los extremos de las aletas impulsoras. Esta carga de velocidad se convierte en carga de presión cuando el fluido abandona la bomba.

El impulsor es el "corazón de la bomba" centrífuga. Consiste de un cierto número de aletas curvas u hojas con una forma tal, que propicia un flujo suave de fluido entre las hojas.

Se tienen diseños de bombas centrífugas muy específicas para funcionar en elevadas presiones y altas temperaturas, así como para determinadas condiciones de corrosión. Así, se clasifican las bombas llamadas para procesos: para servicio general, para aceite caliente y para sustancias químicas. La construcción y diseño de las partes integrantes de las bombas deben ser muy específicas, para un buen funcionamiento en operación

Entre las características de las bombas centrífugas en su operación, tenemos las siguientes: generalmente opera a velocidad constante y la capacidad de la bomba depende solamente de la presión total de descarga, el diseño y las condiciones de succión. La mejor manera de describir las características de operación es usando una curva conocida como curva característica. En ésta se muestra la interrelación de presión de descarga (H), capacidad (Q), eficiencia (η) y potencia introducida (P) para una bomba dada a una velocidad particular. La curva H-Q muestra la relación entre la presión total de descarga y la capacidad. Ver Figura 4.3.1.



S.R. DT-124
 No. de SOLICITUD 102
 No. de REQUISICION 412/-2
 No. de COTIZACION 15.66-151-P
 FECHA MARZO 4, 1966.

HOJA DE DATOS



**WORTHINGTON
 DE
 MEXICO, S. A.**

**CIA. DE LAS FCAS. DE PAPER DE
 SAN RAFAEL Y ANEXOS, S. A.
 Apartado 469
 México, D. F.**

At'n.: Depto. de Compras.

	PARTIDA NO. 1	PARTIDA NO.	PARTIDA NO.	PARTIDA NO.
CONDICIONES DE SERVICIO	SERVICIO	TRANSPORTE		
	CAPACIDAD	90 GPM		
	PRES. DE SUCCION	4 M COL. A		
	PRES. DE DESCARGA	200 PSI		
	CARGA DINAMICA TOTAL	?		
	LIQUIDO	PETROLIO CRUDO		
	PRES. DE VAPOR DEL LIQUIDO	?		
	TEMPERATURA BOMBEO	20 °C		
	PESO ESPECIFICO	?		
	VISCOSIDAD @ T B.	?		
	FASES - CICLOS - VOLTIOS	3/60/440		
	ROTACION*	NORMAL		
	SELECCION	No. de UNIDADES	DOS	
MODELO		2 GR		
VELOCIDAD - RPM		1750		
EFICIENCIA - %				
POTENCIA DES./MAX.		18/19		
MOTOR RECOMENDADO		20 HP		
N.P.S.H. DISP./REQ.		-		
No. CURVA		A-1790		
ESPECIFICACIONES	BOLETIN	-		
	CARCAZA	F. FUNDIDO		
	IMPULSOR (ENGRANES)	F. FUNDIDO		
	ANILLO - CARCAZA	NO HAY		
	ANILLO - IMPULSOR	NO HAY		
	FLECHA	ACERO		
	CAMISA DE FLECHA	NO HAY		
	COJINETES / LUB	RODILLOS/LIQUIDO		
	COPE	ADECUADO		
	BASE	AC. INTR.		
	EMPAQUE (SEAL)	ADECUADO		
PRECIO Y EMBARQUE	PROTECTOR DE COPE	NO SE COT.		
	NETO - BOMBA BASE, COPE	INCLUIDO		
	NETO - EMPACUE (SEAL)	INCLUIDO		
	NETO - PROTECTOR DE COPE	NO SE COT.		WORTHINGTON DE MEXICO, S. A.
	NETO - MOTOR APG	INCLUIDO		
	NETO TOTAL UNITARIO	\$14,077.00		Ine. Arturo Flores C.
	L. A. B. N/PLANTA	MEXICO, D. F.		
	EMBARQUE - SEMANAS**	9		
CLAUSULA DE PRECIO AJUSTE**	PRECIOS FIJOS.			

*Vista del lado copie.
 **Numero de semanas después recibida la orden en nuestra fábrica respectiva con toda la información completa incluyendo aprobación de Dibujo certificados y permisos de importación si se requieren.
 ***Aplica únicamente a los Productos de Worthington
 Los precios para equipos de otros proveedores serán ajustados al precio en vigor en la fecha de embarque.
CONDICIONES DE PAGO: 25% CON EL PEDIDO EL RESIO CON LA ACEPTACION DEL EQUIPO.
 A menos que se indique lo contrario, la vigencia de esta oferta es por 30 días a partir de esta fecha.

Al seleccionar una bomba, debe hacerse uso de las características de operación cuando se disponga de ellas. La curva P-Q de la figura muestra la relación entre la potencia introducida y la capacidad de la bomba. La curva η -Q relaciona la eficiencia de la bomba con la capacidad.

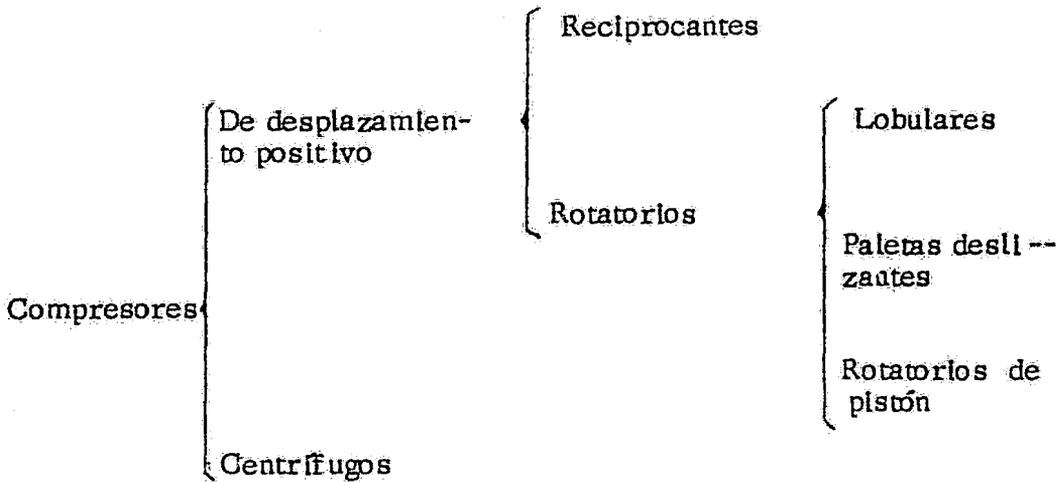
A continuación presentamos una tabla (4.3.1) que debe contener la información necesaria que debe presentarse al fabricante, para la selección de una bomba.

Tabla 14

Líquido que va a ser bombeado _____
 Capacidad requerida _____ Gpm ¿ con cualidades lubricantes ? -
 si _____ no _____ Succión: _____, Inundación, o _____
 In Hg de carga. Descarga _____ psig.
 Temperatura de bombeo _____ °F Viscosidad a esta temperatura -
 _____ Presión de vapor del líquido a la misma temperatura de --
 bombeo _____ in Hg. Viscosidad máxima de
 bombeo que puede presentarse en períodos cortos _____
 Viscosidad máxima de bombeo que puede presentarse en períodos cor--
 tos _____ Líquido corrosivo _____ si _____ no _____
 Líquido abrasivo _____ si _____ no _____
 Según experiencias anteriores, ¿cuál resulta el mejor material para el -
 manejo de este líquido? hierro forjado standar _____ acero forjado _____
 ¿Qué otras necesidades particulares se requieren?
 Refrigeración, sello mecánico, anillos, linterna, etc.

4.3.1.3. Clasificación de los compresores. -

A continuación tenemos el cuadro general de la clasificación de los compresores.



4.3.1.4 Selección de compresores. -

Al igual que en el caso de las bombas, las compresoras pueden ser clasificadas en compresoras de desplazamiento positivo y compresoras centrífugas. Las compresoras de desplazamiento positivo incluyen máquinas reciprocantes y rotatorias. Los gases son impulsados por medio de ventiladores y compresoras. La diferencia entre los dos no es perfectamente clara.

- Máquinas de desplazamiento positivo:

Compresoras reciprocantes. - Pueden suministrar gas a presiones de unas cuantas libras o a presiones sumamente altas, tales como 35000 psi. Las características de estas compresoras son similares a las de las bombas reciprocantes, puesto que están constituidas de un pistón, un cilindro con sus válvulas apropiadas de entrada y salida y -

un cigüeñal que es accionado externamente. La eficiencia total de la mayoría de las compresoras recíprocantes varía entre 65 y 80%.

Compresoras rotatorias. - Este grupo se caracteriza por una descarga continua y casi uniforme de gas. Los principales tipos de este grupo de compresoras son las lobulares, las de paletas deslizantes y las rotatorias de pistón.

- Ventiladores y sopladores:

La diferencia entre los ventiladores y las compresoras no está perfectamente definida. Si se puede hacer una diferencia, ésta es en que el ventilador opera a presiones lo suficientemente bajas para que el efecto de compresibilidad sobre el gas pueda ser despreciable. Los volúmenes manejados en la entrada y salida de los ventiladores son prácticamente los mismos y por lo tanto se conocen como simples transportadores de gases.

Pueden clasificarse por la dirección de flujo de gas, en ventiladores de flujo radial y ventiladores de flujo axial. Los primeros impulsan el gas por acción centrífuga; mientras que los segundos presentan un flujo simple, paralelo a la flecha del ventilador.

Entre las características de los ventiladores se tiene que a condiciones fijas de operación, el volumen de gas desplazado varía directamente con la velocidad del ventilador. La presión estática varía en relación con el cuadrado de la velocidad del ventilador y la potencia varía en relación al cubo de la velocidad.

Compresoras centrífugas. - Su función es aumentar la presión del gas que fluye a través de ella. Esto se logra mediante la conversión

de la energía de velocidad en energía de presión, acelerando al gas -- conforme éste fluye radialmente hacia afuera desde la entrada, de forma similar que una bomba centrífuga acelera a un fluido. Las compresoras centrífugas se encuentran disponibles en una amplia gama de capacidades, desde descargas de 200 PCM hasta succiones de 1500 PCM, con presiones de salida hasta de 800 psig.

La compresora centrífuga consiste en un impulsor y una caja, similares a los de la bomba centrífuga y en su principio de operación es uno de los tipos de máquinas más sencillos conocidos para comprimir gas.

Compresoras de flujo axial. - Su uso se recomienda para grandes volúmenes de entrada de gas. Estas máquinas son capaces de manejar 860 000 PCM, con un diámetro aproximadamente de la mitad del de una compresora centrífuga comparable, con aproximadamente el mismo costo inicial. La compresora axial presenta una eficiencia aproximadamente 10% mayor que la compresora centrífuga equivalente.

El costo inicial de una compresora de flujo axial, es aproximadamente el mismo que el de una compresora centrífuga diseñada -- para la misma carga. Sin embargo, la compresora axial es ligeramente más eficiente que la compresora centrífuga comparable, debido a -- lo cual puede usarse una turbina o un motor más pequeño para accionarla, resultando en un costo inicial menor de estos dispositivos.

La imposibilidad de generalizar acerca del uso de los diferentes tipos de equipo para las aplicaciones específicas, implica realizar los estudios económicos para cada caso.

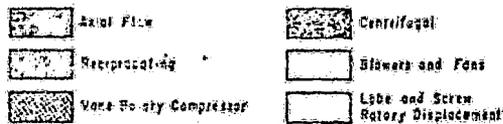
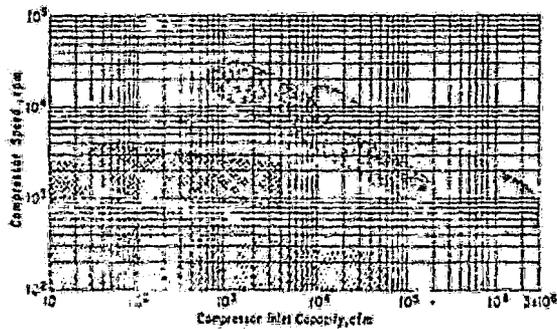
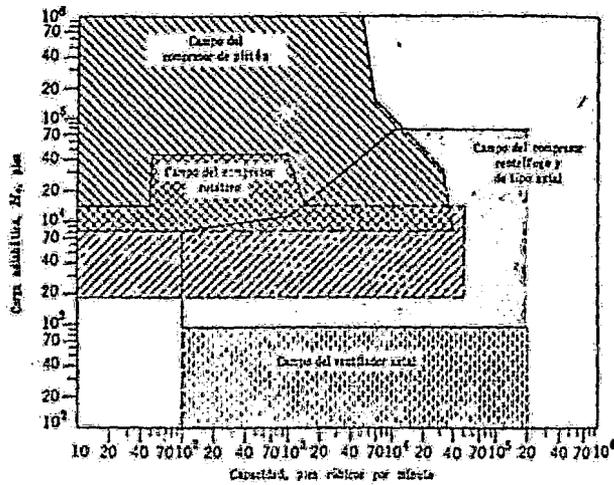
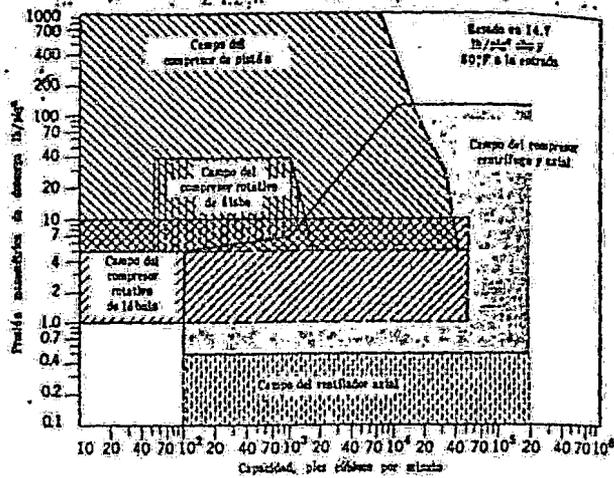


Fig. 432 Campos de aplicación de los equipos de compresión

De una forma muy amplia podemos concluir lo siguiente, que el compresor de pistón tiene un uso adecuado para altas diferencias de presión y para manejar volúmenes bajos y moderados. En cambio, la máquina centrífuga es la apropiada para diferencia de presión media y grandes volúmenes. El compresor rotatorio, en su tipo de lóbulo, resulta indicado para presiones muy bajas y que no sea económico el compresor de pistón o para volúmenes muy pequeños y que resulte inadecuado el uso de la máquina centrífuga. Para tales efectos se muestran las siguientes figuras para los campos de aplicación (4.3 2.)

Sin embargo, no debe omitirse los costos de mantenimiento en la selección de equipo. Las máquinas centrífugas tienen menor mantenimiento que las de pistón, ya que éstas tienen grandes deformaciones y desgaste de las piezas en movimiento. Pero la máquina centrífuga resulta más complicada en su reparación que la máquina de pistón.

Al igual que en el caso de las bombas, en los compresores se cuenta con curvas características de los compresores centrífugos, en donde se relaciona volumen manejado contra presión de descarga. Por lo general, en estas curvas el volumen se expresa en ft^3/min a las condiciones de entrada contra la presión de descarga expresada en psia. Estas curvas características se proporcionan para varias velocidades si se cuenta con motores de velocidades variables. fig. 4.3.3.

En compresores centrífugos, pueden aplicarse las mismas -- relaciones que para bombas centrífugas, pero con menos exactitud, en -- donde se expresan los cambios de velocidad en las curvas característi- cas. Estos son aplicables a los mismos puntos de eficiencia.

$$Q_1 / Q_2 = N_1 / N_2 \quad H_{s1} / H_{s2} = (N_1 / N_2)^2$$

donde: Q = volumen a la entrada

N = rpm

H_s = carga isoentrópica, pies#/lb

4.3.2. Diseño de recipientes. - Los recipientes son diseñados para las condiciones del proceso y deben de ser construidos en base a -- las especificaciones y con los códigos correspondientes. En el diseño de recipientes agrupamos recipientes a cualquier presión, mayor o menor a la atmosférica, tanques, chimeneas, ductos u otro equipo especial, tal como los evaporadores, mezcladores y reactores; puesto que las bases -- del diseño mecánico son esencialmente las mismas. También queda in- cluido el diseño mecánico de los intercambiadores de calor.

Para el diseño se debe de contar con un grupo Integrado por -- expertos en el diseño de los equipos correspondientes, quienes serán los encargados de generar las cotizaciones y especificaciones y se encar- gan de verificarlas, efectuando comparaciones, en base a los resulta-- dos de éstas, se realiza la construcción.

4.3.3.1 Códigos y estándares. - El objetivo del empleo de los códigos, reglamentaciones y estándares, aparte de fijar los valores de las dimensiones, es el de marcar los requerimientos mínimos para una construcción segura, en otras palabras, para proporcionar protección --

a los operarios fijando los materiales, diseño, construcción e inspección requerida; cuya omisión puede crear condiciones de operación peligrosas. La absoluta seguridad de protección requiere de un perfecto diseño, selección de materiales, y método de construcción, lo cual es difícil de realizar. Además, la experiencia junto con los códigos y reglamentos ha demostrado que la probabilidad de fallas desastrosas puede ser reducida a niveles que brinden protección a la vida. Obviamente detrás de todo esto está involucrado el factor económico, de tal manera que se puedan tener las mejores condiciones de seguridad, incluyendo los factores como corrosión, erosión, fatiga, ruptura y quiebre logrando un diseño económico.

Por lo anterior es recomendable el uso de las especificaciones adecuadas por parte del Ingeniero de diseño, ya que será responsable del equipo construido bajo dichas especificaciones.

Una de las dificultades con las cuales se enfrenta el diseñador de recipientes y tuberías, es la relativa a los requerimientos de los códigos y en especial a las reglamentaciones gubernamentales. Comúnmente, ni el código ASME ni el código ASA contienen las definiciones necesarias para recipientes o tuberías.

Código ASME Calderas y Recipientes a presión. -

Section I Power Boilers: contiene la reglamentación para el diseño de calderas de tubos, dentro de las especificaciones de la caldera están los límites los cuales son referentes con el apropiado vapor y las válvulas de paro de alimentación de agua. El diseño, la construcción y los requisitos de inspección del código ASME Unfired Pressure --

Vessel Code, Section VIII con frecuencia son empleados en compañía -- de especificaciones complementarias de otros códigos. La sección IX -- del ASME Code son las bases de la calidad de los procedimientos de -- soldadura y operación de todo el equipo a presión.

ASA B31. 1: Code Pressure Piping. Estos son los estándares del "Código de Tuberías", los cuales incluyen las secciones de potencia, -- gas y aire, aceites, distritos, calentadores, refrigeración, aceites de transmisión, gases de transmisión y sistemas de distribución. - - - - (ASA B31. 1. 8-1955), tubería química. Estas bases fijadas en las sec-- ciones, tratan de los requerimientos para presión interna, flexibilidad, materiales, construcción y pruebas.

ASA B9: Safety Code for Mechanical Refrigeration: este Código contiene, en la sección 9, las normas resumidas para diseño general y a presión de tubería para este servicio específico.

API-ASME Code for Unfired Pressure Vessels. - Este código -- para recipientes a presión es algunas veces usado como una referencia en compañía de otras especificaciones. Excepto por la ausencia de los requisitos de examinación al azar, esta reglamentación es la misma que la de la sección VIII del código ASME.

API Standards. Además de las especificaciones de material para redes de tubería y uniones, el Instituto Americano del Petróleo tiene estándares para cierto tipo de válvulas de acero para refinerías y para -- el barrenado. Además contiene la reglamentación completa referente al uso del hierro fundido, materiales no ferrosos y aceros de alta aleación, así como también la reglamentación para aceros al carbono y de baja - -

aleación.

4.3.3.2. Recipientes y Cambiadores de Calor. - Por lo general, la primera etapa para el diseño de algún recipiente es la selección adecuada del recipiente para servicio o función particular. Los factores primarios a considerar para la selección son: función y localización del recipiente, naturaleza de los fluidos, temperatura y presión de operación y el volumen promedio necesario para la capacidad del proceso. Por ejemplo, un autoclave debe de considerar la alta presión del recipiente, equipado con agitación y fuente de calor; en una torre de destilación o columna de absorción el contenido del recipiente será considerado como una serie de componentes líquido-vapor; en un intercambiador de calor debe ser considerado un recipiente con la adecuada estipulación para la transferencia a través de las paredes; en un evaporador debe considerarse un recipiente con intercambio de calor en combinación con una cámara o espacio de vapor. En el desarrollo del diseño se involucran otros criterios, los cuales deben de ser considerados, tales como las propiedades del material usado, stress inducido, estabilidad elástica y su apariencia estética. También es sumamente importante considerar el costo de construcción de todos los equipos en función del servicio que darán y a su vida útil. Dentro del costo de construcción se debe de considerar el costo de los materiales y el costo de manufactura. El primero depende del material seleccionado para la construcción y el segundo de la localización y de la dificultad de construcción.

Los tipos más comunes de recipientes son clasificados de acuerdo a su geometría en :

- Tanques abiertos o atmosféricos.
- Recipientes cilíndricos verticales de fondo plano.
- Recipientes horizontales y verticales con terminaciones o extremos formados.
- Recipientes esféricos o modificaciones esféricas.

Cada uno de los cuales tendrá un uso adecuado según las necesidades del proceso.

4.3.3. 3 Fórmulas de trabajo.

La teoría en la cual están basadas las fórmulas, provienen de considerar a los recipientes de pared delgada a aquellos cuyo espesor es menor que la mitad del valor de su radio interior o un décimo de su diámetro interior. Se supone, además, que los esfuerzos son constantes a través del espesor de la pared y que la presión que actúa dentro de los recipientes produce esfuerzos longitudinales y circunferenciales o tangenciales.

En el caso del código API-ASME o ASME estos agregan a las juntas longitudinales un factor de tolerancia debido a la corrosión y se considera una eficiencia, obteniéndose la siguiente fórmula:

$$t = \frac{PD_m}{2 SE} + C$$

Donde: P = presión máxima de operación o de diseño lb/in² G

D_m = diámetro medio (in).

s = esfuerzo admisible de trabajo lb/in²

E = eficiencia de la junta longitudinal

C = tolerancia por corrosión (in).

t = espesor en pulgadas.

El valor de los esfuerzos permisibles se encuentra tabulado en el código mismo.

Los valores de las eficiencias de las juntas longitudinales son variables de acuerdo al tipo de junta, si se realiza el relevado de esfuerzos o si se radiografía. El valor varía entre 50 y 90%

La expresión también puede quedar en función del diámetro interior en lugar del diámetro medio como:

$$t = \frac{PD_1}{2SE-P} + C$$

donde D_1 es el diámetro interior.

La relación entre los diámetros es la siguientes:

$$D_m = \frac{D_1 + (D_1 + 2t)}{2}$$

Para cada una de las formas de los recipientes, así como de sus tapas se cuentan con las fórmulas apropiadas, cada una de las cuales tiene sus restricciones de aplicación.

Debe aclarar que todas ellas suponen que el recipiente está sujeto a presión interna y cualquier variante debe de considerarse para el diseño, tales como carga del líquido, cargas del viento, esfuerzos por temperatura, peso del recipiente y algunas otras cargas que se puedan tener.

En lo referente a esfuerzos admisibles, estos son proporcionados en los códigos para emplearlos en las distintas fórmulas. Los valores de los esfuerzos son obtenidos al dividir el esfuerzo de entre un factor de seguridad que varía en cada código. El código del ASME fija en 5 el valor del factor de seguridad hasta temperaturas de 650 ° C, en cambio el código API-ASME lo fija en un valor de 4. Para la selección del esfuerzo admisible apropiado se hace en base al material y a la temperatura de diseño. Para el caso de la presión o la temperatura se deben fijar valores máximos de diseño con respecto a los de operación, así para la presión, se acostumbra el emplear un 20-30% más en la presión de diseño sobre la presión máxima de operación.

Los recipientes suelen tener aditamentos para protegerlos en caso de situaciones inesperadas en las cuales puede ocurrir un cambio grande en las condiciones de operación, y por lo tanto, incrementarse las temperaturas y presiones. Estos liberan a los equipos de altas presiones y/o temperaturas.

El establecimiento de las dimensiones fundamentales o básicas de los recipientes se hace en base a experiencia y en base a los datos o cálculos efectuados antes del diseño del equipo. Se debe de considerar también el diseño más económico respecto a las dimensiones apropiadas como las relaciones de longitud y diámetro. Durante el diseño mecánico no es recomendable hacer cambios en estas medidas ya establecidas por ser éstas las adecuadas para satisfacer al proceso.

Muchas veces, al diseñador del recipiente le son indicados los

materiales posibles a usar durante la construcción, en base a experiencias anteriores, así como el margen de corrosión que deberá aumentarse al espesor del recipiente calculado.

Para el diseño mecánico de los recipientes es necesaria la selección de alguno de los códigos ya mencionados. En ciertos países o ciudades se exige el cumplimiento de códigos locales, pero en su mayoría quedan cubiertas por los códigos API-ASME o ASME.

Dentro del diseño mecánico está la orientación y ubicación de las toberas interiores, boquillas, registros para hombre, etc., los cuales se hacen en base a las necesidades del proceso, de tal manera que se puedan eliminar interferencias entre los equipos y las estructuras u otros equipos.

Al generarse o integrarse un plano o dibujo de taller, éste debe de contener información tal como condiciones de operación del proceso, código empleado, especificaciones del material, condiciones del diseño, peso del recipiente lleno y vacío. También debe de estar contenida la información para realizar los trabajos de soldadura.

4.3.3. APLICACION A UNA SECCION DEL PROCESO.

En esta sección se hará una ejemplificación del diseño de equipo aplicada a los tanques de una sección del proceso en la cual se preparan los catalizadores.

Primero se enlistarán las especificaciones necesarias para su construcción y diseño.

Especificaciones para los tanques 105 y 106.

Las unidades a usar para detalles de ingeniería son las siguientes:

Longitud :	m o mm
peso o fuerza:	kg o ton
temperatura:	°C
Calor:	kcal
Potencia:	HP o kW
Area:	m ²
Volumen:	m ³ o litros
Presión: Cercana a la atmosférica:	mmH ₂ O
Superior a la Atm:	kg/cm ²
Inferior a la atm:	mmHg
Absoluta:	kg/cm ² abs. o mmHg abs.
Densidad:	kg/l
Viscosidad:	cp
Viscosidad cinemática:	cSt
Tensión superficial:	dina/cm

Carga de trabajo: kWh
Velocidad de giro: r. p. m.
Nivel de ruido: dB
Otras propiedades físicas: En el sistema kcal-kg-m-h-°C

Códigos y estándares o normas.

A menos que se especifique otra cosa, los códigos y normas seguidos son los siguientes:

Materiales: ASTM o equivalente

Recipientes a presión:

ASME Boiler and Pressure Vessel Code
Section VIII, Div. 1, 1974 without ASME Code
Stamp.

Tubería: (1) Dimensiones de tubería:

ANSI o equivalente

Nota: tamaños 1 1/4, 2-1/2, 3-1/2, 5, 7 y 9
no deben usarse

(2) Tubos con bridas

ANSI B16.5 de 150 lb o mayores

Terminación bordada: cara plana

ANSI B46.1 125 AARH

Nota: Valores de 125 lb no deben emplearse

Para valores mayores a 150 lb no deben usarse

bridas para tubería y para boquillas de equipo.

Sin embargo, el traslape para juntas tipo brida debe de ser aceptable para tubería y boqui-

llas de acero inoxidable.

Para valores mayores a 150 lb no deben emplearse tornillos.

Uniones: (1) Perno y tuerca:

a) Partes a presión ISO R263

arriba de 1" : Unión burda

1-1/8" o más: Unión de series de 8

b) Otros: ISO R263

unión burda

(2) Tubería: ISO R7 unida en punta (PT)

ISO R228 paralelas unidas (PF)

(3) Conexiones de Conduit: NPT

Eléctricas:

(1) Standard of National Electrical Manufacturers association (NEMA).

(2) National Electrical Code NEC.

(3) INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS IEEE.

(4) Insulated power Cable Engineers Association ICEA.

Nota: A menos que se indique lo contrario, los códigos y estándares a que se hace referencia deberán ser de la última edición.

Condiciones del Lugar:

Localización: Morelos, Veracruz, México.

Elevación: S.N.M. 0.15 m aprox.

Temperatura: Máxima	41° C
Mínima	12° C
Máxima promedio	39 °C
Mínima promedio	14° C
Promedio en invierno	20° C
Promedio en verano	25° C
Bulbo húmedo prom	28° C

Precipitación puvial:

Cada hora máximo	80 mm
Diario máximo	279.4 mm/24 h
Temporada de Lluvias	Entre mayo y noviembre

Humedad: Máxima promedio	95% a 39° C
Mínima promedio	50% a 14° C
Promedio	82%

Atmósfera: Presión barométrica	
Máximo valor de di- seño	1022.9 milibars
Mínimo valor de di- seño	997.1 milibars
Promedio anual	1010.0 milibars

Atmósfera corrosiva:

El equipo estará expuesto a la birsa del mar.

Servicios:

Vapor y vapor condensado.

1. - Vapor de alta presión (HS)... sobrecalentado

a) Presión kg/cm²G: 45.7 max 43.6 nor 42.2 min 48.6 dis

b) Temperatura °C ----- 276 ± 10 ----- 305

c) Factor de Incrustación (m²h^o C/kcal) 0.0001

2. - Vapor de mediana presión (MS) Saturado

a) Presión kg/cm²G: 20.3 max 19.4 nor 18.7 min 21.4 dis

b) Temperatura : C 215 max 213 nor 211 min 235 dis

c) Factor de incrustación (m²h^o C/kcal) 0.001

3. - Vapor de baja presión (LS)..... Saturado

a) Presión kg/cm²G: 5.0 max 4.6 nor 4.3 min 6.4 dis

b) Temperatura °C 158 max 155 nor 153 min 175 dis

c) Factor de Incrustación (m²h^o C/kcal) 0.0001

4. - Vapor condensado (LC)

a) Presión kg/cm² G : Nor/dis: 0-3.5/6.4

b) Temperatura : °C : Nor/dis: Subenfriado debajo de la temp.
de sat. / 175.

5. - Agua de enfriamiento

(1) Agua de presión o de abastecimiento (CW)

a) Presión kg/cm² G : Nor/dis: 4.22/6.1

b) Temperatura °C : Nor / dis: 32.2/65

c) Factor de incrustación (m²h^o C/kcal) : 0.0006

(2) Agua de reciclo o fabricación (RCW)

a) Presión kg/cm² G: Nor/dis: 2.04/ 6.1

b) Temperatura °C : Max. perm/dis: 46.1/65

6. - Agua

<u>Tipo</u>	<u>símbolo</u>	<u>presión</u>		<u>Temperatura</u>	
		Nor.	diseño	Nor.	diseño
Agua de proceso	AP	3.52	5.4	37.8	60
Agua de alimentación a calderas	AAC	3.52	5.4	37.8	60
Agua para sanitarios y servicios	AS	3.52	5.4	32.2	55
Agua contra incendios	ACI	12.0	13.8	-	60
		kg/cm ² C		°C	

7. - Aire para instrumentos AI

Presión en el sistema kg/cm ² G :	Nor/dís	7/8.8
Temperatura en el sistema ° C:	" "	ambiente/60
Punto de rocío:		-40°C (atm)
Impurezas:		nada (aceite libre)
Señal de presión kg/cm ² G:		de 0,2 a 1.0

8. - Aire a servicios (AS)

a) Presión kg/cm ² G:	Nor/dís	7/8.8
b) Temperatura ° C:	" "	ambiente/60

9. - Gas Inerte (N₂)

(1) Gas inerte de alta presión

a) Presión kg/cm ² G:	Nor/dís:	25.0/27.5
b) Temperatura: ° C:	" "	37.8/60

(2) Gas inerte de baja presión

a) Presión kg/cm ² G :	Nor/dís:	2.03/3.8
b) Temperatura ° C;	" "	37.8/60

10.- Aceite sellante (para sello mecánico)

(1) aceite sellante de alta presión

a) Presión kg/cm^2 G: Nor/dts: 18.0/19.8

b) Temperatura $^{\circ}\text{C}$: " " 40/60

(2) Aceite sellante de baja presión

a) Presión kg/cm^2 G: Nor/dts: 4.0/5.8

b) Temperatura $^{\circ}\text{C}$: " " 40/60

(3) La calidad y las propiedades físicas del aceite son las siguientes:

a) Calidad: técnico 90 bajo sulfuro

b) Propiedades físicas:

<u>Reglón</u>	<u>Especificaciones</u>	<u>Método de prueba</u>
-gravedad específica (20/4 ₀ C)	0.850	ASTM D 1298-67 (72)
- color	+ 21 min	ASTM D-156-64 (73)
-viscosidad (37.8 $^{\circ}\text{C}$) S.U.	85/95 seg	ASTM D-445-74 y ASTM D-2161-74
- punto de flujo	-10 $^{\circ}\text{C}$ max	ASTM D-97-66 (71)
- número de neutraliza- ción (número ácido-base)	Neutral, mgKOH/g	ASTM-D644-58 (68)
-sulfuro	0.01% peso max	ASTM D-129-64(73)
-residuos no sulfonados#	98% peso mín	ASTM D-483-63

#La materia de los residuos no sulfonados consiste de aromáticos con peso molecular mayor que 400

11.- Sello líquido para el sello de flechas.

fluido: Hexano

Gravedad esp: 0.673 ± 0.010 15/4 $^{\circ}\text{C}$

Hexano baja presión:

Presión $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$: Nor/dls 4/18.0

Temperatura $^{\circ} \text{C}$: " " 40/60

Hexano alta presión:

Presión: $\text{kg/cm}^2 \text{ G}$ Nor/dls 15/18.0

Temperatura: $^{\circ} \text{C}$: 40/60

12.- Electricidad

(1) Para motores

a) de 201 HP a 3000 HP : AC 4000 V, 3 fases, 60 hz.

b) De 201 HP a 200 HP : AC 440V, 3 fases, 60 Hz

c) De 0.75 HP y menos: AC 115V, monofásico y 60 Hz.

(2) Para circuitos de control

a) Equipo de alto voltaje: CD 125V

b) Equipo de bajo voltaje: 115V, monofásico y 60 Hz.

(3) Para instrumentación

CA 115V, monofásico y 60 Hz.

(4) Rango de fluctuación Voltaje: $\bar{+} 10\%$

Frecuencia: $\bar{+} 5\%$

4.3.4 ALCANCE DE ABASTECIMIENTO

Alcance de abastecimiento del vendedor.

Los equipos y materiales que deben ser suministrados por el vendedor son los siguientes, bajo los puntos señalados.

El vendedor deberá diseñar y abastecer todo el equipo y los materiales necesarios para la instalación, operación y mantenimiento, incluyendo los siguientes renglones:

- a) Recipientes
- b) Agitadores con reductores
- c) Motores eléctricos
- d) Accesorios, incluyendo herramienta especial
- e) Partes de repuesto o refacciones
- f) Programa de mantenimiento

Otros renglones que debe de cubrir como abastecimiento el vendedor, son los siguientes:

- a) Documentos
- b) Inspección y pruebas
- c) Pintura
- d) Prevención corrosiva
- e) Empacado de exportación (de fuera de México) o empacado nacional (dentro de México).
- f) Servicio de supervisión, Instrucciones de manejo.

Los siguientes puntos quedan excluidos como suministro de parte del vendedor:

- a) Tuercas y tornillos o pernos de anclaje.

- b) Materiales aislantes
- c) Cable y materiales eléctricos
- d) Lubricantes
- e) Lugar de trabajo

Diseño

Generalidades. -

Como requisitos o requerimientos para el diseño del equipo consulte las Especificaciones Generales para Recipientes a Presión y las Especificaciones Generales para Agitadores del tanque D105 y del tanque D106. Se pueden consultar, además, los dibujos y los diagramas anexados.

Otros requisitos. -

A. - El número de placa debe ser asignado para todos los equipos. La denominación empleada para el número de placa debe ser en inglés.

B. - El cobre o aleaciones de cobre no deberán usarse para partes en contacto con las sustancias del proceso.

C. - El equipo deberá estar provisto con bastones a tierra.

D. - Los cojinetes y cojinetes de rodillos deberán de series milimétricas.

E. - El equipo deberá tener orejas adecuadas para el levantamiento para instalación o mantenimiento.

F. - Todas las partes móviles peligrosas para el personal deberán estar equipadas con resguardos de seguridad.

G. - Todos los pernos de anclaje para fijar el establecimiento de las primeras instalaciones deberán ser suministrados por Pemex .

Finalmente se presentan las especificaciones de los tanques - 105 y 106, elaboradas en base a los puntos anteriores.

TABLA 15 HOJA DE ESPECIFICACION DEL EQUIPO

		RECIPIENTE			PROYECTO		
SERVICIO	P-1 TANQUE PARA CATALIZADOR			REQ. No.	D-106, D-2105		
1	Tipo	VERTICAL CON AGITADOR			Req. No.	2	
2	Tamaño	2250DI x 2500 TL-TL			Capacidad	13 m ³ /coraza	
3	Peso	Vacío: * 1 kg	Lleno de agua * 1	Kg.	Operando:	* 1 kg.	
		DATOS Y PRUEBAS DE DISEÑO			MATERIALES		
5		Coraza				Coraza	
6	Código y Estándares	ASME SEC VIII PIV 1 1974			Coraza	A240-304	0
7	Fluido circulante	Catalizador y Hexano			Cabeza	A240-304	0
8	Diseño	60					0
9	Temp. Oper (max)	35			Cuello de orificio	A312-TP304 *6	0
10	Diseño	3.8			Brida	A105	0
11	Oper (max)	0.05 1			Interno	A240-304	0
12					Tubos en	A312-	0
13	Pruebas Hidrostática	5.7			Brida		
14	Pnue						
15	Vacío						
16							
17	Radiografía de						
18	Eficiencia junta						
19	Código soldadura	ASME SEC 1X					
20	Coefficiente sísmico						
21	Tipo de cabeza	Plano Cónica Hemisférica					
22	Aislamiento						
23	Prep. Sup.						
24	Pintura	2 recubrimientos					
25	Accesorios	Ancho Templado					
26	Partes						
27	Tolerancia						
ORIFICIOS Y ABERTURA							
	Marca	Diámetro		Espesor			
		Nominal	No. Código	Tipo Cara	Parco	Distancia	Servicio

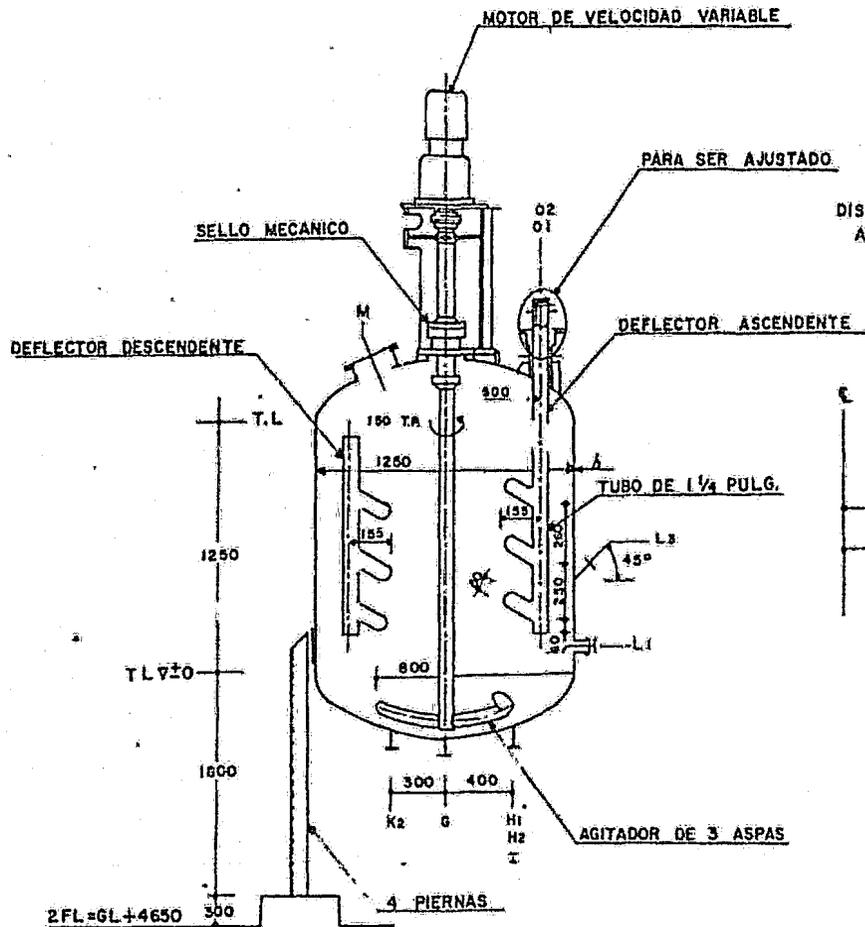
IV - A

Pernos anclaje

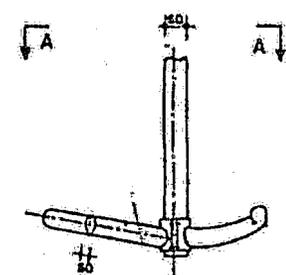
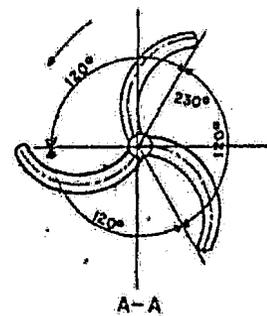
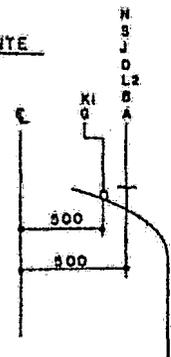
TABLA 16 HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

		R E C I P I E N T E				PROYECTO:
SERVICIO	R-1	TANQUE DE ALIMENTACION DEL CATALIZADOR		REQ. No.	D-106	
1	Tipo	VERTICAL CON AGITADOR		Req. No.		
2	Tamaño	1250ID con AGITADOR		Capacidad	2.0 m ² / coraza	
3	Peso	Vacfo 1 Kg.	Lleno de Agua * 1 Kg	Operando * 1	kg	
		DATOS Y PRUEBAS DE DISEÑO		MATERIAL		CA(mm)
5	Código y Stándares	Coraza		Coraza		
6	Código y Stándares	ASME SEC. VIII DIV. 1 1974		Coraza	A240-304 0	
7	Fluido manejado	Cat. y Hexano		Cabeza	A240-304 0	
8	Diseño	60				
	Temp. Oper (max)	3.5		Cuello de orificio		A312-TP304 * 6 0
10	Diseño	3.5		Brida	A105 0	
11	Pres. Oper (max)	0.05	1 Kg/cm'g	Interno	A240-304 01 EQ 0	
12			1 Kg/cm'g	Tubos In.	A312-TP304 * 6 0	
13	Prueba Hydro.	5.7		Brida		
14	Pnuem.	4.2		Pernos anclaje		
15	Vacío			Int.		
16	Soldadura			Ext.		
17	Radiografía de			Brida		
18	Eficiencia junta			Int.		
19	Código Soldadura					
20	Coefficiente sísmico					
21	Tipo de cabeza	Plano Cónica Hemisfé-rica				
22	Aislamiento					
23	Prep. Sup.					
24	Pintura	2 recubrimientos				
25	Accesorios	Ancho	templado			
26	Parte					
27	Tolerancia					
ORIFICIOS Y ABERTURA						
Marca Diámetro		Espesor				
Nominal	No.	Código	Tipo	Cara	Parco	Distancia Servicio

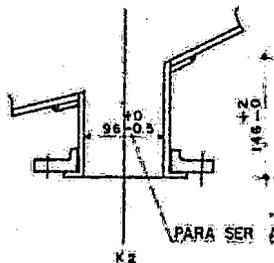
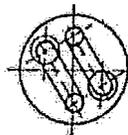
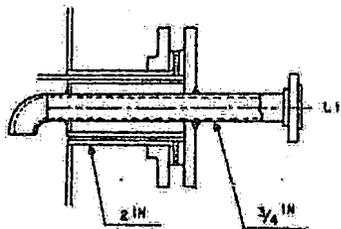
IV - 70



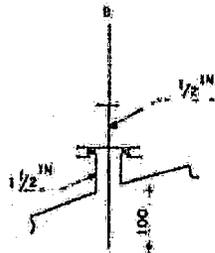
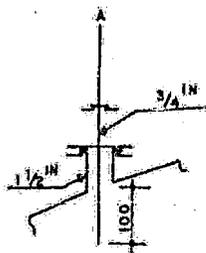
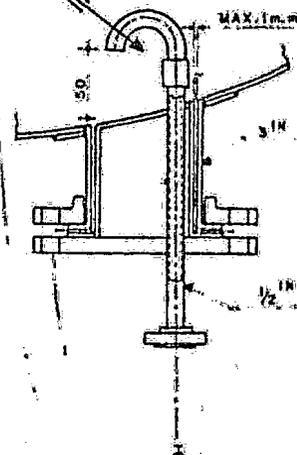
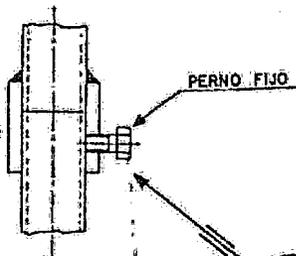
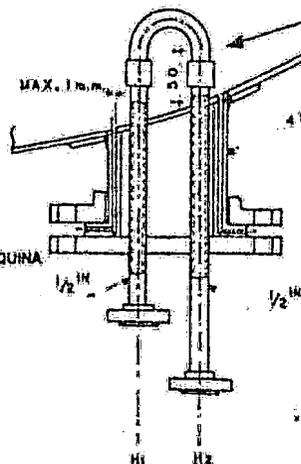
DISEÑO DE ACUERDO
A LA ALTURA DEL
DEFLECTOR



PROYECTO: POLIPROPILENO ISÓTACTICO	
TANQUE DE ALIMENTACION DEL CATALIZADOR	
D-106	D-2166



PARA SER ACABADO A MAQUINA



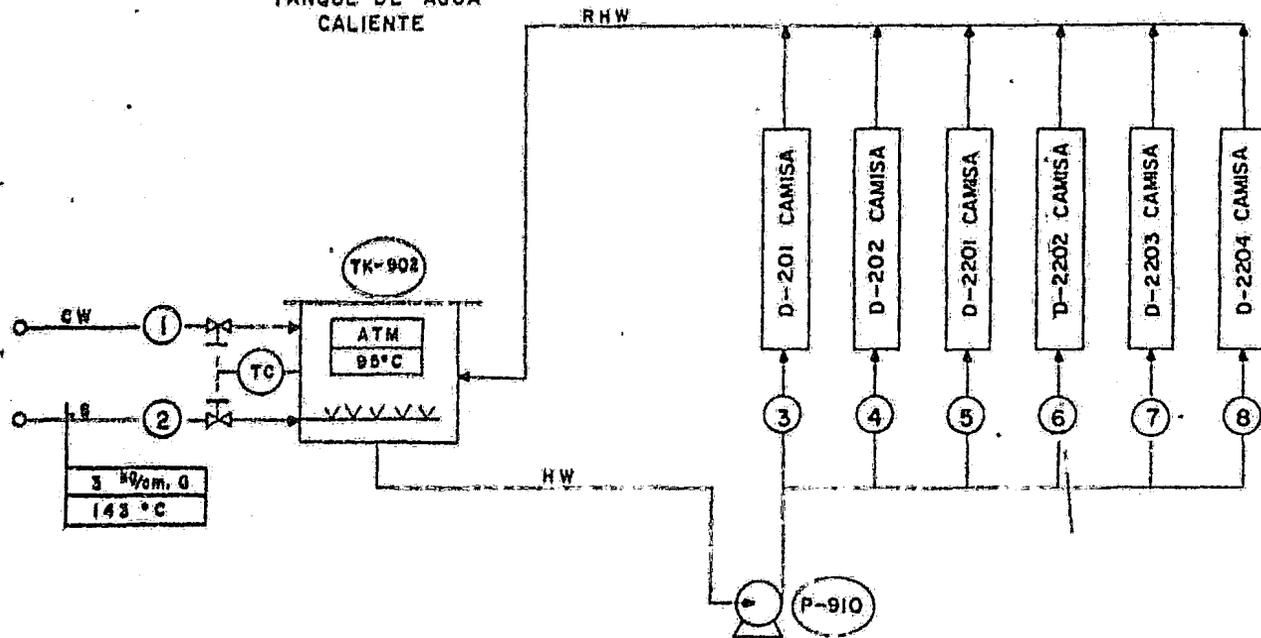
PROYECTO POLIPROPILENO ISOTACTICO

DETALLE DE BOQUILLA DEL TANQUE

D-106

D-2106

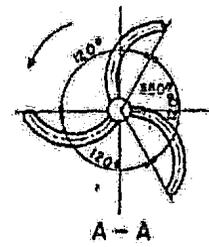
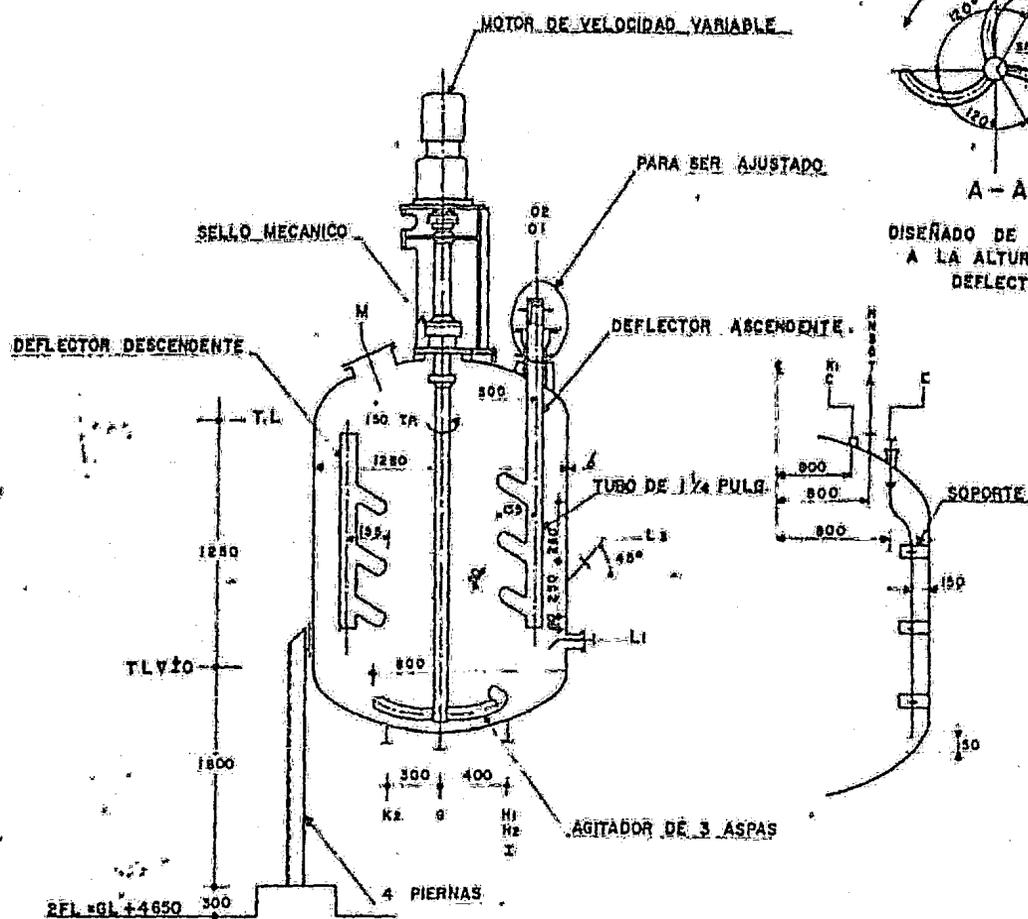
TK-902
 TANQUE DE AGUA CALIENTE



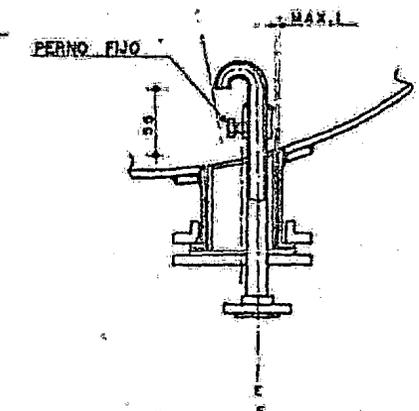
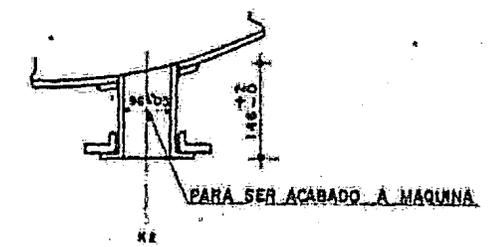
P-910
 BOMBA PARA
 AGUA CALIENTE
 200 m³/hr
 25 m. de cabeza.

CORRIENTE NO	1	2	3	4	5	6	7	8
FLUJO NORMAL Ton/h.	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO MAXIMO Ton/h	10	2	200	200	200	200	200	200
NOTAS	CUANDO EL AGUA CALIENTE ES OBTENIDA		CUANDO LA REACCION ESTA EMPEZADA					

PROYECTO: POLIPROPILENO ISOTACTICO
 DIAGRAMA DE FLUJO PARA AGUA CALIENTE



DISEÑO DE ACUERDO A LA ALTURA DEL DEFLECTOR



PROYECTO: POLIPROPILENO ISOTÁCTICO		
TANQUE	PARA	CATALIZADOR
D-105		D-2105

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

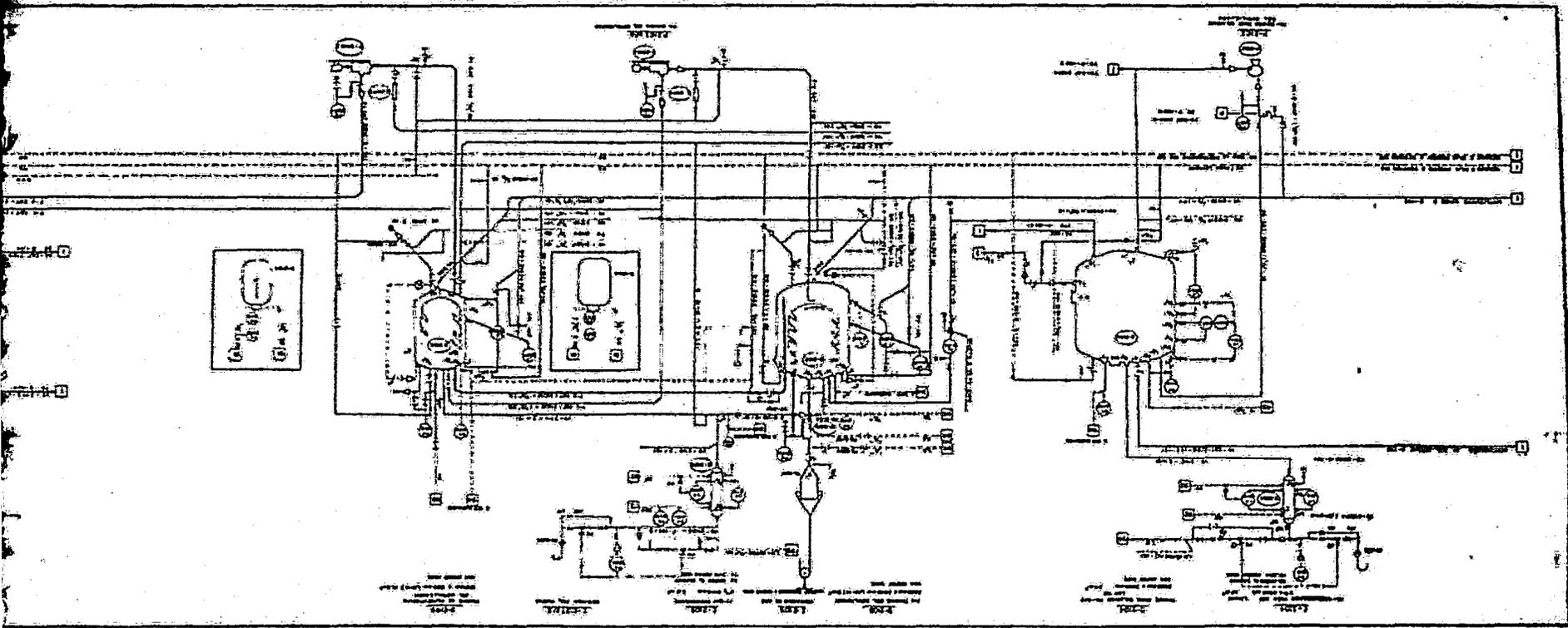
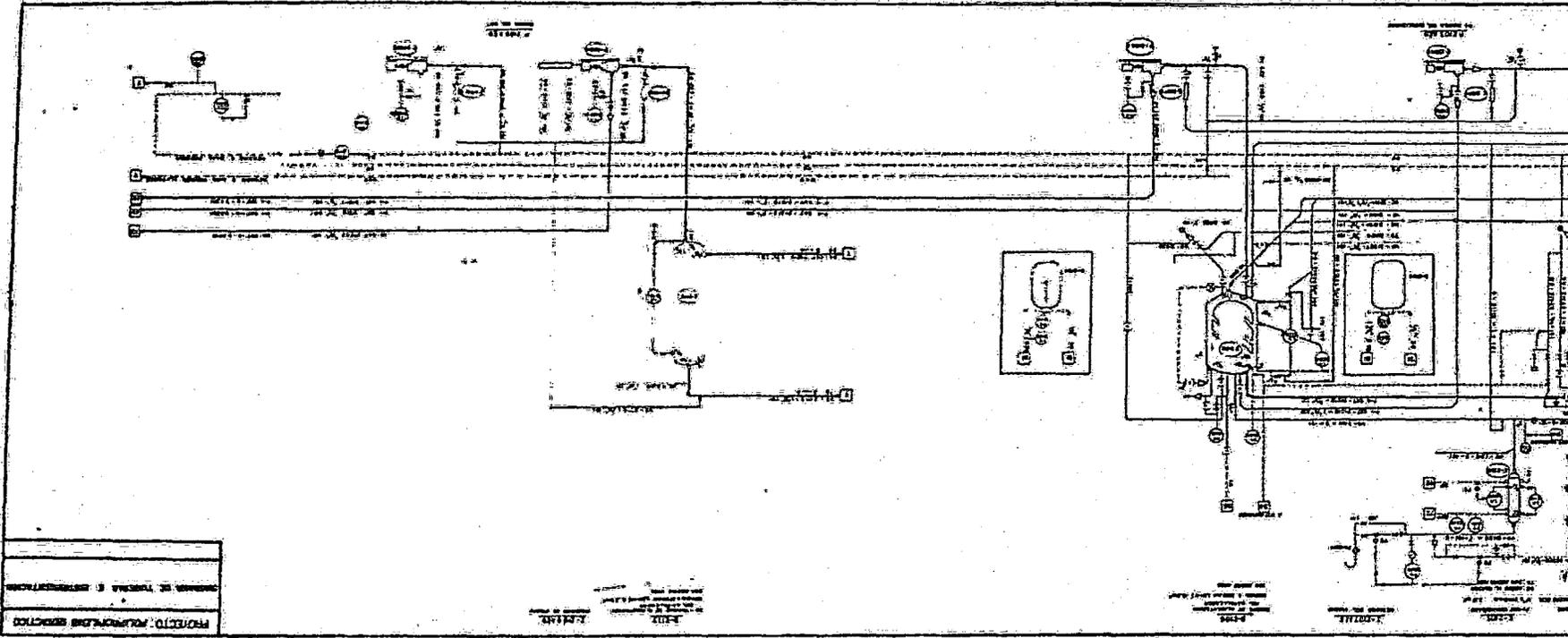
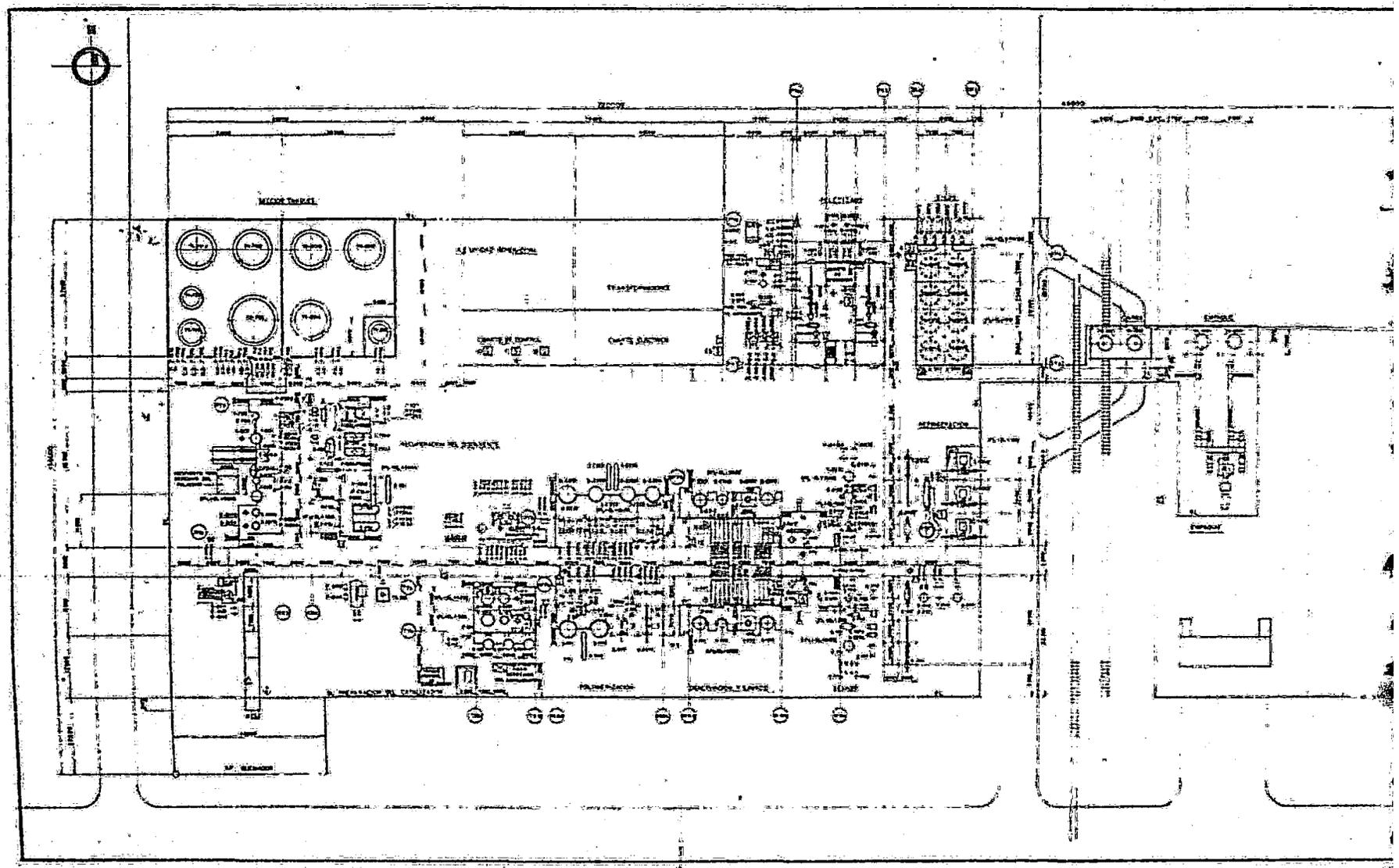


DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

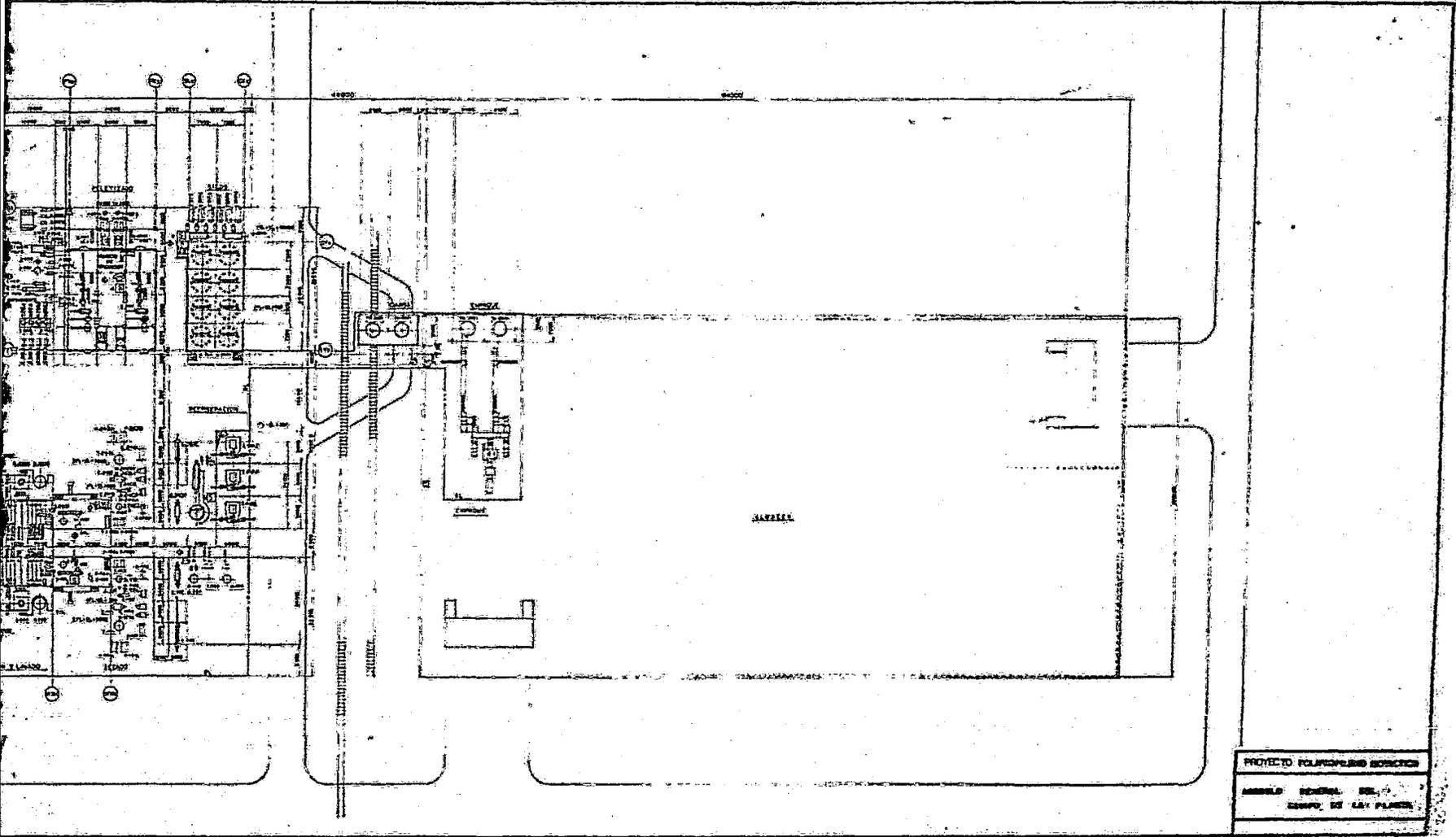


PROYECTO ALUMINUM DE BOCHOS
DISEÑO DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

ARREGLO GENERAL DEL EQUIPO EN LA PLANTA

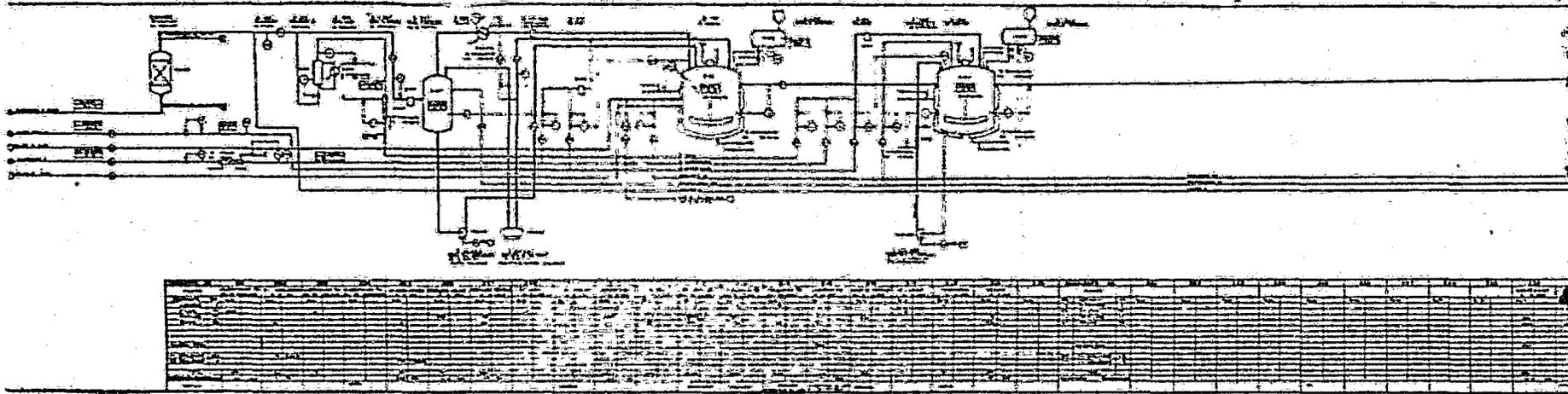


DEL EQUIPO EN LA PLANTA

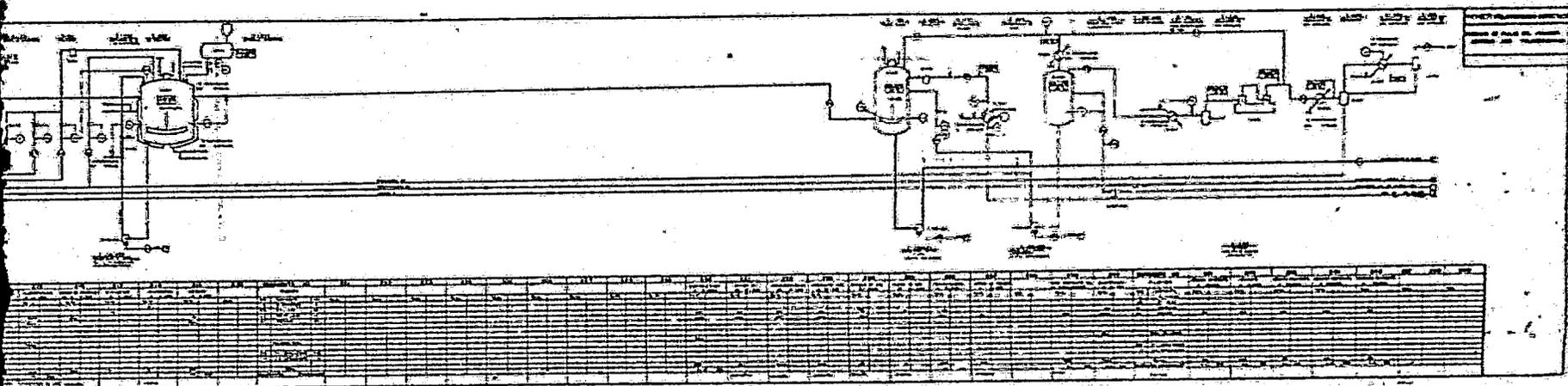


PROYECTO POLIQUIMICO SOROTEX
ANEXO GENERAL DEL
GRUPO DE LA PLANTA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO SECCION 200 POLIME



FLUJO DEL PROCESO SECCION 200 POLIMERIZACION



BIBLIOGRAFIA

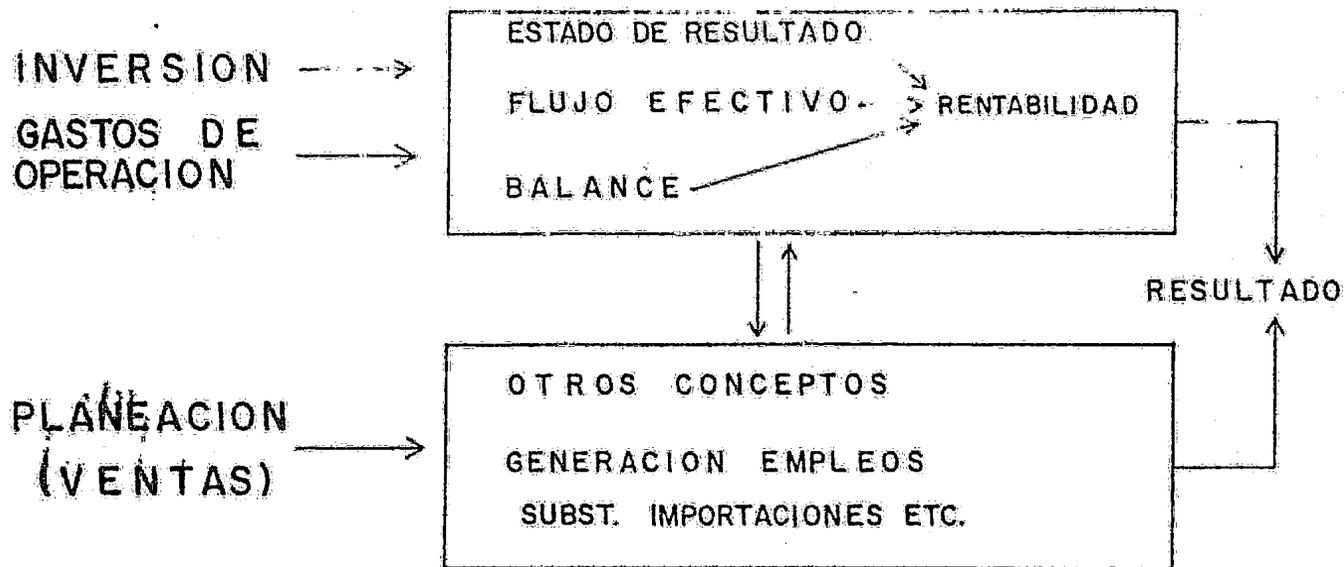
1. - Lloyd E. Brownell
Process Equipment Design
Vessel Design
1959, USA.
2. - Kellogg Company The M. W.
Design of Piping Systems
2th Ed. 1956
John Wiley & Sons. USA
3. - Case y Barrow
Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso
CECSA 1981
México, D. F.
4. - Ludwig Ernest E.
Applied Process Design for Chemical and Petrochemical
Plants
Volume III
Gulf Publishing Company
U. S. A., 1965

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO



CAPITULO V

5.0 Introducción.

5.1 Presupuestos.

5.1.1. Tipos de Presupuestos

5.1.1.1 Presupuestos de Egresos

5.1.1.2 Presupuestos de Ingresos

5.1.1.3 Presupuestos de Inversión

5.1.1.3.1.1 Estimados Preliminares

5.1.1.3.1.2 Estimados Intermedios

5.1.1.3.1.3 Estimados Definitivos

5.2 Evaluación del Proyecto.

5.2.1 Presupuestos de Inversión

5.2.1.1 Definición de conceptos que conforman el Presupuesto de Inversión

5.2.1.2 Presupuesto de Inversión

5.2.2 Evaluación Económica

5.2.2.1 Información necesaria para la evaluación de Proyectos a largo plazo.

5.2.2.2 Principales puntos a considerar en el análisis para la evaluación de Proyectos a largo plazo

5.2.2.3 Alternativas de análisis en una Evaluación de Proyectos a Largo Plazo

5.3 Principios sobre Control de Costos y su Importancia

5.4 Anexos

5.4.1. Costos de Ingeniería.

5.4.2 Costos de Equipo

5.4.3 Gastos de arranque.

5.4.4 Rentabilidad de una Inversión.

5.0 INTRODUCCION.

El objeto de presentar este capítulo es sentar las bases necesarias para la elaboración de dos documentos importantes para el proyecto; del valor de ambos depende la realización del mismo, estos documentos son el presupuesto y la evaluación económica.

En cuanto al presupuesto, como se verá mas adelante, depende en su valor de la cantidad de información con la que se cuente para calcularlo, es decir, tanto mayor información se tenga más exacto es el valor del presupuesto.

En cuanto a la evaluación económica, el principal parámetro es la tasa interna de retorno, ésta depende del tipo de proyecto del que se trate debido a que, en ocasiones si son proyectos de gobierno serán otros factores los que se consideren más importantes, tales como: Creación de empleos, balance de divisas por la sustitución de una importación, etc.

La forma en que se integró el capítulo fue pensando en el más fácil entendimiento del mismo, el capítulo en sí no trata de ser un documento completo, ya que aún así le faltan varios puntos por tratar y en algunos tal vez una mayor profundidad, por lo tanto los parámetros o criterios dados no son los únicos y es necesario complementarlos con otros.

5.1 PRESUPUESTOS.

El presupuesto (del francés antiguo, bougette o bolsa) fue en su origen sinónimo del control de gastos.

A principios del siglo XX, la iniciativa privada empieza a utilizar el presupuesto como un medio para controlar sus gastos, ampliando posteriormente su campo de acción al emplearlo para pronosticar en forma razonable las ventas y su costo de producción.

La definición del término presupuesto es la siguiente:

"Presupuesto es el cálculo anticipado del costo de una obra y también de los gastos o ingresos de una empresa o colectividad".

Los objetivos de un presupuesto son planeación, coordinación, dirección y control.

Específicamente comprende el desarrollo y aplicación de :

- Propósitos generales y a largo plazo para la empresa.
 - Un plan de utilidades a largo plazo
 - Un plan de utilidades a corto plazo, detallado por responsabilidades pertinentes (divisiones, productos, proyectos, etc.)
 - Un sistema de informe de resultados por responsabilidades asignadas.
 - Las políticas a seguir, toma de decisiones y visión conjunta.
- (Ver cuadro Anexo).

T A B L A I

OBJETIVOS DEL PRESUPUESTO

1. - PLANEACION

Camino a seguir con unificación y sistematización de actividades, de acuerdo con objetivos.

2. - COORDINACION

Desarrollo y mantenimiento armonioso de las actividades.

3. DIRECCION

Función ejecutiva para guiar e inspeccionar a los subordinados

4. - CONTROL

Medidas para apreciar si los objetivos y los planes se están cumpliendo.

1. - Adecuada, Precisa y Funcional Organización de la entidad.

2. - Compaginación estrecha y coordinada de todas y cada una de las secciones para que cumplan con los objetivos.

3. - Comparación entre lo presupuestado y los resultados habidos.

4. - Ayuda enorme en las políticas a seguir, tomas de decisiones y visión de conjunto.

Un presupuesto completo para una empresa mediana o grande es complicado. Ninguna tabulación sencilla de una página podría incluir todos los detalles. Se puede formular un gran presupuesto en forma paralela a la estructura de organización. Un presupuesto maestro, esencialmente un resumen general, indicaría las cuotas o los márgenes para las divisiones principales y unidades o departamentos. Subordinados al presupuesto habrá uno o más niveles de presupuestos de detalle. Estos cubren a los departamentos individuales y son consistentes con el presupuesto maestro.

Los programas de inversión a largo plazo que comprendan algún proyecto, como la construcción de una nueva planta, requieren naturalmente que las obligaciones sean presupuestadas con anticipación para más de un año fiscal.

Los presupuestos de inversión están necesariamente sujetos a revisión de acuerdo con los cambios en la posición financiera de la compañía o con los cambios en los pronósticos de los negocios.

Entre las tendencias generales que influyen sobre el pensamiento de los economistas y de los hombres de negocios al pronosticar el futuro cercano, están:

1. - Venta de bienes de capital (equipo industrial y comercial).
2. - Venta de artículos duraderos al consumidor (refrigeradores y automóviles).
3. - Construcción (hogares y edificios).
4. - Finanzas (depósitos y liquidaciones).

5. - Mercado de acciones (transacciones y tendencias de los precios).

6. - Indices de precios, salarios y costo de la vida.

7. - Comercio exterior.

8. - Situaciones políticas nacionales y extranjeras.

La preparación del presupuesto (por lo menos del maestro), es responsabilidad de la gerencia general. La aprobación final del presupuesto anual, en algunas empresas, puede corresponder al consejo de administración.

Por lo general, los presupuestos se formulan sobre bases anuales, quizá sujeto a cambios mensuales o trimestrales. Un sistema, consiste en revisar mensualmente el presupuesto anual y, al mismo tiempo, proyectar el presupuesto con anticipación para todo un año; este método proporciona un presupuesto anual continuo proyectado con un año de anticipación.

A continuación se presenta una tabla con los principales factores que afectan los costos y por ende el presupuesto.

T A B L A 2

Factores que afectan a los Costos.

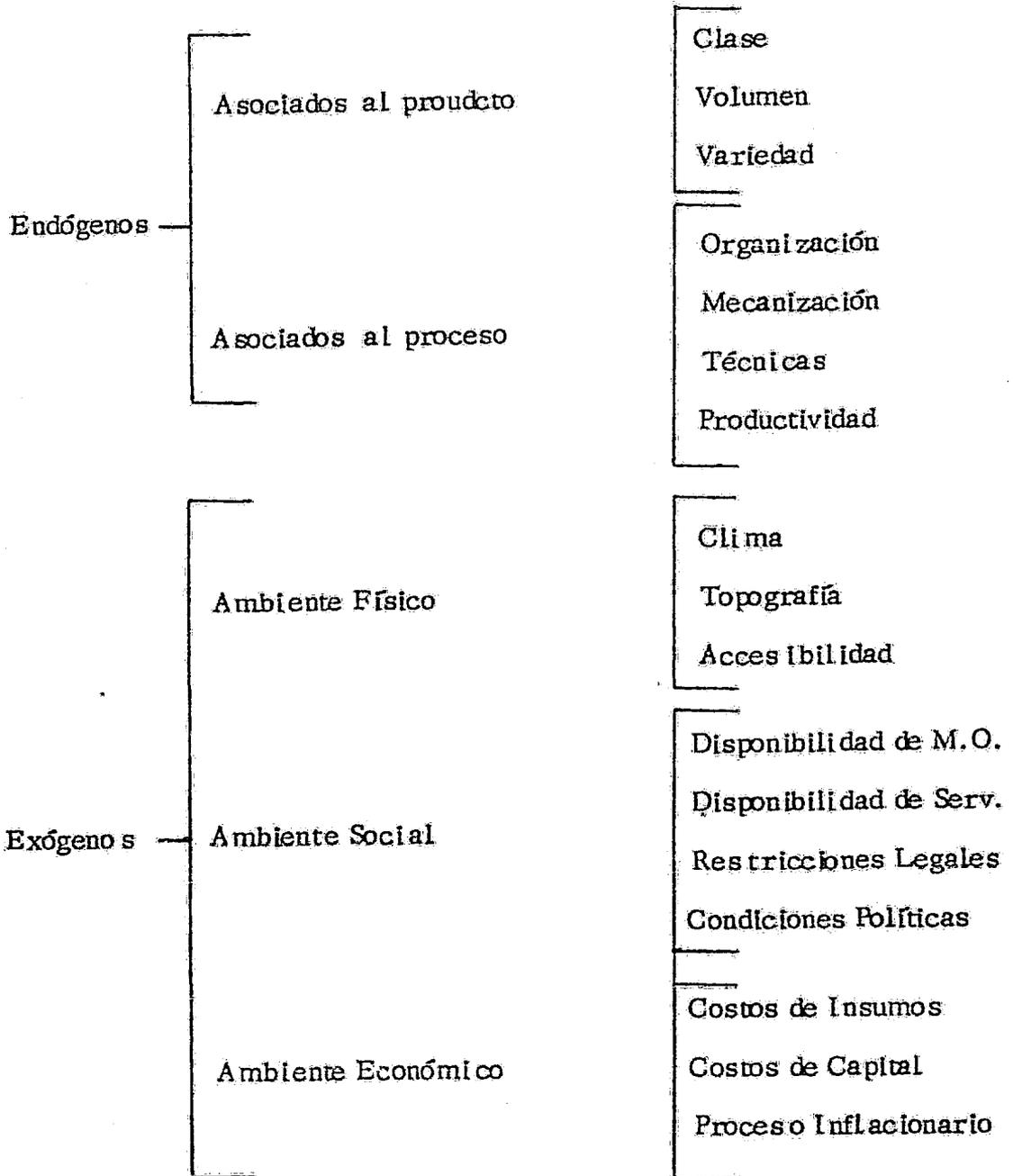
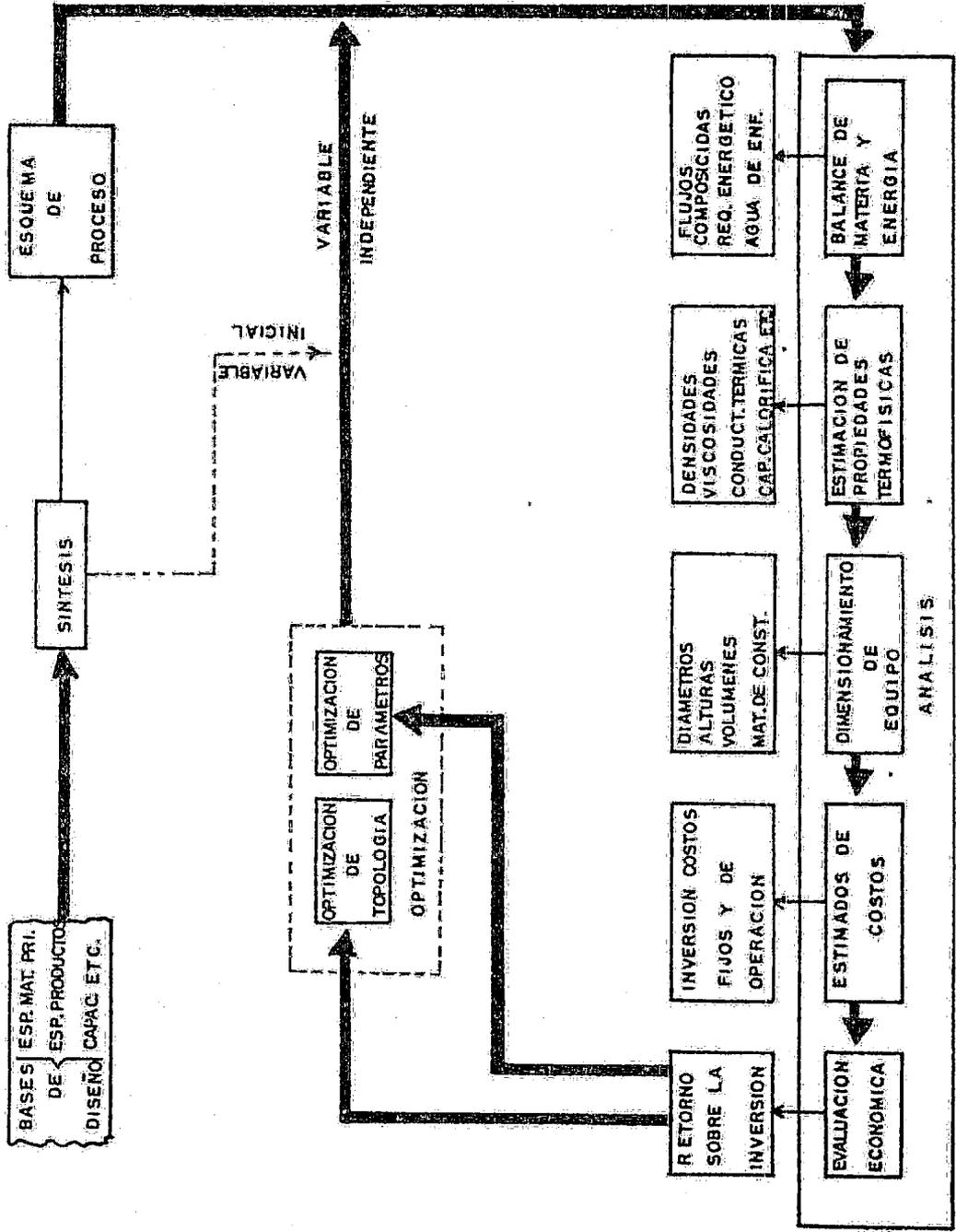


FIG. 3.1.1.1 SECUENCIA DE ACTIVIDADES EN EL DISEÑO DE PROCESOS



5.1.1 TIPOS DE PRESUPUESTOS.

Los presupuestos pueden clasificarse de la siguiente forma:

5.1.1.1. Presupuestos de Ingresos:

En planes a corto, mediano y largo plazo, se deben estudiar las acciones que proporcionen las entradas esenciales para soportar las salidas planeadas de la empresa, de manera que se logren las utilidades y rendimientos realistas sobre las inversiones.

Las entradas corresponden a personas, capital y materiales; son factores que generalmente ocasionan costos. Las salidas planeadas son productos, servicios y aportaciones sociales generados por la empresa, es decir las salidas son factores generadores de un ingreso; aunque las salidas sociales, por lo menos a corto plazo, son generadoras de costos.

5.1.1.1.1. Presupuesto de Ventas

Las ventas son la principal fuente de ingresos; por ello se debe estudiar la planificación de las ventas como una serie de componentes como son:

- 1 - Establecer el cimiento para el desarrollo de :
 1. - Los fines de la empresa.
 2. - La tendencia de la empresa.
 - 3 - Los pronósticos de las ventas.
- 2 - Construcción de un plan de ventas por el desarrollo de :
 - 1 - Un plan de promoción y publicidad
 - 2 - Un plan de gastos y ventas
 - 3 - Un plan de distribución

Antes de elaborar el presupuesto de ventas se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- El volumen de ventas pasado.
- Las condiciones económicas generales.
- La relación de las ventas a los índices económicos como son: el ingreso nacional bruto, el ingreso personal, el empleo, los precios y la producción industrial
- El beneficio relativo que dejan los productos
- Los estudios de investigación de mercados
- Las políticas de precios
- La publicidad y otras promociones.
- La competencia.
- Las variaciones estacionales
- La capacidad de producción.
- Las tendencias a largo plazo de las ventas de los diferentes productos.

La proyección de ventas depende de :

- La capacidad de la empresa para su operación económica
- La disponibilidad de personal.
- La adecuación de materias primas y suministros
- La disponibilidad de capital

Existen varios métodos para la proyección de las ventas basados en: criterios no estadísticos (función: del personal, de los supervisores o de la opinión de los ejecutivos); estadísticos (función del - -

análisis de tendencias, del análisis de correlaciones de secciones representativas, etc.) ; con fines específicos (función del análisis de la industria, del análisis de las líneas de productos o del análisis del uso final)

5.1 1. 2 Presupuestos de Egresos

Estos presupuestos comprenden lo que se denominan costos de producción y suelen dividirse en costos de manufactura y gastos generales

El desglose de los costos de manufactura y gastos generales se presenta a continuación:

T A B L A 4

Costos de Producción para una planta típica de proceso químico.

Materias Primas	servicios	Costo directo de Operación	Costo de manufactura	Costo total del Producto
Mano de obra de operación				
supervisión de operación				
Vapor				
Electricidad				
Combustibles				
Refrigeración	Costos fijos de Inversión			
Agua				
Mantenimiento y reparaciones.				
Suministros de operación	Costos indirectos de - - Planta			
Laboratorio (reactivos y personal)				
Regalías				
Catalizadores y solventes				
Depreciación	Gastos Administrativos	Gastos Generales		
Impuestos locales, Renta				
Seguros				
Intereses por financiamiento				
Servicio médico	Gastos de Distribución y Mercadeo, Gastos Financieros, Gastos de Planeación, Desarrollo y Gastos sobre ganancias brutas			
Seguridad				
Club recreativo				
Envase y empaque				
Comedor				
Indirectos de nómina				
Prestaciones				
Control de laboratorios				
Servicios de almacenamiento				
Otros Indirectos		Gastos de Distribución y Mercadeo, Gastos Financieros, Gastos de Planeación, Desarrollo y Gastos sobre ganancias brutas		
Salarios de ejecutivos				
Costos legales y de ingeniería				
Mantenimiento oficinas				
Servicios de comunicación	Gastos de Distribución y Mercadeo, Gastos Financieros, Gastos de Planeación, Desarrollo y Gastos sobre ganancias brutas			
Sueldos asesores				
Oficinas de ventas				
Gastos de representación				
Transportes				
Publicidad				
Servicios Técnicos de Ventas				
Gastos de Planeación y Desarrollo				
Gastos sobre ganancias brutas				
Gastos de financiamiento				

A continuación se presenta otra tabla en la cual se desglosa el costo total del producto:

Costos variables. - Son aquellos costos que fluctúan en forma proporcional al volumen de producción

Costos fijos. - Son aquellos costos que permanecen constantes ante las fluctuaciones de volumen.

' T A B L A 4

Costos varia--
bles

Materias Primas
Catalizadores y solventes
Vapor
Combustible Servicios
Refrigeración
Agua
Regalías

Costos Fijos

Operación y Suministro
Mantenimiento y Materiales
Laboratorio

Gastos de Operación y
Mantenimiento

Depreciación
Impuestos Locales
Seguros
Intereses por financia--
miento

Costos Fijos de
Inversión

Servicio médico
Seguridad
Indirectos de nómina
Envase y enpaques
Comedor
Control de Laboratorios
Servicios de Almacenamiento
Otros Indirectos

Costos Indirectos de
Planta

Salarios de Ejecutivos
Costos legales y de Inge-
nería
Mantenimiento de oficinas
Servicios de comunicación

Gastos de Administra-
ción

Oficinas de Ventas
Gastos de Representación
Transportes
Publicidad
Servicios Técnicos de Ventas

Gastos de Ventas
(Distribución y Mer-
cadeo)

Gastos de Planeación y Desarrollo

Gastos Financieros

Gastos sobre ganancias brutas

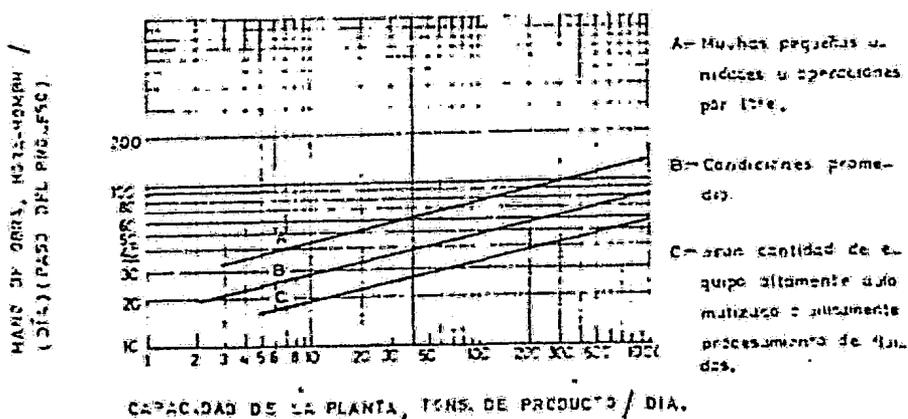
La definición de los conceptos involucrados en las tablas anteriores ya fue tratada, por lo tanto nos concretaremos a mencionar la información que se requiere para su cálculo y/o citar algunos de los porcentajes que representan unos conceptos con respecto a otros; todo con la finalidad de presentar una metodología para el cálculo de este tipo de presupuestos y obtener el costo total del producto.

Costos de Materias Primas. - Es necesario contar con su valor real, oscilan entre un 10 a un 50% del costo total del producto.

Mano de Obra de Operación* - Conociendo la cantidad de personas necesarias para la operación de la planta dados por el licenciador de la tecnología y el número de turnos que habría en la planta, se procede a elaborar un organigrama de acuerdo a las necesidades de la planta, encontrando así el número total de trabajadores y empleados de planta, que junto con los salarios y sueldos respectivos nos da el costo total de este concepto.

Otra manera de obtenerlo es mediante las H-H requeridas de acuerdo al tipo de proceso y capacidad de la planta, encontradas por el uso de la siguiente gráfica -

REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA INDUSTRIA QUIMICA -



Este dato de H-H, se tendrá que multiplicar por el número de etapas que hay en el proceso (este dato se obtiene del diagrama de flujo), también se deberá multiplicar por el costo promedio de la H-H - - (horas-hombre), obteniéndose así el valor de este concepto

El valor aproximado de este concepto es del 15% del costo total del producto.

Supervisión operación.* Se puede obtener del organigrama el número de personas y multiplicarlas por su salario respectivo para encontrar el valor del concepto

El valor de este concepto es aproximadamente del 15% del valor del concepto mano de obra operación

Servicios Auxiliares. - Se debe conocer el costo unitario de cada uno de los servicios, los cuales multiplicados por los requerimientos correspondientes, nos da el valor de costo de servicios. Este valor oscila entre 10-15% del costo total del producto

Mantenimiento y Reparaciones† Los requerimientos de personal pueden ser proporcionados por el proveedor de la tecnología, de donde de acuerdo a las necesidades de la planta se construyen los organigramas respectivos, que con los sueldos y salarios correspondientes nos da el valor de mano de obra; en cuanto a los materiales, normalmente se toman como un porcentaje de la inversión directa (2.0%).

El valor total del concepto es de un 2% del costo de equipo, si los requerimientos son bajos, pudiendo llegar hasta un 20% si son altos. En general, es del 6% de la inversión de capital fijo

La siguiente tabla constituye una guía para estos costos - -

como función de las condiciones del proceso.

Costos de mantenimiento como un porcentaje de la inversión en capital fijo (base un año).

T a b l a 5

Tipo de Operación	Mano de Obra	Materiales	Total
Proceso químico simple	1-3	1-3	2-6
Proceso común en condiciones de operación normales	2-4	3-5	5-9
Proceso complicado con severas condiciones de corrosión o demasiada instrumentación	3-5	4-6	7-11

Cuando la planta se opera a capacidades menores que la nominal, los costos de este concepto son menores, se estiman por lo tanto de la siguiente manera:

Si la planta opera a un 75% de la capacidad nominal, los costos serán de un 85% de los costos de mantenimiento y reparación obtenidos en una planta operando a su capacidad nominal. Si opera a un 50%, los costos serán del 75%.

Suministros de operación. - Normalmente este concepto se evalúa como un 10% de los materiales de mantenimiento o un 15% del costo de mantenimiento y reparaciones, dependiendo del tipo de proceso y del criterio del que valúa este concepto.

Laboratorio. - Su cálculo se hace en función de los requerimientos de personal obtenidos de la información del licenciador; la mano de obra es multiplicada por costo promedio por laboratorista, más

las prestaciones de ley, generándose así el valor del costo total de mano de obra, en ocasiones para los materiales se toma una cantidad - - igual a la de mano de obra.

Estos costos se puede decir que oscilan entre un 10-20% del - costo de mano de obra operación.

Regalías y Patentes. - Estas regalías oscilan entre un 1 y un 5% del costo total del producto.

Costos fijos de inversión. - El total de estos costos representa al rededor de un 10 a un 20% del costo total del producto. A continuación se desglosa la manera de calcularlos:

Depreciación. - Los valores de las tasas de depreciación se encuentran en la Ley del Impuesto sobre la Renta, Artículo 21.

Los métodos de depreciación ya fueron descritos con anterioridad y en nuestro país sólo se puede usar el de línea recta (ver tabla D)

Impuestos Locales. - Dependen de las leyes que rigen el lugar donde se instale la planta.

Seguros. - Esta tasa oscila al rededor del 1% de la inversión de capital fijo.

Costos indirectos de la Planta (Plant Overhead). - Estos costos en las plantas químicas oscilan al rededor del 50% al 70% de los costos de mano de obra directa, supervisión y mantenimiento.

TABLA 6

DEPRECIACION Y AMORTIZACION

CALCULADA DE ACUERDO A LA LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA

DESCRIPCION	Tasa Anual %
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	10
AUTOMOVILES Y CAMIONES	20
COMPUTADORAS	25
EQUIPO ANTICONTAMINACION	35
EDIFICIONES Y CONSTRUCCIONES	5
MAQUINARIA Y EQUIPO	9
ACTIVIDADES NO ESPECIFICADAS	10
TERRENO	0

Gastos de Administración *. - Estos costos pueden calcularse suponiendo un número de personas las cuales deberán ejercer esta actividad y los otros gastos inherentes a la actividad se calculan como un porcentaje aproximado un 45% de los sueldos y salarios de las personas que trabajan.

Para un estimado rápido se pueden considerar de un 40 a un 60% de la mano de obra directa, dependiendo de si la planta es nueva o es una ampliación de alguna ya existente.

Gastos de Mercadeo y Distribución * - Se pueden calcular suponiendo un número de personas que se crean necesarias para ejercer esta actividad, y los gastos adicionales se considerarán como un 45% de los sueldos y salarios de las personas que sean requeridas.

Estos gastos varían fuertemente, ya que oscilan entre un 2 y un 20% del costo total del producto, dependiendo del tipo de producto a vender, número de consumidores y volumen a vender.

Gastos de Planeación y Desarrollo. - * Estos gastos se pueden calcular también suponiendo el requerimiento de cierto número de personas.

Este gasto oscila entre un 2 y un 5% de las ventas.

(*) Nota: Falta incluir en estos conceptos las prestaciones de ley que representan un 35% de los sueldos y salarios, pero esto depende de la política de una empresa.

Gastos de Financiamiento. - (Intereses). - Es función de la tasa de interés que se establece en el momento en que se pide el préstamo, por lo tanto son variables y dependen de la fuente de financiamiento.

miento.

Gastos sobre ganancias brutas. - Los ingresos totales menos -- los costos de producción dan como resultado las utilidades brutas. Restándole a estas últimas los impuestos sobre la renta y el reparto de -- utilidades a trabajadores se obtienen las utilidades netas. En nuestro -- país el impuesto sobre la renta es del 42% y el reparto de utilidades a trabajadores es del 8%.

Contingencias. - Este concepto engloba los imprevistos que son: variación en precios, huelgas, etc. Se suelen considerar del 1 al -- 5% del costo total del producto.

5.1.1.3 Presupuestos de Inversión.

Una inversión es un desembolso cuyos beneficios se espera -- que den frutos por un período mayor de un año, es decir, se sacrifica una satisfacción inmediata por una satisfacción futura.

Normalmente los conceptos que conforman una inversión se suelen agrupar en dos tipos:

Inversión Directa: es aquella representada por las erogaciones necesarias en equipo, materiales y mano de obra involucradas de -- manera directa en el sitio de fabricación, instalación y erección de la obra.

Inversión Indirecta: Está representada por los gastos debidos a la ingeniería y construcción, seguros, costos de arranque, honorarios a los contratistas que no pueden ser cargados directamente.

A continuación se presenta una tabla con los distintos conceptos agrupados de acuerdo a su tipo:

I N V E R S I O N

DIRECTA.

1. - EQUIPO POR COMPRAR:

- 11. - Todo el equipo listado en el diagrama de flujo completo.
- 12. - Partes para el equipo y equipo de reserva.
- 13. - Equipo concesionado.
- 14. - Transporte de todo el equipo y partes.
- 15. - Impuestos, seguros.
- 16. - Permisos para modificaciones durante el arranque.

2. INSTALACION DEL EQUIPO POR COMPRAR:

- 21. - Instalación de todo el equipo usado en el diagrama de flujo.
- 22. - Cimientos.
- 23. - Estructuras, aislamiento y/o pintura del equipo.

3. - INSTRUMENTACION Y CONTROL.

- 31. - Instrumentos, su instalación y su calibración.

4. - TUBERIAS. -

- 41. - Tuberías de proceso.
- 42. - Soportes, accesorios y válvulas de las tuberías.
- 43. - Aislamiento y/o pintura de las tuberías
- 44. - Tuberías de salmuera y efluentes.

5. - EQUIPO Y MATERIALES ELECTRICOS.

- 51. - Equipo eléctrico.
- 52. - Materiales.
- 53. - Instalación del equipo eléctrico.

6. - EDIFICIOS.

- 61. - Edificios de proceso (estructurales, plataformas, pasillos, elevadores de servicio, caminos de acceso, espuelas de ferrocarril, acondicionamiento para la instalación de básculas).
- 62. - Edificios auxiliares (oficinas, servicio médico, comedor, estacionamientos, almacenes, vestidores para el laboratorio, plataformas para carga y descarga).
- 63. - Talleres (mecánico, eléctrico, soldadura, carpintería, instrumentación).

7.- ACONDICIONAMIENTO DE TERRENOS.

71.- Acondicionamiento de terrenos (desmonte, nivelación, caminos, vías de ferrocarril, estacionamientos, áreas verdes, pasillos, bardas, muelles, depósitos de subproductos). (Gastos totales).

8.- INSTALACIONES PARA SERVICIOS.

81.- Equipo (calderas, generación de corriente eléctrica, compresores de aire, tratamiento de agua, torres de enfriamiento, subestaciones eléctricas).

82.- Instalaciones (pozos de agua para servicios, almacenes de agua, almacenes de combustibles, almacenes para materias primas, SILOS, estaciones de carga y descarga).

83.- Equipo auxiliar (muebles y equipo para oficinas, equipo para el comedor, equipo para el servicio médico, equipo para almacenes, equipo de transporte, montacargas, equipo para vestidores, equipo para laboratorio).

84.- Otros.

9.- TERRENOS.

91.- Terrenos para la planta y subproductos.

92.- Estudio de suelos.

INDIRECTA

1.- INGENIERIA Y SUPERVISION

11.- Ingeniería (proceso, diseño e ingeniería general, planos, consultores, viajes, modelos a escala, gastos de información). (Gastos totales).

12.- Supervisión de las actividades de Ingeniería.

13.- Gastos para los estudios de mercado y transporte.

2.- OTROS GASTOS DE CONSTRUCCION

21.- Construcción, operación y mantenimiento de instalaciones temporales.

22 - Equipo y herramientas para construcción.

23.- Administración y supervisión de la construcción.

24.- Permisos y/o licencias especiales, impuestos y seguros de construcción.

3.- PAGOS A CONTRATISTAS.

31.- Contratistas para la construcción.

32.- Tecnología y licencia.

4.- GASTOS DE ARRANQUE POR CAMBIOS EN EL SISTEMA DURANTE ESTE PERIODO.

5.- CONTINGENCIAS.

5.1.1.3.1. Tipos de Presupuestos de Inversión.

Existen varias clasificaciones para estos presupuestos, pero la más común es la siguiente:

TIPO DE PRESUPUESTO	% VARIACION (Exactitud)
Z	-70% a 90%
PERLIMINARES Y	-50% a 70%
X	-40% a 60%
S	-30% a 50%
INTERMEDIOS P	-20% a 40%
M	-15% a 30%
O	-10% a 20%
DEFINITIVOS I	- 7% a 15%
A	- 5% a 10%

En la siguiente tabla se presenta la información mínima necesaria para la elaboración de los diferentes tipos de presupuestos de inversión.

T A B L A 7

TIPOS DE ESTIMADO	A	I	J	M	P	S	X	Y	Z
	Definitivo			Intermedio			Preliminar		
INFORMACION DISPONIBLE									
Bases generales de diseño (1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diagrama de flujo y balances de material	X	X	X	X	X	X	X	X	
Balances de Energía	X	X	X	X	X	X	X		
Lista de Equipo e Instrumentos (2)	X	X	X	X	X	X			
Hoja de Especificaciones de Equipo	X	X	X	X	X	X			
Estudio del lugar (3)	X	X							
Disponibilidad de Servicios y Transportes	X	X							
INFORMACION DESARROLLADA POR GRUPO DE INGENIERIA									
Esquemas de diseño (5)	X	X	X	X	X	X			
Lay-Outs de Areas de proceso (6)	X	X	X	X	X				
Lay-Outs de Areas de Servicios y Edificios (7)	X	X	X	X					
Lay-Out general y Estudios Topográficos	X	X	X	X					
Tipos de construcción (especificaciones)	X	X	X						
Indice de tuberías (8) y arreglo de tuberías (9)	X	X	X						
Diagrama unifilar (preliminar) y Tubs. Eléctricas	X	X	X						
Diagrama de tubería de instrumentación	X	X							
Especificaciones de Instrumentos	X								
Control eléctrico e interlocks	X								
Estudio de Mecánica de suelos	X								
Diseño arquitectónico y estructural (aproximado)	X								

NOTAS:

- (1) Materias primas disponibles productos a elaborar, capacidades de producción y almacenamientos, especificaciones de productos y materias primas, tiempos de operación, provisiones para expansión.
- (2) Mostrando números de equipos requeridos, capacidad y materiales de construcción.
- (3) Incluyendo valores del terreno (\$/m²) y estudios de desarrollo
- (4) Descripción de servicios requeridos y de accesibilidad del área por diversos medios.
- (5) Items de equipo no usuales
- (6) Mostrando equipos en planta y elevaciones
- (7) Servicios, edificios auxiliares y de oficinas, caminos, drenajes, etc.
- (8) Tamaños, materiales de construcción
- (9) Arreglos preliminares que permitan efectuar una cubicación preliminar de materiales.

A continuación se presenta la clasificación de la Asociación
Americana de Ingeniería de Costos.

TIPO DE ESTIMADO DE INVERSION

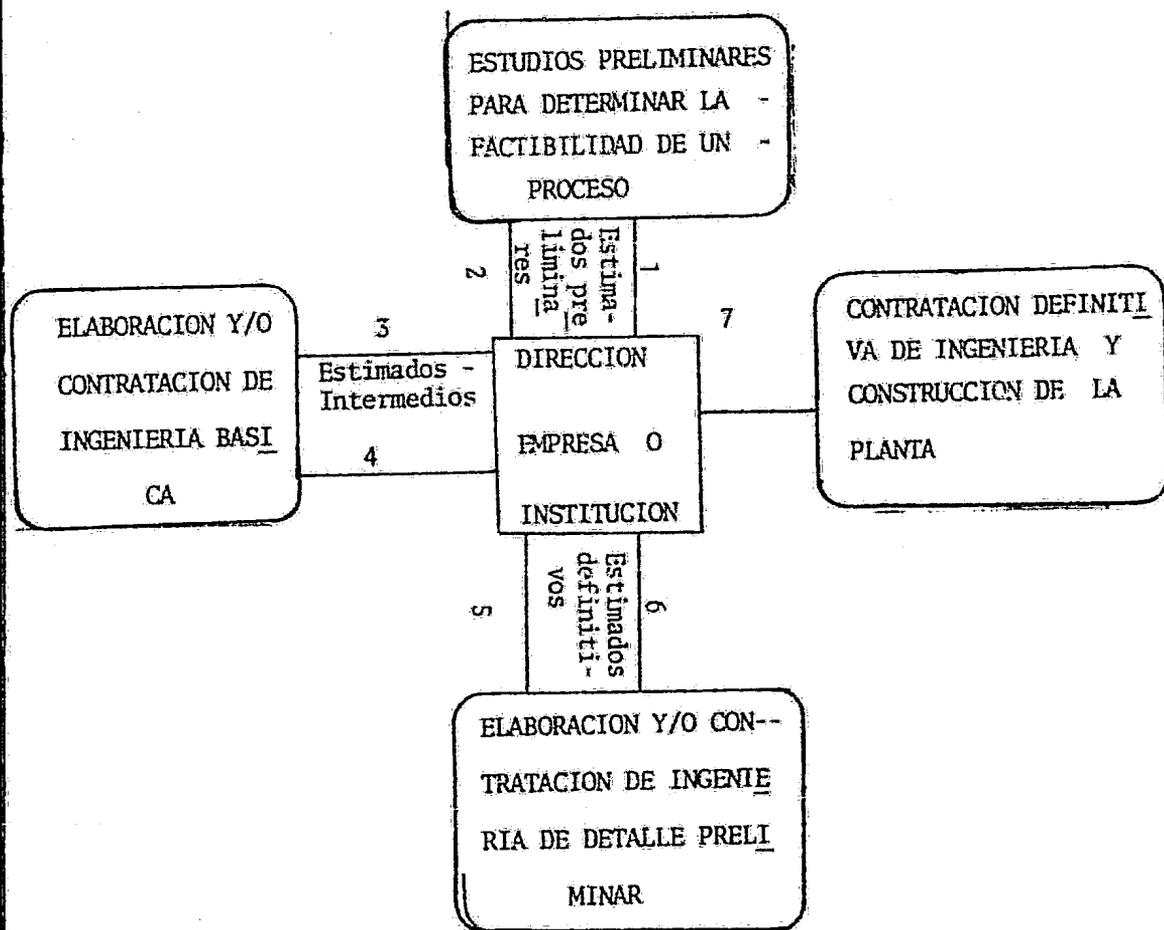
- (a) Estimado detallado + 5%
- (b) Estimado para control de proyecto + 10%
- (c) Estimado para autorización + 20%
- (d) Estimado de Estudio + 30%
- (e) Estimado de orden de magnitud ± 30%

INFORMACION REQUERIDA.

		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Sitio	Localización	.	.	.	.	.
	Descripción General	.	.	.	.	.
	Mecánica de Suelos	.	.	.	.	.
	Localización de Caminos, FFCC, etc.	.	.	.	.	.
	Plano general y plano topográfico	.	.	.	.	.
	Plano de servicios	.	.	.	.	.
Diagrama de flujo de Proceso	Diagrama de bloques	.	.	.	.	.
	Diagrama preliminar	.	.	.	.	.
	Diagrama detallado	.	.	.	.	.
Lista de Equipo	Preliminar con dimensiones y especificaciones de material	.	.	.	.	.
	Especificaciones detalladas	.	.	.	.	.
	Diagramas de recipientes	.	.	.	.	.
	Arreglo general	.	.	.	.	.
	a) preliminar b) Detallado	.	.	.	.	.
Edificios y Estructuras	Tamaño y tipo de construcción	.	.	.	.	.
	Diagramas de cimentaciones	.	.	.	.	.
	Diagramas de arquitectura	.	.	.	.	.
	Diseño preliminar de estructuras	.	.	.	.	.
	Arreglos en planta y elevación Dibujos detallados	.	.	.	.	.
Requerimientos de servicio	Cantidades Preliminares	.	.	.	.	.
	Balance preliminar de calor	.	.	.	.	.
	Diagrama de flujo preliminar	.	.	.	.	.
	Balance detallado de calor	.	.	.	.	.
	Diagrama de flujo detallado Diagramas finales	.	.	.	.	.
Tuberías	Diagramas de flujo preliminar	.	.	.	.	.
	Diagramas de flujo detallado	.	.	.	.	.
	Arreglo tuberías e isométricos.	.	.	.	.	.

INFORMACION REQUERIDA		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Recubri- miento	Especificaciones preliminares			.		
	Lista de equipo y tuberías a ser recubiertos		.			
	Especificaciones y espesores	.	.			
	Dibujos y/o especificaciones	.				
Instrumen- tos	Lista preliminar de Instrum			.		
	Lista detallada y diagramas	.	.			
	Dibujos finales	.				
Eléctrico	Lista preliminar de motores			.	.	
	Lista detallada	.	.			
	Subestaciones tamaño, especific. y número	.	.	.		
	Especificaciones de distri- bución	.				
	Especificaciones preliminares de alumbrado			.		
	Interlocks de control y especificaciones de alambre preliminares		.			
Horas-Hom- bre	Diagrama detallado alumbrado	.	.			
	Ingeniería y dibujo	.	.	.		
	Mano de obra por especialidad Supervisión	.				
Alcance - del Proyec- to	Productos, capacidad, sitio, requerimientos de servicios, edificios e instalaciones de servicios.					
	Materias Primas y producto terminado, Manejo y requerimientos de almacén					

Para darnos una idea acerca de la secuencia que se sigue al elaborar los distintos tipos de presupuestos de inversión, presentamos la siguiente tabla.



5.1.1.3.1.1 Estimados Preliminares.

A continuación se presentan algunos métodos para la estimación de la inversión de una manera rápida.

1) Método Exponencial. - En general las inversiones no varían en proporción directa con la capacidad, por esto si se disponen de datos de costos para proyectos similares, aunque de diferente capacidad, podemos estimar los costos de cierta unidad.

La relación puede ser expresada en la siguiente forma:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{C_1}{C_2} \right)^n$$

donde I_1 y I_2 son las inversiones de las dos unidades de capacidad C_1 y C_2 , y "n" es conocido impropiamente como factor de costo de capacidad ya que es un exponente, este exponente varía de un 0.5 a 0.7 dependiendo del tipo de planta.

A continuación se presentan varias tablas con la capacidad y costo de la unidad respectiva, así como el valor del exponente correspondiente.

T A B L A 8

DATOS DE COSTOS DE CAPITAL PARA PLANTAS DE PROCESO (1967)

Compuestos	Ruta del Proceso	Tamaño típico de planta - Ton/año.	Costo de Inversión \$	\$ /Ton. (anual)	Factor	
Acetaldehído	Etileno	50,000	3.500,000	70	0.70	Se requiere catalizador metálico
Acetileno	Gas natural	75,000	9.500,000	127	0.70	Alta pureza
Alumina	Bauxita	100,000	9.000,000	90		
Sulfato de aluminio		75,000	2.000,000	27		
Amoniaco		500,000	16.000,000	32	0.70	
Fosfato amonio		250,000	2.500,000	10	0.68	Grado fertilizante
Sulfato amonio		140,000	1.200,000	9	0.68	
Dióxido de carbono		200,000	1.400,000	12		
Tetracloruro de carbono		30,000	2.500,000	85		
Butadieno	Butano	100,000	50.000,000	500	0.70	
Butadieno	Butileno	200,000	70.000,000	350	0.70	
Cloro/cáustica	Cl NaOH	78,000			0.69	
Ciclohexano		100,000	750,000	8	0.70	No incluye planta de hidrógeno
Difenilamina		10,000	2.400,000	240		
Etanolamina		25,000	1.750,000	70		
Alcohol etílico	De etileno por hidratación directa o etileno y ácido sulfúrico	75,000	3.750,000	50	0.72	
Cloruro de Etilo		15,000	3.000,000	200		
Etil éter		35,000	1.200,000	35		
Etileno	Refinación de gases	300,000	15.000,000	50		
Dicloro etileno		25,000	3.200,000	127	0.71	
Oxido de etileno	De oxidación directa de etileno	100,000	9.000,000	90	0.77	El costo incluye la conversión en etileno
Acido fluorhídrico		15,000	2.000,000	175		
Hidrógeno		60,000	6.500,000	108	0.80	
Alcohol isopropílico		150,000	7.500,000	50		

		DATOS DE COSTOS DE CAPITAL PARA PLANTAS DE PROCESO (1967)			
Compuestos	Ruta del Proceso	Tamaño típico de planta Ton/año.	Costo de In- versión \$	\$ /Ton. (anual)	Factor
Anhídrido malónico		50,000	10.000,000	860	
Metano		70,000	11.500,000	164	
Metanol	Gas natural	210,000	9.000,000	43	0.71
Cloruro de Metilo	Metanol	10,000	500,000	50	0.72
Metil etil cetona		35,000	3.750,000	107	
Metil isobutil cetona		25,000	1.260,000	50	
Metil isobutil carbinol		10,000	750,000	75	
Planta de oxígeno		150,000	2.250,000	15	0.71
Fenol		45,000	9.000,000	200	
Acido fosfórico		100,000	2.400,000	24	0.66
					Proceso húmedo 30%
Poli-etileno (alta presión)		200,000	14.000,000	70	0.70
Poli-etileno (baja presión)		50,000	22.000,000	440	0.70
					Etileno de alta pu- reza
Poli-Isopreno (Incluye manufactura de		30,000	5.000,000	320	0.74
Carbonato de sodio	Salmuera	400,000	34.000,000	85	
					No se han construído plantas sintéticas desde 1934
Sodio metálico		20,000	7.000,000	85	
Estireno		20,000	8.500,000	425	
Ac. sulfúrico	Proceso de contacto	280,000	2.100,000	8	0.67
Recuperación de - azufre	Gases refinación	15,000	1.500,000	100	
Tolven di-Isocianato		12,500	7.500,000	600	
Urea		140,000	4.300,000	31	
Acetato de vinilo		40,000	7.000,000	175	
Monómero de cloruro de vinilo		100,000	2.100,000	20	

Nota: Donde no aparezca factor se puede asumir 0.70 como valor adecuado.

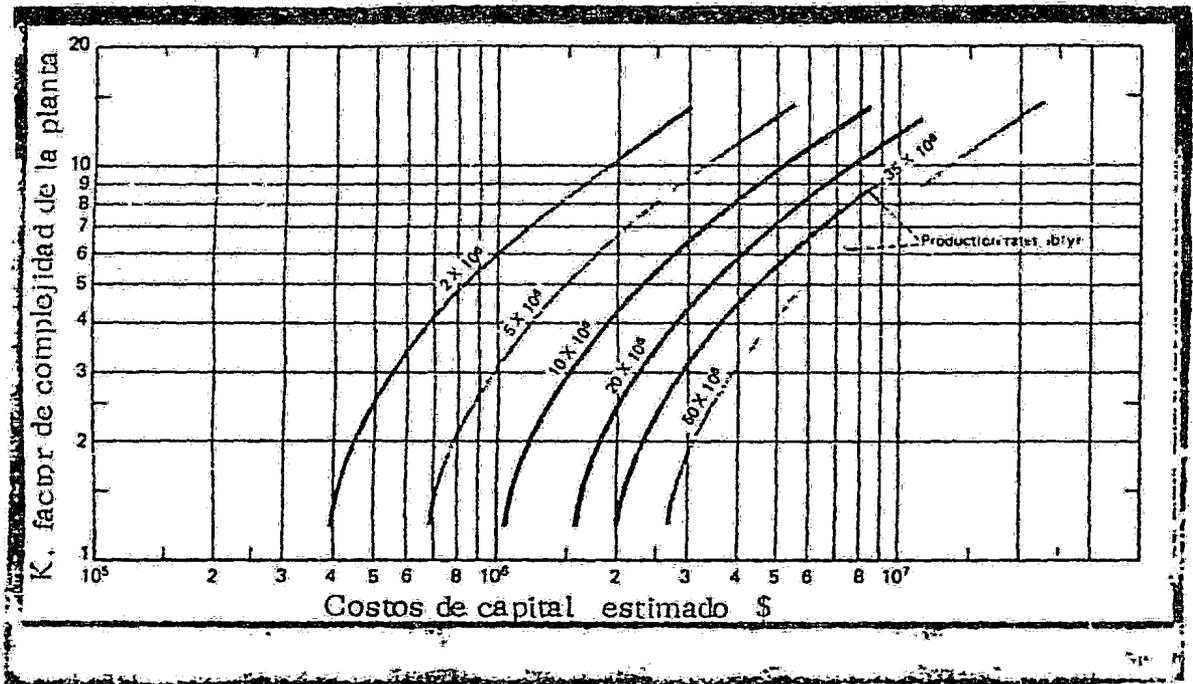
A continuación se presenta una tabla con los diferentes exponentes dependiendo del tipo de planta y proceso que se usa en la elaboración del producto.

T A B L A 9

VALORES DE EXPONENTES PARA PLANTAS DE PROCESO QUIMICO.

PRODUCTO	TIPO DE PROCESO	EXPONENTE
Acetona	Propileno vía cloruro de cobre	0.45
Acetileno	Pirólisis de hidrocarburos	0.49
	Acetileno y ácido cianhídrico	0.63
Alquilación	Hidrocarburos gaseosos vía ac. sulfúrico	0.60
Amoniaco	De hidrocarburos ligero	0.55
Nitrato de amonio	Amoniaco y ácido nítrico	0.65
Sulfato de amonio	Hidróxido de amonio y Ac. sulfúrico	0.73
Butadieno	Ac. Butano vía dehidrogenación	0.68
Butanol	Propileno Monóxido de carbono y agua	0.40
Alcohol butílico	Hidratación de Butileno	0.78
Cloro	Electrolisis de cloruro de sodio	0.45
Cracking	Air-lift catalítico TCC	0.55
	Flujo catalítico	0.70
	Otro flujo catalítico	0.59
	Hidro	0.50
	Térmico	0.70
Ciclo hexano	Benceno e hidrógeno gaseoso	0.50
Destilación	Unidades de refinación atmosférica	0.90
	Unidades de refinación en vacío	0.70
Etanol	Etileno y condensado	0.73
Etileno	De gases de refinería o Nafta	0.83
Oxido de propileno	Etileno y oxígeno	0.70
Formaldehído-soln.	Oxidación catalítica y absorción	0.55
Glicol	Etileno y cloro	0.75
Acido Clorhídrico soln.	Cloruro de hidrógeno y agua	0.63
Acido Fluorhídrico soln.	Fluoruro de hidrógeno y agua	0.70
Hidrógeno	Separado del petróleo	0.70
Peróxido de hidrógeno	Alcohol Isopropílico y oxígeno	0.75
Isomerización	Desulfuración e hidrogenación	0.65
Isopreno	Propileno y metanol y oxígeno	0.55
Metanol	Dióxido de carbono, gas natural y vapor	0.60
Acido Nítrico	De amoniaco anhidro	0.60
Oxo-alcoholes	Olefinas, monóxido de carbono e hidrógeno	0.75
Poliaxileno	Xylenos vía cristalización y recocido	0.55
Acido fosfórico	Roca fosfórica y ácido sulfúrico	0.60
Fenol	Tolueno y oxígeno aire	0.75
Anhídrido ftálico	Naftaleno y Aire	0.70
Polietileno (alta densidad)	Catálisis de etileno	0.65
Polimerización	Olefinas	0.58
Polipropileno	Catálisis baja presión	0.70
Cloruro de polivinilo	de cloruro de vinilo	0.60
Propileno	Refinación de gases o Natta vía térmica	0.70
Propano	Unidad de Refinación	0.45
Solvente	Unidad de refinación	0.66
Azufre	Oxidación de sulfuro de hidrógeno	0.65
Acido sulfúrico	De azufre	0.65
Acetato de vinilo	Etileno y Oxígeno	0.60
Cloruro de vinilo	Etileno, cloro y aire	0.80

2) Método Gráfico.- La técnica consiste en determinar el valor de un parámetro K, por medio del cual, puede ser determinado el costo de la unidad dependiendo de la capacidad de la planta por medio de la gráfica presentada a continuación.



Para el cálculo del parámetro K existen dos ecuaciones

Para plantas que manejan fluidos-sólidos.

$$K = N * S * \phi (1/0 * N) * (1.0 - 0.6 * f_g) \quad \text{ec. (1)}$$

Para plantas que manejan 100% fluidos

$$K = N * S * \phi (1/0 *) \quad \text{ec. (2)}$$

Donde los términos de las ecuaciones (1) y (2) son definidos

como:

K= factor de complejidad de la planta.

N=número de etapa que operan en el proceso

S=factor de corrección por el nivel de presión y

materiales de construcción.

I/O relación entrada-salida (relación materias primas a producto)

$\Phi(I/O*N)$ = factor de corrección medio

f_s = fracción de etapas que involucran manejo de mezclas sólido fluido.

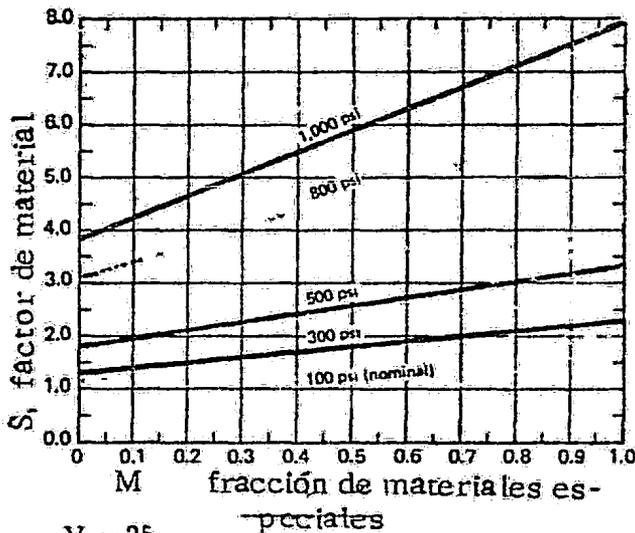
Como se definió N no depende de piezas individuales de equipo pero se puede identificar con bloques de equipos.

El factor de corrección medio se puede encontrar en la siguiente gráfica



encontrando el valor de I/O*N donde I/O y N ya fueron definidos.

El valor del factor se encuentra mediante el uso de la siguiente gráfica.



con la presión de operación del sistema, y el factor M_f que representa la fracción de equipo de proceso fabricado al menos de acero 304.

Para esta técnica no se requiere mayor información que la proporcionada por un diagrama de flujo preliminar, la exactitud del método depende de como se tome N , y es función de la experiencia del ingeniero que calcula los costos de capital (inversión).

El valor de la inversión deberá ser actualizado con los índices correspondientes (Año Base Abril de 1981).

3) Método de F.C. Zevnik y R. L. Buchanan.

Este método sólo se aplica a procesos que manejan fluidos, toma en cuenta lo siguiente:

- Capacidad de la planta.
- El número de unidades en ejercicio, las cuales son definidas por el equipo necesario para una unidad en operación - como son: destilación, compresión, etc.
- Un factor complejo, el cual es determinado por las condiciones extremas de operación tanto de temperatura (factor F_t) como de presión (factor F_p) y de un factor de materiales de acuerdo al tipo usado como puede ser acero al carbón, - - acero especial, aleación, etc. (factor F_a).
- Calculando así el factor complejo (CF).

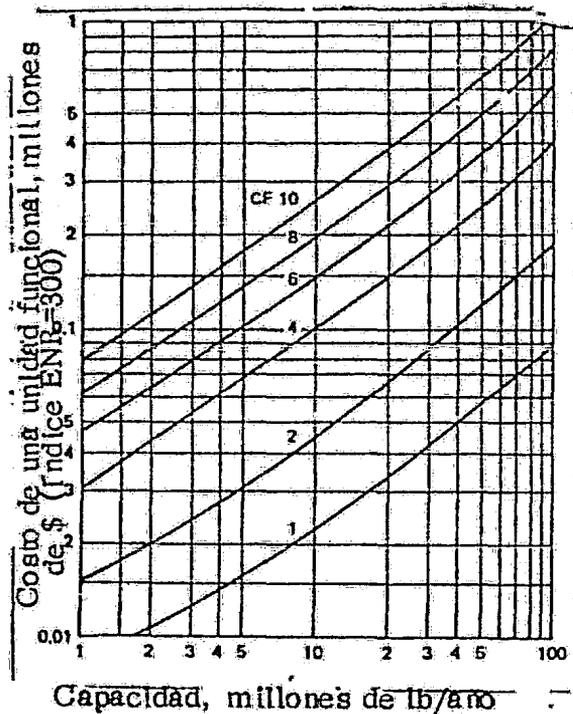
$$CF = 2.10 (F_t + F_p + F_a)$$

con $F_t = \begin{cases} 1.765 \cdot 10^{-4} \cdot T - 0.053 & \text{si } T < 300^\circ \text{ K} \\ -2 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0.6 & \text{si } T > 300^\circ \text{ K} \end{cases}$

$$F_p = 3 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\log \frac{P}{P_{atm}} - 1 \right)$$

- $F_a =$
- 0 para fierro fundido, acero suave y madera
 - 0.1 para aluminio, cobre, acero tipo AISI-400
 - 0.2 para acero tipo 300, monel, níquel e iconel
 - 0.3 para aleaciones
 - 0.4 para metales preciosos

El costo de la unidad de proceso en ejercicio (costo unitario) depende de la capacidad de producción y del factor complejo, para encontrar su valor se usa la siguiente gráfica.



La inversión obtenida (valor en límites de batería) se multiplica por el número de unidades en operación, encontrando así el valor de la inversión

Utilizando los índices de costos (el índice usado es el - - - - Engineering News Record); la ecuación de cálculo es la siguiente:

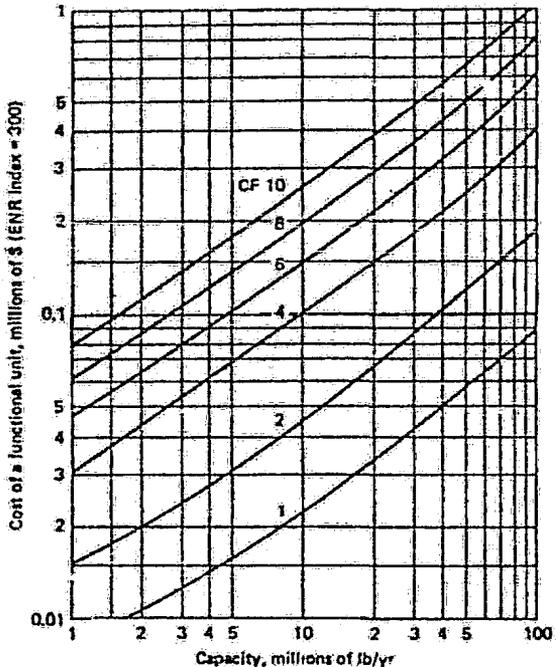
$$I = \frac{N \cdot CFU \cdot I_{33} \cdot (ENR)}{300}$$

Donde I = inversión

N - número de unidades en operación

CFU = costo de una unidad en operación

El costo de la unidad de proceso en ejercicio (costo unitario) - depende de la capacidad de producción y del factor complejo, para encontrar su valor se usa la siguiente gráfica.



La inversión obtenida (valor en límite de batería) se multiplica por el número de unidades en operación, encontrando así el valor de la inversión.

Utilizando los índices de costos (el índice usado es el Engineering News Record), la ecuación de cálculo es la siguiente:

$$I = \frac{N \cdot CFU \cdot 1.33 \cdot (ENR)}{300}$$

donde I = Inversión

N = número de unidades en operación

CFU = costo de una unidad en operación

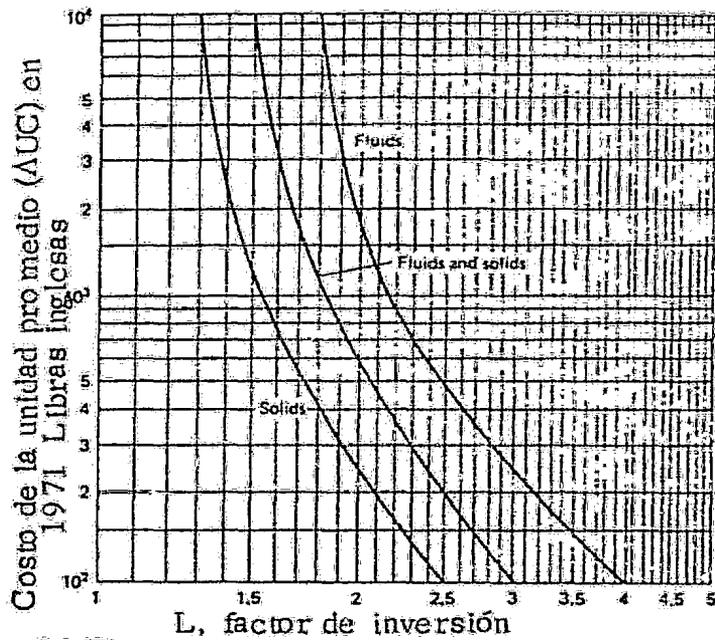
ENR = Índice de costos de la fecha de estimación

4) Método de G. T. Wilson

Sirve para determinar la inversión en límites de batería expresada en libras inglesas, por medio de la siguiente relación:

$$I = f \cdot N \cdot (AUC) \cdot F_M \cdot F_P \cdot F_T$$

donde f = factor de inversión y se obtiene como función de AUC y de la naturaleza del producto, usando la gráfica aquí mostrada.



N= número de piezas de equipo primario, excepto bombas.

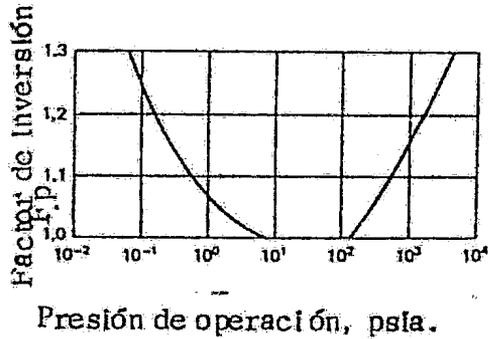
AUC= factor de capacidad, y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$AUC = 21 \cdot V^{0.675}$$

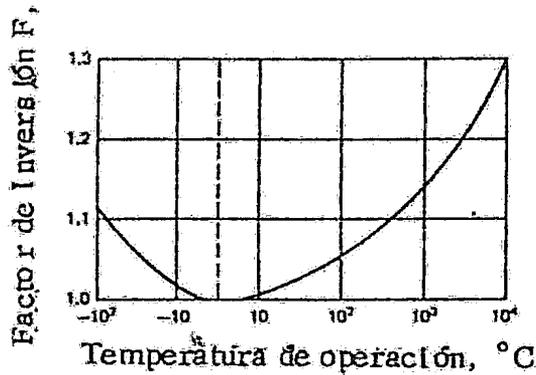
F_m = Factor del tipo de material, algunos valores se presentan a continuación.

Material	Factor F_m
Acero blando	1.00
Bronce	1.05
Acero alta-temperatura	1.07
Aluminio	1.08
Acero aleación-baja	1.28
Acero aleación-alta	1.50
Hautelloy C	1.54
Níquel	1.71
Titanio	2.00

F_p = Factor de corrección presión, se obtiene de la siguiente gráfica (la presión se usa en psia).



F_T = Factor de temperatura, se obtiene de la siguiente gráfica (la temperatura se usa en $^{\circ}C$)



Su exactitud es de 30%, y la variación de capacidad es entre $1.0 \cdot 10^4$ y $1.0 \cdot 10^6$ Ton/año.

5.1 1.3.1.2. Estimados Intermedios

Como mínimo de información requerida para elaborar este tipo de presupuestos, se presupone un conocimiento prácticamente completo de las especificaciones principales del equipo Vgr.:

Bombas	Gasto
	Carga
	Tipo
	Materiales de Construcción
	Código
	Condiciones de Diseño
Cambiadores de Calor	Carga Térmica
	Flujos
	Temperaturas
	Coefficientes de transferencia
	Area
	Materiales de construcción

Esto equivale a tener elaborados como mínimo los siguientes documentos: diagramas de flujo de procesos, lista de equipo y hojas de datos.

En general se puede establecer que las técnicas que se utilizan para elaborar este tipo de estimados consisten básicamente en lo siguiente:

A) Obtención de los costos estimados de los equipos principales o sea los mostrados en la lista de equipo. Estos costos se obtendrán mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- a) Datos publicados en la literatura (gráficas, tablas monografías, etc.), debidamente actualizados mediante los índices de costos correspondientes
- b) Datos existentes de capacidades diferentes, ajustados los costos mediante el método exponencial (método de Lang u otro) y debidamente actualizados mediante los índices de costos correspondientes.
- c) Obtención de cotizaciones directas de proveedores de equipo.

Evidentemente el método más exacto es el c) y el menos exacto es el b).

B). - Utilización de factores que permitan determinar el costo estimado de la planta en función del equipo principal

A continuación se presentan algunos métodos que siguen la técnica antes descrita:

1) Método de los factores de Lag. - Este método se basa en que el costo del equipo es conocido y por consiguiente se pueden aplicar las siguientes ecuaciones:

$$A * 1.43 = B$$

$$B * \begin{bmatrix} 1.10 & \text{proceso sólido} \\ 1.25 & \text{proceso sólido-fluido} \\ 1.60 & \text{proceso fluido} \end{bmatrix} = C$$

$$C * 1.50 = C_p$$

$$C_p^* \begin{bmatrix} 0.31 \text{ proceso s\u00f3lido} \\ 0.35 \text{ proceso s\u00f3lido fluido} \\ 0.38 \text{ proceso fluido} \end{bmatrix} = C_1$$

$$C_p * C_1 = CT$$

donde A = costo de equipo de procesos

B = costo del equipo ya instalado totalmente

(incluye: cimentaciones, soportes, canales, aislantes, etc.)

C = costo de equipo y tuber\u00eda ya instalados.

C_p = costo directo total de construcci\u00f3n

C_1 = Costo indirecto de construcci\u00f3n

CT = costo total de construcci\u00f3n.

2) M\u00e9todo de Lang modificado. -

De un estudio de varias plantas (40 plantas de proceso), se encontraron los siguientes factores:

E = Costos de Equipo

Para procesos s\u00f3lidos, el costo total de la planta =

$$(E) (1.43)(1.10)(1.50)(1.31) = (E) (3.10)$$

Para procesos s\u00f3lido-fluido, el costo total de la planta =

$$(E) (1.43)(1.25)(1.50)(1.35) = (E) (3.63)$$

Para procesos fluidos, el costo total de la planta =

$$(E) (1.43)(1.60)(1.50)(1.35) = (E) (4.74)$$

El subfactor 1.43 que es el mismo en todos los casos representa, los costos por cimentaciones, soportes, aislantes, descargas, canales e instalaci\u00f3n de equipo.

El segundo subfactor varía con el tipo de planta y representa el costo de tubería (es mayor en caso de procesos fluidos y menor en procesos sólidos).

El tercer subfactor representa los gastos de Ingeniería civil, construcción y edificios. Tiene igual valor en todos los casos.

El último subfactor representa los costos por administración.

Aplicando métodos estadísticos se encontró que la desviación estándar era de ± 0.47 , y las medias de los factores eran:

Procesos sólidos 3.19, procesos sólido/fluido 3.30 y procesos fluidos 3.66.

De esto podemos deducir una posible variación de los factores para poder ajustar un mejor valor dependiendo del criterio del estimado r.

Aparte existe otra clasificación de factores pero tomando en cuenta los servicios, tal que la ecuación toma la siguiente forma:

$$\text{Costo total de planta} = (E)(F_B) + K$$

K = costo de requerimientos de servicios

F_B = factor de límites de batería

E = costos de equipo;

Los valores para F_B dependiendo del tipo de planta son:

Para procesos sólidos $F_B = 3.00 \pm 0.61$

Para procesos sólido/fluido $F_B = 3.04 \pm 0.81$

Para procesos fluidos $F_B = 3.15 \pm 0.81$

Para procesos no clasificados $F_B = 3.39 \pm 0.99$

Para todos los tipos de plantas $F_B = 3.20 \pm 0.86$

El valor de K se debe calcular con monogramas dependiendo de los requerimientos (o por medio de gráficas).

Una última modificación se presenta a continuación y se basa en la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de la Planta} = E * F_D + I * F_I + (E * F_D + I * F_I) * F_O$$

Donde E = E costo de equipo; F_D = factor de costos directos de planta; I = I Costo de Instrumentos; F_I = factor de costos directos de instrumentos y F_O = factor de costos indirectos.

$$\text{Los valores son: } F_D = 2.16 \pm 0.34$$

$$F_I = 2.50 \pm 0.25$$

$$F_O = (1.36 - 0.073 * \ln(C_D + 15\%)) \pm (0.15) * (1.36 - 0.073 * \ln(C_D))$$

Se considera el método con un 12.5% como contingencias.

g) Método de los factores. - En este método se aplican % (porcentajes) sobre el costo de equipo para los demás conceptos, en algunas tablas se presentan rangos de variación de los conceptos con respecto al total de la inversión.

T A B L A 10

Factores dependiendo del tipo de proceso.

1. -Costo de Inversión Directa	Procesos de fluidos	Procesos de sólido-fluido	Procesos de sólidos
Equipo mayor de proceso	100	100	100
Instalación de Equipo	43	45	50
Tubería de Proc. Instalada	74	43	19
Instrum. Instalada	19	10	10
Instalación eléctrica	10	9	9
Instalac. Edif. Proc.	10	9	6
Subtotal de Inv. Directa	256	216	194
2. -Otros costos de Inv. Directa			
Instalación de Servicios	48	47	25
Servicios generales, protec- ción contra incendio, etc.	12	12	25
Edif. Generales, oficinas, etc.	14	28	35
Servicios de embarque y recep.	21	25	25
Subtotal de otros Inv Directa	95	112	110
3. - Total de Costos Inv. Directa	351	328	304
4. -Costos Indirectos de Inv.			
Ingeniería, administración, etc.	55	38	40
Contingencias normales (huelga, etc)	71	44	47
Total Indirectos de Inv.	126	82	87
5. -Total Indirectos y Directos Inversión	477	410	391

6. - Contingencias generales, % de 5	-	-
7. - Capital fijo de Inversión, 5 + 6	-	-
8. - Capital de trabajo, % de 7	-	-
9. - Total de inversión para planta	-	-

T A B L A 11

Rango de los costos de los diferentes conceptos de inversión en límites de batería

Cosmos Directos	Rango %	Media %
Equipos de proceso	100-100	
Instalación de equipo de proceso	6.0-11.25	9.2
Materiales de proceso	32-45	40
Cimientos de concreto	4-10	7.7
Tuberías y ductos	8-20	15.38
Eléctricos	4-7.5	6.15
Aislantes	2-2.5	2.3
Estructuras Proc.	8-17.5	12.3
Instrumentos	4-12.5	9.23
Pintura	0.4-0.5	0.45
Instalación de materiales de proceso	16-30	24.5
Cimientos de concreto	6-12.5	10.15
Tuberías y ductos	6-17.5	13.25
Eléctricos	6-15	11.7
Aislantes	4-7.5	6.15
Estructuras Proc.	4-10	7.7
Instrumentos	2-5	4
Pintura	0.8-3.5	2.45
Costos Indirectos		
Gastos oficinas Grales sin Admón.	20-22.5	21.5
Incluyendo Admón.	44-50	47.7
Ingeniería	6-7.5	7.0

Plános	12-15	15.0
Compras	0.6-1	0.86
Cuentas de Construcción e Ing.	0.6-1	0.86
Viajes y estancia	0.4-1.25	0.93
Reproducciones y comunicaciones	0.8-1	0.93
Gastos en oficina o en campo incluye Admón.	24-35	30
Construcc. y operaciones tempora- les	6-7.5	7.0
Alquiler y herramientas construcc.	8-15	12.3
Oficinas de Campo	0.8-5	3.38
Gastos de nómina en campo	2-12.5	8.6
Viajes y estancias	0.4-2	1.38
Impuestos y seguros	6-6.25	6.15
Gastos de arranque	2-5	4.0
Honorarios a contratistas	6-12.5	9.25
Otros gastos indirectos	1-1.82	1.53

Rangos típicos para la instalación de servicios auxiliares como
% (porcentaje) de costo de equipo.

	Rango %	Media %
Edificios auxiliares	12-22.5	15.38
Generación de vapor	10.4-15	9.23
Sist. Refrig. incluye Distrb.	4-7.5	6.15
Suministro agua enfriam. y bombeo	1.6-9.25	5.53
Almacén pdto. terminado	2.8-6	5.53
Subestación Eléctrica principal	3.6-6.5	4.6
Sist. Tratamiento efluentes	1.6-4.5	3.4
Almacén de materias primas	1.2-8	3.4
Distribución de vapor	0.8-5	3.0
Sist. de Distrib. eléctrica	1.6-5.25	3.0
Compresión de aire y distrib.	0.8-7.5	3.0
Sist. de distrib. de agua	0.4-5	2.76
Sist. protección contra incendio	1.2-2.5	2.15
Tratamiento de agua	0.8-2.75	1.8
Patio de vías	1.2-2.25	1.8
Caminos y accesos	0.8-3	1.8
Suministro y Distrib. de gas	0.8-1	0.92
Servicios sanitarios	0.4-1	0.92
Comunicaciones	0.4-0.75	0.61
Sistema de alumbrado	0.4-0.75	0.61

Para la aplicación de los factores anteriores se debe tener un cierto criterio que sólo la experiencia puede dar, aunada al conocimiento del lugar de instalación de la planta, conocimiento del proceso, etc.

4) Método de Rudd Watson

La ecuación aplicada en este método es la siguiente:

$$CFC = \phi_1 * \phi_2 * \phi_3 * (CEQ)$$

donde: CFC = Costo de la planta

CEQ = Costo de equipo principal de proceso.

1.45 para proceso sólido

$\phi_1 =$ 1.39 para proceso sólido-fluido

1.47 para proceso fluido

$$\phi_2 = 1 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5$$

$$\phi_3 = 1 + f_6 + f_7 + f_8$$

Rangos del factor de tubería

0.07-0.10 para proceso sólido

$f_1 =$ 0.10-0.30 para proceso sólido-fluido

0.30-0.60 para proceso fluido

Rango del factor de instrumentación

0.02-0.05 para poco control automático

$f_2 =$ 0.05-0.10 para algunos controles automáticos

0.10-0.15 para controles automáticos complejos

Rangos del factor de edificios

0.05-0.20 para unidades del aire libre

$f_3 =$ 0.20-0.60 para parte con edif. de proc. y la otra al aire libre

0.60-1.00 para unidades en edif. de proceso.

Los rangos del factor de facilidades de terreno

0.00-0.05 para hacerle algunas adiciones

$f_4 =$ 0.05-0.25 para hacerle mayores adiciones

0.25-1.00 para un nuevo sitio

Los rangos del factor de integración

0.00-0.05 para unidades independientes (aisladas)

$f_5 =$ 0.05-0.15 para unidades separadas

0.15-0.25 para unidades dependientes

Los rangos del factor de ingeniería y construcción

0.20-0.35 para plantas sin complicación

$f_6 =$ 0.35-0.60 para plantas complejas

Los rangos del factor de tamaño

0.00-0.05 para plantas de gran tamaño

$f_7 =$ 0.05-0.15 para plantas pequeñas

0.15-0.35 para plantas experimentales

Los rangos del factor de contingencias

0.10-0.20 para procesos firmes

$f_8 =$ 0.20-0.30 para procesos sujetos a cambios

0.30-0.50 para procesos nuevos

5) Método Hirsch-Glazier

El valor de la inversión en límite de batería está dado --
por la siguiente ecuación:

$$I = E * (A * (1 + F_L + F_P + F_M) + B + C)$$

donde:

I = Inversión en límites de batería.

A = Costo total del equipo comprado L.A.B., menos los --
cargos adicionales por materiales resistentes a la co--
rrrosión.

B = Costo del equipo instalado

E = Factor de costos indirectos representa los cargos por
administración, ingeniería, supervisión, honorarios a
contratistas, y contingencias; el valor de E normalmen
te es 1.4

F_L = Factor de costos de mano de obra en campo; $F_L * A$ --
representa el costo total de mano de obra, menos la
supervisión y excluyendo los cargos de mano de obra
del concepto B.

F_M = Factor de costos de varios conceptos; $F_M * A$ inclu-
ye los costos de los materiales para aislante, instru-
mentación, cimentaciones, estructuras de acero, edifi-
cios, cableado, pintura, y los costos de fletes y super
visión.

F_P = Factor de costos de los materiales para tubería; - - -
 $F_P * A$ representa los costos de los materiales para - -

tubería, incluye tuberías, válvulas, juntas de expansión, soportes colgantes, soportes. pero se excluyen los cargos de aislante e instalación.

Los tres factores F_L , F_P y F_M no son simples relaciones -- pero son definidos por las ecuaciones:

$$\log F_L = 0.635 - 0.154 \cdot \log A_0 - 0.992 \cdot e/A + 0.506 \cdot f/A$$

$$\log F_P = -0.266 - 0.014 \cdot \log A_0 - 0.156 \cdot e/A + 0.556 \cdot p/A$$

$$F_M = 0.344 + 0.033 \cdot \log A_0 + 1.194 \cdot t/A$$

Donde:

$$A_0 = A/1,000$$

e = Costo total de los intercambiadores de calor, menos los - cargos adicionales por uso de aleaciones

f = Costo de recipientes fabricados en campo, ordinariamente - todos los recipientes más grandes de 12 ft de diámetro son -- armados en campo (se les restará los cargos adicionales por el uso de aleaciones).

P = Costo total de las bombas y ventiladores, menos los cargos adicionales por el uso de aleaciones.

t = Costo total de columnas, menos los cargos adicionales por el uso de aleación.

Nota: Todos los recipientes mayores de 12 ft de diámetro (excepto para alta presión) se deberán considerar como armados en campo, a - menos que sea designado por el fabricante.

6) Método de factores refinados. -

Se utiliza para preparar presupuestos de costos de plantas químicas con \pm 25 a 35 % de variación con respecto al costo real. Este método fue desarrollado sobre el estudio de 53 proyectos de diversos tipos de plantas.

Su importancia radica en la rapidez y exactitud con que se prepara un presupuesto de costo. El método de factores refinados se basa en el uso de factores, estudiados de una manera más exhaustiva, al igual que las diferentes áreas de trabajo que constituyen una planta química, y las características principales de los equipos instalados en ellas, además de la calidad de los materiales empleados e importancia de las condiciones de trabajo del equipo.

El método de factores refinados se basa en el concepto de factor, considerando como una relación con la que se valora el costo de cada uno de los renglones que constituyen un presupuesto de costo para la construcción de una planta en función de un elemento diferente de costo.

El valor numérico del factor depende de las siguientes variables:

1). - Costo unitario medio. - Se puede expresar de la siguiente manera:

$$C.U.M. = \frac{\text{Costo total del equipo de proceso}}{\text{Número de equipos principales en el área de proceso.}}$$

2). - Tamaño de la Planta. - Es obvio que el tamaño de la planta afecta el valor numérico del factor, ya que entre mayor sea la planta mayor será el C.U.M. por lo que el factor se verá afectado.

3). - Condiciones de trabajo. - Si utilizamos temperaturas o

presiones de trabajo extremas, en vez de temperaturas y presiones normales, el costo unitario del equipo es mayor y el factor decrece.

Para la aplicación del método de factores refinados se procede por áreas, y las principales son:

Áreas de proceso (A/P).

Esta área representa todas las operaciones de proceso que se llevan a cabo dentro de una planta química. Esto abarca edificios, equipo, tubería, instrumentos, etc., incluye además la porción de aire comprimido, electricidad, refrigeración, vapor, agua, plomería, protección contra incendio, dispositivos de lavado y sistemas de acondicionamiento de aire, que estén confinados dentro del área de proceso. Pero excluye aquellas instalaciones que llevan los servicios a los edificios de las áreas de proceso o desde los límites de estos hacia afuera.

Almacenamiento y manejo de materia prima y productos terminados (A/M).

Consta de todos los almacenes, tanques de almacenamiento, carga, descarga y servicios de manejo, etc., requeridos para materia prima y productos terminados. Incluye las tuberías de transportación desde el lugar de almacenamiento a las áreas de proceso, pero no incluye el almacenamiento o manejo de materiales empleados en los servicios auxiliares tales como carbón, combustibles, etc., no incluye tanques intermedios, sólo cuando se trata de una estación grande. intermedia de almacenamiento.

Servicios auxiliares (S/A)

Se refieren en general a : agua (Industrial y de consumo), energía

(alumbrado de las máquinas), combustible, vapor y aire, sistemas de refrigeración y otros.

Servicios generales (S/G).

Representa todas las partidas restantes necesarias alrededor de la planta, para constituir una unidad total de operación. Esto incluye oficinas, laboratorios, tiendas y comedores, casetas de entrada, casas de cambio, vías, escapes, sistemas de comunicación, equipo de servicio, básculas, caminos, etc.

ESTIMACION DEL COSTO DE CADA AREA DE LA PLANTA.

Area de proceso.

1). - Se estima el costo del área de la siguiente manera:

Se subdivide en sus principales componentes

E.P = Equipo mayor que se localiza en diagramas de flujo preliminares del proceso (equipo principal).

E.V. = Equipo pequeño que generalmente no aparece en los diagramas de flujo preliminares, (equipo vario).

Equipo básico= Equipo principal E.P. +Equipo vario E V.

2). - Se estima el costo del equipo de proceso. - Se puede llevar a cabo mediante cotizaciones de proveedores que fabriquen estos equipos o mediante gráficas.

3). - Obtenido el costo del equipo de las áreas de proceso se obtiene el costo unitario medio; a este costo unitario medio se le aplica el índice de costo actual.

4). - Se procede ahora a escoger los factores de la columna de la tabla (A) de criterios a que corresponda dicho C.U.M., teniendo - -

como guía los criterios de la columna de observaciones para fijarlos. Posteriormente se suman estos valores, se ajustan y el resultado se multiplica por el costo total del equipo de proceso. La suma del costo total del equipo de proceso y del producto anterior obtenido, corresponden al costo total de las áreas de proceso de la planta.

Áreas de almacenamiento y manejo de materia prima y producto terminado.

Se estima el costo de esta área como un porcentaje del costo del área de proceso. Teniendo como guía los criterios que se señalan en la columna de la izquierda, dentro de los rangos de valor de los factores indicados en las columnas I y II, según corresponda.

	I	II
	<u>Construcción de una planta completa</u>	<u>Adición a la A/P existente</u>
BAJO: Materia prima por tubería. Poco espacio de almacenamiento	2	0
MEDIO: Almacenamiento de materia prima y almacenamiento de producto terminado	15-35	2-6
ALTO: Almacenamiento en tanques, de materia prima. Almacenamiento grande de producto terminado.	70	20

Area de servicios auxiliares.

Se estima el costo de esta área como un porcentaje de la área de proceso. Se dispone de las siguientes recomendaciones:

	<u>Construcción de una planta - completa</u>
EDIFICIOS	3-10
Arquitectura y Estructura	2-7
Servicios Mecánicos	0.5-4
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	0.1-0.4
SISTEMA ELECTRICO.....	1-5.6
Subestación	0.5-3.5
Distribución.	0.5-3
Alumbrado Exterior.....	0.15-1.5
SISTEMA DE GAS.....	0-0.6
POZOS Y SISTEMAS DE DRENAJE.....	1.3-3.5
SISTEMA DE VAPO R.....	1.5-11
Generación	1-9
Distribución ...	0.5-3
SISTEMA DE AGUA	1-10
Casa de Bombas.	1-8
Torre de enfriamiento y recirculación	0.5-5
Distribución.....	0.13-3
Protección contra incendio	0.2-1.5
Tratamiento de agua	0.2-1.5
DIVERSOS.....	0.5-3

	COL. I			COL. II		
	<u>Construcción de una planta completa</u>			<u>Adición a la A/P exis- tente</u>		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Promedio total	10	20-30	50	3	6-14	30

Nota. - La suma de los valores escogidos, en cada concepto, deberá -

estar dentro de los rangos que se apuntan en cada subtítulo, y la suma de todos estos, se puede revisar, considerando, el promedio total, -- según corresponda, COL. I o COL. II.

Area de servicios generales.-

Se estima el costo de esta área como un porcentaje del costo -- total del área de proceso, almacenamiento y servicios auxiliares.

	<u>Construcción de una planta completa.</u>
Oficina	1-5
Laboratorio.	0-2.8
Tienda y almacenes	1-8
Comedores	0-2.2
Casas de Cambio	0-2.2
Casetas de personal	0-1
Escapes, vías, calles.	1.3-5.5
Equipo de servicio	0.5-4.5
Diversos	0.5-2

	COL I			COL. II		
	<u>Construcción de una planta completa</u>			<u>Adición a la A/P existente</u>		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Prom. Total	5	10-16	20	0	2-6	15

Descripción de los conceptos:

A continuación se hace un desglose del significado de los conceptos que conforman la inversión según este método.

Equipo Básico.

El equipo básico o mayor se divide en dos:

A) El que se obtiene de un diagrama de flujo inicial (cambiadores de calor, bomba, recipientes y tanques de proceso, etc.) se denomina MPI.

B) Equipos que aparecen posteriormente al primer diagrama de flujo (colectores de polvo, clasificadores, trituradores, etc.) se denomina MUE.

Erección en el Campo del equipo básico.

Toma en cuenta sólo la mano de obra, es decir sólo las H-H consumidas en la instalación y el material no consumido. No incluye los costos indirectos como son: materiales consumibles, herramientas de mano, tomadores de tiempo, equipo rentable, expedición, gastos de campo, prestaciones, mano de obra indirecta.

Cimentaciones y soportes estructurales del equipo básico. -

Toma en cuenta la mano de obra y los materiales de obra civil como son (concreto, varilla, viguetas, etc.) No incluye los costos indirectos.

Tubería.

Incluirá la mano de obra para la instalación, la tubería y los materiales usados en la instalación como son: estructuras, soportes, etc.

Aislante de equipo.

Deberá incluir el costo de mano de obra directa y materiales.

Aislante de tubería.

Deberá incluir el costo de mano de obra directa y materiales.

1. Electricidad.

Deberá incluir el costo de mano de obra directa y materiales.

Instrumentación.

Deberá incluir el costo de mano de obra directa y materiales.

Varios.

Se considera lo que anteriormente no se tomó en cuenta como --
pintura, excavaciones, etc.

Catalizador.

Costo de catalizadores y su colocación, equipo de regeneración de catalizadores.

Seguros, permisos, Impuestos.

Costos indirectos. Dirección, administración y ejecución de obra, gastos de nómina, etc.

Ingeniería.

Nómina de personal del proyecto, gastos reembolsables, sumi---
nistros de papelería, teléfono, luz, etc.

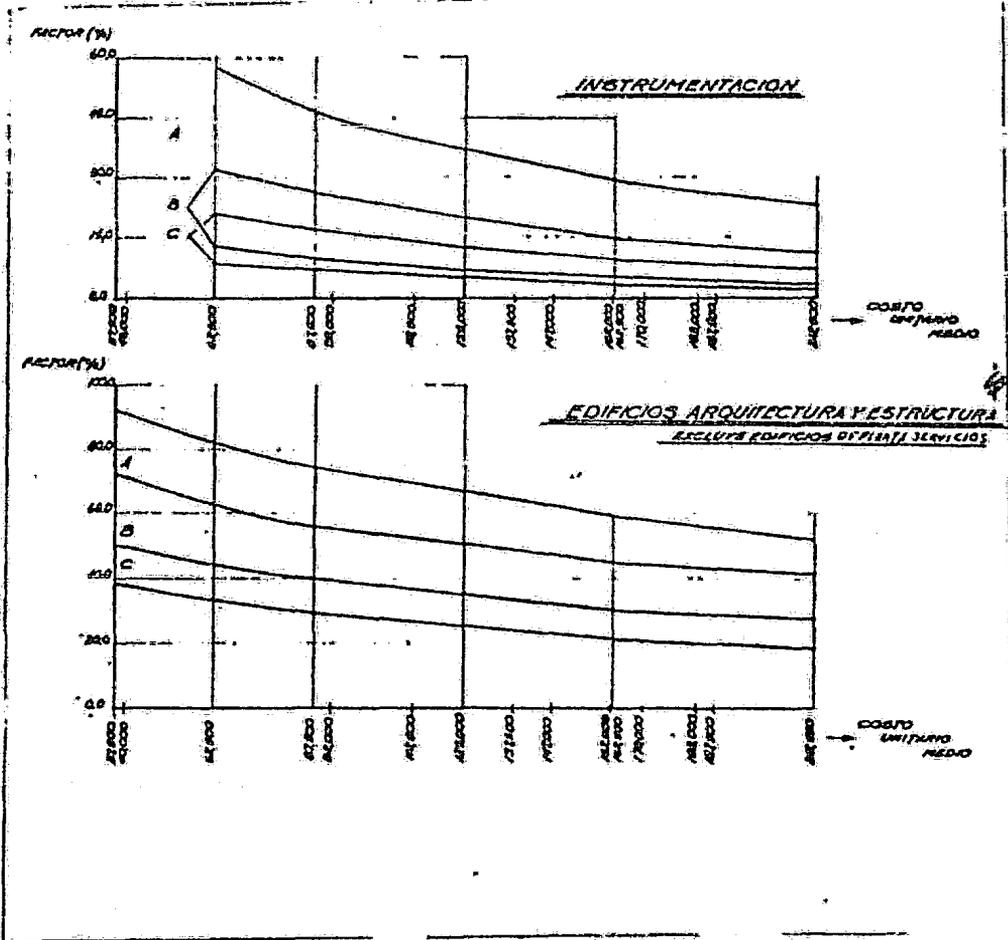
Contingencias.

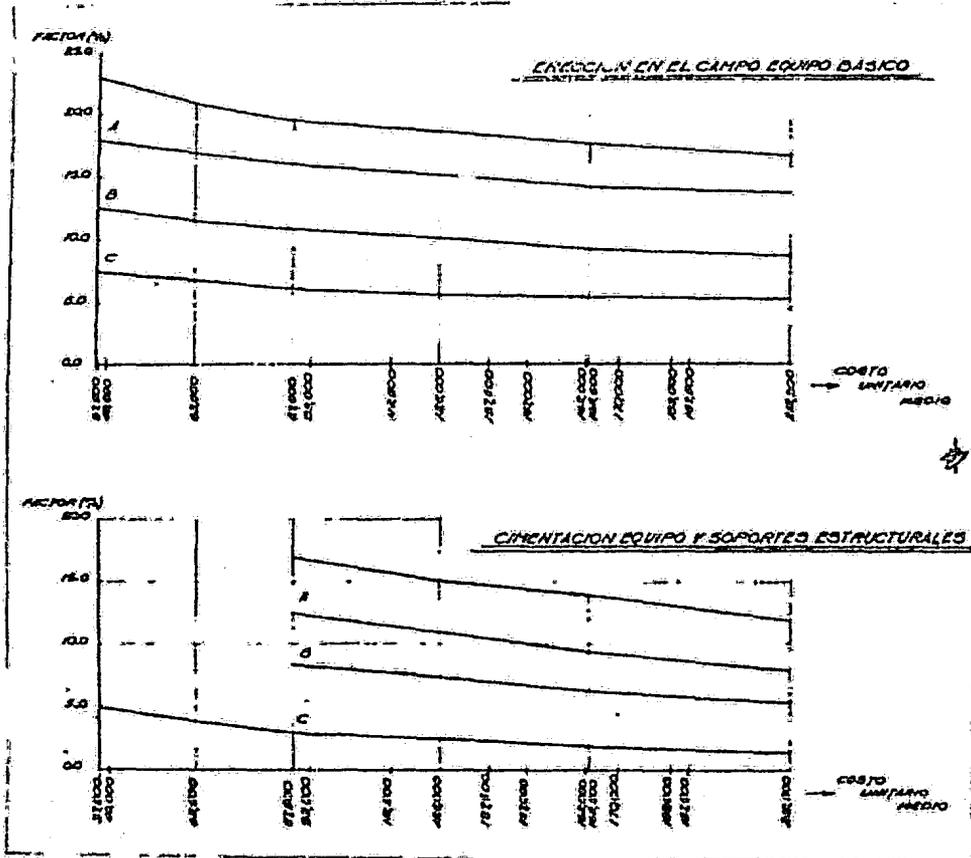
Este renglón observa la reserva monetaria para cubrir todos aque
llos gastos, que por error se omitieron en el presupuesto, no se previe
ron o simplemente para cubrir las necesidades que demande el proyecto.

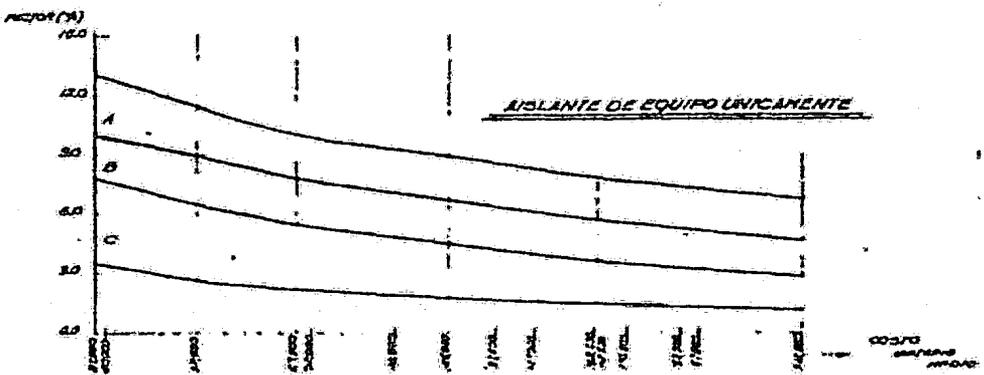
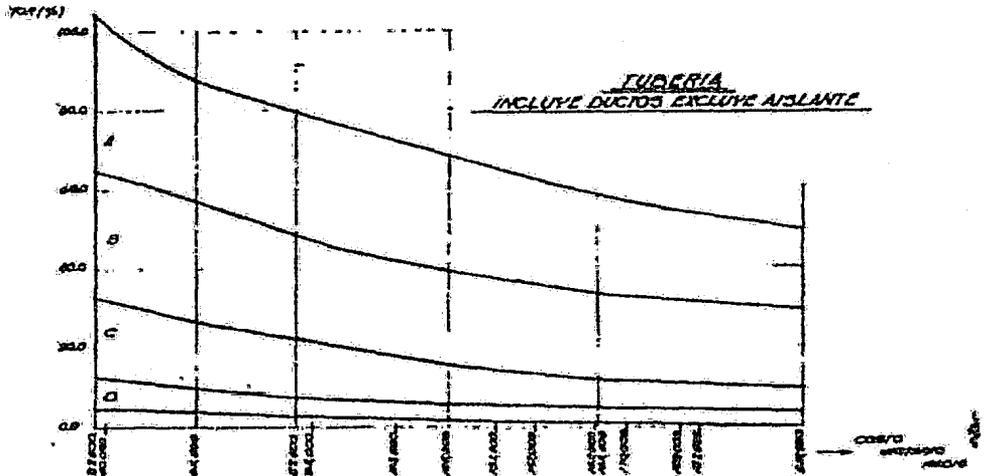
A continuación se anexan las tablas y gráficas que contienen los
datos necesarios para la elaboración de este estimado, se anexan tam--
bién formas para vaciar los datos obtenidos y poder presentar el presu--
puesto.

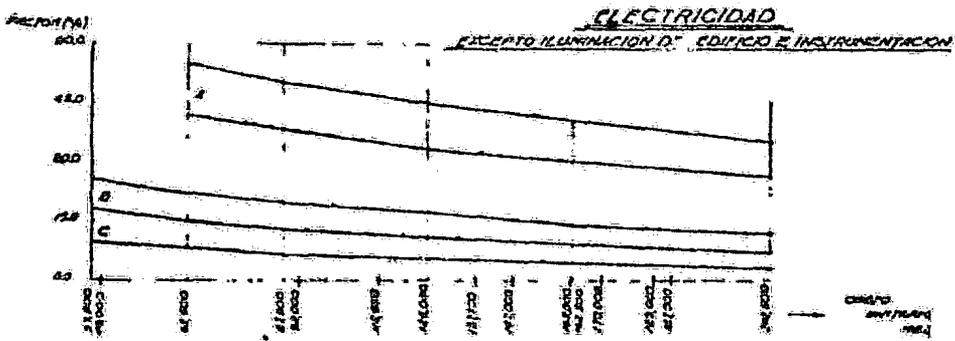
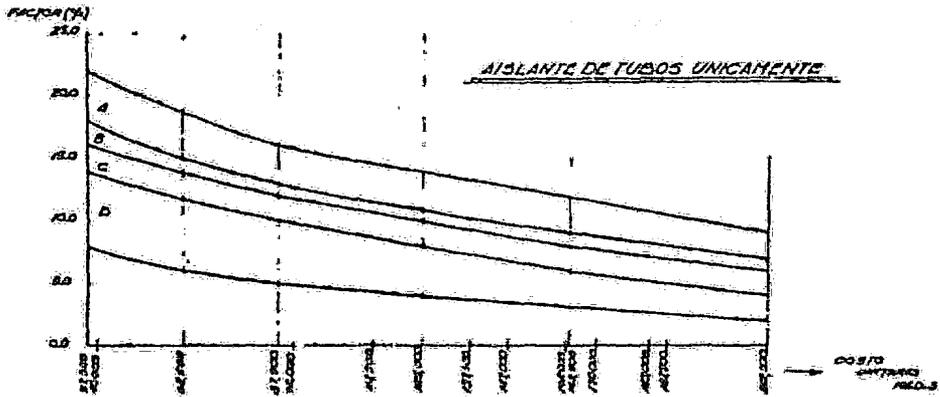
COSTO DE LIMITES DE BATERIA

PROCESO	CAPACIDAD	UNIDAD	COSTO \$/UNIDAD	FACTOR DE CAPACIDAD	RANGO DE CAPACIDAD	M= Miles
Acetileno	10	Ton/día	200	0.73	3.5-50	
Aluminio (de alumina)	100M	Ton/métrica año	900	0.76	20M - 200M	
Amoniaco (por reformación de vapores de metano)	100	ton/día	26 M	0.72	100 - 3 M	
Butadieno	10 M	ton/año	690	0.65	5 M- 300 M	
Alcohol butílico	100 M M	H/año	0.027	0.55	8.5 MM- 700 MM	
Carbón	1	ton/día	15.3 M	0.53	1 - 150	
Cloro	100	ton/año	90 M	0.62	10 - 800	
Etanol sintético	10 MM	Gal/año	0.36	0.60	3 MM - 200 MM	
Etileno	100 M	ton/año	91	0.72	20 M - 800 M	
Hidrógeno (de refinera de gases)	10 M M	H ³ /día	0.26	0.64	500 - M - 10 MM	
Metanol	10 MM	gal/año	0.36	0.83	5 MM- 100 MM	
Acido Nítrico (50-60 h)	100	ton/día	11.4 M	0.66	100- 1 M	
Oxígeno	100	ton/día	18 M	0.72	1- 1.5 M	
Acido sulfúrico (100%)	100	ton/día	6.2 M	0.67	100 - 1 M	









División y localización	Proy. o estudio No.	TITULO CAPACIDAD				FECHA
No.de NPI	INDICE DE	COSTOS ACTUAL	FACTOR	BAJO	PROBABLE	ALTO
COSTO UNITARIO MEDIO DE MPI EN PESO			ESTIMADO			
MPI. (Principales partidas)						
MUE. (Equipo vario)						
EQUIPO BASICO (MPI + MUE) (excluye impuestos y catalizador)						
		OBSERVACIONES				
Erección en el campo de equipo básico						
Cimentación de equipo y soportes estructurales						
TUBERIA						
AISLANTE						
Equipo Tubería						
ELECTRICIDAD						
INSTRUMENTACION						
VARIOS						
EDIFICIOS						
Arquitect.y estructural						
SERVICIOS DE EDIFICIOS						
(en % de Arg. y Estructuc.) Plomería						
Aire comprimido						
Iluminación Eléctrica						
Calef.Vent.y Acond.Aire						
TOTAL SERVICIOS						
SUB-TOTAL FACTORES						
AJUSTES: BAJOS + ALTOS -						
TOTAL FACTORES AJUSTADOS						
COSTO DIRECTO DE A/P (excluye impuestos y catalizador)						

División y localización.	Proy. o estudio No.	TITULO			FECHA
		CAPACIDAD			
		FACTOR	BAJO	PROBABLE	ALTO
COSTO DIRECTO DE B/L					
ALMACEN Y MANEJO					
SERVICIOS AUXILIARES					
SERVICIOS GENERALES					
TOTAL B/L + AUXILIARES					
CATALIZADORES					
IMPUESTOS					
COSTO TOTAL DIRECTO					
COSTO INDIRECTO					
CONSTRUCCION CAMPO Y UTILIDAD					
DERECHO DE PATENTE, LICENCIAS Y PATENTE.					
INGENIERIA					
COSTO TOTAL INDIRECTO					
TOTAL DIRECTO + INDIRECTO					
CONTINGENCIAS					
TOTAL					

5.1.1.3.1.3 Estimados Definitivos.

Un presupuesto definitivo está integrado por diversas clases de costos, tales como: costo directo, costo indirecto, contingencias, -- escalación, honorarios.

Los costos directos y los indirectos ya fueron definidos en el Capítulo II, en cuanto a los otros sus definiciones son:

Congingencias. - Ya definido en el presente capítulo se resume como la partida presupuestal para cubrir los imprevistos.

Escalación. - Es la partida presupuestal que se calcula para -- cubrir las variaciones esperadas en los costos a un futuro. Dicho de otra manera: es la diferencia entre los costos actuales y los costos que se tendrán durante la ejecución del proyecto.

Honorarios. - Es la remuneración económica a que toda empresa tiene derecho, el desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto -- dependa de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas desee percibir.

A su vez, las diferentes clases de costos que integran un presupuesto, son divisibles de acuerdo a su concepto de cargo en: costo de mano de obra, costos de materiales, costos de subcontratos y cos-- tos de equipo de construcción.

Su definición pudiera no ser necesaria pero se hará para que se tenga el conocimiento de ellos en el sentido que serán interpretados.

Costo de mano de obra. - Es el costo originado de las erogacio-- nes, por concepto de pago a la fuerza humana empleada en la realiza-- ción de un trabajo.

Costo de equipo y materiales. - Es el concepto de los elementos físicos que intervienen en el proyecto, los cuales no efectúan una función específica.

Costo de subcontratos. - Es el costo de la parte del proyecto - que no ejecuta el contratista general, por tratarse de un trabajo que requiere una cierta especialización, para el cual contrata a un tercero para su desarrollo.

Costo de equipo de construcción. - Son los costos derivados del empleo de maquinaria en el desarrollo del proyecto.

Una vez fijadas las definiciones, podemos establecer las etapas que se siguen en el desarrollo de este tipo de presupuestos.

a) Surge la necesidad de un presupuesto.

Este puede ser solicitado en cualquier etapa del proyecto en -- nuestro caso la información será la limitante para la elaboración de un presupuesto de este tipo.

b) Recolección de información.

Se procede a recolectar la información disponible, la que podemos clasificar como propia del proyecto y la general requerida para el mismo.

La información propia del proyecto, estará constituida por: - planos, especificaciones, cantidades de obra, bases de cotización, proforma de contrato, informe relativo al sitio de construcción, etc.

Un presupuesto será más exacto dependiendo de la información con que se cuente. Es obvio pensar que si se prepara un presupuesto - a partir de una ingeniería de detalle totalmente terminada y de buena --

calidad, se podrá llegar a valores más exactos que los que se pueden lograr a partir de una Ingeniería preliminar.

La información general requerida estará integrada por un banco de información compuesto por:

Listas de precios, tabulador de rendimientos, políticas de la empresa, información de costos publicada, etc.

c) Planeación del trabajo a desarrollar en la elaboración del presupuesto.

En la figura I se muestra el diagrama de secuencias de las etapas principales en la elaboración del presupuesto.

Obsérvese que se ha incluido en este diagrama la formulación de un programa preliminar de obra, previo al análisis de los costos unitarios, ya que un costo de construcción carece de sentido si no está ligado a un tiempo de ejecución, es decir, que la construcción de una misma unidad, puede tener diferente costo, dependiendo del tiempo en que se ejecute.

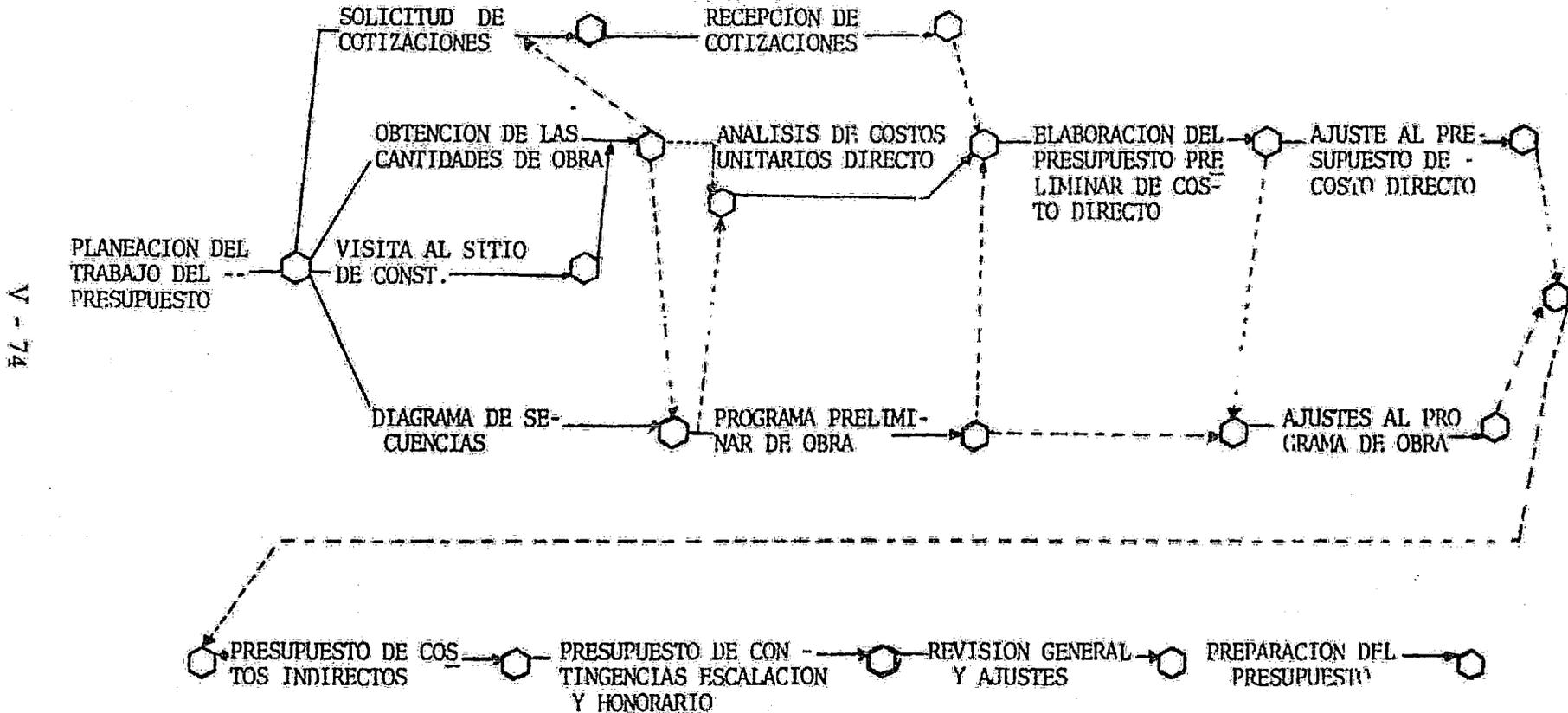
Del estudio de la información disponible, se definirá en esta etapa las metas a lograr. Asimismo en función del tiempo disponible, la profundidad del estudio y el detalle con que se preparará el presupuesto, incluyendo la forma en que éste será presentado.

d) Visita al sitio de la obra.

Resulta de suma importancia el efectuar, al iniciar la preparación de un presupuesto, una visita al sitio de la obra, ya que esto permitirá conocer con detalle las condiciones específicas del lugar en el que se desarrollará el proyecto, como son: comunicaciones disponi-

DIAGRAMA DE SECUENCIAS PARA EL CALCULO DE PRESUPUESTOS DEL PROYECTO

FIG. 1



bles, servicios existentes en la localidad, alojamiento para personal, localización posible de instalaciones temporales, investigación del mercado local, talleres existentes, disponibilidad de la mano de obra, tabulador de salarios, reglamentos locales, sindicatos, etc.

La información mencionada debe recabarse en forma sistemática utilizando para ello un formato previamente establecido.

e) Obtención de las cantidades de obra.

Como todas las actividades en el trabajo de preparación de un presupuesto, esta actividad estará regida por las metas establecidas y lógicamente por el catálogo de cuentas en uso.

El objetivo principal de esta actividad es el conocimiento de los conceptos y cantidades de obra por ejecutar, a los que aplicados los costos unitarios correspondientes, forman el presupuesto. Asimismo, esta información es indispensable para determinar los tiempos de ejecución.

El conocimiento de las cantidades de obra normará el criterio a seguir en el cálculo de los gastos indirectos y la conveniencia o no de subcontratar alguna partida.

Esta actividad no podrá quedar concluida antes de conocer el reporte de la visita al sitio de la obra.

Para facilitar la obtención de las cantidades de obra, es conveniente el uso de formatos adecuados que permitan sistematizar el trabajo y referenciar éste a los planos y especificaciones respectivas.

La descripción que se haga de cada partida, deberá ser lo más completa posible. No deben escatimarse esfuerzos al desarrollar las

mencionadas descripciones, la interpretación adecuada permitirá efectuar un análisis completo.

A fin de no duplicar partidas, es conveniente seguir un orden lógico del trabajo, que bien puede ser el indicado en el Catálogo de Cuentas.

f) Análisis de costos unitarios directos.

El análisis de costos unitarios requiere del estudio de los pasos a realizarse para la obtención de una unidad de un concepto de trabajo del proyecto; esta descomposición de conceptos en pasos será tan amplio como la habilidad y experiencia de quien estudia el presupuesto, lo requiera.

Recordemos que, un análisis de costos unitarios será siempre teórico, por lo que quien realiza el estudio, tomará en cuenta todas las condiciones específicas aplicadas al caso, así como toda su experiencia obtenida en problemas similares anteriores; no obstante el estudio así realizado será sólo una aproximación razonable del costo real y definitivo.

Al efectuarse un análisis de costo unitario, se consideran los siguientes factores:

- I Cantidad de obra por ejecutar
- II Zona en la que se trabajará
- III Procedimiento constructivo
- IV Programa de ejecución.

Estos cuatro factores se encuentran íntimamente ligados entre sí, al efectuar un análisis de costo unitario, ya que la cantidad de obra -

por ejecutar definirá el procedimiento constructivo, y éste de acuerdo a la zona donde se trabajará definirá el programa de ejecución, asimismo, la zona donde se trabaja y el programa de ejecución podrán modificar el procedimiento constructivo.

El estudio de un costo unitario, clásicamente se divide en los siguientes elementos:

Materiales, mano de obra, equipo y herramientas.

Materiales.

Determinado el número de unidades de material que intervienen en una unidad del concepto que se está analizando, se procede a la aplicación de los precios de dichos materiales, de acuerdo a las listas de precios de adquisición de materiales, mencionadas en el párrafo correspondiente a Banco de Información.

Mano de Obra.

La evaluación de los costos unitarios correspondientes se facilita al expresar este elemento en base a rendimientos, bien sea en Horas-Hombre requeridas para fabricar una unidad del concepto de análisis, -- o por número de unidades que puede realizar una cuadrilla en un tiempo determinado. El costo será asignado, bien sea aplicando el costo de la Hora-Hombre, o el costo de la cuadrilla en el tiempo determinado. Al calcular este concepto, intervienen factores tales como: jornadas de trabajo, días laborables, si se requerirá o no tiempo extra, viáticos, etc.

Equipo de Construcción

Su cálculo dentro del análisis de costo unitario, estará condi--

cionado a lo que determine la política de cada empresa y el catálogo de cuentas en uso. Es decir, las compañías constructoras dependientes del tipo de obra que realizan, podrán o no considerar el equipo como costo directo.

Herramientas.

Al igual que el equipo, cada empresa determinará mediante sus políticas y su catálogo de cuentas, si los considera costo directo o indirecto. Para calcular dentro del análisis de costo la aportación por este concepto, puede hacerse, considerándola como un porcentaje de la mano de obra, o bien calculando el valor de recuperación o depreciación de la herramienta, al ejecutarse el concepto de trabajo en cuestión.

NORMAS GENERALES PARA EL ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

El análisis de costo unitario, deberá referirse a la unidad en que se expresa el concepto de trabajo en estudio. Es necesario precisar si los desperdicios relativos, serán considerados en las cantidades de obra o en el costo unitario.

Se tendrá presente, en el estudio de los costos unitarios, los tiempos disponibles para ejecutar el concepto de trabajo, mismo que se obtendrá del programa preliminar.

Resulta de utilidad el tener formulado un catálogo de costos unitarios obtenidos, relacionados estos al catálogo de cuentas, para su rápida y expedita aplicación. Es conveniente, dada la premura de tiempo con que se trabaja, jerarquizar la importancia de las partidas, para que en ese orden sean analizadas. Esta jerarquización debe considerar los factores como: cantidad de obra, incertidumbre en el proceso cons-

tructivo, desconocimiento del producto por aplicar, etc.

Facilita el análisis, el tener formatos pre-establecidos para el cálculo de los costos unitarios como: movimiento de tierras, concretos, tabique, tuberías, etc., y sus análisis correspondientes.

Solicitud de cotizaciones.

Una vez que se ha terminado la etapa de planeación del trabajo, para la integración del presupuesto, se podrá determinar la mayoría de los conceptos de trabajo que serán subcontratados.

En esta etapa se comprende la elaboración de la solicitud de cotización y se entrega al proveedor.

Resulta muy conveniente tener un registro de los proveedores y subcontratistas que han colaborado con la compañía constructora en trabajos anteriores, así como una evaluación de los trabajos que desarrolló.

Las solicitudes de cotización, deberán ser lo más claras y consistentes como sea posible; serán acompañadas por toda la información relativa, de la que se tenga conocimiento, especificarán la forma en que se desea sea presentado el presupuesto; asimismo, indicarán un período de tiempo, tanto para su entrega, como para la ejecución de los conceptos en ella incluida.

Recepción de cotizaciones.

En esta etapa se incluye la recepción de las cotizaciones por parte de los proveedores y la selección de las más convenientes.

Al recibirse las cotizaciones deberán aclararse todos aquellos puntos que representen alguna duda para su interpretación, la respuesta

a ellos deberá solicitarse al proveedor, los confirme por escrito.

Para seleccionar la cotización más conveniente, será necesario elaborar tablas comparativas, mismas que deben ser preparadas de preferencia, por personal con experiencia en el ramo, a fin de que sean detectados todos los datos intangibles. Además del costo, los factores que deben influir para la toma de una decisión al respecto son: tiempo de entrega, seriedad y experiencia del proveedor, resultado de los trabajos encomendados en obras anteriores, referencias, etc.

Si el tiempo lo permite, la compañía constructora preparará un presupuesto de los conceptos por los cuales solicitó cotización, basado en sus experiencias anteriores, para incluirlos en la tabla comparativa y poder así tomar la mejor decisión.

Asimismo, establecerá un formato para recolectar la información obtenida de la cubicación de los planos y especificaciones y para asentar los costos unitarios correspondientes obtenidos de los análisis y cotizaciones recibidas.

Si fue elaborado el catálogo de costos unitarios, como se indicó anteriormente, además de facilitar la aplicación de los mismos, -- evitará errores como el asignar costos diferentes a partidas similares en áreas diferentes de trabajo.

g) Ajustes al presupuesto de costo directo.

Los resultados preliminares obtenidos en la etapa anterior, -- deberán ser analizados en conjunto con el programa preliminar de obra, a fin de detectar las incongruencias entre ambos, así como en las partidas de mayor significación, los costos unitarios correspondientes --

deben ser objeto de una profunda revisión y ajuste, si éste es requerido.

Una vez que han sido detectadas las incongruencias entre el programa de obra y el presupuesto de costo directo, ambos preliminares, se hacen las correcciones a que diera lugar.

Con esta etapa se termina la parte medular de un presupuesto, o sea la obtención de los costos directos aplicables al proyecto.

h) Presupuesto de costos indirectos.

Serán los sistemas y políticas empresariales, los que definan, mediante el propio catálogo de cuentas, las partidas que intervendrán dentro de los costos indirectos. Sin embargo, se pueden apuntar algunas de estas partidas que comúnmente son tratadas como gastos indirectos.

Sueldos de personal técnico-administrativo.

Sueldos de personal de mantenimiento de equipo.

Pruebas y entrenamiento de personal.

Gastos de vigilancia

Otras percepciones y viáticos.

Gastos de fin de año.

Renta de inmuebles.

Instalaciones Provisionales.

Equipo de oficina, de campo y de topografía

Control de calidad.

Limpieza y mantenimiento.

Luz, fuerza y agua.

Efectos y útiles de escritorio.

Copias

Comunicaciones

Gastos de Viaje

Seguridad

Relaciones Públicas

Impuestos

Seguros, etc.

Para efectuar el cálculo de estos gastos, se deberá hacer uso - del programa de obra, así como de la idea obtenida acerca de los procesos constructivos aplicables.

Todos aquellos costos fijos que son periódicamente aplicables, como sueldos, renta de inmuebles, etc., se calculan haciendo una programación de cada uno de sus elementos integrantes, basando dicha programación en el programa de obra.

Los costos que tienen un monto aproximado por un período de tiempo, para cierto tipo de obra y sistemas aplicados a la misma como son: efectos y útiles de escritorio, copias, deben ser calculados usando gráficas o tabulaciones obtenidas de proyectos similares.

Los costos como luz, fuerza, agua, deben ser calculados analizando la programación del equipo de construcción y de la obra, para -- determinar los consumos probables.

Por lo que se refiere a los costos de comunicaciones, gastos de viaje, relaciones públicas, deberá contemplarse al respecto: las políticas empresariales aplicadas al caso, la distancia, medios de comunicación, etc., entre la obra y la oficina central.

Los impuestos y seguros deben calcularse aplicando las tarifas de la localidad, así como las condiciones en que se pretenda establecer el contrato.

Para calcular los costos de las instalaciones provisionales, -- si el tiempo lo permite, se debe elaborar un diseño preliminar y basado en él, analizar los costos, lo cual no arroja diferencias de consideración.

En caso contrario, en función del número de personal que formará el cuerpo técnico-administrativo, podrá destinarse cierta área y ésta costearla también.

i) Presupuesto de contingencias, escalación y honorario

Contingencias.

Recordemos que contingencias es el costo que se aplica a la -- incertidumbre en el resultado económico de un proyecto, basado principalmente en la calidad de la información respectiva y la experiencia de quien efectúa el estudio del presupuesto.

Generalmente el costo de esta partida es valuado en un porcentaje del monto resultante de los costos del proyecto, este porcentaje se determinará basado en las experiencias anteriores.

Escalación

Esta partida se calcula cuando el proyecto que se presupuesta, será construido durante un período en que se esperan cambios en los -- precios de materiales, en los tabuladores de salarios, etc., sin embargo, no es posible precisar el importe del cambio, o cuando la construcción será iniciada, después de un período de tiempo, en el que se

esperan los cambios apuntados. El cálculo de esta partida deberá hacerse en función del tiempo y los índices de costos conocidos.

Honorarios.

El monto de esta partida, se calcula de acuerdo a los gastos -- originados por la propia subsistencia de la empresa, y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas se desee percibir.

Generalmente se calcula como un porcentaje del monto total -- presupuestado.

j) Revisión general y ajustes.

Cuando se ha terminado la labor de asignar todos los costos -- que forman el presupuesto, es conveniente efectuar una revisión general a éste, con el fin de verificar de que se han considerado todos los factores, tanto los implicados por el proyecto en sí, como los propios de la empresa, asimismo, que lo realizado esté de acuerdo con la presentación que se le va a dar.

Una vez analizados los conceptos anteriores, se procede a integrar el presupuesto en formas estándar.

5.2.1 PRESUPUESTO DE INVERSION

El presupuesto preliminar de la Inversión fija necesaria para el proyecto de poli propileno que se presenta a continuación, ha sido preparado en base a diferentes apoyos informativos algunos de los cuales son:

Por medio de cotizaciones de algunos equipos, mediante la literatura especializada se logró obtener información que sirvió para valorar la fuente anterior y completarla en los casos convenientes (actualizándola de acuerdo a índices de precios, etc. Ver Anexo 5.4.2).

El estimado de costo de Ingeniería, se hizo en base a la información proporcionada en el Anexo 5.4.1.

Se completó mediante el uso de los métodos descritos con anterioridad ajustando los valores de acuerdo a criterios de conocimiento de proceso, localización de la planta (estado del terreno, mano de obra del lugar, infraestructura, fletes, etc.), tipo de equipo y materiales y experiencias de otros proyectos.

Pero antes de presentar el presupuesto se creyó necesario definir lo que engloba cada uno de los conceptos que éste incluye.

5.2.1.1. Definición de Conceptos que conforman el
Presupuesto de Inversión.

5. 2. 1. 1. 1 Ingeniería

Bajo este concepto se agrupan todas aquellas actividades que se hacen necesarias para la obtención de documentos técnicos indispensables para el diseño detallado de la instalación: para la compra de equipos y materiales y para la construcción y operación de la nueva planta.

Para la obtención y/o preparación de los documentos de trabajo que se mencionan, se hace necesario efectuar erogaciones que para un buen control de presupuesto pueden agruparse, dependiendo de su tipo, en los renglones siguientes:

1) Personal.

Tratándose de un proyecto de alta inversión como el que nos ocupa, será necesario pensar en la subcontratación de los servicios de ingeniería de detalle y para ello, será necesario contar con un grupo de supervisión y coordinación que por parte de la compañía, se responsabilice de la obtención, supervisión, coordinación, expedición, aplicación y distribución de los documentos ya mencionados. Este renglón de personal abarca los sueldos y prestaciones del personal de la nueva compañía, que estará asignado a tiempo completo de estas labores.

2) Gastos de viaje.

Se refiere este renglón a las erogaciones que serán necesarias realizar para el personal de la nueva compañía. Incluye los gastos de transportación propiamente dichos, tanto para viajes dentro del país o fuera de él, como los viáticos y gastos de representación que se re

quieran.

3) Consultorías.

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle para cualquier proyecto, surgen problemas de tipo muy especial que requieren de la asistencia técnica de especialistas en la materia para resolverlos. Tal es el caso de los especialistas en Estudios de Mecánica de Suelos, que a base de sondeos y estudios de las diferentes capas del terreno seleccionado, recomendarán los tipos de cimentación más adecuados para los diferentes equipos y edificios que conforman la nueva planta. Se incluyen también en este renglón los servicios de asistencia técnica que proporcionan los propios proveedores de la tecnología que se selecciona y que por lo general en el contrato de transferencia de tecnología valoran su intervención en el proyecto como asesores, a un valor por día calendario que en ocasiones es variable.

4) Ingeniería Básica

5) Licencias y Regalías

Dependiendo del proyecto que se considere, estos dos renglones podrán considerarse como uno solo. Se aplicarán licencias y regalías sólo en el caso de aprovechar patentes que se tengan registradas en el país donde se hará la aplicación. Para el proyecto de la compañía, se sabe que la adquisición de tecnología involucra los dos conceptos señalados en un solo concepto. Se ha entregado al proveedor pre-seleccionado de la tecnología, un documento mediante el cual se define la ingeniería básica que se requiere para el nuevo proyecto.

6) Ingeniería de detalle.

Corresponde este renglón a todas aquellas erogaciones que serán necesarias realizar para cubrir la preparación de planos y especificaciones tanto para la compra y/o fabricación de equipo de proceso, servicio y materiales necesarios en la nueva instalación, como para la instalación completa de la planta dentro de las normas y estándares universalmente aceptados. Dado el tamaño de la nueva instalación que se proyecta y el estimado preliminar de Horas-Hombre que se requerirán en México, para la realización de este trabajo, se considera que la labor será encomendada a una firma de ingeniería ya establecida en el mercado nacional, con experiencia en el manejo de proyectos de esta envergadura.

7) Reembolsables.

Durante el desarrollo de la ingeniería básica y de la ingeniería de detalle, se necesita que las firmas proveedoras de tecnología o de servicios, realicen erogaciones por cuenta y orden de la mandataria, para cubrir gastos de viaje realizados en beneficio del nuevo proyecto, para cubrir viáticos, llamadas telefónicas de larga distancia, télex, correos, copias heliográficas no contratadas, etc.

8) Varios.

Como se ha indicado, el desarrollo de la ingeniería de detalle se ha considerado que se hará a base de preparación de planos, especificaciones y listas de materiales. Sin embargo, para mejor claridad en áreas específicas o con propósitos de adiestramiento operativo,

se hace necesario preparar maquetas que muestren la disposición general de la planta o que detallen alguna sección en particular

Para ello y para otros gastos imprevistos de ingeniería se está considerando la erogación que se señala en este renglón.

5.2. 1.1.2 Administración de Construcción.

Se han agrupado bajo esta designación todas las erogaciones - que se harían necesarias realizar para coordinar, controlar y supervisar la construcción de la planta, conforme a las normas y procedimientos marcadas en los planos constructivos, con la mejor calidad, con la mejor economía posible y dentro de la programación general preestablecida.

Se desglosan a continuación los principales renglones de costo que conforman esta administración de construcción.

1) Personal necesario.

Este renglón de costo se refiere solamente a sueldos y prestaciones del personal contratado directamente por la compañía para ocuparse de la coordinación de las actividades de construcción. Se está considerando que por el tamaño que tiene este proyecto, habrá una firma de ingeniería subcontratada que realice la dirección de obra. El personal de la compañía fiscalizará y coordinará entonces las actividades de esta firma directora. Una buena parte del grupo coordinador estará formado por personal de ingeniería que una vez terminadas sus labores de diseño, se incorporará al grupo de construcción para reforzar la coordinación y vigilancia.

2) Gastos de Viaje.

Se refiere este renglón a las erogaciones que deberán realizarse por desplazamientos del personal de coordinación de actividades de construcción, tanto en el interior del país como fuera de él, por actividades que se les encomiende para el buen resultado de su trabajo o como viajes personales periódicos pagados por la empresa.

3) Consultorías y laboratorios de campo.

Para cuidar que se cumplan las especificaciones y normas de montaje que se señalan para la construcción, será necesario subcontratar en campo los servicios de laboratorios de control y firmas consultoras que resuelvan problemas específicos de montaje, como podrían ser peritajes de materiales de construcción, controles de compactación, radiografía de equipos y tuberías, asesorías y consultas para el montaje de equipo, confirmación de las resistencias de concretos, purificación de aceite a transformadores, etc.

4) Gastos de oficina en campo.

Este renglón se refiere exclusivamente al costo de operación que podrían tener las oficinas que serían necesarias montar en campo para alojar tanto al personal de coordinación contratado por la compañía, como al personal de firma subcontratada para realizar la dirección de la obra.

5) Vehículos de transporte.

Se engloban en este renglón todas las erogaciones que deberán hacerse para proporcionar tanto al personal ejecutivo de la compañía --en todos sus cuadros administrativos-- como al personal ejecutivo --

de la firma subcontratada para la dirección de la obra, de vehículos para el mejor desempeño de su labor administrativa en la región donde se instalará la nueva planta.

Se ha tomado en cuenta la experiencia de proyectos antes desarrollados en la misma zona donde se piensa instalar la planta y se ha considerado también la inflación que se ha sufrido en los últimos años.

6) Almacenes.

Sí se considera el tamaño de proyecto que nos ocupa, podrá imaginarse la cantidad de centros de almacenamiento que serán necesarios para el resguardo de los equipos y materiales que se requieren en la nueva planta. Mientras más complejos son los equipos que se requieren, mayores son las exigencias de almacenamiento. Estas mismas exigencias de almacenamiento se tienen para aquellos materiales de alto precio a medida que disminuye su forma y tamaño físico. Adicionalmente, para el caso de materiales cuyo almacenamiento puede hacerse a la intemperie, se requiere acondicionamientos de terrenos anexos a la planta.

7) Equipos y herramientas de construcción.

De todos aquellos equipos y herramientas de precisión requeridos por el personal de construcción propio de la empresa y por el personal encargado de la dirección de la obra, para una correcta y adecuada supervisión y ajuste de las instalaciones que se encomiendan, a los diferentes contratistas que intervienen en la construcción de la nueva planta.

8) Dirección de obra.

El personal de dirección de obra se encargará de aprobar -- los procedimientos constructivos, de vigilar que la obra se realice de acuerdo a los procedimientos y bajo las normas y diseños ya definidos por la Ingeniería; de vigilar que los materiales de construcción sean -- los establecidos para cada caso; de coordinar que las actividades de los diversos contratistas se realicen sin interferencia y dentro de la pro-- gramación general establecida para el proyecto.

Mediante controles administrativos eficientes cuida también de llevar las inversiones dentro de controles presupuestales adecuados, tratando de evitar desviaciones de costos de todo lo que sea posible.

9) Instalaciones habitacionales.

Para el establecimiento de esta partida presupuestal, se ha -- considerado la escasez de viviendas que ya actualmente existe en la zo na donde se pretende instalar la nueva planta. Será necesario, por lo -- tanto, erigir conjuntos habitacionales o resolver de alguna manera, por parte de la nueva empresa, las necesidades de habitación que se ten-- drán tanto para el personal de la nueva empresa, asignado a la supervi-- sión de obra, como para el personal ejecutivo de la firma que se encar-- gará de la dirección de la obra. Dentro de la previsión de alojamiento se ha considerado al personal obrero que deba reclutarse de regiones -- alejadas a la zona de la nueva industria.

10) Instalaciones provisionales y varios.

Para el mejor desarrollo de las actividades de supervisión de

construcción, se requiere de la instalación de locales adecuados para el establecimiento de oficinas de supervisión de obras. Se trata de oficinas provisionales que deberán diseñarse pensando en el personal de supervisión que deberá ocuparlas por largo tiempo y pensando en las más apremiantes necesidades que este personal pudiera tener. Deberá recordarse que en estas oficinas habrá que alojar tanto al personal propio de la empresa encargado de la supervisión, como al personal ejecutivo de la dirección de la obra.

Al estimar la inversión que sería necesario realizar para cubrir estas necesidades del proyecto, se han considerado las inclemencias del clima que se tienen que soportar en la región donde se pretende instalar.

5. 2. 1. 1. 3. Administración de Procuración.

Se engloban en esta actividad todos los gastos que deben realizarse para cubrir los salarios y prestaciones del personal propio de la empresa y los salarios, prestaciones y honorarios de las firmas de servicio que deban subcontratarse para hacerse cargo de la procuración o adquisición de los equipos y materiales que se requieran en el nuevo proyecto, así como de la inspección y expeditación de los mismos, tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional.

La descripción de las diferentes partidas de gasto que conforman esta función de administración, es semejante a la que se ha hecho para la administración de ingeniería, por lo que solamente se mencionarán esas partidas con las aclaraciones que se crean convenientes en cada caso personal.

1) Personal .

Se refiere al personal contratado directamente por la empresa para realizar o supervisar la procuración de equipos y materiales.

2) Gastos de viaje.

Solamente los que correspondan al propio personal mencionado en el inciso anterior.

3) Consultorías.

Igual a la descripción que se hace para Ingeniería.

4) Asistencia técnica.

Se refiere a gastos por sueldos, salarios, prestaciones y honorarios de las firmas que deben subcontratarse para realizar labores de procuración, tanto nacionales como extranjeras.

5) Reembolsables

Igual a la descripción que se hace para Ingeniería.

5. 2. 1. 1. 4 Administración del Proyecto.

Se comprenden en esta función general todas aquellas erogaciones que deben realizarse para la coordinación y control de las funciones administrativas propiamente dichas, tanto para la fase proyecto, como para la fase preoperativa de la empresa. Se incluyen aquí también todos los gastos o cooperaciones que será necesario realizar para el establecimiento o mejora de la infraestructura industrial que se requiere para el proyecto.

Las principales partidas presupuestales que conforman esta función administrativa, son las siguientes:

1) Personal

Se refiere a los sueldos y prestaciones del personal de la empresa que colaborará directamente con la dirección de proyectos en los renglones de contabilidad, control presupuestal, control de costos y relaciones con los organismos gubernamentales y privados.

2) Gastos de viaje.

Se refiere a los viajes a realizar por el personal de la empresa, relacionados todos ellos con el proyecto y viajando tanto al interior del país como fuera de él.

3) Consultorías.

Las erogaciones que se están considerando para este renglón corresponden a las que deben hacerse por realización de auditorías externas, por honorarios a consejeros, por asesorías legales y por asesorías técnicas de diferentes subcontratistas.

4) Gastos de oficina e impuestos.

Se refiere este renglón a todas aquellas erogaciones que deben realizarse en las oficinas centrales de la ciudad de México para una buena y adecuada operación de las actividades que en ellas se realizan. Se incluyen renglones de costo tales como:

Renta del local, servicios de limpieza y mantenimiento, gastos de papelería, teléfono, telégrafo, telex, correo, fotocopiado, etc.

5) Procesamiento de datos.

Se está introduciendo esta partida presupuestal para considerar un control computarizado mediante el cual pueden coordinarse las múltiples actividades de ingeniería, compras, construcción y adminis-

tración que deben desarrollarse en la empresa, mediante aplicación de sistemas apropiados para cada caso.

6) Cuota y cooperaciones.

Tomando en consideración las experiencias que se vivieron en proyectos anteriores, se está presupuestando esta partida para cubrir erogaciones correspondientes a implementación de infraestructura indispensable para la nueva planta. Así se ha considerado lo siguiente:

- a) Colaboración a la CFE para el suministro de energía eléctrica en alta tensión.
- b) Colaboración a la SARH para el suministro de agua cruda.
- c) Contratación con PEMEX para el suministro de gas natural y combustóleo.
- d) Colaboración para hacer llegar la vía de FF.CC. a límites de batería de la nueva planta.
- e) Colaboraciones para la instalación de teléfonos, telex y otros servicios.

5.2.1.1.5 Finanzas y Administración

Este renglón presupuestal agrupa todas las erogaciones que deberán realizarse por actividades relacionadas con la administración de la nueva empresa, mientras se encuentra en la etapa de proyecto y con motivo de la adquisición de financiamientos que se requieran para el avance del proyecto.

5.2.1.1.6 Adquisiciones

Bajo esta denominación se agrupan todas las compras de equi-

pos y materiales que deben realizarse para el nuevo proyecto. Tomando en cuenta la complejidad de las compras, es común dividir las en la forma siguiente:

1) Compras técnicas.

Son todas aquellas adquisiciones que deben hacerse siguiendo al pie de la letra las siguientes especificaciones y requisiciones que se generan al desarrollar la Ingeniería de detalle del proyecto. Por comodidad, se han subdividido en los grupos siguientes:

A) Equipos de proceso y servicios.

Se refiere a todos y cada uno de los equipos que al interconectarse entre sí, de conformidad con los lineamientos que se establecen en la Ingeniería básica y bajo las normas y condiciones que definen en la Ingeniería de detalle, constituyen la unidad productiva de la nueva empresa.

El costo de estos equipos de proceso y servicios ha sido la base fundamental para la preparación del presupuesto general de la inversión fija que nos ocupa.

B) Equipos y partes de repuesto.

Para presupuestar el costo de los equipos y partes de repuesto, así como para los presupuestos de inversión en equipos y materiales que siguen en esta descripción se dispuso de dos fuentes principales de información: por su parte, se contó con información básica para el costo de inversión fija, que fue otro de los renglones de información contratados a través de la administración de finanzas de la empresa. Tomando en cuenta la información anterior y considerando también

información obtenida de la literatura publicada sobre costos de inversión para nuevos proyectos, se obtuvo el costo del renglón de equipos y partes de repuesto como porcentaje del equipo principal.

C) Equipos e Instrumentos de control.

Se refiere este renglón a todos aquellos equipos y/o instrumentos especializados que se van a emplear.

Para un control adecuado de la operación de la planta. Se consideran, aquí tanto los instrumentos y equipos que se instalan en campo: (transmisores, indicadores, detectores, analizadores, válvulas de control, etc.), como los paneles e instrumentos de control que se instalarán dentro de los centros de control de instrumentos: (registradores, indicadores, controladores, etc.). Se consideran incluidos también los racks y las consolas correspondientes a la instrumentación electrónica que se está considerando para esta nueva planta.

2) Compras de Rutina

Se refiere principalmente a las compras de equipos y/o materiales que deben hacerse para el nuevo proyecto y que para su compra, basta sólo con indicar números y/o figuras de catálogos descriptivos. Para un mejor control de su compra, se subdividen en los grupos de materiales siguientes:

A) Tuberías, válvulas, conexiones, ductos.

B) Materiales de instalación eléctrica. Se refiere a los conductores, transformadores de alumbrado, bancos de capacitores, red de tierras, sistema de pararrayos, sistema de alumbrado, sistema telefó-

nico , sistema de señalación, sistema de alarmas y todos los sistemas de protección y arranque de motores que se requieren en la nueva planta.

C) Materiales para instalación de instrumentos. Se considerarán incluidos en este renglón presupuestal todos los materiales (cables, tubería, conexiones, válvulas, etc.) que se hacen necesarios para la instalación y funcionamiento adecuado de los instrumentos de control -- y sus captadores de señales a instalar en campo.

3) Otras Adquisiciones.

Se trata de aquellas compras en las que simultáneamente se adquieren los materiales y la instalación o aplicación de los mismos, sin considerar en este concepto la compra y montaje de estructuras metálicas que se ha considerado como actividad correspondiente a la obra civil. Para facilitar el análisis, se consideran dentro de este grupo los siguientes renglones:

A) Aislamientos de equipos y tuberías.

Por las características tan especiales de humedad y corrosividad del medio ambiente que se tiene en la zona donde se instale la planta.

B) Pintura de equipos y materiales.

En este caso, además de los equipos y materiales en general que deben protegerse, se debe considerar también la pintura que se necesita aplicar en todas las estructuras metálicas que se requieren -- para su adecuada conservación.

C) Mobiliario y equipo de oficina.

El costo que se anota, considera la escalación de precios que --

habrá que tomar en cuenta en el momento de hacer la compra.

5.2.1.1.7 Costos de Procuramiento.

Son los gastos que deben realizarse para llevar los equipos o materiales, desde el lugar donde han sido fabricados o adquiridos, hasta el sitio donde será la erección de la planta. Comprende tanto las maniobras de carga, descarga, transporte, así como los fletes, gratificaciones, cargos aduanales, compensaciones, resguardos, almacenamientos provisionales, etc.

Para un mejor análisis de costos, se ha dividido el procuramiento como sigue:

1) Equipo de proceso y servicio.

Comprende los costos de procuramiento para equipo, tanto nacionales como de importación.

2) Materiales.

Se refiere a los costos de procuración que se estima para las compras de rutina y para las otras adquisiciones.

5.2.1.1.8 Montaje Electromecánico

Se refiere este renglón presupuestal al costo de instalación de los diferentes equipos de la planta, así como al costo de instalación de las tuberías, válvulas y conexiones, materiales y equipos eléctricos, así como de instrumentación.

Para hacer una mejor descripción de estos costos, se hace una subdivisión en la forma siguiente:

1) Equipo de proceso y servicios.

El costo de montaje de los equipos, guarda una relación muy -

directa con el peso y la altura relativa de la instalación de las mismas. En este renglón se está considerando el costo de colocar los equipos sobre bases de cimentación o estructuras soporte previamente preparados y cuyo costo se considera en la obra civil.

2) Tuberías, válvulas y conexiones.

Para el presupuesto de instalación de estos componentes de la nueva planta, se ha tomado en cuenta la relación: costo de instalación / costo de adquisición de las tuberías, válvulas y conexiones, que prácticamente ha sido constante en diferentes partes.

3) Materiales eléctricos

5.2.1.1.9 Obra Civil

Bajo este concepto general se incluyen todos los trabajos de ingeniería civil que deben realizarse, desde el desmonte, eliminación de tierra, preparación y/o nivelación del terreno, hasta los ajustes finales de urbanismo arquitectónico que dan vista agradable a toda la planta en su conjunto, pasando por el hincado de pilotes donde se hace necesario la preparación de cimentaciones para equipos, estructuras y edificios, erección de estructuras para edificios de proceso y servicios; preparación del patio de vías, preparación de drenajes interiores y exteriores a la planta y preparación y acondicionamiento de los muelles de carga y descarga, etc.

Con el propósito de hacer una pequeña descripción de los diferentes renglones de costo en la obra civil, ésta se ha dividido en la forma siguiente:

1) Preparación del terreno.

El presupuesto preparado para esta actividad, se refiere a los gastos que deben realizarse para: hacer el desmonte de las áreas que van a ser utilizadas; la eliminación de tierra vegetal; la compactación de las áreas de construcción cuando los estudios geológicos que deben realizarse así lo recomienden; las terracerías, etc.

2) Urbanización y drenajes interiores.

En este renglón presupuestal se está considerando el costo de aplanado y pavimentación de calles, las obras de arte y todos los drenajes industriales y pluviales comprendidos dentro de los límites de batería.

3) Cimentaciones profundas (pilotes)

Se está tomando en consideración este renglón de costos, -- debido a las características especiales que pudiera tener el terreno.

4) Cimentaciones y estructuras soporte.

Este renglón presupuestal se refiere a los costos de cimentación tanto de equipos de proceso y servicios, como de las estructuras que es tos requieran para su operación y/o servicio. En el presupuesto se incluye también el costo de las propias estructuras que se mencionan, -- cualquiera que sea su material de construcción, se incluyen además los costos de habitación, de entresijos, pasillos, muros, barandales, escaleras, etc., que sean necesarios para considerar una instalación -- completa. También se consideran incluidas las cimentaciones superficiales y soportería necesaria para los racks o camas de tubería que van de una área a otra en el proceso.

5) Edificios de proceso y servicios generales.

Se refiere a todas aquellas construcciones que por necesidades propias del proceso o servicio van techadas y protegidas de la intemperie. Estas construcciones no necesariamente soportan equipos en su estructura. Este grupo de edificios corresponden las oficinas administrativas.

6) Patio de vías.

Está representado por las vías de ferrocarril necesarias para llevar a cabo la descarga y la carga de los vagones de ferrocarril.

7) Silos de almacenamiento.

Incluye toda la tanquería necesaria y soportes para el almacén de producto terminado.

8) Muelles y sistemas de descarga.

5. 2. 1. 1. 10 Compra de Terreno

El costo depende del área requerida para la planta.

5. 2. 1. 1. 11 Planta y Preoperación

Bajo esta denominación se incluyen todos aquellos gastos originados por el grupo de trabajo que operará la planta en forma definitiva, mientras se mantiene la etapa de construcción de la planta.

Estos gastos se clasifican, como las consideraciones en la parte administrativa, en los siguientes renglones:

1) Personal

Se refiere a los gastos incurridos por sueldos, salarios y prestaciones del personal contratado por la empresa, para operar en ella -

mientras se preparan para el arranque definitivo durante la etapa en -- que la planta está en construcción.

2) Gastos de viaje y entrenamiento.

Estos gastos se refieren únicamente a los realizados directa-- mente por el personal mencionado anteriormente, durante la etapa de su preparación para el arranque de la planta.

Incluye gastos de viaje y viáticos, así como también los pa-- gos que deban hacerse a terceros por el entrenamiento que debe darse al personal clave en plantas en operación y en las que el proveedor de la tecnología pueda conseguir servicios de capacitación.

3) Asistencia técnica.

Se refiere a la colaboración que se recibiría de especialistas extranjeros para el arranque de equipos especializados y para el arranque inicial de la planta. Se incluyen los honorarios, viáticos, gastos reembolsables e impuestos correspondientes.

4) Consultorías y honorarios.

En este renglón contable se están considerando los pagos que deben hacerse por servicios de asesoría legal y contable.

5) Gastos de oficina e impuestos.

Igual que el renglón equivalente a la administración del proyecto, pero referidos a las oficinas de operación en la planta.

6) Materias primas, reactivos y energía.

Se refiere a todos aquellos consumos que se esperan para la etapa preoperativa y hasta el momento en que la planta se arranca en forma definitiva para entrar en producción normal.

7) Compras de operación.

Son adquisiciones generadas por el grupo de operación y que solamente se definen estando próximos a iniciar actividades de preoperación o después de asistir a sesiones de entrenamiento y que por lo mismo no fue posible prever e incluir dentro de las compras de proyecto. Se incluyen las compras necesarias para sustituir partes o equipos que resulten dañados en la etapa preoperativa.

8) Equipos de transporte.

Comprende los vehículos a ser usados en la operación normal de la planta: autobuses para el transporte de personal, ambulancia, barridora, grúa, camiones de volteo, pick-ups, para mantenimiento y automóviles para las gerencias operativas.

9) Apoyo operacional.

Es un renglón previsto para asistencia con personal diferente al grupo de operación de la planta con el objeto de reforzarlo en la etapa de preoperación y arranque.

10) Pruebas de arranque

Se trata de un renglón presupuestal para cubrir gastos generales de última hora que permitan un inicio de actividades sin contratiempos.

5.2.1.1.12 Mercadotecnia. (Gastos preoperativos)

En este renglón se consideran todos aquellos gastos que son realizados por el grupo comercial de la empresa, durante las etapas de proyecto y preoperativa y que terminan en el momento de iniciarse la operación comercial de la planta. Los gastos que se consideran se re--

fieren a: pago de sueldos, salarios y prestaciones al personal; a los --
gastos de oficina y publicidad; a los gastos de distribución y a los --
vehículos de transporte que se hacen necesarios en la gerencia, para --
un adecuado desarrollo de las actividades que se tienen encomendadas.

A continuación se presentan algunas curvas típicas de porcen-
taje de avance contra porcentaje de costo para cada una de las activida-
des principales que forman el proyecto.

5 2 1 2 PRESUPUESTO DE INVERSION

PROYECTO POLIMEX, S. A

Presupuesto de Inversión

Julio, 1982

<u>A. - INGENIERIA</u>	<u>200,300</u>
A.1 Personal	23,300
A.2 Gastos de viaje	3,700
A.3 Consultorías	6,700
A.4 Ingeniería de Detalle	93,100
A.5 Ingeniería Básica	29,000
A.6 Licencia y Regalías	36,000
A.7 Reembolsables	7,500
A.8 Varios	1,000
<u>B - ADMON. DE CONSTRUCCION</u>	<u>192,000</u>
B.1 Personal	43,000
B.2 Gastos de Viaje	3,400
B.3 Consultorías y Lab de Campo	3,500
B.4 Oficinas en Campo	17,700
B.5 Vehículos y Transportes	4,900
B.6 Almacenes	5,000
B.7 Equipos y herramientas de Constr.	3,000
B.8 Dirección de la Obra	87,000
B.9 Instalaciones Habitacionales	4,500
B.10 Instalac. Provisionales y Varios	20,000
<u>C - ADMON DE PROCURACION</u>	<u>59,000</u>
C.1 Personal	19,800
C.2 Gastos de viaje	3,600
C.3 Consultorías	3,300
C.4 Asistencia Técnica	27,900
C.5 Reembolsables	4,400
<u>D - ADMÓN DEL PROYECTO</u>	<u>214,200</u>
D.1 Personal	27,400
D.2 Gastos de viaje	4,300
D.3 Consultorías	29,600
D.4 Gastos de oficina e impuestos	34,400
D.5 Procesamiento de Datos	4,500
D.6 Cuotas y Cooperaciones	114,000

E. - <u>FINANZAS Y ADMINISTRACION</u>	<u>5,000</u>
F. - <u>ADQUISICIONES</u>	<u>1'925,000</u>
F.1 <u>COMPRAS TECNICAS</u>	1'269,000
F.1.1 Equipos de proceso y servicios	1'099,000
F.1.2 Equipos y partes de repuesto	98,000
F.1.3 Equipos e Instrumentos de control	72,000
F.2 <u>COMPRAS DE RUTINA</u>	474,000
F.2.1 Tuberías, válvulas y conexiones	254,000
F.2.2 Materiales de Instalación Eléctrica	121,000
F.2.3 Materiales de Instalación Instrum.	99,000
F.3 <u>OTRAS ADQUISICIONES</u>	182,000
F.3.1 Aislamientos de Equipos y Tubs.	59,000
F.3.2 Pintura de equipos y materiales	110,000
F.3.3 Mobiliario y equipo de oficina	13,000
G. - <u>COSTOS DE PROCURAMIENTO</u>	<u>106,000</u>
G.1 Equipo de proceso y servicios	71,000
G.2 Materiales	35,000
H. - <u>MONTAJE ELECTROMECHANICO</u>	<u>459,000</u>
H.1 Equipos de proceso y servicio	92,000
H.2 Tuberías, válvulas y conexiones	188,000
H.3 Materiales eléctricos	107,000
H.4 Equipos y materiales de Instrum	72,000
I. - <u>OBRA CIVIL</u>	<u>1'285,000</u>
I.1 Preparación de Terreno	66,000
I.2 Urbanización y drenajes interiores	132,000
I.3 Cementaciones profundas (pilotes)	220,000
I.4 Cementaciones y estructuras sopor	570,000
I.5 Edificios de proceso y servs. generales.	170,000
I.6 Patio de vías	55,000
I.7 Silos de almacenamiento	39,000
I.8 Muelles	35,000
J. - <u>COMPRA DE TERRENOS</u>	<u>52,800</u>

K - <u>PLANTA Y PREOPERACION</u>	Factores	<u>305,000</u>
K.1 Personal		139,000
K.2 Gastos de viaje y entrenamiento		4,900
K.3 Asistencia Técnica		59,000
K.4 Consultorías y Honorarios		500
K.5 Gastos de Oficina e Impuestos		13,500
K.6 Mat. Primas, React. y Energía		20,000
K.7 Compras de operación		11,600
K.8 Equipos de transporte		16,300
K.9 Apoyo Operacional		21,000
K.10 Pruebas de arranque		19,700
L. - <u>MERCADOTECNIA. (PREOPERAT)</u>		<u>6,900</u>
M - <u>IMPREVISTOS</u>	8%	<u>391,800</u>
<u>TOTAL DE GASTOS DEL PROYECTO</u>		<u>5'200,000</u>

Memoria de Cálculo del Presupuesto

INGENIERIA

A.1 Personal

	Sueldo mens.	Tiempo mes	
1 Ing. Prog.	70,000 (1)	60 =	4'200,000
8 Ing. c/esp. (1 elect. 1 mec., 1 civil, 1 tub. . 1 instrum, 2 proceso, 1 serv.)	50,000 (8)	22=	8'800,000
2 Dibujantes	20,000 (2)	25=	1'000,000
1 Secretaria	25,000 (1)	60	<u>1'500,000</u>
			15'550,000

Prestaciones 1.5 \$ 23'300,000

A.2 Gastos de viaje

1,800 dls. c/viaje a japon -30 viajes persona	54,000 dl s.
200 dls /día (7días) (15 personas)	<u>21,000 dl s.</u>
	75,000 dl s
	= 3'750,000
	<u>3'700,000</u>

A.3 Consultorías

6'700,000 dato mismo que C. T.

A.4 Ingeniería de Detalle

Coord., Programación y Control de Co stos

Subd. 10 meses (200)	Coord. 28 mes. (200)
Gte. 28 meses (200)	Aux. Coord. 28
Ing. Proyec. 28 me	meses (200)
ses (200)	Ing. Costos 14 mes(200)
Sec. 28 meses (200)	Programador -
Mensajero 28 mes(200)	14 meses (200)

29,600 H-H

16,800 H-H

Total equipos

978 equipos (11.58 H-Heq/Proceso) (11.25) = 127,409

Factor para

demás especialidades

+

29,600

H.H. prog etc 16,800

173,000 H-H

y 10% de ef Mexicana conting.

191,190

F. prestac.

191, 190 (167 \$/H-H) (1.45) (1.75) (1.15) = 93'172,025
 F. Admn F. Honorarios (hons.)
 93'100,000

A.5 Licencia y regalías 29'000,000

A.6 Ing. Básica 36'000,000

A.7 Reembolsables

7.5 %de Ing. Detalle

o 191 - 190 H-H (39 \$/HH) = 7'456,140

\$ de reembol-
sables 7'500,000

A.8 Varios 1'000,000

Administración Construcción 192,000

B. 8 Direcc de obra

No	Puesto	Tiempo	Sueldo mens.	Fact. Prest. + Hons.	Viáticos	10 ³ Total
1	Director Prog.	33	130,000	1.748	22,000	8,224
1	Superintendente gral.	33	120,000	1.748	20,000	7,417
1	Jefe Ing. Civil	16	75,000	1.748	18,000	2,460
1	Jefe Ing. Mecánico	10	75,000	1.748	18,000	1,490
1	Jefe Ing. elect.	10	75,000	1.748	18,000	1,490
2	Jefe área civil	31	50,000	1.748	22,000	6,782
2	Jefe área mec.	36	50,000	1.748	22,000	7,876
2	Jefe área elect.	34	50,000	1.748	22,000	7,440
2	Jefe área tuberías	36	50,000	1.748	22,000	7,876
2	Jefe área Instrum.	36	50,000	1.748	22,000	7,876
4	Topógrafos	110	42,000	1.748	22,000	10,496
1	Técnico Higiene y Seg.	33	42,000	1.748	22,000	3,148
1	Jefe Oficina	33	60,000	1.748	18,000	4,055
1	Controlador Estim	30	66,000	1.748	25,000	4,212
1	Programador	33	66,000	1.748	25,000	4,632
1	Jefe de almacén	33	45,000	1.748	20,000	3,255
2	Compradores	66	70,000	1.748	25,000	9,726
1	Gte. Admón	33	65,000	1.748	22,000	4,475

2 Contadores	66	40,000	1.748	22,000	6,066
1 Jefe Personal	33	45,000	1.748	22,000	3,321
30 personas menos 10% ya que cont. aum. de Feb.				112,371	
				-20%	
				<u>87,000</u>	

B.1 Personal (Coord. Const.)

33 meses

1 Secretaria	20,000
1 Coordinador	80,000
1 Ing. Civil	55,000
1 Ing. Mecánico	55,000
1 Ing. Tuberías	55,000
1 Instrumentación	55,000
1 Ing. de Proceso	55,000
1 Ing. Servicios	55,000
1 Ing. Eléctrico	55,000
1 Gte. Const.	120,000
1 Sup. Const.	90,000
2 Secretarías	60,000
2 Auxiliares Const.	120,000

* F. Prest. = $43,312 \times 10^3$

1.5

B. 2 Gastos de Viaje

15 personas (4,500) (33 meses) (1.5) 3'341.250 3.4 * 10⁶

B. 3 Consultorías y Lab. de Campo 3'500,000

B. 4 Oficinas en Campo 17,800

B. 5 Vehículos y Transp.

3 Pick up	800,000 (3)	2,400,000	
3 Volks	250,000 (3)	750,000	
5 Caribes	300,000 (5)	<u>1,500,000</u>	
		4'650.000	5'000,000

B. 6 Almacenes

1100 \$/m² sup 4300 m² 5'000,000

B. 7 Herramientas y Equipos Construc. 2'564,000 3'000,000

B. 9 Instalac. Hab. \$ 4'500,000

2500 \$/m² sup 1796 m² (1800 m²)

B. 10 Instalac. Prov. y Varios \$ 20'000,000
Se calculó el de C.T

C Administración Procuración 59,000

C. 1 Personal

3 Exp. Insp	50,000 (3)	40 meses
1 Gte.	(70,000)(1)	40 meses
1 Sec.	20,000 (1)	40 meses
4 Comp.	40,000 (4)	30 meses
2 Mens. y aux.	<u>15,000 (2)</u>	30 meses

15'300,000 (1.5) = 19,890,000

C. 2 Gastos de viaje 3'620,000 3'600,000

C. 3 Consultores escalación de C.T. 3'300,000

C.4 Asistencia Técnica

27'900,000 relac. con Ing. + escal. C.T. y carbonato
(varios Proy)

C.5 Reembolsables

4'400,000 22%

D Administración proyecto 214,00

D.1 Personal

G. Proy.	120,000	50 meses	1.5 prest.	27,375,000
D.	145,000	50 meses	1.5 prest.	27,375,000
Asist.	70,000	50 meses	1.5 prest.	27,375,000
Sec.	30,000	50 meses	1.5 prest.	27,400,000

D.2 Gastos de viaje 4'270,000 4'300,000

D.3 Consultorías 29'530,000 29'600,000

D.4 Gastos of. e Imp. Escalación CT y Carbonato
34'413,000 34,400,000

D.5 Procuramiento de datos 4,480,000 4,500,000

H. = H = 14,000 \$ 320 / \$ maq + H H \$
Proc. de Datos

D.6 Cuotas y Coop.

114,391,000 114,000,000

E. Finanzas y Administración 3'000,000 3,000,000

F. Adquisiciones 1,925,000 10³

F.1 Compras Técnicas 1,269,000
(1.3) (9,75 10³)

F.1.1. Eq. Proceso y serv. 1,099,000

F.1.2 Partes de repuesto 8% de F.1.1 98,000

F.1.3 Equipo e Inst. Cont. 6.5% de F 1.1 72,000

F.2 Compras Rutina 38% de F.1.1 474,000

F.2.1	Tuberías Valv. y Conexiones	23% de F.1.1	254,000
F.2.2	Mat. de Inst. Elect.	11% de F.1.1.	121,000
F.2.3	Mat. de Inst. Instrum.	9% de F.1.1	99,000

F.3 Otras adquisiciones 182,000

F.3.1 Aislam. 3% de F.1 59,000

F.3.2 Pintura 6 2% de F.1 110,000

F.3.3 Mobiliario de eq. y
ofna (esc.de C. T. 13 000

C Costos de Procuramiento 106,000
5.5% de \$ de cq. oscila 3 - 8%

G.1 Equipo de Proceso y Serv. 71,000

G 2 Materiales 35,000
Relac. 1.33

H Montaje Electromecánico 459,000

Se tomó en cuenta relaciones de tipo de planta, manejo de sólidos y fluidos

H. 1 Equipo de Proc. y Serv. (8.3% de F.1.1.) 92,000
relac. usada Perry
y Cond. con C.T.

H. 2 Tuberías valv. y conexiones (74% de su costo) 188,000

H.3 Mat. eléctrico (88% de su costo) 107,000

H.4 Equipo y mat. Instru. (72% de su costo) 72,000

Perry y tipo Pta.

I. Obra Civil. 1,205,000

I.1 Preparación de terreno
33 Ha. a 200\$/m2 66,000

I.2 Urbanización y drenajes
33 Ha. a 400 \$/m2 132,000

I.3 Cimentaciones profundas 220,000
11 Ha 2.000 \$/m2

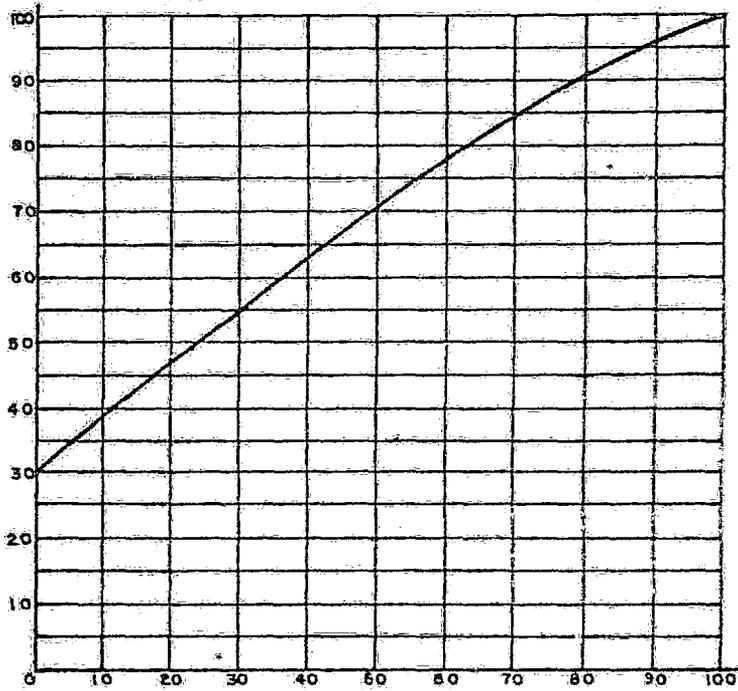
I.4 Cimentaciones y estructuras
soporte 15.0 Ha. 3800 \$/m2 570,000

I. 5 Edif. de proceso y servicios		170,000
Escalando el de C.T. y relac. con los demás conceptos como prep. de terreno, urbanización y drenaje		
I. 6 Patio de vías escalación de C.T.		55,000
I. 7 Silo de almacenaje	39,000	escalación carbonato
I. 8 Muelle y sist. de descarga	33,000	escalación carbonato
J. Compra de terreno	<u>52,800</u>	
33 Ha. 160 \$/m ²		
K Planta y Prooperación	<u>3 05,000</u>	
K.1 Personal	138,167	139,000
K. 2 Gastos de viaje	4,925	4,900
K.3 Asistencia técnica	58,310	59,000
K.4 Consultores y Honorarios	500	500
K. 5 Gastos de oficina e Impuestos	13,270	13,000
K. 6 Mat. Primas React. y Energ.	19,967	20,000
K. 7 Compras operación	11,530	11,600
K. 8 Equipos de transporte	16,240	16,300
K. 9 Apoyo operacional	20,800	21,000
K. 10 Pruebas de arranque	19,900	19,700
L Mercadotecnia	<u>6,900</u>	
M Imprevistos	49,000	
TOTAL DE GASTOS DE PROYECTO		5'150,000

Nota C. T. = Cloro de Tehuantepec

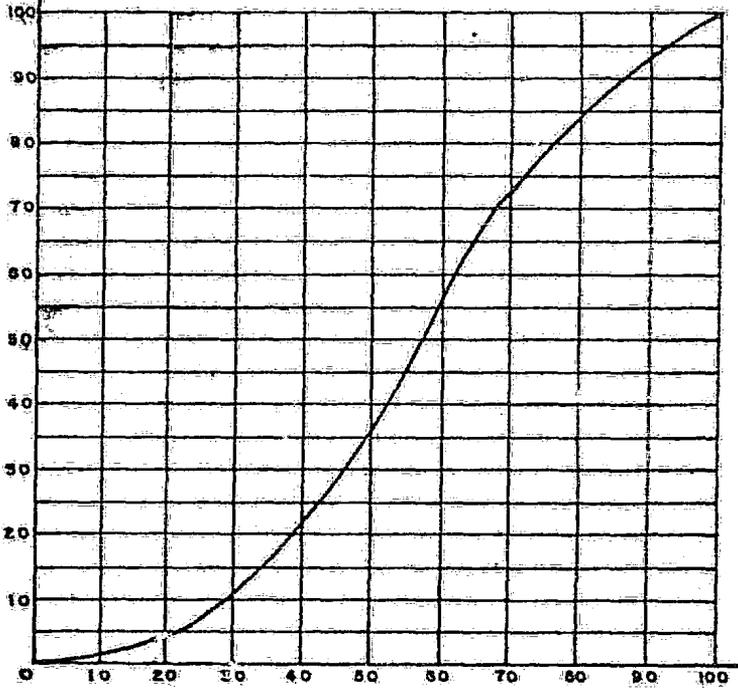
Algunos conceptos se calcularon en base a dos proyectos.

% $\frac{1}{2}$



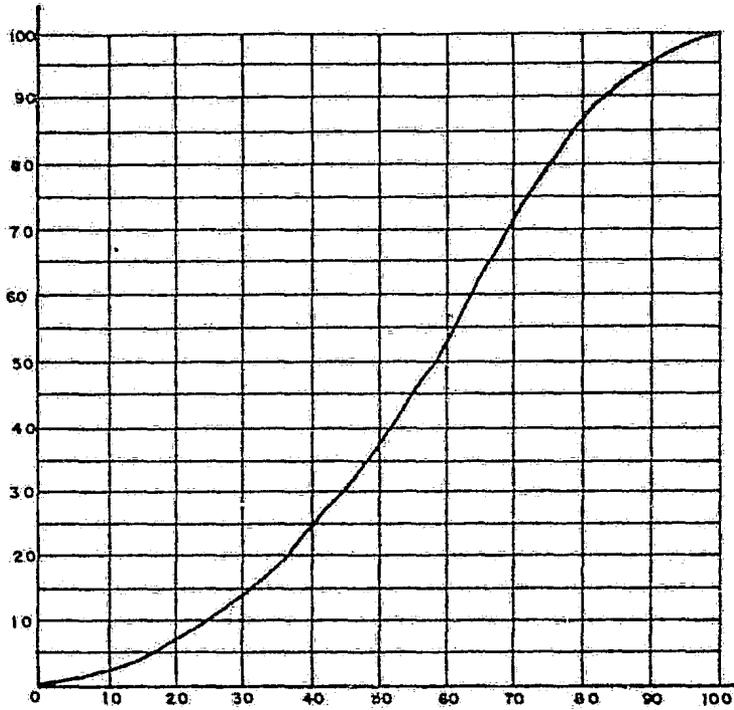
INGENIERIA BASICA % $\frac{1}{2}$

% $\frac{1}{2}$



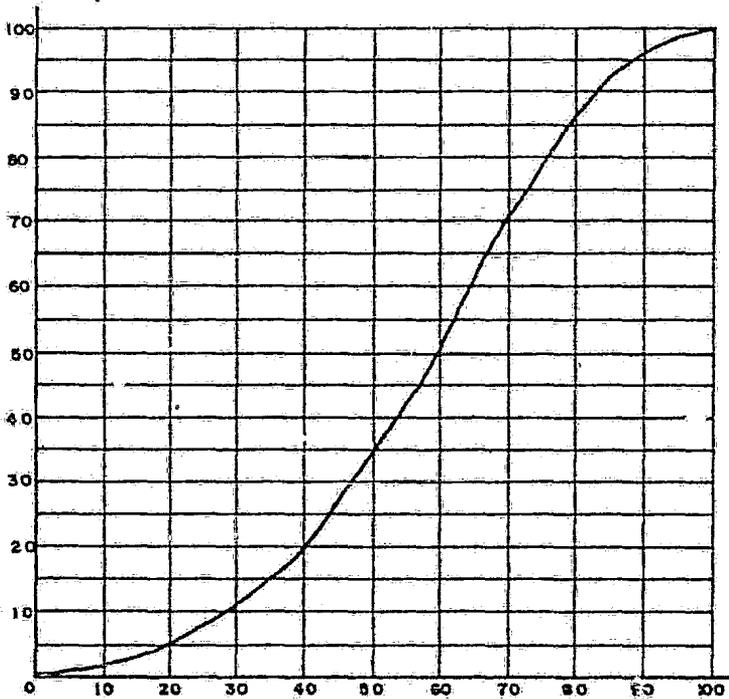
ADMINISTRACION DE CONSTRUCCION % $\frac{1}{2}$

% $\frac{1}{2}$

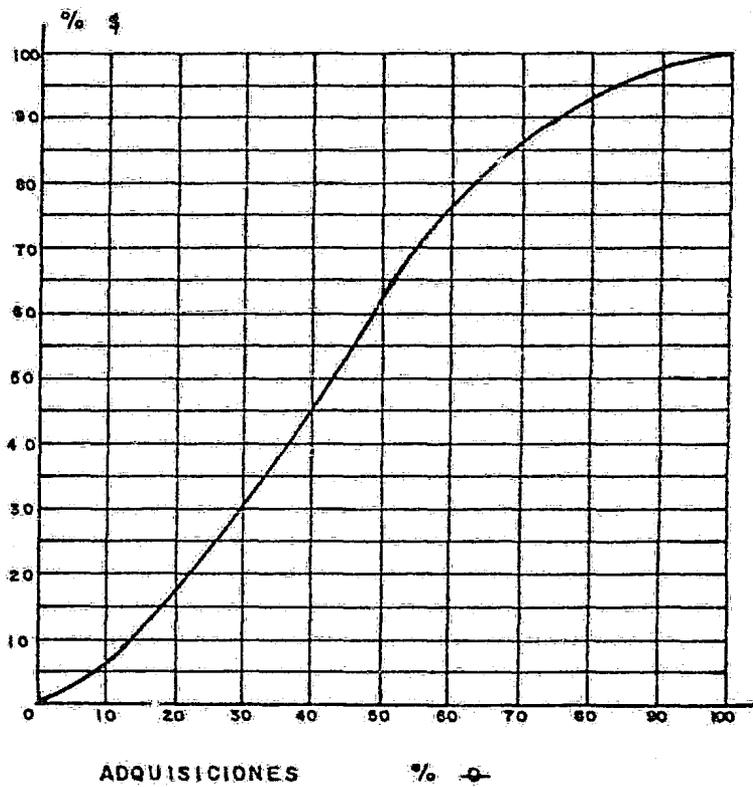
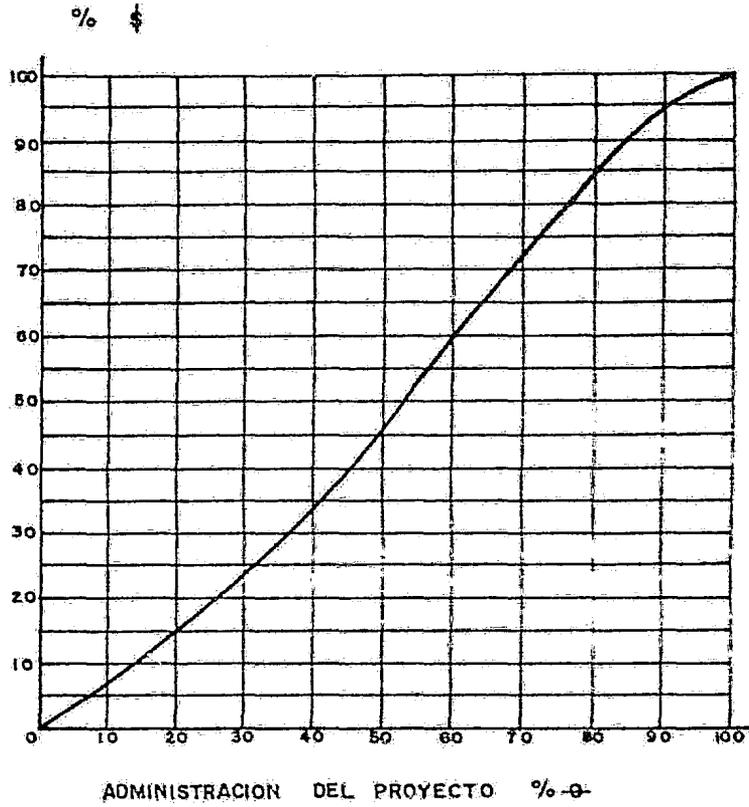


INGENIERIA DE DETALLE % - θ -

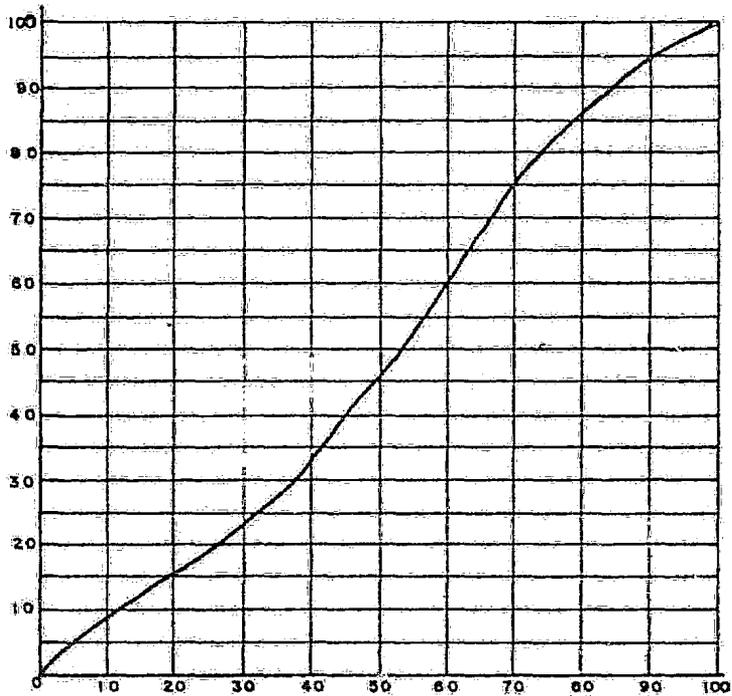
% $\frac{1}{2}$



ADMINISTRACION DE PROCURACION % - θ -

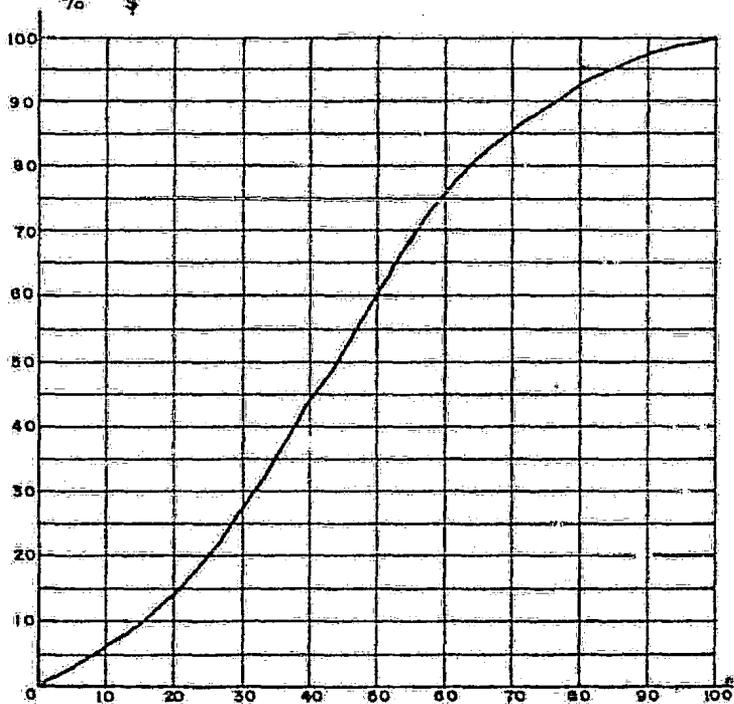


% \$

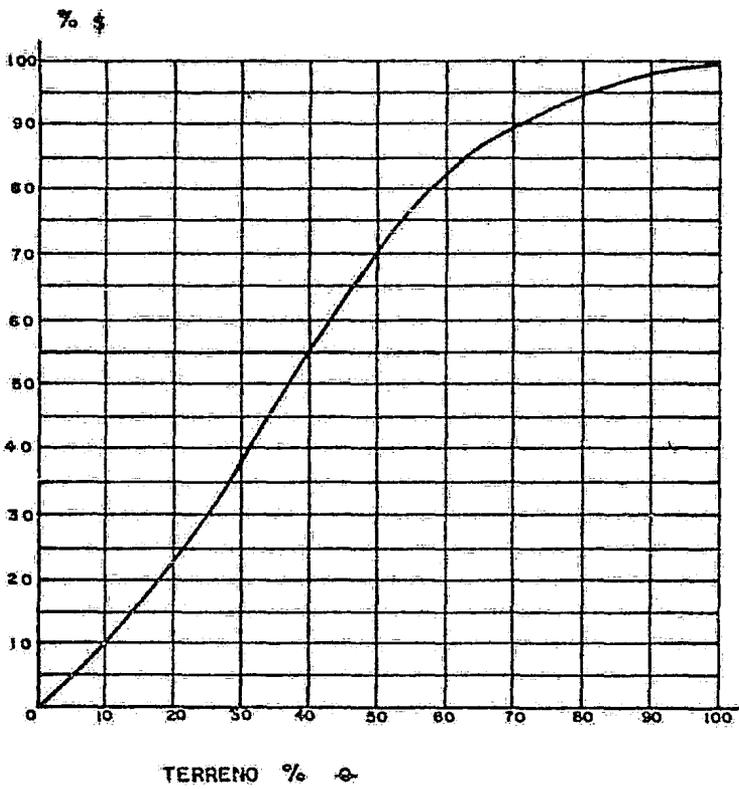
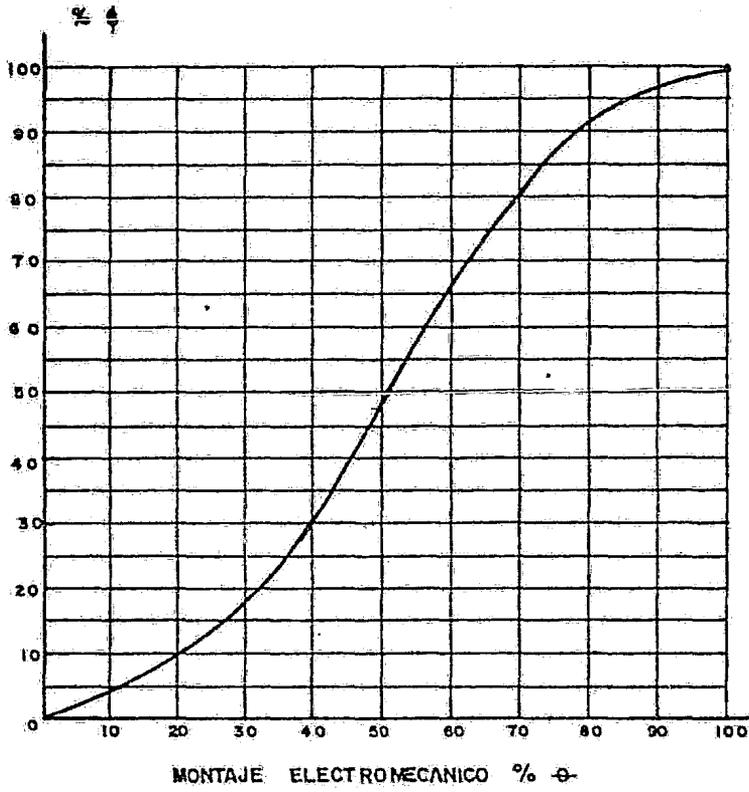


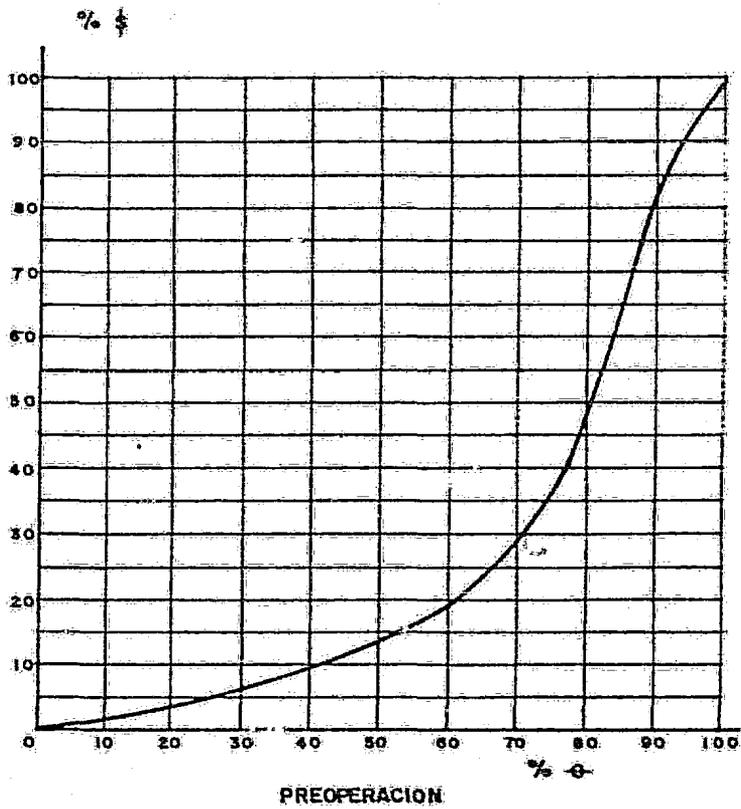
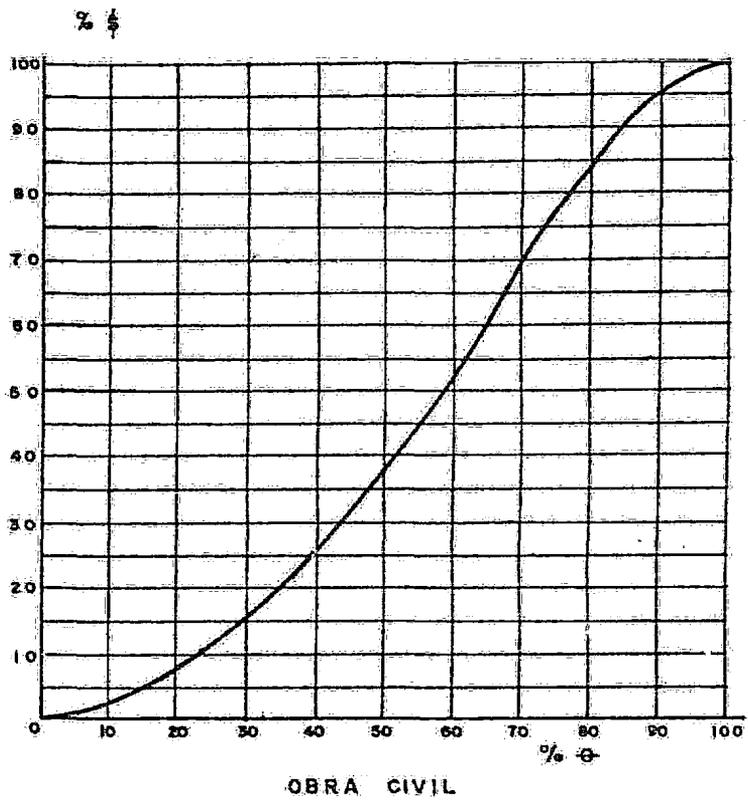
FINANZAS Y ADMINISTRACION % - 0

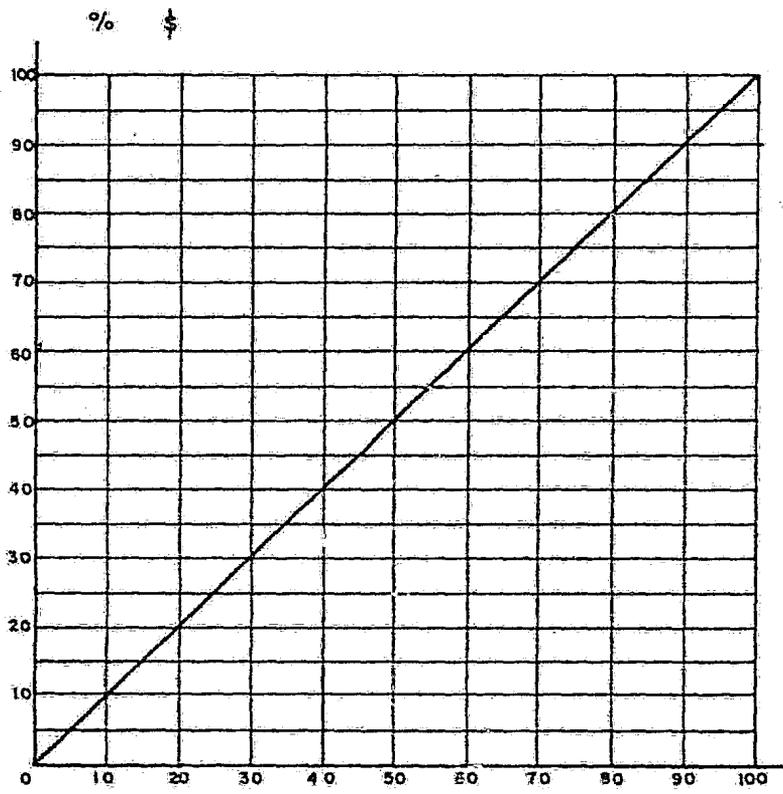
% \$



COSTOS DE PROCURACION % - 0







MERCADOTECNIA % -θ

5.2.2 EVALUACIONES ECONOMICAS

Una evaluación económica consiste en la aplicación de procedimientos econométricos, los cuales en conjunto nos indican si un proyecto es conveniente realizarlo o no,

Existen varias formas de evaluación de proyectos, una de las clasificaciones más comunes, depende de la duración del proyecto, es decir del tiempo que se tarda en obtener los beneficios.

- a) Evaluación de proyecto a largo plazo.
- b) Evaluación de proyectos a mediano plazo.
- c) Evaluación de proyectos a corto plazo.

En nuestro caso se trata de un proyecto a largo plazo. Una planeación implica siempre una evaluación de alternativas por ejemplo el decidir entre el reemplazo del equipo existente o seguir operando con el mismo, el rentar el equipo o comprarlo, el colocar una planta para la producción de un nuevo producto, el seleccionar en ocasiones el lugar adecuado para la instalación de la planta ya que a veces es muy difícil, etc.

La importancia de una buena evaluación de proyectos queda en manifiesto al considerar que las inversiones a largo plazo son de gran cuantía, afectan a la empresa por un largo período de tiempo y coadyuvan a su crecimiento en el futuro.

5.2.2.1 Información necesaria para la evaluación de proyectos a largo plazo.

La información necesaria para realizar la evaluación se divide en :

1. - Costo original de la inversión. Es el monto por pagar para dejar el activo bien instalado.
2. - Ingresos netos futuros. - Son las entradas netas de efectivo (o ahorros netos de efectivo) que se esperan obtener con el proyecto.
3. - Período del proyecto. Constituye la vida útil esperada de la inversión.
4. - Valor de desecho o de recuperación. Es el monto que se espera recibir por el activo al momento de disponer del mismo.
5. - Otras consideraciones. - El método de depreciación a utilizar, la tasa de impuesto sobre utilidades, el riesgo que implica la inversión, las fuentes de financiamiento disponibles; la importancia de factores inconmensurables, etc.

5.2 2.2 Principales puntos a considerar en el análisis para la evaluación de proyectos a largo plazo.

1) Métodos de cálculo de tasas.

Estos métodos ya fueron analizados en el capítulo II de la presente tesis. Ahora procederemos a ejemplificar la aplicación de algunos de ellos*, pero antes se presentará un formulario relacionado con los métodos.

*Nota: Al final de la ejemplificación de algunos métodos, se presenta el apéndice A (Resumen de Fórmulas y Tablas)

Métodos que no consideran el valor del dinero en función del tiempo

Tasa Promedio de Rentabilidad

$$TPR = \frac{\frac{U}{n}}{\frac{I + Vd}{2}} + CT$$

Período de Recuperación de la Inversión

$$PRI = \frac{IN}{AJ}$$

Interés simple sobre el rendimiento

$$ISSR = \frac{REAP - RC}{IPC}$$

Métodos que consideran el valor del dinero en función del tiempo

Tasa Interna de Rendimiento

$$TIR = \frac{a + t}{(1 + I)^t}$$

Valor Presente o valor actual neto

$$VP = \frac{VP}{(1 + I)^n}$$

Índice de Rendimiento

$$IR = \frac{VPI}{VPE}$$

Valor terminal

donde:

TPR = Tasa promedio de rentabilidad

U = Utilidad contable

n = # de períodos considerados

i = desembolso inicial sobre el activo depreciable

CT = Capital de trabajo requerido

PRl = Período de recuperación de la inversión

IN = Inversión neta

AJ = Ingresos netos por año después de impuestos

ISSR = Interés simple sobre el rendimiento

REAP = Rendimiento efectivo anual promedio

RC = Recuperación de capital

IPC = Inversión promedio del capital

TIR = Tasa interna de rendimiento

t = Período

A = Flujo de fondos (negativo o positivo) por período

I = tasa de descuento

a = Último período en que el flujo de fondos es esperado.

IR = Índice de rendimiento

VPI = Valor presente de los ingresos

VPE = Valor presente de los egresos

- Período de Recuperación de la Inversión

$$PRI = \frac{IN}{AJ}$$

Cía. X Inversiones a Largo plazo.

Proyecto	Costo inicial	Año 1	Año 2	Año 3
A	10,000	10,000		
B	10,000	6,000	4,000	5,000
C	10,000	2,000	4,000	12,000
D	10,000	10,000	3,000	3,000

Aplicación del criterio. De acuerdo con este criterio, previamente se establece un plazo máximo para la recuperación de lo Invertido y todos aquellos proyectos cuyo período de recuperación exceda de este límite son rechazados. De los proyectos que pasan esta prueba inicial se consideran preferencialmente aquellos cuyo período de recuperación sea más corto.

Para la Cía. X

Proyecto	PRI (años)	Preferencia
A	1	1
B	2	2
C	2 1/3	3
D	1	1

Desventajas.

a). - Ignora las entradas de efectivo que se puedan recibir más allá del período de recuperación. En el ejemplo de la Cía. X las in-

versiones A y D tienen la misma preferencia. Sin embargo D es una inversión más atractiva que A porque sigue produciendo ingresos netos en efectivo por dos años adicionales.

b) Ignora el valor del dinero en tiempo, o sea, los ingresos futuros no están descontados.

- Período de Recuperación de la Inversión si el proyecto falla.

Una máquina A cuesta \$ 100,00 y puede ahorrar costos de -- operación por \$ 20,000 anuales. Su vida útil es de 10 años. Se estima que su valor de desecho será de \$ 70,000 al final del primer año y declinará a razón de \$ 10,000 anuales. Calcula el período de recuperación de la inversión si la máquina se abandona después de haber estado en operación.

Solución: en este ejemplo el período de recuperación es de 5 años. En cambio el período de recuperación, si el proyecto falla, es de dos años, como se puede probar por lo siguiente:

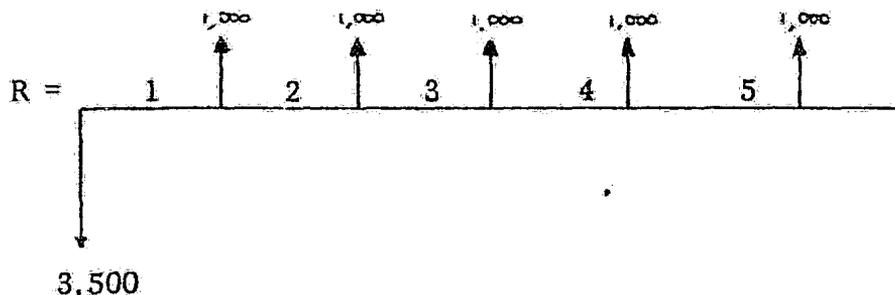
Máquina A			
Al día del año	Ahorros acumulados	Valor de desecho	Total Acumulado
1	20,000	70,000	90,000
2	40,000	60,000	100,000

- Tasa interna de rendimiento.

Caso de Ingresos futuros iguales.

El gerente de la Cía Y está considerando la compra de una -- máquina B que tiene un costo de \$ 3,500, una vida útil de cinco años

y un valor de desecho de 0. Esta máquina podrá ocasionar ahorros en gastos de operación por \$ 1,000, antes de depreciación y después de impuestos. Calcular la tasa interna de rendimiento.



Usando la técnica de valor presente la inversión propuesta se puede representar por la fórmula siguiente:

$$P = a \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \text{Fórmula 5} \\ \text{Apéndice A}$$

$$3.500 = 1.000 \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$3.5 = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \text{factor}$$

En ocasiones para un determinado período, existe un valor de interés, de ahí se encuentra, ver tabla anexa (2 a)

R = 5 años	3.605	si	I = 12%
	3.352	si	I = 15%

Realizando una Interpolación

$$\begin{array}{r} 3.5 \quad 3.605 = 12\% \\ \quad \quad 3.352 = 15\% \\ \hline \quad \quad 0.253 \quad \quad 3 \end{array}$$

$$\frac{3.5 - 3.352}{0.253} = 0.585 \quad 0.585 (3) = 1.755$$

La tasa interna de rendimiento es = 13.245%

-Valor presente neto.

La compañía nacional está considerando el reemplazar una máquina J por una nueva máquina K o L. La máquina J fue adquirida hace tres años a un costo de \$ 25.000 y ha sido depreciada a razón del -- 20% anual.

La máquina K tiene un precio de lista de \$ 34,000. Si se compra esta máquina K, la máquina antigua se tomará a cambio de \$5,500. Los costos de instalación de la máquina K se estiman en \$ 1.000.

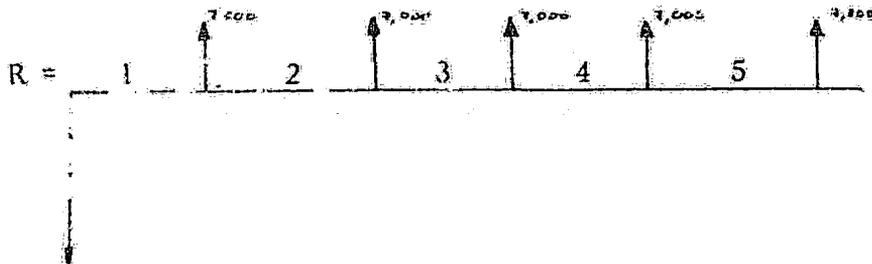
La máquina L tiene un precio de lista de \$ 32,000 y costos de instalación por \$ 500. La máquina antigua se puede tomar en - - - \$ 3,800 en esta operación.

Al compararse con la máquina actualmente en uso, las nuevas máquinas podrían reducir los costos de operación en efectivo de la siguiente manera:

Año	Máquina K	Máquina L
1	12,000	7,000
2	9,000	7,000
3	7,000	7,000
4	5,000	7,000
5	2,000	7,000
	<u>35,000</u>	<u>35,000</u>

Ambas máquinas tienen una vida útil estimada de cinco años y ningún valor de desecho.

Se requiere, utilizando una tasa de descuento del 8%, calcular el valor presente neto (VPN) de las inversiones en la máquina K o en la máquina L.



20.700 (Máquina L)

La fórmula a usar en este tipo de proyecto es

$$P = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \begin{array}{l} \text{fórmula 5} \\ \text{Apéndice A} \end{array}$$

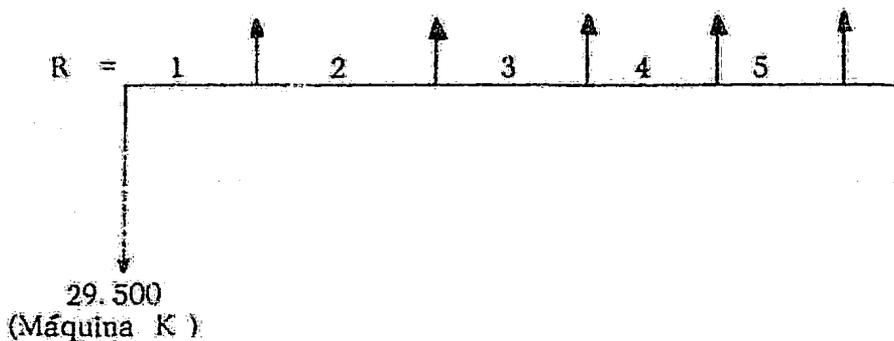
$$P = 7.000 \text{ (factor tabla 2.a } R = 5 \quad i = 8\%)$$

$$P = 7.000 (3.993) = 27.951$$

Valor presente de los beneficios futuros 27,951

Valor presente del costo de la inversión \$ 28.700

VPN Máquina L - 749



La fórmula a usar para este tipo de proyecto con ingresos desiguales es

$$P = f \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad \begin{array}{l} \text{Fórmula 2} \\ \text{Apéndice A} \end{array}$$

$$P = f \text{ (factores tabla 1a, } n = 1, 2, \dots, 5 \quad ; i = 8\%)$$

Donde: P = Valor presente de cada ingreso futuro

f = Ingreso futuro en cada n período

Año	f 1, 2, ..., 5	Factores	P 1, 2, ..., 5
1	12,000	0.926	11,112
2	9,000	0.8573	7,715.7
3	7,000	0.7938	5,556.6
4	5,000	0.7350	3,675
5	<u>2,000</u>	0.6806	<u>1,361.2</u>
Totales	35,000		29,420.5

Valor presente de los ingresos futuros \$ 29,420.5

Valor presente del costo de la inversión - 29,500

VPN Máquina K -79.5

En este ejemplo ambos proyectos tienen valores presentes netos negativos.

La Compañía nacional debe seguir operando con la antigua máquina o sea suponiendo un rendimiento mínimo del 8%, el invertir en una nueva máquina K o L no es productivo.

APENDICE A

- 1) FORMULARIO
- 2) TABLA 1a
- 3) TABLA 1b
- 4) TABLA 2a
- 5) TABLA 2b

RESUMEN DE FORMULAS

No.	Para en- contrar	Fórmula	Nombre de la fórmula	U s o	Facto res en ta- blas
1	f	$f=(1+i)^n$	Valor futuro de depósito	Encontrar el monto acumulado de un depósito único al cabo de n períodos	Recíproco de tabla I (a y b)
2	p	$p=f\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$	Valor presen- te de una su- ma futura	Calcular el valor a depositar hoy para obtener una cierta cantidad al cabo de n períodos	Tabla I (a y b)
3	f	$f=a\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right]$	Valor acumu- lado al futuro	Determinar el valor acumulado de una serie de pagos iguales he- chos durante n períodos	No presentada
4	a	$a=f\left[\frac{1}{(1+i)^n-1}\right]$	Monto de una anualidad	Calcular el monto del depósito periódico necesario para tener una cierta cantidad al cabo de n pe- ríodos	No presentada
5	p	$p=a\left[\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}\right]$	Valor presen- te de pagos futuros igua- les (anualidades)	Calcular el monto a depositar hoy para recibir un pago periódi- co dado durante n períodos	Tabla II (a y b)

T A B L A 1a

Valores del Coeficiente como una función de $1/(1+i)^n$

Año	Tasa de descuento i									Año
n	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	n
1	0.9616	0.9624	0.9434	0.9260	0.9091	0.8920	0.8696	0.8333	0.8000	1
2	0.9246	0.9070	0.8900	0.8573	0.8261	0.7912	0.7561	0.6944	0.6400	2
3	0.8890	0.8638	0.8396	0.7938	0.7513	0.7118	0.6575	0.5787	0.5120	3
4	0.8548	0.8227	0.7921	0.7350	0.6830	0.6355	0.5718	0.4823	0.4096	4
5	0.8219	0.7835	0.7473	0.6806	0.6209	0.5674	0.4972	0.4019	0.3277	5
6	0.7903	0.7462	0.7050	0.6302	0.5645	0.5066	0.4323	0.3349	0.2621	6
7	0.7599	0.7107	0.6651	0.5835	0.5132	0.4523	0.3759	0.2701	0.2097	7
8	0.7307	0.6768	0.6274	0.5403	0.4665	0.4039	0.3269	0.2326	0.1678	8
9	0.7026	0.6446	0.5919	0.5002	0.4241	0.3606	0.2843	0.1938	0.1342	9
10	0.6576	0.6139	0.5584	0.4632	0.3855	0.3220	0.2472	0.1615	0.1074	10
11	0.6496	0.5847	0.5268	0.4289	0.3505	0.2875	0.2149	0.1346	0.0859	11
12	0.6246	0.5568	0.4970	0.3971	0.3185	0.2567	0.1869	0.1122	0.0687	12
13	0.6006	0.5303	0.4688	0.3677	0.2897	0.2292	0.1625	0.0935	0.0550	13
14	0.5775	0.5051	0.4423	0.3405	0.2633	0.2046	0.1413	0.0779	0.0440	14
15	0.5553	0.4810	0.4173	0.3152	0.2394	0.1827	0.1229	0.0649	0.0352	15
16	0.5339	0.4581	0.3936	0.2919	0.2176	0.1631	0.1069	0.0541	0.0281	16
17	0.5134	0.4363	0.3714	0.2703	0.1978	0.1456	0.0929	0.0451	0.0225	17
18	0.4936	0.4155	0.3503	0.2502	0.1799	0.1300	0.0808	0.0376	0.0180	18
19	0.4746	0.3957	0.3305	0.2317	0.1635	0.1161	0.0703	0.0313	0.0144	19
20	0.4564	0.3769	0.3118	0.2145	0.1486	0.1037	0.0611	0.0261	0.0115	20
21	0.4388	0.3589	0.2942	0.1987	0.1351	0.0926	0.0531	0.0217	0.0092	21
22	0.4220	0.3419	0.2775	0.1839	0.1228	0.0826	0.0462	0.0181	0.0074	22
23	0.4057	0.3256	0.2618	0.1703	0.1117	0.0738	0.0402	0.0151	0.0059	23
24	0.3901	0.3101	0.2470	0.1577	0.1015	0.0658	0.0349	0.0126	0.0047	24

T A B L A 1b

Año n	Valores del coeficiente como una función de $1/(1+i)^n$									Año n
	Tasa de descuento i									
	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	
25	0.3751	0.2953	0.2330	0.1460	0.0923	0.0588	0.0304	0.0105	0.0038	25
26	0.3607	0.2812	0.2198	0.1352	0.0839	0.0525	0.0264	0.0087	0.0030	26
27	0.3468	0.2678	0.2074	0.1252	0.0763	0.0469	0.0230	0.0073	0.0024	27
28	0.3335	0.2551	0.1956	0.1159	0.0693	0.0419	0.0200	0.0061	0.0019	28
29	0.3207	0.2429	0.1846	0.1073	0.0630	0.0374	0.0174	0.0051	0.0015	29
30	0.3083	0.2314	0.1741	0.0994	0.0573	0.0334	0.0151	0.0042	0.0012	30
31	0.2965	0.2204	0.1643	0.0920	0.0521	0.0298	0.0131	0.0035	0.0010	31
32	0.2851	0.2099	0.1550	0.0852	0.0474	0.0266	0.0114	0.0029	0.0008	32
33	0.2741	0.1999	0.1462	0.0789	0.0431	0.0238	0.0099	0.0024	0.0006	33
34	0.2636	0.1904	0.1379	0.0730	0.0391	0.0212	0.0086	0.0020	0.0005	34
35	0.2534	0.1813	0.1301	0.0676	0.0356	0.0189	0.0075	0.0017	0.0004	35
36	0.2437	0.1727	0.1227	0.0626	0.0323	0.0169	0.0065	0.0014	0.0003	36
37	0.2343	0.1644	0.1158	0.0580	0.0294	0.0151	0.0057	0.0012	0.0003	37
38	0.2253	0.1566	0.1092	0.0537	0.0267	0.0135	0.0049	0.0010	0.0002	38
39	0.2166	0.1491	0.1031	0.0497	0.0243	0.0120	0.0043	0.0008	0.0002	39
40	0.2083	0.1420	0.0972	0.0460	0.0221	0.0107	0.0037	0.0007	0.0001	40
41	0.2003	0.1353	0.0917	0.0426	0.0201	0.0096	0.0032	0.0006	0.0001	41
42	0.1926	0.1288	0.0865	0.0395	0.0183	0.0086	0.0028	0.0005	0.0001	42
43	0.1852	0.1227	0.0816	0.0365	0.0166	0.0076	0.0025	0.0004	0.0001	43
44	0.1780	0.1169	0.0770	0.0338	0.0151	0.0068	0.0021	0.0003	0.0001	44
45	0.1712	0.1113	0.0727	0.0313	0.0137	0.0061	0.0019	0.0003	0.0000	45
46	0.1646	0.1060	0.0685	0.0290	0.0125	0.0054	0.0016	0.0002	0.0000	46
47	0.1583	0.1009	0.0647	0.0269	0.0113	0.0049	0.0014	0.0002	0.0000	47
48	0.1522	0.0961	0.0610	0.0249	0.0103	0.0043	0.0012	0.0002	0.0000	48

T A B L A 2a
 Valores de descuento acumulado Factor B como $(1+i)^n - 1/i (1+i)^n$

Año n	Tasa de descuento i									Año
	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	
1	0.962	0.952	0.943	0.926	0.909	0.893	0.870	0.833	0.800	1
2	1.886	1.859	1.833	1.783	1.736	1.690	1.626	1.528	1.440	2
3	2.775	2.723	2.673	2.577	2.487	2.402	2.283	2.106	1.952	3
4	3.630	3.546	3.465	3.312	3.170	3.037	2.855	2.589	2.362	4
5	4.452	4.329	4.212	3.993	3.791	3.605	3.352	2.991	2.689	5
6	5.242	5.076	4.917	4.623	4.355	4.111	3.784	3.326	2.951	6
7	6.002	5.786	5.582	5.206	4.868	4.564	4.160	3.605	3.161	7
8	6.733	6.463	6.210	5.757	5.335	4.968	4.487	3.837	3.329	8
9	7.435	7.108	6.802	6.247	5.759	5.328	4.772	4.031	3.463	9
10	8.111	7.722	7.360	6.710	6.145	5.650	5.019	4.192	3.571	10
11	8.760	8.306	7.887	7.139	6.495	5.938	5.234	4.327	3.656	11
12	9.385	8.863	8.384	7.536	6.814	6.194	5.421	4.439	3.725	12
13	9.986	9.394	8.853	7.904	7.103	6.424	5.583	4.533	3.780	13
14	10.563	9.899	9.295	8.244	7.367	6.628	5.724	4.611	3.824	14
15	11.118	10.380	9.712	8.559	7.606	6.811	5.847	4.675	3.859	15
16	11.652	10.838	10.106	8.851	7.824	6.974	5.954	4.730	3.887	16
17	12.166	11.274	10.477	9.122	8.022	7.120	6.047	4.775	3.910	17
18	12.659	11.690	10.828	9.372	8.201	7.250	6.128	4.812	3.928	18
19	13.134	12.085	11.158	9.604	8.365	7.366	6.198	4.843	3.942	19
20	13.590	12.462	11.470	9.818	8.514	7.469	6.259	4.870	3.954	20
21	14.029	12.821	11.764	10.017	8.649	7.562	6.312	4.891	3.963	21
22	14.451	13.163	12.042	10.201	8.772	7.645	6.359	4.909	3.970	22
23	14.857	13.489	12.303	10.371	8.883	7.718	6.399	4.925	3.976	23
24	15.247	13.799	12.550	10.529	8.985	7.784	6.434	4.937	3.981	24

T A B L A 2b
 Valores de descuento acumulado Factor B como $(1+i)^n - 1/i(1+i)^n$

Año	Tasa de descuento i									Año
	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	
25	15.622	14.094	12.783	10.675	9.077	7.843	6.464	4.948	3.985	25
26	15.983	14.375	13.003	10.810	9.161	7.896	6.491	4.956	3.988	26
27	16.330	14.643	13.211	10.935	9.237	7.943	6.514	4.964	3.990	27
28	16.663	14.898	13.406	11.051	9.307	7.984	6.534	4.970	3.992	28
29	16.984	15.141	13.591	11.158	9.370	8.022	6.551	4.975	3.994	29
30	17.292	15.372	13.765	11.258	9.427	8.055	6.566	4.979	3.995	30
31	17.588	15.593	13.929	11.350	9.479	8.085	6.579	4.982	3.996	31
32	17.874	15.803	14.084	11.435	9.526	8.112	6.591	4.985	3.997	32
33	18.148	16.003	14.230	11.514	9.569	8.135	6.600	4.988	3.997	33
34	18.411	16.193	14.368	11.587	9.609	8.157	6.609	4.990	3.998	34
35	18.665	16.374	14.498	11.655	9.644	8.176	6.617	4.992	3.998	35
36	18.908	16.547	14.621	11.717	9.677	8.192	6.623	4.993	3.999	36
37	19.143	16.711	14.737	11.775	9.706	8.208	6.629	4.994	3.999	37
38	19.368	16.868	14.846	11.829	9.733	8.221	6.634	4.495	3.999	38
39	19.584	17.017	14.949	11.879	9.757	8.233	6.638	4.996	3.999	39
40	19.793	17.159	15.046	11.925	9.779	8.244	6.642	4.997	3.999	40
41	19.993	17.294	15.138	11.967	9.799	8.253	6.645	4.497	4.000	41
42	20.186	17.423	15.225	12.007	9.817	8.262	6.648	4.998	4.000	42
43	20.371	17.546	15.306	12.043	9.834	8.270	6.650	4.998	4.000	43
44	20.549	17.663	15.383	12.077	9.849	8.276	6.652	4.998	4.000	44
45	20.720	17.774	15.456	12.108	9.863	8.283	6.654	4.999	4.000	45
46	20.885	17.880	15.524	12.137	9.875	8.288	6.656	4.999	4.000	46
47	21.043	17.981	15.589	12.164	9.887	8.293	6.657	4.999	4.000	47
48	21.195	18.077	15.650	12.169	9.897	8.297	6.659	4.999	4.000	48

2) Punto de equilibrio.

Se define como el volumen de ventas que se requiere para que los resultados acreedores de las ventas sean iguales a los gastos totales, en este punto no habrá utilidades, las operaciones se equilibran.

Los objetivos que se persiguen en la localización de este punto son:

- A - Determinar en qué momento los ingresos y gastos son iguales, no existiendo utilidad ni pérdida.
- B - Medir la eficiencia de operación, e igualmente controlar la consumación de cifras predeterminadas, mediante la comparación con las reales, para normar correctamente las ejecuciones y políticas de administración de la empresa.
- C - Ayudar en el análisis, planeación y control de los resultados de un negocio.

Un análisis del punto de equilibrio se basa en los siguientes supuestos:

- A - El comportamiento de los costos y de los ingresos se ha determinado fundamentalmente y es recto (lineal) dentro de la fluctuación adecuada de actividad.
- B - Los costos fijos permanecen constantes ante las fluctuaciones de volumen (tal y como puede observarse en una gráfica de punto de equilibrio).
- C - Los costos variables fluctúan en proporción al volumen.

D - Los precios de venta han de ser invariables.

E - Los precios de los factores del costo han de ser invariables.

F - La composición de las ventas será constante.

G - Los ingresos y costos se comparan con una base común de actividad.

H - La eficiencia y la productividad han de ser invariables.

Para determinar el punto de equilibrio se utilizan dos métodos: el gráfico y el analítico.

2. 1) Método Gráfico.

Para determinar el punto de equilibrio entre ingresos y egresos se procede a agrupar los costos fijos y los costos variables de acuerdo con la sección 5 .1. 1. 2 del presente capítulo, y a calcular estos para una capacidad de operación igual al 100% de la capacidad instalada.

La gráfica puede construirse de la siguiente manera:

A - Se trazan las líneas coordenadas con relación tanto al volumen de las ventas como a la capacidad máxima de producción, es decir, tanto a unidades monetarias, según las ventas, como a unidades de producción.

B - Se traza la línea de ventas en el punto donde se unen las ventas en unidades monetarias, con el total de unidades de producción; ahora bien, esta línea parte del origen, formando ángulo de 45° con respecto a las líneas coordenadas.

C - Se traza una línea paralela al eje de las abscisas a la altura del total de los costos.

D - El total de los costos fijos y los costos variables se suman y se localiza el punto sobre la línea que cae verticalmente del total de las ventas, sobre la abscisa, trazando una diagonal hasta la unión que forman la coordenada con la línea de costos fijos.

E - Enseguida, en el cruce de la línea de ventas con la de costos se localiza el punto crítico, es decir, donde el total de ventas absorben los costos totales.

2. Método analítico.

Consiste en substituir en la fórmula las cantidades que se obtengan en el estado de pérdidas y ganancias, en los siguientes rubros:

- a) Ventas netas
- b) Costos fijos
- c) Costos Variables

Fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Costos Variables}} \times \text{Ventas Netas}$$

1.0 Costos Variables Ventas Netas

3) Beneficio Costo *

Se define como:

$$\text{Beneficio - Costo} = \frac{\text{Costos} - \text{Utilidades}}{\text{Costos}}$$

4) Rentabilidad del capital comprometido. *

Se define como:

$$\text{Rentabilidad del Cap. comprometido;} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión fija}}$$

5) Rentabilidad sobre el capital aportado. *

Se define como

$$\text{Rentabilidad del cap. aportado} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{capital aportado}}$$

6) Generación de empleos

7) Beneficios intangibles (substitución de importaciones, etc.)

8) Valor agregado bruto a costo de los factores que generan el proyecto (VABCFGP) *

Se define como:

$$\text{VABCFGP} = \text{Valor bruto, compras a terceros e impuestos}$$

9) Valor agregado por unidad de capital (VAUC) *

Se define como:

$$\text{VAUC} = \frac{\text{VABCFGP}}{\text{Inversión fija}}$$

10) Valor de rotación de capital (VRC) *

Se define como:

$$\text{VRC} = \frac{\text{Valor bruto de producción}}{\text{Inversión fija}}$$

11) Intensidad del capital (IC) *

Se define como:

$$\text{IC} = \frac{\text{Inversión fija}}{\text{VABCFGP}}$$

12) Ocupación del personal por unidad de operación

$$\text{Ocupación} = \frac{\text{Número de empleados}}{\text{Inversión fija}}$$

13) Producción de mano de obra (términos monetarios) = P_{mom} *

$$\text{P}_{\text{mom}} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Suéldos, salarios y prestaciones}}$$

14) Producción de mano de obra (términos físicos) = pmof*

$$Pmof = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Horas-hombre (H-H)}}$$

15) Palanca financiera.

Si se parte de la base que el proyecto es financiado con recursos propios, los Ingresos netos quedan constituidos por las utilidades netas después de impuestos, la depreciación de activos de capital y la amortización de activos intangibles.

Si el proyecto es financiado mediante préstamos, a la suma de los rubros anteriores se le añaden los intereses de la deuda si es que han sido sustraídos para configurar los Ingresos netos anuales.

De lo anterior se podrá deducir que la cantidad de préstamos solicitados afecta la tasa de rentabilidad del proyecto (TIR), por ello es conveniente realizar varias corridas obteniendo el TIR como función de la palanca financiera y posteriormente se realiza una gráfica (Palanca financiera VS. TIR)

16) Análisis de sensibilidad.

Se trata de encontrar como afectan al TIR los aumentos y disminuciones en: el precio de venta, sueldos y salarios, materias primas, inversión. Se traza una gráfica % de variación del concepto (Materias primas, Precio de Venta, etc) Vs. TIR.

* Nota: en estos casos se construye una gráfica de valor de concepto -- vs. años.

5.2.2.3 Alternativas de análisis en una evaluación de proyectos a largo plazo.

Las alternativas diferentes que se pueden presentar en la evaluación de un mismo proyecto, se engloban en las siguientes:

- a). - Proyecto sin ampliación, sin incentivos y financiado.
- b). - Proyecto sin ampliación, sin incentivos y no financiado.
- c). - Proyecto sin ampliación, con incentivos y no financiado.
- d). - Proyecto con ampliación, sin incentivos y financiado.
- e). - Proyecto con ampliación, sin incentivos y no financiado.
- f). - Proyecto con ampliación, con incentivos y no financiado.

Aquella que presente los más altos rubros en los conceptos --- mencionados en el punto 5.2.2.2, será la seleccionada, en ocasiones - un estudio tan detallado no es necesario y sólo se analizan una o dos - alternativas y no se le aplican todos los parámetros del punto 5.2.2.2.

5.3 PRINCIPIOS SOBRE EL CONTROL DE LOS COSTOS.

5.3.1 Concepto de control.

El control es una de las funciones primordiales que componen el ciclo administrativo. Controlar implica, en general, medir lo logrado en relación con un plan, norma o estándar pre-fijado, y corregir las desviaciones observadas para asegurar la consecución de los objetivos y metas de la empresa. La esencia del control es cierto tipo de "retroalimentación" que permite conocer las desviaciones de los resultados de las actividades de una organización, con relación a los planes.

Debe observarse la íntima relación que existe entre las funciones de planeación y de control, ya que de hecho son inseparables. En efecto, si no existe un plan, no hay forma de evaluar la ejecución, es decir, no hay nada que controlar; y si no existe el control, los planes tienen escaso valor, puesto que no podemos advertir las desviaciones de dichos planes ni podemos asegurar que aquellos se cumplan. Por ello, muchas técnicas que se presentan como herramientas de planeación deben también considerarse como herramientas de control, y viceversa; tal es el caso de las técnicas de planeación de proyectos a base de redes de actividades, como PERT, CPM y otras. Cuando estas técnicas se utilizan únicamente para llevar un control continuo y sistemático del proyecto, pierden casi totalmente su valor.

Los sistemas de control pueden visualizarse también como elementos de un sistema cibernético. Un sistema es un conjunto de entes, de sus atributos y de las relaciones entre los mismos, organizados para

un fin determinado. En un sistema cibernético, el control se visualiza como la "retroalimentación", que introduce los datos relativos a los resultados o "salidas" del sistema, a los datos de "entrada" para que el dispositivo de corrección y control pueda percibir las desviaciones y ejercer la acción conveniente. Así, en un sistema de piloto automático, cualquier desviación del rumbo se percibe a través de instrumentos que hacen actuar a los mecanismos de control, para corregir automáticamente la posición del timón y mantener a la nave en el rumbo prefijado.

Es necesario enfatizar que el control implica corrección de las desviaciones. Hay personas encargadas de esta división, que suponen tener control de las operaciones por el hecho de estar informados respecto las mismas, aunque la información que reciben les induzca a tomar ninguna acción. En realidad, dicha información sólo es útil cuando se recibe oportunamente y está presentada en tal forma que se pueda comparar con un estándar, permitiendo así aplicar las medidas correctivas necesarias.

Lo ideal sería evitar cada una de las posibles desviaciones de los planes mediante una acción previsoramente adecuada; siendo esto imposible, conviene corregir las desviaciones a medida que ocurren. Los proyectos están constituidos por cadenas o redes de actividades, de tal manera que al presentarse una desviación en alguna de ellas, puede verse el efecto que la misma tendrá sobre las demás y sobre la meta final, lo cual permite a su vez hacer los ajustes convenientes en las si-

guientes actividades, a fin de alcanzar los objetivos con la desviación mínima y sin perturbaciones inaceptables del sistema.

Los sistemas de control siempre tienen un determinado "tiempo de respuesta", es decir, un tiempo que media entre el instante que se produce la desviación y el instante en que se aplica la acción correctiva. Lo importante es que este tiempo de respuesta sea suficientemente corto, y la acción suficientemente frecuente, para que las correcciones puedan efectuarse sin afectar la meta última y sin que se produzcan desviaciones exageradas e inaceptables. Volviendo al ejemplo del piloto automático, diríamos que el servo-mecanismo de control debe tener un tiempo de respuesta tal, que las desviaciones respecto al rumbo prefijado puedan corregirse sin producir desviaciones o bandazos exagerados y sin poner en peligro el destino de la nave.

Nótese, por lo tanto, que controlar implica:

1. - Fijar un plan, norma o estándar
2. - Diseñar un sistema de medición de los resultados; y
3. - Establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los resultados respecto a los planes o estándares.

5. 3. 2 Controles y Control en la empresa.

Hay que distinguir entre controles y control, porque el primer término no es el plural del segundo. Controles equivale a medición e información, mientras que control es sinónimo de dirección. Los controles son medios; el control es el fin. Los controles, son analíticos, y se refieren a lo que fue y lo que es; el control es normativo y se ocupa de lo que debe ser.

Cuando tratamos con seres humanos en una organización social, los controles deben constituir una motivación personal que conduzca al control. En una institución humana-social el sistema de control no debe ser mecánico, sino volitivo, es decir, rector de la voluntad.

Antes de que ésta pueda actuar, la información proporcionada por los controles debe traducirse a otra clase de información interna, llamada percepción. Percepción y motivación constituyen la base del control.

En un sistema mecánico, la respuesta apropiada a una situación manifestada por los controles está perfectamente definida, pero en un sistema social existen multitud de respuestas a un evento, sin que pueda deducirse de éste cuál es la apropiada o la correcta; el evento mismo podría carecer de significación. Las decisiones en un sistema social requieren de suposiciones respecto al futuro, que tienen siempre un grado mayor o menor de incertidumbre.

La empresa es una entidad, una persona moral, que tiene sus propios objetivos, valores y exigencias; pero es al mismo tiempo una institución social compuesta por individuos, cada uno con sus propios objetivos, valores y exigencias. La empresa tiene que satisfacer las ambiciones y necesidades de sus miembros, mediante un sistema de premios, castigos e incentivos de carácter institucional. En este sistema radica esencialmente el control, o sea la base de la conducta de los miembros y la motivación para su acción.

Un sistema de controles que no esté de acuerdo con este control verdadero, efectivo y último de la organización, que radica en la

voluntad y decisiones de sus miembros, será necesariamente inefectivo y una fuente potencial de conflictos. Un sistema de control de costos necesita estar respaldado por una actitud de la gerencia que refleje su auténtica preocupación por los costos y se manifieste en un sistema de premios e incentivos congruente con dicha preocupación.

5.3.3. Control de los Costos.

Para el control de los costos, los estándares o normas están -- constituidos por estimados de costo, que pueden referirse a un proyecto completo, a una fase del mismo, a un conjunto de operaciones o a una operación aislada. Los costos constituyen variables aleatorias, que no pueden analizarse y preverse más que en función de los datos aportados por experiencias pasadas. Qué tan buena sea la extrapolación de los datos derivados de dichas experiencias para aplicarlos a la obra por ejecutar, depende fundamentalmente de las correlaciones que puedan establecerse entre los costos observados y los parámetros significativos que afecten el valor de los mismos.

En muchas ocasiones se pone en duda la utilidad de los métodos estadísticos como medio para prever los costos de obras futuras. En realidad, lo que resulta de validez dudosa es la aplicación de promedios ciegos, que no tienen en cuenta las características y circunstancias en que se realizaron las obras respectivas, y que se aplican indiscriminadamente a las obras futuras; pero esto ciertamente no es estadística.

Como dije anteriormente que controlar implica diseñar un sistema de medición de los resultados. Es esencial que al realizar obser--

vaciones de costos en las obras, se busquen las correlaciones ya mencionadas entre dichos costos y los parámetros numéricos, que midan fielmente los diversos factores que influyen en los mismos. El establecimiento de correlaciones estadísticas de esta clase, para las diferentes etapas de un proyecto, constituye un campo fértil y poco explorado de la ingeniería de costos

De lo anterior puede concluirse que el control de costos y la estimación de costos constituyen un ciclo cerrado, con interacciones mutuas. No puede formularse un estimado de costo aceptable si no se cuenta con datos significativos derivados del control de costos llevados en obras anteriores.

Tampoco se puede intentar el control de costos de una obra si no se cuenta con un estimado razonablemente exacto, que sirva de patrón contra el cual comparar la ejecución, para tener idea de si los costos en que se está incurriendo son aceptables.

La tercera etapa del control de costos, que consiste en establecer los medios adecuados para corregir las desviaciones de los estimados o presupuestos, puede realizarse en diferentes formas. La empresa contratante de la obra puede modificar las bases del proyecto, hacer cambios de diseño, suprimir partes no indispensables del mismo, o modificar los métodos de contratación, administración y control de los proyectos. La empresa contratista puede mejorar sus sistemas y procedimientos de construcción, cambiar su organización para definir mejor las funciones y responsabilidades de cada puesto, mejorando así la coordinación de las actividades, o

modificar los sistemas de dirección de la empresa, incluyendo una mejor selección y entrenamiento del personal, mejores procedimientos administrativos y mejores sistemas de información y control.

Como consecuencia del control de costos, puede reducirse la inversión real y mejorar la rentabilidad del proyecto, o aumentar los beneficios del contratista, generalmente muy por encima del gasto necesario para ejercer el control. Cuando la decisión para ejecutar un proyecto sea basada en hipótesis falsas respecto a los costos, el control de estos generalmente revela prontamente este hecho, permitiendo así una oportuna revaluación y corrección de los planes. Por supuesto que el control de costos no puede corregir los defectos en los estimados de costo, pero la misma experiencia derivada del control permitirá realizar estimados cada vez mejores.

5.3.5 Requisitos de un sistema de control de costos.

Koontz y O'Donnell señalan diez exigencias de un sistema de control adecuado. A continuación se aplicará cada una de ellas al control de los costos, haciendo los comentarios pertinentes.

5.3.5 4.1 Los controles deben reflejar la naturaleza y las necesidades de la actividad. - Las cifras de costos deben referirse a actividades o componentes cuyo alcance esté perfectamente definido, de tal manera que no presten a interpretaciones y conclusiones equivocadas.

Por otra parte, el sistema para controlar los costos de ingeniería de proyecto será indudablemente distinto del que se use para controlar los costos de construcción. Los sistemas o instrumentos adecuados para controlar los costos de construcción de una planta

Industrial son diferentes de los que deben usarse en la construcción de una presa. Los costos de operación y mantenimiento requieren procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los costos de producción en serie. Por lo tanto, los catálogos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de actividad.

5.3 5 4 2 Los controles deben indicar oportunamente las desviaciones

Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Tratándose de actividades de construcción, los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta exageradamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y reportar únicamente transacciones completamente terminadas y debidamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es a menudo lento y un tanto inflexible. El control de los costos de construcción requiere el establecimiento de un sistema de información ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida.

Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementación entre ellos.

5.3.5 4.3 Los controles deben mirar hacia adelante -

Los sistemas contables están orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye, como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro, o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.

5.3.5 4.4 Los controles deben señalar las excepciones en los puntos

estratégicos - Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual la persona encargada de esta función debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquellos en que lo logrado se aparta de las normas o planes establecidos. Los sistemas de programación para ruta crítica, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta prefijada, facilitan la identificación de los puntos estratégicos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis de las secuencias de operaciones por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuando el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares prefijados.

5.3.5.4.5 Los controles deben ser objetivos.

Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra o en el proceso de producción, se convierte en algo totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra o el de producción, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.

5.3.5.4.6 Los controles deben ser flexibles

Con frecuencia, diversas circunstancias fuera del control de la persona encargada hacen que se tengan que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se pretende darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios impuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse actualizados, para que siempre señalen en forma realista las metas alcanzables.

5.3.5.4.7 Los controles deben reflejar el modelo de organización.

En toda buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control brinden a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se -

infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así, por ejemplo, el reporte que reciba el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que reciba el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y menos general que el que se dé al gerente de la empresa constructora.

5.3 5 4.8 Los controles deben ser económicos -

Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Dar mayor número de datos no significa necesariamente mejorar la información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso de información provoca incertidumbre, indecisión e incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto hay que establecer un equilibrio adecuado entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesarlos y distribuirlos para convertirlos en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

5 3 5 4.9 Los controles deben ser comprensibles -

Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en forma inmediatamente utilizable. Resultan de poca utilidad los datos de costos que el ejecutivo deba todavía procesar y analizar para que adquieran significado.

5 3 5 4 10 Los controles deben indicar una acción correctiva. -

Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe control. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse

de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las -- desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que puedan adoptarse para corregirlas.

5.4.6 Instrumentos para el control de costos

Entre los instrumentos necesarios para establecer un sistema de control de costos figura en lugar prominente el catálogo de cuentas o código de costos, que sirve de base para la clasificación y registro de los costos en las diferentes etapas de un proyecto.

El catálogo de cuentas debe ser compatible con el sistema general de contabilidad de la compañía, con objeto de que los informes de costo globales puedan compararse con los resultados que arroja el -- sistema contable; debe, además, contener clasificaciones que sean útiles para la formulación de futuros estimados de costo con base en los datos obtenidos de las operaciones de la empresa.

El catálogo de cuentas tiene importancia fundamental para el control y la estimación de los costos de obras. En efecto, si no se establecen clasificaciones estándar, no es posible fijar parámetros de costo ni efectuar correlaciones estadísticas, ya que en cada caso la división de los costos se hará en forma diferente.

Un buen control de los costos de un proyecto debe empezar -- con un conocimiento cabal de las bases y el alcance del mismo, consignado claramente en un documento que se distribuya en todos los niveles de la organización encargada de controlar los costos, con objeto de que el personal tenga una idea cabal de los objetivos, alcance y

requisitos de la obra, aprobados por la gerencia de la empresa o por el tiempo. En esta forma puede determinarse si un cambio propuesto durante el período de ejecución del proyecto cae dentro del alcance y requisitos aprobados, y debe cargarse el presupuesto pactado, o no.

Otro documento básico para el control de costos de un proyecto lo constituye el estimado definitivo o presupuesto aprobado, en el cual se indican claramente los costos directos correspondientes a cada parte de la obra, y los indirectos derivados de gastos generales y de administración.

El estimado definitivo o presupuesto aprobado debe complementarse con el programa aprobado del proyecto. Es esencial que las actividades y grupos de costos contenidos en estos dos documentos sean congruentes con las clasificaciones establecidas en el catálogo de cuentas; de otra manera sería imposible comparar los costos reales con los estimados.

El control de costos debe extenderse a todas las fases de un proyecto, incluyendo las de estudio, ingeniería básica, ingeniería detallada, construcción y operación de las instalaciones. A través de cada una de estas fases deberán elaborarse informes periódicos que indiquen el avance del proyecto, las inversiones hechas a la fecha, las proyecciones de tiempo y costos hacia el futuro y el estimado de costos actualizado. En estos reportes deben apreciarse claramente los orígenes de las desviaciones, los departamentos responsables y la forma adecuada de corregir dichas desviaciones. Debe tenerse en cuenta la tendencia que hay de reportar los hechos favorables y de ocultar

los desfavorables. Son precisamente estas condiciones desfavorables -- o de excepción las que, según ya se hizo notar, interesan más a la administración para poder ejercer el control de las operaciones

El informe final de costos de cada obra constituye un documento de fundamental importancia. En él se hace un resumen de los costos, de acuerdo con las clasificaciones establecidas en el catálogo; se establecen relaciones entre los costos y los parámetros que los determinan, y se establecen las bases para la estadística de costos

Por último, conviene apuntar que en cada etapa en que se revisan los costos, el proyecto debe revisarse igualmente respecto a la rentabilidad de la inversión, con objeto de que el producto final tenga el máximo valor para el cliente por cada peso invertido

A continuación se presenta una tabla mostrando las etapas del proyecto en las que se lleva a cabo el control de costos, presentando los elementos del sistema por medir y controlar.

T A B L A 13

MATRIZ DE CONTROL C- T- V PARA PROYECTOS DE INGENIERIA - CONSTRUCCION

ETAPAS DEL PROYECTO	ELEMENTOS DEL SISTEMA POR MEDIR Y CONTROLAR		
	CAPITAL (costos)	TIEMPO (avances)	VALOR (Riesgo y rentabili- dad)
INVESTIGACION Y DESARROLLO	Estimados para estudios económicos	Informes de avances de investigación y desarrollo.	Análisis preliminares de rentabilidad
DEFINICION DEL PROYECTO	Estimados comparativos de diseños	Informes de avance iniciales y programas preliminares del proyecto	Análisis comparativos de rentabilidad (optimización)
DECISION ECONOMICA (Aprobación de la Inversión)	Estimado definitivo	Programa definitivo	Análisis de rentabilidad definitivo
INGENIERIA DE PROYECTO	Estimados de costo actualizados (fase de control de diseño)	Informes de avance de Ingeniería	Análisis de rentabilidad actualizados (según se requieran)
ADQUISICION DE MATERIALES Y CONSTRUCCION	Estimados de costo actualizados (fase de compromisos y gastos)	Informes de avance de adquisiciones de materiales y de construcción.	Análisis de rentabilidad actualizados (según se requieran)
OPERACION INICIAL	Informe final de costo del proyecto	Reportes de arranque de la instalación.	Informe de rentabilidad comprobatorio.

5.3.7 APLICACION DEL CONTROL DE COSTOS.

Debido a que un proyecto es muy extenso, sólo se presentará - la forma de cómo se realiza el control de costos durante la Ingeniería de detalle.

5.3.7.1 Información necesaria para el control de costos durante Ingeniería de detalle.

5.3.7.1.1 Programas de Ingeniería y procuración

Los programas más elaborados deben ponerse a disposición de quien efectúe el control de costos. Dichos programas actualizados marcan el avance de cada actividad e indican a esta persona lo siguiente:

5.3.7.1.1.1 Los retrasos en el desarrollo de una actividad, pueden aumentar los costos indirectos propios de un grupo de trabajo.

5.3.7.1.1.2 Los retrasos en un grupo que pueden significar - mantener a otro grupo en espera de información

5.3.7.1.1.3 Retrasos que afectan el desarrollo de la Ingeniería y aumentan los costos de :

- Coordinación de la Ingeniería
- Reembolsables en el desarrollo del proyecto.
- Otros indirectos del proyecto .

5.3.7.1.2 Proyección de las Horas-Hombre.

El que efectúe el control de costos debe tomar estas proyecciones para ir las cumpliendo con las horas-hombre reales obtenidas, al irse cumpliendo las actividades del proyecto

5.3.7.1.3 Organización del proyecto.

La persona encargada de control de costos debe tener los - -

organigramas más completos del proyecto y las actualizaciones de los organigramas debidas a la asignación o retiro del personal al avanzar el proyecto, también deberá tener acceso a las proyecciones del personal por puesto y persona.

5.3.7.1.4 Presupuesto y flujo de caja -

Este valor es de gran importancia, ya que representa uno de los renglones sobre los que se debe tener mayor atención en cuanto a comparación de costos y el presupuesto.

5.3.7.1.5 Indirectos del proyecto.

De igual forma que el anterior, hay que observar sus variaciones.

5.3.7.1.6 Índice de planos y actividad.

5.3.7.2 Procedimientos de control de costos durante la Ingeniería de detalle

5.3.7.2.1 Registros de avance de planos y actividades

En ocasiones es necesario si no se generan planos para determinar los avances, las horas-hombre, las listas de materiales, etc. El avance de planos tiende a sobrestimarse, por ello se deben tomar ciertas precauciones.

5.3.7.2.2 Registro de horas-hombre y costo.

El personal reporta las horas-hombre y son revisadas para evitar cargos incorrectos a otras actividades, dicho control se lleva a cabo mediante reportes semanales.

5.3.7.2.3 Cálculo de avance y eficiencia.

En base a los avances logrados en un período de tiempo, se

pueden evaluar las horas-hombre de avance por actividad y el total de cada disciplina permitiendo calcular las eficiencias de los departamentos y pronosticar si se requerirán más o menos horas-hombre.

La corrección por eficiencia se aplicará para avances mayores al 30%, para menores es más conservador obtener las horas-hombre por ejecutar como la diferencia de horas-hombre estimadas de las horas-hombre consumidas.

El avance del departamento de procuración es en base a requisiciones y pedidos, dependiendo de la fase en que se encuentra el proceso.

5.3.7.2.4 Actualización del programa.

Los corrimientos de fechas modifican las horas-hombre para la terminación de actividades en cada departamento.

5.3.7.2.5 Cálculo de costos a la fecha y su tendencia.

Con costos del período de mano de obra y el conteo de horas-hombre para terminar, se puede pronosticar el costo de cada departamento y consolidar un costo total. Se puede comparar con el original estimado para obtener las tendencias de ahorro o sobrecosto. Los costos de horas-hombre aplicadas a las horas-hombre faltantes son difíciles de calcular, se puede tomar las horas-hombre actuales promedio por departamento y escalarlas por el tiempo restante.

5.3.7.2.6 Análisis y toma de decisiones.

Es fundamental, en el control, el análisis de los números generados por cantidad de costos, para tomar medidas correctivas, en caso de que haya tendencias desfavorables.

Los costos están en función directa con la eficiencia de ingeniería y procuración y del programa de actividades

En caso de que se presenten problemas de eficiencia departamental pueden deberse a la falta de calidad de la gente, a la falta de coordinación de la gerencia, a la falta de información de los proveedores, a la falta de información interdepartamental y a la falta de información, en general.

5.3.7.3 Modificaciones al estimado original de Ingeniería de detalle.

Dichas modificaciones se pueden deber a :

5.3.7.3.1 Cambios de alcance

Adición de nuevos trabajos y/o reducción de trabajos aún no efectuados. El procedimiento para incluir las adiciones y/o reducciones de trabajo son:

- a) Preparar una descripción de alcance de la adición indicando: equipo, instalación, servicios y sistemas, a ser diseñados, así como responsabilidades en la procuración de equipo y materiales.
- b) Cada grupo debe preparar sus estimados de horas-hombre y se adicionan a las horas-hombre de coordinación y servicio de Ingeniería, elaborando un condensado.
- c) Estimado de costos indirectos en base determinística o estadística.
- d) Obtener la aprobación respectiva y la actualización del programa, la proyección de horas-hombre, el organigrama, las proyecciones de personal, presupuesto, flujo de caja, lista de planos y actividades

5.3.7.5.2 Diseño abandonado.

Al abandonar un plano o documento, se debe seguir el procedimiento siguiente:

- a) Se cancela de la cuenta de dibujo del proyecto.
- b) Horas de avanzado se consideran como avance del proyecto.
- c) Horas no avanzadas se incluyen en una reducción del estimado.

5.3.7.3.3 Cambios internos y errores de diseño.

En la preparación de los estimados se deben considerar como contingencias los cambios internos y errores de diseño

5.3.7.3.4 Escalaciones de mano de obra e indirectos.

Se puede deber a una alza de la mano de obra e indirectos, y se obtienen las proyecciones correspondientes.

5.3.7.3.5 Cambios en la organización del proyecto.

Se registran en los organigramas correspondientes internos del proyecto y si hay un incremento en la fuerza de trabajo, en la proyección de horas-hombre, se tiene que hacer una alteración en el estimado.

5.3.7.3.6 Costeo de las alteraciones.

Si una alteración o paquete representa un porcentaje alto del estimado, el procedimiento es como si se tratara de un proyecto nuevo

Para alteraciones pequeñas, el procedimiento será el siguiente:

- a) Se obtienen estimados de horas-hombre de ingeniería y procuramiento por especialidad
- b) Se obtendrán distribuciones aproximadas de la fuerza de trabajo por especialidad de ingeniería.

c) Por especialidad las horas-hombre/mes de cada mes, se multiplican por los costos medio/estimado para el mes.

Costo medio se obtiene por: 1) costo de la especialidad durante el mes anterior más la escalación estimada. 2) Si hay información es la suma de sueldos de las personas, más la escalación esperada.

d) A los conceptos anteriores se les adicionan las horas-hombre por coordinación y se estima su costo de igual forma.

e) Sumarizando los meses más los porcentajes aplicables, se obtienen los costos de ingeniería por la alteración.

Estimación de Indirectos

Se hace esta estimación como porcentajes.

5.4 ANEXOS

5. 4.1 SERVICIOS DE INGENIERÍA Y PROCURACION.

1) Servicios de Ingeniería

1. 1) Diseño

a) Estadísticas de horas-hombre por plano y/o actividad

b) Estadísticas de horas-hombre por equipo

1. 2) Coordinación.

1. 3) Programación y control de costos

2) Servicios de Procuración

3) Elaboración e integración del costo de los servicios.

1) SERVICIOS DE INGENIERIA

1. 1) Diseño.

Esta actividad comprende todos los puntos necesarios para desarrollar de una manera adecuada, el diseño para la construcción de la planta, el alcance de estos servicios dependerá de la cantidad de información suministrada por el licenciador de la tecnología, dicha información puede corresponder sólo al paquete técnico (technical data), o incluir la ingeniería básica o una parte, o inclusive buena parte del desarrollo de la ingeniería de detalle; por lo tanto las horas-hombre (H-H) necesarias serán función de ese alcance de trabajo

El desglose de H-H normalmente se hace por especialidad, la manera de evaluación de esas H-H se realiza por dos métodos:

a) Estadísticas de horas-hombre por plano y/o actividad

Es el más usado, su fundamento es el estimar unidades de producto final de un trabajo de ingeniería y se presta para el control del desarrollo del proyecto, y la estimación de avance y eficiencia del mismo. Para la obtención de datos estadísticos se requiere de cierto ordenamiento y estandarización como puede ser:

1) Delimitar las responsabilidades de las diferentes entidades que en conjunto deban desarrollar el trabajo.

2) Dividir los planos y documentos que se producirán en un departamento, en grupos genéricos, cuyas unidades se relacionan entre sí, por ser del mismo tipo de trabajo relacionado a una misma construcción, o requieren la misma cantidad y/o calidad de trabajo. Por ejemplo, planos de estructuras de concreto, planos de distribución de fuerza,

diagramas de tuberías e instrumentación, etc.

Así se pueden agrupar los consumos y calcular el promedio por planos.

3) Definir las actividades particulares cuyo consumo de H-H deba contabilizarse en cada grupo genérico específico, por ejemplo para planos de estructuras de concreto se puede definir e incluir las siguientes actividades:

a) Recopilación de datos.

b) Juntas y discusiones con otros departamentos relacionados con la definición de la estructura.

c) Estudio de alternativas.

d) Cálculo y diseño.

e) Dibujo.

4) Estandarizar tamaño, formato y escala de cada plano o documento, su objeto es limitar las variaciones en cantidad de trabajo requerido por plano o documento.

5) Definir el sistema de dibujo y anotación, su objeto es el mismo que en el punto 4.

6) Estandarizar los sistemas de cálculo y diseño, su objeto es el mismo que en el punto 4.

Nota: para instrumentos es difícil evaluar las H-H plano ya que en la mayoría de las organizaciones el personal de esta especialidad genera pocos planos y su contacto es pequeño y de complemento. Por consiguiente, se supone que va de 6 a 10 H-H por instrumento.

Una vez teniendo los datos estadísticos, y conociendo el al-

cance del trabajo, se deberá analizar en función del tipo de proyecto, para poder evaluar las H-H por cada especialidad. A continuación - se presentan algunos datos estadísticos de H-H/plano.

H-H por plano incluyen cálculo, diseño, dibujo y asesoría departamental.

	RANGO
	H - H / PLANO
Cimentaciones	80-130
Estructuras	90 -140
Tanques	15-100
Tuberías	120-400
Diagramas de flujo	200 -600
Eléctrico	80-120
Dib. Generales	100-150
Instrumentos	6-10 H-H Instr.

La base de las relaciones es la disciplina de proceso de una planta petroquímica, como se puede observar en la tabla anterior.

Los datos de Horas-Hombre de los diferentes equipos ya fueron desglosados en el capítulo III.

En este método de contabilidad de equipo se hace a partir de un diagrama de flujo de proceso, siendo de gran ventaja si se cuenta con un diagrama de tubería e instrumentación, los equipos a considerar son los siguientes:

Tanques

Tolvas

Bombas

Compresores

Cambidores de Calor

Hornos

Reactores

Filtros

Secadores

Agitadores

Centrifugas

Transportadores

Evaporadores

Eyectores

Desobrecalentadores

Los siguientes tipos de equipo no deberán ser tomados en cuenta, ya que se consideran como parte integral de equipos mencionados en

la lista anterior:

Internos de columnas

Empaques de columnas

Ciclones

Motores

Turbinas

Ventiladores

Arrestadores de flama

Serpentines

Especialidades de tubería (difusores, distribuidores, etc.).

En el proceso de contabilidad de los equipos se deben hacer - las siguientes consideraciones:

1 - Debido a su complejidad los compresores de gran tamaño se desglosan en compresor, turbina, condensador de superficie, sistema de vacío y sistema de lubricación; para una cuenta total de cinco equipos por cada compresor.

2. - Se contará la bomba de operación normal y la bomba de repuesto.

3. - Los cambiadores de calor presentan una dificultad especial, ya que los diagramas de proceso representan sólo un cuerpo por cambiador, el que se transforma en varios cuerpos durante la ingeniería de detalle. Este número de cuerpos se deberá estimar y considerar un cuerpo como un equipo, fallas en este concepto pueden introducir -- errores considerables al estimado.

4. - Los sistemas auxiliares tales como sistemas de emer--

gencia, sistemas de tratamiento de efluentes, generadores de gas inerte, sistemas de refrigeración, tanquería de balance entre áreas, sistemas de aire, etc., que con frecuencia se hallan dentro de límites de batería, por simplicidad, no se muestran en los diagramas de proceso pero deberán ser visualizados para poder contabilizar los equipos involucrados en estos sistemas.

Para calcular el valor de Horas-Hombre de diseño de Ingeniería, es necesario realizar los siguientes pasos:

1) Una vez teniendo el valor de Horas-Hombre de proceso y el número de equipos, se procede a calcular las horas-hombre/equipo de proceso.

2) Al número de equipos se procede a agregarle un 20% como contingencias.

3) Al valor de H-H/Equipo de proceso se le aplican las relaciones de la Tabla I, dependiendo del tipo de planta y del alcance de los servicios de Ingeniería, para el cálculo de las H-H/Equipo de las demás disciplinas.

4) Se procede a multiplicar las H-H/Equipo de cada actividad por el nuevo número de equipos que incluye el 20% de contingencias, para encontrar el valor de H-H/Especialidad, la suma de esas H-H representa el total de H-H de diseño de Ingeniería.

1. 2) Coordinación.

Para realizar la coordinación de las actividades de diseño, se requiere una cantidad de Horas-Hombre, éstas se estiman en función del tiempo de duración del proyecto y del personal necesario para rea-

lizar esta función, Normalmente el personal está compuesto por:

Gerente de Proyecto, Ingeniero de Proyecto, Coordinador del Proyecto, Auxiliares del Coordinador, Secretarías del Gerente y de Diseño, Mensajeros, Archivista, Tomador de Tiempo. (En ocasiones se puede incluir, dependiendo del tamaño del proyecto, H-H por concepto de subdirector).

1. 3) Programación y control de costos.

La forma de cálculo es igual a la del caso de coordinación, normalmente el personal para esta actividad está compuesto por:

Ingeniero Programador, Ingeniero de Costos, Auxiliares.

2) Servicios de Procuración.

Se estiman como función del tiempo de ejecución del proyecto, del alcance de los servicios y del personal necesario para efectuar las funciones requeridas. Normalmente el personal está compuesto por:

Jefe de compras, Compradores A, B. o C, Expeditadores, Inspectores y Secretarías.

Con frecuencia se estima también este costo como un porcentaje del equipo por comprar. Este porcentaje varía del 3 al 8%, dependiendo del alcance de los servicios y del tiempo de procuración para equipos y materiales.

3) Elaboración e Integración del costo de los servicios.

Normalmente el costo de los servicios de Ingeniería y procuración se desglosa en tres conceptos: Costos directos, Costos indirectos y reembolsables.

En la siguiente tabla se presentan tres firmas hipotéticas --

con diferentes criterios de los costos que incluyen cada uno de los conceptos anteriores.

CD = Costo Directo

CI = Costo Indirecto

R = Reembolsables

El concepto de costo directo incluye el salario y las prestaciones, la variación en valor de las prestaciones se encuentra entre un 40 y 50% de los salarios.

Los costos indirectos están representados por los gastos generales de administración, cuyo desglose se encuentra en la Tabla 14, el valor de este concepto oscila entre un 70 y 85% del costo directo (Salario + Prestaciones).

Los honorarios a recibir por la firma oscilan entre un 10 y 20% de la suma de los costos directos y los costos indirectos.

Los gastos reembolsables varían entre 15 y 30 \$/H-H

La fórmula general para obtener los costos de Ingeniería es:

$$C_I = (CS * FP * FGG * FH + R) * HHT = (CS * F + R) * HHT$$

C_I = Costo estimado

FP = Factor de prestaciones (1.40-1.50)

FGG = Factor de Gastos Generales de Adm. (1.70-1.85)

FH = Factor de Honorarios (1.10-1.20)

R = Reembolsables (15-30 \$/H-H) (1980)

F = (FP * FGG * FH) (2.6-3.3)

CS = Costos Salario (100-140 \$/H-H) (1980.)

HHT = Horas-Hombre totales por los servicios

DESGLOSE DE LOS COSTOS DURANTE LA ELABORACION DE LOS
TRABAJOS DE INGENIERIA

CONCEPTO DE COSTO	FIRMA A			FIRMA B			FIRMA C		
	CD	CI	R	CD	CI	R	CD	CI	R
Administración de Proyectos:									
Coordinación	X			X			X		
Programación	X			X			X		
Control de Costos	X			X			X		
Ingeniería Básica y de Detalle:									
Ingenieros especializados	X			X			X		
Diseño y Dibujo	X			X			X		
Servicios Secretariales			X						X
Servicios de Procuración:									
Compras	X			X			X		
Inspección	X			X			X		
Expedición	X			X			X		
Supervisión Departamental:									
			X						X
Prestaciones:									
IMSS	X			X			X		
Seguros (Vida, accidente, etc.)	X			X			X		
INFONAVIT	X			X			X		
Ausencias Justificadas	X			X			X		
Vacaciones	X			X			X		
Días festivos	X			X			X		
Suministro de vehículo	X			X			X		
Plan de retiro	X			X			X		
Becas	X			X			X		
Gastos Generales									
			X				X		
Gastos de naturaleza reembolsable:									
Gastos de viaje			X				X		X
Viáticos			X				X		X
Comunicaciones			X				X		X
Copias			X				X		X
Procesamiento de Datos			X				X		X
Modelos			X				X		X
Papelería			X				X		X
Consultores Externos			X				X		X
Otros			X				X		X

TABLA 14

GASTOS GENERALES

Como porcentaje de salarios y prestaciones de personal de producción directa.

CONCEPTO

Salarios y prestaciones personal
Directivo y Administrativo
Presidencias, Promoción-Tesorería
Contraloría-Contabilidad-Auditoría
Interno-Relaciones Industriales
Jurídico-Relaciones Públicas-Sistemas
Servicios Internos
Salarios y prestaciones-Personal Técnico que carga
parcialmente a proyectos.
Gerentes Departamentales
Capacitación-Entrenamiento de personal
Depreciación y mantenimiento de equipo-comunicaciones
Relaciones Públicas-Publicidad-Viajes Promocionales
Renta Inmuebles-Aseo-Agua-Luz-Vigilancia
Seguros
Renta equipo técnico (computadora) para administración
Financiamiento
Factor desocupación

5.4.2 COSTO DE EQUIPO.

La estimación del costo del capital en los proyectos se realiza, debido a que resulta necesario el conocimiento de esta información para llegar a establecer la viabilidad económica del proyecto, para establecer alternativas de inversión, para seleccionar el plan de inversión que se debe seguir, para poder discutir la posibilidad de remodelar o ampliar la planta existente. De aquí que en la presente parte del capítulo nos avoquemos a enunciar y a describir una serie de métodos y técnicas que nos resultan de gran ayuda para poder establecer las estimaciones deseadas.

Es necesario para poder estimar el costo total de la planta, conocer el costo del equipo involucrado, pues por ejemplo teniendo información disponible podemos emplear el método de Lang en el cual se estima el costo total de la planta por medio de multiplicar el costo total del equipo por un factor que varía de acuerdo al tipo de proceso que se trate, así dicho factor será 3.1 para unidades procesadoras de sólidos, 3.63 para unidades que procesan sólidos y fluidos, 4.74 para unidades que procesan sólo fluidos.

O por ejemplo podemos utilizar el método de Hand el cual requiere del costo del equipo, al cual multiplica por un factor que le permite referir el costo del equipo al costo del equipo ya instalado dentro de los límites de batería, y así la suma de los diferentes equipos ya instalados nos da el costo de la unidad productiva dentro de los límites de batería, así por ejemplo para columnas de destilación y recipientes a presión, el factor es de 4, para cambiadores de calor es -

de 3.5, para compresores es de 2.5 y de 2 para calentadores a fuego directo.

Podemos también utilizar el método de Viola, en el cual los factores están correlacionados con el costo del capital estimado, esta correlación se basa en el hecho de que el factor es una función del número mayor de pasos en el proceso, considerando ciertas modificaciones de acuerdo al nivel de presión empleado en el proceso, así como de los materiales empleados.

Otro método que podemos emplear es el método modular de Guthrie, este método agrupa a todos los elementos significativos de costo dentro de seis grupos que son:

- Proceso químico.
- Manejo de sólidos.
- Sitio donde se localizará y desarrollará la planta.
- Instalaciones y edificios.
- Indirectos ocasionados en el proyecto.
- Facilidades para el establecimiento de servicios auxiliares, considerados fuera de la unidad productiva, pero dentro de los límites de batería del proceso.

Cada uno de estos módulos representan elementos de costo que tienen características similares y se pueden interrelacionar fácilmente entre ellos.

Básicamente los módulos anteriores se encuentran constituidos de acuerdo a los siguientes elementos primarios de costo.

- Costo de fabricación de equipo.
- Materias primas y materiales directos

- Mano de obra directa
- Costos Indirectos
- Costos de materiales y mano de obra empleada (M&L)
- Una vez establecidos los costos Indirectos, todos los demás costos indirectos, se pueden agrupar en lo que se denomina - módulo simple o sencillo.
- Costo total del módulo.

Además están formados de catorce elementos secundarios de costo, que son:

- Tubería
- Concreto
- Acero
- Instrumentos
- Aislamiento
- Pintura
- Instrumentos y partes eléctricas
- Erección
- Instalación del equipo
- Impuestos, seguros, fletes.
- Ingeniería
- Imprevistos
- Gastos Generales de construcción
- Pago de regalías

Para establecer de qué manera afectan al costo de cada módulo estos elementos primarios y secundarios Guthrie y colaboradores -

tuvieron que realizar estudios en más de 50 proyectos de diversas magnitudes y diversas complejidades, pudiendo establecer factores y relaciones de factores en base al costo de equipo de la planta.

De lo antes mencionado se denota la importancia de conocer el costo de equipo, para ello podemos emplear las gráficas publicadas en la revista Chemical Engineering, del 5 de abril de 1982, o en cualquier libro de diseño de equipo, o Ingeniería económica, además de consultar números anteriores de la revista antes mencionada, o de otras tantas que existen en la bibliografía, citamos con gran interés la primera revista, pues además del fácil manejo de las gráficas que anexa en el artículo de costo de equipo, son las más actualizadas permitiendo además de una evaluación rápida y sencilla un grado de exactitud que se presenta un margen de inseguridad de un 10%.

Información y manejo de las gráficas presentadas para la obtención del costo de equipo.

- Recipientes y tanques para almacenaje.

Las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, nos representan gráficas, donde se tienen diferentes tipos de recipiente con características generales que se presentan muy a menudo en la industria donde se tiene para una capacidad determinada, unas condiciones de operación determinadas, un material determinado, y un costo específico de acuerdo a estas características.

- Cambiadores de Calor.

Las figuras de la 13 a la 24, presentan gráficas para diversos tipos usuales de cambiadores de calor, donde la variable que determi-

na básicamente el costo es el área de transferencia de calor para un tipo de cambiador de características específicas.

- Condensadores.

Las figuras 25 y 26 nos muestran el costo posible para condensadores de tipo muy usual donde la variable que determina el costo es el área de transferencia de calor.

- Reactores

La figura 27 nos muestra el costo posible de un reactor simple, donde se tiene como variable la capacidad de reactor.

- Sistema de calentamiento del reactor.

Para una capacidad determinada, se tiene un costo determinado, estableciéndose de antemano las características que presenta este sistema. Fig. 28

- Bombas centrífugas.

La figura 30 nos proporciona el costo aproximado de una bomba centrífuga, de acuerdo a la capacidad y el factor de cabeza que requiera.

- Compresores.

Las figuras 31 y 32 nos proporcionan el costo aproximado de un compresor de características comunes, en base a la potencia requerida.

- Columnas de destilación.

Las figuras 33, 34, 35 nos muestran el costo aproximado de distintos tipos de columnas con características definidas, pero comunes. Siendo la variable a considerar el diámetro de la columna.

Sistemas complementarios de destilación.

Las figuras 36, 37, 38 nos muestran el costo aproximado de un sistema complementario para la destilación en base a la velocidad de alimentación de los productos de la destilación, en base a la velocidad de alimentación de los productos de la destilación, además del diámetro de plato empleado.

- Columnas empacadas y empaque.

Las figuras 39 y 40 nos dan el costo aproximado de una columna empacada de acuerdo al diámetro requerido. La figura 41, presenta el costo aproximado del empaque (Sillas Berl) de acuerdo al tamaño del empaque.

- Otros equipos para enfriar fluidos.

La figura 42 nos muestra el costo que tendría un enfriador para aire de acuerdo a la superficie de transferencia de calor requerida.

La figura 43 nos da el costo aproximado de una torre de enfriamiento en función de la capacidad de la misma.

- Hornos

La figura 45 nos da el costo aproximado de un horno, en base al diámetro exterior y número de etapas.

- Otros Equipos

Figura 46 y 47	Cambiadore s a fuego directo
Figura 48, 49, 50 y 51	Secadore s
Figura 52, 53	Centrí fugas
Figura 54 y 55	Válvulas

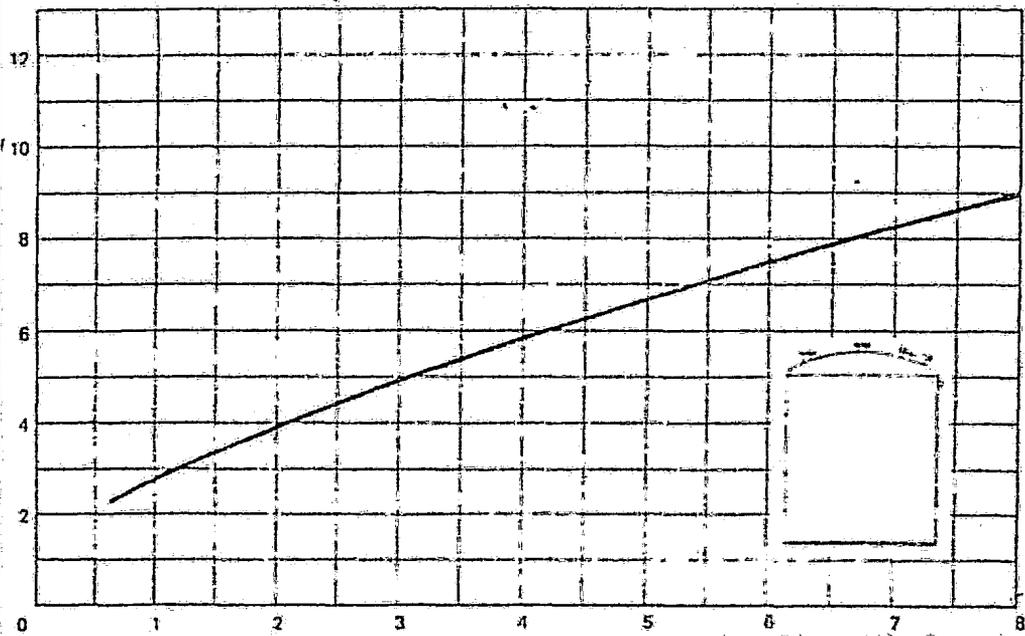


Fig. 1 Cap. 1,000 gal. (1)
 Un tanque vertical atmosférico, capacidades hasta 8,000 gal., reforzado con fibra de vidrio, fondo plano

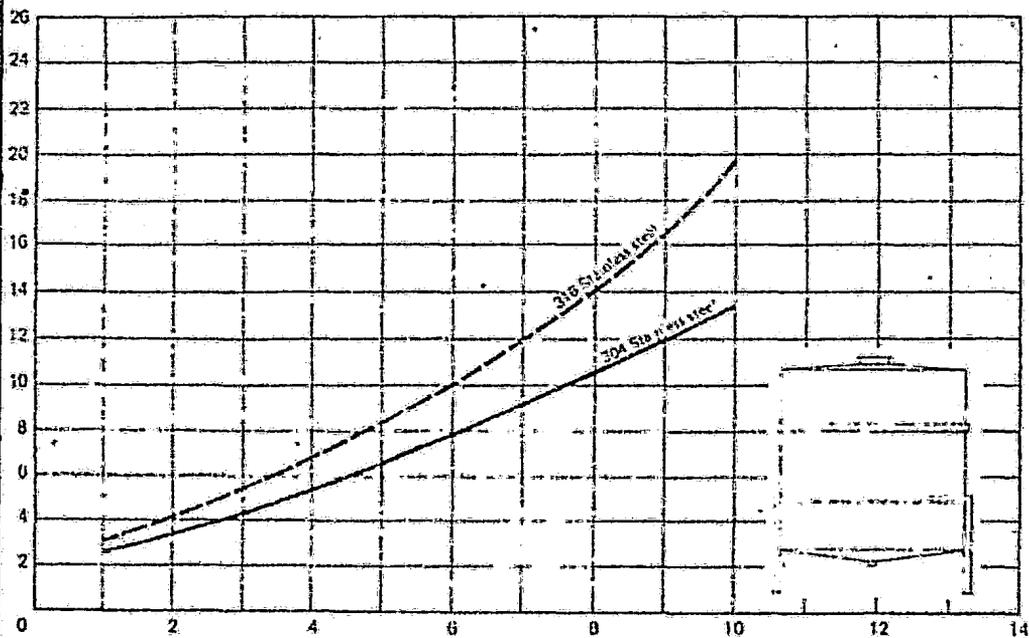
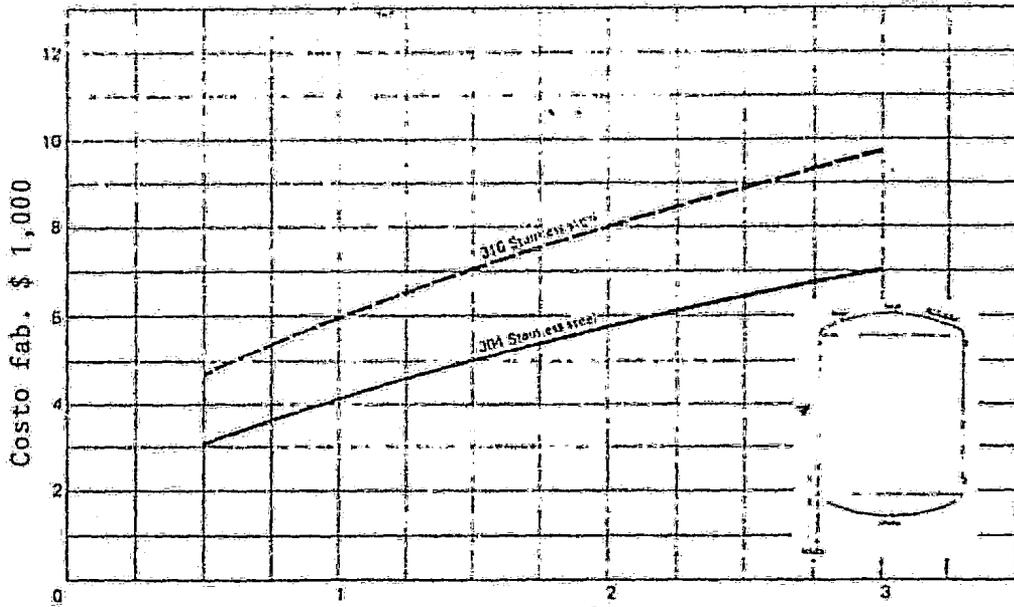
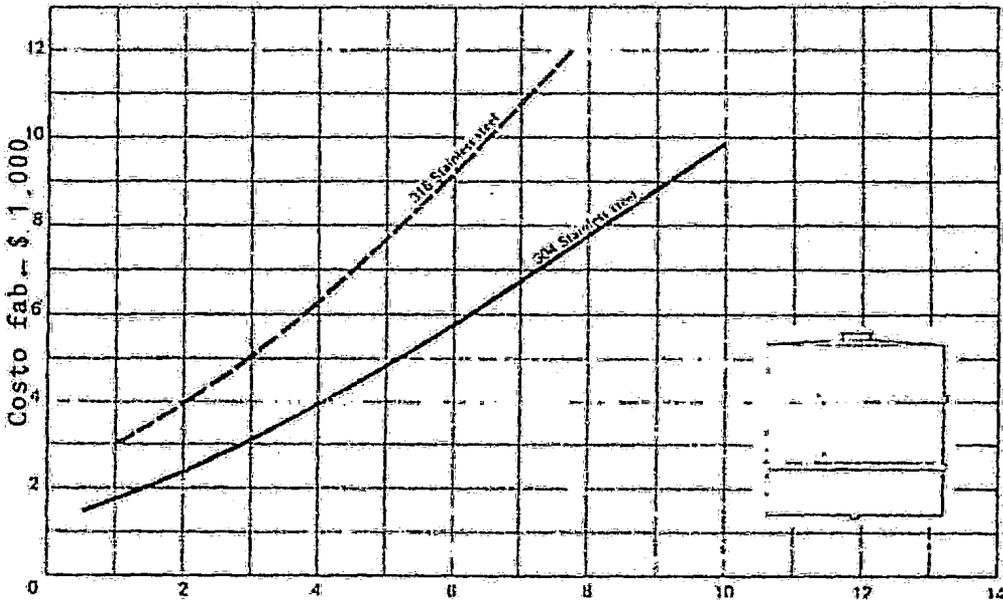


Fig. 3 Cap. 1,000 gal. (3)
 Tanque vertical atmosférico capacidades hasta de 10,000 gal. acero inox. tapa plana y fondo cónico.



Capacidad 1,000 gal.
 Figura 2 - Tanque vertical atmosférico, capacidad hasta 3,000 gal. acero inox., fondo con hoja circular.



Cap. 1,000 gal.
 Figura 4 - Tanque vertical atmosférico, capacidad hasta 10,000 gal., acero inox., fondo y tapa plana.

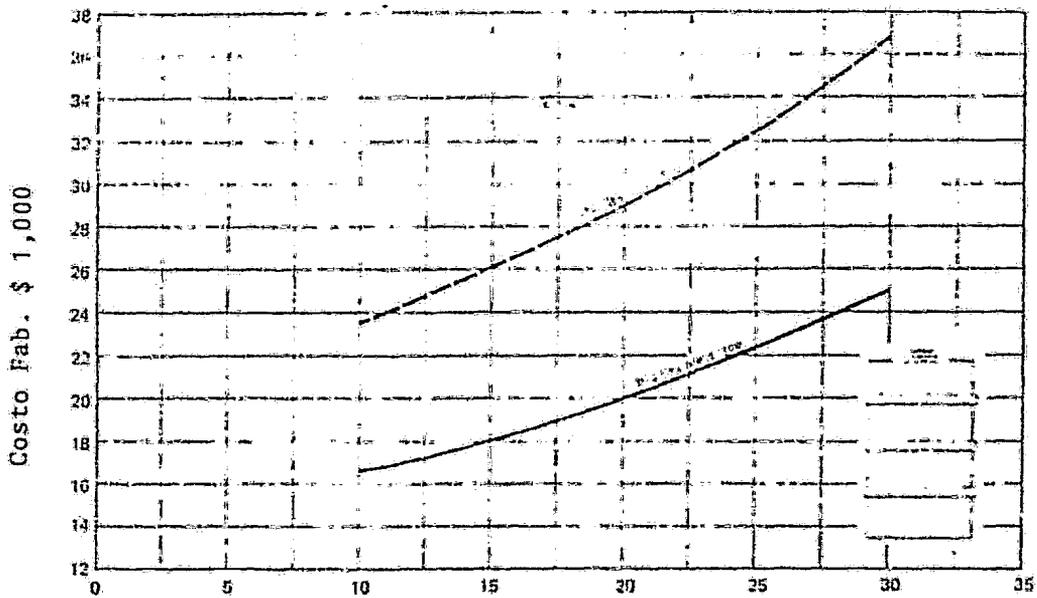


Fig. 5 Costo Fab. \$ 1,000 5
 Tanque vertical atmosférico capacidades hasta 30,000 gal. acero inox. tapa y fondo plano.

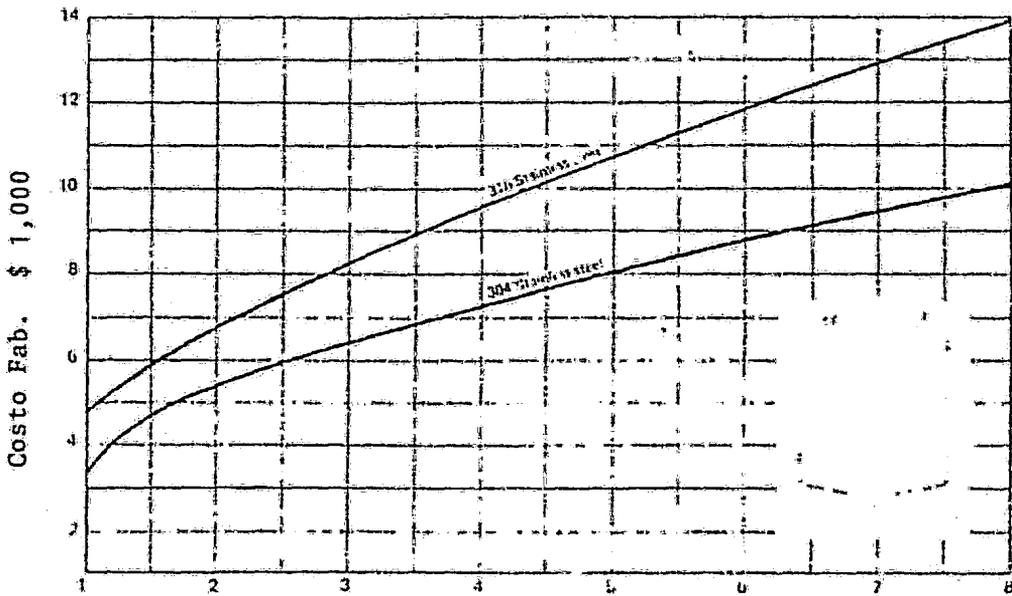


Fig. 6 Costo Fab. \$ 1,000 6
 Tanque vertical atmosférico, capacidad hasta 8,000 gal. acero inox., tapa y fondo cónico.

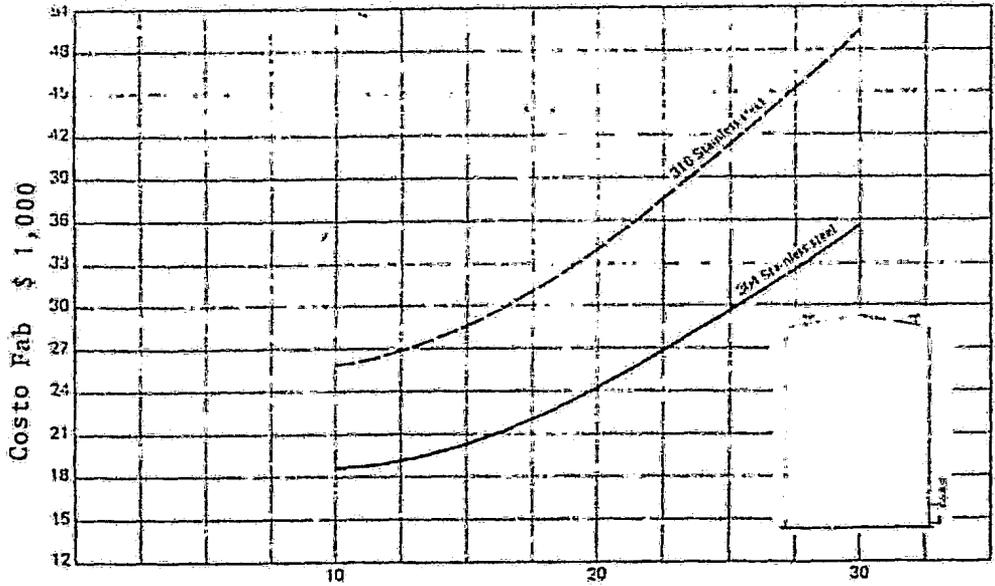


Fig. 7 Cap. 1,000 gal. 7
 Tanque vertical atmosférico capacidades hasta 30,000 gal. --
 acero inox. Sujeto APJ 650 Apéndice J

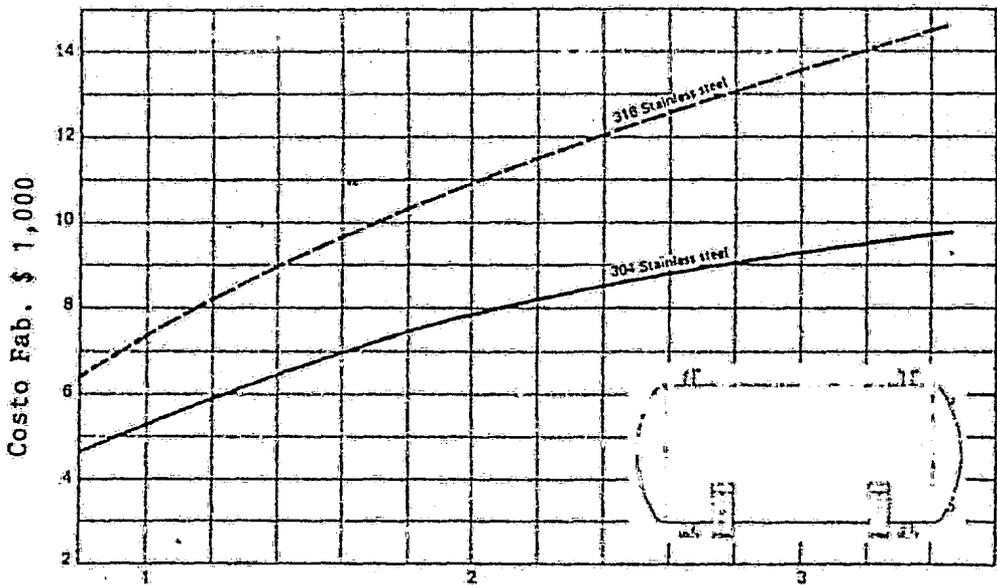


Fig. 8 Cap. 1,000 gal. 8
 Tanque horizontal atmosférico, Cap. hasta 3,500 gal. acero
 inox.

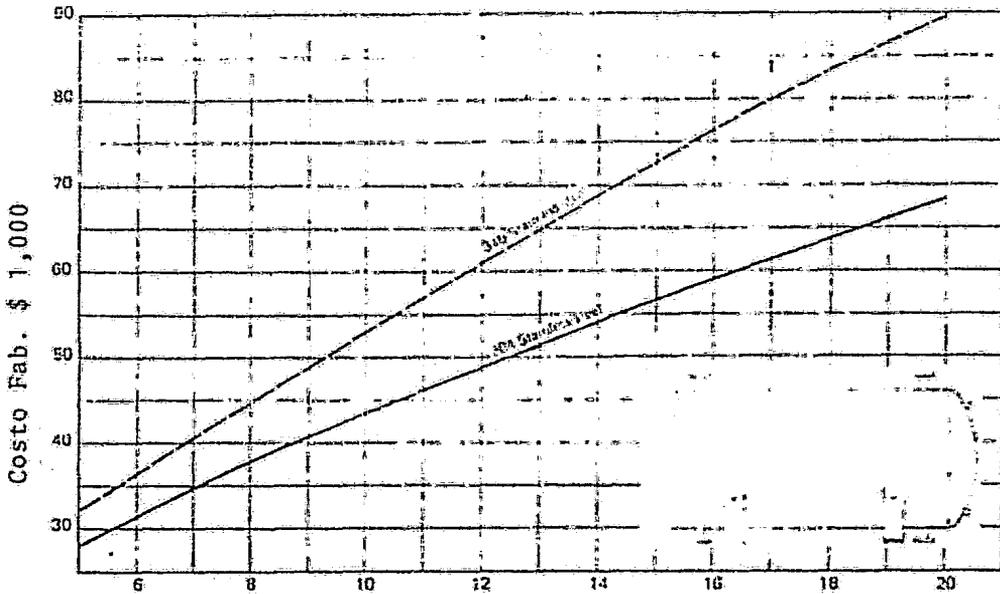


Fig. 9 Cap. 1,000 gal 9

Tanque de almacenamiento horizontal, 50 psia a vacío total, capacidades hasta 20,000 gal. acero inox. sujeto Código ASME

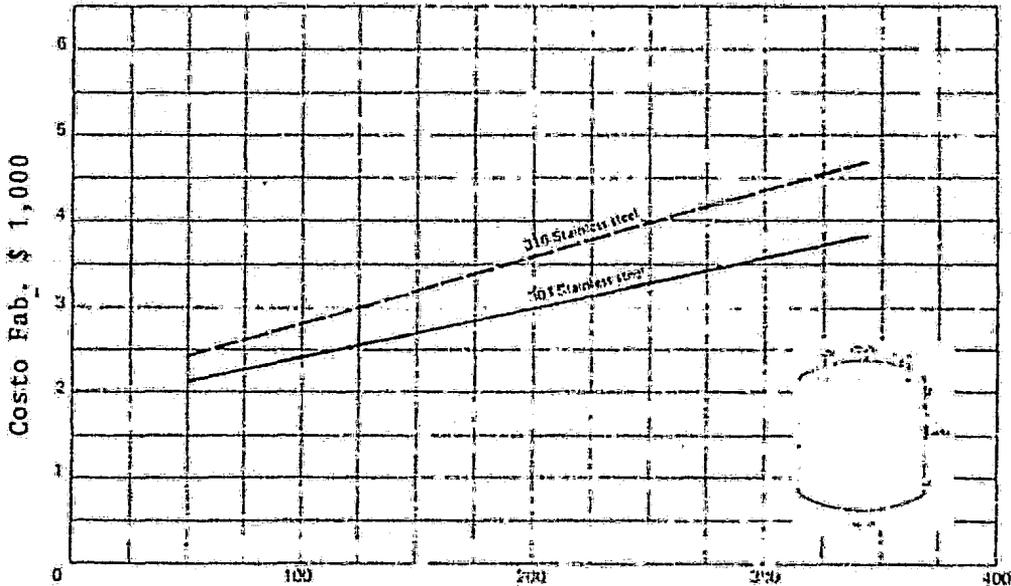


Fig. 10 Cap. 1,000 gal. 10

Tanque vertical y 25 psia a vacío total, capacidades hasta - 350 gal., acero inox., sujeto código ASME.

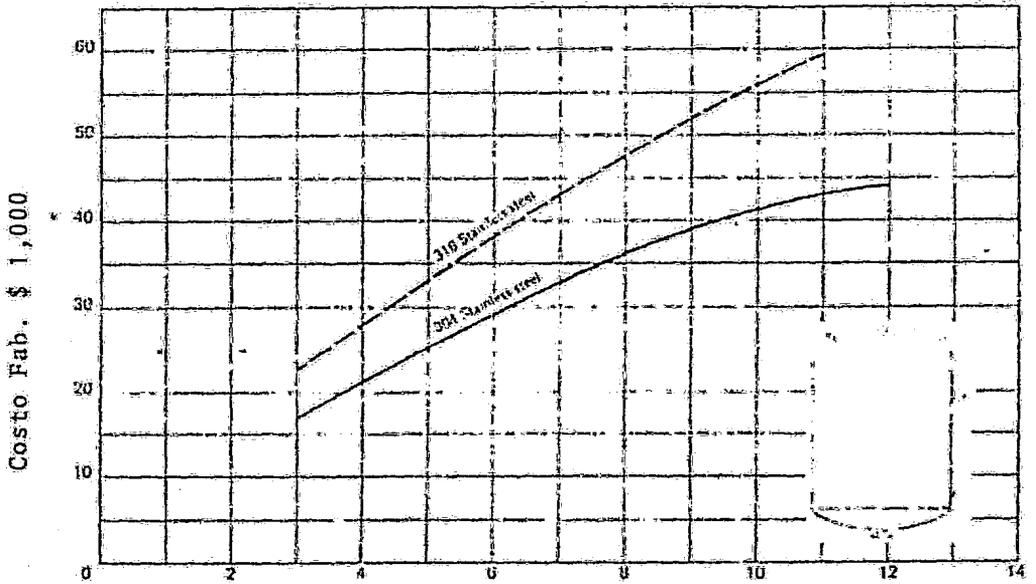


Fig. 11 Cap. 1,000 gal,
Tanque vertical 25 a vacío completo, capacidad hasta 2,000 gal. acero inox. Sujeto Código ASME

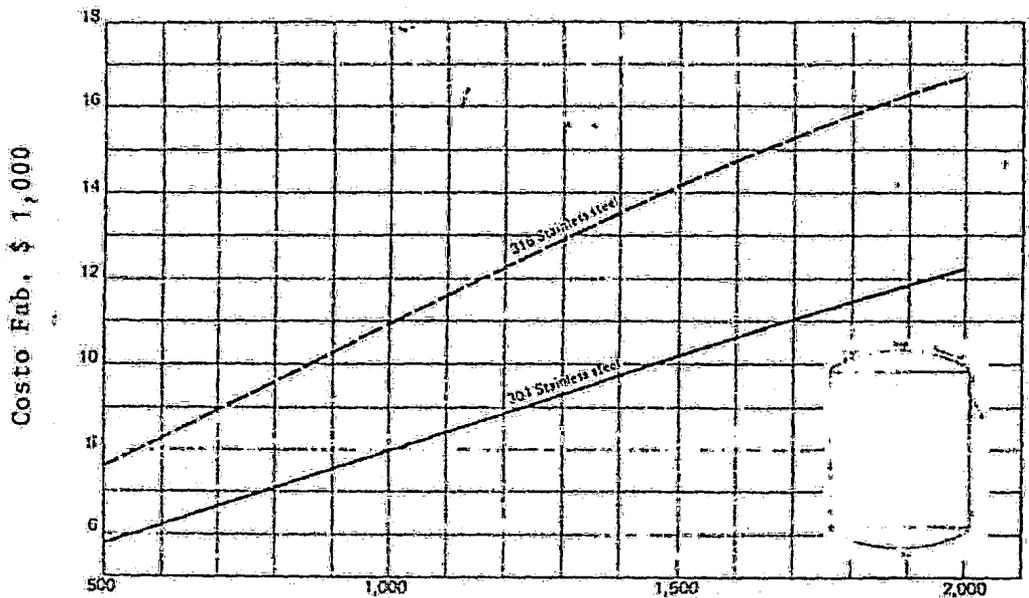


Fig. 12 Cap. 1,000 gal.
Tanque vertical 50 psia vacío completo, capacidad hasta 12,000 gal., acero inoxidable sujeto código ASME.

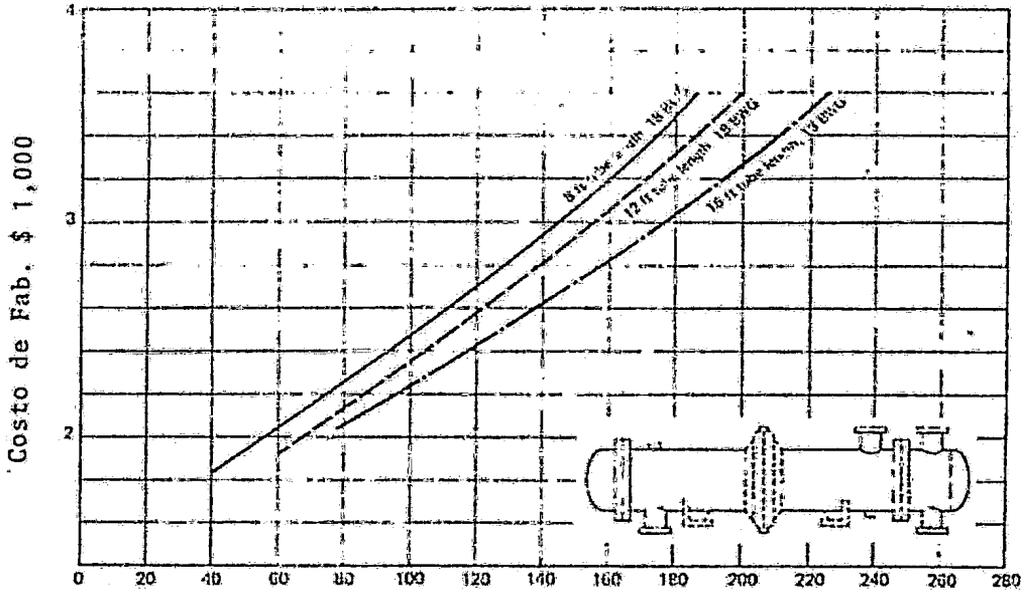


Fig. 13 Superficie de transferencia de calor, M²
Cambiador de calor tubos de acero inox. área -240 M²
coraza de acero al carbón

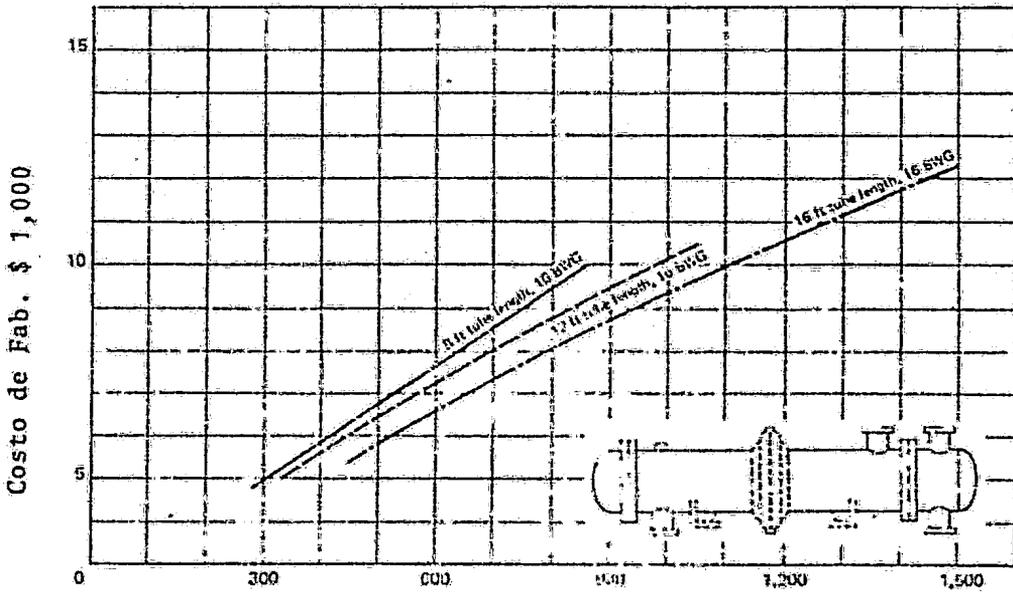


Fig. 14 Superficie de transferencia de calor, M²
Cambiador de calor tubos de acero inox. área 300-1500 M²,
coraza de acero al carbón

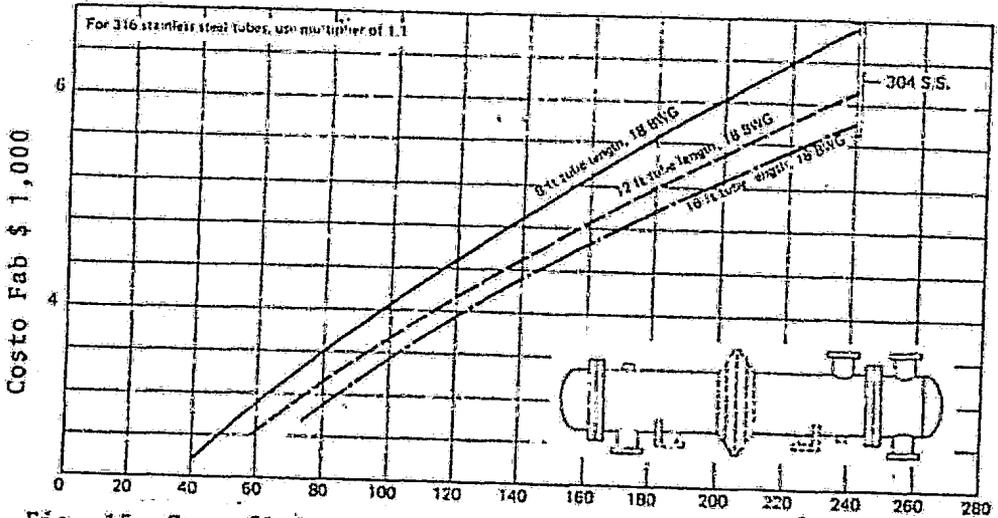


Fig. 15 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, tubos de acero inoxidable, área -
 0-240 M², coraza acero al carbón

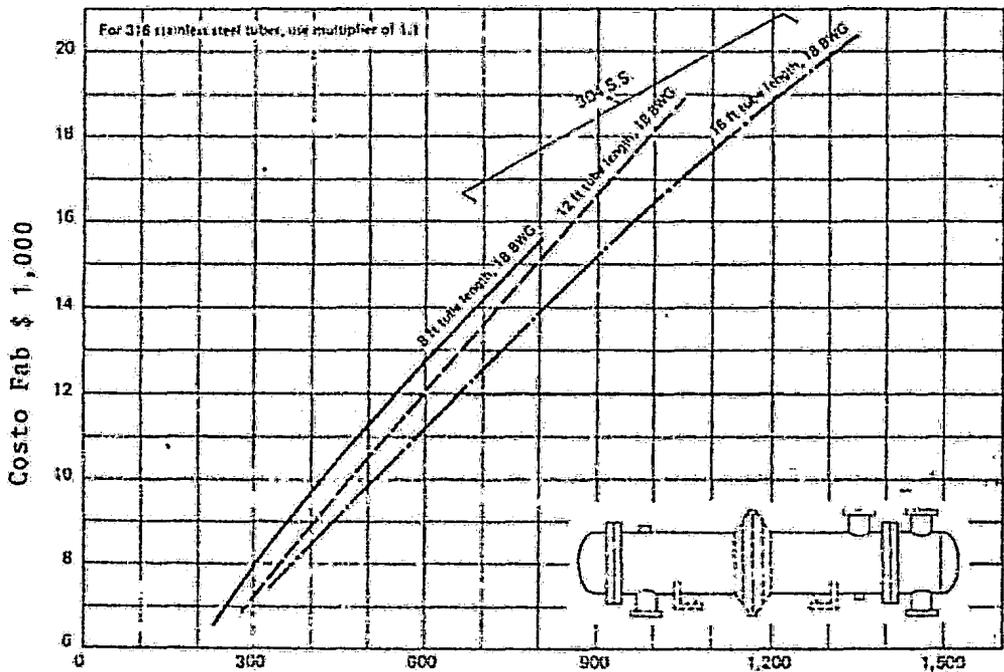


Fig. 16 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, tubos de acero inox. área 300-1500 M²
 coraza acero al carbón

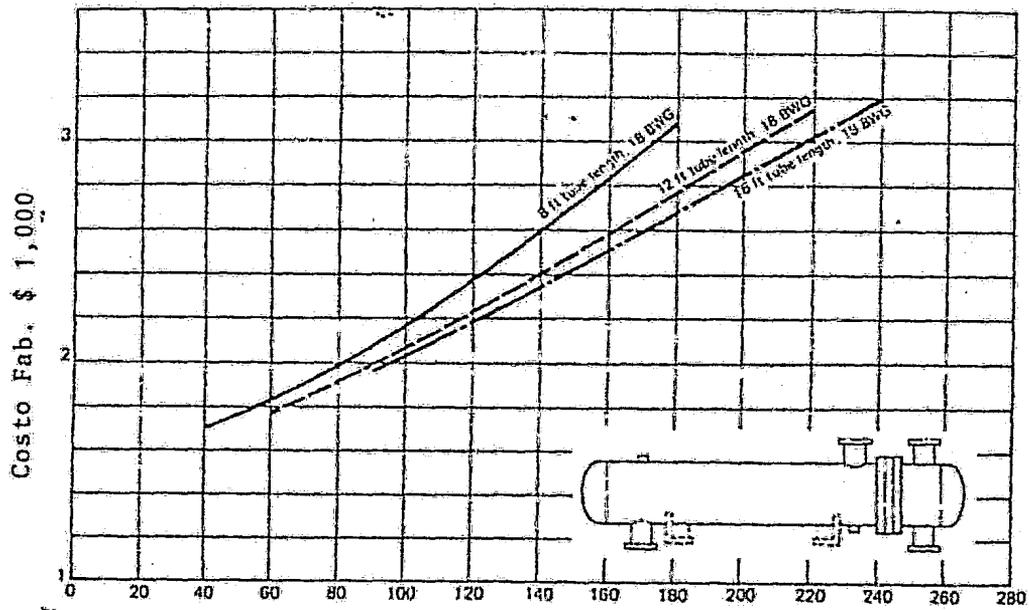


Fig. 17 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, tubos acero al carbón, área 0-240 M²,
 coraza acero al carbón

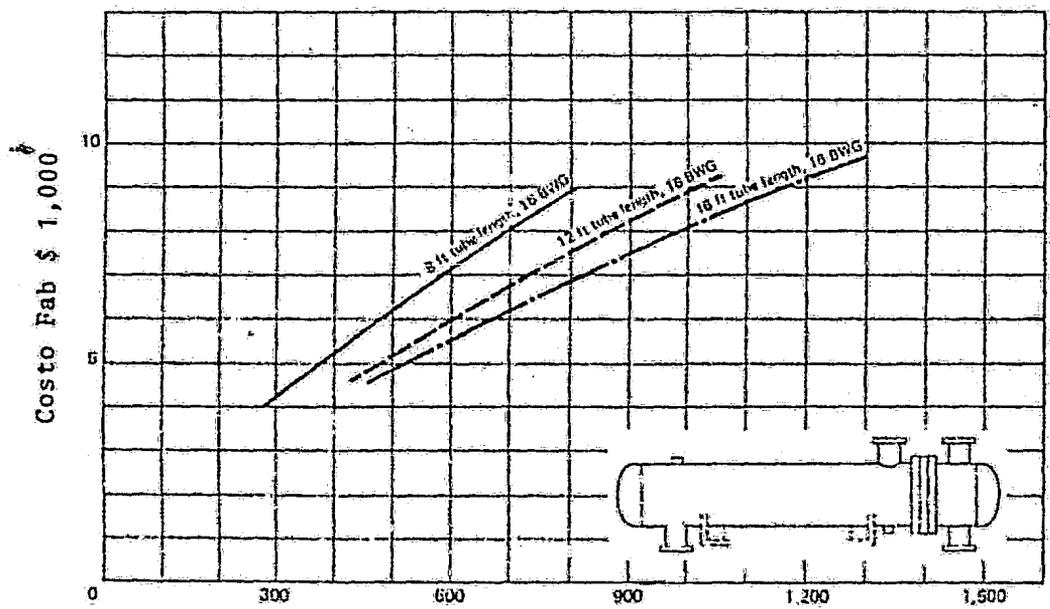


Fig. 18 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, tubos acero al carbón área 300-1500 M²
 coraza acero al carbón
 V - 189

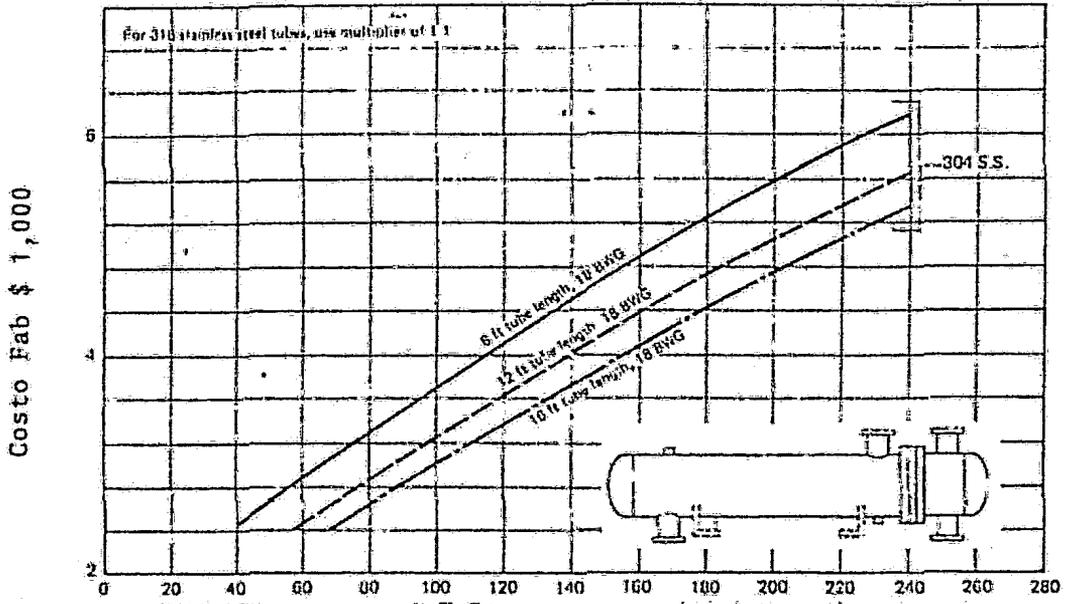


Fig. 19 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor tubos en V, tubos acero inox, área 0-240 M²
 coraza acero al carbón

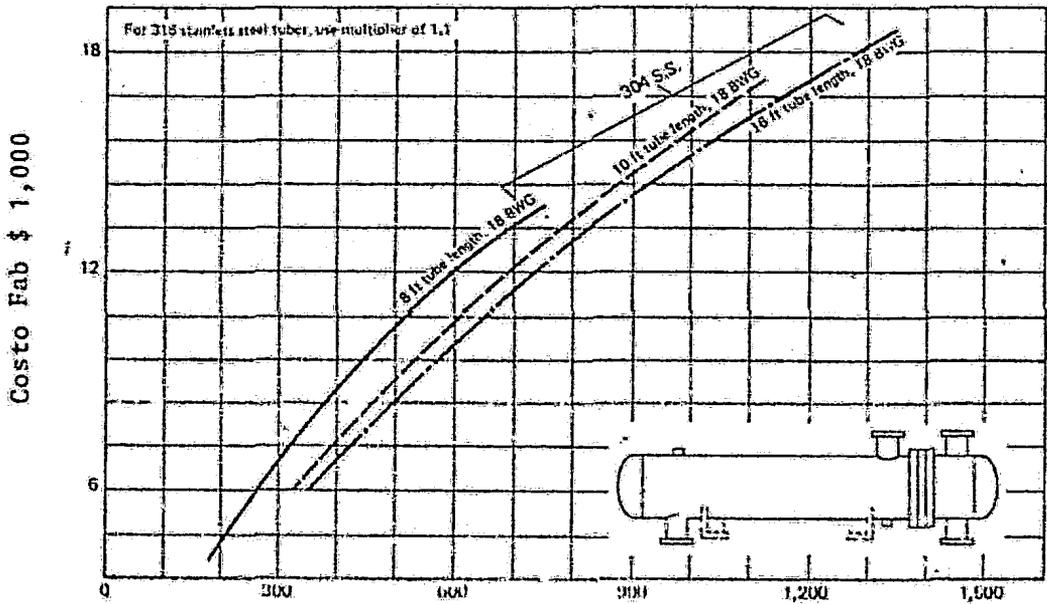


Fig. 20 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, tubos en V, tubos acero inox., área - -
 300-1500 M², coraza acero al carbón
 V - 190

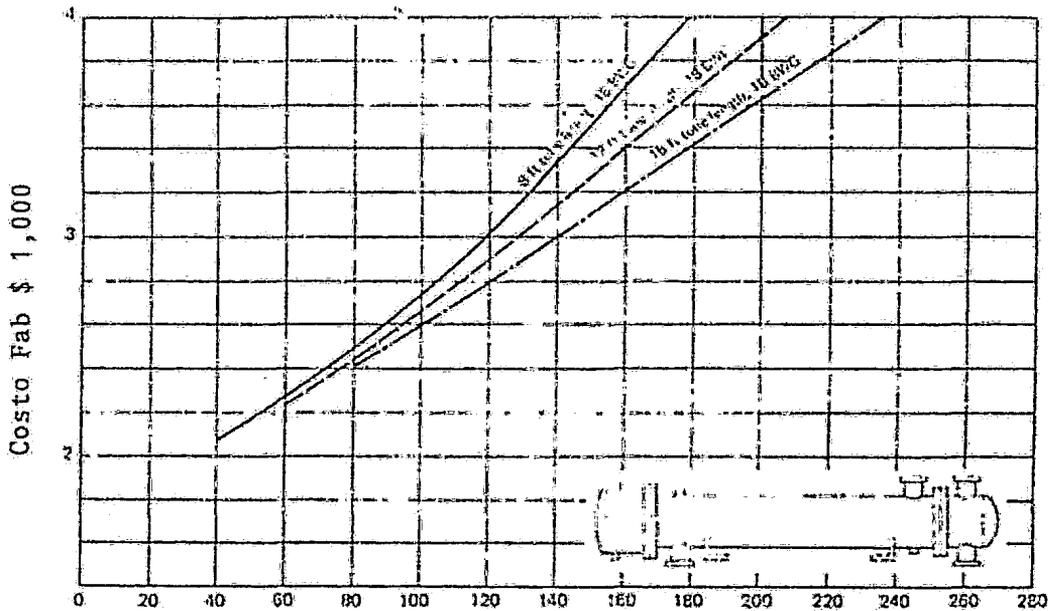


Fig. 21 Superficie de transferencia de calor, M²
 Cambiador de calor, cabezal flotante, tubos de acero al carbón,
 área 0.240 M², coraza, acero al carbón

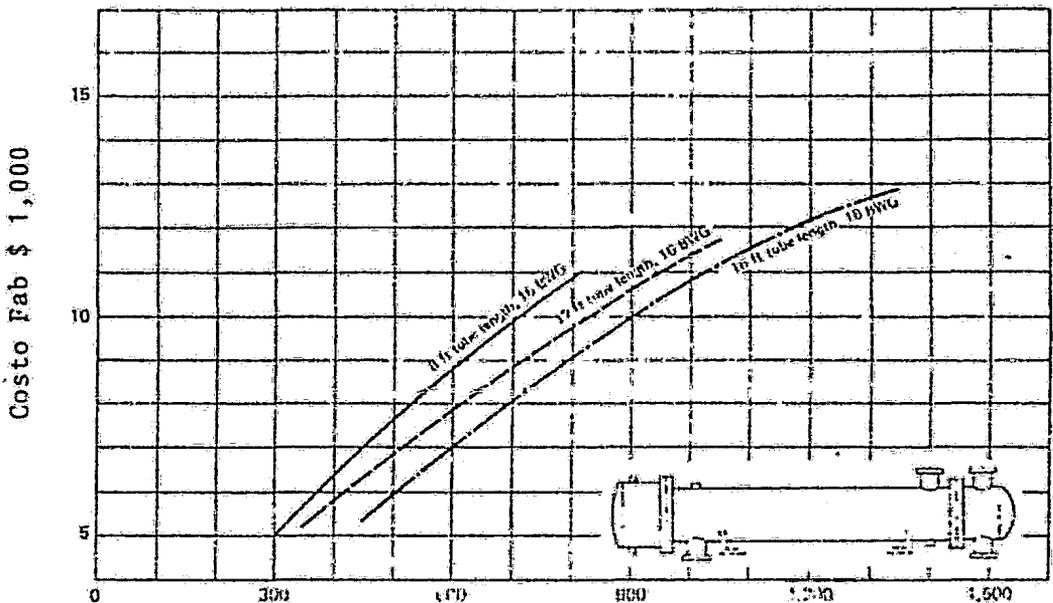


Fig. 22 Superficie de transferencia de calor M²
 Cambiador de calor, cabezal flotante, tubos de acero inox., área
 300- 15500 M² coraza, acero al carbón
 V-191

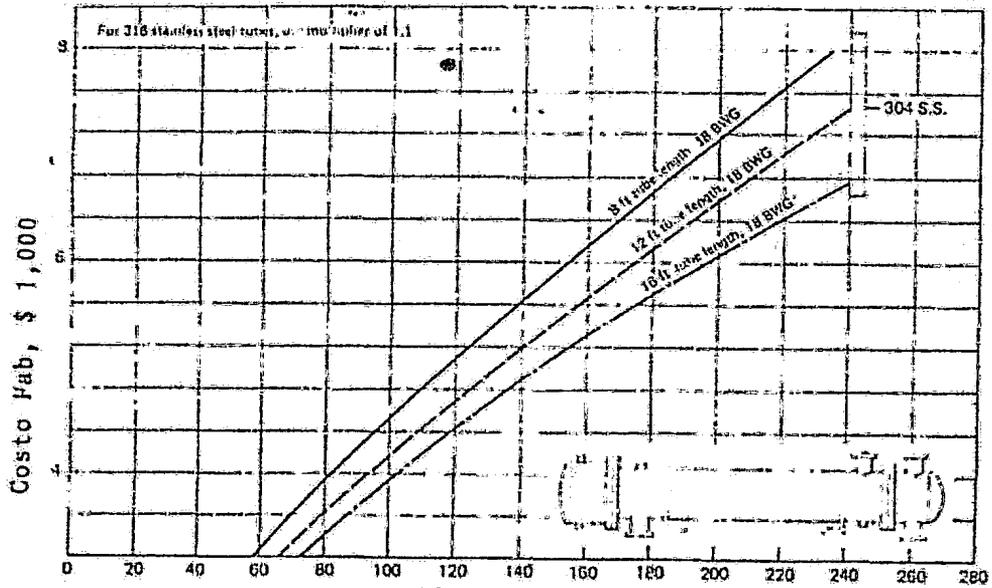


Fig. 23 Superficie de transferencia de calor m^2
 Cambiador de calor, cabezal flotante, tubos de acero inox. área
 $0.240 M^2$ coraza, acero al carbón

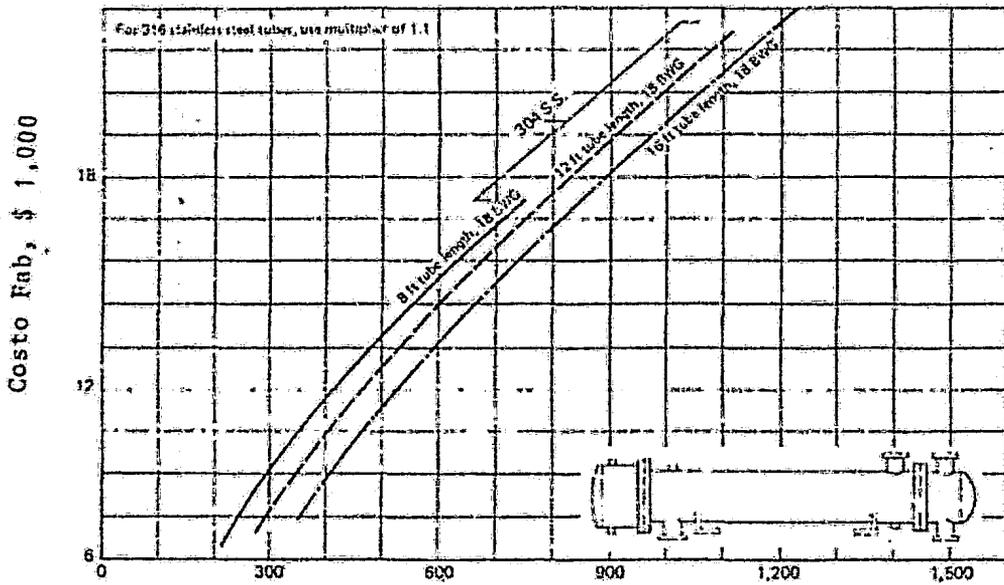


Fig. 24 Superficie de transferencia de calor M^2
 Cambiador de calor, cabezal flotante, tubos de acero inox. área
 $300-1500 M^2$ coraza, acero al carbón

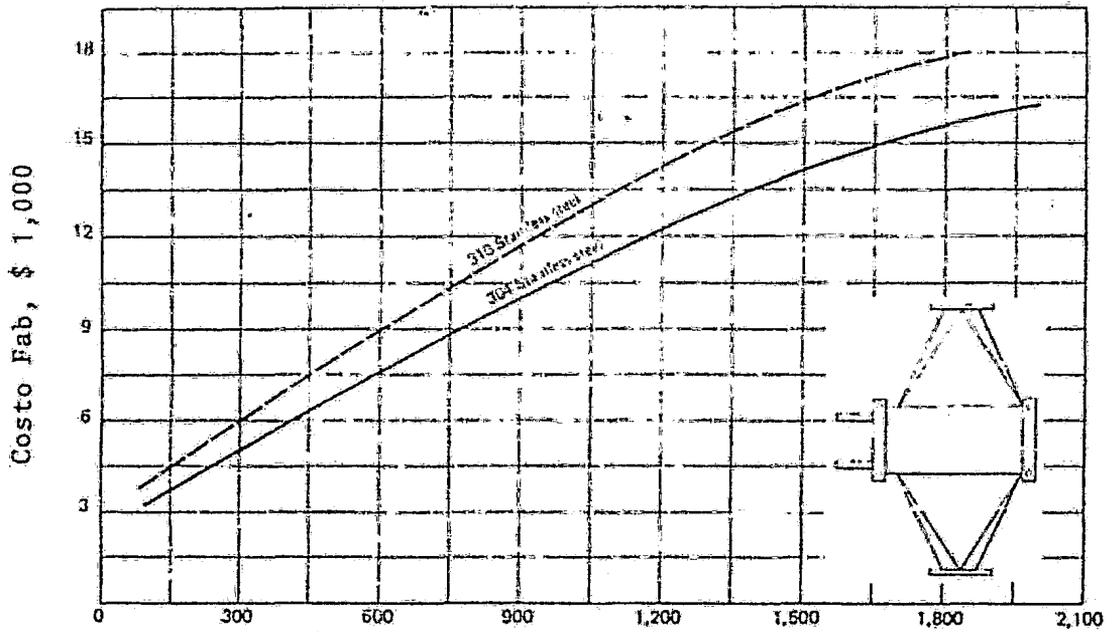


Fig. 25 Superficie de transferencia de calor M²
 Condensador vertical, acero inox., tubos y coraza, área
 2,000 M²

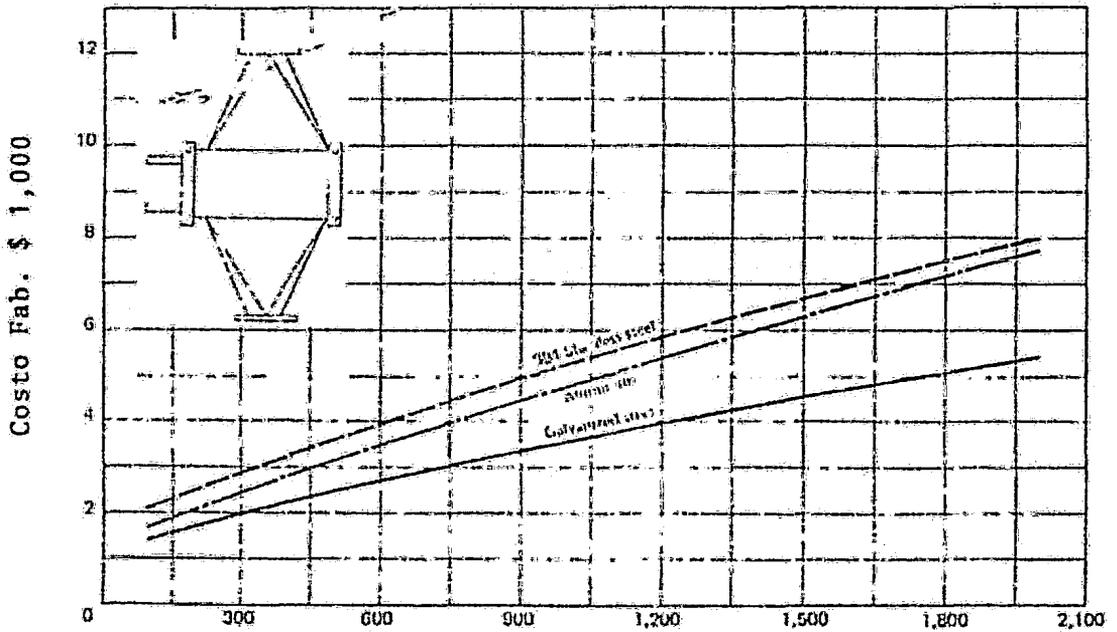


Fig. 26 Superficie de transferencia de calor M²
 Condensador vertical de aluminio tub. coraza de diferentes
 materiales 0-200 M²

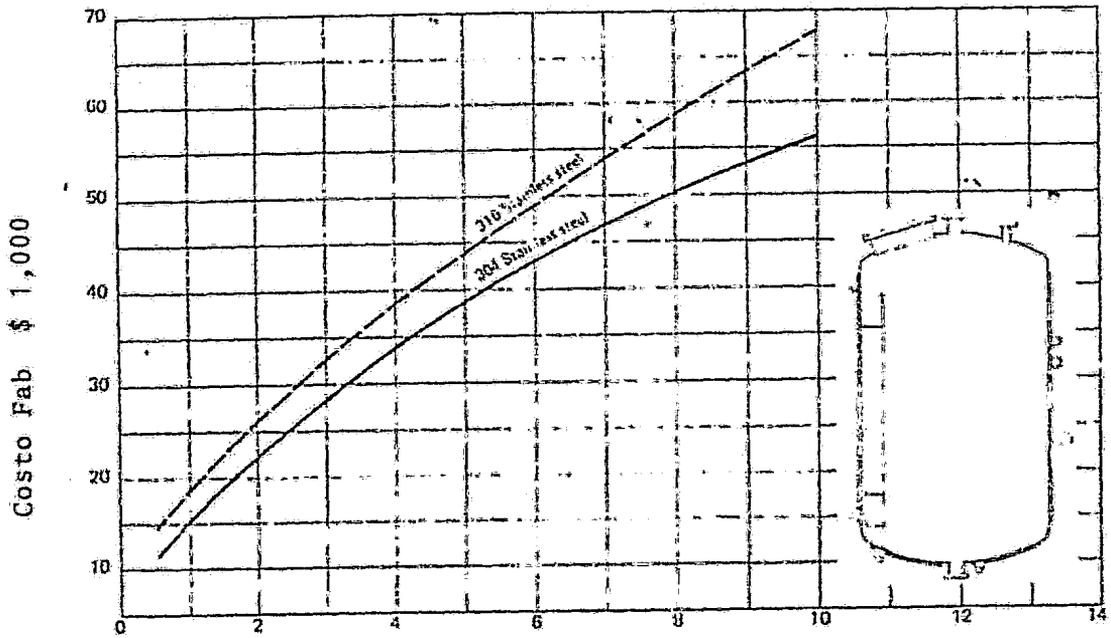


Fig. 27 Cap, 1,000 gal
 Reactor enchaquetado acero inox, 0-10,000 gal. reactor 75 psi
 chaqueta 125 psi

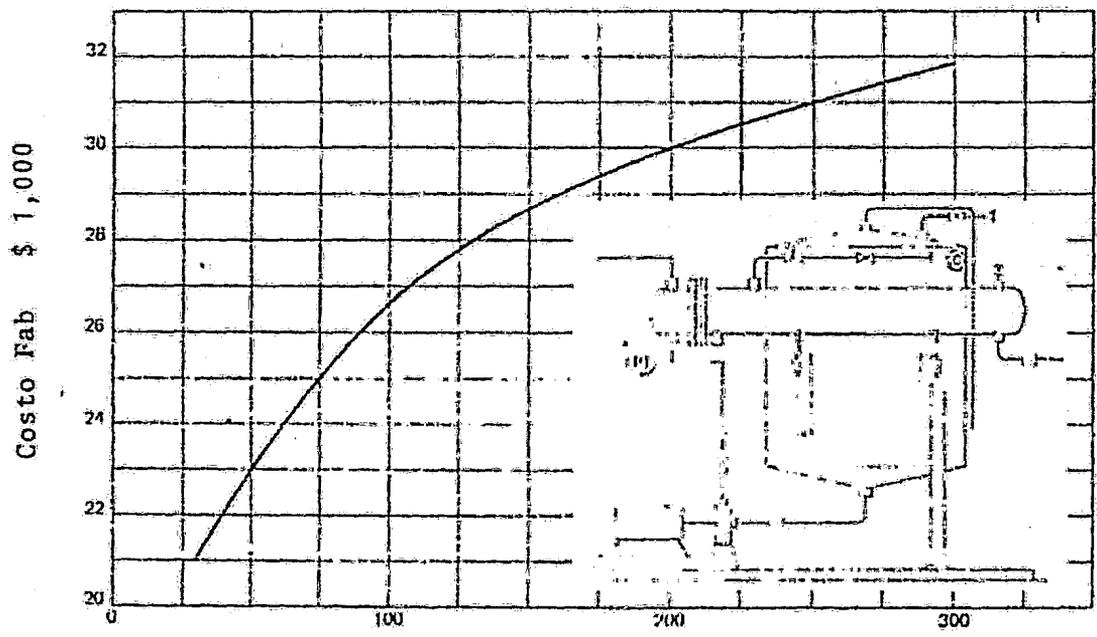


Fig. 28 Cap. 1,000 gal.
 Sistema de calentamiento de reactor, de 30 a 300 gpm.

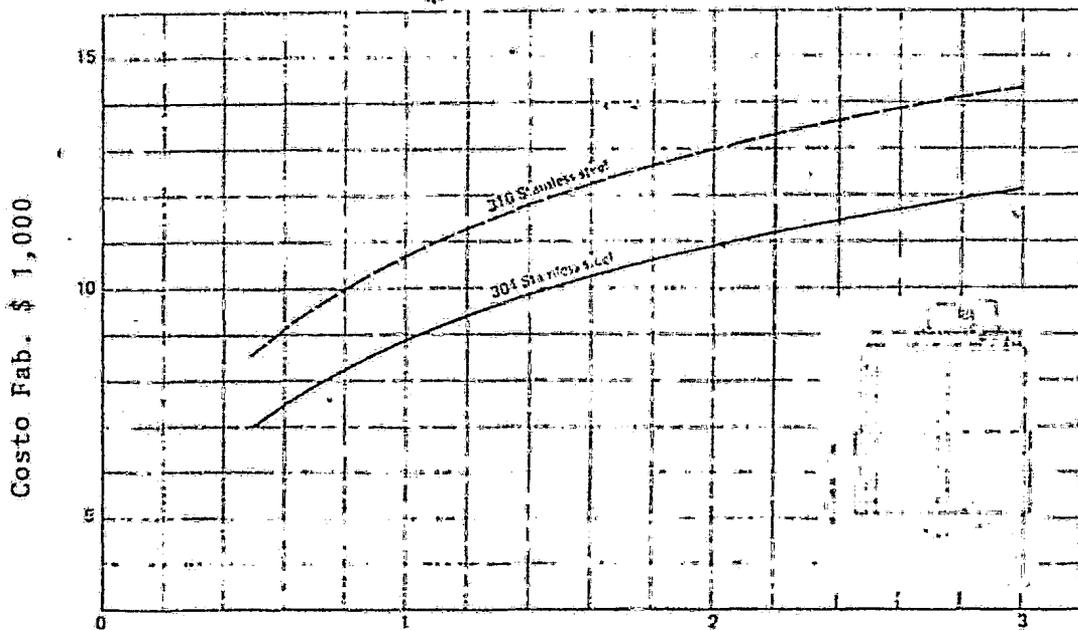


Fig. 29 Cap 1,000 gal.
Tanque vertical atmosférico, enchaquetado y agitado.

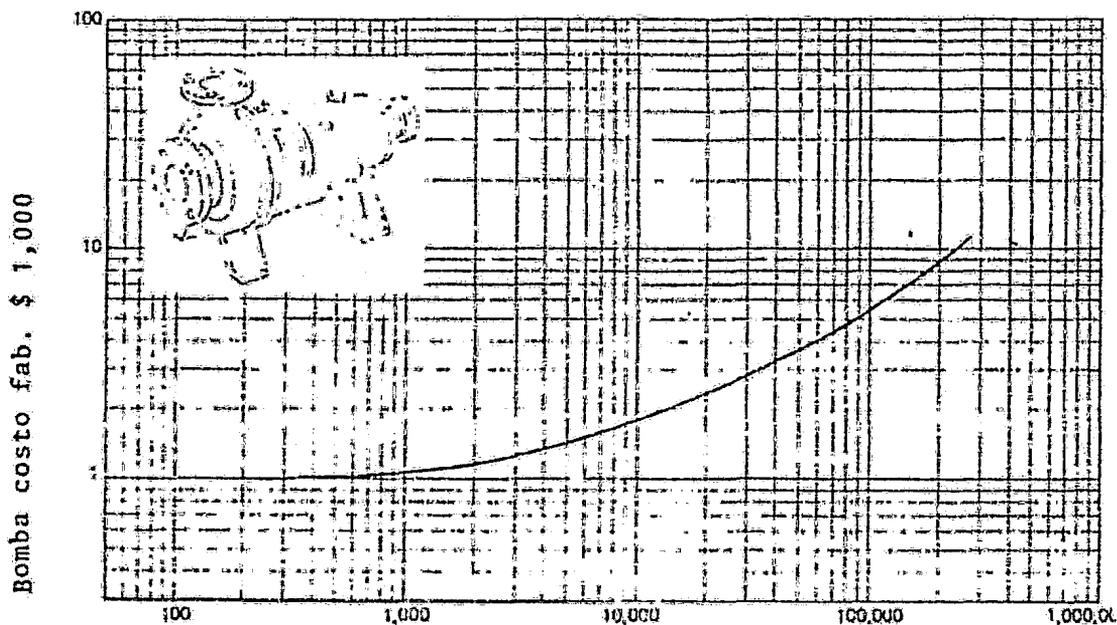


Fig. 30 Capacidad por cabeza (pgm x psi)
Bomba centrífuga- ANSI de 30-300,000 gpm

Compressor, Costo Fab. \$ 1,000

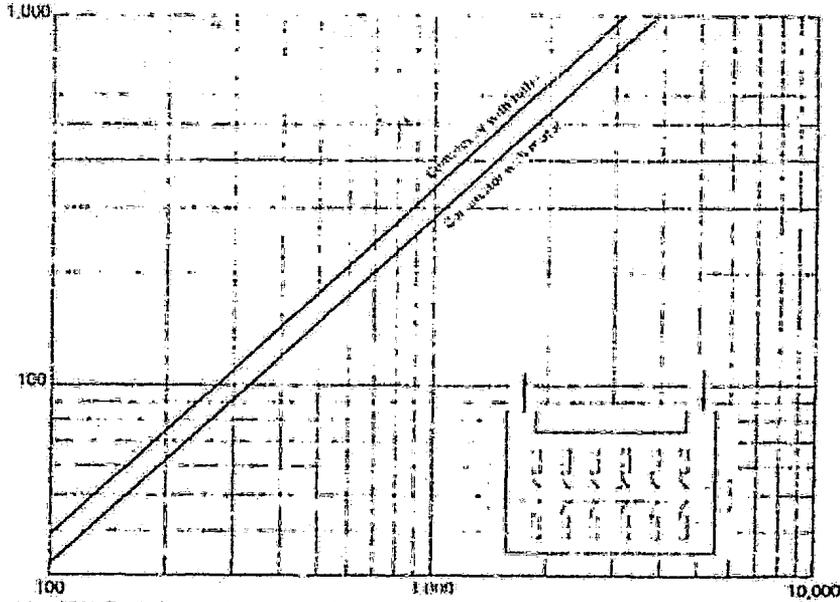


Fig. 31 Potencia BHP
Compressor centrífugo, de motor eléctrico o turbina de gas 100 - 4,000 bhp

Compressor, Costo Fab \$ 1,000

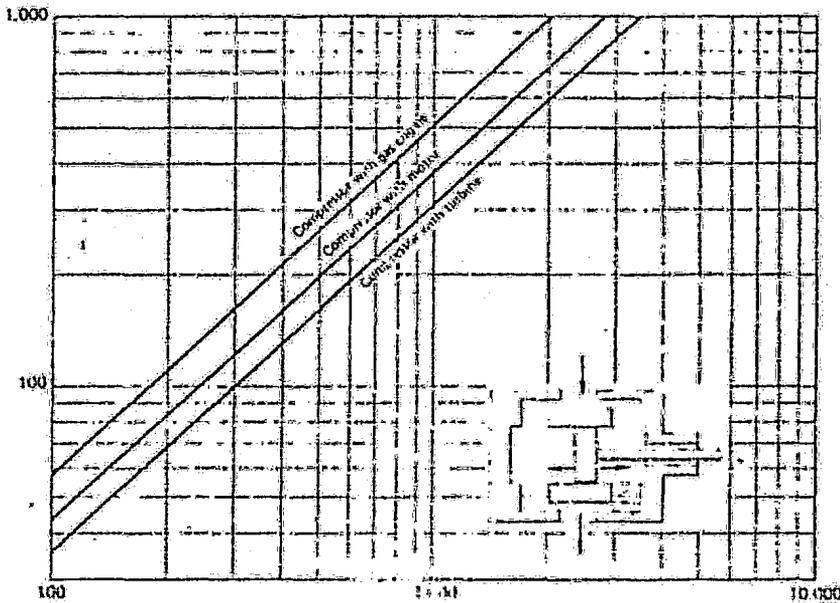


Fig. 32 Potencia BHP
Compressor recíprocante con gas o sistema de vapor, 100-4,000 bhp

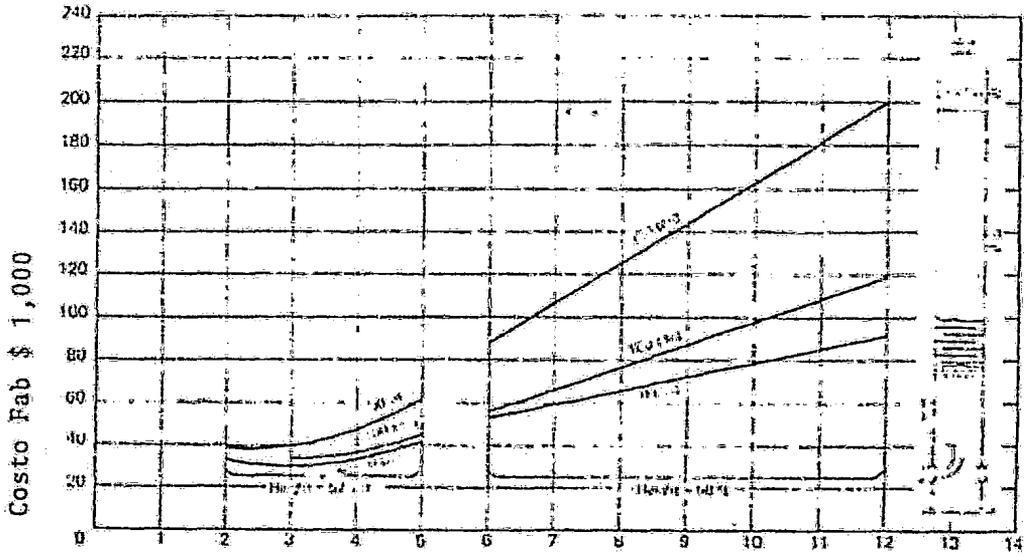


Fig. 33 Diámetro columna ples
 Columna destilación - 25 platos, 2- 12 H día, 57.5 a 58 H, altura, 100 y 300 psig.

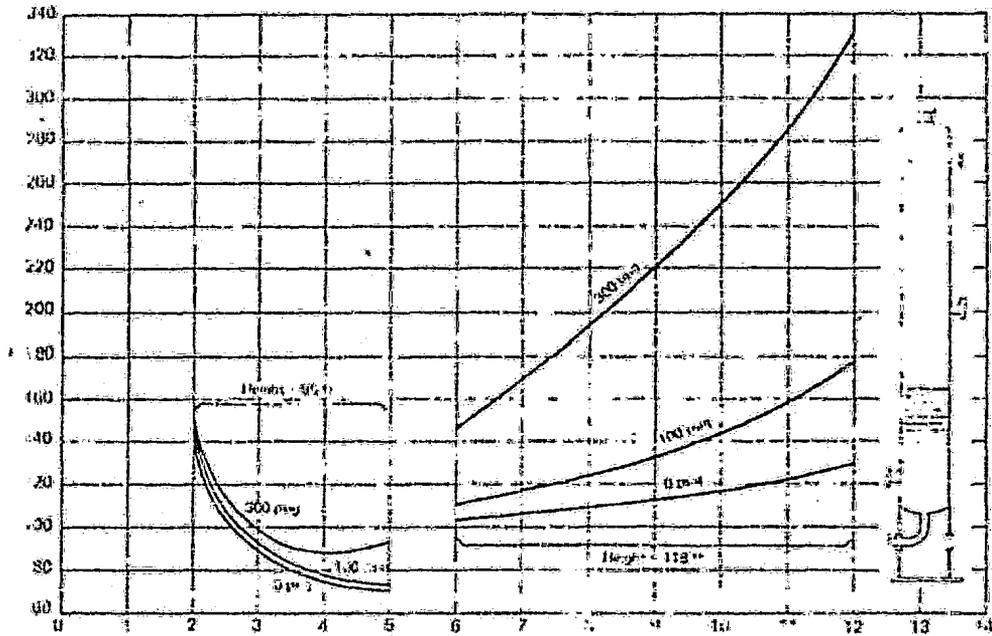


Fig. 34 - Diámetro columna ples
 Columna destilación - 50 platos- 2-12 H diámetro 95 y 118 H altura, 100 y 300 psig.

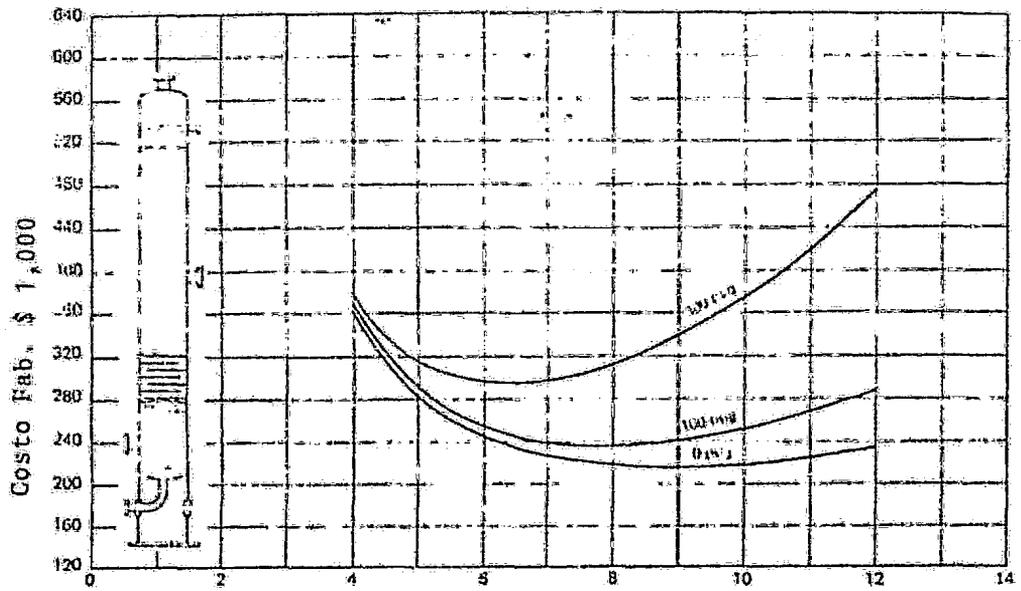


Fig. 35 Diámetro columna p/les
 Columna de destilación -100 platos, 4-12 Hdfa, 170 pies altura
 100 a 300 psig.

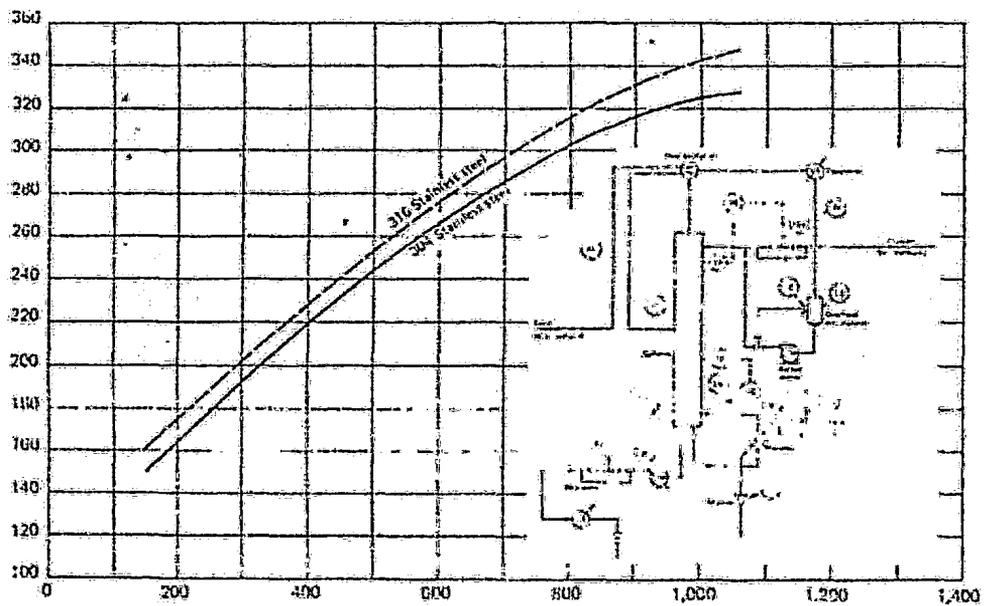


Fig. 36 Flujo de alimentación gal/h
 Destilación, sistema empacado, separación de metanol
 del agua

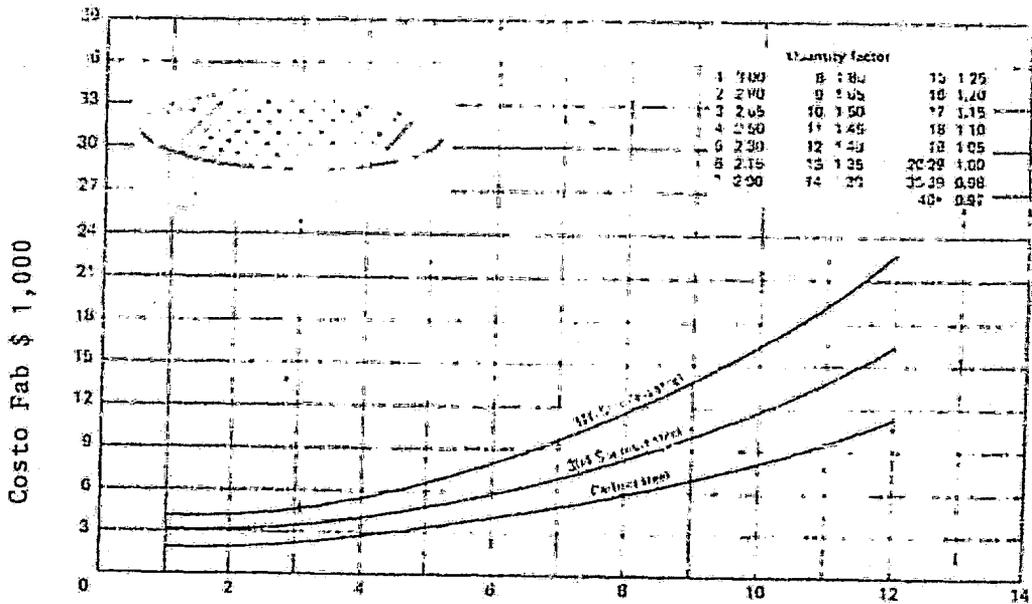


Fig. 37 Diámetro plato pies
Plato Sione - 1-12 pies diámetro, acero 304 y 316

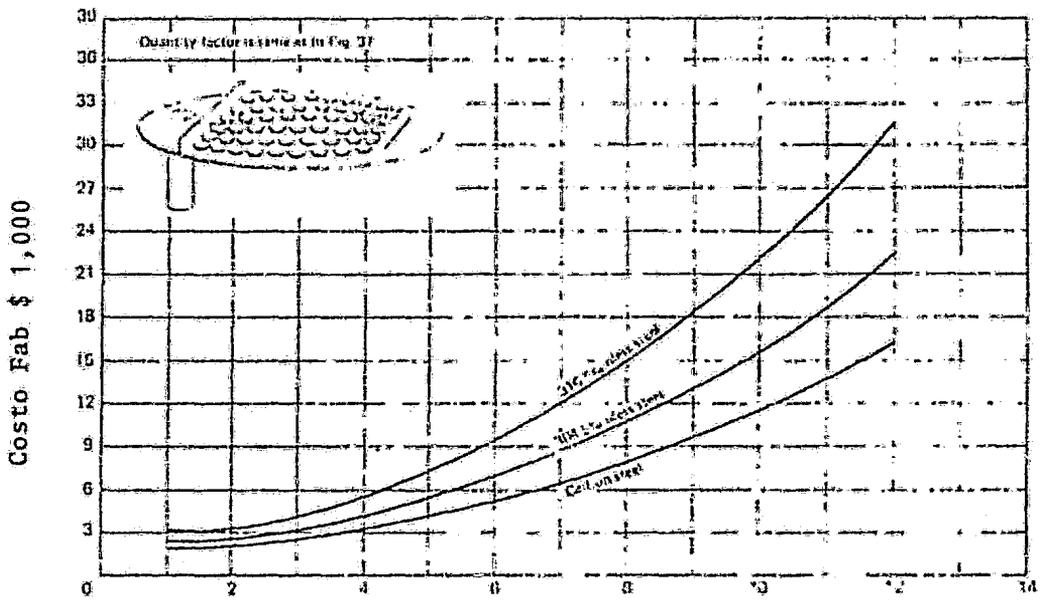


Fig. 38 Diámetro plato pies
Plato con capucha - 1-12 pies dia. acero 304 y 316

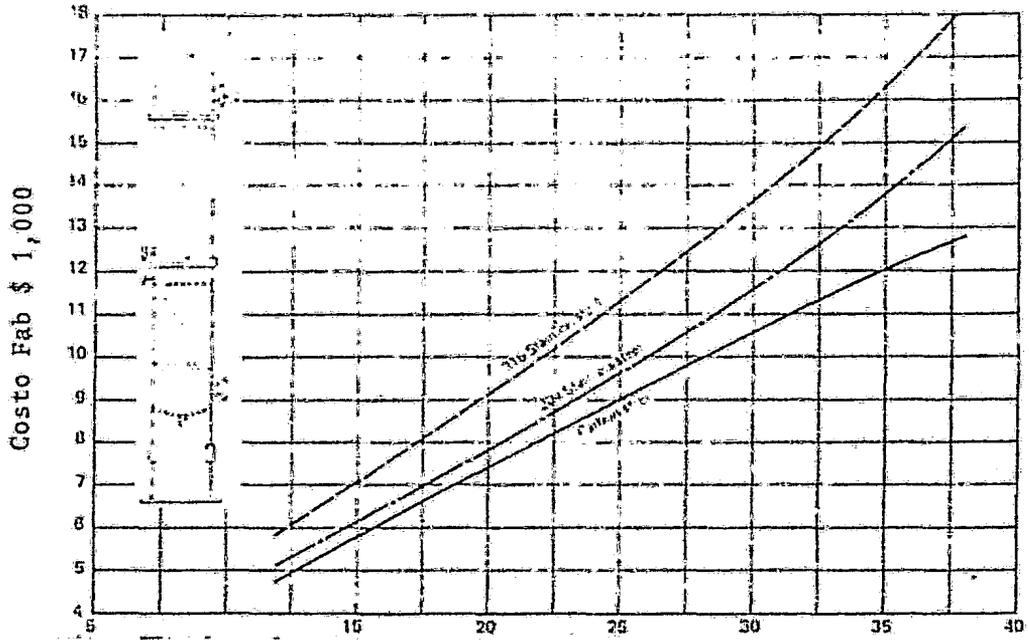


Fig. 39 Diámetro columna plg.
 Columna empacada, doble lecho-25 psi a vacío total- 4 pies -
 sección acero carbón 304 y 316

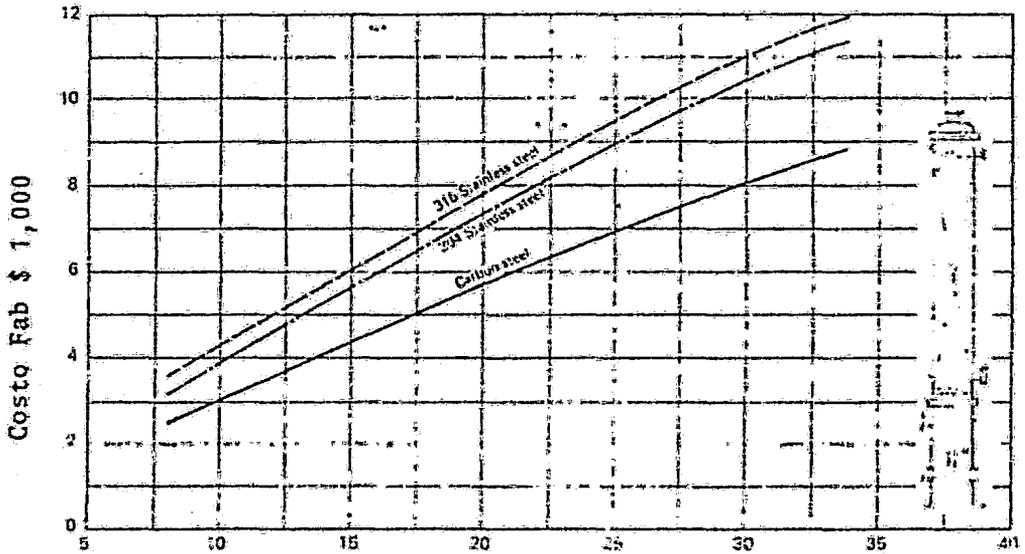


Fig. 40 Diámetro columna plg.
 Columna empacada, lecho sencillo 25 psi a vacío total- 5 pies
 sección, aceros 304 y 316

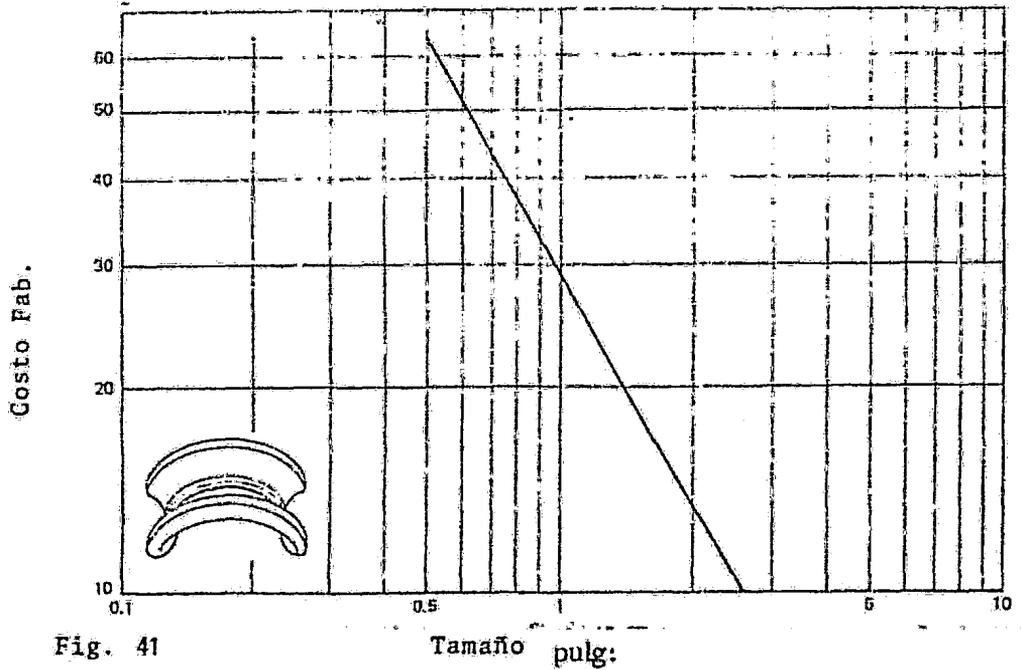


Fig. 41 Tamaño pulg:
Torres empacadas-empaque sillón Saddle de porcelana

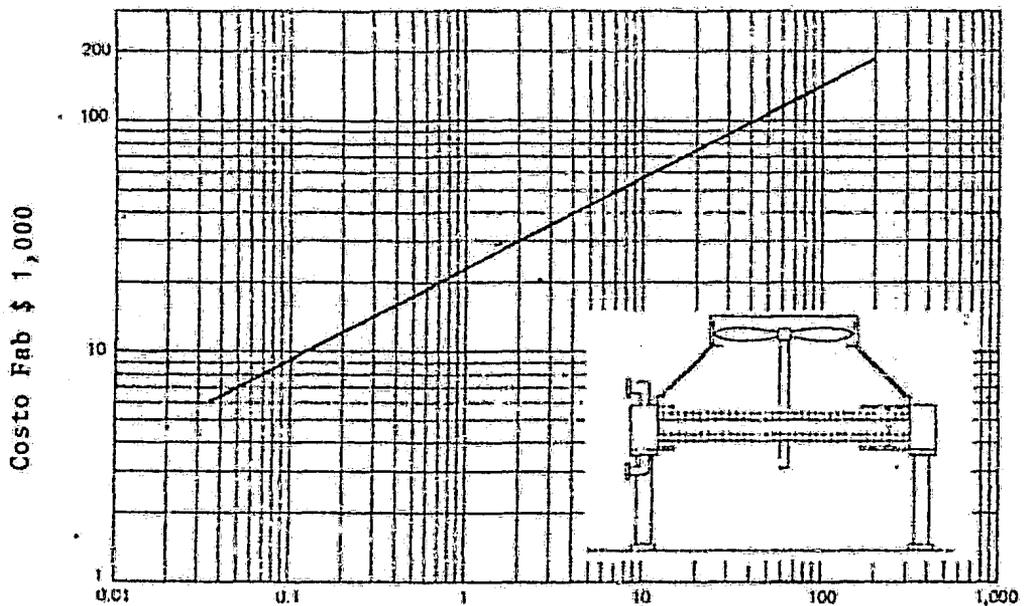


Fig. 42 Superficie de transferencia de calor 1,000 M²
Cambiadores de acero frío cap. hasta 200,000 M³

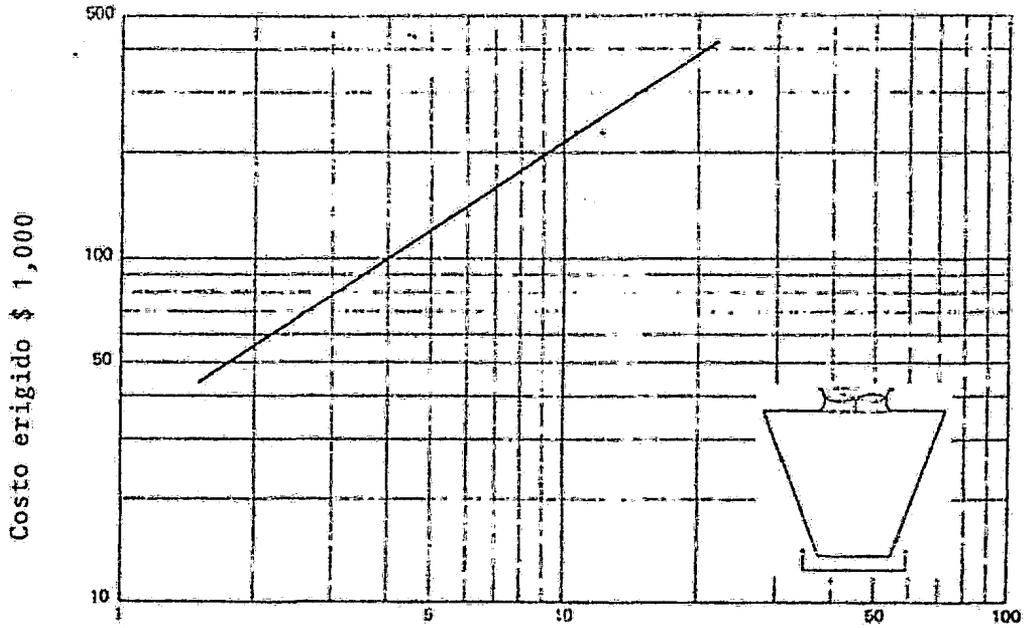


Fig. 43 Cap. 1,000 gpm
Torre enfriadora capacidad hasta 20,000 gpm de agua basen no incluido

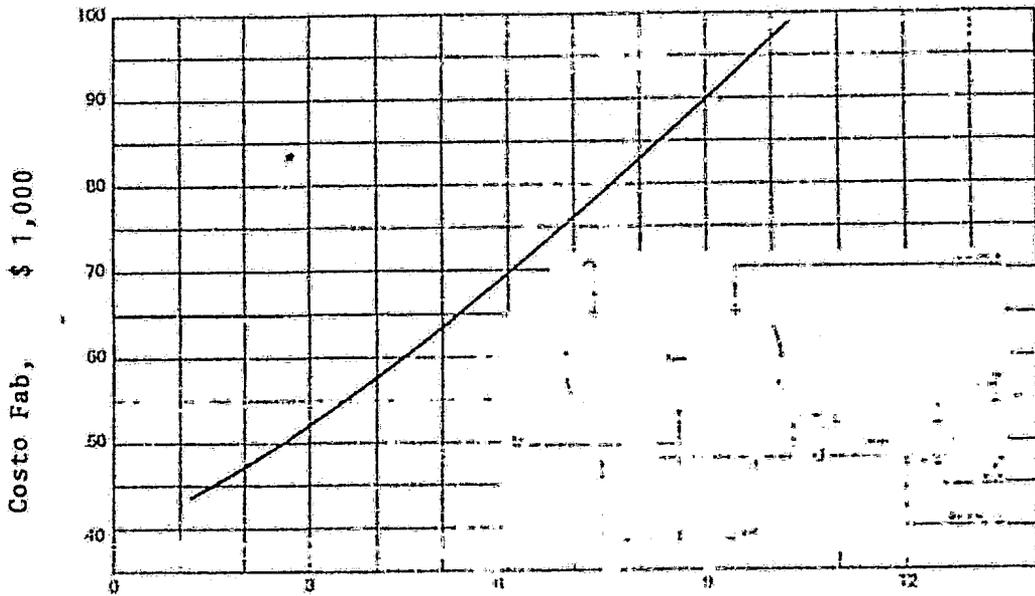


Fig. 44 Cap. millones Btu/h
Sistema de cambiador de calor - d 1 a 10 millones Btu/h.

No. of hearths	O.D., ft-in.							
	6-0	9-3	10-0	14-3	16-0	18-0	22-3	26-9
4	51	121	185	375	506	717	1,032	1,432
5	63	145	221	449	605	868	1,238	1,740
6	75	176	269	547	732	1,051	1,501	2,094
7	87	200	305	621	831	1,202	1,705	2,402
8	99	231	353	718	968	1,385	1,969	2,755
9	110	255	369	792	1,057	1,538	2,173	3,063
10	122	286	437	890	1,185	1,719	2,438	3,417
11			473	954	1,264	1,870	2,642	3,725
12					1,411	2,053	2,807	4,073
13							3,111	4,386
14							3,376	4,740

Total effective hearth area, ft²

Process description	Product	Typical product rates, lb/h/ft ²
Regeneration of granular activated carbon used for decolorization and/or tertiary wastewater treatment	Active carbon	2-4
Lime sludge reprecipitation—sludge from wastewater or water treatment plants	Lime	1.5-2.5
Manufacture of charcoal from wood and other cellulose wastes	Charcoal	1.9-3.8
Calcination of kaolin for pigment applications	Calcined kaolin	3-5
Regeneration of bauxite used to decolorize oils and waxes	Bauxite adsorbent	6-12
Regeneration of bone char used for decolorizing sugar solutions	Bone char adsorbent	15-25
Reclamation of foundry sand	Foundry sand	15-25

Feed	Typical feed rates
Sludge incineration: biological, secondary wastewater treatment plant sludge	Biological sludge 5-10

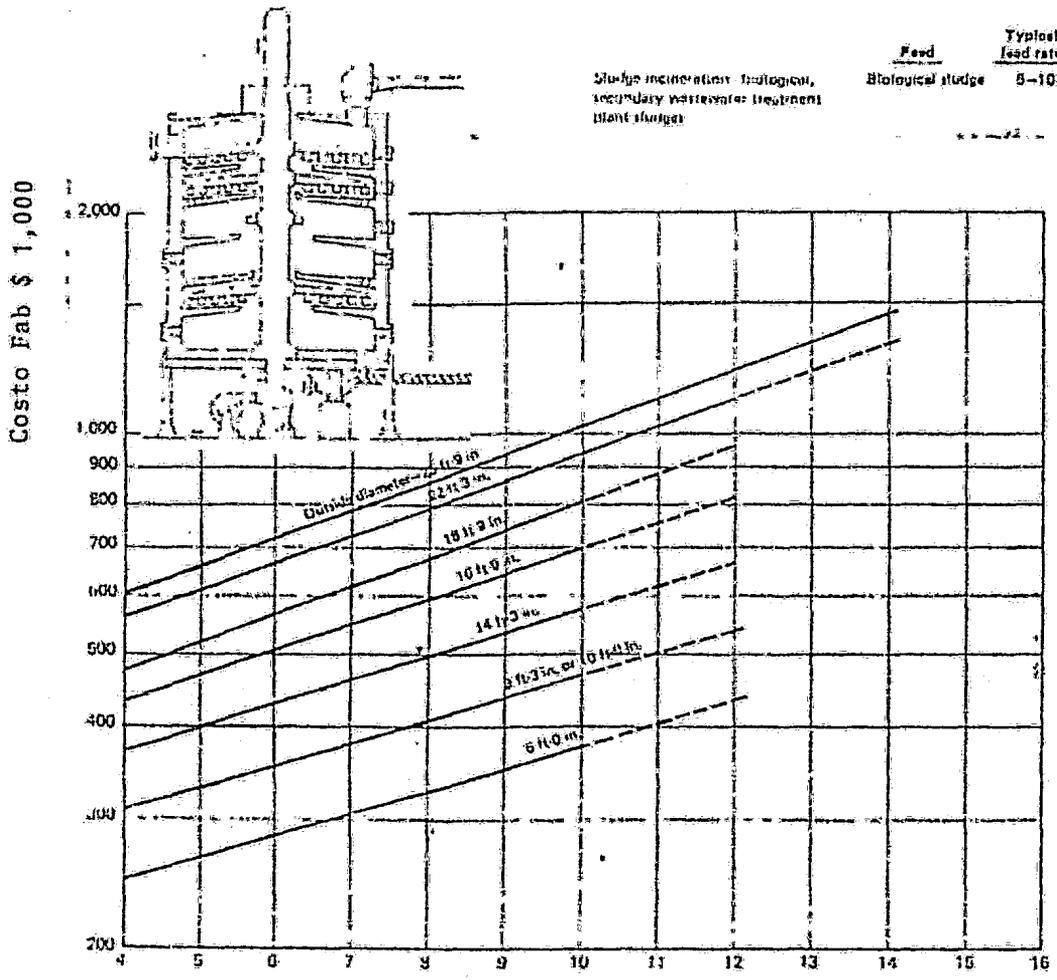


Fig.45 Horno de múltiple etapa - diámetro externo de 6 a 25 pies, número de etapas 4-14

Costo de erección en campo \$ 1,000

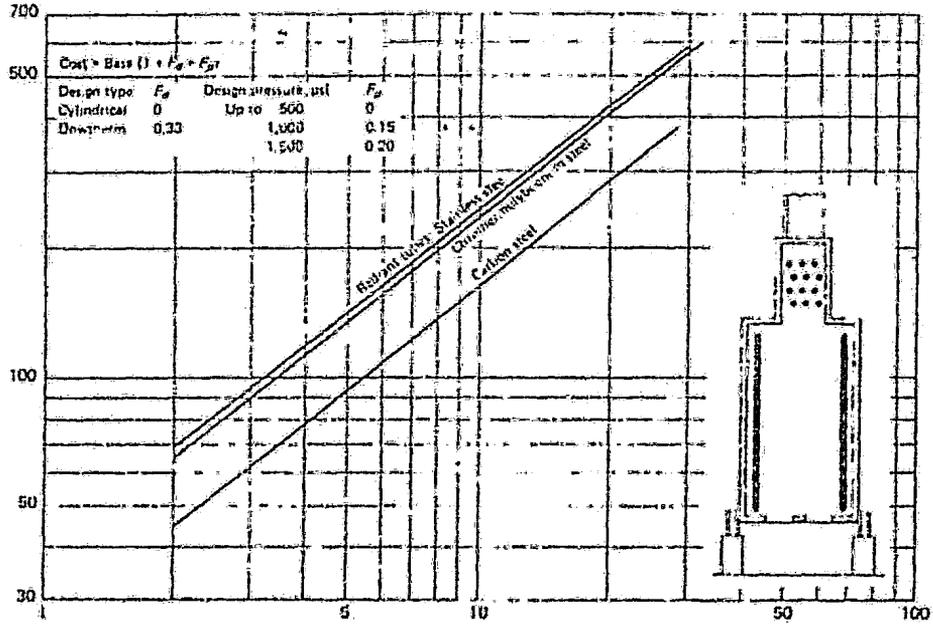


Fig. 46 Absorbedor millones Btu/h
Calentador, alóndrigo de varios tubos de acero, absorbedor de 2-30 millones Btu/h

erección en campo \$ 1,000

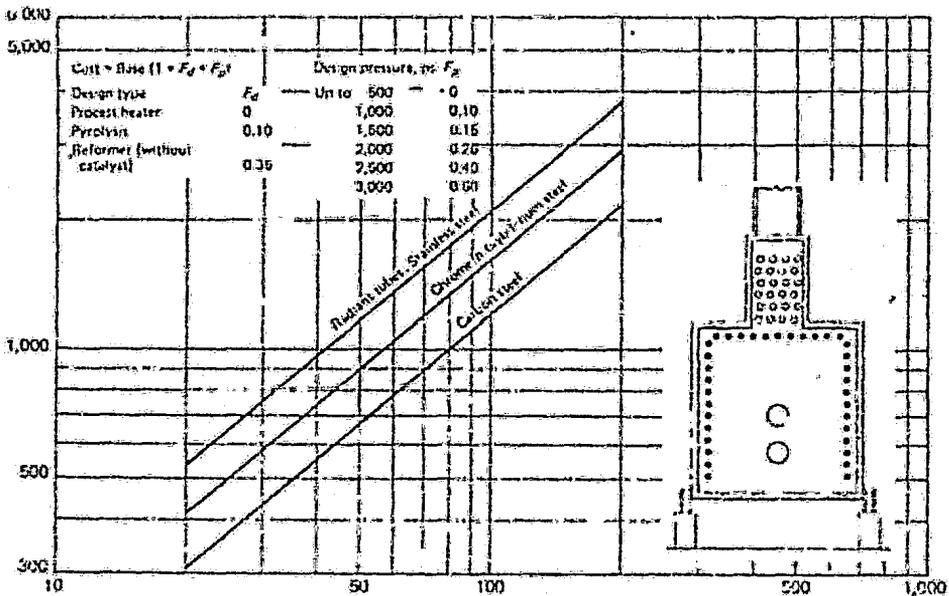


Fig. 47 Absorbedor millones Btu/h
Calentador tipo canasta, de varios tubos de acero, absorbedor de 20-200 millones Btu/h

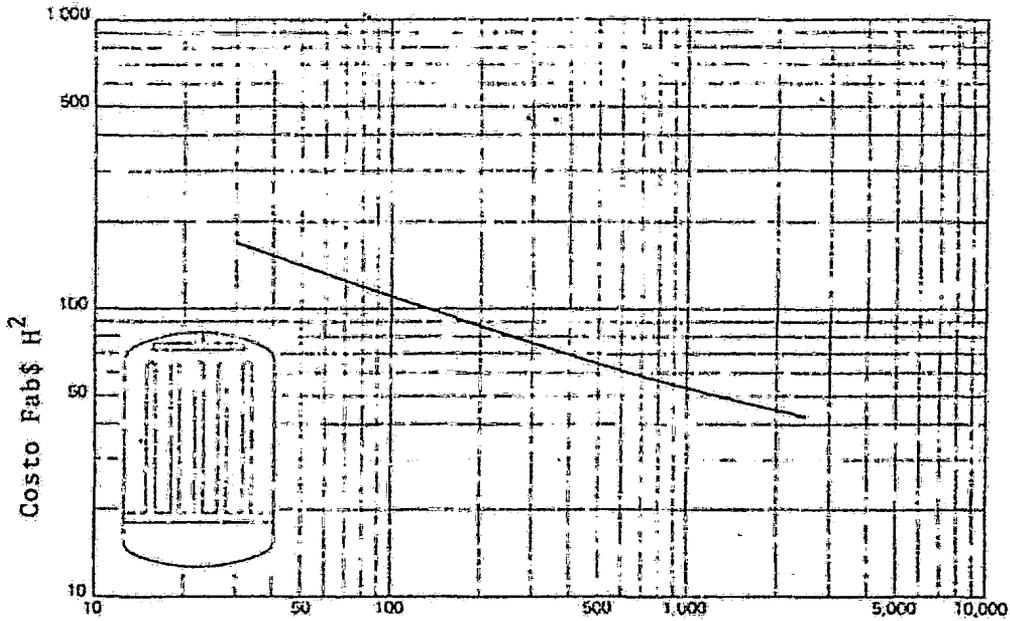


Fig. 48 Area total filtrante pies²
 Filtro vertical a presión de tuba - de acero al carbón con
 elementos de acero inox.

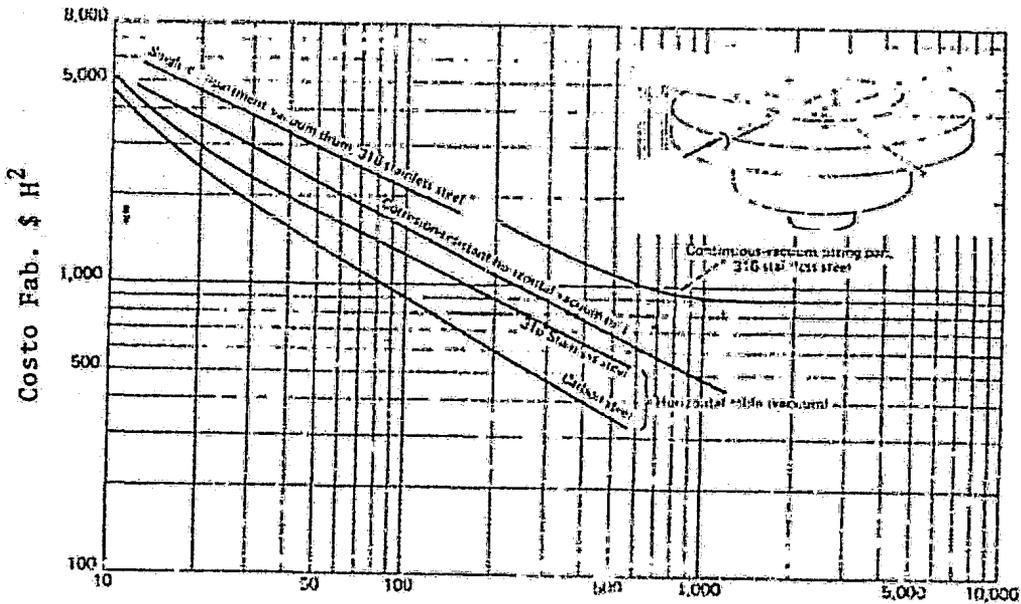


Fig. 49 Area total filtrante pies²
 Filtro horizontal de vacío

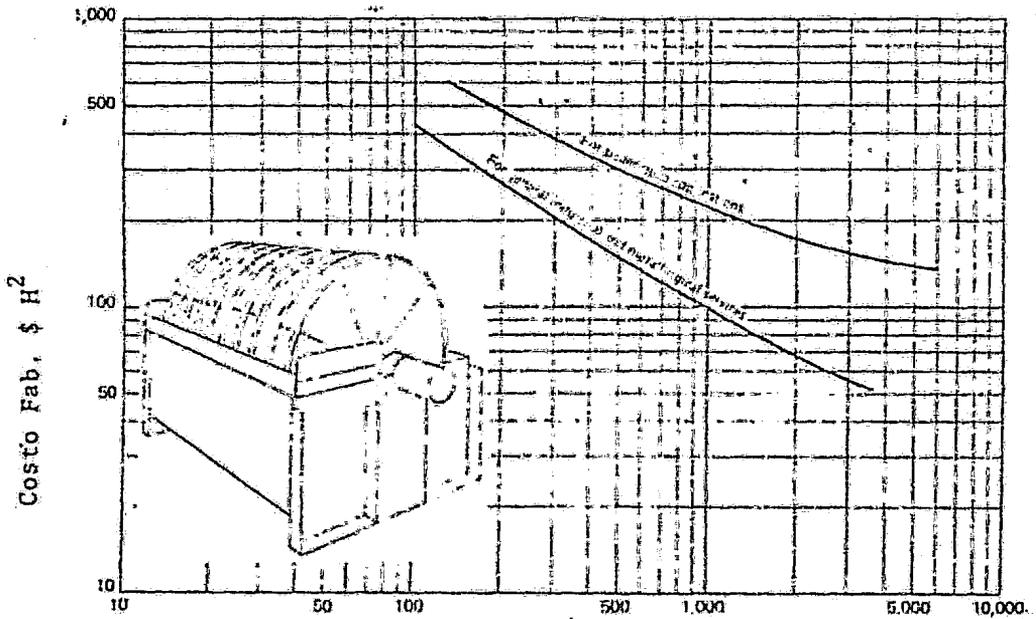


Fig. 50 Area total filtrante pies²
 Filtro rotatorio de vacío, para usos en servicios de
 filtración de pulpa en papel.

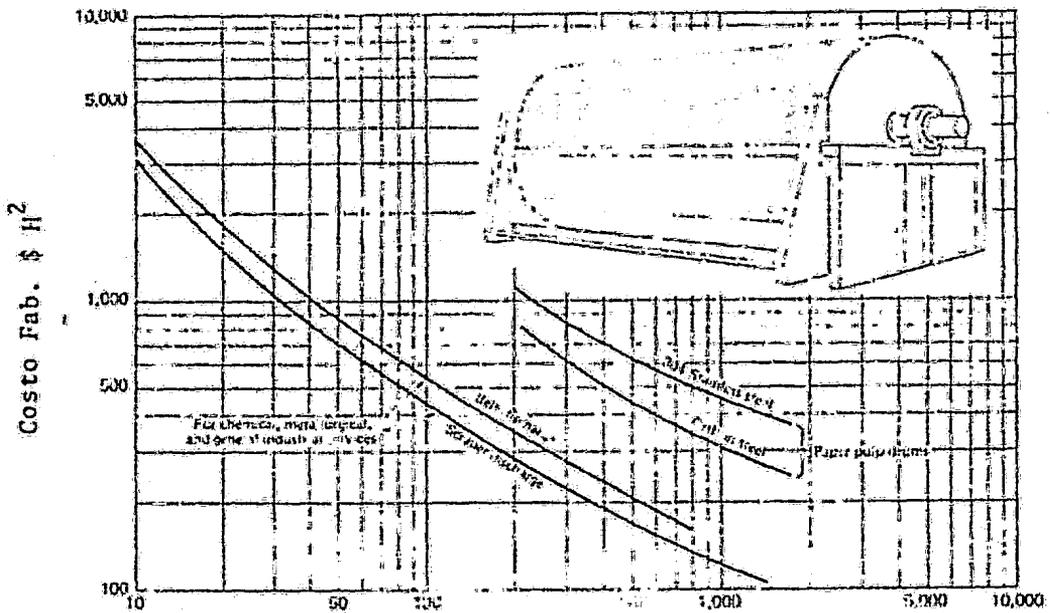


Fig. 51 Area total filtrante pies²
 Filtro rotatorio de vacío, de multietapas, para servicio
 de filtración de pulpa en papel

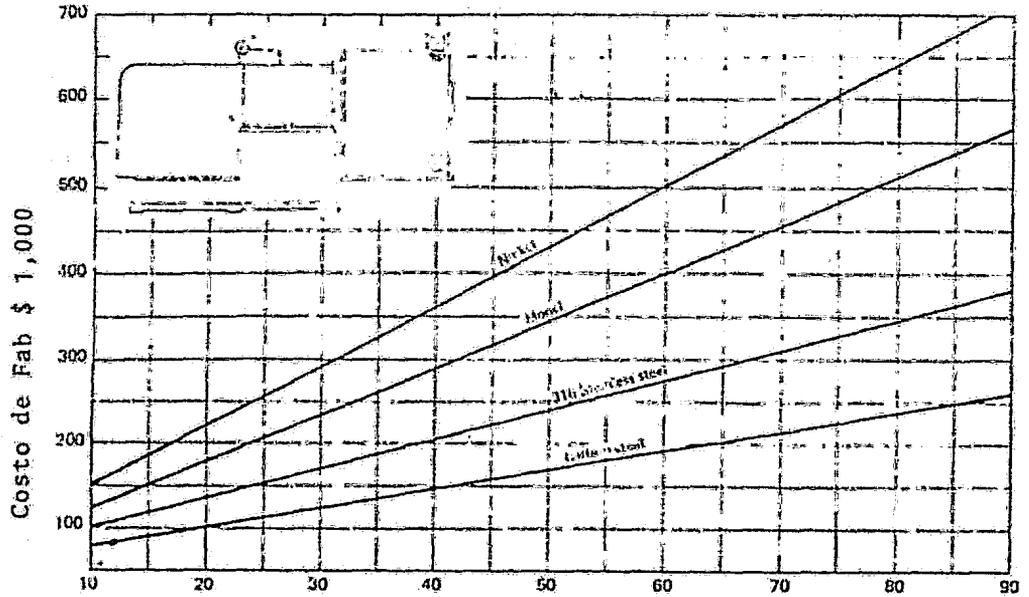


Fig. 52 Capacidad productos sólidos ton/h.
Centrífuga para aplicaciones en química inorgánica.

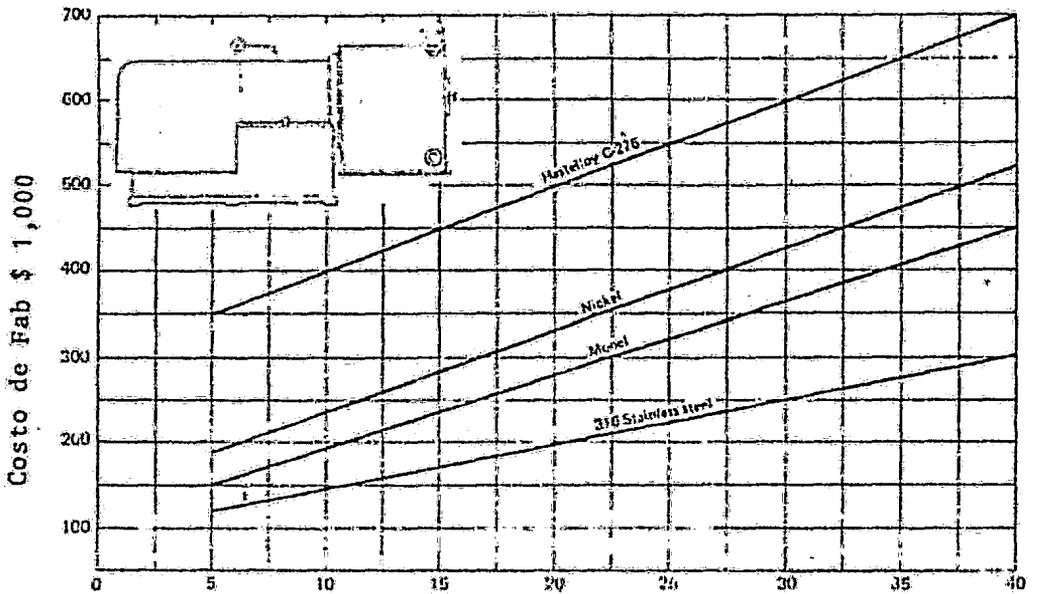


Fig. 53 Capacidad productos sólidos ton/h.
Centrífuga para aplicaciones en química orgánica.

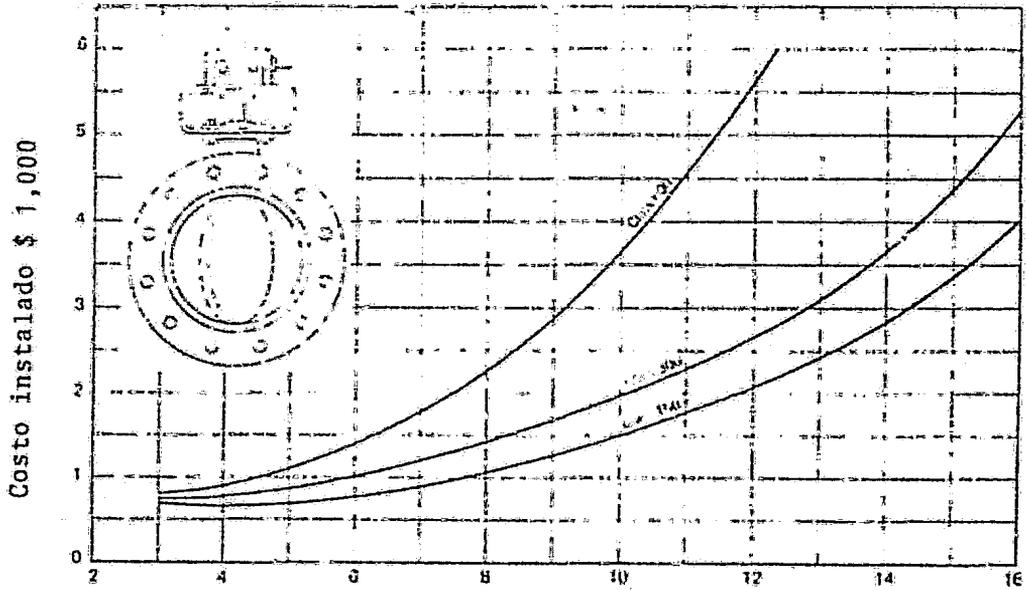


Fig. 54 Tamaño plg.
Válvulas de mariposa, clases ANSI 150, 300 y 500

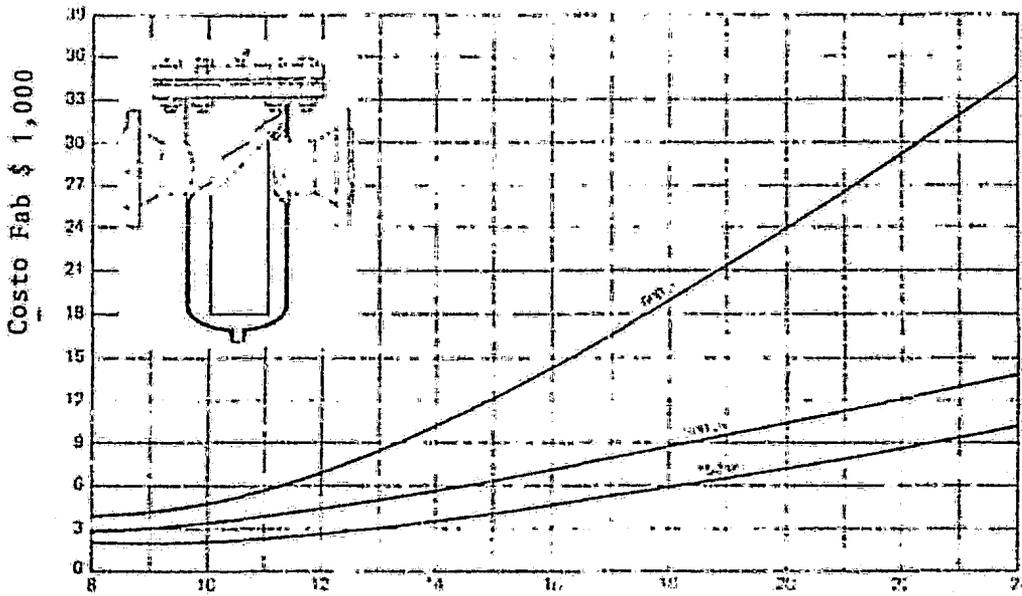


Fig. 55 Tamaño tubería plg
Corza acero al carbón tapa plano

5.4.3 Gastos de Arranque. - Existe una manera rápida de calcular los gastos de arranque mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Gastos} = A \cdot (0.10 + B + C + D + N \cdot E)$$

Donde:

A = Costos de Inversión directa

B = Factor de proceso, cuyo valor es: si es radicalmente nuevo 0.05, relativamente nuevo 0.02, y para procesos familiares -0.02.

C = Factor de equipo : si es radicalmente nuevo al tipo de --- equipo su valor es de 0.07 para equipo muy nuevo 0.04, pa--- para equipo relativamente nuevo 0.03, y para equipos fami--- llares -0.03

D = Factor de labor: Para procesos de operación manual es 0.04 para procesos de escasa operación manual 0.02 y para procesos automáticos -0.01

N = Número de unidades de proceso Involucradas

E = factor de dependencia: para unidades de proceso indepen--- dientes es 0.02, para plantas moderadamente Interdpn--- dientes, y para plantas independientes -0.02

Rara vez estos costos exceden del 10% de la inversión . Los cambios de construcción durante el arranque varían de 0.2 a 3% normalmente representan 1% de la inversión. De acuerdo con la práctica, los cambios de la construcción son artículos de la inversión. El tiempo de arranque varía de un mes a un año.

Dentro de este concepto se incluyen varios conceptos como --

son:

1) Todos los supervisores y técnicos involucran salarios de seis meses.

2) Los sobrestantes de operación involucran salarios de tres meses, para el personal de servicio (overhead), incluyendo personal de oficinas, se consideran salarios de dos meses.

3) El personal de ventas implica viajes y beneficios durante seis meses.

4) Para los obreros de proceso se toman dos meses de salarios.

5) Los cargos varios para el personal anterior son del 10% de sus salarios, para los conceptos de los puntos 1, 2 y 3 se consideran un 25% de su valor.

6) Los contratos de asistencia en operación deben permitir un cierto número de operadores por turno durante 90 días.

7) La asistencia técnica será por un cierto número de hombres-mes dependiendo del tamaño de la planta.

8) Inicio de operaciones con eficiencia baja se incluye el 10% de los costos variables durante 6 meses.

9) Se asume un 10% de contingencias.

10) Generalmente para procesos que no son totalmente nuevos el rango de costos fijos requeridos representa del 3 al 5% de la inversión de la planta.

Rentabilidad de una Inversión

La rentabilidad es una manera de evaluar si desde el punto de vista erogaciones-ingresos es o no conveniente llevar a cabo un proyecto

Por el cálculo de la rentabilidad de la inversión o cualquier otro método para evaluación es necesario determinar:

- 1) Inversión de capital
- 2) Costos variables de producción

Para su cálculo se divide en:

- a) materias Primas
- b) Productos Químicos
- c) Servicios

Tomando en cuenta los consumos de los conceptos anteriores, dados normalmente por el tecnólogo en forma de unidad del concepto por unidad de producto terminado; y conociendo sus costos unitarios en el mercado o los costos por su generación ($\$/Kw-H$, $\$/Kg$ Vapor, $-$ $\$/m^3$, etc.), se puede calcular el costo total.

3) Costos fijos de producción

Para su cálculo se dividen en:

Operación de Mantenimiento:

- Sueldos y salarios
- Prestaciones
- Otros Gastos
- Materiales Mantenimiento
- Suministro Operación

Administración:

- Sueldos y Salarios
- Prestaciones
- Otros Gastos

Ventas:

- Sueldos y Salarios
- Prestaciones
- Otros Gastos

Su forma de cálculo ya se mencionó anteriormente en este capítulo.

El cálculo final se da en \$/año, pero si se relaciona con la capacidad ton/año, se puede obtener en \$/ton en caso de ser requerido

Rentabilidad

a) Cálculo rápido

Una manera rápida para calcular la rentabilidad es la siguiente, la cual no es exacta y por lo tanto no es muy confiable se aplica la ecuación dada a continuación

$$R = \frac{(\$ \text{ de Venta} - (CV + CF) - F \text{ de Dep}) * \text{Capacidad}}{\text{Inversión}}$$

\$ de venta = \$/ton

CV = Costos variables (\$/ton)

CF = Costos fijos (\$/ton)

F. de Dep. = (Factor de Depreciación) = $\frac{\text{Inversión Fija}}{\# \text{ años a considerar la depreciación (10 años)}}$ *

(capacidad (ton/año) = (\$/ton)

R = Rentabilidad

b) Con Estados Financieros

La manera más exacta y confiable para el cálculo de la rentabilidad es mediante la producción de los estados financieros.

Para lograrlo se necesita fijar o conocer el valor de dos conceptos, adicionales a los costos fijos, costos variables e inversión total; estos son capital de trabajo y el plan de producción y ventas.

1) Capital de trabajo

Para el cálculo de este concepto se presentan dos tablas en las cuales se mencionan algunos de los criterios válidos para su cálculo

CAPITAL DE TRABAJO

Tabla I

Conceptos

EFFECTIVO EN CAJA:	- 15 días de los siguientes costos anuales. a) Costo directo de servicios. b) Gastos de estructura (excepto materiales de mantenimiento y suministros de operación) c) Gastos financieros.
CUENTAS POR COBRAR.	- 20 días de las ventas - o 30 días de las ventas.
INVENTARIOS	- Materia prima - 30 días del costo anual de materia prima y otros materiales. - 6 días de costo de materia prima y otros materiales. - Material en proceso: - 15 días de costo directo, costo operación y seguros - Producto terminado: - 19 días del costo total anual, sin depreciación - 7 días costo total anual sin depreciación
MATERIALES DE MANTENIMIENTO Y SUMINISTROS DE OPERACION	- 3 meses de su costo anual
PASIVO A CORTO PLAZO	- 30 días del costo directo anual - 60 días del costo directo

Tabla II

Concepto	Rango típico días		
	Mín.	Max.	Promedio
Inventarios:			
Materias primas	7	21	14
Producto terminado	7	90	30
Cuentas por pagar:			
Materias primas	-	-	30
Servicios	20	50	35
Labor	4	18	11
Tasas	15	75	45
Flétes	-	-	4
Cuentas por cobrar	30	50	40

2) Proposición de un plan de producción y ventas adecuado -- al mercado, y capacidad de la planta.

Este plan de ventas consiste en: preparar con cierta exactitud cuáles serán los volúmenes de ventas del producto, tomando en cuenta:

a) La demanda del producto de acuerdo al estudio de mercado en los diferentes años mientras opere la planta.

b) La capacidad de la planta propuesta de acuerdo al estudio de mercados.

- Valuación de la rentabilidad con estados financieros.

A continuación presentaremos la definición de cada uno de las principales herramientas a considerar en la evaluación de la rentabilidad.

Estado de resultados es aquel estado financiero que representa la situación económica de una empresa por un período dado.

OBTENCION DEL ESTADO DE RESULTADOS

- + VENTAS TOTALES
- DEDUCCIONES A LAS VENTAS
- = VENTAS NETAS
- COSTO DE VENTAS
- = UTILIDAD BRUTA
- GASTOS DE OPERACION
 - Gastos de Administración
 - Gastos de Venta
 - Gastos Financieros
 - + Productos Financieros
- = UTILIDAD DE OPERACION
- Otros Gastos
- + Otros Productos
- = Utilidad antes del Impuesto sobre la Renta y la participación de los trabajadores en las utilidades
- Impuesto sobre la Renta
- Participación de los trabajadores en las utilidades
- = UTILIDAD NETA

OTRA FORMA

UTILIDAD ANTES DEL I. S. R. Y P. T. U.

- Impuesto sobre la Renta
- = UTILIDAD NETA (Sujeta a la P. T. U. que importa \$1,000)

Nota: P. T. U. Participación de los Trabajadores en las utilidades.
I. S. R. Impuesto sobre la Renta

Flujo de efectivo: el movimiento de dinero dentro y fuera de la empresa. Para la evaluación de inversiones, la inversión es considerada como un flujo negativo, mientras que el retorno de capital debido a ventas se -- considera como positivo.

OBTECION DEL FLUJO DE EFECTIVO

Utilidad Neta

+ Depreciación y amortización = Efectivo generado

+ Ceprotis

. Saldo inicial en exceso más efectivo generado más ingreso no gravable más aportaciones de capital más financiamiento bancario = Tot. Ing.

- Pago pasivo bancario

- Inv. activo fijo

- Inv. cap. de trabajo

- Otras Inv.

- Pago Dividendo

= Saldo final exceso

Flujo neto efectivo

Flujo neto acumulado (*)

Flujo neto efectivo al 25% (descontado)

Flujo neto efectivo al 25% acumulado (*)

(*) Si de (-) a (+) período de recuperación

Balance: es el estado financiero que representa la situación económica de una empresa a una fecha dada.

OBTENCION DEL BALANCE

Activos

Caja y Bancos	Gastos preoperación
Cuentas por cobrar	Ingeniería
Inventarios	Otros activos diferidos

- a) Materias primas
- b) Materias proceso activo diferido
- c) Producto terminado
- d) Otros materiales

activo circulante total

(.) Activo neto total

Pasivos

Exceso en caja	Depreciación amortizada acumulada.
Otros activos	Financiamiento a proveedores
	Otros pasivos
Maquinaria y equipos	Pasivo Bancario M. N.
Mobiliario equipo de oficina	Pasivo bancario M. E.
Equipo de transporte	(*) Pasivo a corto plazo
Otros activos fijos	Pasivo bancario M. N.
	Pasivo bancario M. E.
activo fijo total	(*) Pasivo a largo plazo
	(*) Pasivo total.

Capital social
Reserva acumulada
Utilidad por aplicar
Utilidad en ejercicio
Capital total

Capital total + pasivo total = activo neto total

CONCLUSIONES

1) Se puede decir que el estimado de Inversión será función de: la etapa en que se encuentre el proyecto y la información con la que se cuenta para realizarlo.

2) En la elaboración de los costos de operación nos dimos cuenta de los elementos que los integran y de la manera en cómo se evalúan.

3) Dentro de la etapa de control de costos, pudimos observar la finalidad de su realización, y de una manera muy simple, la forma en que se llevan a cabo.

4) Se conocieron los conceptos necesarios para realizar una buena evaluación.

5) Se sentaron las bases para el conocimiento de los parámetros necesarios para la realización de una buena evaluación y obtener un resultado confiable y adecuado.

BIBLIOGRAFIA

1. - Chemical Engineering, April 5 1982, Mc Graw-Hill
Volume 89, No. 7

2. - Manuel D'evaluation Economique Des Procedes
Institut Francais Du Petrole, Edition Tecanip
France, 1976

3. - La Importancia de la Administraci3n en la Formulaci3n
y Evaluaci3n de Proyectos de Inversi3n.
Guillermo Carreto Cordero y otros
Tesis profesional Fac. Contadurfa y Adm3n., 1976

CAPITULO VI

CONSTRUCCION, PRUEBAS Y ARRANQUE

CAPITULO VI

CONSTRUCCION

PRUEBAS Y ARRANQUE

PREPARACION DEL TERRENO



ERECION DE EDIFICIO DE PROCESOS Y
AUXILIARES



PRUBAS Y ARRANQUE

- 6.1 INTRODUCCION
- 6.2 ESTUDIO DE LAS ETAPAS PRINCIPALES DE LA FASE DE CONSTRUCCION
 - 6 2 1 ETAPA PRELIMINAR.
 - 6 2.2 ETAPA DE MONTAJE
 - 6 2 3.3 ETAPA DE PRUEBAS Y ARRANQUE
- 6.3 CONCLUSIONES

CONSTRUCCION, PRUEBAS Y ARRANQUE

6.1 INTRODUCCION

Hemos visto como conforme el proyecto se ha ido desarrollando, partiendo de una necesidad o idea, hasta irse transformando en algo cada vez más tangible, hemos estudiado las fases de ingeniería y procuración dentro del contorno económico, y ahora nos avocaremos a la fase de construcción, la cual es la última fase en lo que a un proyecto se refiere. Una etapa que marca la culminación del proyecto y que es tan importante como las anteriores; es por eso que conscientes de las deficiencias que se presentan en el actual plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, en lo relativo a este tema, que hemos querido establecer en este Capítulo, los diferentes aspectos técnicos y humanos que intervienen en la fase de construcción, pretendiendo fundamentar las bases necesarias para el mejor entendimiento del tema; así como del proyecto en general.

Dentro de las áreas de trabajo que se presentan en la fase de construcción, podemos identificar cuatro áreas básicas que desempeñan un papel fundamentalmente importante para la integración de costos de dicha fase, y son:

a) Límites de Batería.

Se define como el lugar que ocupa el equipo donde se efectúan las operaciones incluyendo aquellas construcciones, tuberías e instrumentos que están relacionados con el proceso. Normalmente se excluyen los servicios auxiliares, salvo indicación contraria.

b) Almacenamiento y Manejo

Consiste en todas las bodegas, tanques de almacenamiento e instalaciones de carga y descarga requeridas para manejar materias primas y los productos terminados

No incluye el almacenamiento, ni el manejo de combustible.

c) Servicios energéticos.

Se refiere a los servicios para generación y transporte de energía hasta los límites de batería

Por lo general están integrados por plantas de aire comprimido, planta de fuerza (subestación, transformadores y líneas), plantas de alumbrado, sistemas de refrigeración, plantas y líneas de vapor, plantas de suministro y tratamiento de agua, bombas y torres de enfriamiento, drenajes, sistema de tratamiento de desechos o efluentes y almacenamiento y manejo de combustible.

d) Servicios Generales.

Representan los conceptos restantes de la Inversión, que son necesarios para operar una planta, incluye oficinas, laboratorios, comedores, caminos, espuelas de ferrocarril, sistemas de comunicación y equipos de servicios, etc.

Con la descripción de estas cuatro áreas, se puede deducir una secuencia lógica para la integración de esta fase del proyecto, ya que primero tendrán que crearse los servicios generales, después los servicios energéticos y finalmente se pasará a los límites de batería y a las instalaciones para almacenamiento y manejo.

6.2 Estudio de las Etapas principales de la fase de construcción.

Dentro del Capítulo II, en el estudio de las actividades del proyecto, hicimos mención de que dentro de la fase de construcción podríamos mencionar tres etapas principales:

- a) Etapa preliminar
- b) Etapa de montaje
- c) Etapa de pruebas y arranque

De las etapas anteriores, mencionamos las principales actividades que las conforman, ahora no sólo nos limitaremos a mencionarl--as, sino daremos una descripción de la actividad a tratar.

6.2.1 Etapa Preliminar.

6.2.1.1 Preparación del terreno. - Dentro de esta operación se encuentran otras actividades como son: el desmonte, la quema, el despeje de rocas, el movimiento de tierras. Pero antes de hablar de --ellas es necesario realizar otras operaciones entre las que tenemos la localización de los linderos.

La localización de los linderos, es la primera operación para proyectar la distribución de la planta, es decir requerimos establecer los linderos de la propiedad, así como de referencias y elevaciones, que pueden localizarse de las propiedades adyacentes, de los caminos locales, ferrocarriles y otras marcas permanentes medibles, identificables en el campo y registradas legalmente. Al mismo tiempo que se --ejecuta este trabajo, se determinan las elevaciones del terreno y se --preparan planos con líneas de nivel. Los trabajos adicionales de cons--

trucción que se ejecutan en plantas ya construídas no requerirán una comprobación tan extensa, pero los puntos de referencia para las elevaciones y linderos definidos en el lugar donde se va a efectuar el trabajo deberán aparecer en los dibujos y estar registrados en libretas de campo

Los puntos de referencia tienen por objeto facilitar la localización de las diferentes instalaciones de la planta. El plano de distribución general de la planta, generalmente se secciona con líneas imaginarias horizontales y verticales, numeradas a partir de un cero arbitrario y localizadas a intervalos regulares de 25, 50 ó 100 m, según el tamaño de obra. A estos ejes se les puede llamar X y Y o Norte y Este. de Esta manera se identifican con facilidad todos los puntos principales. Para poder efectuar el trabajo anterior, se establecen cuando menos dos puntos de referencia. Estos dos puntos o monumentos se colocan fuera del área de trabajo y se construyen de manera que no se muevan con facilidad.

6.2.1.2 Elevaciones. - Después que se han instalado las referencias para las dimensiones deberán construirse las de los planos de elevación

El banco de nivel de la planta (monumento que proporciona la altura de un lugar), por comodidad de diseño se establece en el punto más bajo del proyecto, al que se le puede dar la cota arbitraria de 100.00. De esta manera todas las elevaciones del proyecto serán de 100.00 o mayores

Generalmente, los proyectos grandes se dividen en secciones.

Para cada sección se fija un nivel de piso terminado (NPT) o rasante -- arriba del banco de nivel de la planta. La rasante de cada sección corresponde generalmente al punto más alto de la misma (siempre se considera una pendiente para el drenaje superficial).

Después que se ha fijado la rasante nominal, pueden fijarse las alturas de los equipos arriba de ella.

Los planos de elevación de la planta, junto con mapas topográficos del terreno y los planos de cimentación, determinan la magnitud del movimiento de tierras a efectuar, ya que en algunos puntos habrá que excavar y en otros rellenar.

6.2.1.3 Desmonte. - Una vez que los límites de la planta, -- así como los puntos de referencia han sido trazados por los topógrafos, se procede al desmonte del terreno.

El desmonte consiste en eliminar la vegetación que se encuentre presente en el terreno, donde se va a efectuar la construcción. La vegetación puede consistir de hierbas, maleza, matorrales y árboles, dependiendo del terreno.

El terreno a desmontar puede clasificarse de la siguiente -- manera:

- a) Manglar
- b) Selva
- c) Monte de regiones áridas y sem áridas.
- d) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales

El desmonte puede ser realizado a mano o con maquinaria.

6.2 1.4 Quema. - Una vez que se ha formado las hileras de hierba desmontada, es conveniente secar uno s días la vegetación y después quemarla.

Cuando la vegetación al hacer el desmonte está seca, es conveniente quemarla al mismo tiempo que se apila; para lo cual se prepara un buen fuego con madera gruesa y se le colocan montones de vegetación encima.

La combinación ideal para desmonte pesado y su quema es un bulldozer grande con una pala con cucharón de almeja. El bulldozer de senraíza y empuja los matorrales y árboles, mientras que la pala con cucharón puede recogerlos, sacudirles la tierra y amontonarlos sobre el fuego. La pala con cucharón de almeja puede mover las orillas sin quemar y conservar el fuego. Despeje de rocas. - En algunas ocasiones la superficie sobre la que se va a construir puede estar cubierta de suficientes piedras grandes sueltas o parcialmente enterradas. Cuando se tienen disponibles maquinaria y lugar suficiente para despercios la piedra puede ser eliminada, En caso de que las piedras sean demasiado grandes, es recomendable dinamitarlas para reducir su tamaño.

Si no pueden utilizarse técnicas de voladura, las rocas pueden reducirse por medio de marros o usando cuñas.

Movimiento de tierras. - Por movimiento de tierras se entiende la excavación, explanación y rellenos que se efectúan en un terreno; ya sea para satisfacer los requerimientos de los planos de elevación -- o bien para efectuar trabajos de cimentación o instalación de tuberías y ductos subterráneos.

6.2.1.5 Excavación. - La excavación puede hacerse a máquina o a mano. La excavación a máquina se puede hacer con varios equipos y su elección depende del suelo y de la profundidad de la excavación

La excavación a máquina es mucho más barata que la excavación a mano y se usa siempre que es posible.

6.2.1.6 Rellenos. - El relleno se realiza vertiendo la tierra por capas sucesivas, las cuales posteriormente se aplanan y compactan.

Explanación de materiales. - Este trabajo consiste en distribuir las tierras que se han vertido sobre un terreno.

Compactación. - La compactación es el procedimiento mediante el cual se aumenta la densidad de un suelo con el objeto de incrementar la resistencia y disminuir la compresibilidad, la permeabilidad y la erosionabilidad.

Lo antes descrito permite darnos una idea amplia acerca de los diferentes pasos que se siguen para la preparación del terreno donde se va a construir la planta, realizada esta operación, se procede a la siguiente etapa que es la cimentación.

6.2.1.7 Cimentación. -

Las cimentaciones para el equipo, los edificios y las estructuras de acero no solamente deben transmitir las cargas al suelo o al empílotado, sino también sujetar en su lugar al equipo soportado. Como dato práctico puede decirse que todas las cimentaciones se construyen de concreto simple o de concreto reforzado. Este material es relativamente barato y manejable.

Para sujetar el equipo directamente en la cimentación durante el colado, se dejan ahogados en el concreto pernos de anclaje. Después que ha fraguado, se sujeta el equipo en su lugar con los pernos. La mayor parte del equipo se atornilla firmemente a la cimentación.

6.2.1.8 Tipos de cimentación para una planta de proceso. -

Los tipos de cimentación que más se usan en las plantas de -- proceso son los de zapatas, las placas continuas y las de pilotes.

Zapatas. - Si las condiciones del suelo son favorables, las zapatas resultan ser el tipo de cimentación menos costoso. Las zapatas de cimentación se emplean para distribuir las cargas concentradas sobre una extensión de suelo, lo suficiente para que ésta pueda soportar las cargas con seguridad. Generalmente consisten en una columna o pedestal colado monolíticamente con una base de sección mayor (la zapata).

Cuanto mayor sea la base de la cimentación menor será la presión unitaria en el suelo.

Las zapatas se construyen de concreto reforzado. La profundidad ideal para desplantar las bases, es la que no sea menor que la profundidad de congelación normal ni que la máxima a la que se noten cambios volumétricos de expansión o de contracción, debiéndose tomar la que sea mayor.

Sin embargo, en muchos suelos sobre todo del tipo arcilloso, la profundidad sería tan grande que resultaría muy costosa la excavación, en estos casos se requiere de otros tipos de cimentación que pueden ser los indicados.

Dentro del tipo de las zapatas tenemos las zapatas individuales cuadradas, las rectangulares y las circulares.

Las zapatas se usan con frecuencia para soportar torres, chimeneas y columnas estructurales altas. En estas aplicaciones la zapata circular es ideal. Las estructuras altas sujetan la zapata a la acción combinada y simultánea del peso y del momento de vuelco producido por los terremotos y por el viento.

Placa continua de cimentación. - La expresión placa continua de cimentación (también losa continua de cimentación) se usa para denotar una infraestructura que transmite las cargas al suelo mediante una losa continua que abarca la superficie total del terreno que ocupa la estructura, como si fuera la losa del piso.

La placa continua de cimentación puede considerarse como un conjunto de zapatas utilizadas cuando la capacidad de carga del terreno es tan pequeña que obliga a utilizar varias zapatas individuales tan grandes que lógicamente se unen unas con otras, con lo cual el área de soporte de esfuerzos será toda la superficie del terreno que ocupa la superestructura.

Un tipo de placa continua de cimentación que puede construirse fácilmente es la que tiene un espesor uniforme y soporta columnas individuales.

Es razonable suponer que la placa de cimentación resultará tan rígida, y la carga tan constante que el mismo suelo plástico se comprimirá y reajustará de tal manera que, la carga de cada columna se repartirá casi uniformemente bajo la placa.

Cuando las cargas de las columnas contiguas difieren considerablemente, quizá no convenga emplear este tipo de placa de cimentación, debido a la posibilidad de un asentamiento local. La placa no puede repartir cargas desiguales muy lejos sobre un suelo compresible.

La longitud de los tramos, en cada dirección debe ser razonablemente igual, sin que la mayor separación exceda de 1.2 veces el valor de la más pequeña, y las columnas (cargas) deben situarse en alineaciones razonablemente rectas. Además una separación entre columnas (cargas) que sobrepase los 6 a 7.20 m puede requerir una placa excesivamente gruesa.

Cimentación en pilotes. - Con frecuencia se han localizado plantas de proceso ventajosamente en zonas costeras o a lo largo de los ríos.

Estos lugares, aunque muy convenientes para la economía del transporte, generalmente requieren la planeación de cimentaciones para soportar cargas pesadas en suelos que tienen poca resistencia o suelos que sufren grandes asentamientos con las cargas. En estos casos las cimentaciones de pilotes son muy útiles. Evidentemente los pilotes se utilizan cuando las condiciones del subsuelo no son adecuadas para emplear zapatas o placas de cimentación; por consiguiente, van generalmente asociados con problemas difíciles de cimentación y con las condiciones peligrosas del subsuelo.

Los pilotes soportan las cargas de las cimentaciones y edificaciones y las transmiten a las capas de terreno estable situadas a varios metros abajo de la superficie, o por medio de la resistencia al corte

creada por el rozamiento entre el suelo y la superficie de los pilotes

En el primer caso se dice que el pilote trabaja como columna. En el segundo, se dice que trabaja por fricción. Sin embargo, en las condiciones que con mayor frecuencia se presenta esta clasificación sencilla resulta inadecuada. A menudo el apoyo se obtiene con una combinación de -- ambos efectos

Tipos de pilotes. - Dependiendo del material con que se fabrican, y sus métodos de construcción y de hincado, los pilotes con capacidad de carga pueden clasificarse como sigue:

1. - Madera
 - a. No
 - b. Tratada con preservadores
- 2 - Concreto
 - a. Precolado
 - b. Colado en el sitio
- 3 - Acero
 - a. Sección H
 - b.. Tubo de acero
4. - Mixto

Cada uno de los tipos de pilote con capacidad de carga tiene -- uso en el campo de la construcción y para algunos proyectos, más de un tipo puede ser satisfactorio. Es deber del ingeniero seleccionar el tipo de pilote más satisfactorio para una obra dada, tomando en cuenta todos los factores que afectan a la selección. Entre los factores que -- tienen influencia sobre la selección, son los siguientes:

1. - Tipo, tamaño y peso de la estructura a soportar
2. - Propiedades físicas del suelo de la localidad.
3. - Profundidad a un estrato que sea capaz de soportar los pilotes
4. - Posibilidad de variaciones en la profundidad a un estrato de apoyo.
- 5 - Disponibilidad de materiales para los pilotes.
6. - Número de pilotes que se requieren
7. - Facilidades para hincar los pilotes
8. - Costos comparativos en el lugar.
9. - Durabilidad requerida.
10. - Tipos de estructuras adyacentes de la obra.
- 11 - Profundidad y clase de agua si la hay arriba del terreno en el que se van a hincar los pilotes.

Para ilustrar el efecto que tienen estos factores en la selección del tipo de pilotes, considérese el factor 4. - Si los agujeros de exploración en el sitio de la obra indican que la profundidad a un estrato capaz de soportar los pilotes varía considerablemente, no deben seleccionarse pilotes de concreto precolados.

Independientemente de otros factores convenientes, la dificultad y el gasto que ocasionan para aumentar o disminuir la longitud debe eliminarlos de toda consideración. Si se desea poner pilotes de concreto, debe seleccionarse uno de los tipos de colado en el sitio.

De lo antes establecido resalta a la vista el hecho del papel -

tan importante que juega un estudio del subsuelo, pues resulta imposible juzgar las condiciones del subsuelo a simple vista, por lo que es recomendable emplear los servicios de empresas especializadas en el análisis de suelos o en estudios del subsuelo. La seguridad en los datos permite proyectar y elegir la cimentación sobre bases reales.

6.2.1.9 Instalación de los edificios provisionales para la construcción.

Debido a la importancia de los edificios provisionales en la construcción de una planta de proceso, es necesario prever su instalación y organización. Una instalación racional de estos permite, en gran medida, respetar los plazos fijados para la construcción, evitando de error de mano de obra, de materiales y enseres; facilitando una buena ejecución. La instalación de estos edificios provisionales comprende:

Los talleres de carpintería, los talleres de herrería, el taller eléctrico, etc., y las oficinas para el personal de construcción.

Por otra parte, pueden considerarse como comprendidos entre los límites de las instalaciones de los edificios provisionales para guardarlos, el conjunto de equipos utilizados en la construcción como son:

Los camiones devolteo, las palas mecánicas, los traxcavos, los rodillos compactadores, etc

6.2.1.10 Estudio del plan de instalación de los edificios provisionales

La instalación de los edificios provisionales debe ser objeto de un estudio, antes de iniciarse la ejecución del grueso de la obra.

El plan general de su instalación debe ser elaborado por ingenieros sobre la base de un plano de localización.

No existe ningún tipo que pueda servir de modelo para la organización de los edificios provisionales a pie de obra; la disposición de las instalaciones dependerá del volumen de la obra que se ejecuta.

Es indispensable, antes de proceder a esquematizar el equipo de taller, el conocimiento del lugar y la situación del terreno donde va a levantarse la construcción; hay que conocer también las vías de acceso y las posibilidades de enlace con las diferentes redes de canalización de agua, de electricidad y de teléfonos.

Aunque el número de edificios provisionales varía con el tipo de obra, los siguientes son los típicos:

- a) Oficina de construcción para alojar al superintendente general, al ayudante, al jefe de oficina, al jefe de tomadores de tiempo, al agente de compras, a una enfermera recibida y a 6 u 8 empleados y taquígrafas.
- b) Vestidores: con lavabos, debe destinarse un espacio separado para cada oficio.
- c) Cobertizos para la fabricación de tuberías, carpintería e instalaciones eléctricas.
- d) Cuarto de herramienta: se usa para guardar y revisar las herramientas de mano, suministros y equipo portátil.
- e) Bodega. Que se usa para almacenar el equipo de la planta que deba protegerse de la intemperie, válvulas, tubo pequeño y conexiones conduit, cemento y aislamientos.

Varios edificios grandes que tengan espacio para alojar varias dependencias resultan por lo general mucho más baratos que muchos edificios separados. Muchos contratistas han encontrado económicos -- los edificios metálicos prefabricados.

Construcción de Caminos de Acceso.

Cuando se están construyendo los edificios provisionales, -- otras cuadrillas de trabajadores construyen espuelas de ferrocarril para llevar el equipo grande a la obra y calles para dar acceso a todas -- las partes de la obra, a camiones y equipo de construcción.

Se trazan los caminos de la planta, se quita la tierra vegetal, se compacta y se rellena con arena y grava. Sin embargo, el pavimento, especialmente el que se hace con material blando como el macadam, se construye al final de la obra para evitar dañarlo con el equipo de construcción.

Si no es necesaria una espuela permanente de ferrocarril para la planta, con frecuencia se construye una temporal cuando se va a enviar el equipo grande por ferrocarril. Empleando este método puede -- levantarse el equipo directamente del carro e instalarse. No es necesario ponerle balasto a la espuela provisional, pero pueden soldarse los tramos de rieles contraventeándolos con elementos estructurales que -- permitan el movimiento de tramos largos sin que se pierda su alineamiento.

6.2.1.11 - Instalaciones de los servicios subterráneos.

En una planta de proceso, las fuentes primordiales de aguas de

drenaje y de desecho son los servicios sanitarios, los desagües del proceso y el drenado superficial. El sistema de drenaje de la planta debe ser diseñado para conducir estos desperdicios al sistema de eliminación, sin que se produzcan obstrucciones peligrosas de gases explosivos.

Los sistemas de drenaje para las plantas de proceso pueden consistir en una o más líneas principales de drenaje con ramales de cada área por drenar. La línea principal de drenaje debe tener la suficiente profundidad para recibir las descargas de los ramales de cualquier área de la planta o de áreas previstas para ampliaciones.

A las líneas de drenaje se les debe dar la pendiente necesaria para tener el cabezal suficiente que produzca velocidades de 2 1/2 a 3 pies por segundo (5 como máximo). Estas velocidades de 2 1/2 a 3 pies por segundo, son necesarias para evitar el asentamiento de sólidos. Los mapas de las curvas de nivel del área de la planta son de utilidad para planear la localización del drenaje principal a modo que los ramales de todas las áreas puedan tener las pendientes apropiadas.

Para evitar que los drenajes se tapen y para facilitar su limpieza, las líneas deben correr sin cambios de dirección entre registros y entre coladeras y registros. Para ramales que contengan coladeras debe haber conexiones de limpieza.

En las líneas principales de drenaje, los registros se localizan en cada cambio de dirección y en los tramos rectos de tubería debe haber un registro aproximadamente cada 60 metros. Siempre que sea posible, los ramales (laterales) deben conectar con las líneas principales

en un registro.

En áreas peligrosas, los registros tienen tapas selladas con venteos que descargan en una área no peligrosa. Los registros por los cuales pasan materiales inflamables deben aislarse por medio de un sello de agua para evitar la propagación de incendios o explosiones.

Los registros se construyen de ladrillo comun, ladrillo ácido resistente, concreto con revestimiento de ladrillo o concreto solo. Las tapas de los registros, las rejillas y otros accesorios, por lo general son de hierro fundido.

Las coladeras se usan para recoger el drenado superficial o el de proceso. Para salir de la coladera y entrar al drenaje, el agua cambia su dirección de flujo en 180 °, de esta manera los sedimentos quedan atrapados en el fondo de la coladera. Las coladeras se construyen de concreto y tienen tapas ranuradas de hierro fundido.

El tubo de concreto reforzado es el que más se emplea para drenajes. Por debajo de calzadas pavimentadas y cerca de cimentaciones u otras estructuras, se prefiere el hierro fundido. La cerámica vitrificada se usa bastante para áreas en donde los materiales de desecho puedan entrar al sistema de drenaje y el tubo de plomo se emplea para desechos de ácidos concentrados. Para drenajes sanitarios se usa tubería de hierro negro.

6.2.2 Etapa de Montaje. -

6.2.2.1 Erección y montaje de estructuras.

Dado el ahorro que implica la construcción de las plantas de proceso al aire libre, la mayoría de éstas se proyectan inicialmente así. Cierta tipo de equipo con protección especial será resguardado en alguna edificación.

Las plantas pueden construirse con acero estructural o con concreto reforzado, según necesidades y tipo de planta. El acero estructural resulta económico para edificaciones elevadas y el concreto para edificaciones no mayores de 5 m y a prueba de fuego.

Cada uno de los siguientes aspectos deben ser considerados en la planeación de las estructuras antes de la erección de las mismas:

A) Distribución. - Se debe tener una distribución adecuada para la operación, reparación, inspección o traslado del equipo elevado -- sin problemas o riesgos.

B) Pisos. El tipo de piso dependerá del tipo de proceso que se tenga en cierta área. Los principales tipos de pisos son el piso de losa y el piso de rejilla o placa de acero, aluminio o acero galvanizado.

C) Aditamentos. - Incluye todo tipo de sujetadores o soportes para los equipos, ya sean móviles o fijos.

6.2.2.2 Montaje de estructuras de acero. -

Para lograr la erección de las estructuras se dispone de dibujos de montaje para guiar al personal de campo. La erección de la estructura se ajusta a patrones dados y debe estar dentro del tamaño y peso de las piezas individuales del fabricante.

La erección de la estructura se facilita al dividirla en secciones. Con estas secciones se tendrán distintos plazos de entrega del material, preparación de dibujos de taller, etc. El tamaño de las secciones depende del tipo de estructura general.

Desde la recepción del material hasta la erección final de la estructura completa, se presentan los siguientes pasos generales:

I. - Entrega y descarga. - Se requiere de un área para recibir y almacenar el material hasta que se le necesite. Para efectuar la descarga de los materiales es casi siempre suficiente una grúa y un camión.

II. - Clasificación para la erección. - El ordenamiento de las piezas recibidas facilita su manejo y entrega. Muchas veces el fabricante tiene ya alguna clasificación específica.

III. - Transporte al sitio de erección. - Se pueden utilizar camiones de carga, si se cuenta con caminos de acceso entre el almacén de materiales y la obra.

IV. - Erección. - Existe un grupo encargado de la colocación de las piezas de acero en el lugar indicado, así como de su encajamiento; ésta es una cuadrilla de erección. La cuadrilla está encargada de la correcta selección de la pieza y de guiarla hasta el sitio indicado, ahí es recibida por una cuadrilla de ensambladores que llevan la pieza hasta su posición exacta.

Para lograr una erección de una estructura, suelen utilizarse grúas o plumas.

La diferencia principal entre las plumas y las grúas es que las primeras son unidades fijas y las segundas son unidades móviles,

pero ambas están dotadas de un brazo móvil y de un cable del cual pende la carga.

Las grúas más empleadas son las grúas de camión, las de oruga, las de locomotora y las hidráulicas.

El empleo de cada una de estas grúas dependerá de las capacidades de carga, superficie y características del terreno o bajo alguna condición especial de erección.

Las plumas se clasifican en plumas fijas y en plumas móviles o de tijera.

El control del cable de carga de las plumas fijas puede ser manual o mecánico por medio de malacates cuya potencia proviene de motores que pueden ser eléctricos, de gasolina o diesel.

La pluma móvil es muy empleada cuando se requiere con frecuencia de movimientos verticales y horizontales.

El cable utilizado en las grúas y en las plumas para el manejo de las cargas y para la movilidad del mismo equipo en sí, deben de tener propiedades específicas según su aplicación. Los cables son generalmente de dos tipos: el cable de acero y el cable de fibra. El manejo de los cables debe de ser el adecuado para evitar que se dañen y obtener seguridad y mejor rendimiento.

V. - Ejecución de conexiones permanentes. - Como punto final de la erección de toda estructura de acero, se tiene la colocación de las conexiones permanentes consistentes en: pernos, tornillos, remaches o soldadura.

Como un antecedente a este paso se debe de tener la alineación

y fijación de las piezas por medio de punzones y de pernos de ajuste - con el fin de garantizar que permanecerán en su lugar hasta que se ajusten permanentemente.

Dentro de las conexiones permanentes, la soldadura es el método más empleado. Su colocación es mediante el método del acero protegido.

Las características principales de las conexiones permanentes son:

A) Remachado. - Una cuadrilla formada por cuatro hombres es la encargada de su colocación; un operador de la remachadora neumática, un operador que empuja el extremo del remache mediante una barra de acero pesado llamada entivadora; un operador que recibe el remache y lo coloca en el agujero hecho con punzón y un operador encargado de calentar los remaches.

Durante el remachado, el ajuste correcto del acero es muy importante.

B) Juntas atornilladas. - Si lo permiten los códigos de construcción y las especificaciones de trabajo, algunas veces pueden emplearse pernos de alta resistencia para conexiones. Suele colocarse una rondana de acero duro, debajo de la cabeza del tornillo y de la tuerca, como protección del acero, relativamente frágil, de la estructura.

En ciertos tamaños resulta más barata la instalación de tornillos que la de remaches, además, la instalación de tornillos requiere de una cuadrilla de dos hombres, que no necesitan la habilidad de los remachadores; necesita además de menos equipo especializado, se - -

evita el empleo del fuego y su colocación es menos ruidosa y más rápida.

C) Conexiones soldadas. - Por lo regular, se utiliza el método del arco protegido; es un método manual que se realiza en el campo mediante máquinas portátiles y electrodos revestidos. Se emplea el método del arco protegido para evitar que el metal en fusión se pueda combinar con el oxígeno y el nitrógeno del aire, formando óxidos o nitruros que mermen la resistencia y ductilidad de la soldadura.

Para realizar la soldadura eléctrica por medio de arco es necesario un generador de corriente alterna o directa para tener un suministro constante de corriente; esto se logra mediante un motor de combustión interna. Además del generador, se necesitan un electrodo, un porta electrodo y cepillo de cerdas de metal para la limpieza de la pieza antes y después de la soldadura.

Como equipo de protección y seguridad para el soldador y demás obreros cercanos al equipo, se debe contar con guantes, ropa, zapatos, careta y lentes adecuados para este tipo de trabajo.

Existen muchos tipos de electrodos y su selección se hace en base a los códigos de la "American Welding Society." Además, la selección de los electrodos se hace tomando en cuenta las propiedades, la clase de electrodo y la composición del mismo.

También existen distintos tipos de juntas y se eligen de acuerdo al tipo de carga a soportar, la forma en que se aplica el costo de la preparación de la unión y la subsecuente soldadura o bien por especificaciones de código

VI Instalación de plumas fijas - La instalación de plumas fijas es muy importante en la erección de recipientes, siendo un antecedente para el montaje del equipo.

Los pasos necesarios para el montaje de las plumas fijas son los siguientes: preparación de los muertos, arreglo de la base de apoyo, armado, transporte, enguarnición de la pluma y erección

La pluma debe tener una posición adecuada para que pueda usarse lo más posible. Dado el espacio que ocupa la pluma cierta parte del equipo de proceso tiene que esperar a ser colocado después del desmantelamiento de la pluma.

6.2.2.3 Erección y montaje del equipo principal.

Ya terminada la construcción de las cimentaciones y la erección de las estructuras se procede, por facilidad, a colocar el equipo más pesado o el equipo principal.

Por lo general se observan los siguientes pasos durante el montaje de estos equipos: transportación, levantamiento y colocación en su lugar (erección) y nivelación del equipo.

A) Transportación. - Cuando el equipo adquirido tiene un gran tamaño y un gran peso, el fabricante suele enviarlo por secciones. En el caso de recipientes de menor tamaño ya vienen armados.

Independientemente de las dimensiones del equipo, se debe tomar en cuenta las vías de acceso que se tienen: carretera, ferrocarril, por mar o por río. Además, si el equipo viene en parte o seccionado se necesita saber el número de secciones. En cualquiera de los casos, si el equipo es muy grande, es necesario trazar las rutas accesibles, obtener permisos de traslado, tomar en cuenta problemas de espacio

durante el traslado, problemas en la descarga y durante la transportación.

El equipo grande y pesado se puede acercar más al lugar de la erección si está en el suelo, arrastrándolo sobre rodillos de madera o tubos hasta el lugar deseado. La base del equipo se protege con vigas de madera denominadas patines. Si se desea levantar a una altura pequeña ese equipo, se pueden emplear gatos de una gran capacidad.

B) Erección del equipo. - Las maniobras de erección o levantamiento de los equipos es una fase muy interesante que requiere de cuadrillas de operadores muy hábiles.

El equipo a levantar se sostiene por medio de eslingas de cable de acero y, según la carga, una grúa de oruga, plumas fijas o -- plumas montadas sobre camión o algún otro tipo de grúa.

Para el montaje y nivelación del equipo, se puede contar con información obtenida de los siguientes planos: planos de construcción del equipo, planos de localización del equipo, planos de cimentación del equipo y planos de instalación del equipo.

Las señales hechas al operador de las grúas y plumas, así como las fases de operación de la grúa se encuentran reportadas en la "American Standards Association."

Es importante determinar qué tipo de equipo nos ayudará para montar los recipientes, incluyendo aquí la fase de descarga de los camiones o carros de carga; el peso del recipiente, así como sus dimensiones y forma; resistencia del suelo por donde transite la grúa o donde se coloque momentáneamente el equipo. Todos estos facto-

res a considerar, son con el fin de una buena selección del equipo durante las maniobras de erección, sin dañar al equipo y teniendo seguridad en todas las acciones del operario del equipo de maniobra. Los requisitos que debe de cumplir el equipo de maniobra son los siguientes: maniobrabilidad dentro del radio efectivo de acción de los aparatos, capacidad, adaptabilidad, economía y seguridad.

El empleo de las grúas es de más versatilidad que el de las plumas, pero tiene la desventaja de tener una menor capacidad y un menor campo de acción en terrenos escabrosos o bien, por falta de espacio (por la presencia de equipo o instalaciones vecinas), pero -- presentan la ventaja de movilidad y desplazamiento.

Las plumas fijas, por lo regular, se han destinado para la erección de equipos de gran tamaño tales como son torres y chimeneas. Su instalación resulta económica comparada con una pluma móvil, pero presenta la desventaja de tener que ser desmantelada después de ejecutada la erección.

El uso de una pluma móvil resulta muy adecuado para la -- erección de recipientes, teniendo la ventaja de hacer varios montajes sin tener que ser movida del lugar inicial de montaje. Sus capacidades son muy grandes así como su campo de acción, pueden girar 360 ° y colocar los equipos muy cerca de la base de la pluma. Su costo mayor es debido a la colocación de un mayor número de cimentación para los vientos, con el fin de evitar el balanceo.

Los equipos suelen estar provistos de orejas para sujetarlos para su erección. Las orejas que tienen los recipientes están soldadas

y facilitan el levantamiento del equipo, pero implican un mayor costo y dificultades para el aislamiento.

Otra forma de sujetar a los equipos es mediante estrobos que son amarres de cable de acero unidos por sus extremos y que se enredan en el recipiente. También existen los fajeros los cuales consisten de un cable de acero colocado alrededor del recipiente. Al utilizar cualquiera de estos tipos de amarres, se debe colocar un colchón de madera exactamente debajo de donde se pondrá el cable para la erección. El objeto del colchón es evitar daños al recipiente por un excesivo esfuerzo local y para evitar el deslizamiento entre el cable y el cuerpo del recipiente dejando marcas no deseadas o que se provoque algún balanceo.

En el caso de las orejas, éstas deben de estar diseñadas de acuerdo a especificaciones y son colocadas por el fabricante en una posición adecuada para evitar un balanceo al ser levantado el equipo.

La erección de recipientes verticales se realiza mediante grúas, tomando el recipiente por su parte superior, la poca inclinación producida por los amarres de sujeción permite la colocación de los pernos de anclaje en la base del recipiente. Si el recipiente a levantar está originalmente colocado en posición horizontal, es necesario la colocación de otra grúa u otra pluma con el fin de sujetar el otro extremo del recipiente para evitar deformación por golpes y evitar el arrastre de la base del equipo. Si la altura del recipiente impide un amarre superior, se tendrá que colocar el amarre lo más alto posible mediante un amarre lateral; el amarre tiene que estar lo más alto posible del centro de gravedad del recipiente para evitar al máximo los

balanceos o una inclinación excesiva del equipo.

Cuando se hace un amarre lateral y la inclinación del equipo no permite una buena maniobrabilidad, se puede recurrir al empleo de dos grúas, cada una de las cuales debe de tener la capacidad de soportar por sí misma el peso del equipo, esto evitará riesgos de inclinación; se requiere además de una coordinación muy buena de parte de los operarios de ambas grúas.

No es recomendable transitar, mover, girar o balancear la carga de la grúa, puesto que esto provoca torsión en la grúa y posiblemente no lo resista.

Tratándose de recipientes horizontales el levantamiento se realiza mediante dos grúas y el tipo de amarre más usual es el de canasta.

La erección de recipientes mediante plumas fijas debe de considerar el tipo de atirantado que la va a mantener, dado que en ciertas ocasiones, este atirantado, se debe de cambiar o aumentar durante el levantamiento de equipos; o bien, si es necesario, se puede colocar doble tirante para evitar el manejo de cables muy gruesos.

En la colocación de los tirantes la pendiente de los mismos es importante para la estabilidad de la pluma; nunca deben de colocarse con una pendiente superior a 45° , la recomendable es de $16^\circ - 34'$, es decir, una relación 1:2 (altura de pluma: longitud de anclaje)

Cuando se emplean dos plumas para el levantamiento, deberán de tener la misma capacidad y tamaño y los amarres se deben colocar a la misma altura, uno a cada lado.

C) Nivelación de equipo.- Ya colocados los recipientes y la maquinaria en sus respectivas bases se procede a nivelarlos. Se preparan para dejarlos a la altura final requerida para las conexiones con otros equipos o con tubería en diferentes puntos, mediante bridas. La tolerancia máxima que se permite en las alturas de desnivel de las bridas es de ± 3.18 mm.

Para recipientes pequeños, menores de 9 metros, se alinean utilizando plomadas. Las torres o equipos de mayor altura se plomean mediante los tránsito topográficos, conocidos como teodolitos, con los cuales se vigila la verticalidad del recipiente. Para dicha operación se requiere de dos tránsito colocados uno a 90° del otro respecto al equipo.

Entre los espacios de los pernos se colocan suplementos de placa de acero para que al colocar el recipiente sobre los pernos quede a nivel. Estos suplementos de placa se conocen como lamas, las cuales son de distintos gruesos para conseguir que el recipiente se pueda nivelar y quede perfectamente alineado. Ya que se consigue poner a plomo el equipo, se procede a sujetarlo firmemente mediante las tuercas, las cuales se aprietan alternadamente en forma de cruz. Realizada la operación de apretado de tuercas y comprobada la verticalidad de los equipos, los mangos de los pernos de anclaje se inyectan de concreto.

En lo que respecta a la maquinaria, éstas se alinean y se nivelan minuciosamente y la inyección de concreto de los pernos de anclaje se hace en la presencia de un representante del fabricante, el cual verifica la alineación y nivelación de la maquinaria, la supervisión

es una condición de garantía del proveedor.

Para la nivelación de los recipientes horizontales se utiliza el nivel de agua, se toman como puntos de referencia las bridas de unión con la tubería.

Una herramienta de gran utilidad en la nivelación de los equipos es el gato, el cual puede ser de escalera, de tornillo o hidráulico.

6.2.2.4 Instalación e Identificación de Tuberías.

6.2.2.4.1 Instalación

Una vez instalado el equipo principal, se inicia el montaje de las tuberías y ésta se continúa durante toda la construcción.

Para el montaje de la tubería debe de estar completamente colocado el equipo de proceso, entre los cuales están los siguientes: bombas, recipientes, torres de destilación, cambiadores de calor, tanques de almacenamiento, así como los edificios y todas las estructuras en las cuales estará soportada la tubería según lo proyectado.

El montaje de las tuberías debe de hacerse en forma rápida y en varias áreas simultáneamente, esto es con el fin de abatir costos; para esto debe contarse con la mayor parte del equipo principal montado.

Cuando se inicia un montaje simultáneo éste puede hacerse en las áreas superiores e inferiores. Primero se hace la localización de las piezas prefabricadas, así como de los tramos rectos de tubería, haciéndose la erección no detallada. Ya localizada toda la trayectoria

de la tubería, se inician los ajustes y la alineación y se corrigen los detalles necesarios para terminación de una línea.

El montaje de la tubería implica otras actividades tales como el aislamiento, soporte, pintura e identificación.

El montaje de las tuberías requiere de mano de obra especializada o calificada, constituida por cuadrillas integradas con el siguiente personal: tubero espedalista, tubero de primera, paillero especialista, soldador especialista y ayudantes.

El equipo necesario para el montaje es diverso, pero el principal es una grúa de capacidad de 20 ton., malacates con motor de gasolina o diesel y capacidad de 5 toneladas, soldadura eléctrica con todos sus accesorios y equipo de seguridad.

Los materiales comúnmente empleados para el montaje son: oxígeno, acetileno, gas butano, soldadura.

Entre la herramienta principal debe de contarse con la siguiente: montacargas manual de 1.5 y de 3 ton., escuadras metálicas de 24", nivel de burbuja de precisión (12"), equipo de corte que incluye juego de manómetros, juego de mangueras y juego de boquillas de corte: multiflame, arco de aire, prensa de cadena, juego de poleas, escuadra universal metálica, esmeril manual, pulidora manual, juego de cardas y juego de barras metálicas de distintos diámetros.

Los pasos a seguir para el montaje de las tuberías, son los siguientes

1. - Inicialación. - Sólo requiere que ya esté instalado el equipo principal y la soportería por la cual pasará la tubería, puesto que la

conformación del terreno y las cimentaciones, así como las estructuras ya fueron realizados previamente en el proyecto.

II. - Selección del tramo correspondiente. - Se verifica el número del tramo, su diámetro, longitud, cédula y si tiene alguna forma se comprueba que sea la correcta.

III. - Transporte del tramo. - Una vez realizada la verificación de las dimensiones y características, se transporta la pieza desde el almacén hasta el sitio de montaje,

IV. - Localización. - Con ayuda de los planos, el tubero especialista y su ayudante, terminan la localización del lugar de colocación de las piezas.

V. - Preparación de la maniobra. - Por medio de las grúas o los malacates y las poleas, se preparan las piezas para su montaje.

VI. - Montaje. - Con el personal ya mencionado, y bajo la supervisión del tubero especialista, la pieza ya colocada en su sitio es montada. Antes del asentamiento definitivo, debe verificarse que se han colocado todos los aditamentos que requiere la línea, según lo marcan los planos y las especificaciones.

VII. - Alineación. - Simultáneamente a la alineación se realiza la nivelación de la tubería, en esta fase participa toda la cuadrilla para evitar torsiones en la junta.

Para la alineación y nivelación son empleados el nivel de burbuja y las escuadras metálicas.

VIII. - Preparación de las juntas. - Se deben tener perfectamente limpias las puntas a unir, sobre todo en lugares húmedos, -

para que se tenga una buena cohesión entre los metales del tubo y los de la soldadura. La limpieza se lleva a cabo con cardas o con esmeriles manuales o mediante cepillos de cerdas de alambre. Cuando se trata de hacer un bisel se utilizan discos abrasivos para lograr el pulido y el ángulo requerido para la soldadura.

IX.- Unión. En la mayoría de las plantas las conexiones de las tuberías se realizan mediante soldadura y platinas

Una vez que los tramos han sido alineados, nivelados y preparados en sus extremos para la unión, se fijan mediante puntos de soldadura. El conjunto así fijado se comprueba en dimensiones y especificaciones y se coloca la soldadura final, generalmente del tipo de arco eléctrico.

La soldadura debe de penetrar con toda perfección y no deberá contener grietas ni escoria. La soldadura debe de tener en casi un 100%, las mismas características del metal base. Para lograr lo anterior, el metal de ambas partes debe de calentarse hasta su punto de fusión en las cercanías de la zona donde va a ser unido. Una vez enfriado el metal tiene una unión sólida y muy resistente.

Todas las piezas que se pueden soldar en el piso se harán así, pues resulta más económico, puesto que se pueden girar sobre rodillos y mover poco a poco la pieza sin necesidad de mover el electrodo para soldar.

La soldadura se comprueba en alineación y nivel, así como en su calidad; las pequeñas desviaciones se pueden corregir mediante el equipo adecuado. El manejo de las tuberías se realiza hasta que es-

tán suficientemente frías.

Los extremos o puntas de las tuberías soldadas tienen que sellarse en sus extremos por medio de tapas metálicas apropiadas a fin de evitar la entrada de líquidos, materias extrañas y hasta animales al interior de la tubería. Permanecerá sellada hasta que se una definitivamente con otra área del proceso.

Las tuberías roscadas se realizan en la obra. La tubería roscada se emplea generalmente para conexiones en metales como el hierro, acero, bronce y algunas otras aleaciones empleadas en tubería. Su uso es restringido a presiones moderadas y en pequeños diámetros.

En la fabricación de las roscas se utiliza un aceite especial que evita el calentamiento excesivo y ayuda a la penetración del dado en el metal. Las roscas se hacen de acuerdo a las longitudes especificadas en los reglamentos. Las roscas deben limpiarse antes de roscarse y su atornillado se recomienda que sea lento para evitar que se peguen con el calor que se produce al girarla.

Las conexiones por medio de bridas se emplean cuando se requiere un desmontaje rápido de los tubos.

La mayoría del soportado de las tuberías se hacía mediante abrazaderas sujetadas por varillas o cadenas. Este método es aún usado en tuberías que se instalan dentro de edificios; pero en plantas industriales el equipo y tuberías están en el exterior y son colocadas en soportes estructurales de acero.

La soportería se realiza en el campo; las tuberías se agrupan

en trazados paralelos.

La selección de la soportería se hace de acuerdo al lugar por donde pasarán el mayor número de líneas para evitar la colocación de numerosos soportes. Las tuberías y soportes deben de tener una distribución adecuada para facilitar el mantenimiento y limpieza del equipo.

La soportería resulta adecuada para conexiones intermedias en la planta. En equipos cuya vibración es muy elevada o sus movimientos son altos, el soporte es de preferencia sobre cimentaciones de concreto armado, para evitar problemas a los edificios.

Los tipos de soporte más comunes son: abrazadera, brida anclada, tope, corredera guía, soportes colgantes, soportes de corredera, soportes eléctricos, soporte amortiguador, etc.

6.2.2.4.2 Identificación de tuberías.

La identificación de las tuberías en las plantas e industrias ha sido muy desarrollado. Desde la fabricación en el taller cada tramo de tubería lleva un número de pieza o número de proyecto en base a los dibujos del diseño original.

Se ha establecido un código para la identificación de la tubería por la "American Standar Association." La norma se basa en la identificación primaria mediante una clave marcada y una identificación secundaria por medio de un color.

La clasificación de los sistemas de tubería y su identificación es la siguiente:

Instalación y materiales para el servicio contra incendio: el color predominante es el rojo y lleva marcas y letreros de color blanco.

Aquí se incluyen equipos como extinguidores, alarmas, puertas, contra fuego, mangueras, tomas de agua, etc.

Materiales peligrosos: aquellos que son corrosivos, venenosos, altamente inflamables o generadores de gases venenosos. El color predominante es el amarillo o naranja, usándose para las marcas y letreros el color negro.

Materiales de seguridad: materiales que no conllevan ningún tipo de peligro para la vida durante su manejo y su uso. Incluye materiales a bajas temperaturas y presiones que no son venenosos ni explosivos. El color predominante es el verde o blanco-gris o aluminio. El color para marcas o letreros es el negro.

Materiales protectores: Incluye materiales que se bombean a través de las plantas para evitar o minimizar el riesgo de los materiales peligrosos. El color para la identificación es el azul claro y para las marcas y leyendas es el blanco.

La tubería puede estar marcada con una leyenda escrita donde se especifique el contenido o el material que se transporta. La dirección del flujo se puede indicar mediante flechas. Se puede dar información suplementaria como indicaciones de peligro o los usos específicos del contenido; esto se realiza mediante el color aplicado al sistema completo de tubería o por bandas de color.

6. 2. 2.5 Aislamiento y Pintura.

6. 2. 2.5.1 Instalación de aislamiento y pintura.

Los equipos se pueden aislar para lograr estabilidad en la operación, para conservar el calor y para seguridad y confort del --

personal y trabajadores.

La mayoría de los materiales aislantes se fabrican en alguna de las siguientes formas: bloques, colchonetas y preformados para las tuberías. La forma de instalación de estos tipos de aislamientos son parecidas.

Existe una gama muy amplia de materiales aislantes y cada tipo de ellos tendrá un rango de aplicación diferente, así como un uso distinto; su selección deberá ser la adecuada para mantener al equipo en las condiciones deseadas de la manera más económica.

Existen cuatro tipos principales de materiales aislantes: - fibrosos, granulares, celulares y reflectores. En la práctica se puede tener una combinación de estos.

Para la colocación de material aislante se requiere que las superficies estén limpias, pintadas y si ya tienen una capa de material aislante, la que sigue deberá llevar un cierto paso o traslape para evitar fugas de calor.

Los principales materiales aislantes son los siguientes: asbesto; puede usarse sólo o en combinación con otras sustancias siendo efectivo a 300° F sólo y a 900° F combinado. Tierra de diatomeas: es un aislamiento de alta temperatura por su alto punto de fusión -- 2930° F y propiedades especiales. Sus mezclas se fabrican bajo diversos nombres comerciales. Aislamiento a base de 85% de magnesia; resiste temperaturas de hasta 600° F, su uso está muy difundido. Su composición es de 85% de magnesia y 15% de asbesto. Su durabilidad es de varios años pero no puede soportar carga alguna. Se emplea -- bastante en tubería. Lana mineral; es un aislante ideal para baja - -

temperatura, resistente al ataque microbiano y a la putrefacción, su presentación es en forma de bloques. Corcho vegetal: por su característica de tener espacios llenos de aire tiene buena resistencia a bajas temperaturas, es bastante ligero y no lo afecta la humedad ni los vapores. Poliestireno expandido; es un aislante para bajas temperaturas, es ligero y se aplica bastante. Aislamiento de vidrio: el vidrio puede ser tratado para obtener una fibra que resiste hasta unos 600° F y otro tipo de preparación resiste hasta 1000 ° F. Por su baja conductividad térmica y su nula absorción de agua, la fibra de vidrio en forma de cartón es empleado como aislante de baja temperatura. Si se construye o se fabrica el vidrio celular, a base de miles de burbujas, se obtiene un aislante ligero y con un rango de aplicación de -350 a 800° F. Existe un material parecido al vidrio que es el silicato de calcio hidratado y cuya aplicación es para temperatura de hasta 1200° F.

El aislante reflector está construido a base de láminas metálicas espaciadas una distancia adecuada, entre cada espacio existe aire, el cual por su baja conductividad no permite una fácil conducción del calor. La separación debe de ser óptima para evitar los efectos de convección, así como la emisividad del material de la lámina debe de ser baja para reducir al mínimo los efectos de radiación. Su aplicación es en el aislamiento de edificios o para almacenamiento frío.

6. 2. 2. 5. 2 Selección del aislamiento.

Inicialmente se hace en base a los requerimientos del proceso y en las condiciones de operación deseadas. Cada equipo del proceso es estudiado para determinar el material de aislamiento y la técnica

de aplicación más adecuada.

La selección de un aislante está basada, en gran parte, en la experiencia previa. Esto es debido a la carencia de correlaciones de conductividad térmica obtenida de datos experimentales y de la conductividad real o de servicio, que es cuando el material se ve sometido a humedad o cambios inesperados de temperatura.

Se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones para la sección de un material aislante: buena calidad, es decir, que presente una resistencia adecuada en el rango de temperatura al cual estará sometido. Baja conductividad térmica: debe de ser un dato conocido en el rango de aplicación del material. Resistencia y durabilidad: con el fin de asegurar una larga duración durante el servicio, conservando su forma original, en especial su espesor. Versátil: que sea fácil de aplicarse a los equipos en la forma que tiene de presentación. Seguridad: conocer si es de naturaleza corrosiva, si se pueden generar sustancias químicas en las tuberías o en los recipientes o que se tengan emanaciones de sustancias peligrosas. Saber si tiene algún grado de toxicidad o efectos sobre el personal que lo maneja y si resulta peligroso su manejo por riesgo a cortaduras.

Una vez seleccionado algún tipo de aislante se puede determinar el espesor óptimo o económico del aislante. Para esto se tienen ciertos criterios como son: horas de operación al año; costo de combustible, incluyendo labor de mantenimiento, valor del BTU y la eficiencia de combustión; diámetro de la tubería, temperatura de operación y temperatura ambiente; costo estimado de la instalación del aislante en la planta; depreciación del aislante y de la planta; pérdida -

o ganancia de calor por pie lineal,

El espesor óptimo se obtiene cuando la suma de la pérdida de calor por año y el costo de aislamiento amortizado anualmente es un mínimo. Esto es posible ya que la pérdida de calor disminuye a medida que se aumenta el espesor del aislante, pero el costo del mismo aumenta en forma directa.

Los métodos para la instalación de los materiales aislantes, bajo cualquiera de sus presentaciones son semejantes.

Ya que el recipiente está levantado, probado y pintado, se puede aislar. Se instalan soportes y anillos de ángulo en caso de recipientes verticales, estos soportes y anillos sujetan y sostienen los bloques de aislante. Los soportes se colocan de tangente a tangente con un espaciado adecuado. Se deben librar todas las boquillas y todas las proyecciones del equipo, mínimo una pulgada. Para recipientes muy grandes se colocan soportes verticales longitudinales.

En las cabezas y en algunos faldones se sueldan tuercas sin rosca o clavijas de alambre. Estas son con el fin de sostener el aislamiento.

En el cuerpo de los recipientes también se sueldan clavijas espaciadas en forma adecuada con el objeto de soportar una cuerda de asbesto que funciona como espaciador entre el cuerpo del recipiente y el aislante, brindando un área alrededor del recipiente que puede absorber la expansión radial del recipiente y evitar así la fractura del aislante.

La colocación de los bloques de aislante se realiza de abajo hacia arriba y sobre las cuerdas de asbesto. Los bloques son ase-

gurados mediante tirantes de fleje de acero inoxidable. Si se requiere de alguna capa adicional de aislamiento, ésta se coloca en forma que tengan traslape sujetándose del mismo modo.

La cabeza del recipiente es aislada con los bloques cortados en forma que se adapten al contorno de la cabeza. Para sujetar los bloques se utiliza un anillo flotante de varilla redonda de acero. El anillo se coloca en el centro de la cabeza cerca de la boquilla. En el anillo se fijan tirantes de fleje o alambre que sujetarán al aislamiento, estos tirantes se unirán por su otro extremo a un fleje circunferencial colocado cerca de la tangente superior del recipiente.

Para la cabeza inferior se procede de manera similar que para la cabeza superior. En el caso de faldones el método es también similar,

Para el acabado del aislamiento es necesario que estén colocados todos los bloques en su sitio. Se coloca una malla metálica estirada y apretada al rededor de todo el recipiente. Se colocan, además, las juntas de expansión para contrarrestar efectos de expansión-contracción. La junta es a base de una tela de metal desplegado sujetado mediante fleje de acero galvanizado, que lleva una capa de cemento aislante y plástico a prueba de intemperismo. Se coloca una capa de papel encerado para separar la tela de metal desplegado y el plástico.

Sobre la junta de expansión se colocan capas de aislante plástico, el cual en combinación de gránulos de lana mineral, fibras de asbesto, arcillas y materiales contra la corrosión forman un cemento de acabado. Para instalaciones en el exterior se suele poner otra --

mallas sobre el plástico aislante y cubriéndose finalmente con una capa de plástico resistente al intemperismo.

Otro tipo de acabado consiste en láminas de aluminio lisas o corrugadas con barrera de vapor de polietileno. También puede usarse lámina de acero plana o corrugada. Suelen cubrirse con plástico -- con un recubrimiento acrílico húmedo y barrera de vapor

Para el caso de los recipientes horizontales, la instalación del aislante es similar, lo que varía son las especificaciones para la colocación de los soportes, de las tuercas y de las clavijas.

La colocación de aislante del tipo de manta es muy similar al de tipo de bloque; también las técnicas de acabado son semejantes.

Cuando se desea instalar un aislamiento, en recipientes y -- tuberías, se debe tener un medio eficiente que impida el paso del vapor al interior del aislamiento, ya que bajo esta circunstancia la -- conductividad del aislante se incrementa notablemente o se llega a la formación de hielo, el cual agrieta y deteriora el aislamiento.

Puesto que la superficie interior del aislamiento tiene una -- temperatura más baja que la superficie exterior, la presión de vapor de agua en el interior es menor que la externa, con lo que se genera un flujo de vapor de agua hacia el interior, teniendo los efectos anteriormente descritos. Para evitar el paso de vapor se colocan las llamadas barreras de vapor. Las barreras de vapor se aplican formando una capa continua sobre el aislamiento. La capa debe de sellar todas las proyecciones y salientes metálicas. En todas las juntas de aislamiento se coloca adhesivos a prueba de humedad.

Los materiales típicos empleados como barreras contra vapor son los siguientes: el polietileno, tela reforzada de fibra de vidrio, -- fieltro a prueba de vapor, emulsión acrílica tipo mastic. También pueden usarse hojas o láminas de aluminio entre hojas de papel kraft con adhesivo especial a prueba de vapor.

La instalación de aislante para baja temperatura difiere muy poco del aislamiento para alta temperatura.

En el caso de aislamiento de tuberías, el material tiene una presentación en forma de medias cañas moldeadas y de placas. Estas presentaciones facilitan la colocación con traslape del aislante.

Todos los materiales aislantes se protegen del intemperismo desde su recepción en los almacenes hasta que son instalados y son protegidos mediante un acabado adecuado para la intemperie y el servicio al cual está destinado.

Cabe mencionar que no se aplica aislamiento a las tuberías que aún no se han probado hidrostáticamente y que pasen la prueba -- adecuadamente.

En lo que respecta al aislamiento de válvulas y las conexiones, éstas se aíslan mediante bloques preformados del mismo material que se utilizó en el resto de los tramos. Las uniones en estas partes se sellan con mastic.

Las salientes y los soportes también deben de ser aislados -- en los casos en que se encuentren directamente soldados a la tubería. El espesor del aislante es el mismo que le corresponde a la tubería.

La forma de asegurar el aislamiento a las tuberías es mediante

amarres de alambre o flejes, capaces de resistir la temperatura o la corrosión. Los empates o uniones se llenan con plástico aislante. En tuberías en el interior se coloca una camisa de lona como acabado, para tuberías en exterior se coloca una camisa de lona a prueba de intemperismo.

La colocación o aplicación de la pintura a recipientes y tubería debe de realizarse antes de la colocación de cualquier aislante. En los equipos y tuberías en que se instalarán los aislamientos, suele colocarse una capa de pintura anticorrosiva. Los que no lleven aislamiento también se les aplica una capa de pintura anticorrosiva y además una capa de pintura del color necesario según lo establecido anteriormente.

6.2.2.6 Instalaciones eléctricas.

Como fuente primaria de potencia en las plantas se cuenta con la electricidad y ésta es empleada para el funcionamiento de compresores y bombas, otros equipos mecánicos e instrumentos, así como el alumbrado de la planta.

Se debe de contar con un sistema eléctrico básico constituido por una fuente de fuerza, equipo de transformación, dispositivos de conmutación y proyección, los tendidos de distribución y los usuarios.

En lo que respecta a la fuente de fuerza, ésta puede ser comprada según la potencia requerida o generada mediante algún mecanismo.

Si la planta está alejada de alguna fuente de fuerza, ésta se

puede generar por medio de turbinas de vapor o generadores movidos con motores de combustión interna. En el caso de que sea comprada -- ésta se compra en las empresas gubernamentales.

También se puede optar por la generación interna de la fuerza eléctrica en una planta cuando el suministro por parte de las empresas gubernamentales es insuficiente.

Si los consumos son muy altos en la planta, es posible la generación de la energía eléctrica mediante turbinas de vapor de alta presión, en donde el vapor eliminado o de escape de la turbina es utilizado en el proceso.

6.2.2.6.1 Sistema de conexión a tierra.

Con el fin de equilibrar el potencial generado en maquinaria, equipo, estructuras y carcazas de equipos al potencial del suelo, se instala un sistema de conexión a tierra.

Existen varias causas por las cuales se puede tener un potencial en los equipos y las principales son por fallas en los aislamientos, paso de corrientes de falla, por cargas atmosféricas y por cargas estáticas

En el caso de omitir las conexiones a tierra se tiene el riesgo de que el personal reciba fuertes descargas eléctricas por fallas en los aislamientos o paso de corrientes, puesto que el equipo tendrá el mismo potencial que los conductores. En el caso de las descargas atmosféricas, el equipo de protección debe de ser el adecuado para transferir las descargas a tierra sin presentar diferencia de potencial a través del aislamiento y sin sobrecalentarse los conductores. Para las cargas estáticas se debe de tener el sistema de descarga

adecuado para evitar fuegos o explosiones debidos a descargas estáticas en lugares donde existan disolventes o materiales flamables.

Todo sistema de conexión a tierra cuenta con tres partes:

1. - Circuito de conductores de unión.
2. - Electrodo.
3. - Tierra.

6. 2. 2. 6. 2 Instalación de subestaciones.

Puesto que el voltaje que se obtiene de una planta generadora de fuerza o el que se obtiene de la compañía es superior al requerido en la planta, siempre es necesario el empleo de algunos transformadores.

La instalación de estos transformadores permitirá reducir el voltaje a valores adecuados para la operación de la planta.

Los transformadores son el alma de las subestaciones reductoras, las cuales son instaladas para reducir una corriente de alta tensión a niveles de tensión aprovechables en los centros de carga, así como de su distribución.

Las principales cargas eléctricas dentro de una planta son : el alumbrado, motores e instrumentos. El centro de carga es el sitio donde se ubica la subestación para la distribución de la energía a cada una de las cargas.

Los elementos principales de que está constituida una subestación son los siguientes: apartarrayos, fusibles, desconectores, equipo de medición, uchillas desconectoras, interruptor de alta tensión y transformadores.

El equipo más costoso e importante es el transformador y el

cual queda definido por las siguientes características:

Capacidad: son los kilovolt.-amperes que puede llevar sin registrar cambios de temperatura en los devanados.

Número de fases: monofásicos o trifásicos.

Frecuencia: es la dada por la compañía suministradora o por la planta generadora.

Medio refrigerante: por lo general se usa aceite, en instalaciones del tipo cerrado se utiliza aceite sintético no combustible. El aire es empleado en transformadores del tipo seco.

Tensión en el primario: es la que se tenga en la acometida de la C.F.E. o el de la planta generadora.

Tensión en el secundario: depende de la selección de voltaje que se desee.

Altura de operación: se toma como base la operación del equipo a una altura de 1000 m. s. n. m.

Para proceder al montaje de las subestaciones eléctricas se debe de contar con los planos completos de diseño, el personal suficiente y capacitado, así como con el equipo para montaje. Un requisito es que la totalidad de la obra civil se encuentre terminada: drenaje, ductos, tubería conduit, pavimentos, cercas, estructuras, etc.

Se tienen recomendaciones y criterios para montaje de subestaciones que pueden operar bajo las siguientes características:

Alta tensión: 13.8, 23.0, 34.5, 43.8 y 67.0 KV.

Corriente: tres fases, tres hilos y 60 Hz.

Baja tensión: 13.8, 4.16, 2.4 kV y 480 y 220 V.

Corriente: tres fases, 3 - 4 hilos y 60 Hz.

Las subestaciones eléctricas pueden montarse en el interior o a la intemperie y pueden ser abiertas o compactas.

A los motores se les instala un mecanismo de encendido y apagado con el cual se les protege contra sobrecargas y caídas de voltaje.

En lugares de extrema seguridad, los arrancadores empleados deben ser a prueba de explosión.

Se debe de contar con área destinada para la colocación de un centro de control de motores. En este centro se ubican los controles y otra área de transformación, para hacer llegar la corriente a los motores, alumbrado e instrumentación en los niveles adecuados. Los controles se instalan en gabinetes prefabricados para dicho fin.

Para el sistema de fuerza y alumbrados se instala tubería tipo conduit.

Todos los cables procedentes del cuarto de control de motores son llevados hacia los motores, alumbrado e instrumentos a través de ductos subterráneos cuadrados y su distribución final es a través del tubo conduit. Para los ductos cuadrados existen muchos accesorios como lo son las "tes", codos, uniones para formar una instalación completa. Se recomienda no utilizar más del 20% del área del conducto para facilidad de manejo e instalación de los conductores y para reparaciones. Los ductos cuadrados son de fácil instalación sobre paredes y muros, así como por la soportería de la tubería, hasta el sitio en donde tendrá lugar una derivación para tubo conduit.

6. 2. 2. 6. 3 Alumbrado.

Se debe de contar con un sistema de iluminación con el cual

se permite laborar eficientemente en horarios tales como antes de las 8 AM y después de las 5 PM normalmente. El sistema de alumbrado - permite una mayor eficiencia y seguridad en el lugar de trabajo, así como un ambiente agradable.

Los factores que se toman en consideración para proyectar un sistema de iluminación son: nivel de iluminación adecuado, correcta selección de unidades de alumbrado para que sea agradable (evitando la reflexión en superficies adyacentes o sombras molestas), color de la luz de acuerdo a la tarea a desempeñar, evitar contrastes de brillantez entre la luz y el ambiente, sistema de iluminación económico en el cual se incluyen costo de operación, inversión inicial, mantenimiento y consumo de energía; selección de un sistema de alumbrado seguro dentro de las áreas peligrosas, facilidad de montaje, mantenimiento y limpieza del sistema de iluminación.

Se tiene un sistema de alumbrado general el cual es a base de arbotantes y reflectores.

También se cuenta con un sistema de alumbrado específico, para las torres, plataformas, escaleras, subestaciones, etc.

La mayoría de las luminarias del sistema de iluminación están conectadas por medio de tubo conduit. En algunos casos la conexión es del tipo aérea.

Existen alumbrados a prueba de explosión y a prueba de vapor, los cuales son instalados en las áreas peligrosas de proceso o almacenamiento.

6.2.2.7 Edificios, pavimentos y banquetas.

6.2.2.7.1 Construcción de edificios, pavimentos y banquetas.

Los principales edificios que se construyen en las plantas son los edificios auxiliares de proceso como el cuarto de compresoras, almacenes, bodegas y cuarto de calderas. También se construyen laboratorios y los edificios administrativos.

Los edificios a construir pueden ser prefabricados, sobre diseño o los hechos sobre un diseño específico para cumplir con los requerimientos de las áreas de laboratorio, administración y personal.

El costo y aplicación de cada uno de estos métodos de construcción de edificios es distinto. Los prefabricados son un tipo de construcción ligeros y muy adecuados para almacenaje, talleres, cuartos de calderas y construcciones provisionales.

Los hechos sobre diseño se fabrican a base de materiales sumamente económicos. Pueden alojar maquinaria y están diseñados para soportar una grúa viajera y otros equipos especiales. Son destinados principalmente a cuartos de compresoras y a operaciones con alto grado de servicio por parte del personal.

Los edificios hechos sobre algún diseño con fines específicos resultan ser los más costosos.

6.2.2.7.2 Obra negra.-

La obra negra se inicia con la construcción de los muros. Estos empiezan a construirse sobre las dalas impermeabilizada y marcada o señalada mediante cordeles para la primera hilera de tabiques.

El tipo de material para la construcción de los muros son los tabiques, tabicones, bloques huecos de concreto, etc.

La cimbrada de los castillos suele hacerse antes de la terminación del muro. Durante el levantamiento del muro se debe de verificar el alineamiento y nivel del mismo mediante una plomada y un nivel de manguera.

Terminados los castillos y los muros se colocan nuevas cimbras para la construcción de dalas y losa de concreto. Las dalas son cerramientos perimetrales o trabes y la losa es el piso o azotea.

Colocada la cimbra se instalan los conductores eléctricos -- que irán cubiertos de concreto.

La parte de los acabados en las azoteas es con el fin de dar un nivel o pendiente para su desagüe. Esto se logra mediante materiales de relleno tales como gravilla, tapetate, escoria volcánica o materiales ligeros que irán cubiertos por una mezcla de cemento-arena. Finalmente, para la impermeabilización se utilizan materiales asfálticos, cemento plástico bituminoso, fibras de vidrio y filtros.

6. 2. 2. 7. 3 Acabados. -

El firme de concreto es una base sobre el terreno o sobre un relleno sobre el cual se colocarán los pisos. Antes del vaciado del firme de concreto se debe de verificar que se han instalado todos los ductos eléctricos, tuberías, etc., que quedarán bajo el firme. El espesor es de 5 a 10 cm. Su acabado puede ser rugoso o pulido, según la cubierta final del piso.

La colocación de mosaicos se hace sobre el firme de concreto, el cual debe de estar libre de tierra o materia que disminuya la adherencia.

Otros acabados para los pisos son las losetas asfálticas, las losetas vinílicas y las de hule y linóleo.

En los muros se aplican acabados de mampostería, cemento o yeso con el fin de mejorar el aspecto y de protegerlos. Estas superficies cubiertas pueden presentar distintos acabados como son repellido, - - aplanado, pulido y aplanado pulido fino.

Cuando se desean muros con una apariencia limpia, durable y de buen acabado, se colocan lambrines que consisten en mosaicos, azulejos, loseta de barro esmaltado, etc.

6. 2. 2. 7. 4 Instalaciones sanitarias.

En los edificios son necesarias las instalaciones sanitarias para el uso del personal y para evacuación de agua pluvial o cuando se realiza la limpieza de cierta área.

Los principales componentes de las instalaciones sanitarias son: los ramales de desagüe, bajadas y red de albañales.

Los materiales a emplear en cada tubería dependerá del uso que se le dé en la instalación sanitaria.

6. 2. 2. 7. 5 Instalaciones Hidráulicas.

La instalación hidráulica en los edificios se realiza con el fin de proveer de agua potable, así como de su almacenaje y distribución en todo el edificio. El material de la tubería de agua puede ser de acero galvanizado o de cobre.

La instalación hidráulica cuenta con tres elementos que son: red interior, sistema de alimentación y sistema de distribución.

Una vez que se ha terminado la instalación hidráulica, se hace la instalación de los muebles sanitarios.

6. 2. 2. 7. 6 Instalación de gas.

Comprende todo el conjunto de tuberías y accesorios para la regulación, distribución y aprovechamiento del gas en edificios. Las tuberías pueden ser de acero galvanizado, pero se recomienda más el uso de tubería de cobre. El tipo de almacenamiento del gas puede ser mediante cilindros portátiles intercambiables o con el sistema de tanque estacionario.

6. 2. 2. 7. 7. Construcción de pavimentos de concreto.

Se llevan a cabo en las calles de circulación, patios y lugares de maniobras en refinerías y en las plantas de proceso.

El pavimento de concreto está constituido por una subbase de materiales pétreos y una carpeta de concreto hidráulico que puede llevar o no refuerzo de acero.

6. 2. 2. 7. 8 Banquetas. -

Existen varios tipos de éstas como son: guarniciones precoladas, guarniciones coladas, guarniciones Integrales tipo cumeta y guarniciones para entrada de acceso de vehículos y coladeras pluviales.

6. 2. 2. 28 Instrumentos.

6. 2. 2. 2. 8. 1 Instalación de Instrumentos. - El objetivo de los instrumentos o de la instrumentación en la planta es el poder llevar un control de las variables adecuadamente para mantener una operación dentro de lo diseñado o permisible. Ellos nos permiten analizar o detectar desviaciones (incrementos o disminución) de las variables

de operación más importantes y poder realizar las correcciones necesarias para evitar situaciones peligrosas o no operables.

Durante la instalación de los instrumentos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. - Deben de quedar accesibles desde el piso, plataformas y escaleras para su verificación y ajuste

2. - Deben de colocarse con una válvula de bloqueo que permita su reemplazo y mantenimiento para no interrumpir la operación. (Hay algunos como las placas de orificio o termoposos en que lo anterior es imposible puesto que estos instrumentos forman parte de la línea de proceso y en cuyo caso se debe instalar un "by pass")

3. - No deben instalarse sobre barandales o peldaños, ni bajo escurrimientos de fluidos de algún equipo o línea.

4. - Cuando se instale gran número de ellos deberán agruparse en un solo gabinete o tablero para facilitar las lecturas y evitar pasar con frecuencia entre los equipos.

6.2.2.8 2 Instrumentos de uso General

A continuación se presenta un enlizado de los instrumentos de uso más generalizado que se instalan en las plantas de proceso.

Para la selección de estos se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. - Características del fluido
2. - Sólidos en suspensión.
3. - Corrosivo o no corrosivo
4. - Rango de operación:

5. - Es importante ajustar el instrumento a la variable y no la variable al instrumento

I. - Medidores de flujo

1. - Magnético

2. - Sónico

3. - Rotámetro

4. - Venturi

5. - Placa de orificio

6. - Tubo pitot

7. - Tobera

II. - Medidores de presión

1 - Manómetros

2 - Vacuómetros

3 - Mano-vacuómetros

4. - Presión diferencial

III. - Medidores de Temperatura

1 - Termómetros.

2. - Pirómetros

3. - Termopares

4. - Termoposos

IV. - Medidores de nivel

1. - Mecánicos

2. - De carga hidrostática

3. - Visual.

Cuando se desea tener las variables del proceso dentro de un rango establecido, se puede contar con un sistema de control más complejo que en la mayoría de los casos, está constituido por:

1. - Transmisor
2. - Controlador - registrador
3. - Válvula automática

Este sistema puede ser operado manual o automáticamente.

6. 2. 3 Etapa de Pruebas y Arranque.

Las pruebas y el arranque de una planta pueden considerarse como la etapa culminante y más importante de un proyecto industrial.

Es un reto de gran magnitud hacia los aspectos de organización, experiencia, conocimientos teóricos y habilidades que deben ponerse en juego para conjuntar con éxito la tecnología básica y la aplicación de la misma a través del ingeniero de operación.

En esta etapa se llevan a cabo las pruebas de todos los equipos y líneas de proceso para concluir con el arranque de la planta.

Como pruebas nos referimos a la serie de actividades que deben llevarse a cabo previamente al inicio del arranque de una planta industrial.

Las pruebas de los equipos y circuitos de tubería e instrumentos deben llevarse a cabo entre el personal encargado de la construcción y el de recepción de la planta.

Los circuitos de prueba serán elaborados de común acuerdo entre estos dos departamentos.

Las actividades deben programarse a fin de que antes de las pruebas se tenga el histograma de cada circuito.

Este histograma debe contar con lo siguiente:

- a) Certificado de terminación del circuito de acuerdo con el diseño incluyendo la soportería, para evitar soldaduras posteriores a la prueba.
- b) Control radiográfico de todas las soldaduras del circuito.
- c) Control del relevado de esfuerzos.

d) Calibración ultrasónica del circuito.

e) Análisis cualitativo en algunas soldaduras de aleación.

Una vez cumplido lo anterior, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Lavado de líneas y recipientes.
- Pruebas hidrostáticas y neumáticas.
- Limpieza de equipos y líneas especiales.
- Instrumentación, circuitos de control, calibración y pruebas.
- Pruebas de circuitos eléctricos.
- Prueba de equipo mecánico rotatorio
- Prueba de reactores y calentadores a fuego directo.

Aquí es donde serán de gran utilidad los diagramas e isométricos mecánicos, eléctricos y de instrumentos así como las hojas de datos de los equipos.

6.2.3.1 Lavado

Antes de efectuar el lavado de equipo y circuitos debe asegurarse de que estén bloqueadas todas las tomas de flotadores, analizadores, indicadores de presión y temperatura, etc., las celdas y transmisores deben estar desconectados, las placas de orificio deben estar desmontadas. Los filtros deben carecer de elementos filtrantes y los reactores de catalizador.

El lavado debe llevarse a cabo en todas las líneas y equipos de la planta, a fin de eliminar todos los residuos que quedaron durante la construcción. Siempre debe tenerse un flujo turbulento a fin de que sea efectivo el lavado.

6.2.3.2 Pruebas Hidrostáticas y neumáticas.

Las pruebas hidrostáticas y neumáticas nos sirven para verificar qué líneas y equipos han sido fabricados de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Es importante no colocar el aislamiento térmico en líneas y equipo hasta no verificar si cumplen con las especificaciones de esta prueba.

Los equipos que se someten a estas pruebas son:

- Cambiadores de calor
- Calentadores a fuego directo
- Generadores de vapor
- Líneas y recipientes.
- Torres
- Instrumentación y válvulas.

6.2.3.3 Limpieza de equipos y líneas especiales.

Esta limpieza es de tipo químico, y tiene por objeto eliminar aceites, grasas, escamas u óxidos metálicos dejados por los procedimientos de construcción.

Se aplica a líneas de succión de compresores y líneas de circuitos de lubricación y equipo especial.

Deben tomarse las precauciones adecuadas en el uso y control de los reactivos químicos.

Esta limpieza se realiza en flujo turbulento.

6.2.3.4 Instrumentación

La instrumentación de una planta industrial es la herramienta

fundamental para su operación, y es en esta etapa del proyecto en donde se cubren los procedimientos preliminares, donde resalta lo importante que es llevar a cabo una buena recepción, calibración y pruebas de la misma.

Durante la recepción se verifica que toda la instrumentación cumpla con las especificaciones solicitadas en el proyecto y su instalación deberá ser tomando en cuenta cada uno de sus elementos tanto de campo como en el tablero principal.

Un circuito de control comprende todos aquellos elementos - que estén involucrados en el control de una variable bien sea ésta de flujo, presión, temperatura, composición, etc.

Si bien la instrumentación ha sido calibrada por el fabricante, o por el personal de construcción, es necesario que el personal encargado de la recepción verifique su ajuste mediante una simulación de su operación.

Resumiendo, antes del arranque inicial de la unidad, es necesario una revisión final de todos los circuitos de control, todos los instrumentos integrantes de cada circuito deben haber sido calibrados, al igual que las alarmas y disparos de los sistemas de protección para estar seguros de su correcto funcionamiento cuando se necesiten.

6. 2. 3. 5 Sistema eléctrico.

Para la inspección y comprobación de equipo eléctrico, es necesario que el personal especializado en esta área sea el encargado de la revisión.

Se debe efectuar la inspección y comprobación de :

- Líneas de conducción
- Transformadores
- Subestaciones
- Centro de control de motores
- Centro de vacío de motores.

6. 2. 3. 6 Pruebas del equipo mecánico rotatorio.

Antes de que la unidad arranque, deberá verificarse el buen funcionamiento de todo el equipo mecánico rotatorio (soloaires, bombas, compresores, turbinas, agitadores, centrifugas, etc.)

6. 2. 3. 7 Calentadores a fuego directo y reactores.

Una vez certificada su prueba hidrostática o neumática, se procederá a supervisar la instalación del material aislante que puede ser ladrillo o mortero refractario, etc.

Posteriormente se procederá a efectuar el secado del refractario de acuerdo a las curvas de secado del material.

Una vez que se han terminado con todas las pruebas preliminares en circuitos y equipos, se proseguirá con la etapa culminante de un proyecto, el arranque.

6. 2. 3. 8 El Arranque.

El arranque de la planta es la etapa culminante de todas las actividades emprendidas desde la aceptación del proyecto, pasando por la ingeniería de diseño, de detalle, construcción y recepción.

La atención de todos los equipos de trabajo que participaron directa o indirectamente en el proyecto, estará puesta en los profesionales que integran el grupo de arranque. Estos, con sus conocimientos

tos, experiencia y habilidad pondrán en servicio cada uno de los sistemas hasta dejarlos operando coordinadamente, de acuerdo al programa general de arranque que normalmente se lleva en rutas críticas o diagramas de barras.

Es en esta etapa donde se detectan los errores de diseño, construcción y recepción que no fueron previstos o supervisados con el cuidado necesario.

Es importante hacer notar que la planta industrial que está -- arrancando es un sistema autónomo. Ya sea que la tecnología empleada sea conocida o incipiente, deben tomarse las precauciones máximas -- posibles tanto para evitar daños al equipo, como al personal.

Cada planta en particular tiene, por sus características inherentes, su propio programa de arranque.

A fin de llevar a cabo una eficiente supervisión de construcción y arranque, es necesario contar con :

- A. - Manuales de normas de diseño y especificaciones de equipo mecánico estático y rotativo.
- B. - Códigos de materiales.
- C. - Manuales de Instrumentación con sus respectivas hojas de especificaciones y listas de partes.
- D. - Manuales de operación de planta
- E. - Manuales de equipo eléctrico.
- F. - Manuales de construcción y mantenimiento con sus respectivos diagramas de armado, hojas de especificaciones, lista de partes y catálogos de cada equipo.

G. - Juego completo de planos e isométricos de cada sector en que se divida la planta. (Contendrá los diagramas de proceso, mecánicos, instrumentación y eléctrico)

H. - Diagramas de Integración de Líneas de proceso.

I. - Diagramas de integración de líneas de servicios auxiliares.

Todo esto, con el fin de integrar un expediente de cada equipo con sus partes de repuesto y dibujos originales, así como, el histograma de las pruebas a que sea sometido y los resultados obtenidos.

Los planos y diagramas de cada uno de los circuitos en que se ha dividido la planta, son necesarios para llevar a cabo un control efectivo del avance, de esta manera podrán efectuarse revisiones periódicas de cada circuito para poder tener al día las listas de faltantes.

Así, el trabajo de recepción simplificará las pruebas preliminares y las funciones operativas y de mantenimiento, ya que se dispondrá de la infraestructura técnica para poderlas realizar.

Arranques

La política a seguir en la coordinación de recepción será la de formar los grupos por especialidades debiendo estar integrados al grupo de arranque.

Este grupo debe supervisar la construcción de :

- Cimentaciones
- Análisis de suelos
- Drenajes
- Tuberías subterráneas
- Tuberías aéreas

- Construcción de torres y recipientes
- Soldaduras
- Calentadores a fuego directo
- Instrumentos de control
- Empaques y catalizadores
- Soportería
- Aislamientos y pintura
- Montaje de subestación, motores y circuitos eléctricos
- Montaje de equipo rotatorio.

6.2.3.9 Obtención de los niveles de operación.

Esta etapa de hecho se inicia desde el momento en que se ponen en operación cada uno de los sistemas. El ajuste de las variables de operación es paulatina y se registran en cada variable, se procede en forma normal a efectuar el registro de todas las condiciones de operación importantes, se debe disponer de una bitácora donde se registren los datos tanto de campo como del tablero de control. El ingeniero químico interpreta la información y efectúa los ajustes para evitar desviaciones y en casos de emergencias. Si bien es cierto que se cuenta con dispositivos de emergencia, nunca se debe esperar que estos actúen (porque pueden no hacerlo), lo que debe hacerse es ir parando y controlando cada uno de los sistemas hasta que se tenga la certeza de que todo está bajo control.

Integración de los recursos humanos.

La selección del personal técnico así como la adecuada organización del equipo de trabajo asegura una confiabilidad aceptable para llevar a feliz término el arranque de una planta industrial.

El coordinador general del arranque debe de poseer los atributos y experiencias suficientes para seleccionar acertadamente a su personal.

En forma general existen parámetros para seleccionarlo de acuerdo a sus características tales como:

- a) Experiencia
- b) Organización
- c) Conocimientos técnicos

d) Capacidad de improvisación.

e) Capacidad para atacar emergencias.

Para fines de programación y realización del trabajo de construcción en una planta industrial, se debe dividir los equipos y sistemas de acuerdo a la similitud que presentan.

Y estos son:

a) Equipo mecánico estático

b) Equipo mecánico rotatorio

c) Tubería y accesorios

d) Instrumentación neumática y electrónica

e) Generación y distribución de energía eléctrica

f) Obra Civil

La organización de los departamentos y equipos de arranque se estructura de acuerdo a un organigrama básico establecido en el siguiente orden:

De este organigrama se pueden establecer las disciplinas técnicas requeridas y sus porcentajes para la construcción, recepción, y arranque de una planta Industrial.

Profesionales	Porcentaje
Ingenieros Químicos	58%
Ingenieros Mecánicos	21%
Ingenieros Eléctricos	8%
Ingenieros Civiles	8%
Ingenieros Electrónicos	5%

El alto porcentaje de Ingenieros químicos empleados se debe indudablemente a que en esta disciplina se dispone de un profesional con conocimientos diversos que le permite una versatilidad en cualquier actividad Industrial.

Coordinador General.

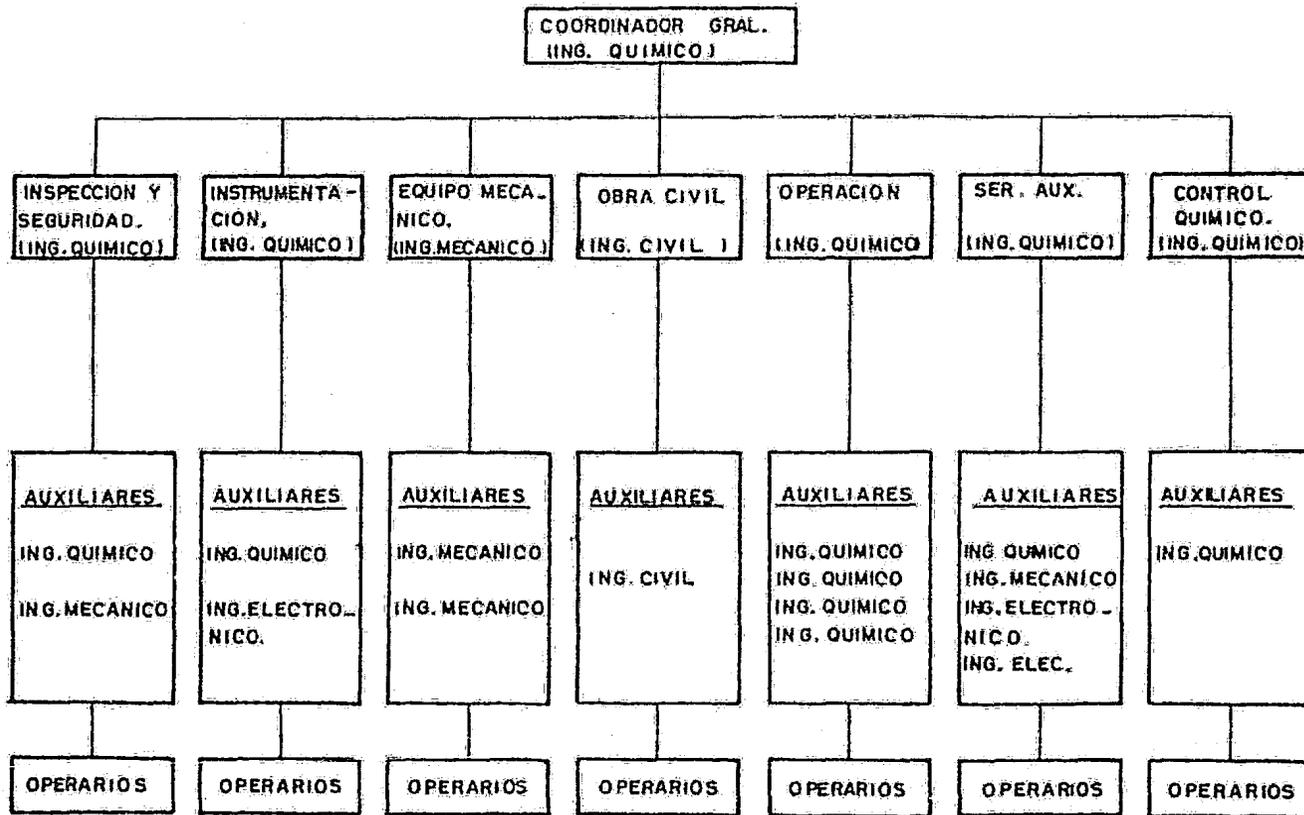
Organiza los equipos de trabajo y evalúa los avances de construcción, recepción y arranque de la planta.

Inspección y Seguridad.

Este equipo de trabajo tiene bajo su responsabilidad:

- a) Montaje de recipientes (cambiadore de calor, torres de destilación, separadores, reactores, etc.
- b) Construcción y montaje de tubería
- c) Pruebas y montaje de válvulas y accesorios.
- d) Armado de partes internas de los recipientes.
- e) Pruebas hidrostáticas o neumáticas de los recipientes.
- f) Pruebas hidrostáticas o neumáticas de tubería (circuitos).

INTEGRACION DE RECURSOS HUMANOS



Para efectuar eficazmente estas actividades, el personal debe tener amplia experiencia en la construcción y aplicación de la tecnología de los materiales, así como en la interpretación de planos de construcción. Los códigos de construcción tales como el ASME, ASTM, API y PEMEX resultan de gran utilidad.

Instrumentación.

Los profesionistas adscritos a esta actividad se requiere que tengan una amplia y profunda experiencia en la operación de circuitos neumáticos, eléctricos y electrónicos, así como aparatos de medición y control de alta precisión. Todo esto, les permite obtener un amplio criterio para resolver problemas inherentes a la calibración y ajuste de los controles de proceso.

Esta actividad es quizá la más completa de todas las existentes en la construcción, arranque y operación de plantas industriales, ya que requiere el conocimiento de principios físicos, químicos físico-químicos y operaciones unitarias principalmente flujo de fluidos.

Equipo Mecánico.

Los ingenieros mecánicos manejan en su totalidad esta actividad, estos profesionistas por las características inherentes del equipo supervisan el montaje, ensamble, prueba y arranque de cada una de las partes que conforman el equipo mecánico rotativo: bombas, compresores, turbinas a vapor, turbinas de gas, etc.

La participación del ingeniero químico es de suma importancia en la etapa de prueba y arranque de los equipos, por conocer las condiciones de operación requeridas para el proceso y por ende la flexibi-

lidad de operación permisible.

Operación. -

La actividad de este equipo de trabajo es amplia, profunda y específica.

Encabezada por el jefe de planta, los ingenieros de operación, participan activamente en cada una de las etapas desde la construcción hasta el arranque de la planta.

Es imprescindible el conocimiento profundo de la filosofía de operación de la planta, así como los principios operacionales que la regirán ya que ellos y solamente ellos tendrán la responsabilidad de la correcta operación de cada uno de los sistemas.

Control Químico.

El ingeniero químico que encabeza este departamento fundamentado en el conocimiento de la planta y los productos finales que se obtendrán, prepara los métodos analíticos, reactivos y materiales requeridos para el adecuado control químico de los mismos.

Requerirán también conocer profundamente la filosofía de operación para que de esta manera auxilien eficazmente en la detección de desviaciones de las condiciones de operación y evitar que los productos finales estén fuera de la especificación de calidad fijada o bien -- que el equipo se dañe.

Servicios Auxiliares.

Los servicios auxiliares incluyen el suministro de agua de enfriamiento, vapor, aire de instrumentos, gas combustible, energía eléctrica, desfogues y almacenamiento como los más importantes y en menor

grado, aire y agua de servicios.

Cada uno de estos servicios tiene su propia importancia y requiere un profundo conocimiento de la construcción y operación de cada uno de ellos, ya que sin estos no se puede iniciar el arranque formal de la planta.

Obra Civil.

El ingeniero civil que coordina este departamento tiene un gran volumen de trabajo durante la construcción.

Su actividad es importante en la cimentación de las bases de concreto sobre las que se montarán los equipos y soportes de tubería, así como en la construcción de edificios donde funcionarán los talleres, almacenes, oficinas administrativas, cuartos de control, torres de enfriamiento, subestaciones eléctricas, etc.

Información técnica para construcción, supervisión y arranque de la planta.

A fin de llevar a cabo una eficiente supervisión de construcción y arranque, es necesario contar con:

- a) Manuales de normas de diseño y especificaciones de equipo mecánico, estático y rotativo.
- b) Código de materiales.
- c) Manuales de instrumentación con sus respectivas hojas de especificaciones y listas de partes
- d) Manuales de operación de planta
- e) Manuales de equipo eléctrico
- f) Manuales de construcción y mantenimiento con sus respec-

tivos diagramas de armado, hoja de especificaciones, lista de partes y catálogos de cada equipo.

g) Juego completo de planos isométricos de cada sección en que se divida la planta (contendrá los diagramas de proceso, instrumentación y eléctrico).

h) Diagramas de Integración de Líneas de proceso.

i) Diagramas de Integración de líneas de servicios auxiliares.

Todo esto con el fin de integrar un expediente de cada equipo con sus partes de repuesto y dibujos originales, así como el histograma de pruebas a que sea sometido y los resultados obtenidos.

Los planos y diagramas de cada uno de los circuitos en que se ha dividido la planta son necesarios para llevar a cabo un control - efectivo del avance, de esta manera podrán efectuarse revisiones periódicas de cada circuito para tener al día las listas faltantes.

Así, el trabajo de recepción simplificará las pruebas preliminares y las funciones operativas y de mantenimiento, ya que se -- dispondrá de la infraestructura técnica para poderlas realizar.

BIBLIOGRAFIA

1. Aparicio Lazcano J.M. y otros. ANALISIS DE LAS ETAPAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE PROCESO. Tesis. 1980 UNAM
2. Chávez Carreón D. EL GERENTE DE PROYECTO SU FUNCION E IMPORTANCIA. Tesis, 1980 UNAM
3. Rase H.F. y Barrow M.H. INGENIERIA DE PROYECTO PARA PLANTAS DE PROCESO Ed. CECSA, S A., 1981. México
4. PEMEX. CRITERIOS GENERALES PARA CONSTRUCCION Y ARRANQUE DE PLANTAS INDUSTRIALES.

CAPITULO VII

OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

CAPITULO VII

CALIDAD
CANTIDAD
EFICIENCIA



OPERACION

EMERGENCIAS

PREVENTIVO

CORRECTIVO

PREDICTIVO

PERIODICO

MANTENIMIENTO

SEGURIDAD

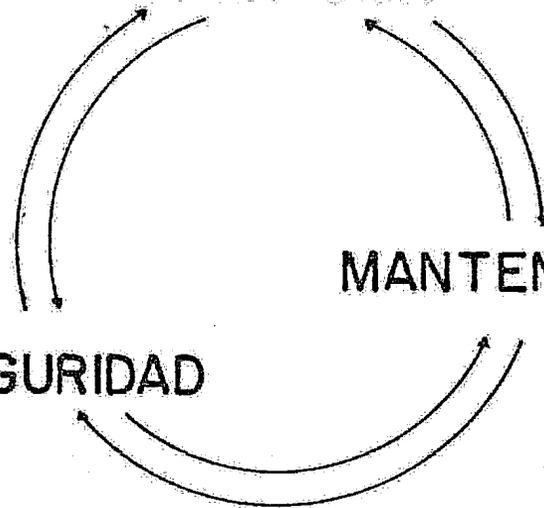
CONCURSOS
DE SEGURIDAD

EQUIPO DE
PROTECCION
PERSONAL

PROGRAMAS
DE SEGURIDAD

COLORACION
DE GUARDAS

EMPLEO DE
COLORES



OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

- 7.1 Operación
- 7.2 Mantenimiento
 - 7.2.1 Aspecto Administrativo del Mantenimiento
 - 7.2.2 Mantenimiento Correctivo
 - 7.2.3 Mantenimiento Preventivo
 - 7.2.4 Mantenimiento de Emergencia
 - 7.2.5 Mantenimiento Predictivo
 - 7.2.6 Mantenimiento por Etapas o Progresivo
 - 7.2.7 Mantenimiento Periódico
 - 7.2.8 Mantenimiento Sintomático
 - 7.2.9 Mantenimiento Mixto
 - 7.2.10 Organización del Mantenimiento
- 7.3 Seguridad
- 7.4 Conclusiones
- 7.5 Bibliografía

7.1 Operación

La operación es una etapa que está más allá de los alcances del proyecto. Sin embargo, es una fase en la cual quedan comprobadas o se confronta con la realidad que el proyecto funcionó y es mantenido.

Dentro de este capítulo abarcaremos los aspectos relativos con la operación y los cuales los clasificamos de la siguiente manera:

- a) Problemas inherentes a la operación misma.
- b) Mantenimiento y
- c) Seguridad

Problemas inherentes a la operación misma - Los problemas - que se tienen en una operación depende en su mayoría del tipo de proceso en cuestión. Para establecer y mantener las condiciones de operación requeridas en un proceso, es necesario seguir y cubrir cierto número de requisitos impuestos por las necesidades mismas del proceso.

En este renglón se tiene:

Condiciones de operación óptimas. - Bajo las cuales se efectúa la operación y el proceso de la mejor forma, incluyendo eficiencia, - calidad del producto, economía y seguridad.

Variables de operación más importantes. Se requiere conocer y saber cómo modificarlas en caso de observar ligeras desviaciones - de las condiciones óptimas.

Variables de control. Con las cuales se puede tener un control sobre toda la operación y ver o detectar cuando está fuera de control.

La mayor parte de las veces las condiciones de operación (su

valor) es fijado en base a un programa de producción; es decir, de un momento a otro pueden ser cambiadas, aumentadas o disminuidas de tal manera de cubrir y lograr lo señalado en el programa.

La variación o cambio en las condiciones de operación quedará delimitada por las capacidades de los equipos y por las condiciones críticas o máximas que pueda soportar un equipo, según su diseño de construcción.

Para poder realizar alguna operación dentro del proceso se debe contar con el personal capacitado y/o especializado para efectuarla en una forma correcta. Asimismo, el personal u operarios deberán conocer las condiciones de operación normales o establecidas y en qué forma puede modificarlas o mantenerlas, y en caso de no lograrlo, dar parte a su supervisor. También deberá estar entrenado para realizar los paros normales o de emergencia. Debe estar capacitado para efectuar los arranques después de un paro normal y efectuar los arranques después de paros prolongados, similares a los arranques iniciales.

Para los paros y los arranques se cuenta con los manuales de operación que otorgan los fabricantes de los equipos y en los cuales se dan los pasos a seguir y las variables principales a observar para mantener el proceso en operación.

Durante los arranques, en ocasiones, se cuenta con la presencia de supervisores y con la presencia de los fabricantes del equipo.

7.2 Mantenimiento.

Introducción. - Con el advento de los procesos continuos, muchas veces la descompostura de una pieza de equipo puede parar -

toda una planta en proceso, o por lo menos una sección importante de la misma, de aquí surgen las necesidades de que un grupo de gentes se preocupe de la forma de prevenir o impedir que estas cosas sucedan.

Si bien la Industria considera el mantenimiento bajo diversos criterios, todos están dirigidos hacia un solo objetivo, pudiéndose -- citar las siguientes definiciones:

Mantenimiento es la serie de trabajos que hay que efectuar en algún artefacto, lugar o método a fin de conservar el servicio para el cual fue hecho.

Mantenimiento es la secuencia de trabajos lógicamente ordenados enfocados para conservar en grado de utilización confiable a una maquinaria o equipo.

7.2.1 El aspecto administrativo en el mantenimiento. -

La integración del aspecto administrativo al mantenimiento comprende las siguientes fases:

- Fase estática.

1. - Previsión (qué es lo que puede hacerse para no sufrir una avería).

2. - Planeación (qué trabajos se van a realizar).

3. - Programación (cuándo se efectuarán los trabajos necesarios).

4. - Organización (cómo se distribuirá la carga de trabajo)

- Fase dinámica.

Comprende los elementos activos que hacen posible la realización de actividades acordes a las decisiones tomadas, distinguiendo-

se los siguientes puntos:

1. - Integración (recursos con los que se va a trabajar).
- 2 - Dirección (nombrar quién se haga responsable del control de avance de los trabajos y garantice sus resultados en el tiempo y calidad acordados).

Como se puede notar, el trabajo de mantenimiento exige: experiencia técnica y administrativa. En este último aspecto es necesario un buen cúmulo de conocimientos sobre administración dado que está ligada a los trabajos productivos.

Es conveniente señalar que si el aspecto administrativo tiene fuerte influencia en el manejo de una operación de mantenimiento, en pocas ocasiones un ingeniero químico recién egresado, podrá conducir con éxito la operación de mantenimiento; si toma con discreción la experiencia de los obreros y la encausa administrativamente hacia la conservación de toda una agrupación de máquinas y equipos que se le hayan encomendado en una planta de proceso.

Problemas de mayor frecuencia durante el mantenimiento.

Mantenimiento tiene que responder desde lo que hay a la entrada de la planta (conservación de acceso a la fábrica) pasando por oficinas, áreas de producción, maquinaria y equipo, áreas de almacenamiento, talleres, andenes, edificios, patios de maniobras, alumbrado general de planta y otros aspectos más, hasta los sectores de salida de la misma.

En los trabajos de mantenimiento se han observado diferentes causas que dan lugar a problemas, entre las principales que pueden se-

ñalarse están las siguientes:

1. - Motivación del personal. -

Esta puede ser nula o deficiente en algunos niveles y podrá - afectar los resultados esperados. Para prevenir esta situación será necesario el desarrollar excelentes relaciones con los trabajadores que por lo general son genreruda y de trato complicado.

2. - Herramientas y talleres.

Se refiere a medios y lugares inadecuados para efectuar trabajos requeridos por otras secciones con la rapidez y exactitud que obliga y se espera de la labor de mantenimiento.

3. - Dependencia de otras secciones.

Los trabajos de mantenimiento requieren de materiales adquiridos en el exterior de la planta; resintiéndose el servicio por la falta oportuna de las refacciones o cosas que la sección de compras no entregue con la oportunidad requerida.

Se dan casos en la que por falta de materiales se anule o retrase todo un proyecto de trabajo. Por lo tanto, será necesario disponer de un departamento de compras eficiente.

4. - Los contratos colectivos de trabajo mal negociados pueden impedir un adecuado empleo del personal para efectuar los trabajos requeridos. Es real la existencia de casos donde el trabajo de mantenimiento se ve interferido por la acción sindical.

5. - Las malas decisiones frecuentes y costosas harán actuar equivocadamente a la fuerza de mantenimiento, no pudiendo cumplir con la efectividad esperada su principal labor de conservación.

6. - El adiestramiento nulo o deficiente del personal técnico de mantenimiento hará que no se aprovechen las habilidades del operario, redundando en una mala calidad del trabajo realizado y en la corta durabilidad de una reparación.

7. - Una organización nula, deficiente o inoperante, hará que el trabajo de mantenimiento esté fuera de normas, políticas y disciplinas que enlazadas entre sí no permitirán el buen rendimiento de la labor de este servicio.

La operación de mantenimiento, independientemente de su grado de complejidad, por lo general muestra aspectos comunes que lo caracterizan, siendo principales los siguientes:

1. - No se tienen establecidos límites de desgaste, vida útil y equipo crítico del complejo de maquinaria que forman un proceso.

2. - Por aplicar políticas económicas mal dirigidas de la empresa, muy frecuentemente se realizan reparaciones de emergencia o trabajos urgentes prolongados y costosos.

Es poco frecuente encontrarse con el hecho de que la empresa restringe el presupuesto de mantenimiento, considerando que lo grará economías en el costo de operación total de la planta, lo cual en resultados reales vienen a manifestarse por lo general en pérdidas de producción y desarrollo de tiempo muerto (tiempo improductivo: la planta para su trabajo) por la falta de herramientas, refacciones o mano de obra requerida para prevenir una falla costosa del equipo.

3. - La baja calidad de los materiales y la dificultad para conseguir las refacciones necesarias, actúan en detrimento de los resul-

tados finales del trabajo de mantenimiento.

Principales sistemas de mantenimiento practicados en maquinaria y equipo instalados en plantas de proceso.

Cuando se está en contacto con la maquinaria básica y equipo periférico que forman la actividad industrial de una planta y con la responsabilidad de conservarla siempre en condición de trabajo seguro y confiable, es indispensable conocer y dominar lo que la Ingeniería de mantenimiento ofrece.

Las técnicas son conocidas en el trabajo bajo nombre de sistemas o tipos de mantenimiento y deberán ser aplicados según el caso que se presente. A continuación se enuncian tales sistemas.

7. 2. 2. Mantenimiento correctivo.

Consiste en la corrección de fallas en la medida que se vayan presentando. Este tipo de mantenimiento resulta el más costoso, ya que provoca tiempo muerto, paro de la producción, pérdida de los niveles de calidad, pérdida del ritmo de trabajo, etc., Por lo tanto, deberá evitarse o minimizarse el trabajo bajo estas circunstancias, tomando el mayor número de acciones preventivas.

7. 2. 3 Mantenimiento Preventivo.

Es el conjunto de trabajos que permitirá la forma más económica de operar con seguridad y eficiencia un equipo y que tiene como dirección principal evitar fallas imprevistas. Este sistema es el más recomendable a aplicar y desarrollar.

7. 2. 4 Mantenimiento de Emergencia.

Aplicase a trabajos urgentes, por lo general costosos, que se

Llevar a cabo en un equipo de producción crítica al ocurrir una falla inesperada o anticipada.

7.2.5 Mantenimiento Predictivo.

Básicamente consiste en detectar las fallas usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas, como por ejemplo los medidores de vibración, estetoscopios, rayos X y otros más que revelarán una avería antes que suceda.

7.2.6 Mantenimiento por etapas o progresivo.

Recomiéndase para conservar las máquinas o equipos que prácticamente nunca paran. Al practicar este tipo de mantenimiento, se requerirá tener una sólida experiencia para ordenar los trabajos de mantenimiento, recomendándose subdividir la máquina en mecanismos; sistemas eléctricos, electrónicos, neumáticos, hidráulicos, de lubricación, etc., aspectos operacionales y parte exterior.

7.2.7 Mantenimiento periódico

En el trabajo industrial se le conoce también como "overhaul" y consiste en dar mantenimiento al equipo en forma total después de haber trabajado una temporada determinada. Un caso clásico de este tipo se ve en el mantenimiento que se aplica a la maquinaria de los ingenios azucareros.

7.2.8 Mantenimiento Sintomático.

Mantenimiento que se da al equipo en función de los síntomas registrados durante su operación, siendo los principales índices para obtener tal información, los ruidos extraños, olores extraños, vibraciones anormales y visión exterior. Relacionando todas estas situacio-

nes se inducirán las órdenes para dirigir la fuerza de mantenimiento que conserve en buenas condiciones de trabajo la máquina o equipo.

Este sistema podrá ser de utilidad práctica en el mantenimiento de motores eléctricos y aparatos eléctricos, ambos muy sensibles a causar fallas no declaradas por medio de la radiación de calor normal, zumbidos extraños, ruidos y vibraciones anormales. Este tipo de mantenimiento por ejemplo lo aplican en sus barcos las industrias petroleras.

7. 2. 9 Mantenimiento Mixto.

Es la aplicación de las técnicas de mantenimiento correctivo y preventivo al mismo tiempo.

Asimismo, será preciso también señalar que dada la diversidad de políticas problemáticas y situaciones circunstanciales en que se desarrolla el mantenimiento, resultará claro manejarlo con algunos de los sistemas específicos descritos. Así se tiene por ejemplo el caso de algunas industrias que por razones de prestigio, económicas y de competencia en el mercado, ordenan efectuar sólo mantenimiento correctivo o sintomático a efecto de lograr el mayor número de horas de trabajo para producir.

La pequeña industria por lo general se inclina al mantenimiento correctivo, al exigir que sus máquinas trabajen lo más posible, para después reparar las partes averiadas.

7. 2. 10 Organización del mantenimiento.

La organización del mantenimiento se refiere a la distribución que tendrán los equipos por los que estará formado, según los medios

con los cuales se cuenta para llevar a cabo un programa específico. La organización del mantenimiento dependerá de la política de la empresa y del tipo de mantenimiento que se desee practicar en la planta.

Para cumplir los programas de mantenimiento se deberá contar con el personal técnico capacitado (mecánicos, electricistas, instrumentistas, soldadores, albañiles, pintores, etc.).

Una posible división para el grupo de mantenimiento puede ser la siguiente, no implicando que sea la única o la mejor (los resultados dependerán del programa de mantenimiento y grado de preparación y experiencia del personal).

- Mantenimiento mecánico. - Encargado del mantenimiento de todas las maquinarias, tales como motores, bombas, ventiladores, compresores, recipientes, calderas, válvulas, poleas, vehículos tales como grúas, montacargas, traxcavos, camiones y automóviles, maquinaria, transportadores, alimentadores, etc.

- Mantenimiento eléctrico. - Encargado el mantenimiento a motores, tableros y consolas de control, iluminación y alumbrado, circuitos eléctricos de los equipos, transformadores, banco de capacitores, etc.

- Mantenimiento de aparatos. - Encargado del buen funcionamiento de todos los aparatos e instrumentos de medición y control, así como de registradores que se tienen en los equipos de proceso, tales como manómetros, termómetros, rotámetros, vacuómetros, medidores de flujo, válvulas reguladoras o automáticas, graficadoras de las condiciones de operación, dosificadores, etc.

Se contará con el apoyo de los siguientes talleres para poder desarrollar las labores de mantenimiento.

- Taller mecánico. - Para el maquinado o rectificación de las piezas sujetas a desgaste o para reposición de alguna de ellas que no sea posible conseguir o no se tenga en el almacén de partes o refacciones. Se debe de tener el equipo necesario para ese maquinado, es decir, tornos, esmeriles, calibradores, etc.

- Taller eléctrico. - Para efectuar las reparaciones eléctricas a los motores y equipo eléctrico. Debe de contar con un suministro de las partes eléctricas por medio del almacén de refacciones. También debe contar con los medios e instrumentos necesarios para las composuras y para algunas determinaciones eléctricas en los equipos.

- Taller de carpintería. - Es un servicio de apoyo el cual puede abastecernos de materiales y construcción de partes provisionales tales como resguardos o protecciones de las máquinas, construcción de tarimas, construcción de soportes para movimiento de materiales y equipos, construcción de estructuras, etc.

Taller de bandas. - Para proveer y fabricar las bandas necesarias para el movimiento de las partes móviles de las maquinarias, tales como transmisiones, alimentadores de bandas, transportadores, bandas para poleas, etc.

- Construcción. - Para el mantenimiento de las obras civiles, tales como bases para motores, bombas y maquinaria, construcción y mantenimiento de tanques de concreto, resguardos, levantamiento de muros, reposiciones de ladrillos refractarios en hornos y calderas al

efectuarse una reparación, etc.

Lubricación. - Como apoyo directo al mantenimiento mecánico y encargado del engrasado y aceitado de las partes móviles de las maquinarias sujetas a desgaste. Puede existir un programa de lubricación para todas las maquinarias, motores y transmisiones de la planta.

7.3 Seguridad.

7.3.1 Seguridad Industrial.

En esta sección se analizarán los factores importantes de la programación de la seguridad en las plantas durante el proyecto, así como durante la operación, con la finalidad primordial de evitar las lesiones a operarios y empleados cercanos a los equipos, y en segundo término a los equipos y maquinarias, debido a fallas o accidentes.

No se pretende analizar los lineamientos de seguridad a seguir durante la construcción de una planta, sino más bien los lineamientos a seguir para prevenir y evitar los accidentes de trabajo de tipo industrial.

La inspección adecuada de los equipos y maquinarias de una planta es una de las maneras de prevenir accidentes. La inspección se lleva a cabo en todos los equipos sujetos a desgaste o deterioro, o a cambios estructurales capaces de debilitarlo.

Estas inspecciones se pueden programar y la realizan grupos que vigilarán que los equipos operen bajo condiciones seguras. La frecuencia de las inspecciones dependerá de las características propias del proceso.

Entre los factores que gastan y deterioran a un equipo está la corrosión y la erosión, los cuales son producidos por la naturaleza de los materiales manejados y las condiciones de operación.

También el trabajar a presiones y temperaturas mayores a las de diseño puede provocar frecuentes fallas y distorsiones en los sitios donde se presentan esfuerzos.

Desde el punto de vista práctico es imposible evitar la corrosión y por lo tanto la ingeniería de seguridad se preocupa más bien por controlarla. Primero se determinan las causas que ocasionan los daños y deterioros en los equipos e instalaciones y después se fijan los métodos y técnicas para prevenirlos.

Desde el diseño de las instalaciones y equipos se pueden tomar las medidas necesarias para prevenir los desgastes del equipo. Estas medidas se pueden tomar si se sabe qué variables de operación las producen y de qué métodos preventivos dispone.

La seguridad industrial implica trabajar en un área segura pero incluyendo condiciones de eficiencia y economía.

Dentro del proyecto, la seguridad comprende la delimitación de las áreas peligrosas. Esto muchas veces no es fácil de concebir y su ubicación se hace hasta que la planta está operando. Para la delimitación de zonas peligrosas suelen colocarse avisos preventivos -- tales como alto, techo bajo, piso resbaloso, alta tensión, no fumar, ácidos, material cáustico, peligro, extintor, manguera contra incendio, no pasar, etc.

Adicional a la delimitación de las zonas peligrosas está la colocación de protecciones a las maquinarias y a las transmisiones de fuerza.

Es preferible que las protecciones sean diseñadas y construidas por los mismos fabricantes de la maquinaria y equipo para que éstas formen una sola unidad. Es decir, el fabricante realizará un diseño seguro de una protección rígida, fija y como una sola unidad integral de la maquinaria.

Las protecciones de las máquinas son muchas veces fabricadas no sólo con la finalidad de brindar una protección al operario, sino -- también de darle mayor vida útil a la máquina misma, evitando la penetración de agentes extraños, humedad, agua, etc., que puedan deteriorarla. En ciertos equipos las protecciones no deben de ser selladas para permitir el paso del aire que sirve como medio de enfriamiento.

Los fundamentos y principios básicos de las protecciones a las maquinarias son las siguientes:

- a) Las partes móviles peligrosas deberán encerrarse.
- b) Las partes sujetas a desgaste, ajuste y/o lubricación manual, deberán ser accesibles.
- c) Si es posible, se contará con sistemas de lubricación automática y continua si la máquina está en operación.
- d) Deben evitarse los contrastes fuertes de luz y sombra, así como deslumbramientos, en la proximidad a la zona de operación.
- e) Cuando sea posible debe transportarse mecánicamente los materiales hasta las máquinas, así como el producto de ellas.
- f) Se deberá contar con transporte automático de polvos y gases del equipo.
- g) Debe eliminarse el ruido o reducirse tanto como sea posible.
- h) Deben evitarse movimientos en las máquinas, que fatiguen los ojos, cuando se deban inspeccionar partes giratorias o de movimiento alternante, o de valvén, a través de pantalla, malla o celosía.
- i) Debe eliminarse o reducirse tanto como sea posible la vibra

ción .

j) El contorno de la maquinaria que tiene contacto o manejo continuo, debe ser tal, que facilite su manejo y las partes móviles que no puedan encerrarse deberán ser lisas en su contorno cuando sea posible.

k) El peso de las partes a manejar debe mantenerse dentro de los límites o bien, estas partes se diseñarán de forma que puedan accionarse por medios mecánicos.

l) Durante el diseño de la maquinaria y sus partes, debe considerarse la conveniencia de dotarla de accesorios de seguridad y protección, principalmente en la zona de operación. Asimismo, debe tenerse en cuenta el contorno del equipo, al fin de reducir al mínimo un accidente por tropiezo o colisión. Por ejemplo las patas y las esquinas filosas muchas veces representan un peligro y por ende deben de ser protegidas y redondeadas respectivamente.

m) Se recomienda emplear amplios factores de seguridad en la determinación de la resistencia de las partes.

Ultimamente la maquinaria y sus partes móviles han sido muy bien protegidas, ya que estas partes tienen una fuerza tal como para fracturar, cortar y destrozar un cuerpo humano, es por ello que las partes peligrosas quedan cubiertas con protectores efectivos.

Por otro lado, se han preferido las máquinas y herramientas que cuentan con sistema de propulsión individual o un motor individual el cual elimina el empleo de bandas, poleas cónicas, trenes de engranes y cadenas los cuales representan partes peligrosas.

Cabe mencionar que se prefieren las protecciones individuales de los equipos de aquéllas que "protegen" a toda la maquinaria mediante el empleo de un barandal.

Los sistemas de engranajes reciben una protección muy especial debido a su potencia de atracción en el punto de engranaje; estos son más peligrosos que las bandas y poleas de dimensiones similares a la misma velocidad.

Su protección clásica es mediante cubiertas completas de hierro fundido o de acero, fijadas a la estructura de la máquina. Otras excelentes protecciones son mediante guardas de malla de alambre o sólidas.

En lo que respecta a bandas y poleas, así como otras partes móviles, éstas suelen resguardarse mediante cubiertas de metal perforado, desplegado o sólido, o mediante mallas de alambre y, en último de los casos, con guardas de madera. Las construcciones en metal son preferidas generalmente sobre las de madera u otros materiales combustibles, y debe de evitarse que los resguardos constituyan un posible foco de incendio o que sirvan para coleccionar basura o polvo en cantidad considerable.

En algunos lugares puede instalarse el resguardo de malla o metal sólido y adicionalmente un barandal.

En ocasiones parece que se han omitido los resguardos o protecciones de las partes peligrosas móviles, pero ellas están ya de por sí protegidas, ya sea por su ubicación o porque son prácticamente inaccesibles.

El empleo de los barandales está muy generalizado en las - - plantas de proceso y se utiliza en escaleras, pasillos, techos de equipo y edificios, lugares de inspección, en resguardos, en puentes, para evi-
tar caídas en fosas donde hay algún equipo, etc., La separación míni-
ma que deben de tener los barandales con los equipos y máquinas es de
40 cm. para operar en forma segura.

Otras medidas de seguridad es la colocación o disposición más
segura de los equipos. Por ejemplo los motores se colocan elevados,
frecuentemente con sus bandas de transmisión a flechas elevadas; el
equipo eléctrico se resguarda con cercas de alambre o salones cerra-
dos; los mecanismos de las máquinas se orientan contra la pared, -
etc.

En ciertas máquinas hay instaladas alarmas audibles y visibles
apropiadas para indicar que un equipo está en operación; un ejemplo
lo constituye la grúa viajera.

7.3.2 Empleo de los colores en las plantas.

En otro aspecto de la seguridad, existe la delimitación o se-
ñalización de zonas peligrosas y no peligrosas y otro tipo de señala-
mientos mediante el empleo de los colores para la identificación de -
riesgos y equipos:

Amarillo. - Para indicar la necesidad de tener precaución y
para señalar riesgos físicos, evitando choques, caídas, tropezos, - -
atrapamientos, etc. Para hacer resaltar obstrucciones, zonas de apli-
camiento, áreas de carga, barandales, etc.

Naranja. - Para identificar partes peligrosas de maquinaria

o equipo eléctrico, dispositivos de corte, bordes de sierra, etc. Para hacer resaltar los riesgos que quedan expuestos al retirar los resguardos de los equipos.

Azul. - Para prevenir contra el arranque o puesta en marcha accidental de cualquier equipo en reparación o ajuste, Para avisos que prevengan contra el movimiento accidental de ascensores, hornos rotatorios, tanques, calderas, controles eléctricos, secadores, válvulas, escaleras, etc. Estos avisos se colocan en los puntos de arranque o fuentes de potencia.

Verde. - Para indicar la ubicación de equipos de primeros auxilios y de emergencia, tales como camillas, botiquines mascarillas contra gases y polvos, salvavidas, etc. Para hacer destacar los tableros donde se exhiban mensajes o materiales que promuevan la seguridad.

Rojo. - Para señalar el peligro, o para indicar alto inmediato. Para identificar fácilmente equipos para combate de incendios. Para letreros de salidas de emergencia. Para pintar recipientes que contienen sustancias peligrosas.

Blanco y negro. - Se usan solos, en franjas alternadas o en cuadros, según las necesidades específicas. Para delimitar carreteras y callejones sin salida, direcciones y límites de escaleras, etc. Para indicar la ubicación de recipientes de basura, para indicar orden y limpieza.

Se puede tener otro tipo de señalamiento, dependiendo de las políticas mismas de la planta.

7.3.3 Condiciones adecuadas de trabajo

Otros factores importantes a considerar durante el proyecto en el campo de la seguridad, es el de lograr las condiciones adecuadas en la zona de trabajo para evitar o disminuir la fatiga. Dado que la fatiga es el resultado inevitable del esfuerzo continuo, ya sea mental o físico, debe de evitarse el excesivo cansancio, no sólo con el fin de mantener la cantidad y calidad de la producción, sino por los efectos físicos perjudiciales sobre los trabajadores

Factores adicionales que contribuyen o que influyen en la fatiga son: la temperatura y humedad de la zona de trabajo; el ruido excesivo y continuo, la cantidad y la calidad de la iluminación; naturaleza del material del piso (sobre todo para personas que laboran de pie) y la falta de sillas adecuadas para personas que trabajan sentadas. También están los factores de tipo psicológicos, más relacionados con la vida del trabajador y por ello menos tangibles

La seguridad industrial también abarca el campo de los equipos de protección personal, es decir, se delimitan las áreas en que deberá usarse equipo de protección personal.

7.3.4. Organización de la Seguridad

Programas básicos de seguridad en una planta.

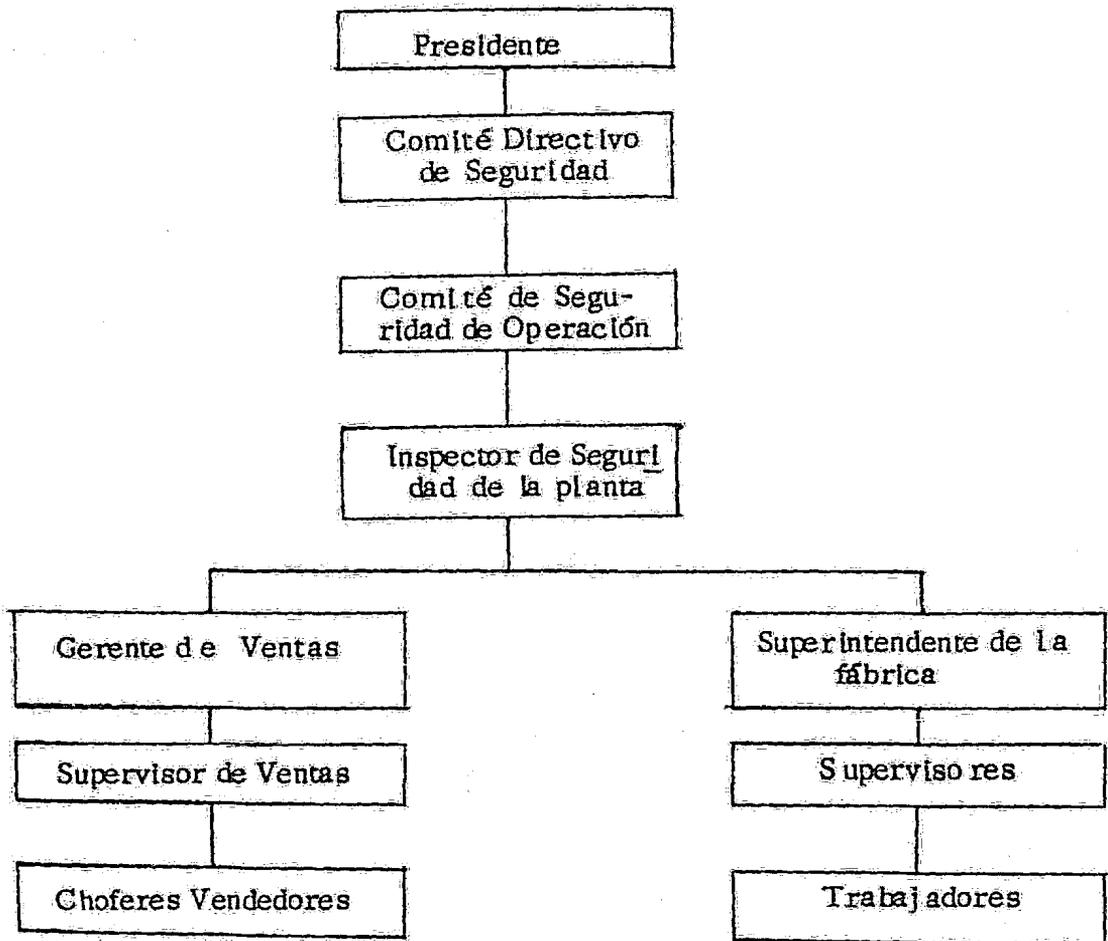
I - Inspecciones periódicas o exámenes a estructuras, máquinas, herramientas, equipos y procesos, así como a la actuación de los empleados

II. - Investigación de los accidentes para la determinación de los hechos causales.

III.- Acción correctiva con relación a las prácticas inseguras y a los peligros mecánicos descubiertos en los puntos I y II

Se debe contar con programas de capacitación y de adiestramiento de seguridad para el personal.

Por último se presenta un proyecto típico de organización de seguridad para una planta relativamente grande.



7.4 CONCLUSIONES

Cumpliendo con los programas de mantenimiento, así como --
mejorando y manteniendo las normas y condiciones de seguridad en --
una planta, se pueden tener las mejores condiciones de operación(se-
guras, eficientes y económicas)

El mantenimiento y la seguridad están relacionadas, puesto
que un programa de mantenimiento eficiente en todos los aspectos -
de la planta (mecánico, eléctrico, instrumentos, civil, edificios y
oficinas) evita las improvisaciones y las condiciones inseguras que
no son deseables en ninguna empresa

B I B L I O G R A F I A

1. - H. W. Heinrich

Prevención de Accidentes Industriales

Mc Graw Hill Book Co

México, 1950

2. - Granados Martínez Nicolás

Técnicas de Inspección en Plantas de Proceso de Refinerías

Tesis Profesional

UNAM, 1975

3. - Martínez Márquez Miguel I

Aspectos y aplicaciones del Mantenimiento Predictivo

Tesis Profesional

UNAM, 1970

4. - Baldomero Pérez Gabriel

Programación del Mantenimiento en Plantas de Proceso

Tesis Profesional

UNAM, 1981

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1) Los estudios técnico-económicos (Estudios de Mercado, Análisis de Proceso, etc.) nos podrán brindar bastante información para obtener las alternativas adecuadas para la toma de decisiones, pero no son los únicos medios ni los más confiables para realizar ésta.
- 2) Para la realización del proyecto se necesita una excelente coordinación de los diferentes profesionales y especialistas; la cual debe de estar presente a lo largo de las distintas etapas de planeación, programación y control, para hacer que el proyecto se cumpla en su mejor forma. Es decir, manteniendo el tiempo indicado, los menores gastos y logrando la calidad deseada.
- 3) Podemos establecer que es de vital importancia para los ingenieros químicos, el conocimiento de las diferentes etapas para la realización de un proyecto, en algunos de ellos dicho conocimiento se presenta de manera primordial.
- 4) El Ingeniero Químico, en contacto con los proyectos, deberá tener amplios conocimientos de ingeniería básica e ingeniería de detalle, así como de las demás especialidades de Ingeniería y conocimientos económico-administrativos, puesto que su interrelación con los demás profesionales así lo requiere.
- 5) Es de gran importancia por la situación actual, el tratar de que se realice una buena elección de la tecnología, ya que

ésta representa, por un lado, salida de divisas y por otro, una fuente de proceso potencial a nivel competitivo.

- 6) En las circunstancias actuales por las que atraviesa el país, es primordial una elección adecuada del proyecto a realizar, observando su posible obsolescencia, la sustitución de importaciones y su rentabilidad.
- 7) En la etapa de pruebas y arranque, es de vital importancia la realización adecuada de las actividades de acuerdo a la programación, ya que de ello dependerá por un lado un mínimo tiempo de realización de esta etapa, y por otro, el evitar problemas serios que implicarían mayores gastos al proyecto.
- 8) Dentro de la operación de la planta encontramos que mientras más adecuados sean los planes de mantenimiento y se sigan los lineamientos apropiados de operación, se obtendrá un producto con la calidad apropiada, el volumen especificado y una alta eficiencia.
- 9) La realización adecuada de las etapas del proyecto apegada a un programa realista redundará en: un menor tiempo de realización, menores gastos de inversión y el éxito total de la operación de la planta.

RECOMENDACIONES

- 1) El visualizar un mayor campo de aplicaciones del producto o advertir algún producto sucedáneo es una labor del Ingeniero Químico.
- 2) Con bastante información se podrán tener buenas estimaciones, pero la confiabilidad de éstas queda limitada por el origen de la información.
- 3) Como lo expresamos durante todo el desarrollo de la presente tesis, el enunciar, describir y desarrollar algunos métodos de las diversas etapas del mismo, nos permitió conocer más profundamente al proyecto, sin embargo debemos saber diferenciar y establecer los límites de los métodos y ejemplos involucrados, sin caer en detalles que cada etapa contiene.
- 4) De acuerdo a la situación actual debemos tener la habilidad necesaria para adecuar o implantar el proceso a los recursos que el país posee.
- 5) En la presente tesis se han desarrollado los diferentes temas de acuerdo a la forma en que la mayoría de los autores la recomiendan, pero deseamos dejar aclarado que ésta no es la única forma, pudiendo utilizarse algunas más completas u otras que tomen otros puntos en consideración.