

603713



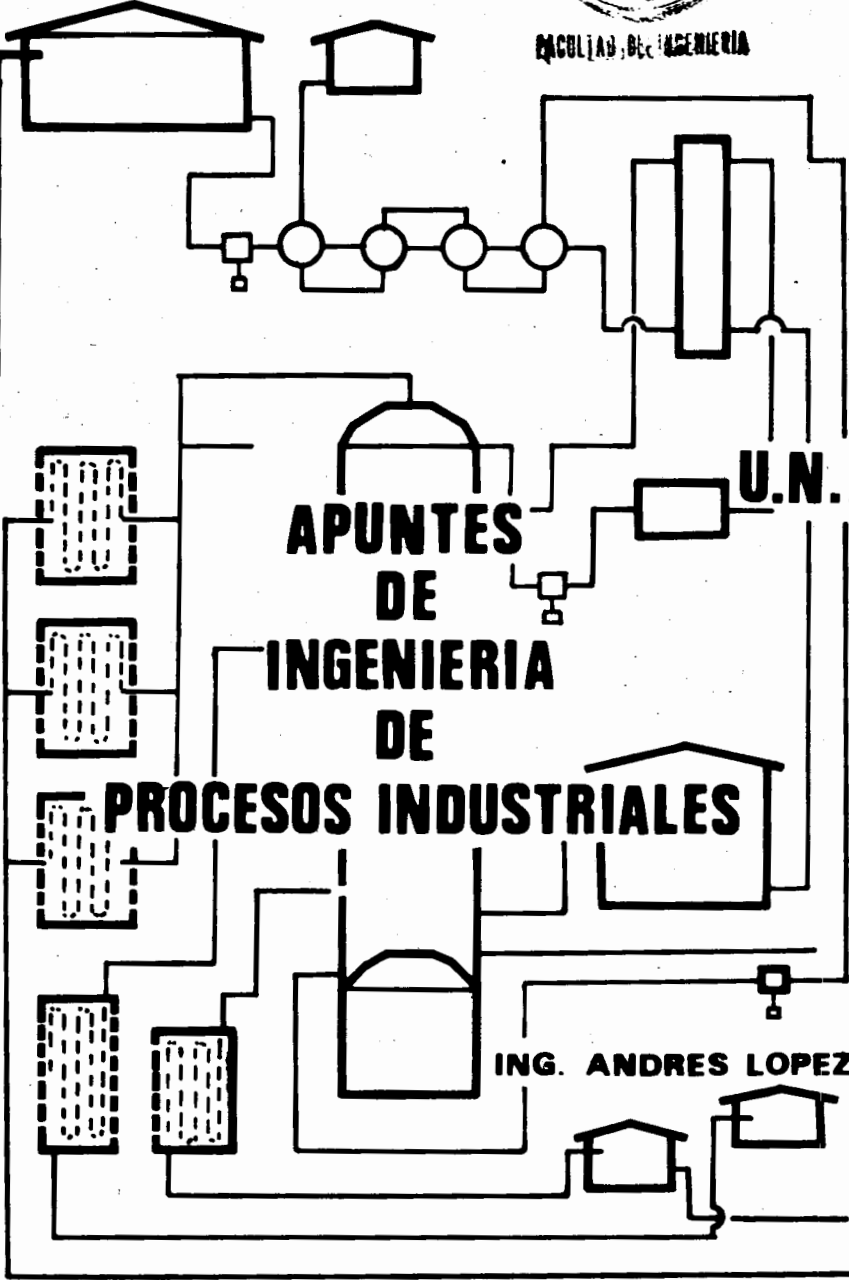
603713

Handwritten signature



FACULTAD DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA



**APUNTES
DE
INGENIERIA
DE
PROCESOS INDUSTRIALES**

U.N.A.M.

ING. ANDRES LOPEZ LEON

Handwritten mark

BIBLIOTECAS	
INGENIERIA	
DIVISION	

Se agradecen los consejos y la cooperación recibida del Señor Ingeniero RODRIGO DE BENGOCHEA y de los ALUMNOS QUE - han cursado anteriormente esta materia, así como la ayuda prestada por el Departamento de Audiovisual de esta Facultad.

EL AUTOR.

FAC. DE INGENIERIA
BIBLIOTECA

FACULTAD DE INGENIERIA
ESTE LIBRO NO SALE
DE LA BIBLIOTECA
"ING. ANTONIO DOVALI JAIME"

INDICE

Página.

	PROLOGO	
	INTRODUCCION	
1	DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA INDUSTRIAL	1
2	BOMBAS	23
3	CAMBIADORES DE CALOR	27
4	RECIPIENTES A PRESION (REACTORES)	31
5	AGITADORES	33
6	TORRES DE ENFRIAMIENTO	36
7	UNIDADES DE REFRIGERACION	43
8	AIRE ACONDICIONADO	46
9	FILTROS	51
10	SUMINISTRO DE AGUAS INDUSTRIALES	60
11	EXTRACCION DE AZUFRE Y OBTENCION DE ACIDO SULFURICO	75
12	OBTENCION DE SOSA CAUSTICA Y CLORO	82
13	OBTENCION DE GASES INDUSTRIALES	86
14	INDUSTRIA DE FERTILIZANTES	94
15	INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL	104
16	INDUSTRIA PETROLERA	135
17	INDUSTRIA DEL CEMENTO	152
18	FIBRAS ARTIFICIALES Y SINTETICAS	162
19	INDUSTRIA DEL HULE	175

"ING. ANTONIO DOVALI JAIME"

ESTE LIBRO NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

FACULTAD DE INGENIERIA

INDICE

		Página.
20	INDUSTRIA DEL JABON Y DETERGENTE	181
21	INDUSTRIA AZUCARERA Y OBTENCION DE ALCOHOL	193
22	INDUSTRIA CERVECERA Y SUS SUBPRODUCTOS	206
23	INDUSTRIA NUCLEAR	220

P R ● L ● G ●

Estos apuntes distan de ser un libro de texto para la materia, ya que solamente serán una guía para el estudio de la misma. Por lo tanto deberá comprenderse que los temas tratados no son desarrollados a su máximo.

Así mismo el deseo de elaborarlos como una ayuda para el estudiante, no dejan de estar expuestos a críticas constructivas ya que será este el primer paso, para lograr la optimización de los mismos, con la colaboración del que deseé hacerlo.

NOTA. - Cualquier crítica o consulta podrán dirigirla a la
Sección de Ingeniería de Fluidos y Térmica.

INTRODUCCION.

El campo de acción de la Ingeniería no está limitado por ninguna especialidad llámense Ingenieros Mecánicos, Electricistas, Electrónicos, Industriales, Químicos, etc. Es decir los estudios que tengan que realizar solamente les servirán para adquirir conceptos y guías para su formación profesional.

Las actividades que puedan desarrollarse hasta la terminación de sus estudios irá dirigida hacia el campo de acción, predeterminado por el contacto con la industria y conocimientos asimilados durante su formación.

La materia de Ingeniería de Procesos Industriales tratará el enfoque que pueda encausar al estudiante al conocimiento de industrias y procesos en los cuales pueda desarrollarse, no tan solo con la idea de ir a parar como simples jefes de taller, mantenimiento o al cuidado de equipos electrónicos, etc. Nó, sino que también pueden descubrir su aplicación en la industria, dentro de las actividades de producción, mercado, ventas técnicas, administración y dirección, así mismo a las actividades propias de ingeniería y diseño. Ya que en la actualidad debido al crecimiento dinámico y a los diferentes tipos de industrias se requiere a un profesionista que sin dejar su especialidad, pueda ser versátil, dentro de los conocimientos adquiridos durante su formación o vida profesional.

Por lo tanto con este curso se tratará de hacerles partícipe de los diferentes tipos de estudios preliminares de equipos y materiales de construcción, que intervienen en las diferentes industrias, así como tam-

bien los procesos que siguen las materias primas que intervienen en la -
elaboración de cualesquier producto hasta lograr su obtención. Tratando
de lograr con lo anteriormente expresado una visión más amplia sobre las
actividades que puedan desarrollar en un futuro cercano.

No se pretende establecer una competencia con la Facultad de -
Ciencias Químicas, sería una inútil duplicación de esfuerzos; por lo que
se han mantenido los aspectos teóricos y formulaciones químicas a un ni -
vel accesible y explicativo únicamente, aquellos alumnos que deseen **profun-**
dizar, tienen la libertad de seguir adelante haciendo consultas independien -
tes.

DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA PLAN-
TA INDUSTRIAL .

ESTUDIO DE VIABILIDAD. - Este estudio tiene por objeto, el efectuar -
una serie de actividades, de las cuales los resultados que se obtengan, nos
conducirán a examinar y a definir la trayectoria a seguir, es decir podre -
mos saber las posibilidades existentes, para llevar a cabo la realización -
o no de un proyecto, para la instalación de una planta nueva o la ampliación
de una existente. Las actividades que se realizarían en este tipo de estu -
dios son:

I ESTUDIO DE MERCADO. - El cual trata de encontrar la seguridad re-
lativa, para fijar las bases para la instalación de una industria, basán-
donos en la oferta y la demanda de materias primas y productos termi-
nados, tendencias económicas, aspectos políticos, etc.

La evaluación adecuada y lo más precisa posible será la base pa-
ra fijar la capacidad de la planta, así como sus futuras expansiones.

Consumo. - Dependiendo de la magnitud o tamaño del proyecto, será la
necesidad de obtener datos básicos. Sí el proyecto es para satisfacer
una demanda local, será necesario efectuar el estudio del mercado lo-
cal y sus relaciones con el nacional, en cambio tratándose de satisfacer
una demanda nacional, se hará necesario realizar un estudio del mer -
cado nacional.

Tendencias Económicas. - Las tendencias económicas o los indicado--
res económicos, son de gran importancia, ya que serán los que nos mar

que las tendencias existentes en el mercado, dicho en otras palabras, nos indicarán las facilidades para entrar en él y la seguridad del mismo.

INDICADORES ECONOMICOS.

Crecimiento Demográfico

Población Económicamente Activa

Producto Nacional Bruto

Producto Industrial

Transporte

Comercio

Standard de Vida

Aspectos Políticos. - Este es uno de los puntos fundamentales, ya que se deberá tener conocimiento de las tendencias políticas generales y sobre todo en forma particular con el tipo de industria que se planea instalar, por consiguiente se deberá también tener conocimiento en lo relacionado con las leyes generales, reglamentaciones, impuestos, aranceles, etc.

II SELECCION DEL PROCESO. - En este punto del estudio de viabilidad se analizará el costo de las materias primas y su acarreo hasta su lugar de procesamiento, además que se tratará de estudiar diferentes procesos (tecnologías) a diferentes capacidades y como consecuencia a lo anterior se seleccionará el más adecuado y adaptable a nuestro mercado.

Materias Primas. - En este renglón deberán de conocerse sus costos,

fuentes de abastecimiento, localización, transportación, calidad y especificaciones requeridas para el proceso.

Tecnologías. - Para la obtención del producto hay que considerar que pueden existir, varios procesos en operación y un número de plantas que lo empleen.

A continuación se mencionarán los diferentes aspectos y puntos de vista, sobre los cuales se podrá basar la decisión a tomar para la selección de la tecnología a seguir.

Bajo costo de producción.

Calidad satisfactoria de los productos.

Flexibilidad en producción sin cambios apreciables en costos.

Alta eficiencia en el consumo de materias primas.

Empleo de materias primas de bajo costo.

Optima automatización y buen balanceo de mano de obra.

Bajos costos de mantenimiento.

Balance de energía óptimo.

Técnicas avanzadas para evitar la pronta obsolescencia.

FACTORES QUE AFECTARIAN LA SELECCIÓN DE UNA TECNOLOGÍA O PROCESO.

III COSTOS O ESTUDIO ECONOMICO. - Se deberán llevar a cabo los estudios necesarios para la evaluación de costos y una vez teniendo los datos suficientes se podrán establecer los planes financieros que se necesiten para la realización del proyecto.

Instalación de la planta. - Se deberá considerar en esta fase una idea de costo y magnitud que tendrá que erogarse hasta la total terminación de la planta.

Facilidades exteriores. - Se tendrá que conocer el costo total de estas facilidades.

Depreciación. - Debiéndose de considerar las facilidades exteriores y las plantas realizadas.

Seguros. - Cuotas, Planta y facilidades exteriores.

Impuestos. - Planta y facilidades exteriores.

Gastos imprevistos. - Se tiene que considerar una cantidad tal que permita cierta flexibilidad y puedan ser cubiertos en forma adecuada.

COSTOS DE OPERACION. - Se deberán de tener en cuenta todos y cada uno de los gastos y costos de la operación de la planta, siendo los principales:

Materias Primas. - Costo de materias primas a capacidades fijadas por los estudios realizados.

Mano de Obra. - Considerar al personal necesario para la operación de la planta y facilidades exteriores.

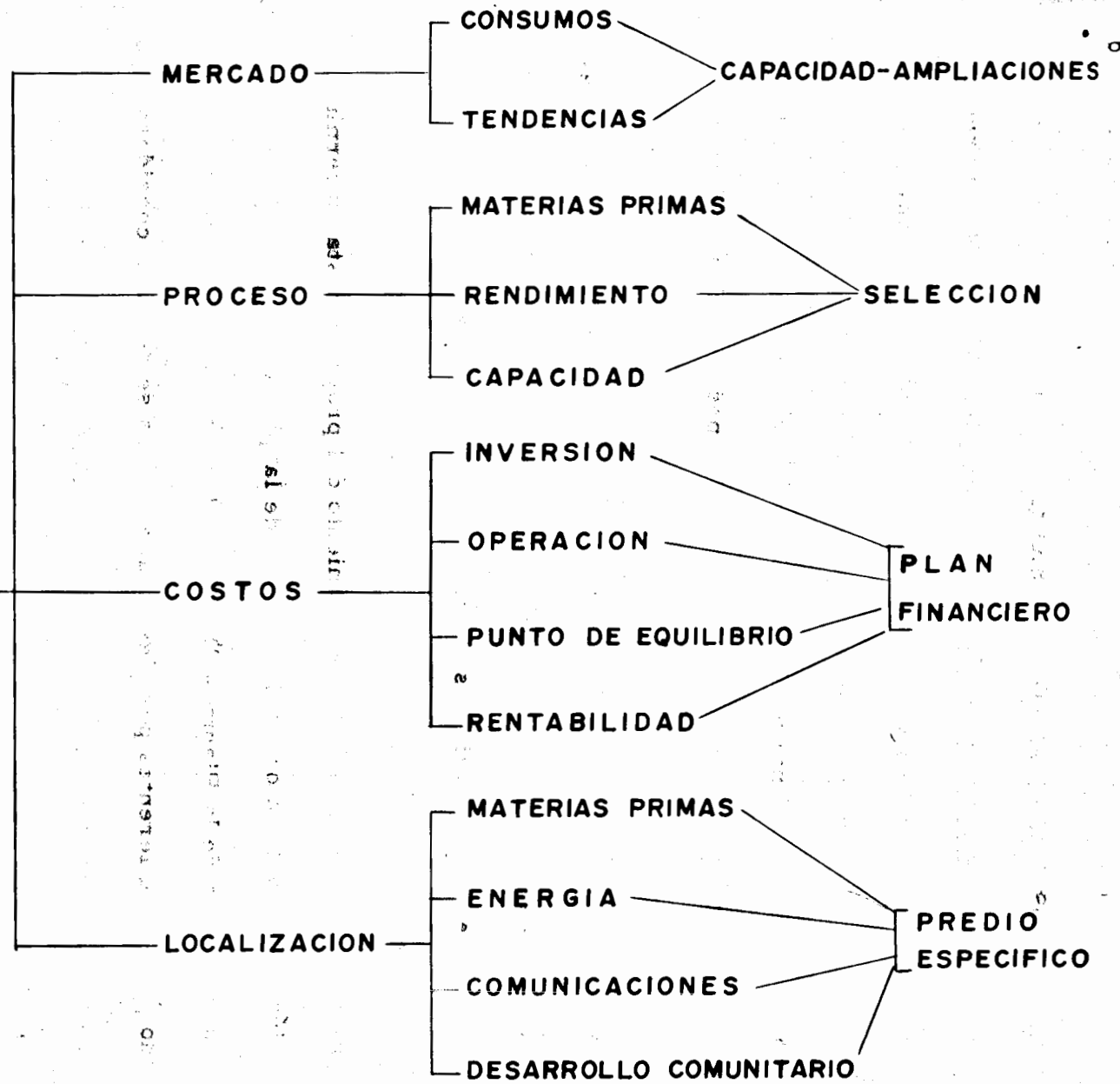
Regalias. - Costo que tendrá que redituarse por el uso de las patentes del proceso elegido.

Servicios Generales. - Costo en la operación de la planta.

Reactivos y Catalizadores. - Su costo.

Servicios, Laboratorio y Mantenimiento. - Costo de estos servicios necesarios durante la operación de la planta.

VIABILIDAD



CALCULOS ECONOMICOS GENERALES

Rentabilidad y Tiempo de Pago. - En este punto se calculará la rentabilidad del proyecto y el tiempo de pago total de la inversión.

Arreglos Financieros. - Investigar los posibles arreglos financieros para el financiamiento total de la planta hasta su operación normal.

Alternativas del Proyectos. - Investigar las posibilidades y alternativas del proyecto.

Decisión. - Mediante una evaluación total de los datos obtenidos se decide: en caso negativo, abandonar el proyecto o considerar otras alternativas; en caso positivo, se decide proseguir ya sea en parte, con otro proceso, o con el proceso seleccionado. En este último caso, el primer paso es asegurar el financiamiento del proyecto hasta su terminación o sea hasta la operación normal de la planta.

Localización de la Planta. - Decidir la localización de la planta evaluando para las diferentes posibles localizaciones se deberán considerar los siguientes factores:

- 1) Condiciones Climatológicas.
- 2) Estudio de la comunidad.
- 3) Seguros y Fianzas.
- 4) Mano de Obra.
- 5) Mercado.
- 6) Fuentes de energía.
- 7) Materias primas.

- 8) Impuestos
- 9) Transportación y Comunicaciones
- 10) Eliminación de efluentes
- 11) Disponibilidad de agua
- 12) Factores Generales (Política Estatal).

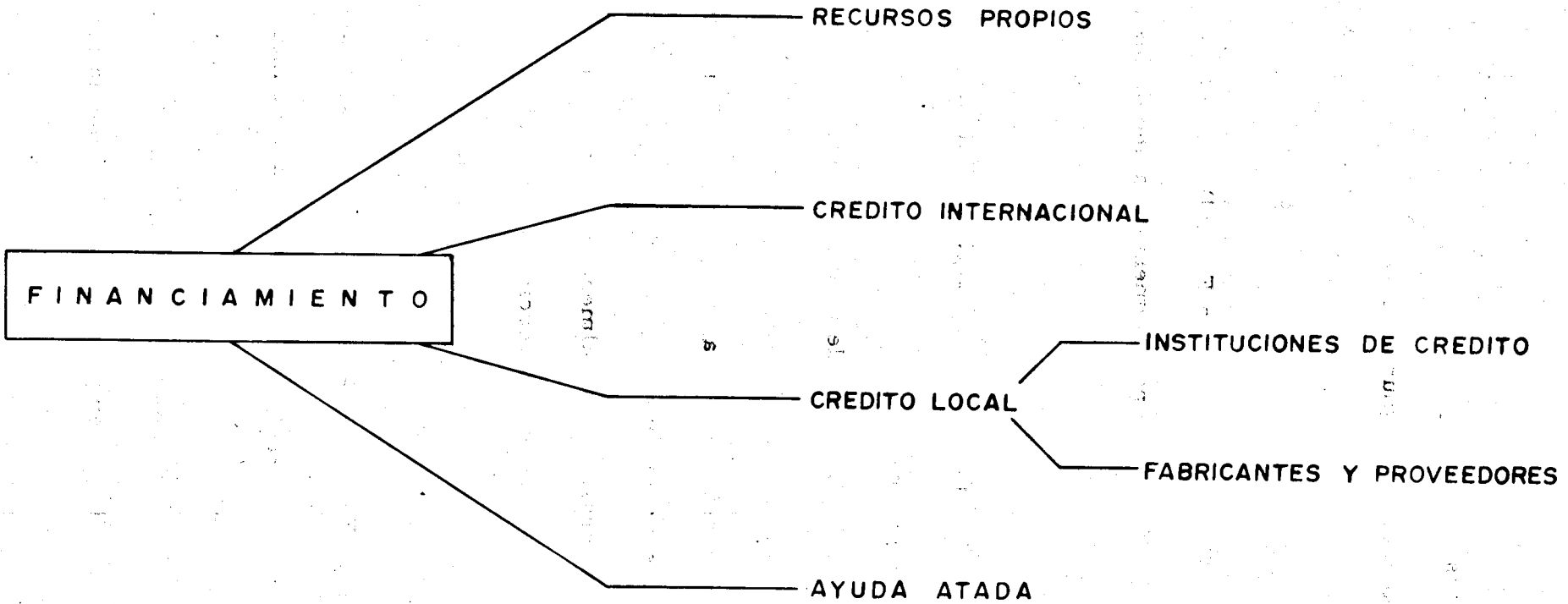
IV FINANCIAMIENTO. - Este posiblemente sea uno de los aspectos más importantes, ya que será el que nos indique si se puede continuar adelante o no el proyecto que se encuentre en estudios, además de conocer las facilidades para lograr ya sea interna o exteriormente la ayuda económica que se requiere.

Recursos Propios. - Este tipo de financiamiento es logrado por las empresas que cuentan con apoyo propio dentro de su organización es decir, el financiamiento requerido es absorbido por ellos mismos ya que son autosuficientes económicamente.

Crédito Internacional. - Normalmente se logra cuando son proyectos para industrias de grandes proyecciones nacionales, en donde las condiciones de pago son más favorables y la cuantía del crédito es muy elevada.

Crédito Local. - Es el que puede conseguirse por cantidades que no se extralimitan de la capacidad de instituciones financieras sólidas de capitales en intereses.

Ayuda Atada. - Este tipo de financiamiento en la actualidad es muy normal y muy empleado por empresas pequeñas que no cuentan con capaci



dades muy grandes y que sus proveedores les pueden proporcionar con la única condición de que sólo a ellos les sean comprados los equipos - que necesiten para la especialidad de cada uno.

V PROYECTO DETALLADO. - Una vez que se realizaron todos y cada uno de los pasos anteriores para llevar a cabo el proyecto y teniendo seleccionado el proceso a emplear se hace necesario conocer los datos básicos (flow-sheets) los cuales nos darán la pauta a seguir en los equipos y secuencia en el proceso.

Una vez que se conocen estos datos básicos se prosigue a la realización del proceso es decir, cuantificar y especificar cada uno de los equipos principales, para que al mismo tiempo que se empieza a realizarse el diseño de detalle se haga la selección y compra de estos equipos, los cuales normalmente tienen tiempos largos de entrega, debido a las especificaciones que se les den a los fabricantes, así como a las necesidades del proceso.

Durante este tiempo se esta desarrollando la programación del proyecto incluyendo desde luego las actividades ya mencionadas. Así mismo se elaboran los presupuestos y estimaciones a presentar al cliente, con las cuales se efectuarán los cobros correspondientes.

Ingeniería de Detalle. - Una vez que se tiene decidido el proceso a emplear y se tienen los datos básicos (flow-sheets) se procede a elaborar el detalle de la ingeniería, compaginando cada sección, con el objeto que el detalle sea el correcto y se eviten errores, los cuales incrementan el costo de la construcción.

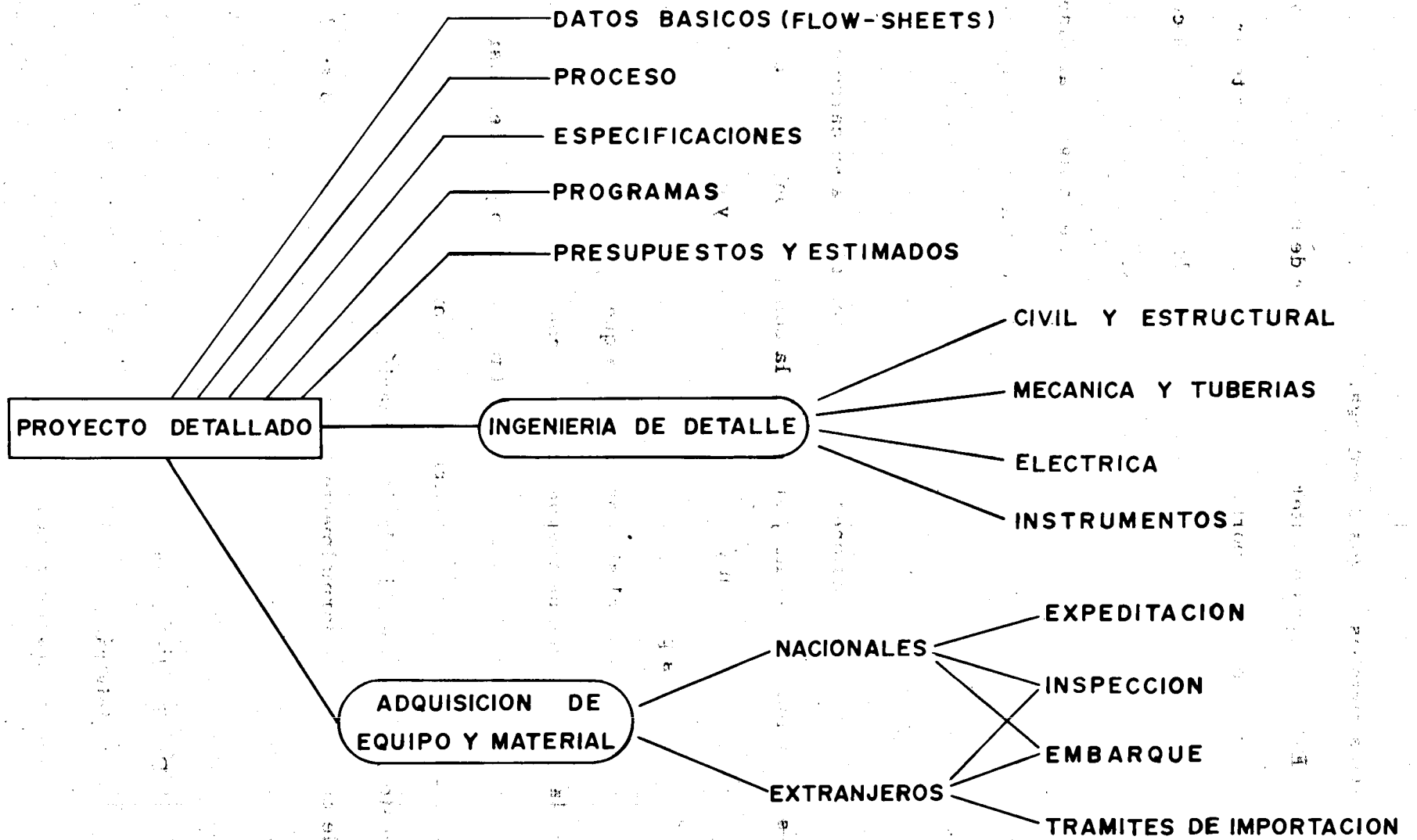
Civil y Estructural. - Esta sección tendrá a su cargo llevar a cabo la elaboración de los planos con detalles y cálculos de edificios, servicios, estructuras, armados, etc. así como la elaboración de las especificaciones correspondientes, para que el contratista de obra civil se apegue a ellas y con estas normas sus criterios para ejecutarla.

Mecánica y Tuberías. - Dentro de cualquier tipo de industria que se apliquen procesos químicos, siempre será este renglón uno de los más importantes ya que prácticamente la eficiencia de equipos y el manejo de los materiales de un proceso determinado será dado por el cálculo, diseño y especificaciones que se efectúen en esta sección de ingeniería.

Eléctrica. - Serán determinadas las rutas, calidades, especificaciones, cálculo, etc. del material y equipo eléctrico necesario para que se efectúe el mejor aprovechamiento de energía y buen funcionamiento del equipo.

Instrumentación. - En la actualidad se hacen necesarias la aplicación de las nuevas técnicas de control de procesos, además de provocar con esto el desarrollo de una nueva área para la ingeniería. Dentro del diseño se hace necesario aplicar las especificaciones y características de las variables a controlar o medir, para lo cual se deberá tener comunicación constante con el área de mecánica y tuberías.

Adquisición de equipo y material. - En este punto debemos de aclarar que mientras se encuentra en desarrollo la ingeniería de detalle ya se empezó la compra de equipo y material, especificado por la ingeniería básica que normalmente requieren fabricación especial o se hacen ne -



cesarios tiempos largos de entrega.

Estos equipos o materiales pueden ser de manufactura nacional o bien se requiere su importación, para lo cual se deberá de tener una organización adecuada para cada proyecto en lo que se refiere a compras, inspección y expeditación de los mismos.

VI EJECUCION DE CONSTRUCCION.- Esta etapa está ligada al diseño, ya que se tiene que estudiar y valor el tipo de contrato y compañía que tenga que llevar a cabo la realización del proyecto en los referente a construcción.

En algunas ocasiones la compañía que tiene a su cargo el diseño es la misma que ejecuta y supervisa la construcción, la compra, inspección, expeditación y embarque de los equipos y materiales que serán necesarios para su montaje.

Por lo general siempre se busca que la contratista designada para la construcción se apegue al tipo de contrato seleccionado para que brinde siempre máximas garantías al menor costo posible. Así como también, el equipo por adquirir reúna la máxima calidad al mínimo costo. Cuando se pide alguna cotización para construcción, los tipos de contrato que normalmente rigen en este tipo de mercado son los siguientes:

Precio Alzado

Precios Unitarios

Administración

Administración máximo garantizado.

CONTRATO A PRECIO ALZADO.

Características. - Este tipo de contrato se emplea cuando el contratante desea fijar un costo total en forma definitiva al proyecto por ejecutarse, basado en un alcance de trabajo establecido de común acuerdo entre él y el contratista. El contratista en este caso asume todo riesgo en el resultado económico del proyecto.

Datos de Proyecto. - Especificaciones generales, localización preliminar y diseño definidos.

Ventajas Principales. - Generalmente la eficiencia en construcción es máxima.

- Una definición bien detallada del proyecto asegura al cliente la calidad deseada.

Desventajas principales. - Los contratos separados de diseño y construcción incrementan el programa de ejecución.

El uso de bases de diseño demasiado conservadoras puede dar como resultado un diseño no competitivo.

La responsabilidad se divide entre el diseñador y el constructor.

Aplicaciones Típicas. - Cuando el cliente solicita ofertas de construcción para un proyecto diseñado por otra empresa de ingeniería.

Cuando un departamento del gobierno solicita ofertas de construcción sobre un proyecto diseñado por otra empresa de ingeniería.

Comentarios. - Si el proyecto no está bien definido, se debe advertir al cliente sobre el uso de este tipo de contrato.

CONTRATO A PRECIOS UNITARIOS.

Características. - Este contrato es un acuerdo sobre un tabulador de precios unitarios, para conceptos que intervendrán en el proyecto y - - cuya cobertura queda perfectamente definida. El precio unitario cubre todos los costos del concepto, así como la parte proporcional de los gastos generales del contratista y un porcentaje relativo a su utilidad.

Los cobros del contratista al contratante, se calculan aplicando a las cantidades de obra ejecutada, los precios unitarios establecidos.

Generalmente al establecerse este tipo de contrato, cuando el diseño se conoce cualitativamente pero no cuantitativamente.

Datos de Proyecto. - Alcance del trabajo bien definido cuantitativamente, con cantidades conocidas aproximadamente.

Ventajas Principales. - Se puede comenzar a construir sin conocer exactamente las cantidades involucradas.

Las partidas reembolsables están claramente definidas.

Desventajas Principales. - Los errores de estimado en cantidades grandes pueden dar como resultado que el cliente pague precios unitarios altos innecesariamente.

Se requiere una supervisión estricta en la obra, por parte del cliente, para cubicar las cantidades instaladas.

Aplicaciones Típicas: - Se puede usar en:

Proyectos de gasoductos.

Construcción de carreteras.

Trabajos de aislamiento en plantas de proceso, etc.

Comentarios. - El contratista debe definir los métodos de cubicación - en la obra, antes de que le sea otorgado el contrato.

CONTRATO POR ADMINISTRACION.

Características. - En este contrato se acuerda que el contratante reembolse al contratista todos los costos en que incurre el proyecto, más un porcentaje sobre tales costos, que comprenden los gastos generales del contratista y su utilidad.

Datos de Proyecto. - Es mínimo (el alcance del trabajo no tiene que estar claramente definido).

Ventajas Principales. - Se ahorra tiempo en la preparación de la oferta, al eliminar detalles en el alcance del trabajo.

Elimina costosas negociaciones extras, si se esperan o son necesarios muchos cambios.

Permite al cliente completa flexibilidad para supervisar diseño y/o construcción.

Desventajas Principales. - El cliente debe ejercer un riguroso control sobre el costo del proyecto.

Generalmente el costo del proyecto no llega a ser el óptimo.

Aplicaciones Típicas. - Reacomodo mayor de servicios existentes.

Desarrollo de proyectos cuando la tecnología no está bien definida.

Proyectos confidenciales en los cuales se desea una mínima salida de información al exterior.

Proyectos donde es crítico y mínimo el tiempo programado.

Comentarios. - El contrato por administración se debe usar solo cuando el cliente tiene un numeroso grupo de ingeniería para supervisar el trabajo.

CONTRATO POR ADMINISTRACION, MAXIMO GARANTIZADO.

Características. - Este tipo de contrato es similar al contrato por administración, pero está condicionado a un máximo de erogaciones para la ejecución de la obra o proyecto.

El máximo de erogaciones se fija de común acuerdo entre Contratista y Contratante, en base a un alcance de trabajo definido.

Se establece en este contrato, que la diferencia entre los costos reales y el monto presupuestado (máximo garantizado), se distribuyen entre el contratista y el contratante, de acuerdo a un porcentaje previamente fijado, para cada uno.

Generalmente se establecen porcentajes diferentes para los resultados de ahorro o sobrecosto.

Datos de Proyecto. - Especificaciones generales y dibujos preliminares de construcción.

Ventajas Principales. - Se puede establecer un precio máximo sin necesidad de planos de diseño detallados.

El cliente se reserva el derecho de aprobar todas las decisiones importantes del proyecto.

El contratista trata de adelantar la ejecución, ya que participa de los ahorros.

Desventajas Principales. - Los honorarios del contratista y las contingencias son relativamente más altas, con respecto a otros contratos a precio fijo, porque el precio máximo considerado se obtiene con datos preliminares de diseño.

Aplicaciones Típicas. - Cuando el cliente desea una ejecución de su proyecto en el menor tiempo posible, con la garantía de que el contratista tratará de reducir costos, ya que participa de los ahorros.

Al mismo tiempo de estar planeando los tipos de contratación también se tiene que estudiar perfectamente el programa para la realización de todas las actividades a seguir durante la construcción planeando de esta manera las fechas en las cuales podrá ponerse en funcionamiento la planta. Para este tipo de actividades se emplean dos tipos de programas: a) Ruta Crítica y b) Programa de barras.

a) Ruta Crítica .- Con respecto a la planeación y programación se deben considerar los recursos humanos y materiales requeridos para llevar a cabo el proyecto, teniendo presente que el tiempo y costo requerido deben ser balanceados debidamente. En lo que respecta a la función de control se deben tener cuidado en que los gastos de tiempo y dinero, sean los programados y que el trabajo realizado sea de la debida calidad.

b) Programas de Barras. - Este método esta fundamentado en dos sencillos principios.

1) El tiempo de las actividades puede ser medido por el tiempo que se requiere para su realización.

- 2) El espacio que representa la unidad de tiempo en la gráfica puede servir para representar la cantidad de actividad que debió haber - se realizado en ese tiempo.

El programa de barra serviría ya no para llegar a conclusiones en cuanto a la planeación de la construcción, sino para mostrar los resultados obtenidos para otros métodos de una forma más objetiva.

Una vez que se tiene conjugados el contratista y la programación de construcción se inician las actividades referentes a:

Desarrollo de Terreno. - En esta etapa se lleva a cabo el movimiento de tierras y desmontes (eliminación de vegetación, plantas, árboles, - etc.) con el objeto de facilitar la iniciación del trazo y construcción de caminos de acceso al lugar de la obra aprovechándose el tiempo para la localización y construcción de drenajes, así como también trazando y construyendo las vías de ferrocarril dentro del terreno, así mismo se inician las actividades de bardeado de limitaciones de linderos.

Obra civil y estructural. - Mientras se llevan a cabo las actividades - antes mencionadas se hacen preparativos de los materiales a emplear en esta sección, es decir, se va preparando el fierro estructural, las cimbras, la excavación para cimentaciones de los edificios que alojarán el equipo a montar, en algunos casos se hace necesaria de participación de sección eléctrica ya que existen ocasiones en que deberá ir embebido en el concreto determinada tubería que no puede ir por el exterior.

Instalación Mecánica. - Esta sección se divide en dos partes:

Montaje y Colocación de Equipos

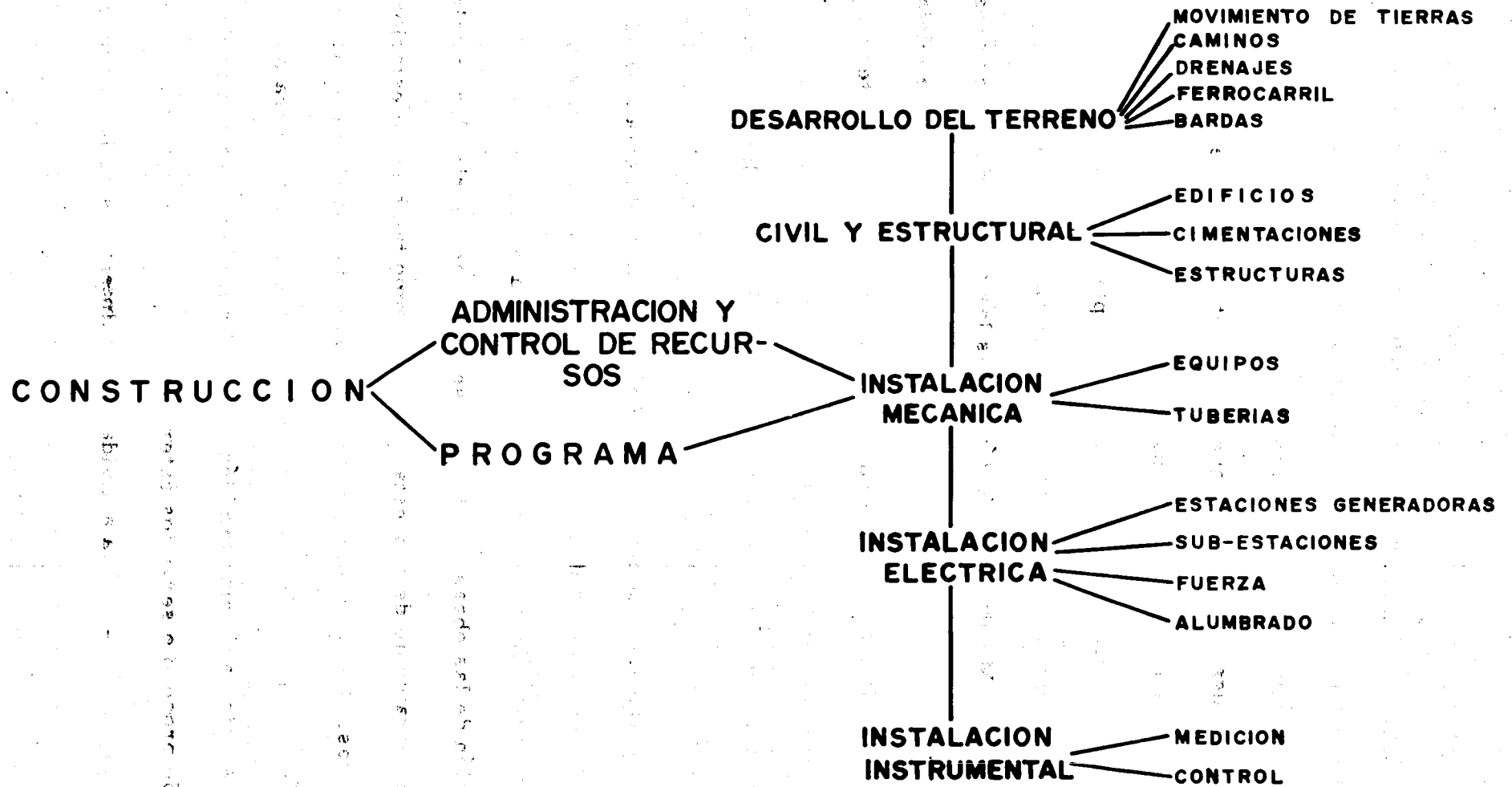
Tuberías.

Montaje y Colocación de Equipos. - Esta sección empieza sus actividades una vez que la obra civil autoriza la colocación y montaje de determinados equipos y así sucesivamente hasta lograr que todo el equipo esté en su lugar desde luego que este montaje requiere de equipo de construcción especial y personal calificado, bajo la supervisión de un ingeniero que con anterioridad efectuó la planeación de la utilización de equipos y hombres, así como la maniobra a desarrollar.

Tuberías. - Mientras se efectúan todas las actividades anteriores en base a unos buenos planos de tuberías para construcción se inicia la fabricación de tuberías ya sean estos para el manejo de materias primas, proceso interconexión de equipos y servicios las cuales se encontrarán listas en el momento en que den fin las actividades anteriores a ésta.

Obra Eléctrica. - Como se mencionó anteriormente esta actividad empieza desde el inicio de la obra ya que se deberán tener en consideración que existe la necesidad de contar con la energía eléctrica para la ejecución de las obras por lo tanto se hacen necesarias las instalaciones primeramente de sub-estaciones así como también de estaciones generadoras. Haciéndose al mismo tiempo el trazado y elaboración de la tubería conduit para la construcción cableado de fuerza para motores, equipos, etc. así como también el de alumbrado ya sea dentro del edificio de proceso o servicios exteriores.

Instrumentación. - Esta actividad normalmente es de las últimas ya -

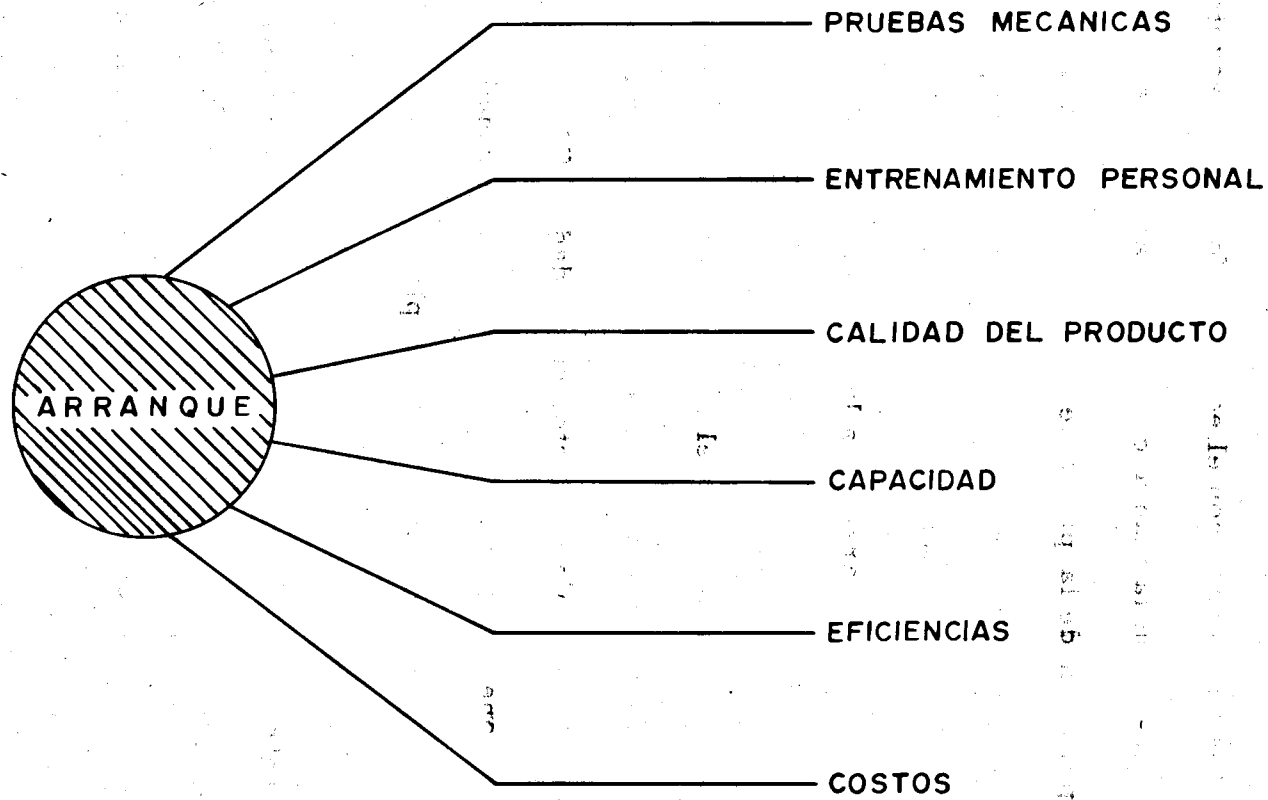


que se tiene que llevar a cabo medición y control de las variables que intervienen en el proceso y serán colocados en el equipo y tuberías ya instaladas. Así mismo se tendrá que efectuar la calibración de los instrumentos que vengan con el equipo en forma de paquete.

VII ARRANQUE. - Con la planta construída, aprobado el equipo y organizada la operación de la planta se efectúan los preparativos de arranque que incluyen entre otros pruebas mecánicas, entrenamiento de personal, verificación de equipo, tuberías, sistema eléctrico o instrumentos. Con la planta lista se arranca a la capacidad preseleccionada para todo fin.

Se conoce por arranque el tiempo comprendido desde que se opera por primera vez la planta hasta que se acepta por haber llenado las garantías de: calidad de producto, capacidad y eficiencia. Siendo importante disponer de personal que haya sido entrenado o hubiese tenido experiencia en la operación de alguna planta similar; debiéndosele considerar como base importante nuevamente que el personal de operación este bien entrenado y el equipo en condiciones óptimas para desarrollar el trabajo.

No olvidándose que estas operaciones de arranque no deben sobrepasar los costos estimados para este renglón.



B O M B A S .

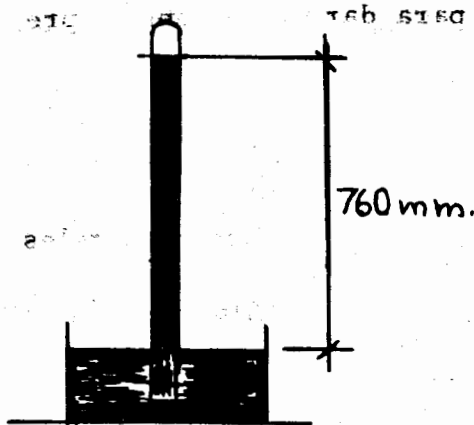
Una bomba es el equipo requerido para dar movimiento y presión a un líquido para transportarlo a través de una tubería.

TIPOS:	Uso:
Centrífugas	Usos generales
Rotatorias	Alta presión.
	Alta presión.
	lodos y hules
	Placas deslizables, alta presión.
Reciprocantes	Alta presión y
	medición
	medición y fluidos
	muy corrosivos.

Bombas centrífugas. - Al tenerse una serie de partículas en un movimiento circular, las más lejanas al centro adquieren una energía cinética mayor, lo que se aprovecha para impulsarlas contra un cuerpo en forma de caracol y provocar un flujo de líquido hacia una dirección; al establecerse este flujo se producirá una zona de baja presión en el centro del impulsor, lo que origina la succión de una bomba.

Bombas rotatorias: - El movimiento del fluido se hace por oclusión entre las partes móviles y el cuerpo fijo de la bomba, su principal uso es en líquidos viscosos y alta presión.

Bombas reciprocantes: Su uso principal es para alta presión y medición.



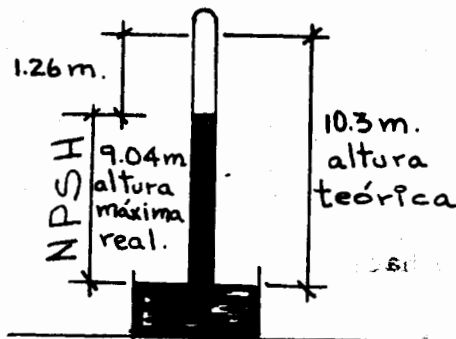
Si se llena un tubo de 1 m. de longitud tapado por un extremo, con mercurio y se voltea sobre una cuba, al nivel del mar, el mercurio tendrá sobre la cuba 760 mm.

La parte vacía del tubo, teóricamente tendrá vapor de mercurio a la temperatura de la experiencia.

Si se pretende succionar mercurio, por ejemplo con una jeringa, de una profundidad mayor a 76 cm al nivel del mar; será imposible ya que al llegar a 76 cm el tubo estará prácticamente al vacío por el peso de la columna de mercurio.

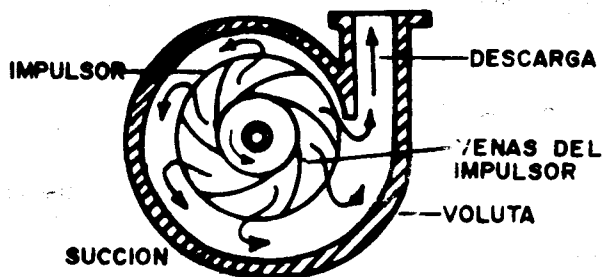
Esto ocurrirá con cualquier líquido, para agua esta altura límite, al nivel del mar sería 10.3 m si su presión de vapor fuese despreciable.

En realidad la presión de vapor del líquido a succionar disminuye la altura posible.

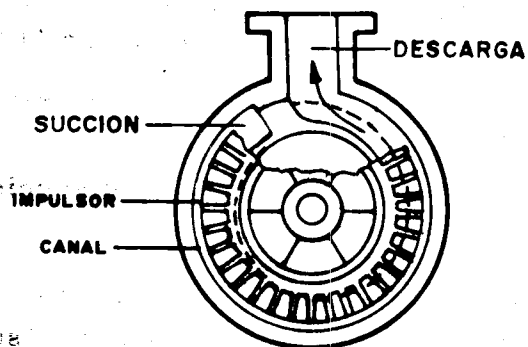


Si tratamos de succionar por medio de una bomba agua de 50°C de un depósito a nivel inferior, nos encontraremos que la máxima profundidad posible para succionar será la siguiente.

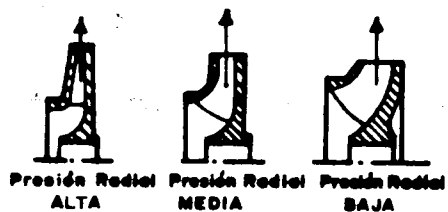
$$1) \text{ Altura teórica} = 760 \text{ mm Hg.} \times 13.6 \text{ g/cm}^3 \\ = 10.3 \text{ m. de Agua.}$$



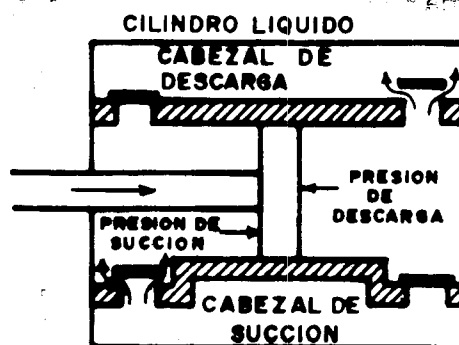
BOMBA CENTRIFUGA



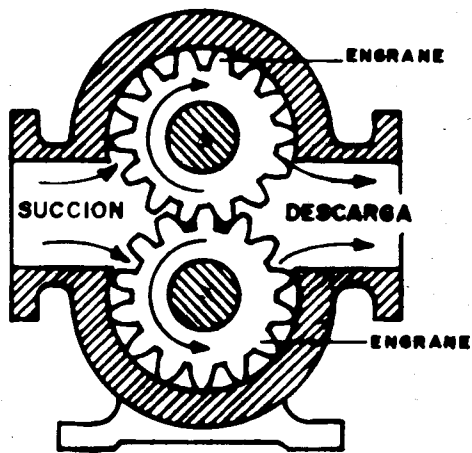
BOMBA REGENERATIVA



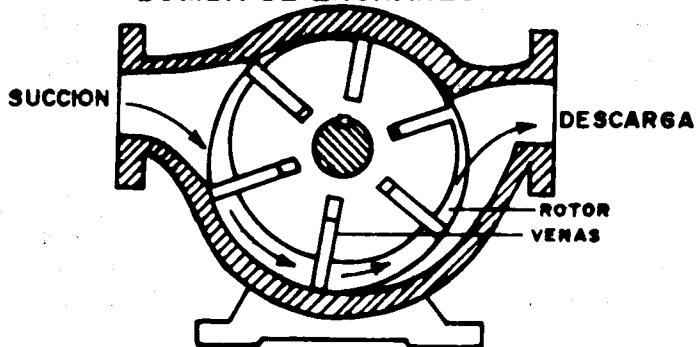
TIPOS DE IMPULSORES



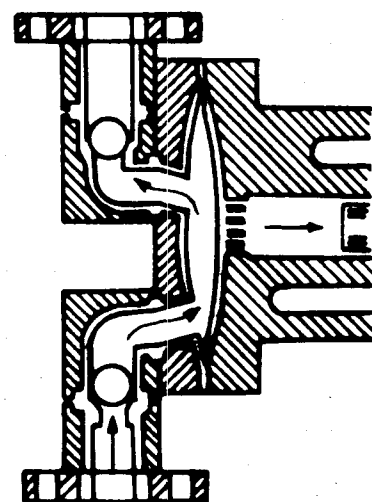
BOMBA DE PISTON



BOMBA DE ENGRANES



BOMBA ROTATORIA



BOMBA DE DIAFRAGMA

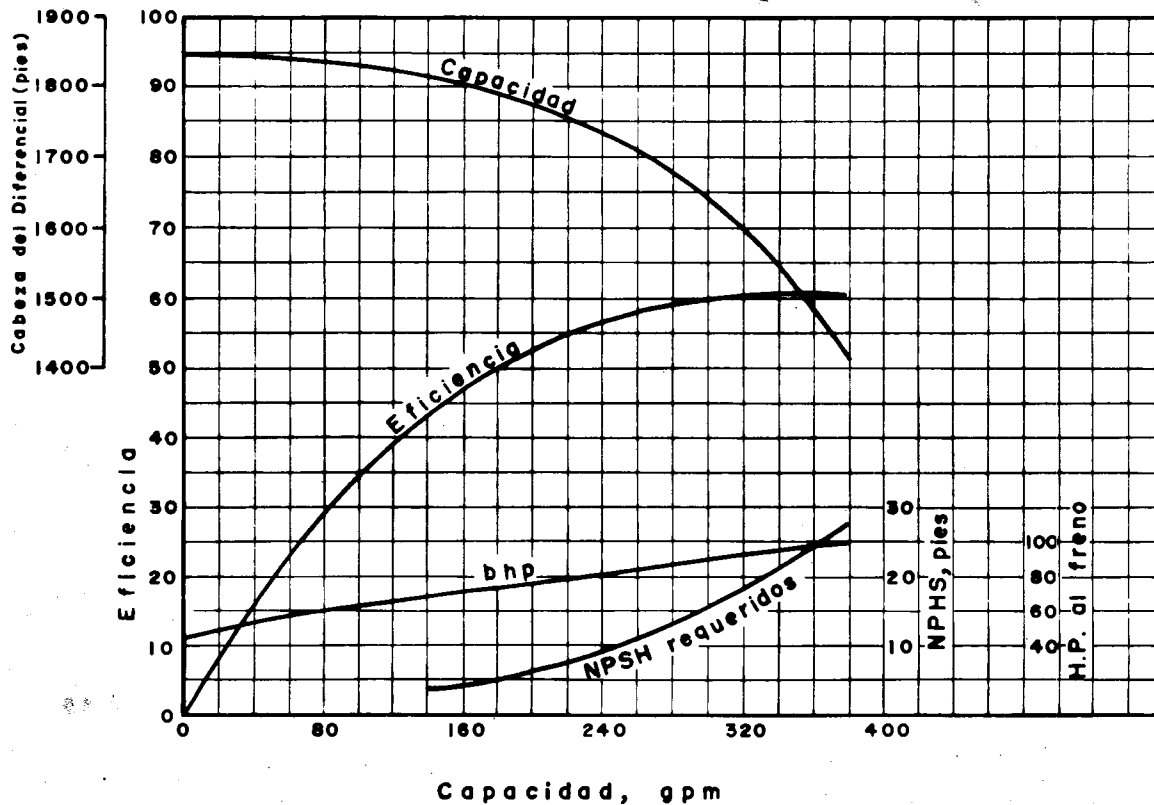
2. - Presión de vapor de agua a 50°C = 92.3 mm tlg.

$$92.3 \text{ mm tlg} \frac{13.6 \text{ g/cm}^3}{1 \text{ g cm}^3} = 1260 \text{ mm de Agua.}$$

3. - Altura máxima REAL de succión = (1) - (2) = 10.3 m - 1.26 m = 9.04 m
columna de H₂O

El NPSH (Net. positive suction head) es la máxima altura de la -
cuál se puede succionar un líquido y se define como la altura teórica para
formar vacío (presión atm en mm de Hg x densidad del mercurio, entre la
densidad del líquido) menos la presión de vapor del líquido a la temperatu-
ra que se encuentra.

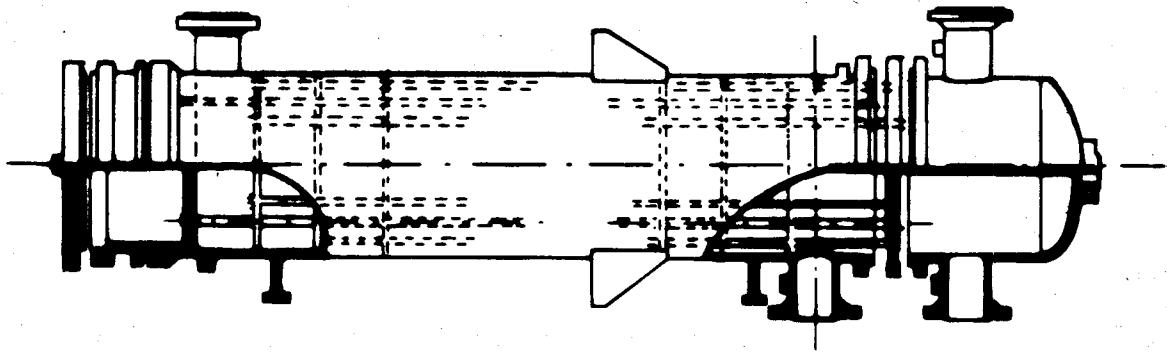
Carta de Operación. - Cada bomba debe tener una gráfica que indique sus
condiciones de operación; presión de descarga Vs volumen manejado, NPSH,
potencia requerida y eficiencia.



CAMBIADORES DE CALOR.

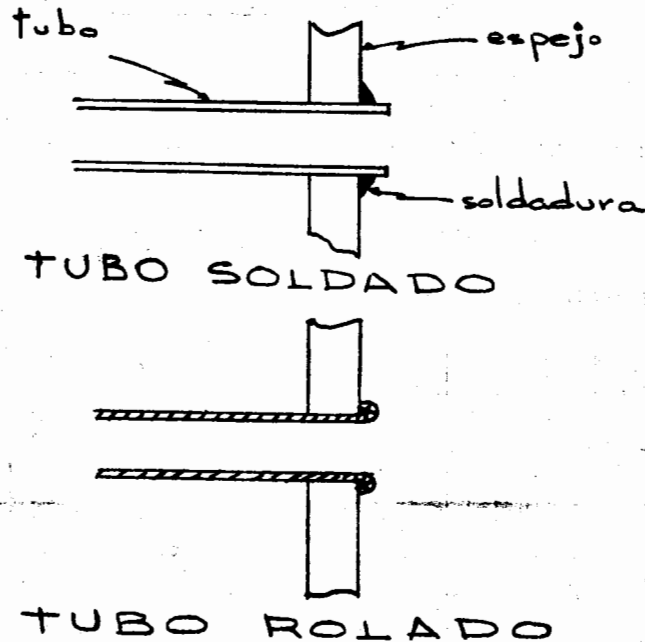
Un cambiador de calor es un equipo que se emplea para intercambiar calor entre un fluido frío y otro caliente sin que estos entren en contacto.

Los más usuales son los de tipo tubular

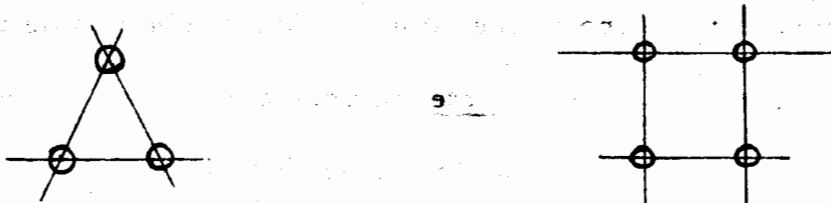


que consiste en una serie de tubos con un arreglo especial, por la parte interna de los tubos, circula uno de los fluidos, todo el sistema de tubos está contenido por un cuerpo o envolvente cilíndrico de metal; por el espacio que hay entre la parte externa de los tubos y el envolvente circula el otro fluido, para dar a éste un flujo transversal a los tubos, se colocan placas metálicas con una sección cortada por donde se obliga al fluido a moverse estas placas se llaman mamparas o bofiles. Los tubos se fijan en sus extremos a unas placas metálicas llamadas espejos, los tubos se pueden soldar al espejo o simplemente "rolarse".

El rolado de un tubo es esponderlo mecánicamente contra la perforación en que se coloca al espejo



Arreglo. - Los tubos normalmente se acomodan sobre el espejo en dos formas: triángulo y cuadrado.

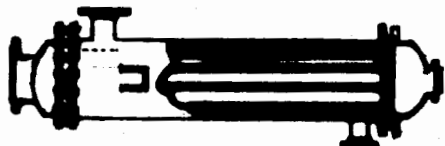


Paso. - El paso es la distancia que hay de centro a centro de tubo, lo usual es 1.5 veces el diámetro del tubo.

El cambiador de calor se cierra en sus extremos por los cabezales; estas son tapas normalmente elípticas. Normalmente uno de ellos es "flotante" es decir proporciona una junta de expansión para la dilatación de la tubería.

Número de pasos en un cambiador.

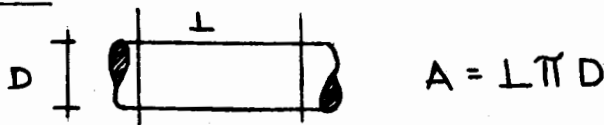
El fluido puede recorrer todos los tubos en una dirección, o puede hacerse que todo el fluido recorra los tubos en 2 ó más "vueltas".



Esto se logra con placas separadoras en los cabezales.

Sirve para igualar a un cambiador de mucha longitud con uno pequeño y varios pasos.

Area de transmisión. - El calor se transmite a través del área del tubo:



por lo tanto el área de transmisión es la variable más importante en el diseño de un cambiador.

El calor se transmite por la siguiente relación

$$q = VA \Delta T$$

q: calor transmitido por hora

V: coeficiente total de transmisión de calor

$$\left[\frac{\text{Cal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$$

A: m² de superficie de transmisión.

ΔT : incremento de temperatura en el fluido.

El coeficiente de transmisión es el problema a determinar en el diseño de un cambiador; es función de la velocidad, el diámetro del tubo, y las características del fluido como viscosidad, densidad y conductividad térmica.

"U" Está compuesta por dos principales parámetros; coeficiente de película por dentro del tubo (h_i) y coeficiente de película por fuera del tubo.

Aquel de los dos coeficientes cuyo valor numérico sea menor, implicará un área mayor para una transmisión determinada de calor.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}$$

Por lo tanto, si en proceso de transmisión de calor se tiene una "h" muy pequeña en relación a la otra; el área de transmisión estará en relación a las más pequeñas; y para la otra "h" el área estará muy sobrada.

Se diseñan cambiadores de calor para este tipo de problema. Un ejemplo simple es un radiador de automóvil. El agua circula por pequeñas tuberías con alto coeficiente de transmisión de calor, mientras el aire que es el medio de enfriamiento requiere un área muy grande por su bajo coeficiente de transmisión, esto se logra con el aletado externo del radiador.

REACTORES.

GENERALIDADES:

DESCRIPCION. - Definición. - Reactor es el equipo en donde se efectúan reacciones químicas, la velocidad de estas que a su vez depende de un gran número de variables, tales como, temperatura, presión, composición de la mezcla presencia o ausencia de catalizador, etc. influyendo determinadamente en las características del reactor.

TIPOS DE REACTORES. - Los reactores se clasifican de acuerdo con las características de operación y su geometría. Los hay homogéneos y heterogéneos, de acuerdo a la mezcla reaccionante.

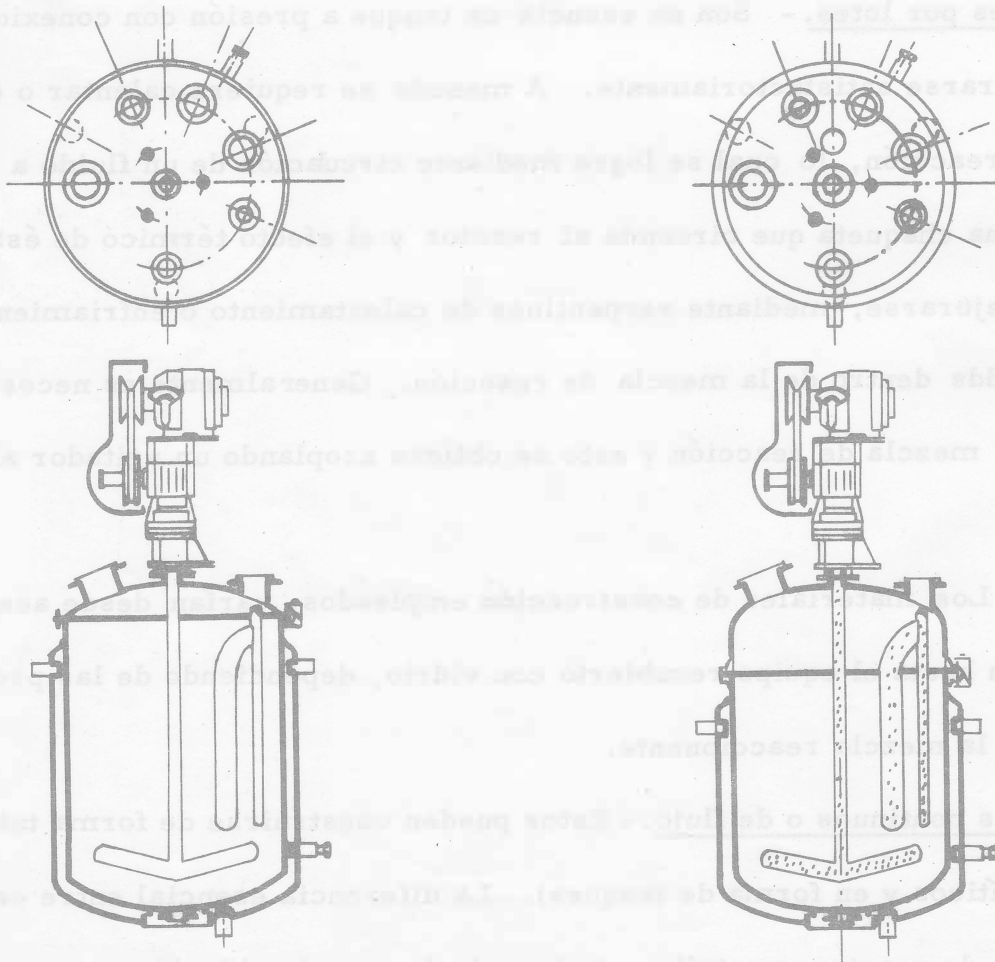
Reactores por lotes. - Son en esencia un tanque a presión con conexiones para operarse satisfactoriamente. A menudo se requiere calentar o enfriar la reacción, lo cual se logra mediante circulación de un fluido a través de una chaqueta que circunda al reactor y el efecto térmico de ésta puede mejorarse, mediante serpentines de calentamiento o enfriamiento sumergidos dentro de la mezcla de reacción. Generalmente es necesario agitar la mezcla de reacción y esto se obtiene acoplando un agitador al reactor.

Los materiales de construcción empleados, varían desde acero al carbón hasta el equipo recubierto con vidrio, dependiendo de las propiedades de la mezcla reaccionante.

Reactores continuos o de flujo. - Estos pueden construirse de forma tubular (no catalíticos y en forma de tanques). La diferencia esencial entre estos dos tipos de reactores estriba en el grado de mezcla obtenida.

En el tipo tubular donde la longitud es grande con respecto al diámetro, la velocidad forzada en dirección del flujo es suficiente para retardar la mezcla en dirección axial. Por otra parte en los reactores de tanque es posible obtener un mezclado esencialmente completo, mediante agitación mecánica, manteniendo uniforme la composición, temperatura y presión.

Los hay también llamados de lecho fijo, lecho fluído y lecho fluidizado, que en su construcción son semejantes a los descritos anteriormente.



AGITADORES.

GENERALIDADES:

DESCRIPCION. - Un agitador es un equipo que consta de un elemento motriz con flecha, propelas o aspas y reductor si se requiere. Sirve principalmente en los procesos químicos para el mezclado de fluidos heterogéneos.

El diseño mecánico abarca tres componentes: Impulsores, Flechas y Elemento Motriz.

IMPULSORES. - Los principales tipos son:

- a) Propela o hélice
- b) Turbina
- c) Turbina reforzada
- d) Paletas u hojas.

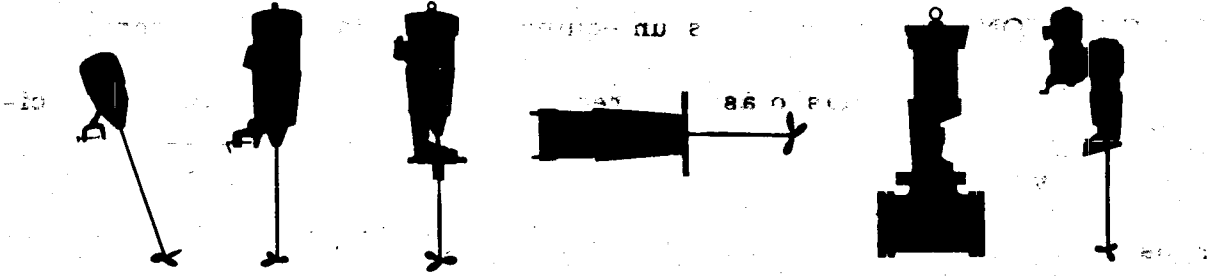


El impulsor debe estar balanceado para que el agitador opere con el mínimo de flexión en la flecha. El balanceo estático normalmente es satisfactorio aunque algunas veces el balanceo dinámico se requiere para unidades de muy alta velocidad.

Otras características de importancia en el diseño de un impulsor son ligereza, facilidad de cambios en el tamaño, número de hojas y con una construcción que permita desarmarlo para que pase a través de entradas pequeñas de tanques. Estos tipos standard pueden ser modificados para aplicaciones especiales.

FLECHAS. - Estas están sujetas a cuatro tipos de esfuerzos en su diseño, se deben tomar los cuatro en consideración, basando las especifica -

AGITADORES



LABORATORIO

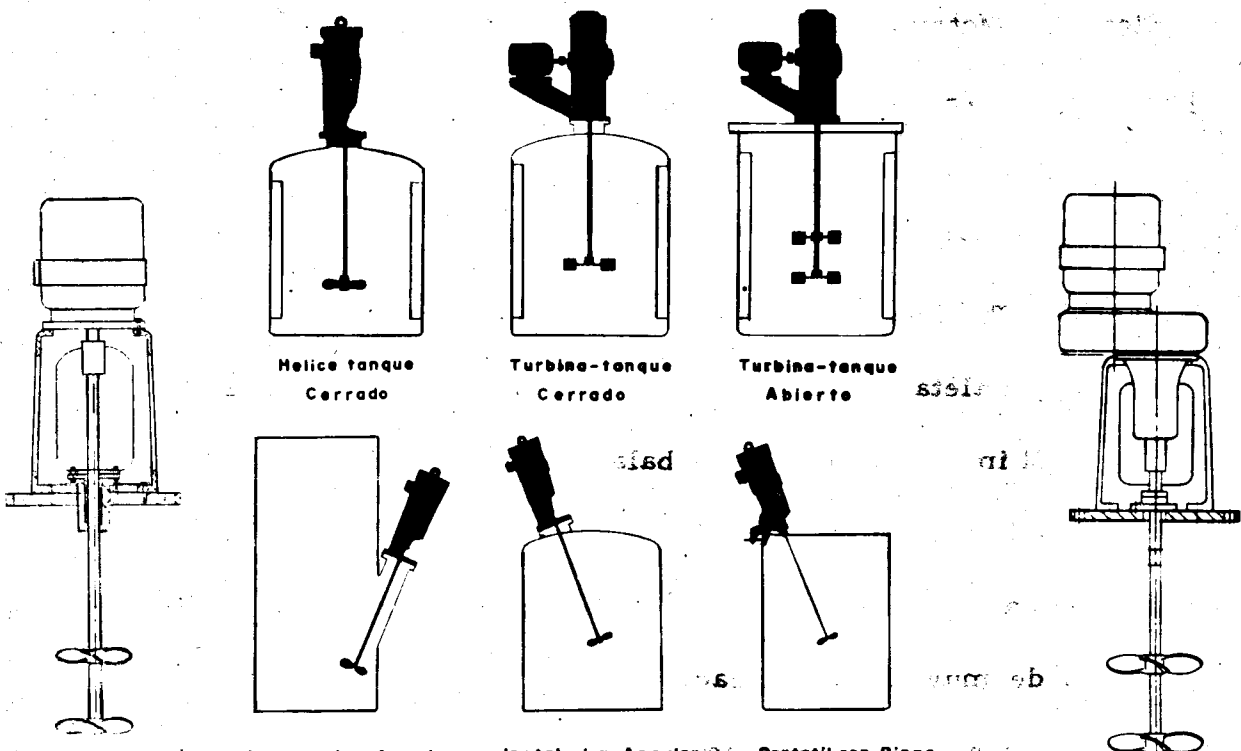
CON PINZA

FIJO

ENTRADA LATERAL

EN-LINEA

VELOCIDAD VARIABLE



Helice tanque Cerrado

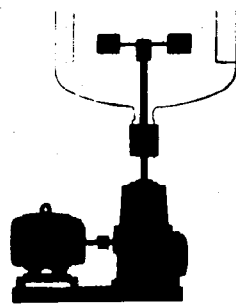
Turbina-tanque Cerrado

Turbina-tanque Abierto

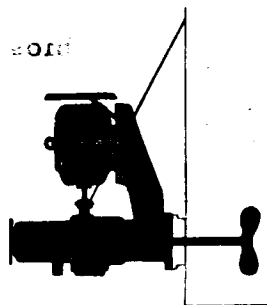
Instalacion Angular

Instalacion Angular

Portatil con Pinza



Entrada por el Fondo



Entrada Lateral

ciones finales a las condiciones más rigurosas y que son:

- a) Esfuerzo flexionante. - Causado por las fuerzas del flujo que actúa sobre el impulsor. Estas fuerzas son consecuencia de la acción turbulenta dentro del tanque cuando el impulsor es sumergido.
- b) Esfuerzo torsional. - Debido a la torsión transmitida.
- c) Esfuerzo de flexión. - Normalmente se concentra en el estopero y es debida a las fuerzas del fluido en el impulsor.
- d) Velocidad crítica. - Asegurar que la velocidad no está cerca de la frecuencia natural del sistema, ya que de ocurrir esto, la flecha se rompería.

ELEMENTO MOTRIZ. - El elemento motriz contiene tres características básicas:

- a) El aislamiento de la flecha de un agitador de la transmisión se efectúa por medio del uso de un eje hueco.
- b) La obtención de diferentes velocidades posibles mediante el simple cambio de engranes fácilmente accesibles.
- c) En agitadores de entrada lateral, existe un dispositivo que permite reemplazar el empaque del estopero o reparar el sello mecánico sin la necesidad de vaciar el tanque.

TORRES DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.

HUMEDAD. - El aire contiene en su composición vapor de agua; la máxima cantidad que puede tener es una función de la temperatura a la presión atmosférica, esta cantidad se llama humedad de saturación, se encuentra al terminar la lluvia, o al caer el rocío en las mañanas.

La humedad de saturación se da por una fórmula simple:

$$H = \frac{p_v H_2O}{(P_{atm.} - P_v)} \frac{PM_{H_2O}}{PM_{aire}}$$

$P_v H_2O$: presión de vapor de agua a la temperatura de aire.

$P_{atm.}$: presión atmosférica.

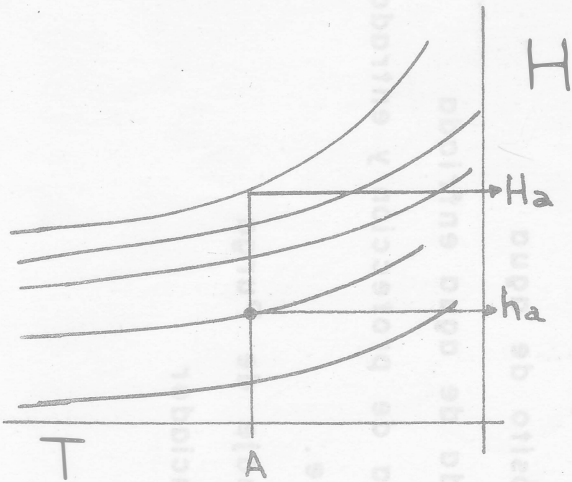
PM_{H_2O} : Peso molecular del agua (18)

PM_{aire} : Peso molecular del aire (29).

Para una localidad determinada, la presión atmosférica es prácticamente constante.

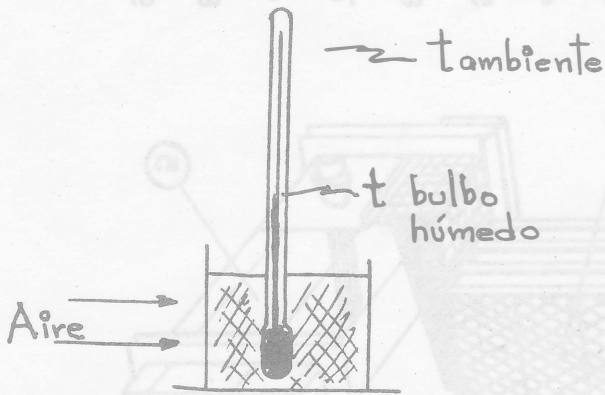
Para cada condición de temperatura la presión de vapor del agua tiene un valor constante esto nos permite trazar una gráfica de humedad de saturación Vs temperatura ambiente.

Esta gráfica nos permite saber la humedad de saturación a cualquier temperatura. El aire normalmente no está saturado por lo que se encuentra abajo de la línea de saturación; para ubicar el aire en la "Carta de Humedad" se grafican líneas que representan fracciones, de la humedad de saturación.



Temperatura de Bulbo Húmedo. -

Un punto cualquiera a la temperatura A y con una "Humedad relativa" de 40% tendrá una humedad absoluta h_a ; mientras a esa misma temperatura en la saturación tendría una humedad absoluta H_a .



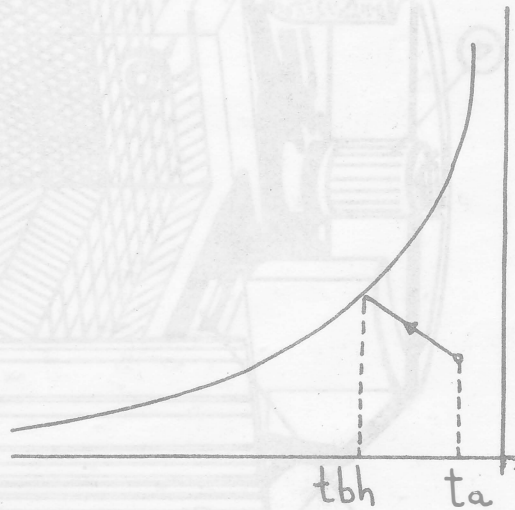
Si en un termómetro cualquiera se cubre el bulbo con una franela o gasa húmeda y se coloca en una corriente de aire, el aire evaporará agua de la franela y bajará la temperatura registrada por el bulbo.

Hasta un determinado valor que se denomina "temperatura de bulbo húmedo".

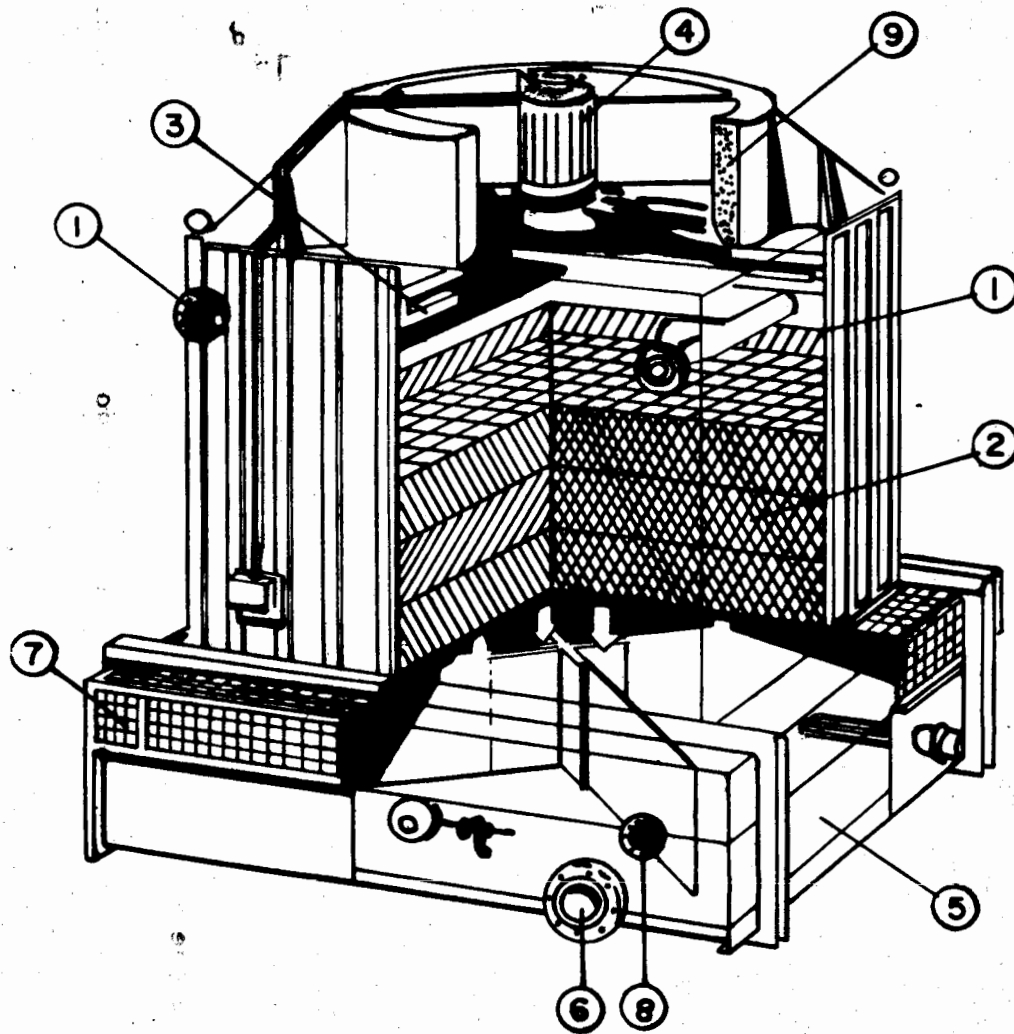
El camino que sigue el fenómeno en la carta de humedad se llama "Línea de humidificación adiabática" es muy importante,

ya que el agua de la franela

se ha enfriado sin que se haya extraído ó suministrado calor al proceso -



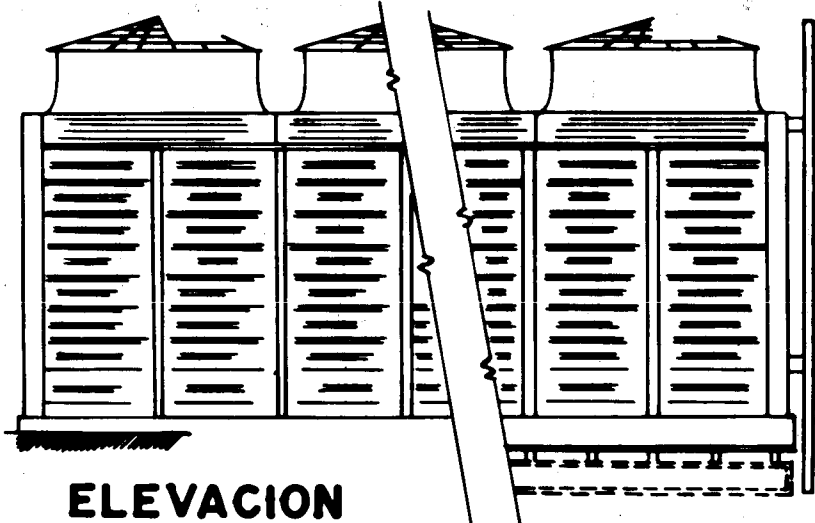
TORRE DE ENFRIAMIENTO



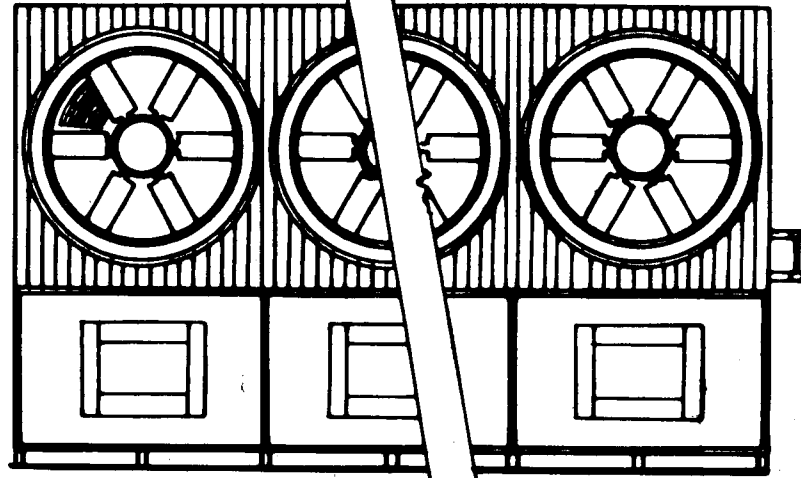
Torre de Enfriamiento para circuitos de circulación de agua de tipo abierto.

- 1.-Entrada del agua caliente al banco de espreas.
- 2.- Relleno
- 3.- Eliminator de Rocío
- 4.- Motor y ventilador
- 5.- Depósito de agua
- 6.- Salida de agua enfriada
- 7.- Malla de protección y entrada de aire.
- 8.- Drenaje de Purga
- 9.- Silenciador

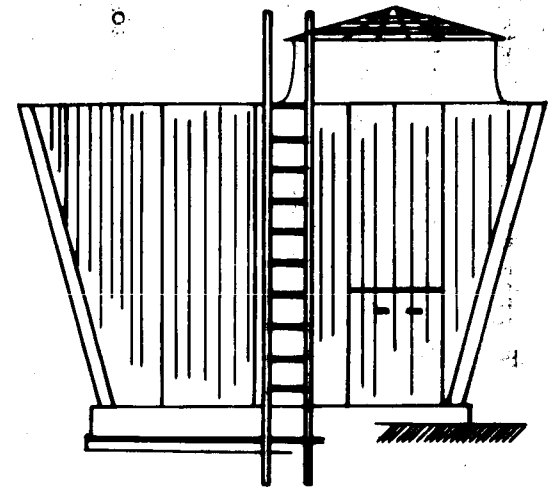
VISTAS DE TORRES DE ENFRIAMIENTO



ELEVACION



PLANTA



VISTA LATERAL

Torres de enfriamiento. - Son equipos muy usados en la Industria para enfriar agua, se fundamentan en el enfriamiento adiabático que ocurre, al poner en contacto agua caliente y aire no saturado; el aire ganará en el calor de vaporización del vapor que saturará el aire.

Torres de Enfriamiento de agua.

Tiro mecánico

Inducido

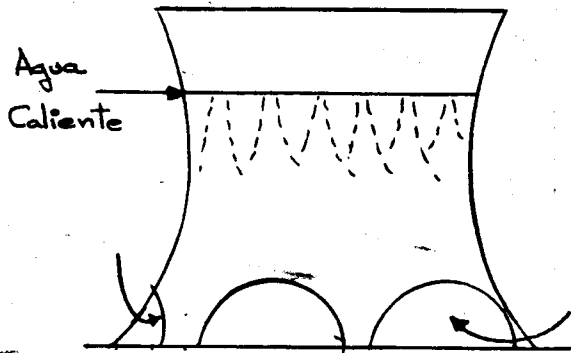
Forzado

Tiro natural

Humedas

Secas

Tiro Mecánico. - El aire se hace pasar a través de la torre por medio de uno o más ventiladores, el agua cae en un empaque interior por medio de espaldas de reparto; el objeto del empaque es proporcionar una gran área de contacto entre el agua y el aire.



En las torres de tiro natural el aire circula por diferencia de densidad al irse calentando a medida que suba; por la parte baja succiona aire fresco haciendo un tiro análogo a las chimeneas.

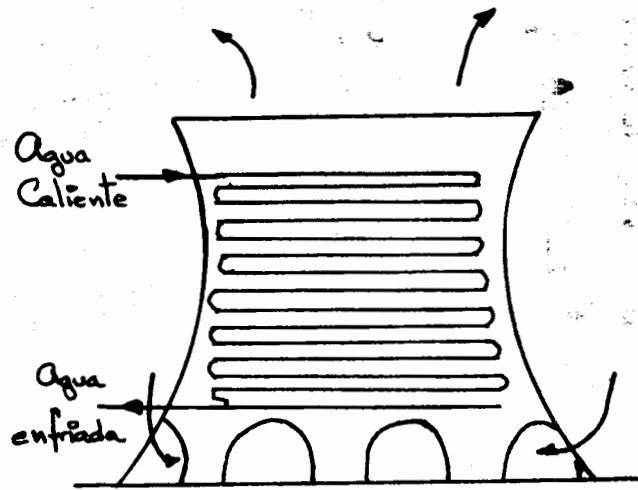
Se usan para grandes cantidades de agua en termoeléctricas y acerías; miden aproximadamente 60 m. de altura y 150 m en su diámetro mayor.

Se hacen de concreto y su mantenimiento y costo de operación son sumamente bajos.

TORRES SECAS

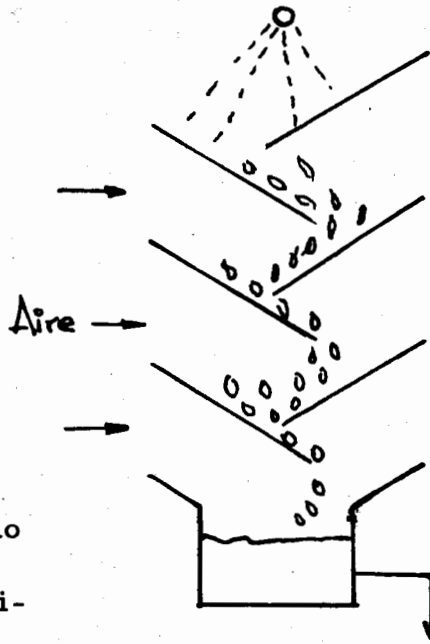
El aire por diferencias de densidad al calentarse - por el agua está circulando por serpentines internos.

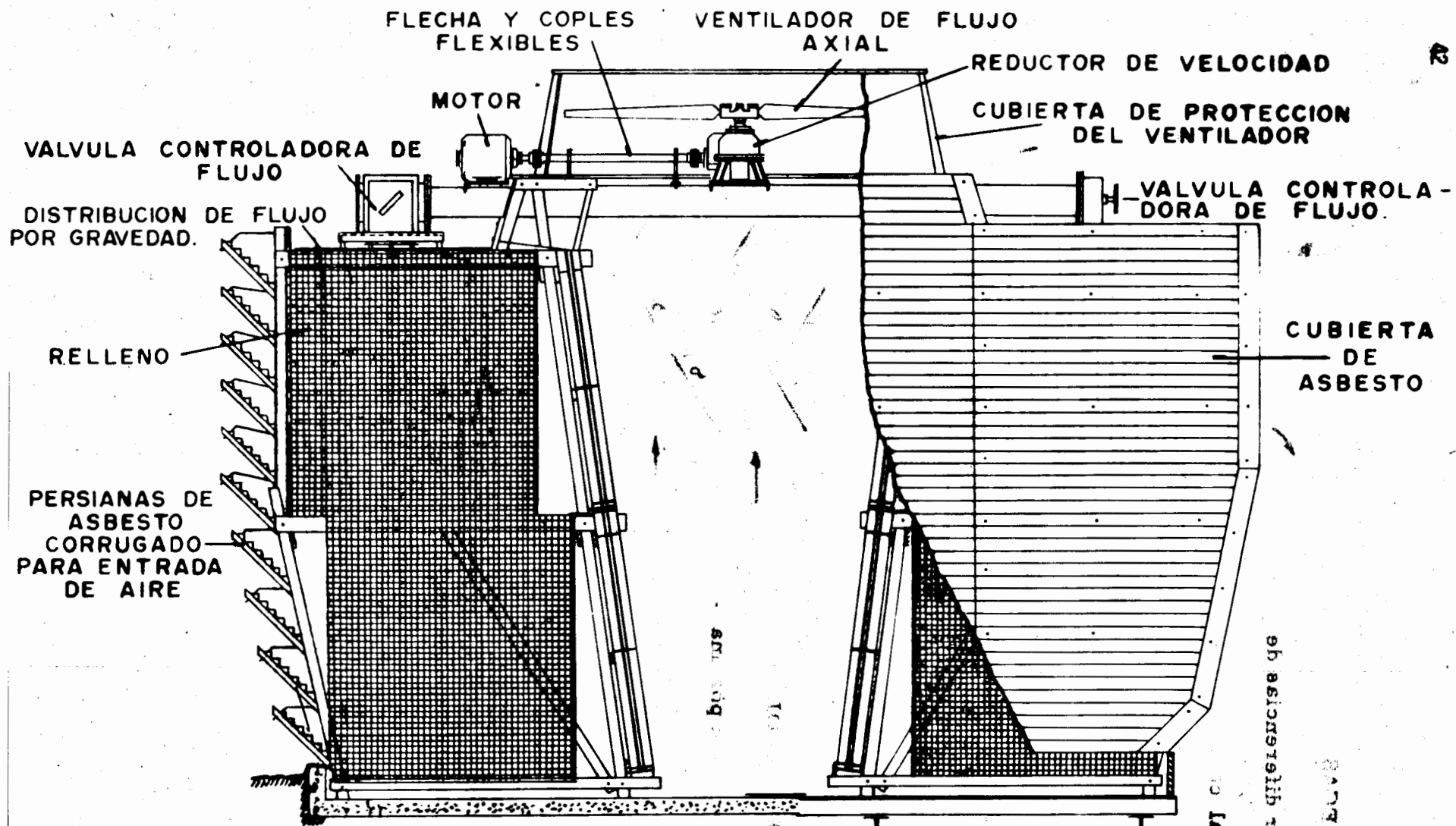
Su uso es muy limitado ya que se necesita aire muy frío y su costo es muy alto.



TORRE DE CHAROLAS.

Se hace caer agua por una serie de charolas inclinadas formando una cascada. Es muy ineficiente y pierde mucha agua. Por su costo muy debajo lo emplean en las tintorerías principalmente.





CORTE SECCIONADO TIPICO DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO.

UNIDADES DE REFRIGERACION.

GENERALIDADES:

DESCRIPCION. - Refrigeración mecánica. - Es un conjunto de equipos destinados a eliminar calor de un cuerpo o espacio, basado en el principio de que el calor fluye del cuerpo más caliente hacia el más frío.

Refrigerantes. - Son los fluidos que con pocas excepciones a presión atmosférica ebullicionan a las bajas temperaturas.

SISTEMA DE REFRIGERACION. - Los principales son los siguientes:

Sistema por compresión. - Que pueden usar compresores recíprocos, centrífugos, de engranes o rotatorios con cualquiera de una gran variedad de refrigerantes. Para capacidades arriba de 100 ton. de refrigeración se usan unidades en donde se combina el compresor, un condensador y un receptor en un paquete herméticamente sellado.

Unidades de chorro de vapor. - Que son también del tipo de compresión.

Emplean agua como refrigerante.

Sistema de absorción. - En estos sistemas se usa calor, para elevar la presión del refrigerante, en lugar de un compresor, este es reemplazado por tres equipos: un absorvedor, una bomba y un generador de vapor. Este sistema descansa en la habilidad de algunos líquidos y sólidos de absorber vapores cuando están fríos y liberarlos cuando se les calienta (una combinación común es: amoníaco como refrigerante y agua como absorbente o solvente).

Existen otros sistemas como el de ciclo de aire, enfriamiento electrónico, basado en el efecto peltier, etc.

MODO EN QUE OPERAN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION.

- a) **Sistemas de compresión.** - Son aquellos en donde comenzando con una válvula de expansión que regula la cantidad de refrigerante que pasa por ella del lado de descarga o de alta presión de temperatura, el lado de la succión o de baja presión para obtener un determinado nivel. Al pasar el refrigerante por la válvula de expansión, sufre un cambio brusco de presiones que originan un descenso del punto de ebullición, por lo tanto ocurre una evaporación súbita del refrigerante, ya que en el lado de succión, el contenido de calor del líquido es menor que en el lado de descarga. Después de esto el líquido es vaporizado en el evaporador, mediante la absorción de calor, el gas entonces es comprimido en el compresor para elevar la presión del mismo hasta un valor que corresponde a la temperatura de condensación necesaria para que el fluido condensante, ya bien sea agua o aire, los transforme en líquido de la misma presión que posteriormente es almacenado en el recipiente o recibidor para los ciclos posteriores. Se le llama precisamente en el espacio por enfriar o en contacto con el cuerpo al cual hay que eliminar el calor. Sistema indirecto es aquel en el cual el evaporador va colocando dentro de un tanque de una solución de cloruro de sodio o de calcio en agua (salmuera) y ésta, a su vez es la encargada de eliminar el calor del cuerpo o espacio considerado.
- b) **Sistemas por Absorción.** - En estos sistemas, el calor es usado en lugar del trabajo mecánico, para cambiar la presión del refrigerante. Después de la expansión en el evaporador, el refrigerante va al absor-

vedor y es tomado por un fluido absorbente a baja temperatura. Esta solución es bombeada al generador de vapor, donde por efecto del calor suplido, el refrigerante es liberado como gas. Este es condensado en forma líquida como en un sistema mecánico y va al evaporador para su expansión.

- c) Sistemas de Chorro de Vapor. - Estos operan con agua como refrigerantes y debido a que se necesitan bajas presiones, actualmente alto vacío, esta es completamente segura, además de barata, los aparatos usuales emplean eyectores de vapor. En el evaporador que está a alto vacío, parte del agua se convierte rápidamente en vapor, enfriando el resto. Para mantener el vacío, los eyectores decantan el agua vaporizada y el aire encerrado comprimiéndolos a una presión absoluta muy elevada. Pasando este vapor comprimido a ser condensado. El condensador en este sistema requiere más agua de enfriamiento que uno, para un sistema convencional de compresión mecánica.

AIRE ACONDICIONADO

GENERALIDADES.

DESCRIPCION. - Las unidades acondicionadoras de aire son aparatos construídos con el fin de proporcionar a un recinto cerrado condiciones de humedad relativa, temperatura y limpieza de aire, adecuada para que dentro del mismo puedan ser realizadas las actividades en las cuales se requiera que las condiciones ambientales permanezcan constantes y sin que se afecte la naturaleza de los objetos, materiales y personas. Los acondicionadores de aire deben ser capaces de mantener constantemente o mientras se realizan las actividades normales, en un recinto dado, las condiciones ideales, desalojando vapores, calor, polvo, transpiraciones humanas, humos, etc. e inyectando aire tratado en substitución del extraído, a una velocidad adecuada.

A fin de obtener estos resultados, es preciso someter el aire que será introducido al recinto, a una humectación o deshumectación, según se requiera; a un calentamiento o enfriamiento, según el caso; a un lavado, a fin de eliminar impurezas y por lo general, a un filtrado parcial o absoluto para eliminar sólidos en suspensión y a un impulso forzado por medio de abanicos o ventiladores para introducirlo al recinto.

Los acondicionadores de aire se usan en locales industriales, comerciales, de espectáculos, de oficinas, laboratorios, etc. Es deseable que funcionen sin ocasionar ruido o que este sea mínimo.


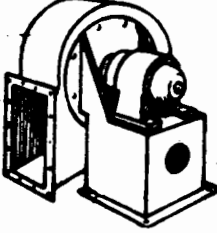
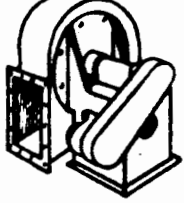

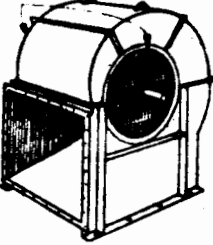
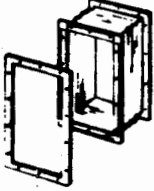
TIPOS DE ACONDICIONADORES.

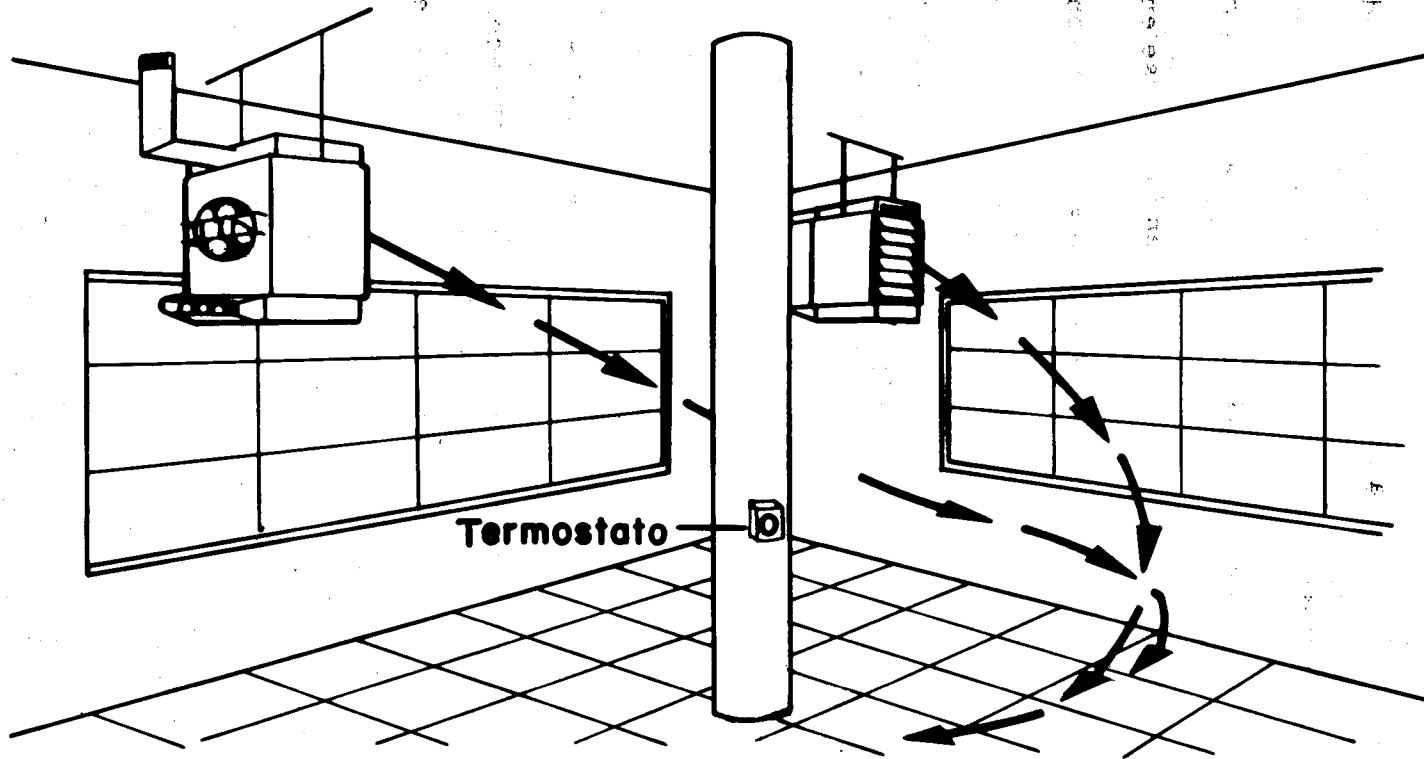
a) Tipo compacto. - Los tipos más sencillos son los modelos de ventana

o de pared, para locales no muy grandes. Su capacidad es limitada, pero pueden instalarse dos o más acondicionadores en el local, de manera de zonificar la acción de cada aparato. Con estas unidades se inyecta al recinto aire fresco, limpio y con una humedad relativa ajustable por medio de controles de perillas o teclas. Están provistos de un medio refrigerante que circula por un serpentín evaporador para enfriar y humedecer; un compresor que es parte del circuito de refrigeración, un ventilador centrífugo de inyección, un abanico de extracción, un filtro y dos rejillas: una para inyección y otra para extracción del aire en circulación: todas estas partes están integradas dentro de un gabinete cerrado y aislado hecho con lámina de acero.

- b) Secciones de ventiladores y serpentines. - Están diseñadas para enfriar o calentar aire en ductos o bien trabajando instaladas sobre el piso o suspendidas del techo, utilizando agua helada o caliente, la cual es suministrada a las secciones por medio de instalaciones remotas. Estan provistas de uno o dos ventiladores centrífugos de alabes curvados con carcasas independientes, de doble succión en paralelo si son dos: un serpentín de enfriamiento y/o uno de calefacción hechos con tubos aletados, de una ó más hileras y por último de filtros. Abanicos, serpentines y filtros están instalados dentro de un gabinete en forma de caja rectangular.
- c) Estaciones centrales. - Son unidades diseñadas para proveer aire fresco o caliente, utilizando fuentes remotas de refrigeración y calor.

VENTILADOR CENTRIFUGO

TABLA GENERAL	Rodete, Ventilador, Accesorios	Material y Acabado
Rodete		<p>Acero pintado</p> <p>Acero galvanizado</p> <p>Aluminio</p>
Ventilador con acoplamiento directo		<p>Acero pintado</p> <p>Acero galvanizado</p>
Ventilador con transmisión por bandas		<p>Acero pintado</p> <p>Acero galvanizado</p> <p>Acero a prueba de chispa</p>
Ventilador con transmisión por bandas		<p>Acero pintado</p> <p>Acero galvanizado</p>
Ventilador con doble entrada y doble ancho, con transmisión por bandas		<p>Acero pintado</p>
Accesorios extras		



SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Proporcionan enfriamiento, dehumidificación, calor humidificación, filtrado y circulación del aire. Las hay con capacidad para una zona confinada o bien varias zonas a las que el flujo de aire acondicionado llega a través de ductos. Pueden proporcionar aire frío y caliente a un mismo ducto subdividido. Se caracterizan por su gran flexibilidad de uso y son secciones paquetes que pueden instalarse en el piso o suspendidas del techo y con la descarga en posición horizontal vertical. Están provistas de serpentines para enfriamiento y calentamiento, humidificadores, ventiladores, filtros y compuertas de flujo ajustables.

- d) Calentadores o calefactores de aire. - Son unidades diseñadas para calentar el aire a su paso por una o más secciones de los ductos de distribución utilizando la combustión de gas L.P. ó natural o bien por medio de resistencias electricas. Obviamente, se instalan en los ductos de los sistemas centralizados de distribución de aire acondicionado y pueden ser separables de ellos para efectos de mantenimiento o reposición.

F I L T R O S .

SELECCION ADECUADA DE UN FILTRO. Para la selección de un filtro, deben tenerse en cuenta tres factores, las dos piezas que componen el filtro y el grado de filtración, el filtro está compuesto por el elemento que filtrará realmente el fluido y el cuerpo de filtro que alojará a dicho elemento.

ELEMENTO FILTRANTE.

- 1) Grado de filtración requerido. - Para la elección más adecuada, debe determinarse exactamente qué es lo que se desea que extraiga el filtro, o bien el equipo o la operación a que debe proteger y a continuación determinar cuál es el grado de filtración más bajo, adecuado para este trabajo.
- 2) Compatibilidad del fluido con el elemento filtrante. La reacción del fluido con el material que compone el elemento filtrante.
La conveniencia del elemento filtrante para la temperatura de trabajo.
- 3) Determinación de la cantidad de contaminante que debe ser extraído. - Denominado algunas veces como "carga de impurezas", éste es un factor para la determinación del elemento filtrante que debe ser elegido é incluso, en casos extremos, de si resultará o nó práctico efectuar la filtración.
- 4) El costo. - Con frecuencia, dos e incluso hasta tres tipos diferentes de elementos filtranter servirán para hacer el trabajo. Entonces conviene elegir el tipo de precio más bajo para la aplicación prevista.

CUERPO DEL FILTRO

1. - Los materiales del cuerpo del filtro o porta cartuchos. - Por razones obvias deben ser compatibles en el fluido.
2. - Las condiciones de temperatura y presión. - El cuerpo deberá estar preparado para las condiciones de trabajo.
3. - El tamaño del cuerpo de filtro. - El tamaño está en función del caudal deseado. La viscosidad del fluido y la pérdida de carga admisible determinan el número de cartuchos necesarios y con ello el tamaño del cuerpo.

En el caso de los filtros de cartucho, elijase siempre una capacidad algo superior a la requerida.

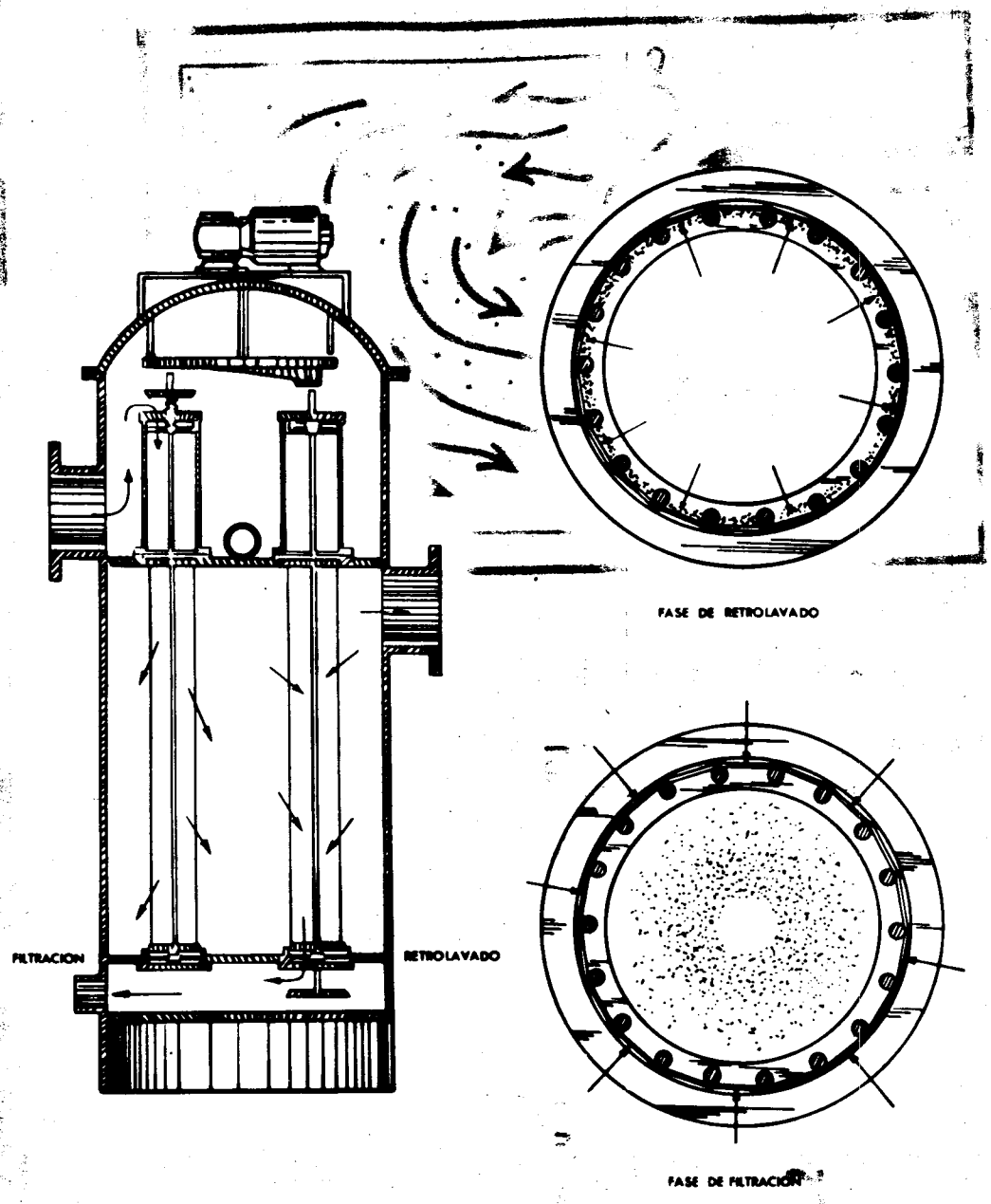
Esto asegurará el caudal correcto y permitirá la acumulación de impurezas, lo que dará como resultado una larga duración de los cartuchos.

Si se elige un cuerpo de filtro que proporcione el caudal exacto al necesario, la obstrucción del cartucho en el momento de la puesta en marcha reducirá inmediatamente dicho caudal.

GRADO DE FILTRACION

Para facilitar el grado de filtración que se precise, he aquí unos ejemplos representativos y el grado de filtración o micronaje que son necesarios:

- a) Para proteger las boquillas o los pasos libres contra la obstrucción, - la norma general es elegir un filtro con un paso que sea la mitad del -

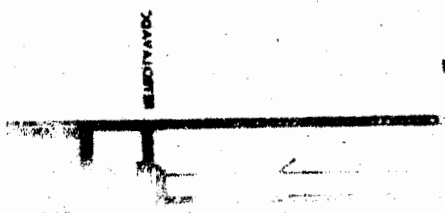
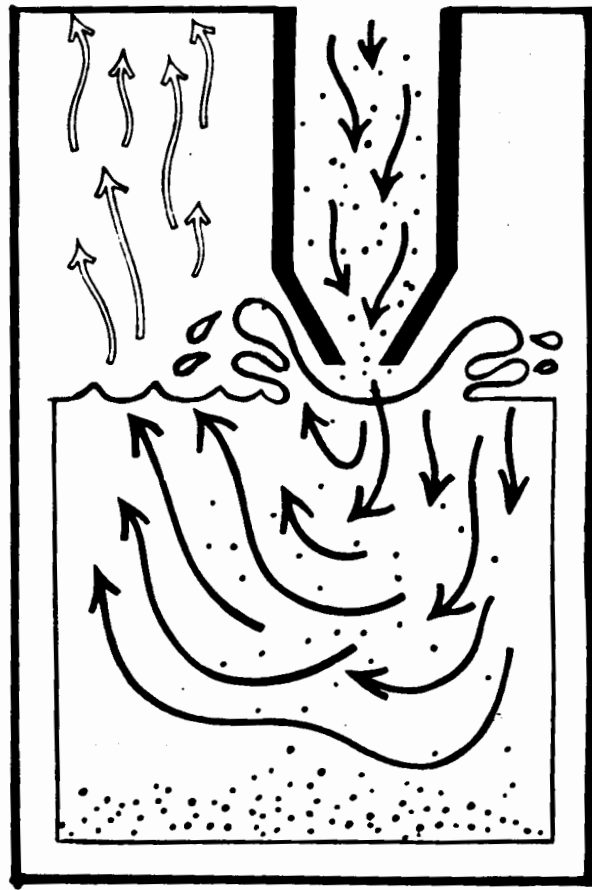


Filtro separador de grandes concentraciones de impurezas de un caudal líquido. Trabaja a base de tres presiones diferentes dentro de sus cámaras de filtración. Se retrolava automáticamente, cuando las dos presiones iniciales llegan a una diferencial establecida de antemano, de acuerdo con las necesidades técnicas de operación. El filtro consta además, de una caja de controles, que puede ser instalada cerca del filtro o a control remoto. La construcción de sus cartuchos, nos permite filtraciones hasta de 10 micras y nos garantiza un flujo continuo inclusive en su fase de retrolavado.

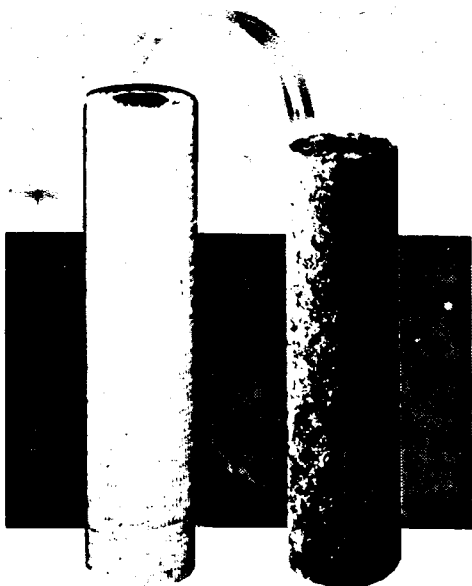
FILTROS PARA HUMOS

El filtro húmedo para separación de partículas hasta de 1/2 micra, de caudales de humos a cualquier temperatura, con un gasto reducido de agua, ofrece como ventaja especial, la economía de su funcionamiento y de su costo inicial.

Gran eficiencia en separación de polvo de 0.05 - .01 grs/SCFM en carga total.



ATPAINA POTWEM312

CARTUCHO DE FIBRASTIPO PROFUNDIDAD
DESECHABLE

Los cartuchos de fibras, son ideales para separar contaminantes abrasivos y gelatinosos, o bien dentro de una categoría graduada con porosidades de 5, 10, 25, 50, 75, y 100 micras.

APLICACIONES TÍPICAS

Gases, alcoholes, glicoles, refrigerantes, carburantes, lubricantes, cosméticos, pinturas, barnices, jarabes, aire comprimido y agua.

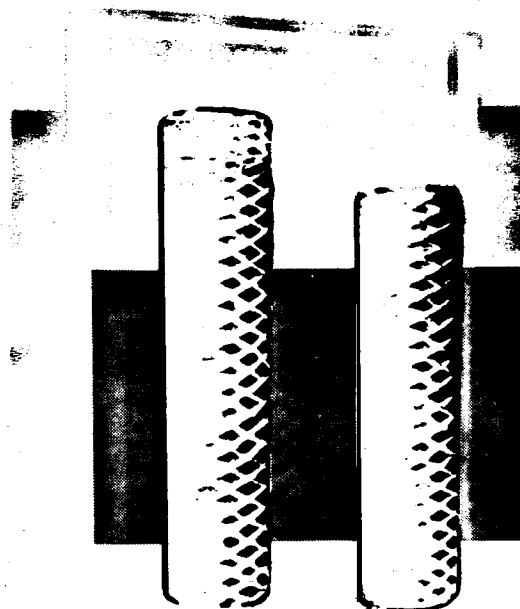
CARTUCHOS ENCORDADOSTIPO PROFUNDIDAD
DESECHABLES.

- Disponibles en polipropileno, rayón, algodón, nylon, etc. Idóneos para la separación de impurezas micrónicas de 1 a 350 micras.

APLICACIONES TÍPICAS

Para galvanoplastia, detergente, plásticos, resinas, desodorantes, grasas y aceites animales y vegetales e industria alimenticia.

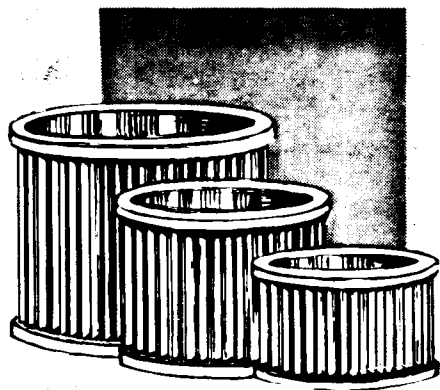
TAMAÑOS: Desde 6' hasta 36" de longitud.

**CARTUCHOS PLIZADOS**
PARA FILTRACION DE SUPERFICIE
DESECHABLE

Disponibles en diferentes materiales.
Para filtración controlada desde 2 micras en adelante.
Presiones diferenciales hasta de 70 PSI. Flujos altos.

APLICACIONES TÍPICAS

Flúidos hidráulicos, lubricantes, carburantes, refrigerantes, agua, aire, gases y filtros automotrices.



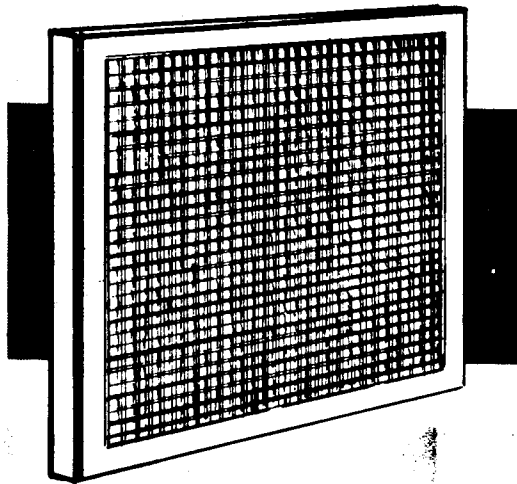
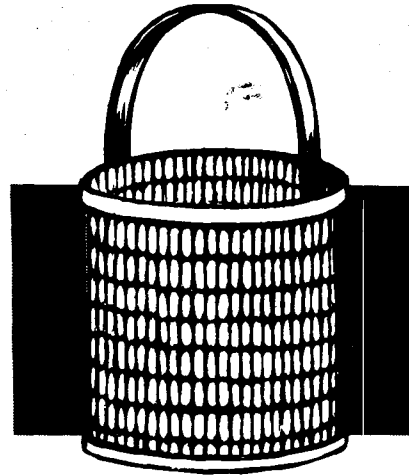
ELEMENTOS TIPO CANASTA REUTILIZABLES

Los materiales usados en su construcción, son de acero inoxidable, bronce, aluminio o acero al carbón, que permiten una larga duración.

Son elementos con aplicación específica, en arrastres de tubería y en separación de grandes porcentajes de sólidos.

APLICACIONES TÍPICAS

Vapor de agua, gases, aire comprimido, líneas de bombeo, etc.



MARCOS FILTRANTES DESECHABLES

Construidos con marco de cartón y medio filtrante de fibra de vidrio, fibras animales vegetales o carbón.

REUSABLES

Son fabricados con marco de metal y medio filtrante de fibras metálicas.

Perfectos para usarse en casetas de pintura, filtración ambiental, aire acondicionado o desodorización de ambiente.

Se fabrican en cualquier medida.

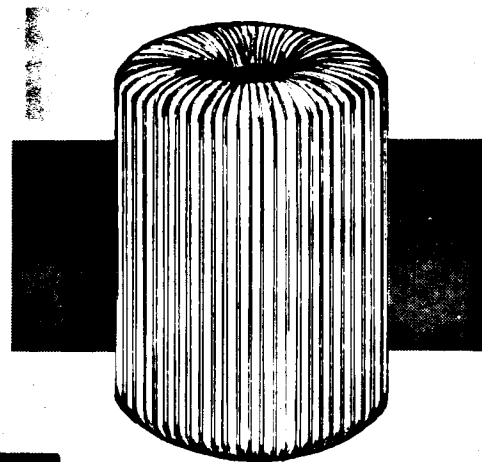
ELEMENTO DE CALCETIN TIPO PROFUNDIDAD DESECHABLES

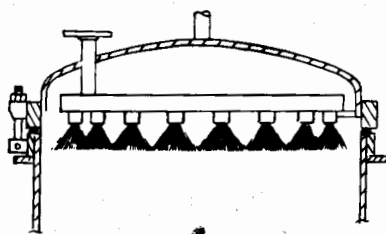
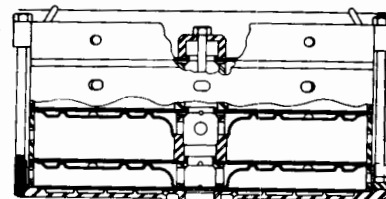
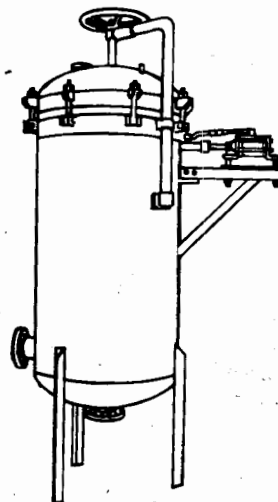
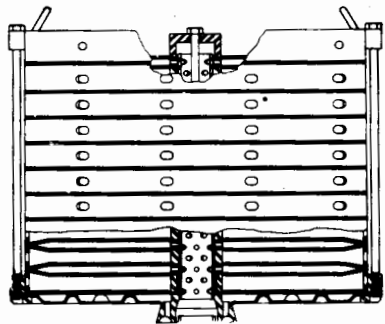
Óptimos para separaciones de grandes concentraciones de partículas contaminantes.

APLICACIONES TÍPICAS

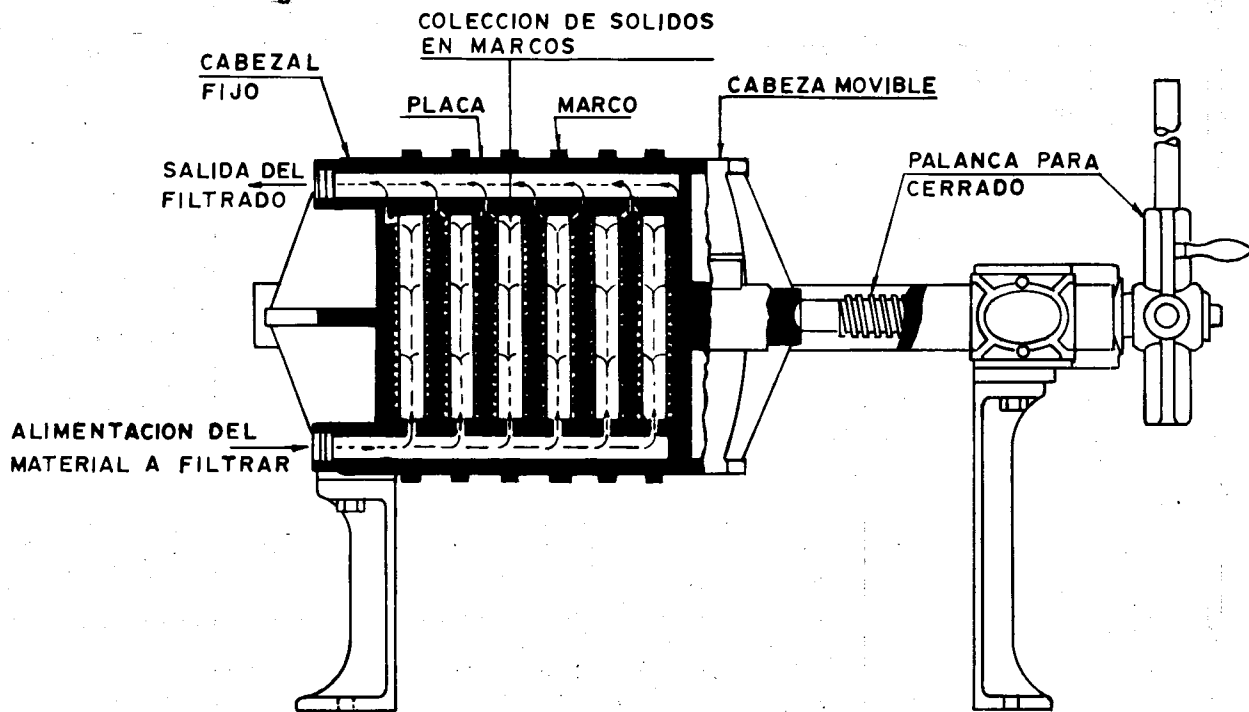
Aceites, lubricantes y combustibles, filtración de aire y gas.

MÁS DE 200 TIPOS Y MEDIDAS





FILTROS DE PLATOS HORIZONTALES



FILTRO PRENSA

- diámetro de la abertura a proteger. Por ejemplo, para una tobera de aceite combustible con un orificio de 0,020" será necesario un filtro de 0,10" de paso. Dentro de la práctica real, deberá escogerse la medida normalizada más aproximada, siendo ésta 0,008" ó 0.012".
- b) Para producir transparencia óptica en un líquido, se necesita un grado filtración de 25 micras o más fina.
 - c) Para eliminar "punto" diminutos, visibles, deberá instalarse un filtro de 40 a 50 micras.
 - d) Para eliminar una "neblina" de un líquido, se necesitará un filtro de 10 micras o más fino.
 - e) Para extraer agua en cantidades muy pequeñas del aceite o de otro líquido, debe elegirse un medio filtrante de características higroscópicas.

Como ayuda para determinar el grado de filtración requerido, - las comparaciones siguientes dan una idea de los tamaños aproximados en micras:

- * Una Micra = 0,000349"
- * Un grano o partícula de cacao, talco o polvos faciales= 5 a 10 micras.
- * El límite media inferior de la vista humana es de 30 a 40 micras.
- * El diámetro medio del cabello humano es de 50 a 70 micras.
- * Un grano de sal de mesa es de aproximadamente 90 a 110 micras (0,004" a 0,005").

SUMINISTRO DE AGUA INDUSTRIAL

Usos Industriales. - Las industrias emplean el agua, para una gran variedad de servicios. Siempre que se construye una nueva planta o se amplía alguna ya existente, es necesario estudiar la demanda de agua y conseguir el empleo más económico posible de la disponible. Debe de prepararse un diagrama de circulación que muestre la relación entre la demanda de agua y la cantidad de material que se manipula, si se ha calculado y valorado correctamente este diagrama dará a conocer muchas economías en el uso del agua.

La mayor parte del consumo de agua en las industrias, se emplea en la transmisión de calor. Donde quiera que debe eliminarse calor, el agua es el medio transmisor. Los condensadores, los cambiadores de calor, los enfriadores, los equipos de refrigeración y de acondicionamiento de aire y las torres de enfriamiento, quedan dentro de este enunciado.

El agua es una materia prima en sentido estricto, sólo cuando pasa a formar parte del producto. Así, es una materia prima muy importante en la industria de las bebidas y en la industria química. Empleándose como reactivo y como disolvente.

El agua también se emplea industrialmente, para el transporte de materiales, tal como el de las remolachas de azúcar para pasarlas de las pilas de almacenamiento a la fábrica.

El uso del agua para energía cinética se refleja mejor por el uso de propulsores a chorro de alta presión para limpiar partes metálicas o haces de tubos y para el transporte de troncos en la industria maderera

o de celulosa para papel.

También se usa el agua como protección nuclear o como modera-
dor de reactores nucleares, pues el agua de por sí, no cede ninguna radio-
actividad importante al exponerla al flujo de neutrones.

Fuentes de aguas para la Industria. - La fuente primaria de todo suminis-
tro de agua es la lluvia.

AGUAS SUBALVEAS. - Los geólogos estiman que el agua subálvea existen-
te equivale a la precipitación de 10 años, que es -
mucho más que toda el agua superficial.

Las aguas subálveas se alimentan por la lluvia que
se filtra en el terreno; a veces la alimentación pro-
cede de lugares distantes.

AGUAS SUPERFICIALES. - Los ríos y lagos suministran las tres cuartas
partes del total del agua elevada para uso in-
dustrial y municipal. Las industrias deben de
contar con las aguas superficiales para la dilu-
ción de sus efluentes, incluso aunque se use un
suministro adecuado de agua subálvea. La cali-
dad actual del agua puede restringir la cantidad
de materiales que puede recibir con seguridad
y los usos a que se le destina.

Calidad del agua. - En sentido estricto no se encuentra en la naturaleza
agua absolutamente pura. Puesto que es un disolvente casi universal, di-

suelve los gases incluso cuando cae en forma de lluvia; tan pronto como llega al suelo, empieza a disolver materiales y las impurezas disueltas dependen de la composición química de las rocas y terrenos que toca.

pH del Agua. - Siendo el valor pH una medida de la acidez o alcalinidad relativa es el factor más importante de la influencia que el agua tiene en la corrosión de los equipos y tuberías, o en la incrustación de los mismos.

Un bajo valor de pH señala la corrosión del equipo o tuberías que puede efectuarse con el contacto de las aguas, mientras que un alto pH puede causar la precipitación de los carbonatos de calcio, formando incrustaciones en las tuberías, condensadores, calderas, etc.

En la clarificación del agua es sumamente importante el pH, ya que el control de coagulación es básicamente el control del pH con cada coagulante, y lo mismo para todos los demás procesos de tratamientos, pues por ejemplo, en la suavización por el procedimiento, de fosfatos en caliente, la reacción no sucede sino cuando el valor del pH es aproximado de 9.5 a 9.7; para la suavización con zeolitas usando cambiadores silíceos, se consideran generalmente que el influente debe tener un pH de 7.0 a 8.3 y si se usan zeolitas carbonosas, el pH deberá ser de 4.3 a 8.3. El valor de pH para las aguas que se emplean en calderas es usualmente de 10.5 como mínimo para prevenir incrustaciones.

Alcalinidad, dureza y salinidad. - La presencia de algunos compuestos en solución en las aguas producen diferentes efectos, de los cuales los principales son la alcalinidad, la dureza y la salinidad.

Es necesario conocer en cada caso la clase y cantidad de cada uno de estos compuestos para determinar el correcto tratamiento que debe darse a las aguas, y desde luego, se tiene lo siguiente:

A. - CAUSA ALCALINIDAD:

Carbonato de Potasio	K_2CO_3
Bicarbonato de Potasio	$KHCO_3$
Carbonato de sodio	$NaCO_3$
Bicarbonato de sodio	$Na(HCO_3)_2$

B. CAUSAN ALCALINIDAD Y DUREZA CARBONATADA (TEMPORAL):

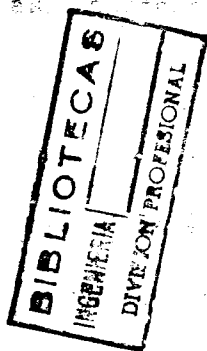
Carbonato de Calcio	$CaCO_3$
Bicarbonato de Calcio	$Ca(HCO_3)_2$
Carbonato de Magnesio	$MgCO_3$
Bicarbonato de magnesio	$Mg(HCO_3)_2$

C. - CAUSAN DUREZA NO CARBONATADA Y SALINIDAD:

Sulfato de Calcio	$CaSO_4$
Cloruro de Calcio	$CaCl_2$
Sulfato de Magnesio	$MgSO_4$
Cloruro de Magnesio	$MgCl_2$

D. - CAUSAN SALINIDAD:

Sulfato de Potasio	K_2SO_4
Cloruro de Potasio	KCl
Nitrato de Potasio	KNO_3
Sulfato de Sodio	Na_2SO_4
Cloruro de Sodio	$NaCl$
Nitrato de Sodio	$NaNO_3$



Se hace notar que todos los carbonatos y bicarbonatos causan alcalinidad, y que todos los compuestos de calcio y magnesio, ya sea como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos o cloruros causan dureza.

ESTUDIO SOBRE ALCALINIDAD. - De acuerdo con la clase de sustancias que lleve el agua, y con el pH de las mismas, (nó confundir esta alcalinidad con la del pH, que como se dice puede denominarse anti-ácida) existen dos tipos o clases de alcalinidad a saber:

1. - Alcalinidad de bicarbonatos, producida por los bicarbonatos o sea, - que contiene compuestos con HCO_3 . El valor de pH es menor de 8.3.
2. - Alcalinidad caústica, o de hidróxidos, producida por compuestos que contienen OH, y con valor de pH mayor de 9.4.

Esta agua no se encuentra normalmente en la naturaleza, pero sí en aguas tratadas que tengan exceso de cal.

Existen una relación entre los diversos tipos de alcalinidad y el pH, y al respecto deben señalarse como reglas lo siguiente:

- a) Sino existe alcalinidad carbonatada, las aguas tienen un pH inferior a 7.0 o sea, son aguas ácidas. O en otros términos, la existencia de - alcalinidad carbonatada hace a las aguas antiácidas.
- b) De lo anterior se deduce que sí la alcalinidad total es igual a la alcalinidad de bicarbonatos, las aguas tienen un valor de pH de 7.0, o sea son neutras.

De lo expuesto se deduce que la correcta determinación de la alcalinidad a la fenolftaleína y al anaranjado de metilo (métodos de análisis y control de laboratorio) permite conocer:

1. - Alcalinidad total.
2. - Alcalinidad caústica.
3. - Alcalinidad de carbonatos.
4. - Alcalinidad de bicarbonatos.
5. - Valor de pH.
6. - Bióxido de carbono (CO_2) libre.

Debe hacerse notar que de cualquier manera deben hacerse las determinaciones de laboratorio de pH y CO_2 verificando con ellos los valores de la alcalinidad.

ESTUDIO SOBRE DUREZA. - Existen dos clases de dureza, según los compuestos que la producen, como sigue:

1. - Dureza Carbonatada que es producida por los carbonatos y bicarbonatos de cal y magnesio. Esta dureza se denomina ocasionalmente como "dureza temporal", ya que parte de ella desaparece por ebullición.
2. - Dureza No Carbonatada es la producida por sulfatos o cloruros de calcio y magnesio. Ocasionalmente se denominó "dureza permanente", pues no desaparece con la ebullición.

Además de la división mencionada, cabe dividir la dureza en dureza de calcio, o en dureza de magnesio, que es, respectivamente, la producida por cada uno de dichos elementos, es decir la dureza es el contenido de sales de calcio y magnesio contenidas en las aguas crudas (antes de ser tratadas).

Dado que los mismos elementos producen alcalinidad y dureza carbonatada, existe una relación entre ambas, por lo que conociendo sus valores y denominando:

DT = dureza total y M= Alcalinidad total.

Se tienen las siguientes consideraciones:

Si $DT = M$ La dureza se debe a carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio, o sea, es dureza carbonatada ó temporal.

Si $DT > M$ Dureza carbonatada = M
Dureza no carbonatada = $DT - M$

Si $DT < M$ Dureza carbonatada = DT
Dureza no carbonatada = 0

$M - DT$ = Carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio.

RECIRCULACION DEL AGUA. - Las limitaciones en el suministro de aguas en algunas zonas ha obligado a muchas industrias a recircularla, mediante un sistema apropiado para cada una de ellas, es decir se recupera el agua que interviene ó circula a través de chaquetas de enfriamiento y/o calentamiento, condensadores, cambiadores de calor, etc. de los diferentes equipos que componen determinada industria.

TRATAMIENTO DEL AGUA. - Debido a todo lo anteriormente dicho se hace necesario hacer un tratamiento al agua con el objeto de aprovecharla y corregir el contenido de impurezas de acuerdo a los fines que se destinen.

En la tabla I se pueden observar las diferentes impurezas, dificultades que causan y los tratamientos adecuados.

Pero en una forma somera describiremos los más nombrados y usuales.

AEREAACION. - Es un proceso el cuál consiste en combinar íntimamente agua y aire de alguna forma.

Esta combinación ó mezcla puede ser lograda en forma de goteo o esparcimiento (spray). La aereación es basada en el establecimiento de un estado de equilibrio entre los gases presentes en el agua y los presentes en la atmósfera.

El empleo primordial del sistema de aereación es con el objeto de eliminar los gases no deseables que contiene el agua.

El dióxido de carbón y gases de compuestos de azufre que son corrosivos y cuando se encuentran en cantidades apreciables, deben eliminarse para evitar la corrosión en tuberías, bombas y equipos.

A través de la Aereación se logra una saturación del agua con otro gas corrosivo, (oxígeno) este proceso es uno de los más comunmente empleados para la eliminación de Dióxido de Carbón y anhídrido sulfuroso.

En algunos casos, el propósito de desalojar, el dióxido de carbono por Aereación es logrado simplemente por reducción química donde el agua es suavizada con cal.

El dióxido de carbono puede ser removido más económicamente por Aereación que por precipitación química con cal.

En la eliminación de fierro y manganeso del agua normalmente se emplea Aereación.

El oxígeno introducido por la Aereación, produce una oxidación química del fierro y manganeso, logrando su precipitación como hidróxidos insolubles.

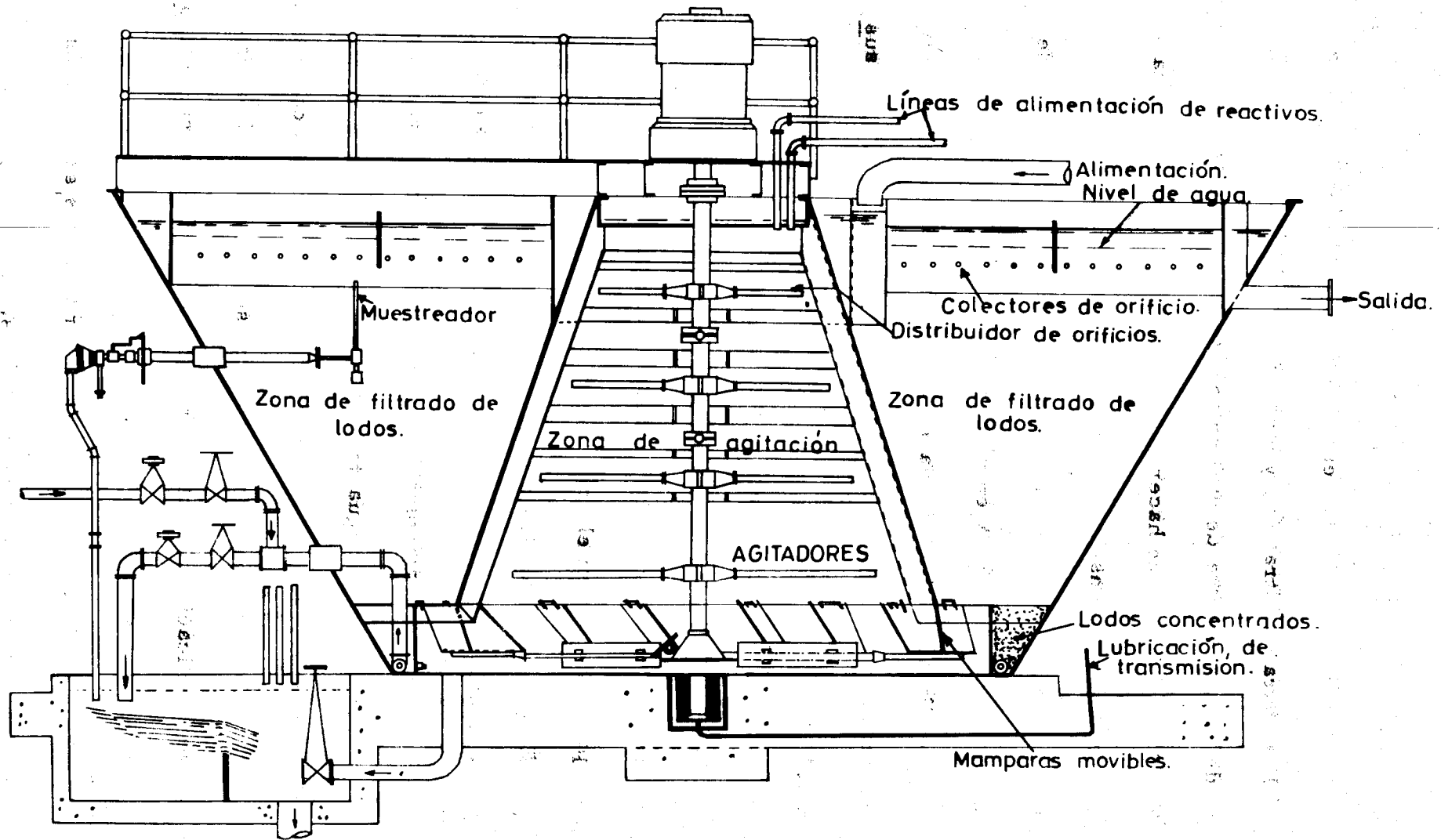
La Aereación puede ser empleada en los tratamientos de agua potable, para eliminar ciertas partículas en suspensión y olores, muchos de estos resultan por la descomposición de algas.

En tratamientos biológicos, la Aereación es empleada para promover la oxidación bioquímica de materia orgánica.

COAGULACION. - Este proceso es por el cual, partículas finamente divididas de turbidez y color, con capacidad de mantenerse en suspensión en forma indefinida, son combinados por reactivos en masas grandes, logrando un efecto de asentamiento rápido.

La subsidencia usualmente no produce una agua con baja turbidez, para ser adecuada en propósitos domésticos ó por algunos requerimientos industriales.

El tiempo de asentamiento no es usualmente de beneficio por que las partículas pequeñas en la suspensión emplean un tiempo de asentamiento mayor. La filtración sin la coagulación, no puede eliminar las partículas finas de turbidez. La coagulación es requerida para lograr la aglo



**TANQUE ASENTADOR O FLOCULADOR
PARA TRATAMIENTO DE AGUAS**

meración de partículas en suspensión, esto logra un agua lista para su filtración, y logrando con esto la eliminación de la mayor parte de partículas antes de su filtración.

FILTRACION. - Es el proceso de hacer pasar un líquido conteniendo materia en suspensión a través de un material suave y poroso, en los cuales de una manera efectiva es retenida y desalojada la materia en suspensión del líquido.

La filtración es utilizada en el tratamiento de aguas industriales con el objeto de quitar o reducir los sólidos en suspensión y turbidez.

La turbidez o materias en suspensión pueden estar presentes en el agua cruda antes de efectuar el tratamiento o bien pueden resultar por un proceso de coagulación química ó precipitación en el tratamiento del agua cruda.

En general todos los procesos de tratamiento de agua por coagulación y precipitación son seguidos por una filtración de manera de completar la eliminación de impurezas no deseables para un agua tratada.

CLORINACION. - Es el proceso por el cuál el cloro gas o algunos compuestos de cloro como los hipocloritos son agregados al agua, en dosificación adecuada con el propósito de eliminar microorganismos.

Debido a lo anterior se puede tener mayores seguridades en el suministro de aguas públicas.

Además de las características bactericidas, el cloro y sus compuestos son empleados en la reducción de olores para agua bebestible, provocando la oxidación del fierro, manganeso y ácido sulfhídrico que lleva consigo el agua, así mismo la decoloración y destrucción de materia orgánica.

En el proceso de clarificación, el cloro normalmente se emplea mezclado con el coagulante.

El cloro puede ser empleado sucesivamente como un agente activador sobre el silicato de sodio en la preparación de coagulantes, activando la sílice.

La ventaja que presenta este tipo de tratamiento es que el cloro se emplea como activador en procesos continuos pudiendo emplearse para esterilización y oxidación.

En la industria se puede emplear en la destrucción de ácido sulfhídrico y fenol.

El pH de la reacción es muy importante para lograr el máximo de eficiencia.

PROCESO POR LA CAL-SODA. - Es el proceso por el cual las sales de calcio y magnesio que constituyen la dureza de un agua son precipitadas químicamente y separados mediante el empleo de hidróxido de calcio y separadas mediante el empleo de hidróxido de calcio y carbonato de sodio. Este proceso se puede efectuar a la temperatura del agua, cruda, en algunas ocasiones se menciona el término de "proceso en frío" o

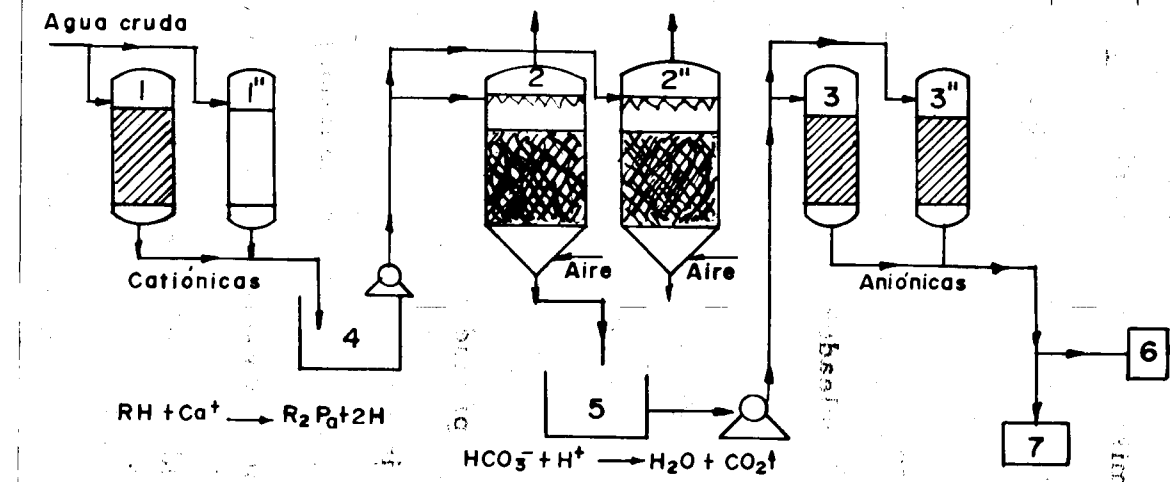
cuando la temperatura del agua cruda está cerca del punto de ebullición se usa el término de "proceso en caliente".

El proceso de la cal-soda se basa sobre los cuatro factores esenciales a saber:

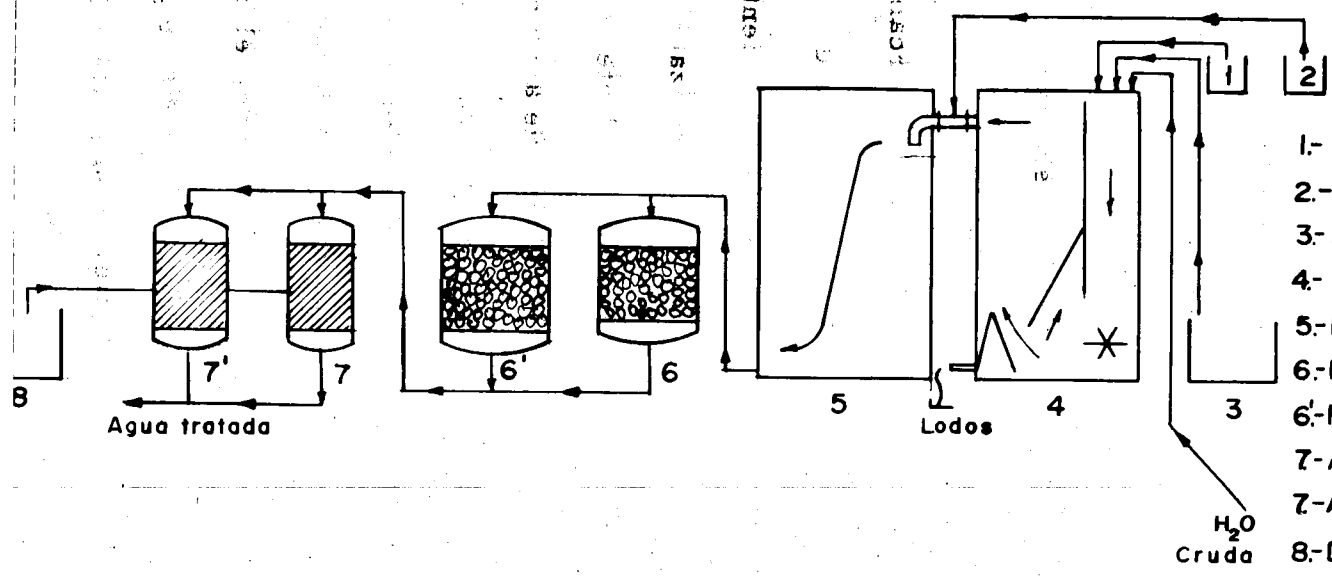
- a) Efectuar una selección apropiada de reactivos químicos, que logren una eficiente precipitación de las impurezas en forma de lodos insolubles.
- b) Tener una dosificación adecuada de reactivos sobre el agua cruda.
- c) Realizar una filtración al agua ya tratada con el objeto de eliminar la turbidez ó materia en suspensión resultantes del proceso.

El proceso por cal-soda es empleado para eliminar la dureza con el propósito de minizar, el depósito de los dos en las calderas, reducir los depósitos de carbonatos de calcio en los sistemas de intercambio de calor y sistemas de torres de enfriamiento, y en general la eliminación de dureza la cual pueda causar problemas en los procesos industriales para empleo de agua, alimentación de agua a calderas ó suministro de aguas municipales.

Accidentalmente al eliminar la dureza por el proceso de la cal-soda es posible también eliminar fierro, dióxido de carbono y turbidez.



- 1.- Columna inter-cambadora de cationes
- 1'.- Columna inter-cambadora de cationes
- 2.- Descarbonatadores
- 2'.- Descarbonatadores
- 3.- Columna intercambiadora de aniones
- 3'.- Columna intercambiadora de aniones
- 4.- Tanque de almacenamiento
- 5.- Tanque de almacenamiento
- 6.- Tanque de almacenamiento de agua tratada
- 7.- Tanque de almacenamiento de agua tratada



- 1.- Depósito de Aluminato de Sodio ($Na_2 Al_2 O_4$)
 - 2.- Depósito de Acido sulfúrico ($H_2 SO_4$)
 - 3.- Depósito de lechada de cal
 - 4.- Clarificador
 - 5.- Recibidor de clarificador
 - 6.- Filtro de arena
 - 6'- Filtro de arena
 - 7.- Ablandador con resina
 - 7'- Ablandador con resina
 - 8.- Depósito de salmuera
- Reactivos
- Conectados en paralelo
- Conectados en paralelo

DESMINERALIZACION. - Es el proceso por el cual eliminamos las sales

minerales del agua por medio de un intercambio iónico.

La deionización es considerada generalmente sinónimo de la desmineralización.

Sólo algunas sustancias por medio de la ionización pueden ser eliminadas por este proceso.

La desmineralización envuelve dos reacciones de intercambio.

Los cationes como el calcio, magnesio y sodio son removidos, por medio de un intercambio catiónico.

El proceso y el equipo son los mismos, como los empleados para suavización de la zeolita suavizada.

Los aniones como sulfatos y cloratos son removidos, por medio de un intercambio aniónico.

Varios arreglos de equipos son empleados dependiendo de algunos requerimientos de la instalación.

La desmineralización y la destilación son los dos métodos más comunmente empleados para la producción de grandes cantidades de agua con un bajo contenido de sólidos.

En comparación con el costo de la producción de agua destilada, la desmineralización por intercambio iónico, puede ser más económico este proceso para bastantes industrias.

Por esta razón, el proceso de desmineralización tiene una aceptación bastante grande cuando el agua de proceso se requiere tenga bajo contenido de sólidos.

AZUFRE Y ACIDO SULFURICO.

INTRODUCCION. - El azufre es un metaloide sólido de color amarillo-verdoso, insípido é inodoro, tiene un punto de fusión de 110.5°C , y de ebullición a 444.6°C , es uno de los primeros elementos que llamó la atención al hombre por encontrarse junto con las volcánicas en la superficie de la tierra.

Su empleo en la medicina y fumigantes se remonta a más de 300 años. Siendo una de las substancias más baratas y empleadas en la industria, en la actualidad se consume en el mundo entero cada vez más, debido a la variedad de nuevas industrias y procesos que la emplean ya sea como materia prima, activador, etc.

1) Extracción del azufre. - Normalmente el azufre se encuentra en estado nativo en forma de S_8 , es una cadena formada por ocho átomos unidos en enlace covalente, (cadena cerrada).

Se conocen dos métodos para su extracción siendo el más antiguo y con poco empleo en la actualidad es el usado en Sicilia formando el 25% de las rocas volcánicas y se extrae de ellas empleando unos hornos primitivos de fondo inclinado en donde se amontonan y se cubren con arcilla para evitar el contacto con el aire, el calor producido por la combustión, - que parte del azufre sirve para fundir el resto, que escurre por el fondo inclinado hasta un recipiente, se llega a obtener con una pureza de 65%, - el siguiente paso es purificarlo sublimándolo, para ello se emplean cámaras apropiadas.

El otro sistema es el Método de Frash, en 1865, se descubrió en los Estados de Louisiana y Texas extensas capas de calizas azufrosas con espesores hasta de 200 metros, que se encontraban a una profundidad de 300 metros, por debajo de estratos de arcilla, arena y roca. Algunas compañías trataron de explotarlo por el método tradicional de minas, pero fracasaron en su propósito.

En el año de 1891, Herman Frash, después de 10 años de trabajo inventó su ingenioso método, que consiste en perforar un pozo semejante a los de petróleo o agua, hasta alcanzar la parte inferior del estrato de azufre, dicho pozo se entuba con un tubo de acero, que sirve para proteger a los que se colocan en su interior, que son tres tubos concéntricos (ver diagrama). Por el espacio más externo se introduce en el estrato de caliza azufrosa, agua sobrecalentada a 170°C y una presión de 7 atmósferas que funde el azufre, que se acumula en la parte inferior del pozo. Por el tubo de menor diámetro se envía aire comprimido que se emulsiona con el azufre líquido haciéndolo subir a la superficie por el espacio comprendido entre los dos tubos de menor diámetro. Por el espacio entre el segundo y tercer tubo se inyecta agua caliente al fondo del pozo para evitar pérdidas de calor y ayudar a que suba el azufre en forma de espuma.

Cada pozo produce alrededor de 450 toneladas diarias y se agotan después de una producción de 70.000 tons. de azufre al 99% de pureza, que se recibe y se almacena en la superficie formando panes de 150.000 tons.

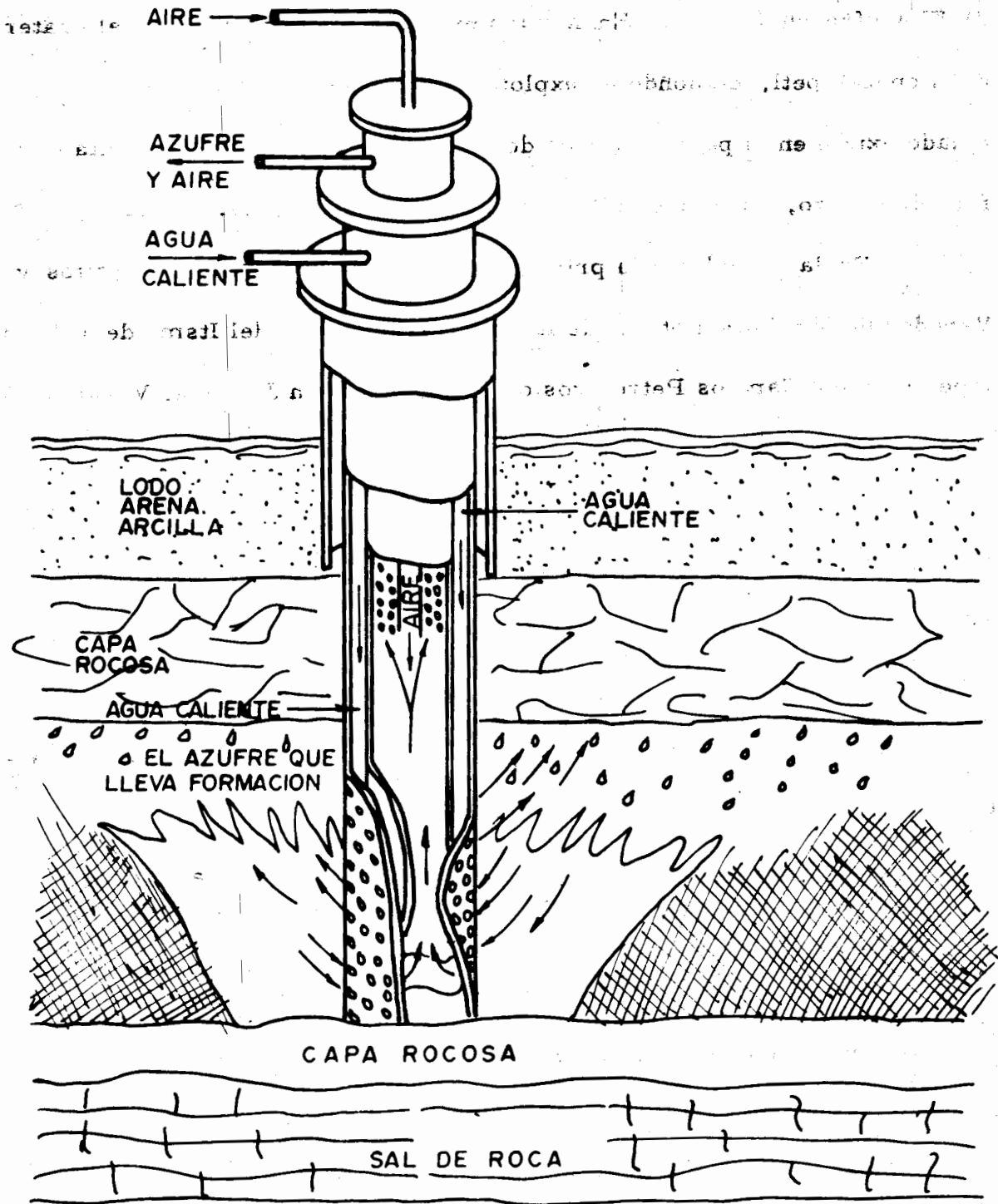


DIAGRAMA DEL PROCESO FRASCH PARA EXTRAER AZUFRE

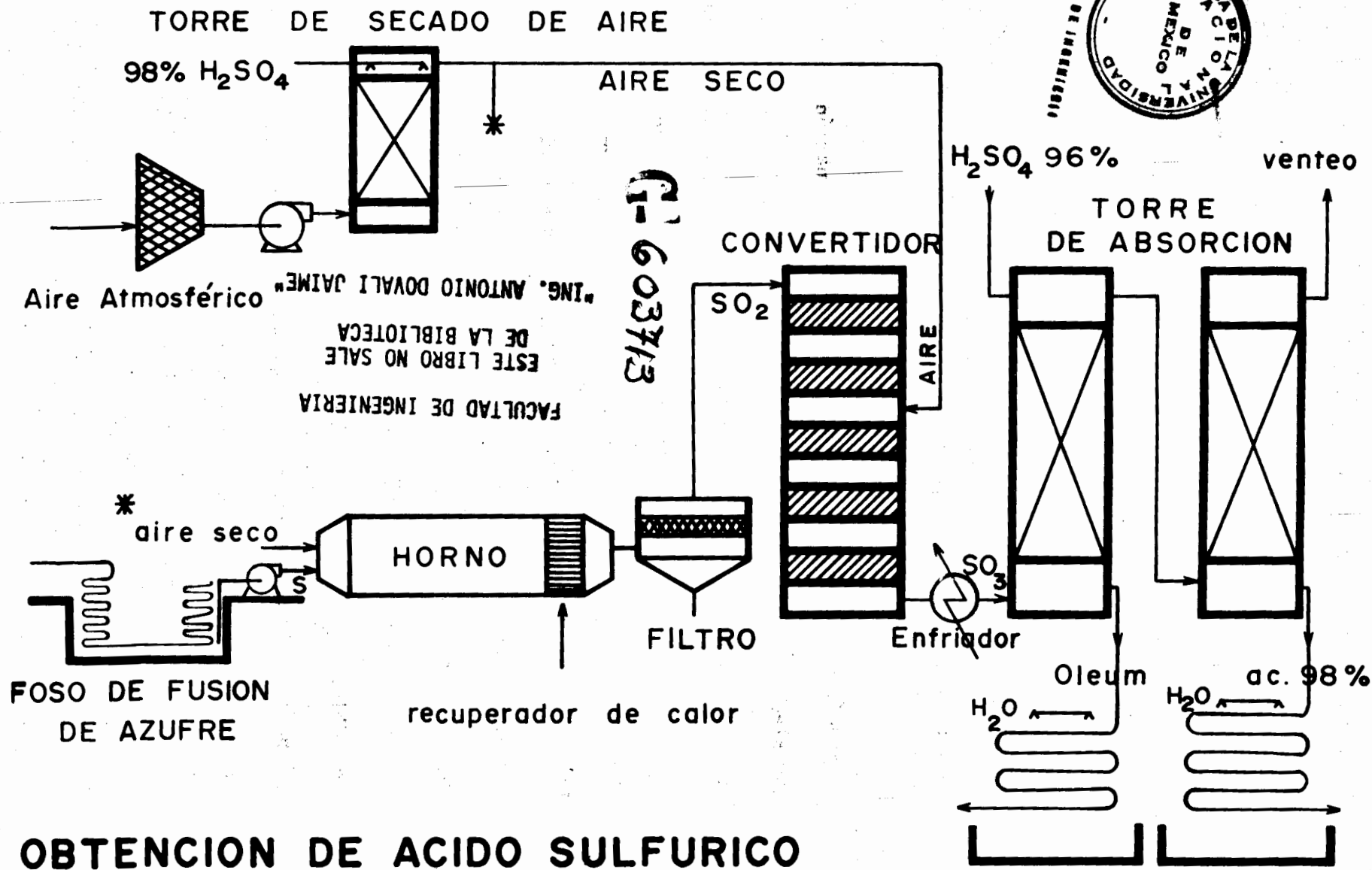
La separación entre pozos no deberá ser menor de 60 m.

2) El azufre en México. - En México existe en estado nativo en el cráter del Popocatepetl, de donde se explotó en una época en gran escala, combinado existe en el país en forma de blenda ó sulfuro de zinc, pirita ó sulfuro de Hierro, Galena ó Sulfuro de Plomo y calcopirita.

En la actualidad la principal producción proviene de Cerritos y Venados de San Luis Potosí, de la zona Veracruzana del Istmo de Tehuantepec y de los Campos Petroleros de Poza Rica. En Jaltipán, Veracruz se extrae azufre por el Método de Frash.

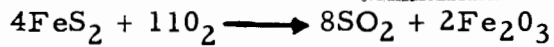
OBTENCION DEL ACIDO SULFURICO POR EL METODO DE LAS CAMARAS DE PLOMO.

- El método de las Cámaras de Plomo, comienza en un gran horno, donde se lleva a cabo la combustión del azufre y algunos sulfuros metálicos, como son la pirita de hierro, piritas cuprosas y oxidación del bioxido de azufre por el oxígeno. Estos gases con una temperatura, de más de 300°C entran por la parte inferior de la Torre de Glover (esta torre mide 3 m. de diámetro y tiene una altura de 12 a 15 m.; sus paredes están formadas por hojas de plomo forradas por dentro con ladrillo) hacia grandes cámaras (2) recubiertas interiormente de plomo, la primera recibe los gases de óxido de azufre (SO_3), vapores de óxido nítrico (NO_3), oxígeno (O_2) y agua (H_2O) y en las segundas entra el chorro de vapor de agua. El ácido producido contiene de un 65 a 70% de pureza, utilizándose una torre análoga, para extraer los óxidos de nitrógeno de los gases agotados, luego, los óxidos de nitrógeno entran de nuevo en las cámaras. Este método sólo se menciona como un dato general, ya que actualmente se puede decir esta absoleto.

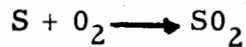


OBTENCION DEL ACIDO SULFURICO POR EL METODO DE LAS CAMARAS DE CONTACTO. - Para la obtención del ácido sulfúrico por este método

se parte del azufre puro exponiéndolo a una serie de oxidaciones, o bien se puede partir de las piritas oxidándolas también por medio de la combustión.

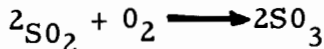


En la oxidación del azufre la reacción es:



Después de las cámaras de combustión y la combinación con el oxígeno del aire, el SO_2 pasa a través de unas torres para quitarle el polvo y otras impurezas por ejemplo el óxido de arsénico que destruye la acción del agente catalítico, ya que se requiere el SO_2 muy puro.

Pasando el SO_2 a otra torre convertidora donde por medio de un catalizador (puede ser asbesto platinado) reacciona con el oxígeno del aire que es inyectado para formar el trióxido de azufre.

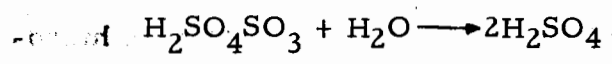


En este proceso se debe controlar muy bien la temperatura ya que es reversible.

Después el SO_3 es arrastrado por gases calientes hacia una torre de absorción donde se disuelve en ácido sulfúrico concentrado con lo que se obtiene una solución que se conoce con el nombre de oleum ó ácido sulfúrico fumante.



A esta solución se le agrega una cantidad apropiada de agua obteniendo ácido sulfúrico concentrado.



NOTA: Se puede obtener el ácido sulfúrico mezclando directamente el trióxido de azufre con agua que reacciona muy íntensamente.

Pero con frecuencia se forman nubes con gotitas de anhídrido sulfúrico que no reacciona con el agua, por lo que casi no se utiliza en la industria.

Con este método se obtiene ácido sulfúrico con alrededor del 90% de pureza y concentración por lo que es más ventajoso para la industria.

APLICACIONES. - Los empleos del ácido sulfúrico son muy numerosos y en extremos importante. Sirve para la preparación de la mayor parte de los ácidos minerales, de los sulfatos de hierro, cobre, amoní, empleados en la agricultura. Se le emplea en la fabricación de la glucosa y del alcohol (por sacarificación del almidón), de los derivados sulfonados y de los fenoles, de los derivados nitrados y de las anilinas (explosivos, colorantes, resinas sintéticas, textiles artificiales, etc.)

El ácido diluido con agua se emplea en la depuración de los aceites y de los benzoles, en la refinación de los petróleos y en el decapado de los metales. Se le utiliza en las pilas y en los acumuladores. La producción mundial aproximadamente es de 10 MILLONES DE TONELADAS. América se sitúa a la cabeza de los países productores, con cuatro millones y le siguen después Francia y Alemania.

SOSA CAUSTICA Y CLORO.

SOSA CAUSTICA. - La sosa cáustica NaOH se fabrica por caustificación del carbonato sódico con cal o por medio de electrolisis de la salmuera (NaCl), en disolución acuosa con producción simultánea de cloro e hidrógeno la producción de sosa cáustica electrolítica rebasó, la de la sosa a la cal, durante los últimos años.

ELECTROLISIS. - Las salmueras concentradas de cloruro de sodio destinadas a electrolisis, deben purificarse primeramente, eliminando los compuestos alcalinotérreos, que puedan llevar consigo, una vez que se ha logrado lo anterior, se procede a su electrólisis mediante celdas electrolíticas. Existen varios tipos y clases de celdas (Allen Moore, Hooker, Vorce, Ginns, Krebs etc....), con la característica que todas tienen diafragma, la cual impide la combinación del cloro desprendido, con el sodio liberado. Se utilizan además celdas con cátodos de mercurio, con el que se amalgama el sodio liberado en la electrolisis. El oxígeno último, es el que impurifica al cloro, la solución de sosa se concentra por evaporación.

El hidrógeno y el cloro desprendido se lavan, se secan y se comprimen embasándose para su venta, si es que no se usa para sintetizar ácido clorhídrico, la misma fábrica.

CAUSTIFICACION. - Cuando no se dispone de energía eléctrica barata hay necesidad de recurrir a la reacción de caustificación. Esta reacción se efectúa cuando reaccionan el carbonato de sodio y el hidróxido de calcio. La reacción es reversible y el límite comercial de operación ocurre cuando se ha obtenido NaOH de concentración del 10%.

Gran parte de la economía del proceso descansa en dar suficientes lavados al carbonato de calcio, para extraer la sosa cáustica que le acompaña. Generalmente el número de lavados es de tres, el subproducto de este proceso de la sosa es el CaCO_3 .

El exceso de NaCl en la disolución cáustica procedente de las células de diafragma pueden reducirse de varias maneras:

1. - En cristalización con camisas de vapor y provistos con agitadores se pueden cristalizar, en hidratos como NaOH y haciendo posteriormente una filtración, el filtrado arrastra la parte más importante del cloruro de sodio.
2. - Se pueden formar una sal triple, por adición del sulfato de sodio, que combina el NaCl como NaOH , NaCO , compuesto insoluble en sosa cáustica al 35% y que se puede separar por filtración.

Para mayor claridad de este proceso consultar el tema de obtención de pulpas celulósicas en lo referente a recuperación de reactivos.

CLORO LIQUIDO. - Fácilmente se puede transformar el cloro gas en un líquido ambarino, que es más utilizado en el primero, a 0°C y una presión de 18 Kg/cm^2 se produce su licuación. En un sistema de refrigeración con amoniaco se puede obtener una temperatura de 20°C .

El cloro sale de la zona anódica de electrólisis de la célula, húmedo y caliente, el gas en estas condiciones sólo puede manejarse por medio de tuberías y equipos resistentes a la acción corrosiva de este elemento. La producción de hidrógeno en la zona de electrólisis de la célula se evita con bastantes precauciones, debido a que la unión de los gases de clo

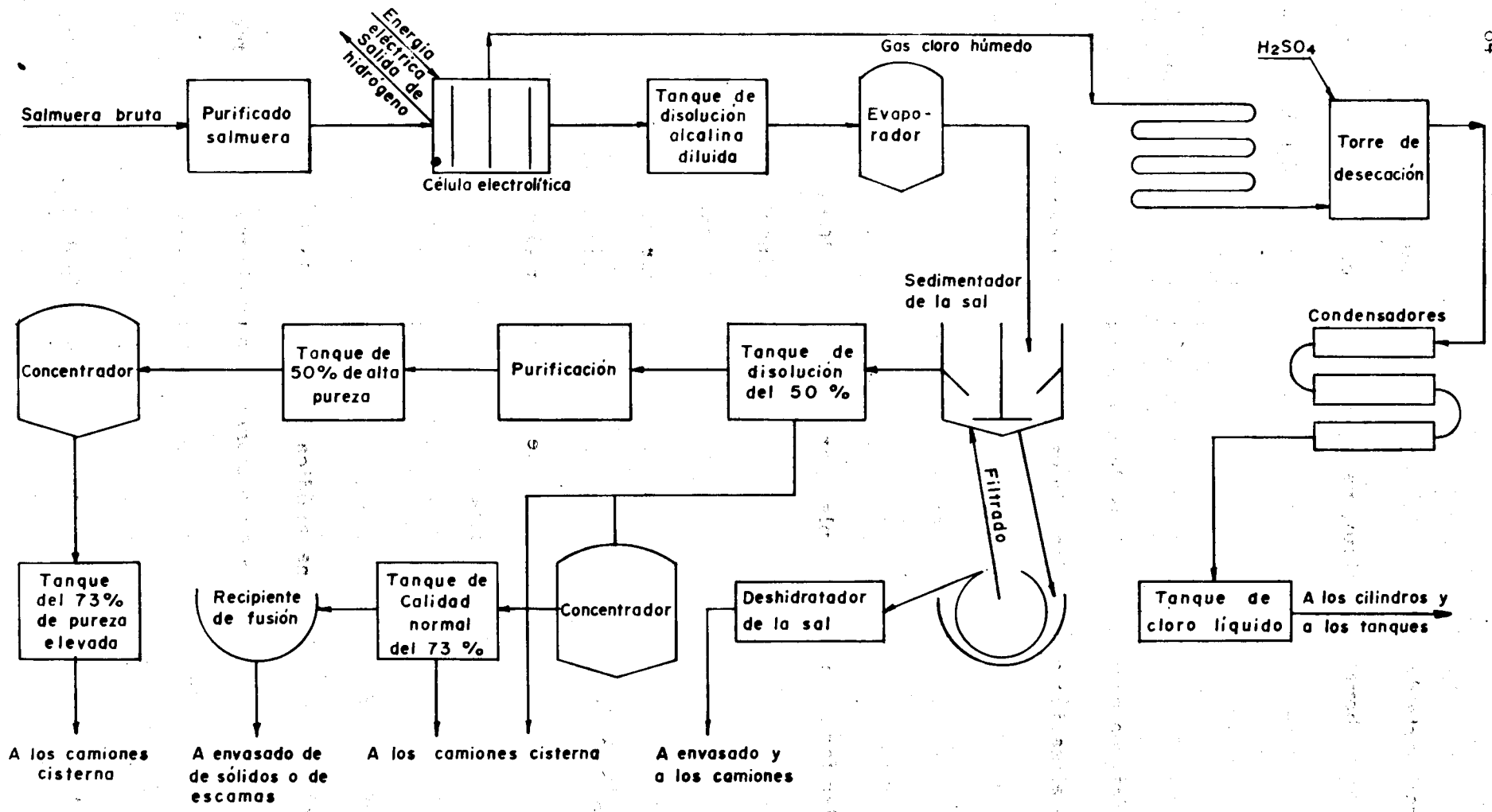


DIAGRAMA COMPLETO PARA LA FABRICACION DE SOSA CAUSTICA Y CLORO (Cortesía de Columbia Southern Chemical Corp.)

ro é hidrógeno en un amplio intervalo de contracciones puede llegar a producir una mezcla explosiva. El cloro gaseoso que va dentro de estas tuberías especiales (con recubrimientos de cloruro de polivinilo (pvc).

Este es enviado a una torre de desecación en donde se le es reducida la humedad que trae consigo. Como refrigerador se utiliza agua fría que circula en sentido contrario a la dirección que va el gas húmedo y caliente que viene de la célula. Luego el gas se deseca haciéndolo pasar por una lluvia de ácido sulfúrico concentrado que va corriendo en contracorriente.

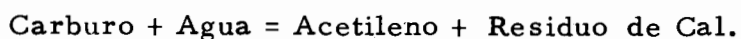
Una vez frío y seco, puede manejarse en equipo de acero. Entonces el gas llega a un compresor, cuya hélice plurelaminar trabaja en el seno de ácido sulfúrico que se mantiene en un tanque de forma elíptica. En cada revolución se producen dos compresiones y dos espansiones del fluído, sobre el que trabaja, que son debidas a la forma de recipiente; la alterna compre-sión y expansión mueve el gas. En estos compresores se alcanzan presiones hasta de 30 atm., el gas comprimido circula a través de tuberías de acero, hasta una unidad de licuefacción, en donde se pone en contacto con paredes drías que provocan su licuación a la presión existente en el sistema. Existen varios métodos para lograr la licuefacción del cloro, siendo los más usados actualmente los refrigerantes de bióxido de carbono con tuberías de doble pared, o los cambiadores de calor de tubo o caldera que utilizan como refrigerante Freon o Genton. El cloro gas se licua a elevada velocidad y se bombea a tanques de acero para su almacenamiento.

El cloro gaseoso puede licuarse en compresores recíprocos tanto a una baja presión relativa con una buena refrigeración, como los de elevada presión requieren moderado enfriamiento.

GASES INDUSTRIALES.

ACETILENO. - El acetileno es una combinación química de carbono e hidrógeno. Se fabrica por medio de la unión del carburo con el agua, con lo que se forma el acetileno. El subproducto obtenido se le llama residuo de cal.

Se puede establecer la siguiente reacción:



Con más propiedad el carburo se le llama Carburo de Calcio (CaC_2). El acetileno se produce en un generador de gas, por cuya parte superior el carburo se introduce en tolusas en cantidad de 300 a 500 Kg. cada vez. Esta es una operación que debe hacerse rápidamente para evitar que entre el aire dentro del generador. El carburo se introduce por medio de un tornillo giratorio, con lo que cae sobre el agua que llena la parte interior del generador y se produce el acetileno. El agua fluye y arrastra fuera del generador el residuo de cal que se recoge en un depósito especial. La temperatura en el generador puede variar de 60°C a 70°C . Si la temperatura llegara a ser muy alta, por ejemplo, debido a algún defecto en la provisión de agua, se cierra la alimentación automática de carburo.

Un generador de acetileno moderno tiene una capacidad de producción de 80 a 120 m^3 de acetileno por hora, lo normal es que una fábrica de acetileno tenga dos ó más generadores que trabajan en paralelo. Para producir un metro cúbico de acetileno se necesitan unos 3 Kg. de carburo.

El acetileno se conduce de los generadores a un gasómetro cuyo trabajo consiste en almacenar los gases producidos, desde el gasómetro se conducen los gases, hasta los purificadores que pueden quitarle impurezas como el fósforo y el azufre. Los purificadores en húmedo son del tamaño necesario para producir una efectiva purificación de una cantidad de 40 m^3 por hora. La siguiente fase es comprimir los gases. Para esto se requieren compresoras especiales con capacidad de 20, 40 u 80 m^3 de acetileno por hora. La compresora debe de ser de tres pasos y a una presión máxima de 25 atmosferas, por motivos de seguridad estas compresoras deben tener siempre acoplado, un aparato de desconexión que tiene por misión cortar la corriente del motor de mando si la presión que llega es demasiado baja o la presión de salida demasiado alta.

Después de comprimido el acetileno pasa primero por un separador de agua y aceite y se seca después en los secadores de alta presión.

Estos consisten en recipientes cilíndricos a través de los cuales deben pasar los gases y que están llenos de un material secador. Unas fábricas emplean cloruro de calcio como material secador, el que se consume al cabo de cierto tiempo y debe cambiarse. Otras fábricas emplean el Aluminagel que tiene capacidad para absorber mucha mayor cantidad de humedad. Después de cierto tiempo este gel se saca del secador y se seca en un horno de regeneración.

El acetileno sigue después hacia las rampas de llenado, para luego ser enviado al consumidor ya sea en cilindros, paquetes y eventualmente remolques.

GASES DEL AIRE. - Como se deduce del título, el oxígeno, argón y nitrógeno son conocidos con el nombre común de gases del aire. Esto se debe a que casi sin excepción se obtienen del aire atmosférico es decir del aire que tenemos alrededor de nosotros y que principalmente tiene la siguiente composición:

Aproximadamente 21% en volúmen de oxígeno.

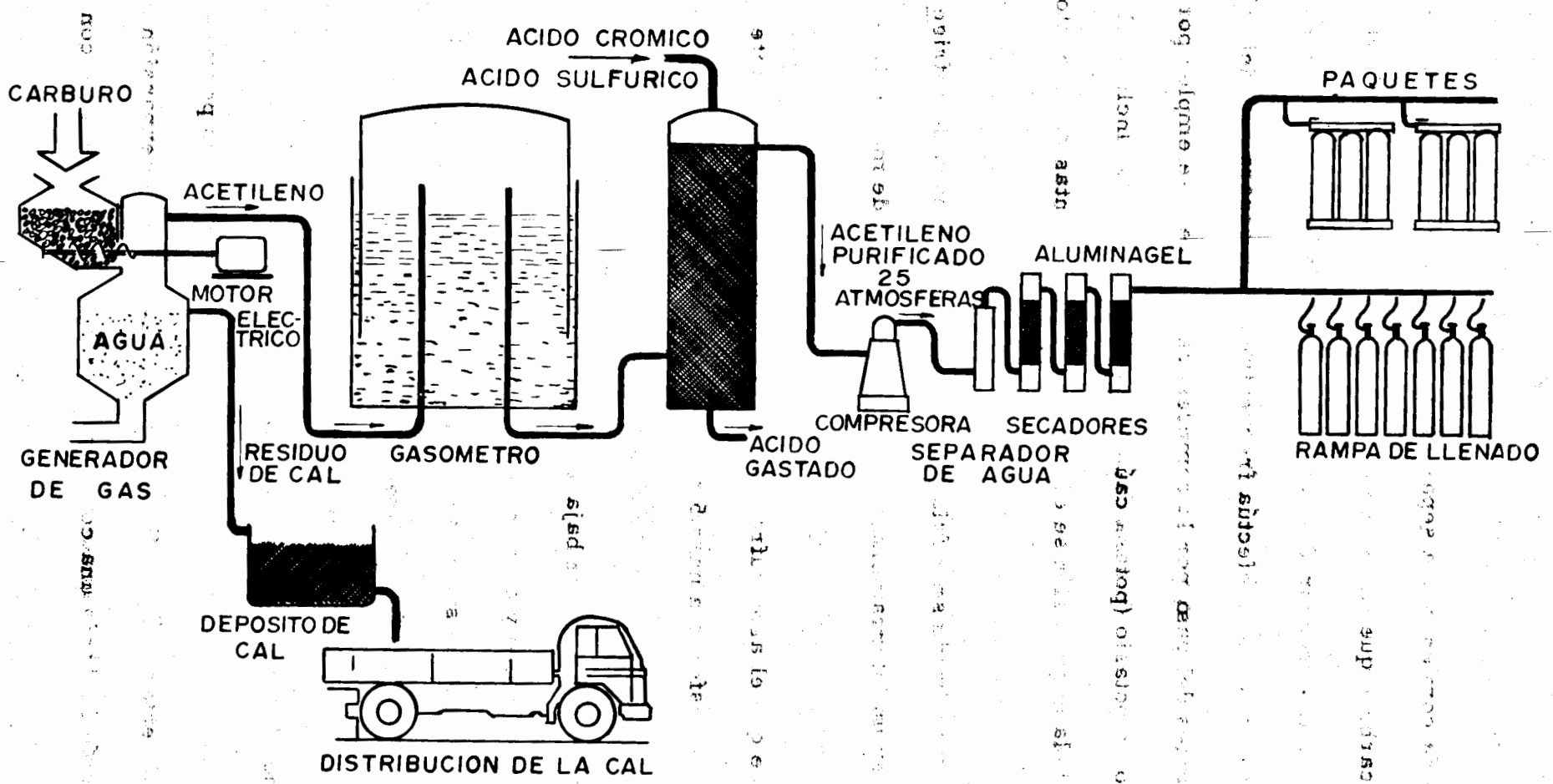
Aproximadamente 1% en volúmen de argón.

Aproximadamente 78% en volúmen de nitrógeno.

Además se encuentran en el aire pequeñas cantidades de bióxido de carbón, neón, helio, kriptón, hidrógeno y xenón.

Los tres gases citados oxígeno, argón y nitrógeno son todos elementos químicos y se encuentran en el aire mezclados en desorden, por lo cual es con todo rigor incorrecto decir que se fabrican en una fábrica de gases del aire. Lo que verdaderamente sucede, es que se separan los gases del desorden.

La materia prima-aire atmosférico, se succiona a través de un filtro hasta una compresora, pasando antes a través de una torres lavadoras de impurezas (partículas en suspensión), una vez efectuada esta operación el gas es enviado a la compresora de aire donde la presión del mismo se eleva en varios pasos unos tras otros yendo desde la presión atmosférica hasta unas 175 veces mayor de la norma del aire. Con cada aumento de presión el aire se caliente, por lo que existe un radiador acoplado a la compresora que enfría el aire después de cada paso.



PROCESO PARA LA OBTENCION DEL ACETILENO

Después da comienzo una separación, quitando al aire atmosférico el bióxido de carbono que tiene, en un separador, que contiene un gel que además actúa como secador del aire al que quita la humedad que tenga. En las plantas antiguas se efectúa frecuentemente la separación del bióxido de carbono antes del paso por la compresora de aire y se emplea por lo general hidrato de potasio (potasa cáustica) para este objeto. Incluso el secado después de la compresión se efectúa en algunas plantas con hidrato de potasio.

El aire comprimido se enfría, primero en una cámara de refrigeración y después en un intercambiador de calor por debajo de menos 165-175°C.

Dejándose que el aire sufra una expansión, se baja rápidamente la presión de 175 atmósferas a unas 5 por medio de una válvula de expansión.

La temperatura del aire baja con esto hasta un valor tal que tanto el oxígeno como el argón y el nitrógeno se licuen. Estos gases tienen a la presión atmosférica los siguientes puntos de ebullición:

Oxígeno -183°C aproximadamente.

Argón -186°C aproximadamente.

Nitrógeno -196°C aproximadamente.

Por debajo de estas temperaturas los respectivos gases permanecen licuados. En estado líquido fluye el aire, después de su expansión hasta unas 5 atmósferas hacia una columna de rectificación, que junto con

la compresora de aire se considera con mucho, los equipos más importantes en una fábrica de este tipo. En la columna de rectificación por su parte baja (la columna de alta presión) se efectúa un proceso de destilación bastante complicado (rectificación) del aire líquido. El proceso se basa, sin embargo, en la diferencia entre los puntos de ebullición de los gases contenidos en el aire, según se ha dicho. Los resultados obtenidos mediante la columna de rectificación nos permiten recoger oxígeno y en la mayor parte de las instalaciones, también nitrógeno. En las plantas modernas se recoge también una mezcla de oxígeno, argón y nitrógeno. En las plantas el argón se obtiene después con ayuda de los siguientes equipos a saber: Columna de Argón crudo, equipo de desoxidación y columna de purificación de argón.

En las fábricas modernas se obtienen prácticamente todos los gases en forma líquida, por consiguiente a temperaturas inferiores a los puntos de ebullición que hemos dado antes.

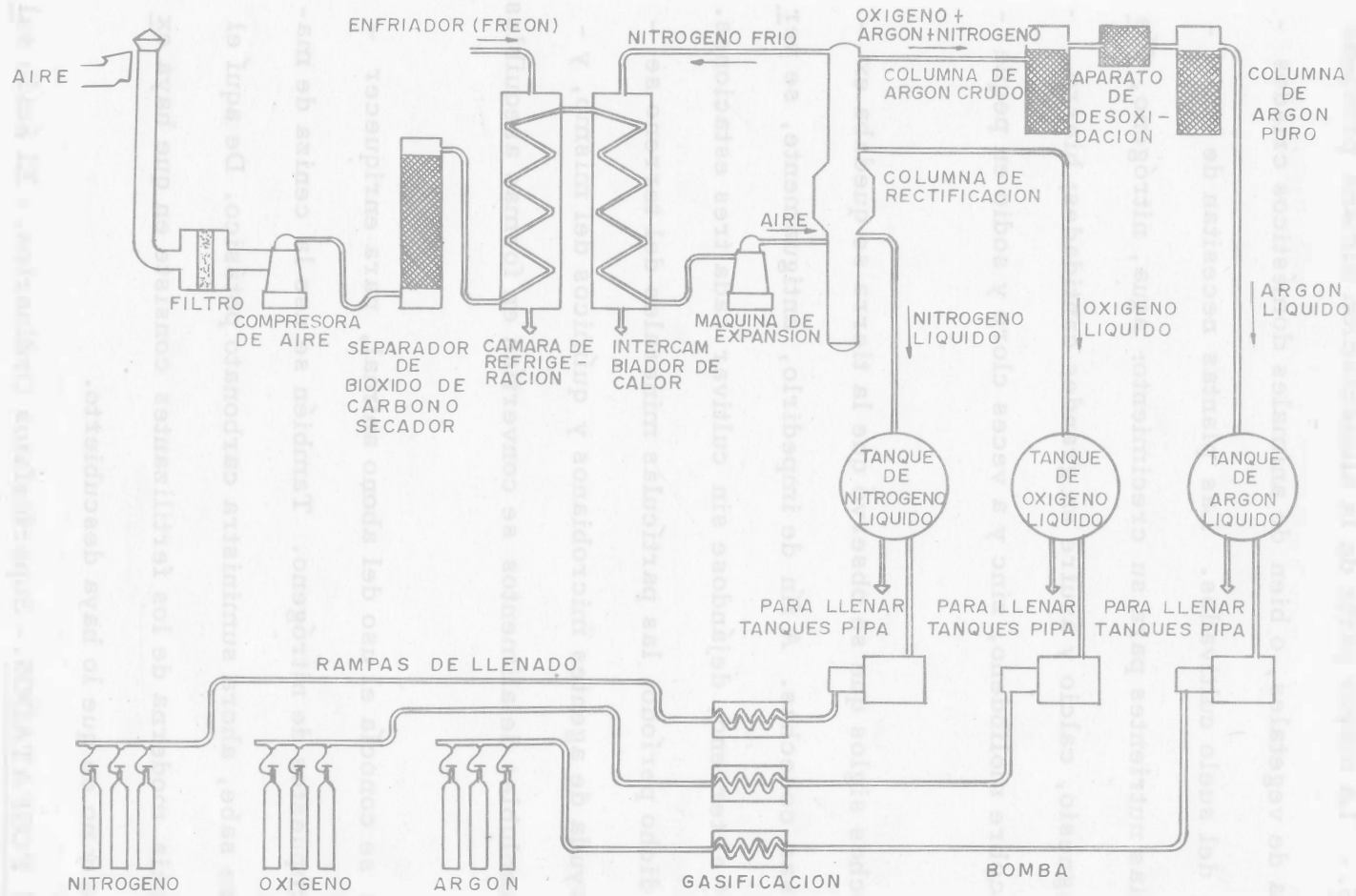
Los gases producidos, mejor dicho líquidos, salen por una tubería bien aislada de la columna de rectificación y siguen hasta un tanque de almacenamiento aislado al vacío.

Los depósitos o tanques donde se almacenan, se les llaman tanques criogénicos, y la ciencia que trata sobre ella es la criogenia.

HIDROGENO. - El hidrógeno es un elemento que corrientemente se obtiene del agua por medio de la energía eléctrica en el fenómeno llamado electrolisis.

Este se lleva a cabo en un recipiente lleno de agua en la que están sumergidos dos electrodos. Estos están acoplados respectivamente a un rectificador de corriente. Al producirse la disociación del agua el hidrógeno va hacia el polo negativo y el oxígeno hacia el polo positivo. Una condición para que se produzca la descomposición es que el agua se convierta en conductora de la electricidad, lo que se consigue por la adición de la potasa cáustica. El líquido que se encuentra en el tanque es una solución de lejía al 25%. En la realidad una celda electrolítica se compone de una gran cantidad de electrodos acoplados en serie, los cuales de un lado sirven como polo positivo y del otro lado como polo negativo y entre estos electrodos acoplados en serie, se coloca un diafragma para impedir que el hidrógeno y el oxígeno se mezclen uno con otro. Al disociarse el agua se recogen tanto hidrógeno como oxígeno. Al producirse oxígeno por este método se obtiene, sin embargo, más cloro que por el sistema descrito anteriormente por lo que solamente se emplea cuando se necesita en primer lugar obtener hidrógeno. Puede decirse que en este caso el oxígeno es un subproducto.

Los gases producidos durante la electrolisis se almacenan y desde ahí son enviados a las compresoras, separadores de agua, baterías de secadores de alta presión y por último a las rampas de llenado tanto para hidrógeno como oxígeno respectivamente. El hidrógeno es un gas combustible por tanto deben observarse en el manejo de este gas las mismas precauciones que para el manejo del acetileno para evitar riesgos de incendio.



PROCESO PARA LA OBTENCION DE NITROGENO , OXIGENO Y ARGON

FERTILIZANTES.

GENERALIDADES. - La mayor parte de la alimentación humana proviene del suelo en forma de vegetales, o bien de animales domésticos criados con los productos del suelo cultivados. Las plantas necesitan de las siguientes sustancias nutrientes para su crecimiento: agua, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre en grandes cantidades; hierro, magnesio, boro, cobre molibdeno, zinc y a veces cloro y sodio en pequeñas cantidades.

Hace muchos siglos que se observó que la tierra se quedaba exhausta con sucesivas cosechas. A fin de impedirlo, antiguamente, se permitía "descansar" al terreno, dejándose sin cultivar cada tres estaciones.

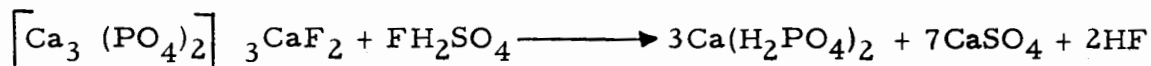
Durante dicho período, las partículas minerales del terreno se curtían y con la ayuda de agentes microbianos y químicos del mismo, y muchas fuentes insolubles de alimentos se convertían en formas asequibles para las plantas.

También se conocía el uso del abono animal, para enriquecer los suelos con compuestos de nitrógeno. También se usó la ceniza de madera que, como se sabe, ahora suministra carbonato potásico. De aquí el mérito de la ciencia moderna de los fertilizantes consiste en que haya explicado el proceso y no en que lo haya descubierto.

FERTILIZANTES FOSFATADOS. - Superfosfatos Ordinarios. - El ácido sulfúrico se emplea en grandes cantidades para la acidulación de la roca fosfórica. El producto resultante es conocido ordinariamente como superfosfato y contiene de 16 a 20% de P_2O_5 el cual es soluble en agua.

Los superfosfatos ordinarios se fabrican por un simple proceso de mezcla gravimétrica de iguales partes de ácido sulfúrico y roca fosfórica.

La reducción resultante está representada por la siguiente ecuación:



La reacción es la considerada como exotérmica, por la gran cantidad de calor que libera, existiendo tres puntos interesantes en ésta.

Primero. - El fosfato originalmente presente como apatita se convierte a

fosfato monocálcico, que es soluble en agua.

Segundo. - Unos de los productos de la reacción es el yeso que se encuentra íntimamente ligado con el fosfato monocálcico.

Tercero. - La reacción libera ácido fluorhídrico en forma de gas tóxico, lo cual constituye un peligro, sino se toman las precauciones debidas.

La fabricación se hace por diferentes procesos:

Proceso de Mezclado o Tipo Bach.- En dichos proceso se mezclan cantidades específicas de roca fosfórica y ácido sulfúrico de concentración determinada. Los ingredientes se mezclan y se dejan reaccionar por un minuto, después del cual se envían a un compartimiento. Aquí el fosfato permanece aproximadamente 15 minutos después de lo cual se remueve y almacena.

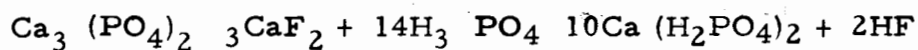
Puede permanecer hasta 24 horas.

El fosfato acidulado se endurece en un bloque y es removido por varias excavadoras mecánicas, que usualmente están equipadas con cuchillas giratorias que penetran en el bloque y lo desintegran; después se envasa y almacena hasta su uso.

Procesos de acidulación continúa. - En este proceso la roca fosfórica se añade continuamente a un mezclador. Se requieren máquinas pesadoras con alto grado de precisión en esta fase del proceso. La mezcla es agitada por dos o tres minutos, continuamente. Entonces se descargan en una tablilla transportadora, en donde se solidifica, la misma lo conduce a una máquina cortadora, donde es desintegrado y después almacenado.

Sin tomar en cuenta el proceso de mezclado, la manufactura del superfosfato es relativamente simple. El producto es un fertilizante satisfactorio que contiene además de fósforo, grandes cantidades de calcio y azufre. Esto conduce a que solo contenga de 16 a 20 unidades utilizables de P_2O_5 por tonelada, que es el contenido más bajo de cualquiera de los medios de obtención de fertilizantes fosfatados.

SUPERFOSFATOS CONCENTRADOS. - Se elabora, mediante una acidulación de la roca fosfórica con ácido fosfórico que contiene de 44 a 48% de P_2O_5 utilizable del 85% es soluble en agua. En principio, los superfosfatos concentrados no deben contener fósforo puro, pero cuando fabrican con ácidos acuosos, contienen cantidades apreciables de este elemento, dependiendo del grado de pureza del ácido usado. Su fabricación es semejante a la del fosfato ordinario y la reacción resultante es:



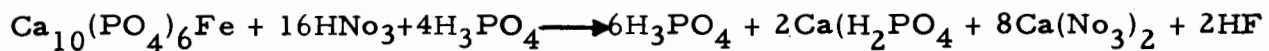
Este fertilizante es dos y media veces más de P_2O_5 por peso en comparación con el superfosfato ordinario, por esta razón los costos de almacenamiento, manejo y distribución se reducen.

FOSFATOS NITRICOS. - Hay esencialmente cuatro procesos de acidulación y son:

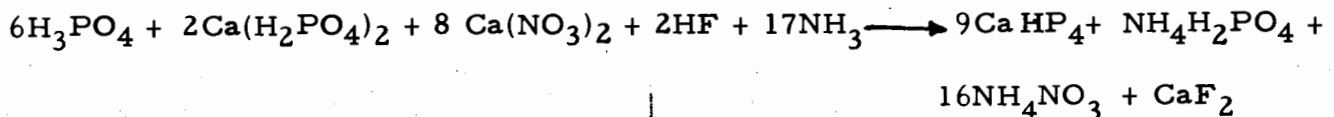
- 1) Acidos nítrico y sulfúrico
- 2) Acidos nítrico y fosfórico
- 3) Acidos nítrico y nitrato de potasio añadidos a la mezcla
- 4) Acido nítrico y amoníaco agregados a la mezcla siendo después carbonatada la mezcla con bióxido de carbono.

Los dos primeros procesos son los que tienen más aplicación comercial.

ACIDULACION NITRICO-FOSFORICA. - La acidulación se lleva a cabo con una mezcla de ácido nítrico y fosfórico cuya reacción es:



El calcio formado en esta reacción por su delicuesencia hace una mezcla que no es buena como fertilizante. Entonces se adiciona Amoníaco sin embargo el nitrato de calcio se convierte a fosfato dicálcico y nitrato de amonio como se indica en la reacción:



La cantidad de fósforo soluble en esta mezcla puede ser controlada alternándola relación de ácido nítrico a fosfórico.

Un fertilizante completo resulta después de añadir muriato de potasio ya que la mezcla esté seca, siendo granulada más tarde.

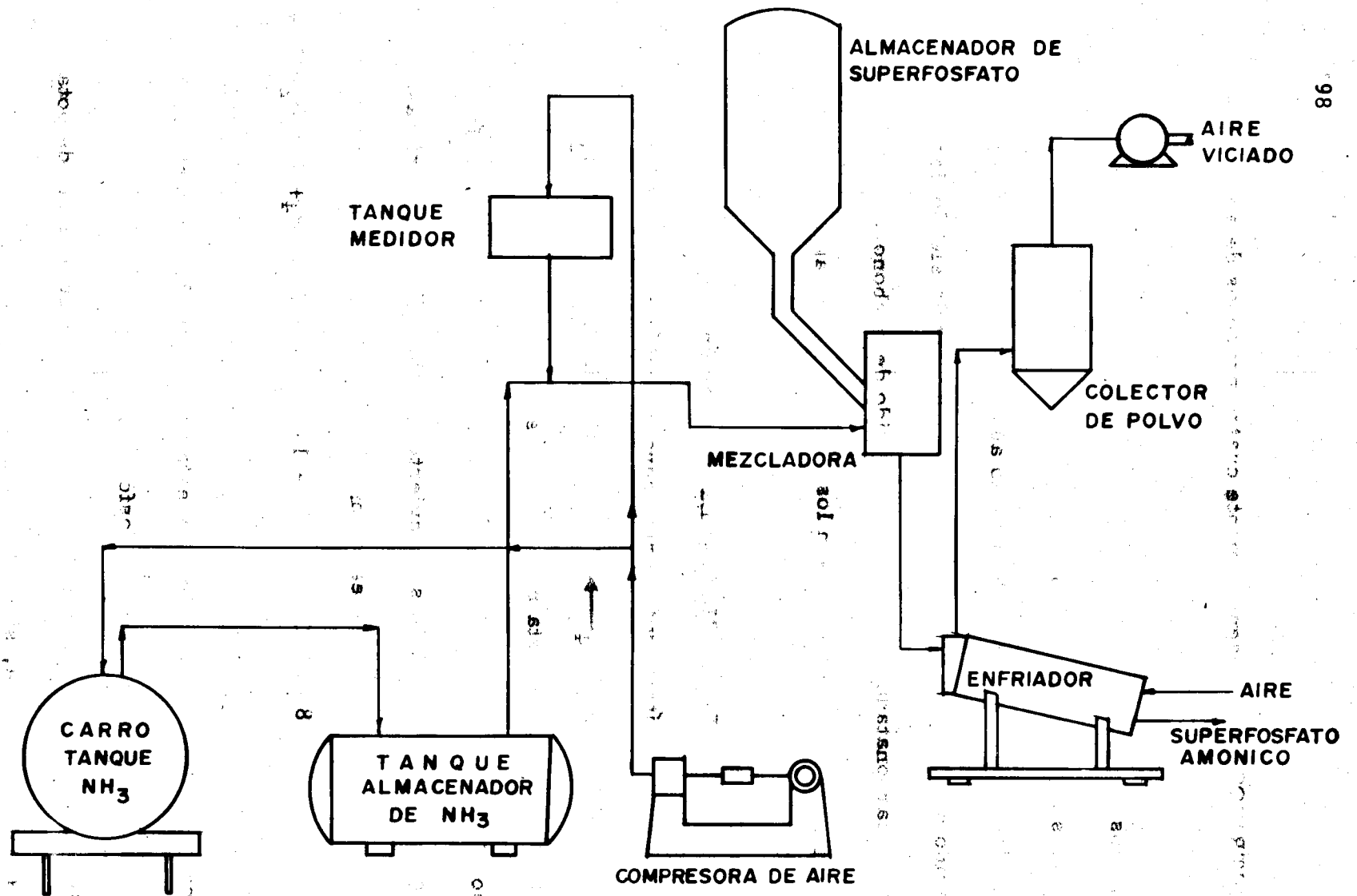
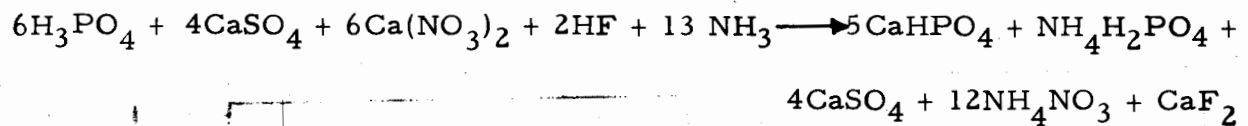


DIAGRAMA PARA LA PRODUCCION DE SUPERFOSFATOS AMONICOS

ACIDULACION NITRICO SULFURICA. - La roca se trata con una mezcla de los ácidos nítrico y sulfúrico:



El producto es semejante al obtenido en el proceso anterior excepto en que este contiene sulfato de calcio.

Como en el primer proceso el producto del anterior, se granula y se seca teniendo excelentes propiedades físicas.

SUPERFOSFATOS AMONICOS. - El amoniaco reacciona con el superfosfato. Y la practica de agregarlo es conveniente porque:

- 1) Las soluciones amoniacales son las más baratas formas de obtener nitrógeno.
- 2) El amoniaco elimina la necesidad de usar grandes cantidades de ácido que serían necesarias si el amoniaco se convertía en sales, nitrato o sulfato de amoniaco.
- 3) Las soluciones amoniacales, forman menos ácido por unidad de nitrógeno que el sulfato de amonio.
- 4) Agregar amoniaco incrementa las propiedades físicas de los fertilizantes mixtos.
- 5) Los ácidos libres de los superfosfatos son neutralizados.

La química de las reacciones que toman lugar durante la adición de amoniaco es algo compleja, pero pueden ser resumidas en:

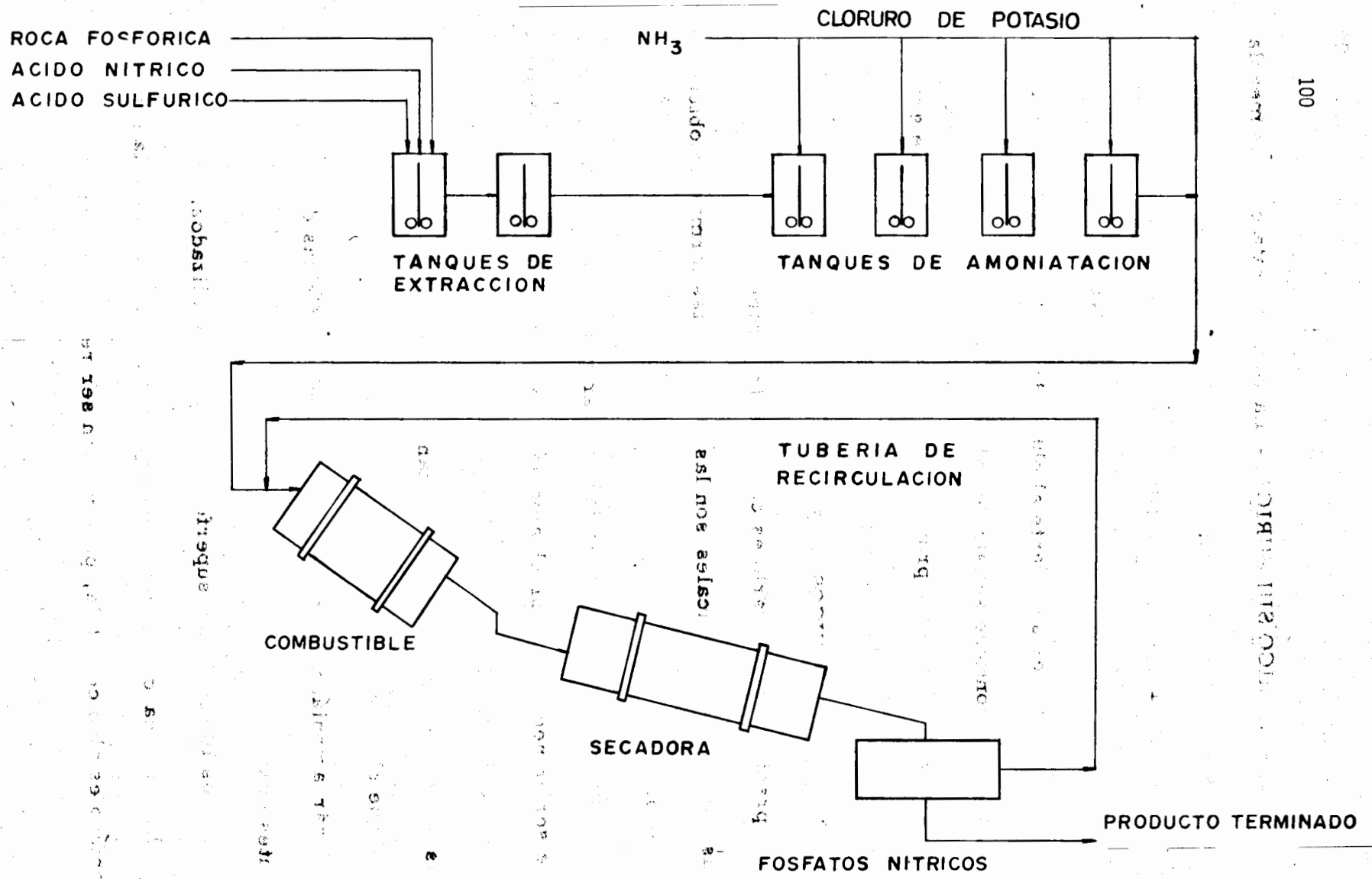
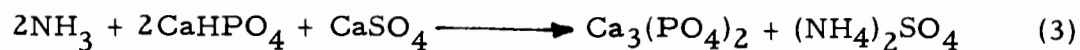


DIAGRAMA DE PRODUCCION DE FERTILIZANTES TRATADOS CON ACIDOS



Las reacciones (1) y (2) se llevan a cabo durante los estados iniciales de la amoniatación de superfosfatos ordinarios y concentrados. Si la amoniatación continúa, hay con el superfosfato ordinario, una conversión del fósforo y el sulfato de amoniaco, a el compuesto no utilizable tricalcico de fósforo y sulfato de amonio en la reacción (3). La amoniatación del superfosfato continúa en la reacción (4) pero el metafosfato de calcio y fosfato tricalcico no se combinan con el amoniaco.

El efecto de la amoniatación de los superfosfatos ordinarios más arriba del 3% por peso de amoniaco causa una seria reducción en el contenido de P_2O_5 soluble en el fertilizante. De 4% o 40 libras de amoniaco por 1000 libras de superfosfato se considera un límite práctico. El fosfato dicálcico es soluble en citrato y el fosfato tricalcico ni en agua ni en citrato. Sin embargo la última sal puede ser utilizada mejor por las plantas que la roca fosfórica.

Mientras que hay una disminución lineal en el contenido de P_2O_5 soluble en agua en el superfosfato ordinario, no sucede lo mismo con el concentrado. Sin tomar en cuenta el grado de amoniatación, el P_2O_5 no baja del 60%.

Para amoniatar fertilizantes mixtos, el proceso usual es el "batcheo" del superfosfato con muriático, un acondicionador y otros componen

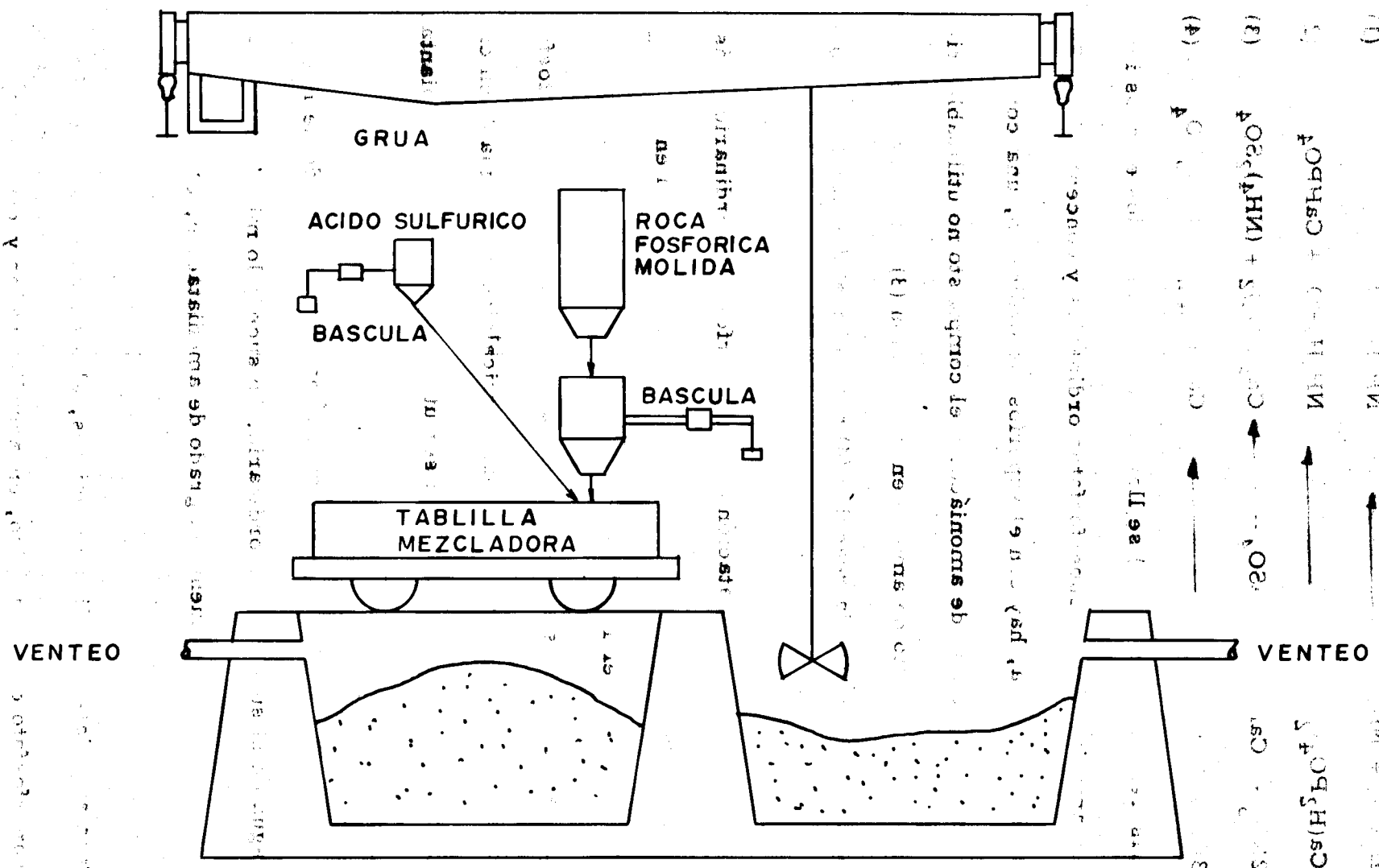


DIAGRAMA DE LA FABRICACION DE SUPERFOSFATOS ORDINARIOS

tes en la unidad de mezcla y rociar la solución sobre la misma. El proceso es acompañado por gran cantidad de calor, el cual sino es controlado ocasiona una reversión en la reacción. Teniendo precauciones especiales en el manejo y almacenaje del material amoniado, teniéndose este en silos especiales. Para reducir el contenido de calor de los productos finales se pasa por un enfriador rotatorio, en el cual a contracorriente se le inyecta aire.

PROCESO DE MEZCLADO. - Una gran proporción de fertilizantes mixtos se obtienen a partir de poco número de materias primas. Los más importantes de estos son el superfosfato normal con 60% de cloruro de potasio, las soluciones amoniacales y el sulfato de amonio.

UREA. - Cuando se le utiliza como fertilizante y se es agregado al suelo se convierte rápidamente en carbonato de amonio por medio de hidrolisis, siendo la reacción reactiva por la enzima ureasa.

Bajo condiciones favorables el ión amonio se convierte en nitratos, que son fuente de nitrógeno.

El efecto inmediato de la urea en los suelos es alcalino lo cual es lógico debido a la formación de carbonato de amonio y la nitrificación del ión amonio, conduce a la formación de un residuo ácido.

INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL

INTRODUCCION .

La celulosa se presenta abundantemente en la naturaleza, la cual constituye un verdadero esqueleto en todas las plantas. La celulosa en el reino vegetal es la sustancia que dá rigidez a las paredes de las células -- vegetales y protege el protoplasma. Las fuentes de celulosa son muy diversas. Tratada químicamente la celulosa, se obtienen sus derivados, cuyo campo de aplicación es muy amplio.

La celulosa, y por consiguiente el papel, se pueden obtener de multitud de plantas vegetales, sin embargo, no todas ellas son apropiadas para tal fin, ya que depende grandemente de la forma de sus células.

Al llevar a cabo una selección de los vegetales, de los cuales se obtiene la celulosa, se deberán tomar en cuenta los siguientes factores: El costo de colección, transporte, preparación y la tendencia que el material muestra a deteriorarse durante el almacenamiento.

En algunos lugares del mundo en donde los recursos maderables son escasos se utilizan ciertas hierbas y otras pequeñas plantas fibrosas, las cuales se tienen en cosechas anuales. Se puede citar como ejemplo: la paja de los cereales, el algodón, el ramio, el yute, el henequén, el esparto, etc.

En México cabe mencionar, que los materiales que después de la madera representan un potencial valioso para la obtención de pulpas, son el bagazo de caña de azúcar y la paja, y en menor grado de importancia,

la yuca, los tallos de maíz, de plátano y otros.

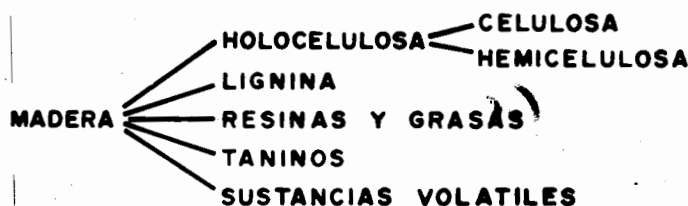
Sin embargo, los árboles son los que desde el punto de vista de la producción de celulosa y papel ofrecen una mayor importancia. Desde el punto de vista de la industria de la celulosa, las maderas se clasifican en dos grandes grupos:

- a) Árboles de madera suave.
- b) Árboles de madera dura.

Las maderas más utilizadas en la fabricación de pulpas de celulosa son las provenientes de la familia de las coníferas, son diversas especies de pinos y abetos: El bálsamo, el cedro, el ciprés, etc.

De los árboles de hojas anchas está el abedul, la haya, el álamo el castaño, el encino, etc.

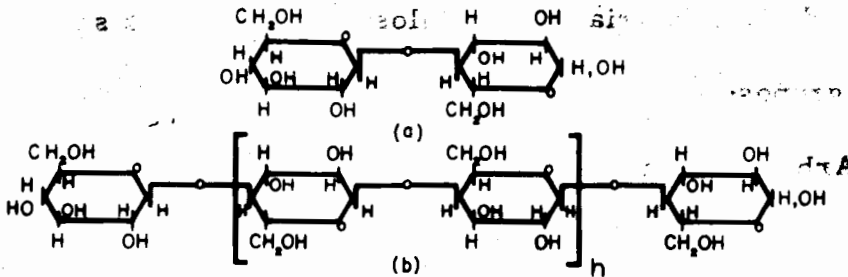
En el cuadro a continuación se dá se muestran las principales sustancias químicas que componen a la madera.



La celulosa está compuesta fundamentalmente por tres elementos: Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, cuya combinación dará lugar a las sustancias llamadas hidratos de carbono, entre las cuales están los diferentes tipos de azúcares. Siendo en este caso las moléculas del disacárido celobiosa, las que se unen unas con otras en gran número que oscila entre 3.000 y 5.000 para dar lugar a una molécula de celulosa. A esta molécula de celulosa se

le llama fibrila y a la unión de muchas fibrilas se le conoce como fibra.

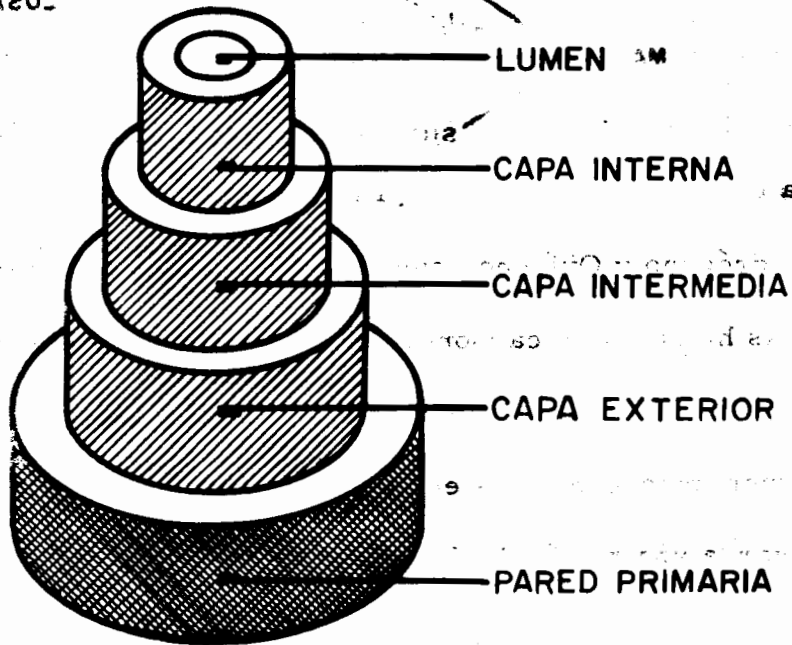
La estructura química de el disacárido celobiosa y la celulosa es usualmente representada por la siguiente formula:



Estructura química de (a) Celobiosa y (b) Celulosa.

La celulosa ó fibra de clulosa está constituida en tres partes principalmente, lumen o canal central, espesor secundario donde se encuentra la celulosa, la pared primaria ó cutícula donde se forma aparentemente una capa protectora siendo su disposición paralela al tallo de la planta.

Un modelo de los componentes de una fibra se muestra en la siguiente figura.



PROCESOS DE OBTENCION DE PULPAS DE CELULOSA.

PASTA MECANICA. - La fabricación de la pasta mecánica, como el mismo término lo indica, no es ningún proceso propiamente químico. Sin embargo, no puede omitirse, pues es uno de los métodos más importantes para la fabricación de pasta destinada a ciertos tipos de papel, en especial de periódico.

La pasta mecánica se obtiene al forzar los troncos contra la cara de una piedra abrasiva cilíndrica que gira a elevada velocidad. La posición de los troncos es tal que sus ejes son paralelos al eje de la piedra giratoria. Debe adicionarse suficiente cantidad de agua a la piedra para que sirva a la vez de refrigerante y de vehículo para arrastrar la pasta.

La muela abrasiva se fabricaba en un principio a base de arenisca natural, pero actualmente se usan casi exclusivamente piedras artificiales que pueden obtenerse con diversas características que permiten elaborar pastas "a medida" de acuerdo con el fin a que están destinadas.

Por regla general, con modelos de superficie gruesa y velocidad, presión y temperaturas elevadas se obtiene una pasta más porosa.

También son factores a tener en cuenta el tipo y estado de la madera, pero las pastas mecánicas se obtienen usualmente a partir de las especies coníferas ó de fibra larga, mientras que las especies precederas o de fibra corta originan pastas muy débiles. No obstante, algunas maderas duras de baja densidad, tales como el álamo y el chopo, se usan también en la fabricación de la pasta.

La resistencia de la pasta mecánica es inferior a la de la pasta química. Está compuesta por una mezcla de fibras individuales, fibras rotas y grupos gruesos ó haces de fibras. Los papeles fabricados a partir de la pasta mecánica pierden resistencia y amarillean con el tiempo.

Por esto las pastas mecánicas se usan solamente en los papeles de conservación relativamente breve, tales como periódicos, catálogos, revistas y cartones. Los papeles obtenidos de la pasta mecánica poseen cualidades excelentes de impresión debido a su poca densidad, lisura y buena absorción de la tinta.

PULPA QUIMICA. - Son aquellas, como su nombre lo indica, se obtienen por medio de la reacción de ingredientes químicos sobre los incrustantes de la madera, generalmente bajo circunstancias y condiciones de presión y temperatura.

Los procesos de obtención de las pulpas químicas se dividen en dos grandes grupos.

Procesos Alcalinos	A la sosa	
	Al Sulfa to o Kraft	
PROCESOS ACIDOS	De un paso	Sulfito normal
		Bisulfito NSSC
	De dos pasos	Sivola
		Storafite Weyerhauser

De los procesos antes mencionados nos referiremos al Proceso Kraft, que es el sistema más utilizado para la obtención de las pulpas.

Este proceso se divide en dos partes: La fabricación de la pulpa propiamente dicha y la recuperación de reactivos.

CORTE Y PATIO DE MADERA. - La transportación de la madera desde los bosques hasta la planta se hace empleando góndolas y carros cerrados de ferrocarril, así como camiones de carga.

Una vez se tiene la madera en la planta, se procede a almacenarla. Esto se lleva a cabo empleando diferentes métodos, uno de ellos es apilarlos en secciones de tal forma que exista una rotación de las secciones y que no se vaya rezagando mucho tiempo. Otro es convertir la madera en astilla en cuanto llega a la planta, la madera se almacena a la intemperie teniéndose el cuidado de efectuar la rotación de ésta. Y en algunos casos se le adiciona algún compuesto químico para prevenir la posible descomposición de ellas y prevenir la proliferación de hongos. El astillado de la madera se efectúa al hacer pasar los troncos a través de una astilladora de cuchillas circulares, obteniéndose astilla de diferentes tamaños, así como serrín, siendo estos seleccionados por medio de cribas vibratorias desechando el serrín y astillas demasiado grandes, el primero es extraído por medio de un ciclón, mientras la astilla rechazada es enviada a un molino de martillos para disminuir su tamaño, a la salida de este molino se reúne con la aceptada en una banda transportadora en la cual es enviada a unos silos de almacenamiento o bien al patio donde se almacenará.

DEPARTAMENTO DE DIGESTORES. - Las astillas obtenidas como se indicó, se alimentan en unos reactores llamados digestores o cocedores, que consisten aproximadamente de lo siguiente:

Son unos recipientes de acero normal, que llevan un recubrimiento interior de chapa de acero inoxidable diseñado para resistir altas presiones y temperaturas.

Están provistos de una alimentación de vapor, alivio de presión y entrada de reactivos.

La astilla se alimenta por la boca, la cual tiene una malla para que cuando se verifiquen los alivios o desgasificaciones no haya arrastre de licor, ní de fibra.

El digestor o cocedor está provisto de una tapa de cierre hermético, también como un accesorio importante un sistema de control o de registro de presión y temperatura para detectar las condiciones fijadas de estas variables, según se requiera.

El reactivo que se utiliza en este proceso para eliminar los incrustantes de la madera, principalmente la lingnina y resinas, recibe el nombre de licor o lejía blanca y consiste en una solución de sosa caústica y sulfuro de sodio.

Una vez cargado el digestor con astillas, o bien, al mismo tiempo de efectuar la carga, se alimenta el licor blanco y el licor negro necesario para completar el volúmen, se cierra el digestor y se le inyecta vapor para subir la presión y la temperatura de la masa de la astilla y licor dentro del digestor, según la curva de digestión previamente determinada.

Durante el proceso de digestión, el licor blanco reacciona con los otros componentes de la madera, como ya se dijo antes que están constituí-

das por lignina, resinas, grasas, etc.

Sin embargo, los reactivos no son completamente selectivos sino que atacan a la celulosa hidrolizándola y por lo tanto degradándola.

Este ataque a la celulosa es relativamente débil mientras existe material incrustante, por lo anterior no se puede llegar a una eliminación completa de la lignina y la cantidad que quede dependerá del grado de cocimiento que se le dé a la madera.

El control de la degradación de la celulosa y de la eliminación de la lignina se determina por medio del número de permanganato, este análisis es llevado a cabo por el laboratorio, consistiendo en conocer el grado de deslignificación que sufre la madera durante el cocimiento.

Las principales variables que intervienen en la digestión son:

- a) Clase de madera a usar
- b) Composición de los licores
- c) Relación de baño ó sea, el volúmen de licores sobre el tonelaje de la madera alimentada.
- d) Ciclo de digestión.

De la clase de madera dependerá el volúmen del licor por alimentar, la relación de baño se fija de acuerdo con el volúmen total que habrá de mantenerse en el digestor, llamándose ciclo de digestión a las condiciones de presión, temperatura y el tiempo al que se somete la masa de astilla y licor dentro del digestor.

En el ciclo de digestión hay dos etapas:

- a) La etapa de penetración del licor en los capilares de las astillas y ocurre desde que se cargan los licores hasta que se llega a la temperatura

de cocción, este tiempo varía de 90 a 120 minutos.

b) La etapa de digestión propiamente dicha, y es en ella cuando se efectúan las reacciones del licor sobre los incrustantes de la madera y que también ó aproximadamente su tiempo es de 90 a 120 minutos. Generalmente las condiciones de temperatura y presión son de 150 a 180° C y de 7 Kg/cm². A mayor temperatura es menor el tiempo de digestión, aún cuando ésto desde luego tiene sus limitaciones, ya que a temperaturas mayores de 170° C generalmente se degrada la celulosa.

El producto obtenido como se indicó antes, se descarga a la presión de digestión en unos recipientes de lámina de hierro que se denominan tanques de descarga ó soplado (blow-tank) que están provistos de un ciclón separador que sirve para eliminar el arrastre de pulpa y de licor residual (licor negro) y permite la salida de parte del vapor que sirvió para efectuar la digestión, este vapor generalmente se alimenta a un condensador, misma que al salir del condensador será caliente y que posteriormente será utilizada en el proceso de lavado de la pulpa.

La pulpa y el licor residual caen al fondo del tanque donde hay un sistema de agitación para mantener la suspensión homogénea.

DEPURACION GRUESA. - La pulpa así obtenida no está en condiciones de usarse, ya que contiene licor residual y otras impurezas, tales como nudos, astillas no cocidas, etc., que será necesario eliminar en un proceso de lavado y una selección o depuración fina.

La depuración gruesa o la eliminación de nudos y astillas grandes no cocidas, se efectúa en unos aparatos que se denominan cribas o separadores de nudos, que no son otra cosa más que una malla perforada de apro-

ximadamente 5 mm. de diámetro cada uno, están provistas de regaderas, que en este caso inyectan licor residual para lavar los nudos y las astillas e impedir que se vayan con ellos fibras de celulosa. Esto quiere decir que pasarán todas aquellas fibras y astillas menores en tamaño, quedándose en la malla y rechazándose las mayores en tamaño, enviándose a una pila de almacenamiento, las cuales son enviadas al sistema de digestión, mientras que el licor residual es recuperado enviándose nuevamente por medio de bombas al sistema de lavado en las cribas.

LAVADO DE LA PULPA. - La pulpa aceptada está ya en condiciones de ser lavada, es decir, de podersele eliminar el licor residual.

El proceso de lavado se lleva a cabo en unos tambores rotatorios que tienen una tela-malla de acero inoxidable, la cual permite solamente el paso del líquido, reteniendo la fibra en su superficie.

Estos filtros o tambores, tienen un diseño especial para trabajar a succión, la cual se logra por medio de una bomba de vacío, o bien, por medio de una pierna barométrica, que no es otra cosa más que un tubo que al bajar el licor o lejía en él llenándole, produce vacío.

Por medio del sistema de lavado de tres pasos, a contra-corriente se efectúa la operación básica, obteniéndose la pulpa más limpia en el último filtro lavador, el licor residual desplazado de las fibras, irá siendo más concentrado a medida que se va acercando al primer filtro lavador, ya que el licor que desplaza en el tercer filtro lavador es el que se utiliza para lavar la pulpa en el primero, agregándose agua caliente (la que es recuperada en el ciclón, al descargar un digestor al blow-tank).

Finalmente, del licor desalojado del primer filtro lavador, se -
 enviará a la sección de evaporadores, en el área de recuperación de reac-
 tivos, tomando este el nombre de licor negro débil.

DEPURACION FINA O PRIMERA SELECCION. - La pulpa, hasta aquí, es-
 tá lavada y carente de astillas grandes y nudos, pero todavía trae consigo
 astillitas pequeñas, pero más grandes y gruesas que las fibras de celulo-
 sa, las cuales hay que eliminar para obtener una pulpa para papel de buena
 calidad. Esta limpieza se lleva a cabo en unos aparatos llamados depura-
 dores, antes de pasar la pulpa a través de estos depuradores, es enviada
 a una torre de alta consistencia siendo enviada a otra torre de dilución -
 donde se es preparada la pulpa para ser enviada a una pila distribuidora
 de donde son alimentados los depuradores. La eliminación del material
 retenido por malla es continua y esto se hace por medio de una regadera
 que inyecta agua a la platina, limpiándola continuamente de astillas, que
 salen por un orificio independiente a la salida de la pulpa aceptada.

Como no existe un depurador tan selectivo como para que, por un
 lavado tengamos pura pulpa libre de astillas, y por otro lado, tengamos las
 astillas libres de pulpa, esto hace necesario el uso de otro depurador, que
 es semejante al explicado antes; la única variación estriba en la capacidad
 que tendrá para recuperar las fibras que se fueron con el rechazo del de-
 purador primario, incorporándoselas nuevamente al primer depurador.

Por lo que acabamos de ver la depuración fina se lleva a cabo en
 dos pasos.

La pulpa así obtenida está en forma de una suspensión altamente diluída (alrededor de 0.5% de consistencia), que dificulta el almacenamiento y los tratamientos posteriores necesarios para la preparación de la pulpa para hacer papel, por lo que será necesario aumentar su consistencia, y esta se efectúa en unos aparatos llamados espesadores en donde la consistencia sube aproximadamente a 3%. Estos espesadores son unos cilindros forrados con una tela metálica de 60-50 mallas/pulg.², que impide el paso de fibra metálica permitiendo únicamente el paso del agua, tienen un baño donde se alimenta la pulpa deluída que proviene de la primera selección y su sentido de giro es en el sentido de la descarga de la pulpa espesada. Su eficiencia está en la velocidad que rota y la altura del baño.

La pulpa espesada viene a ser ya el producto final de la fabricación de ésta, pasando la pulpa a una "holandesa" (depósito de concreto, recubierto con azulejo) de almacenamiento de la pasta negra, la cual inmediatamente será sometida a su blanqueo.

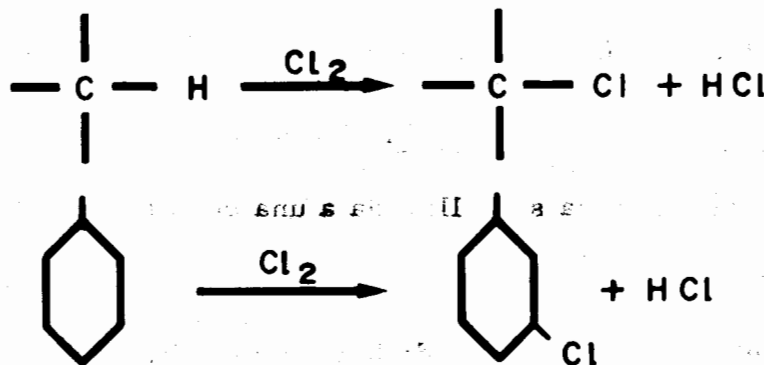
DEPARTAMENTO DE BLANQUEO.- La pulpa una vez que ha sido preparada para su blanqueo y ha sido llevada a una consistencia de 2.5 a 3%, esta es enviada a un tanque clorador que está provisto de un agitador y además tiene un recubrimiento especial de hule para evitar que exista la corrosión en éste, por la acción del cloro, el cloro que es aplicado está en forma gaseosa en una proporción de 4.5 a 7%, respecto a pulpa seca, esta adición, es controlada por medio de un registrador de conductividad que actúa, con una válvula automática de envío de pasta, lográndose con esto un mejor control en la inyección de cloro en las pulpas evitando un exceso de éste y logrando en esta forma una menor degradación en las fibras de la pulpa.

Se ha investigado extensamente la halogenación de la lignina con el cloro, ya que es la base para la eliminación industrial de la lignina en el blanqueo de pulpas provenientes de la madera y otras plantas. Cabe mencionar que debido a la falta del conocimiento de la estructura de la lignina, el curso de la acción depende más bien críticamente en el disolvente, en el pH, en la temperatura y en el número de permanganato. Este último nos muestra que cantidad de reactivos será necesario adicionar para desalojarla de las fibras, logrando así una adición correcta de reactivos, para evitar de esta manera la elevación de costos y por otra lado la degradación de la pulpa.

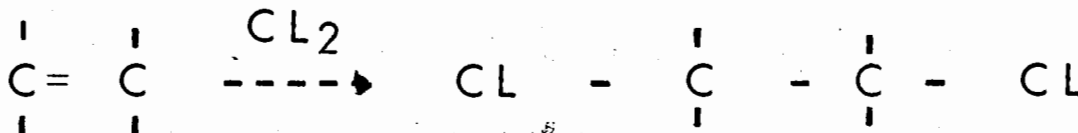
Según las condiciones anteriores, el cloro puede entrar o intervenir en dos principales reacciones:

a) Sustitución del hidrógeno adherido a átomos de carbono aromático o

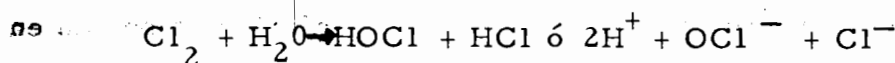
alkil:



b) Adición de afinidades químicas dobles carbón-carbón:



En la solución acuosa, el cloro está en equilibrio con el ácido clorhídrico y el ácido hipocloroso oxidante:



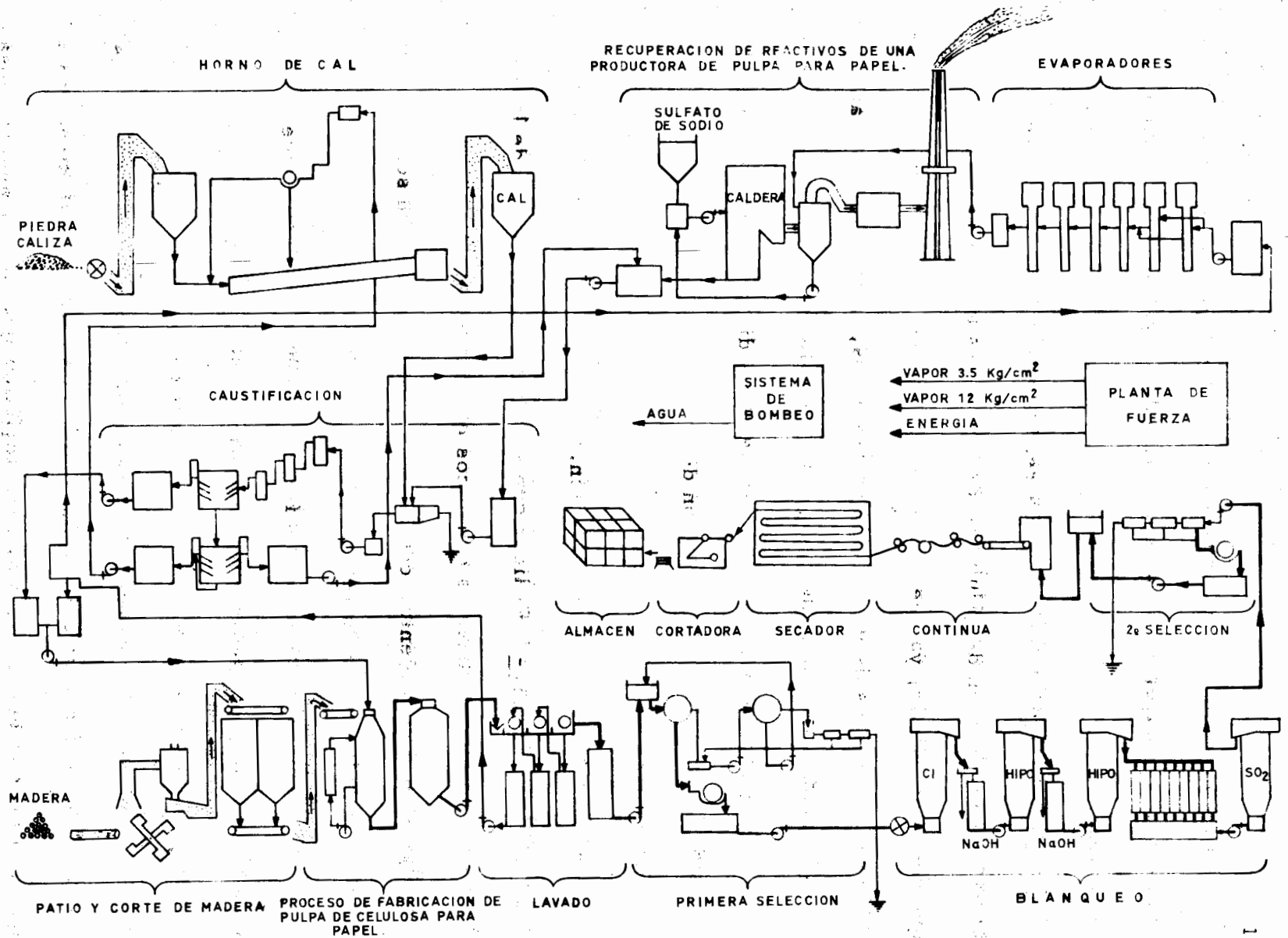
Mientras más baja sea la acidez más grande o mayor es la oxidación de la lignina.

En los medios ácidos y en disolventes inertes tales como el tetracloruro de carbono, predomina quizás la verdadera cloración o sea, reacción de sustitución y adición.

Ya que durante la cloración se produce ácido clorhídrico, puede resultar una cierta cantidad de hidrolisis ácida, terminándose de efectuar esta reacción en una torre a la cual es bombeada la pulpa, el tiempo de retención de la pasta en cloro deberá ser alrededor de 30 a 60 minutos a una temperatura de 25 a 30° C, no es conveniente que este tiempo sea mayor ya que la pulpa recibe un ataque y una degradación bastante grande.

A continuación la pulpa es bombeada desde la parte inferior de esta torre, pasando a través de un filtro lavador rotatorio donde por medio de vacío y regaderas es lavada con agua fría y caliente, el objeto de lavar la pulpa es el de eliminar las cloriligninas formadas durante el tiempo de retención tenido en la torre, a la salida de este filtro es agregada sosa cáustica en una proporción de 2 al 3% con respecto a pulpa seca que se está tratando, la pulpa es pasada a través de un gusano mezclador para uniformizarla y enviarla a una torre en donde deberá tener un tiempo de retención de 60 a 90 minutos a un pH de 12 con una temperatura de 60°C y

una consistencia de 8%, el tiempo de lavado de la pulpa deberá ser no mayor de 60 segundos, este paso recibe el nombre de extracción alcalina, a su salida es enviada a una torre en la cual por la parte inferior es puesta en contacto con dióxido de cloro en una proporción de 1.5 a 2% base pasta seca, ésta es enviada a otro filtro lavador después de haber tenido un tiempo de retención de 160 a 180 minutos a una temperatura de 70°C y un pH de 6, logrando una consistencia de 6%, en este paso se oxidan las materias colorantes y se hacen solubles en el bióxido de cloro; nuevamente vuelve a lavarse la pulpa con agua en un filtro rotatorio y a su salida se agrega sosa cáustica en una proporción de .5 a 1% base pasta seca, enviándose a otra torre (segunda extracción alcalina) pasando antes a través de otro uniformizador de pasta de tipo gusano, conservando las mismas características de tiempo, temperatura y pH que en la primera extracción alcalina, en este paso son extraídas las cloro-ligninas y materias colorantes que aún lleve la pulpa. Por último la pasta una vez que ha sido llevada nuevamente se le es adicionada dióxido de cloro, en este paso alcanza su máximo grado de blancura que se desea (89-90°GE, los grados con que se mide la blancura es una unidad basada en la refracción de la luz transmitida a través de unos espejos dando una intensidad determinada, los grados General Electric son los más conocidos en este tipo de industria), a continuación se lava con agua fresca y se almacena en torres especiales en donde se mantiene en agitación constante la pulpa. Completándose en esta forma el ciclo de blanqueo quedando lista la pulpa blanqueada para ser enviada a la planta para la elaboración de papel.



FABRICACION DE PULPA DE CELULOSA PARA PAPEL.

La elaboración será tratada posteriormente ya que se tratará de completar con la recuperación de reactivos todo lo referente a la obtención de pulpas.

RECUPERACION DE REACTIVOS. - La recuperación de reactivos en una planta para la producción de celulosa, es una de las primordiales operaciones que deben de existir, ya que habrá ocasiones que se localizan las fábricas lejos de los centros de producción de reactivos, causando con lo anterior una elevación en el costo de fabricación de estos.

La recuperación de reactivos la vamos a dividir en tres etapas:

PRIMERA. - Eliminación de agua.

SEGUNDA. - Combustión.

TERCERA. - Cuantificación.

ELIMINACION DE AGUA. - El licor que se obtuvo en el proceso de lavado, lleva consigo los compuestos orgánicos eliminados de la madera, durante la digestión o cocimiento, combinados químicamente con sosa en forma de sales de sodio del ácido resinoso y otros ácidos.

Algunos de estos compuestos forman jabones resinosos, que es lo que le dá al licor negro intensa propiedad espumante.

La mayor parte de álcali está presente en forma de carbonato con propiedades muy similares al carbonato de sodio; además contiene compuestos orgánicos de azufre y de sulfuro de sodio, junto con algunos mercaptanos, que son los que le dan ese olor característico que tiene y además sosa libre.

El licor negro es un líquido espumoso a bajas temperaturas y a altas temperaturas es muy viscoso, variando bruscamente en su viscosidad con la temperatura. De los compuestos antes mencionados, los que nos interesan recuperar son las sales de sodio y azufre, la materia orgánica la eliminamos, recuperando la inorgánica. El licor obtenido en el proceso de lavado está sumamente diluído para ser quemado, por lo que es necesario eliminarle cierta cantidad de agua para obtener un líquido combustible.

Esa eliminación del agua a que se hace mención, se lleva a cabo en un sistema de evaporación, por economía del proceso este se efectúa en un sistema de múltiples efectos, que no es más que un conjunto de evaporadores trabajando en serie.

Cada uno de los evaporadores consiste, prácticamente en lo siguiente:

Una sección de calentamiento, llamada calandria, que no es más que un haz de tubos, que en este caso, y por tratarse de un líquido espumoso, son verticales y largos (construídos en acero inoxidable), en esta calandria es donde se efectúa el calentamiento y evaporación del licor.

Una alimentación de vapor a la calandria, un espacio vapor es donde se localizará el agua que eliminamos del líquido, sólo que en forma de vapor, una salida de gases no condensables, una salida de licor negro concentrado y otra de condensado.

La evaporación de licor se efectúa en contracorriente, es decir que el licor más concentrado está en contacto con el vapor de más alta

temperatura, y el licor de menor concentración está en contacto con el vapor de menor temperatura.

Se enumeran los efectos en el sentido del flujo del vapor, el primer efecto está alimentado con vapor vivo y las siguientes con el proveeniente del efecto anterior, por lo que el primer efecto trabajará a presión, el segundo a presión casi atmosférica y los demás a vacío, el cual irá en aumento a medida que nos acerquemos al último efecto. El vacío se obtiene con un eyector en el condensador, formando así una pierna barométrica.

Al ir disminuyendo la presión en los efectos, se va consiguiendo con esto que la temperatura en el siguiente efecto, temperatura de ebullición sea menor.

De esta manera el licor estará a una mayor temperatura y concentración que en el primer efecto, y a menor temperatura y concentración a medida que nos acercamos al último efecto, así, el licor que se obtiene -- será ya un líquido apropiado para quemarse en la etapa subsecuente es decir, tendrá ya propiedades de un líquido combustible.

COMBUSTION. - La combustión del licor negro que concentrado en este caso es el combustible, se efectúa en una caldera que tienen todas las características de las demás calderas y además otras particulares. Antes de describir tanto la caldera como el proceso, diremos que en este equipo nó solo se lleva a cabo una reacción de combustión, sino también una reacción de reducción.

Al licor que se quema, se le agrega para reponer pérdidas naturales en todo el proceso, sulfato de sodio, mismo que dentro del hogar de

la caldera, se reducirá a sulfuro de sodio.

Las calderas de recuperación, son de un diseño especial y aparatoso, pues en proporción a las calderas normales, o sea aquellas que se usan únicamente para generar vapor, son muy grandes.

Estos equipos tienen su caldera, su sobrecalentador, su economizador y un precipitador. El agua que se alimenta al domo es previamente calentada en el economizador, por otro lado el licor negro concentrado, se mezcla con el sulfato de sodio, se calienta y se alimenta a la caldera por medio de un quemador, a una determinada presión, este licor es rociado en el hogar de la caldera y antes de caer al piso de hogar sufre una última evaporación ya en contacto con los gases calientes de la combustión, secando, por decirlo así, al licor, lo que produce una masa porosa, que al ir aumentando su temperatura, quema los productos combustibles de los compuestos orgánicos (incrustantes o aglutinantes) de la madera, y funde los compuestos inorgánicos, como lo son el carbonato de sodio y sulfuro de sodio, que salen del hogar en forma de chorro fundido hacia el tanque de disolución.

La combustión se lleva a cabo al entrar en contacto la masa porosa del carbón, con el aire suministrado por las entradas de aire primario, mismo que es controlado para obtener a la vez una atmósfera reductora, produciendo las reacciones que forman el carbonato de sodio con desprendimiento de monóxido de carbono, que al reaccionar a su vez con el sulfato de sodio lo reduce al sulfuro de sodio.

Los gases producidos arrastran consigo al monóxido de carbono,

que es un producto combustible, quemándose al entrar en contacto con el aire secundario, convirtiéndolo en bióxido de carbono.

Estos gases arrastran un polvo blanco, formado en su mayoría - por sulfato de sodio y carbonato de sodio, el cual es necesario recuperar o reincorporarlo al sistema, esto se lleva a cabo en el precipitador de polvos (electrofiltro); de teipo electrostático.

En este equipo hay unos electrodos cargados positivamente y otros cargados negativamente, los primeros se llaman colectores y los segundos emisores.

Los gases con el polvo pasan entre estos electrodos, en donde se mantiene un alto suministro de corriente eléctrica, esto hace que los electrodos emisores carguen negativamente a las partículas de polvo, resultando que por atracción de cargas contrarias se depositan en los electrodos colectores, los cuales son en forma periódica golpeados para que el polvo caiga al fondo del precipitador, de donde es transportado por un sistema neumático de manejo de polvos para incorporarlos al sistema de licor negro concentrado.

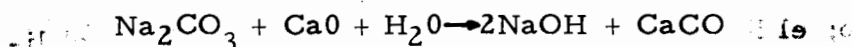
Las sales inorgánicas fundidas que salen por el hogar de la caldera se disuelven en agua o licor débil de caustificación, para formar el licor o lejía verde bruta, y que principalmente está formado por carbonato de sodio y sulfuro de sodio.

CAUSTIFICACION. - Esta es la última etapa del sistema de recuperación de reactivos, y tiene por objeto obtener el licor blanco que será utilizado en los cocimientos de la astilla, a partir de la lejia verde bruta.

Como se menciona anteriormente el licor ó lejía verde bruta es una solución de carbonato de sodio y sulfuro de sodio.

El carbonato de sodio no tiene ningún efecto sobre los incrustantes de la madera; es necesario convertir el carbonato de sodio en sosa cáustica, o sea, el licor verde en licor blanco que si disuelve los incrustantes.

La lejía verde bruta procedente de la caldera de recuperación pasa a través de un asentador o decantador primario, en el cual se trata de eliminar los lodos negros que trae consigo, al mismo tiempo tratar de eliminar lo más posible las partículas de suspensión, que no es más que carbón, después de haber logrado el asentamiento o decantación, la lejía es enviada a un tanque de almacenamiento, del cual es distribuída a unos calentadores para elevar la temperatura de éste y llegar a lograr una buena reacción de apagado, es decir el licor verde es sometido a la acción de la cal viva según la siguiente reacción:



Efectuándose una reacción de apagado casi instantánea. Esta reacción se lleva a cabo en un apagador primario, con sistema de agitación pasando a otro apagador secundario que también es un tanque cilíndrico con agitación pero de menor tamaño, y que tiene un sistema de rastillo que sirve para eliminar piedras; que vienen con impurezas en la cal o bien, piedras de cal que no alcanzan a reaccionar con el licor. A este último apagador se le alimenta o nó con cal; esto depende del tipo de cal que se use, ya que si la cal es proveniente de una calera, no hay necesidad

de hacerlo, pues se trata de cal sin reaccionar, en cambio, si se emplea cal obtenida del quemado de los lodos de caustificación, sí habrá necesidad de hacerlo para mejorar la eficiencia de la caustificación.

El licor verde es entonces alimentado al equipo mencionado, en donde se efectúa la reacción de caustificación, pero para poder alcanzar la máxima conversión se requiere de agitación adicional por un tiempo de 90 minutos, y esto tiene lugar en unos tanques cilíndricos de lámina de hierro con agitadores, recibiendo el nombre de caustizadores. En este equipo el flujo de licor es por gravedad o diferencia de nivel.

Una vez que la suspensión ha tenido su tiempo de retención pasa a un sistema de clarificación, en donde los lodos de carbonato de calcio en suspensión se sedimentan. Esto se efectúa en un tanque de gran diámetro y poca altura, ya que estas son condiciones necesarias para obtener una buena sedimentación.

La suspensión del licor blanco se alimenta a estos clarificadores por la parte del centro; el lodo por su peso tiende a irse al fondo, y el licor blanco clarificado derrama por un vertedero que se encuentra en toda la circunferencia del clarificador. El licor obtenido ya es el licor que será utilizado en el cocimiento de la astilla, el cual se almacenará en un tanque, del cual se tomará para alimentar el tanque medidor de licor blanco en el departamento de cocedores. Por otra parte, los lodos, que se hacen llegar al centro del clarificador por medio de rastrillos giratorios, se eliminan del clarificador; por bombeo y se alimentan a unos tanques de igual diseño que el clarificador, a los que se denominan tanques lavadores. En

estos tanques se lleva a cabo un lavado de los lodos a contracorriente.

Los lodos que provienen del clarificador, que por cierto son los lodos más ricos en sosa y sulfuro, se ponen en contacto con el licor proveniente del segundo lavador en un tanque de dilución y se alimenta esta suspensión al primer lavador, el licor clarificado, es lo que se llama licor verde débil de caustificación y es el que se utiliza para disolver las sales fundidas obtenidas en la caldera, y los lodos como en el caso anterior se eliminan por bombeo, enviándose a los tanques de almacenamiento de lodos, los cuales a su vez son enviados a un filtro lavador de lodos, en donde se trata de eliminar en Na_2O para enviar estos a un horno rotatorio, en el cual los lodos lavados pasan a través de una zona de cadenas, de elevación de temperatura, y la última que es la zona de calcinación, obteniéndose una cal con 89 a 92% de CaO , enviándose esta a través de un transportador de cadenas a unos canjilones los cuales se encuentran en los silos de almacenamiento, para luego alimentarse a los caustizadores.

Cerrando con esto el ciclo de recuperación que se efectúa en una planta para la obtención de pulpa de celulosa por medio del proceso al sulfato o Kraft.

FABRICACION DE PAPEL.

Preparación de Pastas. - El siguiente paso después de lavar y blanquear la pulpa será el refinarla, es decir cortarla y fibrilarla de acuerdo con el tipo de papel que se requiera. La refinación se efectúa en una serie de molinos cónicos provistos de cuchillas fijas en la concha del molino, y cuchillas móviles montadas en el corazón cónico del mismo, las cuales giran accionadas por un motor eléctrico, el número de estos molinos, los cuales reciben el nombre de refinadores ó jordanes, es en un total de 5 dispuestos en serie y en dos grupos el primero de tres y el segundo de dos.

El primero de los tres refinadores en serie recibe la pulpa del tanque de almacenamiento del espesador, la refina a su paso por ellos y la descarga a un tanque de ladrillo que se encuentra en la parte inferior de los refinadores. De este tanque se alimenta la pulpa al segundo tanque de refinadores los cuales se descargan directamente a la caja reguladora de pasta de la máquina de papel. Dada la disposición en serie de los refinadores es de suponerse que el grado de refinación de la pulpa en el segundo grupo es mayor que en el primero.

El control del grado de refinación es un factor muy importante, ya que la intensidad de refinación determina la facilidad con la cual fluye el agua entre la masa de fibras que se deposita sobre la tela de plástico de la mesa forma-hoja. Cuando la pasta lleva una refinación excesiva el papel formado se encierra en tal forma que no puede lograrse la completa eliminación de agua en la mesa plana misma situación que se indica directamente por un aumento de vacío en el rodillo de succión que se halla al

al final de la tela sinfin. En el caso contrario el enlace interfibrilar de la hoja de papel resulta pobre y la resistencia de la misma baja considerablemente.

La pulpa ya refinada es alimentada a la caja reguladora en la cual se permite el paso a la máquina únicamente la cantidad necesaria y el exceso es retornado por gravedad al tanque de la pulpa refinada.

La fibra aceptada en la caja reguladora va a la succión de la bomba de recirculación de agua a la mesa plana. En esta forma se logra una dilución cercana a 0.6% de fibra con lo cual se hace la distribución uniforme de ella sobre la tela sinfin que constituye la mesa plana ó máquina Fourdrinier.

La cantidad de la suspensión que se debe eliminar sobre la tela sinfin montada sobre una serie de rodillos, sobre la cual al filtrarse el agua se deposita la fibra formando la hoja de papel, es regulada por la abertura de una compuerta móvil. La uniformidad con que se distribuye la suspensión de fibra sobre la mesa plana es un punto clave para la formación de papel, para ello es indispensable que la velocidad de salida de la pasta en suspensión y la tela en movimiento sea la misma para evitar torciones de la fibra y esto se logra por medio del nivel de agua que se mantiene en la caja reguladora. Para facilitar el enlace adecuado de la fibra en suspensión sobre la tela de la máquina, ésta está provista además de movimiento rotatorio, de un movimiento transversal graduable con el cual se orienta la fibra durante la formación de la hoja.

Mientras la hoja de papel aún se halla sobre la tela sinfin pasa por una serie de cajas perforadas provistas de succión en las cuales aún se eli-

mina mayor cantidad de agua y finalmente pasa un rodillo que recibe el nombre de Dandy con el cual se homogeiniza su superficie. La totalidad de agua que se refiltra a través de la tela sinfin se recircula para diluir la nueva pasta que está entrando y la bomba con que se efectúa esta operación recibe el nombre de bomba de abanico. En los extremos de la tela sinfin se hallan dos rodillos grandes, el primero de ellos situados inmediatamente debajo de la caja distribuidora que recibe el nombre de prensa de pecho, mientras que el final tiene una serie de horadaciones en su superficie y que se halla provisto de succión recibe el nombre de Couch. Después de eliminar la última porción de agua factible de ser eliminada por succión sobre el rodillo del Couch, la hoja es tomada por un fieltro sobre el cual pasan dos rodillos que constituyen la prensa. La primera prensa está constituída por un rodillo superior macizo y un inferior con perforaciones en sus superficie y provisto de succión para recoger el agua exprimida en el prensado. De la primera prensa la hoja de papel es tomada por otro fieltro para pasar por la segunda exáctamente igual a la anterior, y en donde se logra que la hoja sea secada a un 56%.

Después de la segunda prensa la hoja de papel pasa entre dos rodillos alisadores en los cuales se logra una mayor tersura del papel y de ahí es alimentado a una serie de 41 tambores rotatorios de 4 pies de diámetro, el interior de los cuales se alimenta vapor a 3.2 kg/m^2 y cuyo condensado se retorna a las calderas.

La operación correcta de todos los procedimientos mecánicos para la eliminación de agua de la hoja de papel es sumamente importante, ya que

el costo de secado por vacío es mucho más bajo que el efectuado por calentamiento por vapor.

Los tambores secadores reciben el papel por medio de un fieltro para lograr un contacto íntimo del mismo con las superficies calientes. La humedad del papel al salir de la serie de cilindros secadores oscila entre 6 y 10% por tanto, solamente se requiere un alisamiento mecánico final para constituir el alisamiento del producto terminado. El secado en los cilindros secadores es favorecido por la circulación de aire caliente que se efectúa entre ellos. Para el tratamiento final del papel el alisamiento mecánico es llevado por medio del paso de la hoja entre una serie de rodillos cilíndricos de acero perfectamente lisos que reciben el nombre de Calandrias, a la salida de estos el papel quedará listo para ser enrollado y cortado a las dimensiones apropiadas para cada uso específico que se requiera.

Según el tipo de papel que se trate los agregados que se ponen durante el proceso pueden ser tomados de los siguientes grupos principales:

- a) Encolantes: Son sustancias que se agregan a la fibra para cubrirla y ofrecen gran resistencia al paso de la tinta en esta forma se evita que el papel sea absorbente (Cola animal ó almidón).
- b) Cargas: Son materiales que se agregan para dar mayor opacidad y cualidades superficiales al tacto (Coalín).
- c) Colorantes: Se emplean tanto en los papeles de color como en el papel blanco, (Tintas sintéticas).
- d) Agregados especiales.
- e) Agua.

Las máquinas para la fabricación del papel son según su construcción de dos tipos:

- a) Máquinas del tipo Fourdrinier.
- b) Máquina de cilindro.

La primera como ya se explicó utiliza una tela metálica sin fin que viaja sobre rodillos en cuyas caras se encuentran hilos de bronce en forma de cuadrícula sobre la cual se ha de constituir la hoja de papel.

La máquina de cilindro emplea para el mismo fin un cilindro que consiste en una armazón forrado de tela de hilos de bronce.

A cada máquina de papel se le dan características particulares según para el tipo de papel para lo cual estén destinados. De esta manera entre las máquinas Fourdrinier se pueden considerar diversas construcciones con rasgos especiales:

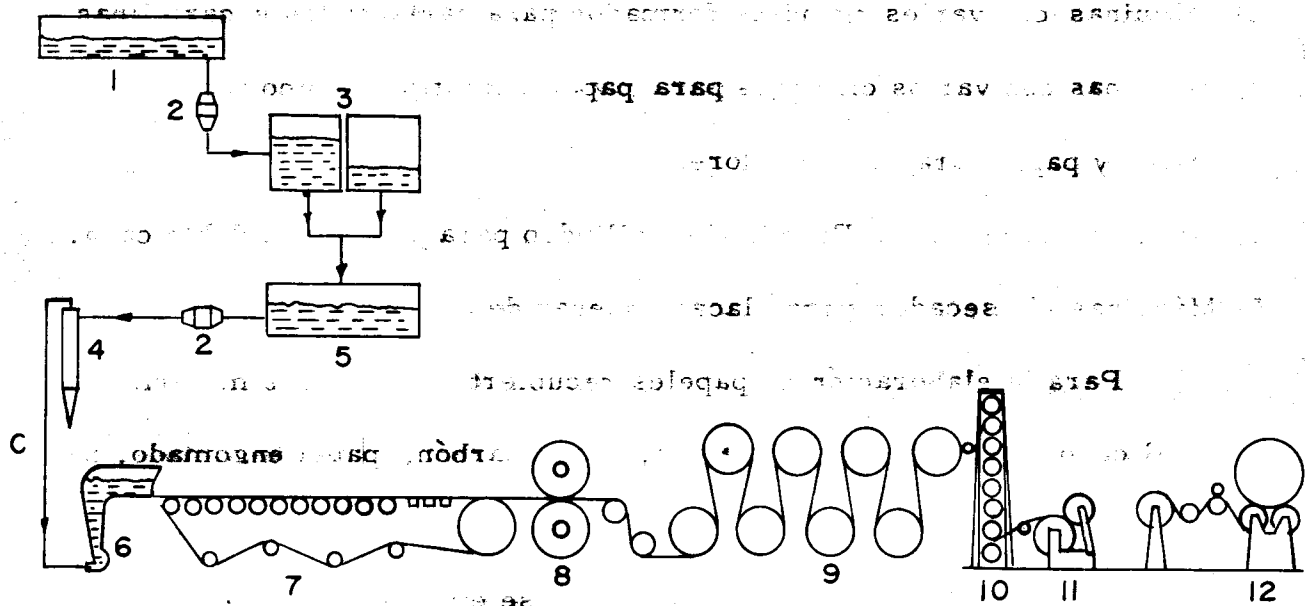
- 1) Tipo convencional: Para papeles de escribir, papel para cigarrillos, papel a prueba de grasa, para condensadores de tipo eléctrico.
- 2) Máquinas especiales para papel de periódico.
- 3) Máquinas para papel Kraft para envolturas, bolsas, cartoncillos, etc.
- 4) Máquinas para papel fino para libros.

Los tipos anteriores de máquinas Fourdrinier emplean secadores convencionales.

- 5) Máquina Fourdrinier con secador Yankee para papeles faciales y para papeles abrillantados y envolturas especiales.

Entre las máquinas de cilindro pueden distinguirse diversos arreglos:

- 1) Máquinas de un sólo cilindro para papeles livianos.



- 1.- Depósito de pasta
- 2.- Reguladores de consistencia
- 3.- Tina de dosificación
- 4.- Depurador centrífugo
- 5.- Tina de carga
- 6.- Tina de alimentación
- 7.- Tela de Fourdrinier
- 8.- Prensas
- 9.- Cilindros secadores
- 10.- Calandria
- 11.- Bobina
- 12.- Bobinadora
- C.- Papel

- 2) Máquinas con varios cilindros formados para cartoncillos y cartulinas.
- 3) Máquinas con varios cilindros para papeles múltiples como papeles faciales y papel para condensadores.
- 4) Máquinas combinadas Fourdrinier-cilindro para papeles de doble cara.
- 5) Máquinas sin secador para placas gruesas de cartón.

Para la elaboración de papeles recubiertos de ciertos materiales como el caso de los papeles abrasivos, papel carbón, papel engomado, papel para impresiones fotográficas, papel para recubrir y papel metalizado,

Se requieren equipos especiales que se emplean después de la elaboración del papel, es decir un proceso exterior a la máquina de papel.

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

de papeles

PETROLEO.

El estudio de aquellas industrias que son indispensables para satisfacer las necesidades principales de una sociedad es de suma importancia, en gran parte, el desarrollo económico de los países.

A éstas se les da el nombre de Industrias Básicas, entre las que contamos en la actualidad, la más importante es la Industria Petrolera.

ORIGEN

La palabra petróleo castellanizada del latín Petroleum, (Petra-Piedra, y Oleum-Aceite), significa aceite de piedra.

El vocable Chapopote o Chapapote es castellanización de la palabra Náhuatl Chapopoctli de Cháhualt=grasa y pochli=humo.

El petróleo es un compuesto complejo de hidrocarburos, es decir, una combinación de carbono é hidrógeno exclusivamente.

Al analizar petróleos de procedencias diversas, se puede decir de una manera general, que lo forman los siguientes elementos:

CARBONO de 76 a 86%

HIDROGENO de 10 a 14%

En ocasiones puede contener, mezcladas, algunas impurezas como oxígeno, azufre y nitrógeno. También se han encontrado huellas de compuestos de hierro, níquel, vanadio y otros metales.

Analizando petróleos de orígenes distintos, se puede decir de una manera general, que la fórmula de los hidrocarburos saturados (CH_4) es: C_nH_{2n-2} de la serie del acetileno.

No se sabe exactamente como se formó el petróleo en el subsuelo.

Las teorías de su origen se siguen discutiendo hasta la fecha.

Varios químicos famosos, entre ellos el ruso Mijail Basilievich Lomonosov (1711-1865) en 1745; el francés, Marcellin Pierre Eugene Berthelot (1827-1907) en 1866; el ruso, Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907) en 1877 y el francés Paul Sabatier (1854-1941) en 1902, defendieron el origen mineral. - Otros investigadores se inclinan por el origen orgánico, sosteniendo que proviene de la descomposición de residuos animales y vegetales que se han transformado en aceite. Este origen se demuestra al comprobarse que los terrenos en los que se ha formado no han estado nunca a una temperatura superior a 38 grados, descartando la teoría del origen mineral, ya que la obtención a partir de carburos metálicos requiere temperaturas mucho más elevadas.

CARACTERISTICAS

Se encuentra en el subsuelo, impregnado en formaciones de tipo arenoso o calcáreo, asume los tres estados físicos de la materia: sólido líquido y gaseoso, dependiendo de la composición, temperatura y presión a que se encuentra. Su color es variable entre el ámbar y el negro; su densidad es menor que la del agua. En estado gaseoso es inodoro, incoloro é insípido, por lo que como medida de seguridad se le mezcla un mercaptano (compuesto sulfuroso), para detectar su presencia y evitar intoxicaciones; puede hallarse solo o mezclado en el petróleo líquido dentro un mismo yacimiento. En el subsuelo, se encuentra generalmente formando encima de una capa de agua, hallándose en la parte superior una de gas.

El petróleo no se encuentra distribuído uniformemente en las capas del subsuelo, es necesario que concurren cuatro condiciones para dar lugar a un yacimiento donde se acumule el petróleo y el gas:

1. - Una roca almacenadora, que debe ser permeable, en forma tal, que bajo presión, el petróleo pueda moverse a través de sus poros de tamaño microscópico.
2. - Una roca impermeable, que evitará que el petróleo escape hacia la superficie.
3. - El yacimiento debe tener forma de "trampa", es decir, que las rocas impermeables se encuentran flexionadas en tal forma que el petróleo no pueda moverse hacia los lados.
4. - Deben existir rocas generadoras, que se hayan convertido en petróleo por el efecto de la presión y la temperatura.

Las rocas almacenadoras en que se ha encontrado petróleo, son de muy diversas edades geológicas. En el siguiente cuadro se muestra la edad geológica de las rocas productoras en algunos países.

ERA	EDAD	PAIS
CENOZOICO	TERCIARIO	Estados Unidos, Venezuela, - Francia, Rusia, Irán, Iraq, - México, Rumania, Ecuador, Perú, Colombia, Trinidad.
	CRETACICO	Estados Unidos, Medio Oriente, México, Alemania, Rusia, Egipto, Argentina.
MESOZOICO	JURASICO	Estados Unidos, Rusia, México, Alemania.
	TRIASICO	Alemania.

ERA	EDAD	PAIS
PALEOZOICO	PERMICO	Estados Unidos, Rusia, Alemania.
	CARBONIFERO	Estados Unidos, Rusia, Canadá.
	DEVONIANO	Estados Unidos, Rusia, Canadá.
	SILURICO	Estados Unidos.
	ORDOVICICO	Estados Unidos.
	CAMBRICO	Estados Unidos.

Como puede observarse en la República Mexicana se han localizado pozos petroleros que provienen de la era del cenozoico período terciario y del mesozoico períodos cretácico y jurásico.

EXPLORACION. - Se entiende por exploración petrolera, el conjunto de actividades, de campo y de oficina, cuyo objetivo principal es descubrir nuevos depósitos de hidrocarburos ó nuevas extensiones de los ya existentes.

Los volúmenes de petróleo y gas natural que puedan ser extraídos de los yacimientos, cuya existencia esté comprobada por la perforación de pozos, constituyen las reservas probadas.

Todas las compañías petroleras del mundo, destinan una gran parte de sus recursos técnicos y económicos a la exploración con miras a incrementar sus reservas.

No obstante de los adelantos logrados en las técnicas exploratorias todavía no se cuenta con un método directo capaz de definir con exactitud la existencia de los hidrocarburos, ya que todos los métodos de exploración, solo dan indicaciones sobre las características de las capas del subsuelo.

La exploración petrolera actual puede dividirse en varias etapas:

- a) Trabajos de reconocimiento
- b) Trabajos de detalle
- c) Estudios para la localización de los pozos y exploratorios.
- d) Análisis de los resultados obtenidos para programar la perforación de nuevos pozos.

PERFORACION. - A continuación se hará una descripción general del equipo y de las operaciones necesarias durante la perforación de pozos petroleros.

En el sistema de perforación rotatorio, se perfora un agujero haciendo girar una barrena a la cuál también se le aplica una fuerza de compresión. La barrena está conectada a la tubería de perforación de acero de alta calidad y del Lastra-Barrenas (1), tubos de acero de paredes muy gruesas, cuya función es proporcionar la carga de compresión en la barrena, permitiéndole que la tubería de perforación más ligera permanezca en tensión; a medida que se profundiza el pozo, se van agregando nuevos tramos de tubería de perforación.

Los cortes ó pedazos de formación que arranca la barrena son levantados; por el fluído de perforación (Lodo), que circula hacia abajo por el interior de la tubería de perforación, sale a través de los orificios o toberas de la barrena y regresa a la superficie por el espacio anular, comprendido entre las paredes del pozo y la tubería de perforación. En la superficie el fluído (Lodo), que sale del pozo, se hace pasar a través de un cedazo o tamiz vibratorio (15), donde se eliminan los pedazos de formación; de ahí pasa

a las presas (12), que generalmente son tres, donde se dá el tratamiento necesario al fluído. De la última presa succionan el lodo de las bombas y se repite el ciclo, bombeando a través del tubo vertical (16), de la manguera rotatoria (9), y de la unión giratoria (18), al interior de la tubería de perforación.

Periódicamente se saca del pozo la sarta de perforación para cambiar, la barrena por otra nueva. La tubería de perforación se saca en lingadas de tres tubos cada una; éstas son acomodadas en el piso de la torre por los ayudantes de piso y en la parte superior, hace la misma operación el ayudante de perforación ("chango").

La torre ó mástil (4), proporciona el claro vertical para bajar ó subir la sarta de perforación, al meterla o sacarla del pozo durante las operaciones de perforación; debe de tenerla resistencia y la altura suficiente para efectuar estas operaciones en una forma segura y expedita. Las capacidades de carga de estas torres o mástiles, varían aproximadamente de 45 a 700 toneladas, empleándose las más ligeras para perforar pozos someros y las más resistentes para pozos profundos.

La subestructura (17), es, como su nombre implica, el soporte en el que la torre descansa, el malacate (5), es una de los equipos principales del equipo de perforación, tiene las siguientes funciones: Es el centro de control desde donde el perforador opera el equipo; contiene embragues, cadenas, engranes, aceleradores de las máquinas (6), y otros mecanismos que

permiten dirigir la potencia de los motores a la operación particular que se desarrolla; y, contiene un tambor que recoge o alimenta el cable de perforación (11), para subir la polea viajera (3), según la operación. La potencia necesaria para las maniobras la proporcionan los motores (6), que pueden ser de combustión interna o eléctrica de corriente directa, dan la potencia para mover las compresoras de aire; las bombas de lodo (13), empleadas para hacer circular el lodo de perforación, son normalmente de pistones, de doble acción (duplex), las bombas de pistón tienen las siguientes ventajas:

- a) Capacidad para manejar fluidos que contengan alto contenido de sólidos, algunos de ellos abrasivos.
- b) Válvulas con dispositivos para permitir el paso de reactivos o lodo, de tamaño determinado.
- c) Sencillez de operación y mantenimiento; las camisas, los pistones y las válvulas pueden ser cambiados por el personal de equipos.
- d) Amplia variación de volumen y de la presión disponible.

La flecha (10), es siempre la conexión superior de la sarta de perforación; comúnmente es un tubo de sección cuadrada, pero puede ser hexágono u octágono; pasa por los bujes ajustados en la mesa rotatoria (14), que permiten que el movimiento giratorio de esta mesa se transmita a toda sarta de perforación, siendo esta su primera función.

REVESTIMIENTO DEL POZO. - Durante el transcurso de la perforación es necesario revestir o ademar el pozo a diferentes intervalos, empleando para ello tuberías de acero de la longitud y diámetros requeridos, las cuales se cementan dentro del agujero perforado. El número y diámetro de -

de las tuberías de revestimiento varían de acuerdo con las diferentes áreas perforadas, con las profundidades y con las características productoras del pozo. Generalmente se ademan tres tuberías de diferentes diámetros en un pozo, denominándose a la de mayor diámetro, Tubería Superficial y de Control, a la siguiente Tubería de Revestimiento Intermedia y a la de menor diámetro y mayor profundidad Tubería Productora.

Cada tubería de revestimiento se fija en su lugar con una lechada de cemento que se bombea por el interior de la tubería de ademe y sube por el espacio anular, en cantidad predeterminada, según el volumen del espacio anular y la altura a la que se desea que suba el cemento; se deja en reposo durante varias horas para que frague, antes de continuar la perforación u otras operaciones.

PRUEBAS DE FORMACION. - Durante el curso de la perforación, es necesario en ocasiones verificar la presencia ó ausencia de hidrocarburos en un intervalo perforado; para ello se utiliza un probador de formaciones que se introducen unido a la tubería de perforación. La prueba de formación es propiamente una terminación temporal del pozo, durante la cuál una sección del agujero descubierto se aísla, quitando la presión hidrostática de la columna de lodo de perforación y se deja producir a través de la tubería de perforación.

Extracción. - La forma en que se extrae el petróleo, está basada en la que emplea el Coronel Edwin L. Drake, al descubrir y perforar el primer pozo entubado (27 de Agosto de 1859).

Los pozos productores de petróleo se clasifican en: Fluyentes y de producción artificial o bombeo. Los fluyentes son aquellos en los que el aceite surge del yacimiento al exterior, mediante energías naturales, la que puede ser de empuje hidráulico de gas, los de producción artificial o bombeo, son un sistema de explotación que se aplica cuando la presión no permite que el petróleo fluya por energía natural.

El aceite que producen los pozos es enviado por su propia energía o la que se les proporcione artificialmente hasta un primer centro de recolección llamado batería de separadores, en donde, se separan mecánicamente el aceite del gas y del agua; y se envían a otros centros recolectores de mayor importancia y de ahí a los centros de tratamiento y refinación.

TRANSPORTE. - Las tuberías se tienden de manera que eviten problemas topográficos, de poblaciones etc., y en forma tal que garanticen una operación eficiente y segura.

Los hidrocarburos se impulsan por medio de estaciones de bombeo y compresoras, las cuales se construyen en sitios adecuados al volumen y presiones requeridas para hacer llegar los hidrocarburos de una estación a otra o a su destino final.

INSTALACIONES ACTUALES DE PETROLEO MEXICANOS.

Las instalaciones de la Refinería "18 de Marzo" que se encuentran en Atzacapotzalco, D. F.

Esta refinería surte de productos terminados al Distrito Federal y los Estados de México, Guerrero, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala.

La refinería tiene una capacidad de proceso de 100,000 barriles/día (15,900 m³) de crudo procedente del Distrito de Poza Rica, Ver., por medio de un sistema de oleoducto, con una capacidad de 105,000 barriles/día (16,695 m³). Este crudo tiene una gravedad parafinosa de 0.860 y un contenido de azufre de 2%.

De Poza Rica se recibe también por medio de un ducto 5,000 barriles (795 m³) de gases licuados, como propano, butano, butileno, isobutano.

Debido al gran consumo de la zona de influencia de la Refinería se reciben productos terminados y semi-terminados de la Refinería de Minatitlán, Ver., la capacidad del polyducto es de 58,000 barriles/día - - - - (9,222 m³) y los productos son Propano, Butano, Butileno, Isobutano, Gasolinas, Turbosina, Kerosena y Diesel.

El petróleo crudo es fraccionado en dos plantas de destilación atmosférica de 40,000 y 60,000 barriles diarios (6,360 y 9,540 m³/D).

Los productos de este fraccionamiento son los siguientes:

GASOLINA	BARRILES/DIA.	
Gasolina	23,554	3,748 m ³ /D
Turbosina	8,280	1278 m ³ /D
Kerosina	13,368	2146 m ³ /D
Diesel	9,800	1574 m ³ /D
Gasoleos	899	143 m ³ /D
Residuos	100,000 B/D	15,900 m ³ /D

PROCESO DE LA GASOLINA.

La gasolina es desulfurizada en dos plantas PERCO desulfurizadoras térmicas, con una capacidad total de 32,000 barriles/día.

La Gasolina desulfurizada es enviada a las plantas estabilizadoras para eliminar el ácido sulfhídrico, etano y metano, estas plantas tienen una capacidad de 32,800 barriles/día.

La gasolina estabilizada es depentonzada en dos torres depentonzadoras, las cuales eliminan las fracciones ligeras que son: propano, isobutano, butano, isopentanos y plutanos.

Estos ligeros son recuperados en la planta fraccionadora de gases que procesa 6,000 barriles/día.

Parte de la gasolina depentonzada es procesada en las torres, donde se obtienen por destilación el gasolvente y la gasnafta. La otra parte de la gasolina es enviada a tanques de almacenamiento para mezclas posteriores con otras gasolinas.

El residuo de la destilación atmosférica es procesado en la planta preparadora de carga, en la cual se destila al vacío con una capacidad de 50,000 barriles/día.

El producto, gasóleos, sirven de carga conjuntamente con los gasóleos de la destilación atmosférica a la desintegradora catalítica. El residuo es carga a la reductora de viscosidad y sirve también para la producción de combustóleos, previa dilusión con los diluentes adecuados.

La Planta desintegradora catalítica fluída, como su nombre lo in-

dica, desintegra las cadenas de peso molecular elevado de los gasoleos en productos de bajo peso molecular y alta calidad, como propano, propileno (que es carga a la planta de polimerización catalítica y produce tetramero, base del dodecil-benzeno) gasolinas de alto-octano, naftas, pesadas, aceites ligeros y pesados catalíticos que son usados como diluentes para producir combustóleo y butano-butileno que es carga a la planta de alquilación. La capacidad de la planta es de 25,000 barriles/día.

Tiene la refinería también tres plantas petroquímicas que son: Recuperación, de Azufre, basada en el proceso Claus de 25 Ton/día, Polimerización Catalítica de 2,500 barriles/día para producir tetramero; - Alquilación de Dodecilbenzeno 100 Ton/día.

REFINACION.

Los procesos por los que pasa el petróleo crudo, se dividen en tres principales:

1. - Procesos de separación por destilación de los componentes del petróleo crudo.
2. - Procesos de desintegración de los componentes pesados del petróleo para convertirlos en gasolina y gas licuado.
3. - Procesos de purificación de los diferentes productos, para que su calidad corresponda a la de las estrictas normas nacionales.

PROCESOS DE DESTILACION DEL PETROLEO CRUDO.

El petróleo crudo está formado por una serie de hidrocarburos, que comprenden desde el gas licuado hasta el asfalto. Su separación en columnas de destilación se logra aprovechando las diferencias de volatilidad que tienen unos y otros; el procedimiento usado consiste en calentar el pe-

tróleo crudo a una temperatura en que los componentes ligeros se evaporan y a continuación condensando los hidrocarburos evaporados.

La condensación se efectúa a diferentes temperaturas: los hidrocarburos más volátiles se condensan a menos temperatura que los menos volátiles. De esta manera se obtienen distintos condensados cuyas propiedades corresponden a las de las gasolinas, las de las Kerosinas o las del combustible diesel.

PROCESOS DE DESINTEGRACION

El residuo de la destilación del petróleo crudo, se somete a una nueva destilación al alto vacío, para separar componentes menos volátiles, que de acuerdo con el petróleo crudo que se trate, serán destinados a lubricantes o ser desintegrados catalíticamente. El residuo de la destilación al vacío es el asfalto.

Los destilados al vacío que van a ser lubricantes se someten a una serie de procesos especiales; extracción con furfural, desaparafinación con MEK y al final obtienen de ellos lubricantes básicos que con diferentes aditivos forman los lubricantes y las parafinas que existen en el mercado.

Los destilados al vacío, que por sus características no se dedican a lubricantes se desintegran catalíticamente para convertirlos en productos comerciales, gas licuado, gasolina de alto índice de octano y combustible diesel.

PROCESOS DE PURIFICACION.

Estos procesos eliminan de los productos obtenidos por destilación o por desintegración algunos compuestos que imparte propiedades in-

convenientes a los productos.

Los principales contaminantes en estos procesos, los constituyen los compuestos derivados del azufre, los inconvenientes que presentarían los derivados del petróleo sin éstos tratamientos, serían el olor y contaminación de la atmósfera al ser quemados.

Todos éstos productos obtenidos de los anteriores procedimientos son transportados: Líneas de productos, buque-tanque, carros y autos-tanque.

PLANTA DE ABSORCION DE GAS

Esta se encuentra en Ciudad Pemex Tabasco, se construyó para procesar el gas natural húmedo, con una capacidad de 575 millones de pies cúbicos diarios.

El Proceso. - El gas húmedo que procede de los campos trae consigo hidrocarburos condensados y se recibe en la Planta en un separador de entrada que trabaja a 1;800 libras de presión por pulgada cuadrada y 85 grados F de temperatura en donde se separan aproximadamente 10,000 barriles diarios de condensados.

El gas y el condensado se procesan por separado.

Al gas húmedo que sale del separador de entrada se le inyecta solución de dietilenglicol y pasa a un tren de enfriamiento para tratarse de 85 a 25 grados F intercambiando calor, primero con el gas seco y después a un enfriador con propano de un sistema de refrigeración.

El enfriarse el gas se condensan los hidrocarburos pesados y la mezcla de gas, hidrocarburos condensados y solución de dietilenglicol pasan a un separador de tres fases en donde se apartan las tres corrientes.

El dietilenglicol diluido con el agua absorbida, pasa a un sistema de regeneración para volver a utilizarse en el proceso.

Los hidrocarburos condensados se unen al condensado obtenido en el separador de entrada y el total pasa sucesivamente a tres tanques depresionadores que trabajan a presiones de 1050, 400 y 150 libras de presión por pulgada cuadrada respectivamente. Después sigue a una torre propanizadora absorvedora y a un alambique en donde se separan los hidrocarburos absorbidos.

La gasolina de absorción obtenida pasa a una torre de propanizadora desentanizadora y finalmente es enviada a la refinería de Minatitlán a través de un oleoducto.

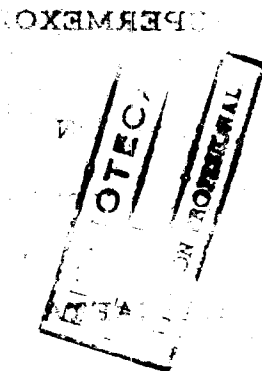
En el proceso se obtiene el 78% del propano en el gas húmedo y practicamente todos los hidrocarburos pesados.

La mayor parte del gas seco obtenido en la Planta se envía al gasoducto Ciudad Pemex-México-Salamanca-Guadalajara, que proporciona el fluído a muchas industrias que se encuentran en su trayecto.

El gas que se inyecta al yacimiento proviene de los absorvedores que operan a 1800 libras de presión por pulgada cuadrada y a 20 grados F.

La distribución del gas procesado es como sigue:

Gas al yacimiento	28
Gas al Gasoducto Cd. Pemex-México	476
Gas usado como combustible en la planta.	12
Reducción por absorción de gasolina natural	30
	<u>546</u>



1) Planta Desulfurizadora. - Tiene una capacidad de 32 barriles por día de gasolina.

2) Planta de Fraccionamiento. - Esta planta tiene una capacidad 32,800 barriles.

Este proceso consiste en ir fraccionando las naftas, los productos obtenidos en esta planta son pentano, hidrocarburo, isohexano, naftas ligeras y vapores de gasolina.

3) Planta de alquilación, tiene una capacidad de 3,000 barriles por día en esta planta, son producidos, los isooctanos, isobutanos, loutileno.

4) Pasan a una Planta de tratamiento con capacidad de 15,500 barriles diarios y donde se producen las gasolinas para avión.

5) Planta Catalítica. - Donde se bombea por medio de Craking y se obtienen los asfaltos, y se tratan los productos para obtener aceites y producir propano-propileno, butano-butileno, gasolina, gasoleos.

USOS DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS OBTENIDOS EN LA REFINACION DE PETROLEO CRUDO.

PEMEX 100	Motores de Alta Compresión.
GASOLMEX 90	Motores de Alta Compresión.
SUPERMEXOLINA	Motores de algunos autos y camiones.
GASAVION	Motores de algunos aviones
GASOLVENTE	En Industrias del Hule, de Grasas Vegetales y Animales.
GASNAFTA	Lavado en seco y fabricación de pinturas.

PETROLEO DIAFANO

Combustible calefactor e iluminante.

COMBUSTIBLE DIESEL

Motores tipo Diesel y como combustible.

TRACTOMEX

Motores para tractor.

PARAFINAS

Fabricación de velas, cerillos, papel impermeable y productos farmacéuticos.

ACEITES LUBRICANTES

Automóviles e Industrias.

ASFALTOS

Pavimentos Impermeabilizantes de cimientos, muros y techos.

GAS LICUADO

Combustible doméstico é industrial.

C E M E N T O .

Existen dos métodos para la fabricación del cemento tipo Portland; seco y húmedo. En ambos casos el proceso comienza con la explotación de los bancos de materias primas y su acarreo, para que seguidamente se empleen, de acuerdo con el proceso que se vaya a utilizar.

El cemento recibe el nombre de Portland, debido a que en el siglo pasado un albañil empezó a utilizar materiales para construcción que provenían de las playas de Portland Inglaterra, las cuales le daban las características necesarias para obtener propiedades especiales a sus materiales de construcción.

MATERIAS PRIMAS. - Las materias primas fundamentales para la fabricación del cemento son: la caliza ó marga y los materiales arcillosos como son: el barro ó pizarra. La temperatura que se tiene en los hornos de calcinación forma los compuestos que constituyen el cemento Portland, además se pueden emplear otras materias primas para producir cemento, especiales, para la construcción de grandes masas de concreto ó de obras hidráulicas y marítimas ó para proporcionar resistencia a los sulfatos. Estas materias primas son: material férrico, material silicoso, cuarzo, arena, ceniza, escorias con elevado contenido en silice.

Otra materia importante y esencial para obtener un buen cemento es el yeso, sulfato de calcio, que sirve para controlar el tiempo de fraguado.

Estos materiales se encuentran por lo general cerca de las fábricas.

cas teniendo como medios de transporte góndolas de ferrocarril, camiones y en algunos casos directamente por bandas transportadoras, aunque algunos de ellos, como el yeso y el mineral férrico quedan en ocasiones lejos de las instalaciones teniéndose que transportar por ferrocarril.

Los consumos relativos de materias primas pueden variar grandemente, ya que las cantidades de caliza y arcilla dependen de la composición química (contenido de cal, sílice, alúmina y óxido férrico), el yeso estará en función de su composición química y de la composición de las otras materias primas, así como también del tipo de cemento que se pretende elaborar.

Sin embargo, se pueden considerar los siguientes consumos generales, aproximadamente de materias primas por cada tonelada de cemento:

Caliza	1200 Kgs.	Mineral de Fierro	30 Kgs.
Arcilla	370 Kgs.	Material Silicoso	30 Kgs. (cuarzo)
Yeso	60 Kgs.		

Estos dos últimos materiales se emplean cuando se requiere fabricar cementos especiales tales como: el modificado, bajo calor y el resistente a sulfatos.

PROCESOS DE FABRICACION.- Las propiedades del cemento quedan deter-

minadas por las materias primas y el proceso de fabricación y dependen:

- 1) De la finura de las materias primas molidas.
- 2) Del exacto mantenimiento de una determinada relación de mezcla.
- 3) De la temperatura y de la duración de la calcinación.
- 4) De la forma de refrigerar el producto.

a) PROCESO SECO. - Este proceso es el que generalmente se sigue en la República Mexicana y consta de las siguientes etapas:

TRITURACION. - Las materias primas que llegan a la fábrica se trituran en varias etapas, en una serie de máquinas que están adaptadas al tamaño descendente de las partículas en proceso. La reducción de tamaño va desde las grandes piedras de cantera, de 1.0 a 1.5 m. de tamaño, hasta polvo impalpable.

La primera etapa de trituración se efectúa en quebradoras grandes del tipo de quijadas ó rotatoria. La trituración secundaria que reduce el tamaño de unos 13 mm., se efectúa generalmente en quebradoras de cono rotatorio ó de martillos.

SECADO. - Una vez triturados y antes de entrar a los molinos, los materiales se introducen a los secadores rotatorios por la parte superior. Estos secadores consisten de largos tubos de acero ligeramente inclinados de 2 a 3 m. de diámetro y unos 18 a 30 m. de largo, en cuya parte inferior entran gases calientes, que proceden de la combustión del horno ó de la flama de un quemador.

MOLIENDA. - Una vez quebrados y secos la caliza y el barro se dosifican adecuadamente con básculas automáticas, pasando esta mezcla a los molinos tubulares, que son grandes cilindros horizontales de 2 a 3 m. de diámetro y de 7 a 14 m. de largo, revestidos con placas de acero, además, tienen motores desde 200 a 1400 HP y están divididos en su interior en 2 ó 3 compartimientos por medio de diafragmas, usándose en algunos casos bolas de acero con peso aproximado de 4 a 6 Kg. las cuales ayudan a moler ó

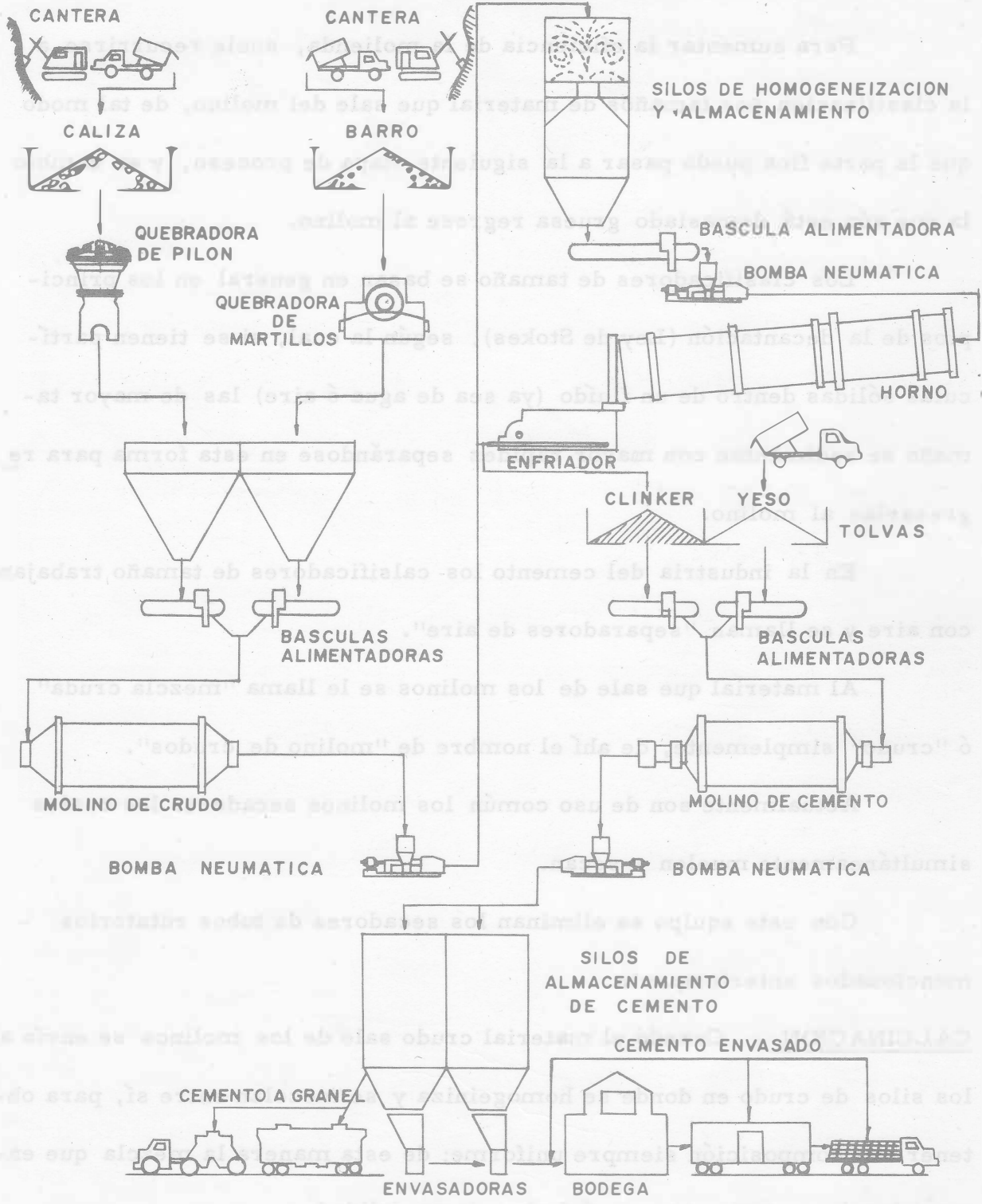


DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACION DE CEMENTO
(SISTEMA SECO)

pulverizar estos materiales.

Para aumentar la eficiencia de la molienda, suele recurrirse a la clasificación por ³ tamaños de material que sale del molino, de tal modo que la parte fina pueda pasar a la siguiente etapa de proceso, y en cambio la que aún está demasiado gruesa regrese al molino.

Los clasificadores de tamaño se basan en general en los principios de la decantación (Ley de Stokes), según la cual, si se tienen partículas sólidas dentro de un fluido (ya sea de agua ó aire) las de mayor tamaño se sedimentan con mayor rapidez separándose en esta forma para regresarlas al molino.

En la industria del cemento los clasificadores de tamaño trabajan con aire y se llaman "separadores de aire".

Al material que sale de los molinos se le llama "mezcla cruda" ó "crudo" simplemente, de ahí el nombre de "molino de crudos".

Actualmente son de uso común los molinos secadores los cuales simultáneamente muelen y secan.

Con este equipo se eliminan los secadores de tubos rotatorios mencionados anteriormente.

CALCINACION. - Cuando el material crudo sale de los molinos se envía a los silos de crudo en donde se homogeiniza y se mezclan entre sí, para obtener una composición siempre uniforme; de esta manera la mezcla que entra a los hornos siempre será de la misma calidad.

De los silos de crudo el material entra a los hornos de calcinación. El horno es la parte fundamental de la fábrica, pues en él se reali-

zan las reacciones químicas que forman los compuestos constituyentes del cemento.

La Industria Mexicana del cemento emplea exclusivamente hornos rotatorios, constituídos por grandes cilindros de acero, forrados en su interior con material refractario (de unos 15 cm de espesor) para resistir las elevadas temperaturas (hasta de 1500°C) que se requieren en la producción del cemento. Los hornos existentes en el país, miden desde 1.80 hasta 6.0 m. de diámetro y desde 50 hasta 160 m. de longitud, con capacidad diaria desde 100 hasta 2.000 toneladas de material calcinado ó clinker. Algunos de estos hornos, cuentan además con cambiadores de calor que aprovechan los gases calientes del propio horno para precalentar el material crudo que entra a ellos.

Los hornos presentan una inclinación en relación con la horizontal de aproximadamente 4%; los materiales crudos se alimentan por la parte superior y conforme van descendiendo se encuentran con temperaturas más elevadas, hasta llegar al extremo inferior donde se tiene el quemador que, en nuestro país, generalmente trabaja con gas natural.

El largo cilindro que constituye la estructura del horno, está provisto de llantas metálicas que se apoyan sobre rodillos, y cuentan además, con una corona conectada al piñón del motor que lo hace girar.

En el horno de cemento no se funden completamente los materiales sino que sólo se llega a una semi-fusión ó estado pastoso durante el cual se forman aglomerados cuya forma se aproxima a la esférica, de color pardo negrusco. Estos aglomerados que incluyen los cuatro compuestos principales que forman el cemento, se designan con el nombre de "clinker".

La calcinación de las materias primas en el horno debe de ser perfecta para que prácticamente toda la cal libre (óxido de calcio), producida por la descomposición de la caliza alcance a combinarse con los óxidos de fierro, aluminio y silicio de la arcilla. Si esta operación no fuese tan perfecta quedaría un residuo de cal libre, mayor del 2% que motivaría una expansión detrimetal en la pasta del cemento ó concreto. Los hornos bien controlados producen clinker con un contenido de cal libre que no excede de 1.5%.

ENFRIAMIENTO. - Antiguamente casi todos los enfriadores de clinker estaban constituídos por cilindros de acero inclinados, de 2 m. de diámetro y 20 m. de longitud aproximadamente en cuyo extremo superior se introducía el clinker caliente que va descendiendo, enfriándose al contacto con el aire que entra por la parte inferior. Este aire caliente que sale de los enfriadores, se aprovecha para la combustión en los hornos, recuperándose parcialmente el calor del clinker.

En seguida se almacena el clinker producido en el patio de almacenamiento de materiales para posteriormente ser molido.

MOLIENDA DEL CEMENTO. - Del patio de materiales, el clinker pasa a los molinos de cemento ó molinos de acabado junto con una cantidad de yeso, previamente dosificado (5% aproximadamente), en donde se muele a finura normal de 5.000 cm/g blaine, en cemento tipo III (resistencia rápida).

Para lograr las finuras indicadas la molienda conjunta de clinker y yeso se realiza en general en molinos tubulares, similares a los descritos

en la molienda de crudos.

Para lograr mayor eficiencia en la molienda conviene clasificar mediante separadores de aire a los materiales; los de mayor tamaño se sedimentan con mayor rapidez y regresan del molino para ser remolidos, los granos finos que no se sedimentan son transportados a los silos de almacenamiento.

No obstante que el proceso termina cuando el cemento sale de los molinos de acabado, quedando aún ciertas maniobras por realizar, como son la conducción del cemento de los silos de almacenamiento, lo cual se realiza a través de bombas de aire tipo Fuller que trabajan a alta velocidad ó por medio de bandas de hule, y finalmente su envasado en bolsas de papel, o su carga directa a los carros ó camiones tolva cuando se entrega a granel.

b) PROCESO HUMEDO. - Este proceso es empleado muy poco en la República Mexicana, hasta ahora sólo tres plantas lo emplean.

En este proceso la arcilla no se tritura sino que se descarga en un molino de rastrillos que la desmenuza y la mezcla con agua para producir una lechada bastante fluída (65% de agua) que se bombea hasta descargarla en un tanque provisto de agitadores. Esta lechada que se dosifica junto con la caliza previamente triturada, se alimenta a los molinos de crudo donde se añade agua para facilitar la molienda, manejo, control y mezclado de los materiales, en cambio representa un mayor consumo de combustible para evaporar el agua en el horno.

(c) (c)

Entre los 1250°C se efectúa la semifusión. En este punto se funde aproximadamente de 20 a 30% de la masa.

Como se señaló anteriormente, en el horno no se alcanza una fusión completa, sino sólo una semi-fusión (estado pastoso), durante el cual se forman aglomerados de cristales y vidrios cálcicos de forma aproximadamente esférica y con un diámetro que varía de 0.5 hasta unos 4.0 cm. que se conocen con el nombre de clinker, Este clinker se muele fácilmente con una cierta cantidad de yeso (5% aproximadamente) para producir el cemento.

Tipos de cemento que se fabrican en la República Mexicana:

- Común o normal.
- Modificado
- Resistencia Rápida.
- De Bajar Calor de Hidratación.
- De alta Resistencia a los Sulfatos.
- Blanco.

FIBRAS ARTIFICIALES Y SINTETICAS

FIBRAS ARTIFICIALES. - Con el nombre de "fibras artificiales" son conocidas una serie de materias primas empleadas en la Industria Textil. Aunque su uso es relativamente moderno, en la actualidad estas fibras tienen una gran importancia, siendo su producción y consumo bastante superior en conjunto a cualquier fibra natural exceptuando a el algodón. La más importante entre todas estas fibras, forman el grupo que en su origen fué llamado "seda artificial", por haber tenido la necesidad o el deseo de producir artificialmente por medios químicos ó mecánicos una fibra que pudiera substituir a la seda. Dicha fibra fué denominada posteriormente con el nombre de "Rayón" en la mayoría de los países.

RAYON VISCOSA. - El proceso generalmente seguido para producir rayón viscosa, puede dividirse en seis operaciones principales antes de la hilatura:

- 1) La celulosa, casi siempre en forma de hojas de pulpa de madera (mucho más barata que los linters de algodón y más manejable) es impregnada con sosa cáustica al 18% lo cual provoca un hinchamiento de las fibras más de cuatro veces en volúmen, convirtiéndola en alcali-celulosa.
- 2) Las hojas de pulpa hinchada en esta forma son prensadas hasta regresar casi a su volumen primitivo, para exprimir el exceso de sosa cáustica y en estado semi-húmedo pasan a unas máquinas trituradoras que convierten las hojas en una materia cremosa y grumosa, parecida al serrín granulado.

- 3) En este estado grumoso, se deja reposar la materia durante 48 horas en unos tanques de lámina a una temperatura de 22°C, a lo cual se le llama envejecimiento del alcali-celulosa.
- 4) Los grumos envejecidos, se disuelven en bisulfito de carbono, convirtiendo el alcali-celulosa en Xantato de Celulosa (un sulfo-carbonato - llamado también Xantogenato), en unos grandes depósitos horizontales que giran continuamente, mientras aumenta su temperatura de 22°C a 30°C. En esta operación la masa toma un color anaranjado más o menos oscuro.
- 5) El Xantato de Celulosa pasa a unos depósitos maxaladores donde es disuelto o mezclado con sosa caústica a 16°C. Esta solución queda convertida en una masa semi-liquida sumamente espesa y viscosa (de aquí toma su nombre), la cual después de pasar por una serie de filtros a gran presión, es almacenada en unos depósitos durante algún tiempo - que varía de 72 a 120 hrs. efectuando lo que se conoce con el nombre de "Maduración de la Viscosa". En este momento la composición de la masa es aproximadamente como sigue:
- Celulosa de 7 a 9%
 - Sosa Caústica de 7 a 8%
 - Azufre de 2.5%
 - Agua 8.2%
- 6) Desde los tanques de maduración, la viscosa es bombeada a unos filtros, con el objeto de eliminar impurezas que pudiera llevar consigo - pasando directamente a las máquinas "limpiadores de hilatura."

ACETATO DE CELULOSA. - Los desperdicios de algodón, los linters e incluso la celulosa de madera con alto contenido de celulosa, son la materia prima para la elaboración del acetato de celulosa. La celulosa empleada, no debe de tener más de 5% de humedad porque entre mayor humedad contenga, la cetilación será más difícil. Si la humedad es mayor a dicha cantidad, se provocará bajarla empleando bajas temperaturas, de otra manera puede presentarse una pobre penetración de los reactivos.

Durante el proceso de formación de la fibra de hecho ocurren dos fenómenos:

- a) Degradación de la celulosa
- b) Dispersión del acetato por medio del ácido acético.

Acetilación. - Se lleva a cabo en unos tanques mezcladores, equipados con agitadores, alrededor de ellos circula un sistema de enfriamiento, que sirve para controlar la temperatura del mezclador, esta fluctúa entre 2 a 45°C haciendo circular aire caliente o fresco.

La celulosa se agrega gradualmente a los tanques donde previamente se habían puesto el anhídrido acético y el catalizador; este puede ser; ácido sulfúrico, cloruro de zinc, etc. La celulosa es movida y activada, manteniéndose a la temperatura de 22°C, durante 60 minutos aumentando su temperatura hasta 28°C.

El tiempo de acetilación varía según las características que previamente se hayan fijado, así para un producto determinado, se hace una correlación entre tiempo, acetilación, temperatura, cantidad de catalizador y viscosidad, etc.

Para determinar si la mezcla ha reaccionado lo suficiente, se toman muestras de la solución que debe ser clara hasta determinar por medio de precipitación, la cantidad de acetyl presente que es de 35 a 45%.

La degradación ocurre, durante esta fase aminorando la longitud de las cadenas de celulosa, hasta el tamaño deseado cuidando el control de viscosidad de la mezcla acetilada, y finalmente por la viscosidad en acetona.

Hidrolisis de Triacetato. - En el tanque acetilador se efectúa la hidrolisis vertiéndose agua y ácido acético a temperatura controlada de 30°C, se agregarán estos según la cantidad de acetyl, que se desee tenga el producto resultante y que al madurar el líquido, pasa de tri-acetato perdiendo grupos $\text{CH}_3\text{COO}-$, pasando a ditriacetato, por acción del agua que origina una reducción del acetato soluble en acetona; ya obtenido el acetato deseado, se le adiciona agua en cantidad para que precipite.

El tiempo de la operación es variable, pues depende de las condiciones prevalecientes, así mismo para evitar una desacetilación prolongada a una esterificación por acción del ácido sulfúrico utilizado como catalizador, es necesario el empleo de algún agente adecuado que dé estabilidad, el cual será adicionado durante la precipitación.

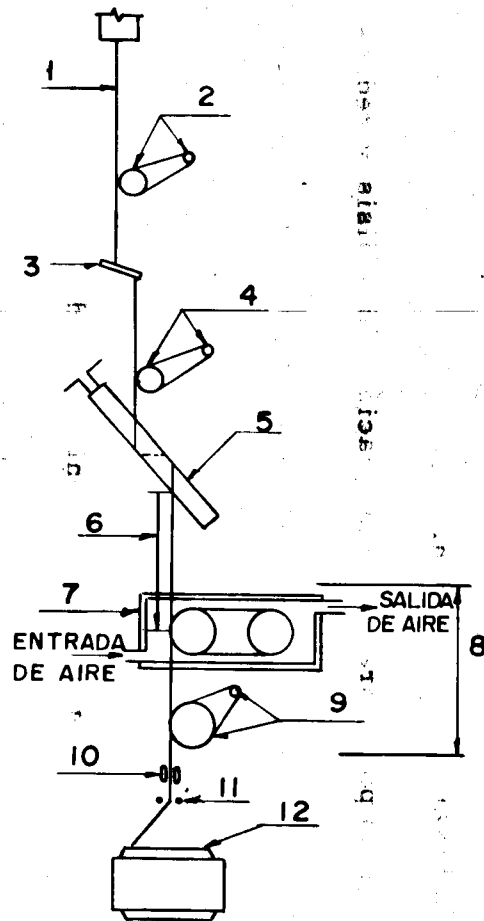
El aspecto que presenta el precipitado es en forma de escamas de color blanco, este se lava perfectamente para librarlo del ácido que pueda llevar, se centrifuga y se seca. Este producto es el acetato de celulosa, que disuelto con acetona al 95% produce una solución viscosa lista para ser hilada.

FIBRAS SINTÉTICAS. - Generalidades. - Las fibras sintéticas, en especial el nylon, el poliéster y las acrílicas, son de gran actualidad comparadas con el lino, algodón y la lana, conocidas desde los inicios de la humanidad. Esta situación corresponde al hecho de que son fabricadas totalmente por la tecnología humana, ya que aunque existen polímeros naturales, no es posible emplearle comunmente.

Los polímeros formados artificialmente, aún con las dificultades que presentan para la obtención de sus materias primas y de ellos mismos, tienen cualidades y características tales que compensan su costo y aún han resultado más económicas en algunos casos debido a su gran duración. Un ejemplo de esto lo presentan las cuerdas usadas en los aparejos marinos, anteriormente de henequén y gran parte, ahora, hechas de nylon.

Introducción. - Las fibras sintéticas tienen mucho en común aún cuando sean productos de muy diferentes compuestos. Son producidas por la coagulación o solidificación de la solución o fundido de su polímero. Los polímeros se logran por medio de una reacción de polimerización, que la conversión de un compuesto particular a alguno de peso molecular mayor múltiplo de si mismo.

Antiguamente se tomaba como polimerización aún a la asociación física, pero actualmente se restringe su uso para las reacciones de multiplicación química, cadenas lineales o ramificadas de compuestos de bajo peso molecular. Hay un crecimiento progresivo para la formación de las cadenas.



- 1.- DEL CAÑÓN DE TEMPLADO
- 2.- RODILLOS ALIMENTADORES
- 3.- CHAVETA ESTIRADORA
- 4.- PRIMERA ZONA DE ESTIRADO EN PROPORCION DE 3.7 A 1.0
- 5.- RODILLO CALENTADO INTERNAMENTE POR MEDIO DE ACEITE DIAMETRO DE 3.5 PULGADAS Y LARGO DE 30 PULGADAS ; A 250 C
- 6.- SEGUNDA ZONA DE ESTIRADO, EN PROPORCION DE 1.2 A 1.9
- 7.- CAMARA CALENTADA POR AIRE
- 8.- ZONA DE AFLOJAMIENTO, 9.5 VUELTAS A 250C DURANTE 0.3 SEGUNDO
- 9.- RODILLOS AFLOJADORES
- 10 BOQUILLA ENREDADORA
- 11.- GUIA
- 12.- EMPAQUE DEL HILO ESTIRADO

CONFECCION DEL HILO PARA NEUMATICO

En el crecimiento por pasos el mecanismo es como sigue: Un monómero se une a otro y esos dos se unen a otros y estos igual.

En el crecimiento progresivo reaccionan dos monómeros, otro monómero se une al final de la cadena del polímero y continúan hasta esa la actividad del extremo.

Puede haber, en una reacción de polimerización, más de un monómero entonces se dice que hay una copolimerización.

Muchas sustancias naturales tienen composición o componentes poliméricos: Las proteínas, la madera, la quitina, etc. También hay polímeros inorgánicos: el silice, el feldespato, etc.

Los oligómeros son cadenas cortas que no pasan de 10 unidades de monómero. Si el polímero es demasiado grande se le llama alto polímero. NYLON. - El nylon no es un compuesto particular, ya que se pueden obtener cantidades ilimitadas de nylons, cada uno con sus propiedades particulares, unos son flexibles, otros rígidos.

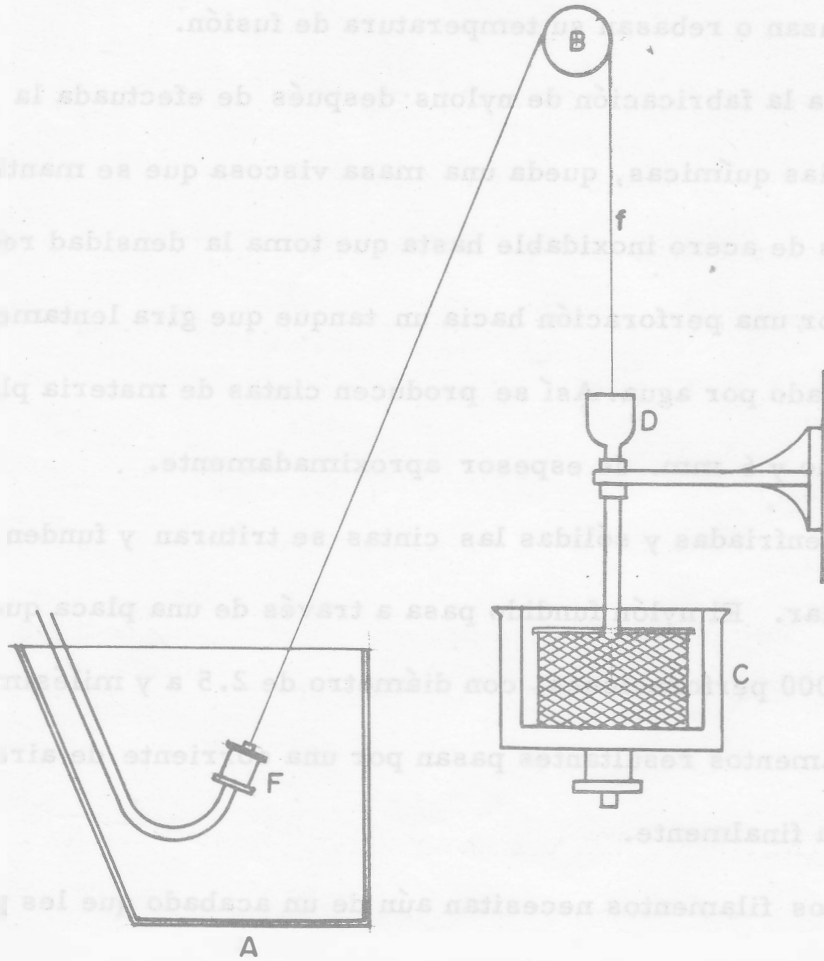
El ácido adípico y la examentilenidamida. - El ácido adípico se puede obtener a partir de diferentes materiales:

- a) Del fenol por reducción y oxidación.
- b) Del ciclo hexano por oxidación.
- c) Del butadieno por cloración, cianuración, hidrólisis y reducción.
- d) Del tetrahydroforano por carbonatación.

La examatilenidamina se obtiene:

- a) El ácido adípico, con sales de amonio, deshidratación y reducción.

ESQUEMA DE HILATURA EN CENTRIFUGA



A.- Baño de coagulación

B.- Rodillo arrastrador del hilo

C.- Recipiente de la centrifuga

D.- Embudo guardahilos

F.- Hilera

f.- Hilo

b) Del butadieno por cloración, cianuración y reducción.

c) Del tetrahidrógeno por hidrólisis y reducción.

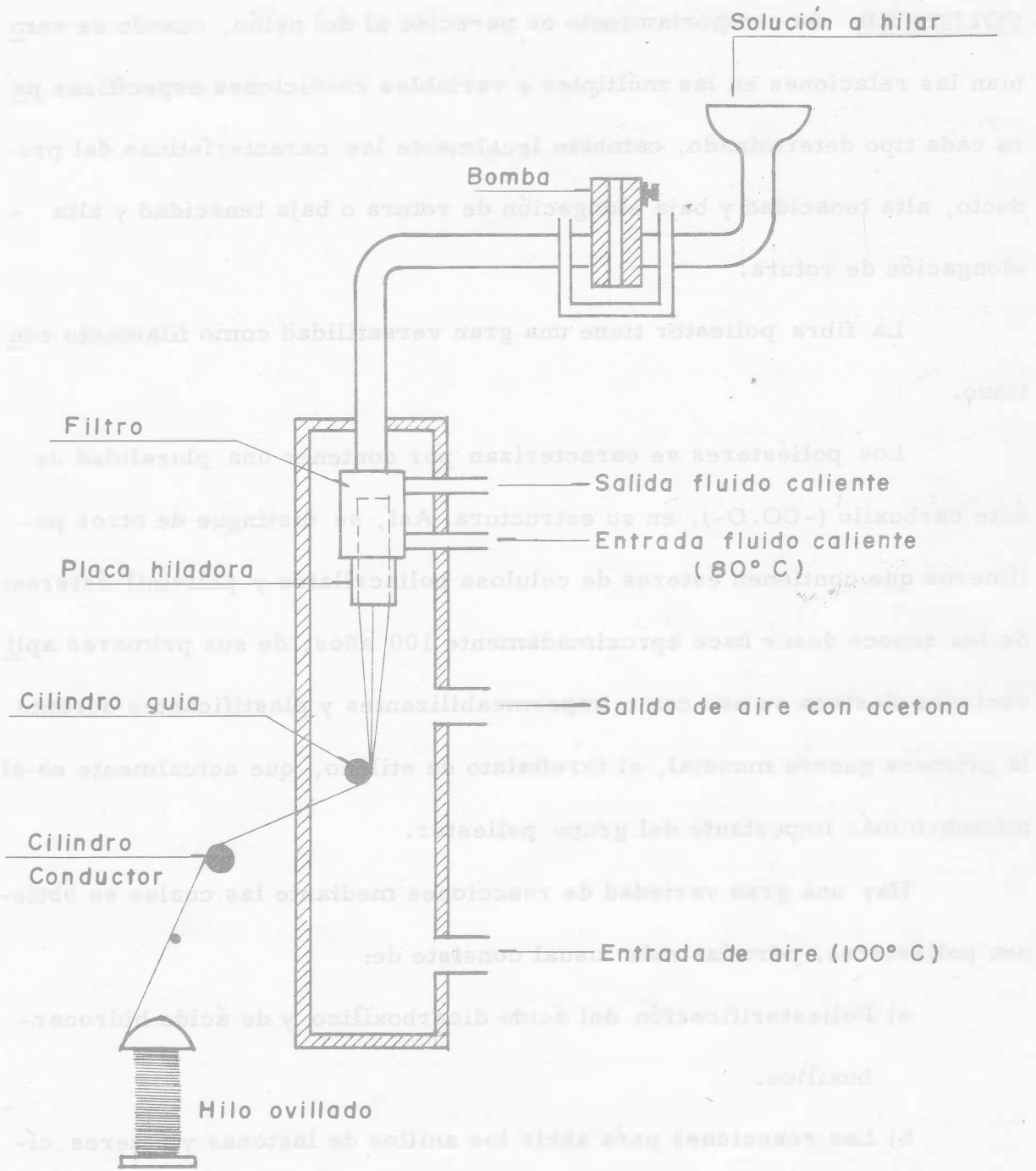
Durante la manufactura del polímero debe tenerse cuidado en el control de la temperatura, ya que regularmente los polímeros se degradan cuando alcanzan o rebasan su temperatura de fusión.

Para la fabricación de nylons después de efectuada la mezcla de las sustancias químicas, queda una masa viscosa que se mantiene caliente en tanques de acero inoxidable hasta que toma la densidad requerida. Después pasa por una perforación hacia un tanque que gira lentamente y el cual es enfriado por agua. Así se producen cintas de materia plástica de 25 mm. ancho y 6 mm. de espesor aproximadamente.

Ya enfriadas y sólidas las cintas se trituran y funden en las máquinas de hilar. El nylon fundido pasa a través de una placa que tiene de 1,000 a 12,000 perforaciones, con diámetro de 2.5 a y milésimas de pulgada. Los filamentos resultantes pasan por una corriente de aire frío que los solidifica finalmente.

Estos filamentos necesitan aún de un acabado que les proporcione características definitivas. Originalmente es brillante y transparente, pero se le puede opacar por medio de óxido de titanio. Se le puede teñir antes de extrusionarlo, según las especificaciones del consumidor.

Posteriormente se estiran pasándolas por unas poleas de las cuales una gira 4 veces más rápido que la primera, para que las cadenas de los polímeros se alineen y la fibra tenga más resistencia. Después de esto, los filamentos se pasan rápidamente por un recipiente con agua hirviendo secándose y empacándose por su traslado a los centros de consumo.



ESQUEMA DE HILATURA DE RAYON ACETATO SISTEMA SECO

POLIESTER. Su comportamiento es parecido al del nylon, cuando se cambian las relaciones en las múltiples y variables condiciones específicas para cada tipo determinado, cambian igualmente las características del producto, alta tenacidad y baja elongación de rotura o baja tenacidad y alta elongación de rotura.

La fibra poliester tiene una gran versatilidad como filamento continuo.

Los poliésteres se caracterizan por contener una pluralidad de este carboxilo (-CO.O-), en su estructura. Así, se distingue de otros polímeros que contienen ésteres de celulosa poliacrilatos y polivinil-ésteres: Se les conoce desde hace aproximadamente 100 años, de sus primeras aplicaciones destaca su uso como impermeabilizantes y plastificantes durante la primera guerra mundial, el tereftalato de etileno, que actualmente es el miembro más importante del grupo poliester.

Hay una gran variedad de reacciones mediante las cuales se obtienen poliesteres, pero la más usual consiste de:

- a) Poliesterificación del ácido dicarboxílico y de ácido hidrocarboxílico.
- b) Las reacciones para abrir los anillos de lactonas y ésteres cíclicos.

El nombre original de este grupo de fibras es terylene y otras grandes fibras son el dacrón, el kodel, el fortrel, el crolán, el vycron, el tergal, etc.

FIBRAS ACRILICAS. - Las fibras acrílicas se derivan de una sustancia llamada poliacrilonitrilo, una de tantas sustancias producidas colateralmente por la industria del hule sintético.

Las propiedades físicas de estas fibras son en general alta resistencia a los efectos degradantes de la luz solar, así como una estabilidad térmica.

El acrilonitrilo es difícil de teñir pero puede copolimerizarse con otros derivados vinílicos que se tiñen con facilidad. El resultado es que la fibra resultante es una modificación arilonitrilo. Por esto se requiere que el 85% del compuesto sea acrilonitrilo para poder etiquetarse como "acrílico". Si tiene menos, se le llama "modacrílica".

Se producen una gran variedad de fibras acrílicas, entre ellas: el orlón, acrilán, creslán, zefrán, etc.

El medio preferido para llevar a cabo la polimerización es el acuoso, añadiendo un catalizador. Así como suficiente ácido sulfúrico para dar un pH de 3.2 a la solución.

El polímero es insoluble en agua y se separa por centrifugación una vez que se ha secado, se granula y almacena, quedando listo para disolverse en un medio apropiado por la mezcla. Los monómeros no reaccionados y los oligómeros se recirculan para su aprovechamiento.

La principal función del solvente es romper las uniones de hidrógeno para que las cadenas del polímero queden libres. La solución se forza a través de una boquilla perforada del mismo modo que el nylon y el poliéster. Luego que la mezcla deja las perforaciones, entra en un ba

ño de aire caliente donde se evapora el solvente de los filamentos.

Mediante otro proceso, llamado seco, la solución se hace acetona, de la que se deja del 12 al 25% para reducir la electricidad estática, darle una blanda consistencia, lubricar la fibra y poder usarse con el equipo textil normal.

Después de esto los filamentos obtenidos son sometidos a un alargamiento para producir fibras con la tensión y elongación de ruptura deseadas. Hasta ahora la mayoría de los acrílicos se han usado en artículos que requieren fibras muelle y por esta razón se producen como estopas pesadas, las que después de alargadas y aflojadas, se les cresa y corta para poderlas procesar con los sistemas que se emplean para el algodón o la lana.

INDUSTRIA DEL HULE.

CAUCHO. - Cuando los árboles del caucho en sus plantaciones son cultivados y rebasando los 6 años de edad, están ya capacitados para producir el "latex". Si es tratado adecuadamente, un buen árbol puede llegar a una vida activa de 20 años.

El latex es un líquido lechoso, considerando como producto de desecho de la planta, del que ésta no hará ningún uso. El análisis del latex ha demostrado que se compone, aproximadamente de:

35% de Caucho

3% de Sustancias no gomosas

62% de agua.

Si se le deja reposar durante unas ocho horas, se pone áspero y grumoso. Los cazos llenos del latex extraído, se vacían a unos pequeños tanques, en los cuales se les adiciona un líquido anticoagulante, para poder manejarle después en su transportación de la plantación hacia la fábrica para su procesamiento. En donde se eliminará el suero que contiene - provocando la coagulación del material, es decir la coagulación del latex se puede provocar por medio de:

a) Simple exposición al aire.

b) Por ahumado.

c) Por vía química.

d) Por centrifugación.

Los productos obtenidos en los diferentes métodos antes mencionados varían de aspecto. El caucho silvestre se presenta en forma de bolsa (caucho de Africa) o en panes, cubos u hojas. El caucho de plantación se exporta en crespón, en hojas, planchas o en polvo.

El caucho bruto fresco es de coloración blanco grisáceo, rosado, y oscuro según su origen y la forma de prepararlo, no teniendo olor y sabor alguno. Es blando, flexible, impermeable, elástico y puede sufrir deformaciones (elongaciones) a 10°C, el cual vuelve a su estado natural cuando deja de existir esta temperatura. A los 150°C se hace viscoso, pegajoso, muy adherente, llegando a perder su elasticidad.

El tratamiento del caucho bruto puede reducirse a cuatro operaciones principales:

PURIFICACION. - Eliminación de las impurezas que puede tener al pasar el caucho ablandado entre dos rodillos de fundición que giran en sentido inverso. Se obtienen así láminas delgadas y agujeradas que retienen de un 12 a 15% de agua; es el caucho normal, que solo se emplea en disolución.

MEZCLADO. - Incorpora al caucho en tanques mezcladores con agitación, los productos destinados a comunicarle tal o cual calidad.

AMASADO O MASTICACION. - Aglomera las partículas separadas o desgarradas por la operación anterior. Se emplean laminadoras formadas por dos cilindros calentador (con vapor en el interior) que giran en sentido contrario a velocidades diferentes.

VULCANIZACION. - Su gran sensibilidad al frío y al calor hacen al caucho natural, impropio para usos industriales corrientes. Además que el caucho se resinifica por la influencia del oxígeno del aire perdiendo así sus cualidades. Fué necesario por lo tanto, buscar la manera de eliminar este inconveniente. Goodeay (1840) fué el primero en observar que la adición de azufre al caucho y la cocción de esta mezcla a 115°C modificaba sus propiedades, también se hacia menos sensible a las variaciones de temperatura y mejoraba sus cualidades elásticas.

El caucho blando y caliente puede comprimirse entre cilindros, hasta convertirlo en una lámina. Esta operación se llama laminación. Las suelas de zapatos se fabrican recortando láminas producidas de este modo.

Los tubos de goma como mangueras se fabrican por expulsión. Al caucho blando se lo fuerza a salir a través de una boquilla que es llamada matriz. La forma de la matriz determina a el tubo que sale de ella.

Los neumáticos de los automóviles se fabrican por moldeo. El tejido básico, el acero y el caucho se comprimen a gran presión para que se adapten a la forma del molde. Mientras el neumático está sometido a presión es calentado para que el caucho se vulcanice, saliendo de este proceso con su forma definitiva. Las bolsas de agua caliente y los juguetes de goma son otros ejemplos de productos moldeados.

El latex espumoso (usado en toda clase de colchones) es mucho más fácilmente de elaborar que las láminas de caucho. La espuma de caucho se fabrica, agitando la crema de latex para introducir burbujas de aire. La masa espumosa puede después ser calentada en un molde, para vulcanizarla.

HULE BUNA. - Su manufactura consiste en hacer reaccionar butadina con estireno para formar cadenas de polímeros.

Esta reacción se lleva a cabo en una solución de jabón, siendo - acelerada la reacción por medio de un catalizador, la mezcla es agitada en un reactor y enfriada por medio de agua refrigerada.

Esta reacción es exotérmica, y la reacción se debe de controlar a 0.5°C ; un modificador (dodecyl mercaptam) es agregado para controlar la calidad, el reactor trabaja siempre bajo cierta presión.

Después de un cierto número de horas se añade una sustancia como la hidroquinona, para destruir el catalizador y contrarrestar una posible reacción de éste.

El balance de las operaciones tienen como propósito la transformación del copolímeros que no reaccionan, para mandarse nuevamente al reactor.

Combinando el latex con una solución de sal, se hace más tarde una adición de un ácido para que se coagule la solución, para luego pasar a su lavado, filtrado, secado y empaclado.

Una vez que el producto se encuentra en la bodega, se le adicio-nan antioxidantes, con el fin de mantener en buenas condiciones al producto.

El reactor esta compuesto por 2 filas de 12 reactores en serie, teniendo una camisa interna y un agitador. Tiene en su parte superior una varilla especial para poder observar la reacción y además una entrada de hombre por la cual también se puede hacer la adición de reactivos o materias primas.

Cuando termina la labor de reacción en la célula de jabón (el proceso descrito anteriormente es el que se lleva a cabo en este equipo). El tiempo de ciclo del proceso en el reactor es el de 15 horas. La columna purificadora tiene 12 parrillas de acero perforadas, porcelanizadas operando ésta al vacío. El desecho se recupera. En esta fase, en la parte superior de este purificador se concentra el vapor y en parte inferior se concentra el condensado. Este producto tiene sobre todo butadiena. El nombre de BUNA le fué dado de la siguiente palabra BUTADIENA-NATRIUM sodio. (ob. de la palabra butadiena y sodio).

El campo de todas estas sustancias es cuantitativo. Los primeros hules fueron producidos por reacciones en el sodio.

El hule buna es ideal para el uso de las llantas y partes mecánicas de hule. Existe también el Buna N que se deriva del polímero butadina y el Acrilonitrato y se le llama perbuna, es muy bueno para resistir la corrosión de los solventes químicos y tiene buenas características térmicas.

Otra obtención de la Butadina es a partir del petróleo. KYNAR. Es un plástico de alta preformancia, caracterizado por su dureza, su resistencia a la corrosión y versatilidad de aplicación. Es un polímero de alto peso molecular, cristalino, constituido básicamente de Fluoruro Vinilidina, conteniendo un 59% de Fluor en peso.

Su importancia para los diseñadores radica en una serie de propiedades (química, mecánica, eléctrica y térmica). Es empleado para los recubrimientos del equipo de proceso químico y tuberías para aislar cables, etc. actuando como un verdadero termoplástico. El KYNAR posee las si-

güentes características.

- 1.- Mecánicamente fuerte y resistente.
- 2.- Gran fuerza dieléctrica (aislante).
- 3.- Estabilidad térmica.
- 4.- Resistente a la acción de solventes químicos.
- 5.- Estable a las inclemencias del tiempo.
- 6.- Vida casi perenne.
- 7.- No tóxico.

PENTON. - Es el nombre de una resina termoplástica derivada de la cloración de un poliéster.

Es un polímero lineal de característica cristalino, extremadamente resistente a la acción de los agentes corrosivos y a la degradación térmica, siendo muy estable con los cambios de temperatura, teniendo muy poca absorción de agua, siendo de color negro o verde olivo.

Su principal aplicación está basada en el recubrimiento y protección en válvulas, bombas, tuberías, juntas, etc. previniendo de esta manera la posible corrosión. Es usado también como monofilamento para soporte de filtros, etc.

Sus propiedades son muy parecidas a las del Kynar. La diferencia estriba en que el Penton es un polímero termoplástico hecho a base de cloro, y el Kynar es un polímero termoplástico hecho a base de fluor.

JABONES Y DETERGENTES.

GENERALIDADES. - Aunque generalmente se define al jabón como las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos, posiblemente sea más acertada la definición dada por la ASTM (American Society for Testing Materials), la cual dice textualmente:

"JABON. - El producto formado por la saponificación o neutralización de grasas, aceites, ceras, resinas o sus ácidos, con bases orgánicas ó inorgánicas".

El que los jabones sean las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos no puede tomarse a modo de definición porque, a decir verdad también son jabones las sales de magnesio, calcio, aluminio, etc., de los ácidos grasos.

El jabón puede fabricarse por tres procedimientos diferentes, que dependen de la temperatura a la cual se lleva a cabo la saponificación. Se obtienen así jabones en frío, jabones semi-hervidos y jabones hervidos.

Estos tres procedimientos encierran en sí a todos los tipos de jabones que se conocen, los que sólo varían en sus especificaciones. Siendo estas especificaciones un tanto arbitrarias, ya que dependen del uso al que se vayan a aplicar.

En términos generales explicaremos en que consiste la saponificación. Los aceites y las grasas (animales y vegetales) son mezclas indefinidas de glicéridos. Por su parte, un glicérido es el producto resultante de la combinación de uno o más ácidos grasos con la glicerina. Así, pues, un glicérido puede tener sus tres radicales ácidos iguales o diferentes.

Por la acción de los álcalis, la glicerina se separa de los glicéridos, ocupando entonces su lugar el metal correspondiente al álcali, para constituirse de esta manera una sal metálica, que nó es otra cosa que jabón.

Tomemos un ejemplo para explicar esta reacción con mayor claridad.

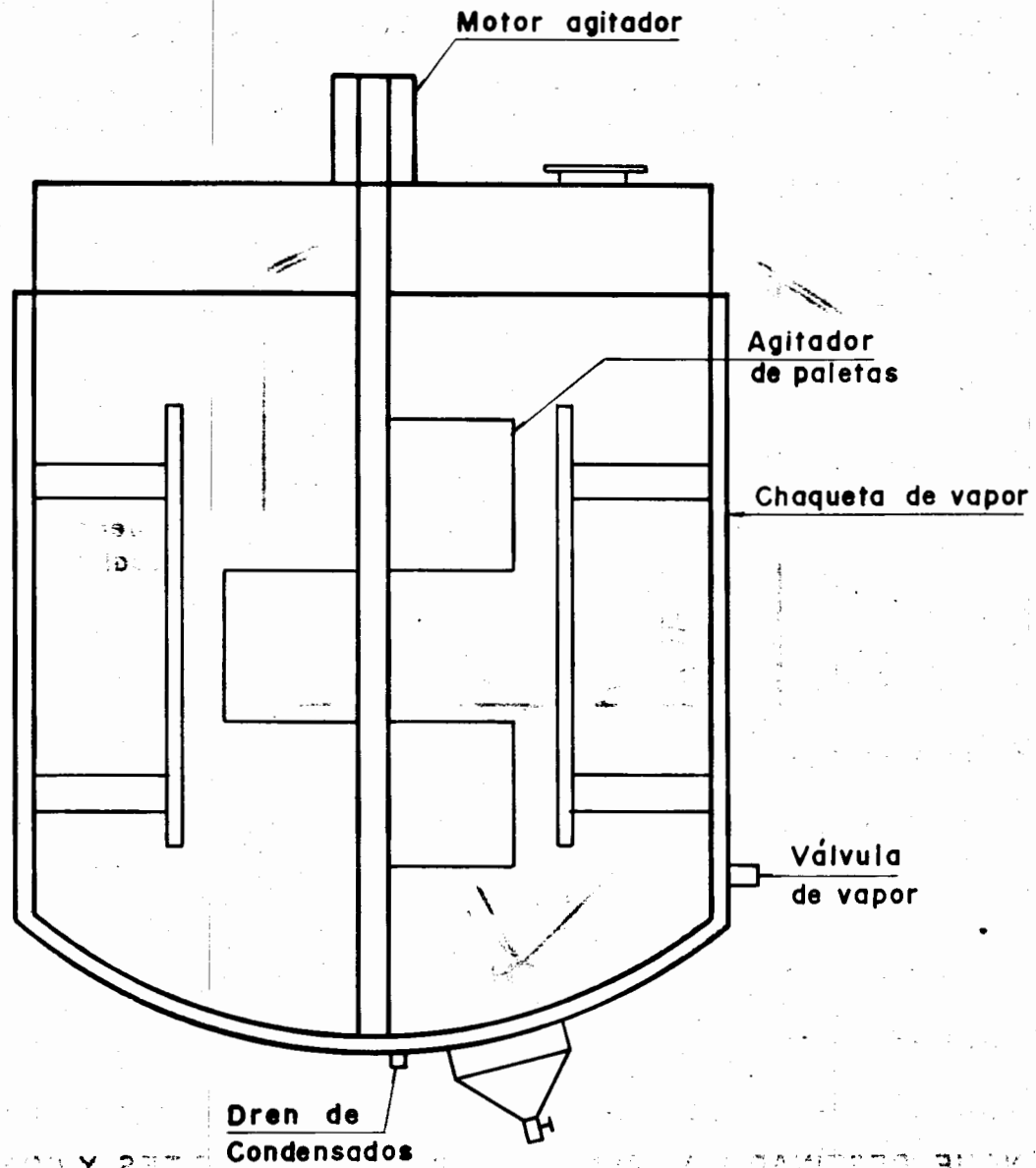
Estearina + Sosa Caústica \rightarrow Glicerina + Estearato de Sodio.

En este caso el glicérido es la estearina la cuál, al reaccionar con el álcali (sosa caústica) deja en libertad la glicerina y forma una sal (estearato de sodio), que es el jabón.

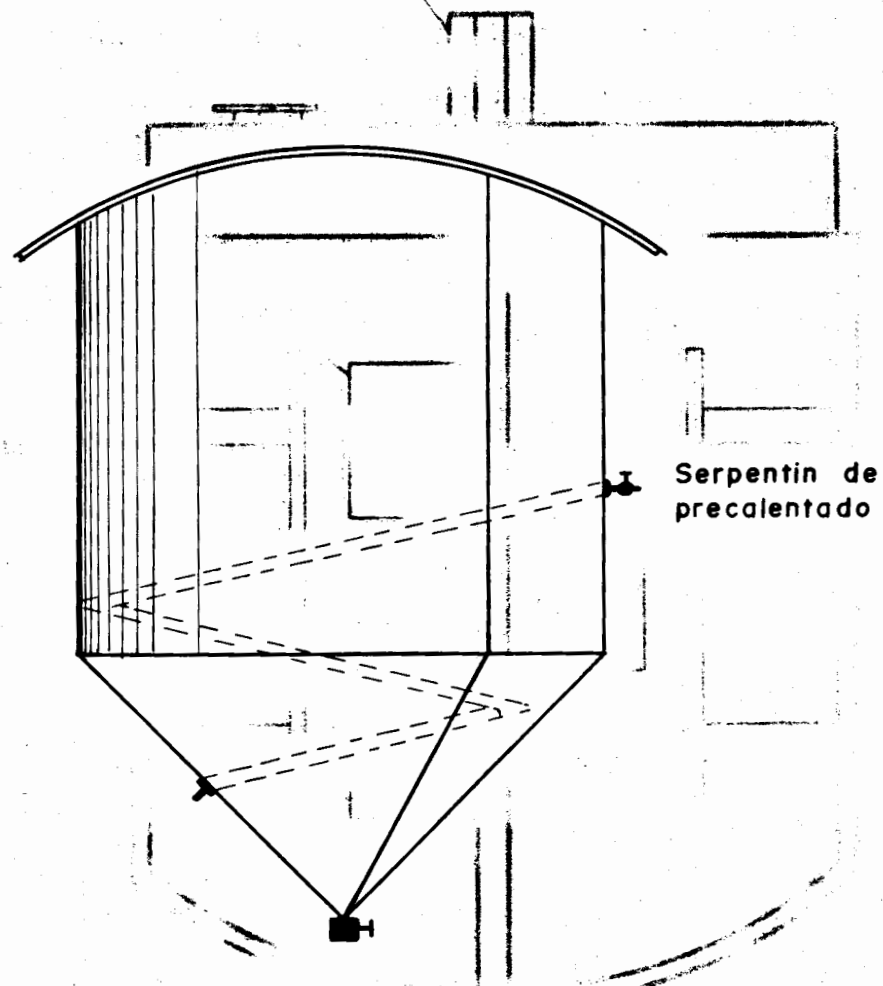
Esta es la base de toda la industria jabonera, naturalmente que, para obtener éxito en ella, deben observarse ciertos factores, como son las temperaturas, la concentración de las soluciones y el porcentaje de cada una de las sustancias que toman parte activa en el proceso.

JABON DE CALDERA. - Para la elaboración de un producto de este tipo, suele utilizarse una mezcla de cebo y aceite de coco, y otros aceites, entre los cuales encontramos el de oliva, de palma, de sésamo, de maní, etc. Los jabones de caldera pueden llevar resina o nó. Por regla general en los jabones de tocador se excluye esta substancia, así como ciertos materiales de relleno, principalmente el silicato de sodio y el carbonato de sodio. En este caso veremos como se fabrica un jabón de caldera que contenga resina y materiales de relleno.

Las grasas y los aceites se vierten por gravedad en el tacho de saponificación, y ahí se mezclan al mismo tiempo que se calientan con la



TACHO DE SAPONIFICACION



TANQUE DESTINADO AL ALMACENAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS

TOMO DE AGRICULTURA

ayuda de un serpentín con vapor indirecto, a fin de obtener una mezcla uniforme. Los tachos de saponificación tienen una capacidad variable, la cual dependerá de la capacidad de producción de la fábrica.

Se construyen íntegramente de hierro y generalmente tienen forma cilíndrica y fondo cónico, según puede apreciarse en el tacho de saponificación. Algunos fabricantes utilizan también tachos de saponificación de forma cuadrada, rectangular o tronco-cónica. Un tacho de saponificación debe estar provisto de una instalación de vapor, la cual permita el calentamiento con vapor directo o indirecto.

Para tal fin se utilizan serpentines que generalmente se colocan en el fondo del tacho, de los cuales algunos son cerrados y otros llevan perforaciones. La descarga de las lejías, se efectúa por el fondo del tacho jabonero, este lleva una válvula en la parte inferior. Es interesante también hacer referencia al chupador móvil que se acopla al tacho jabonero, cuyo objeto es hacer una separación neta del jabón y de la mezcla de jabón y lejías que quedan luego de haber concluido la saponificación según el procedimiento que nos ocupa.

Una vez que se hayan mezclado los aceites y grasas en el tacho jabonero y mientras se encuentren calientes, se les añade una solución de sosa caústica que se estime necesaria para la saponificación de las materias grasas. La mezcla se efectúa con la ayuda de un agitador de paletas construido de madera dura, manteniéndose el calor. Si durante la operación la masa contenida en el tacho de saponificación se espesara demasiado se le agregó un poco de sal (de uno a dos Kg. por cada mil doscientos Kg. de materias grasas).

Después se procede a la salatura. Se sabe cuando el jabón está a punto de salatura, al añadirle unas gotas de solución alcohólica de fenoftaleína a una porción endurecida de él, la hace virar lentamente al rojo. Además debe correr libremente sobre una paleta metálica.

Para la salatura tanto puede emplearse una salmuera concentrada como sal sólida, y finalmente pulverizada. En realidad, es preferible el uso de la salmuera, pues presenta la ventaja de que se distribuye más homogéneamente en la masa jabonosa.

Al cabo de unos minutos se suspende la inyección de vapor y se deja todo en reposo durante varias horas. Durante el cual se forman dos capas: la superior está constituida por jabón mezclado con una pequeña cantidad de glicerina, que se le eliminará en pasos subsecuentes. Mientras que la inferior es la capa formada por lejías residuales. Una vez que por reposo se hayan formado las dos capas en el tacho jabonero, se elimina la inferior. La lejía residual se pasa inmediatamente a los tanques de almacenamiento en los cuales se deja hasta que se vaya a someter al tratamiento necesario para separarle la glicerina que contiene.

Cuando se haya eliminado toda la lejía se inyecta vapor directo con la ayuda de un serpentín perforado en la masa jabonosa que queda en el tacho, y se hierve hasta que se convierte en una crema unida y uniforme. Llevándose a cabo una segunda saponificación parcial, para lo cual se agrega mayor cantidad de lejía de sosa cáustica que se estime necesario. Prácticándose la salatura del mismo modo que la anterior, separándose las lejías

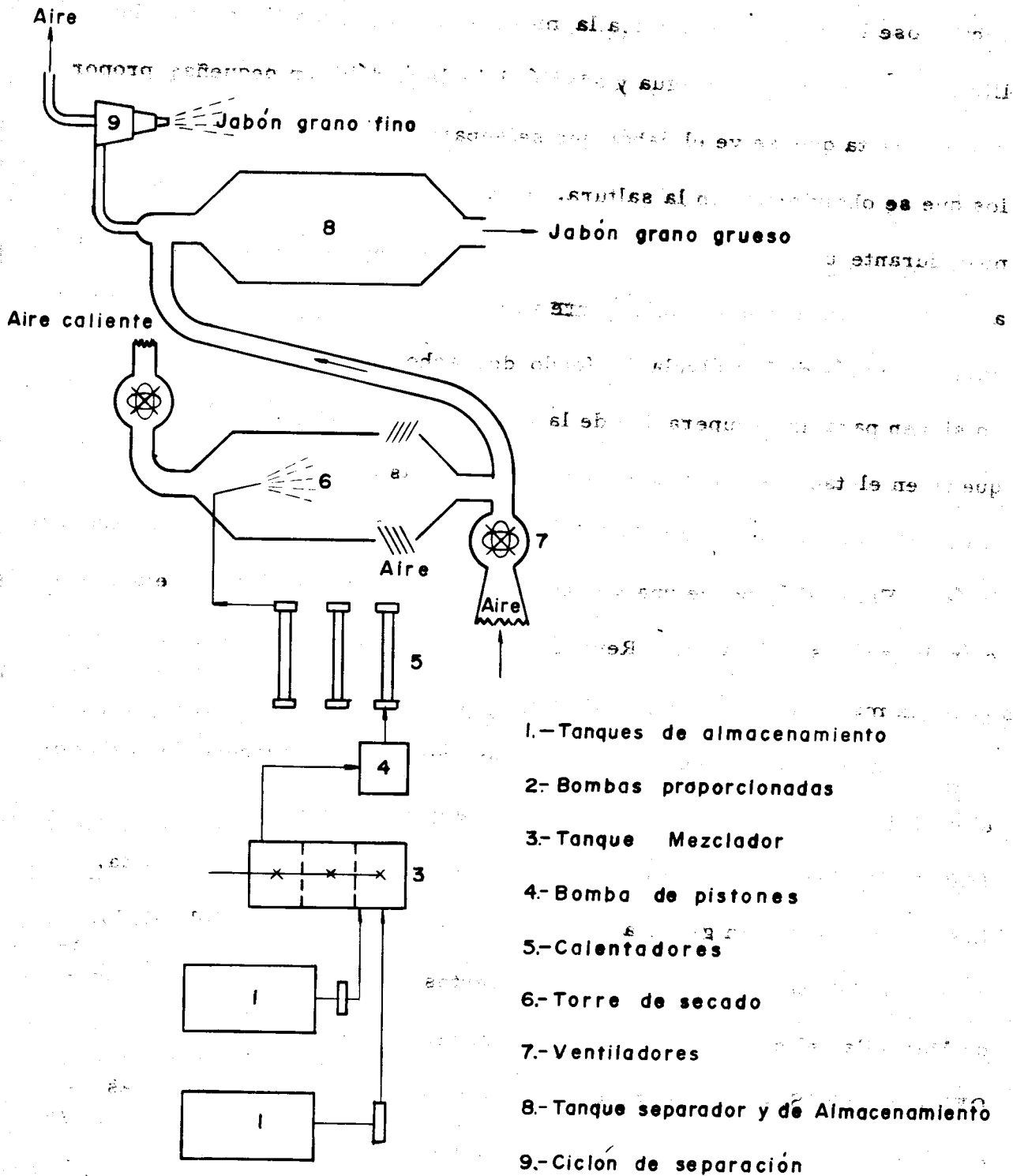
residuales, que también sirven para la recuperación de la glicerina, inyectándose luego vapor directo a la masa jabonosa, hasta llevarla a ebullición. Diluyéndose con agua y añadiéndole lejía débil en pequeñas proporciones, hasta que se ve el jabón que se separa en granos algo mayores que los que se obtuvieran con la saltura. Consiguiendo esto, se deja todo en reposo durante un lapso mínimo de cuatro horas. Las lejías residuales irán al fondo mientras que el jabón ~~sobre~~ nadará sobre ellas. Estas lejías se separan a través de la válvula del fondo del tacho jabonero, tirándose, pues no sirven para la recuperación de la glicerina. Por su parte el jabón que queda en el tacho se separa en dos capas, de las cuales la superior constituye el jabón puro, siendo la inferior una mezcla de jabón impurificado con lejías. Este jabón posee una elevada alcalinidad y se destina a la elaboración de jabones ordinarios. Repitiéndose las operaciones anteriores hasta a gotar la masa jabonosa.

El material obtenido pasa posteriormente a su proceso de acabado el cual dependerá de la marca ó fabricante que se trate.

JABON DE GRANO. - Esta clase de jabón se debe a su condición sólida. Los jaboneros llaman grano a la torta que se forma después del salado. Entre los jabones de grano existen diferentes variedades, como el jabón de Marsella, el de tocador, el de afeitar, etc.

DETERGENTES. - El detergente, substancia o mezcla de substancias que tienen una acción limpiadora debido a una combinación de propiedades: descenso de la tensión superficial, acción humectante, dispersante emulsionante y formación de espuma.

DIAGRAMA DE PROCESO CONTINUO



- 1.-Tanques de almacenamiento
- 2.-Bombas proporcionadas
- 3.-Tanque Mezclador
- 4.-Bomba de pistones
- 5.-Calentadores
- 6.-Torre de secado
- 7.-Ventiladores
- 8.-Tanque separador y de Almacenamiento
- 9.-Ciclón de separación

Los detergentes pueden clasificarse según su composición química (jabonosa, sintéticos, alcalinos, etc.) según su estado físico (líquido, polvo, barras, etc.) y su aplicación (para limpieza de textiles y materias fibrosas, superficies duras, como metales, cerámica, plásticos, etc., o detergentes para la piel o cabello clasificados como cosméticos).

El detergente típico es una mezcla de varios componentes, cada uno de los cuales realiza un función diferente y específica. Las numerosas sustancias que se usan en las fórmulas de los detergentes pueden dividirse en los siguientes grupos:

- 1.- Surfactantes. - Grupo que comprende los jabones (jabón) y sustancias sintéticas de superficie activa.
- 2.- Sales. - Ácidos y bases inorgánicas. - Se llaman coadyuvantes si contribuyen eficazmente a la detergencia de la mezcla, sino es así, se llaman diluyentes o rellenos.
- 3.- Reforzadores orgánicos. - Que aumenta la detergencia, el poder espumante, de emulsión y dispersión de las partículas de suciedad.
- 4.- Aditivos. - Para fines especiales, de blanqueo, y como estabilizadores, etc.

DETERGENTES SINTÉTICOS. - Son las materias que tienen acción limpiadora, como los jabones, pero que no se derivan directamente de los ácidos grasos; los detergentes sintéticos son agentes-tensioactivos, con moléculas estructuralmente asimétricas que contienen grupos hidrófilos o solubles en agua y cadenas hidrocarbonadas solubles en aceites.

Existen tres tipos de detergentes sintéticos:

- 1) Detergentes aniónicos, que forman iones cargados negativamente. El

grupo ionizable es la porción hidrófila y los miembros sintéticos son sales sódicas de los sulfonatos orgánicos. Un 50% aproximadamente de todos los detergentes sintéticos son arilalqui-sulfonatos y alrededor de un 20% del total son sulfatos de alcoholes primarios de cadena recta.

- 2) Detergentes catiónicos, o jabones invertidos; la parte soluble en aceite se ioniza con carga positiva. Las aplicaciones de los detergentes de este tipo alcanzan de un 1% de la producción total de detergentes.
- 3) Detergentes no iónicos, que adquieren su carácter hidrófilo por una cadena lateral hidrogenada. La parte de la molécula soluble en aceite puede provenir de aminas, amida, ácidos, grasos o alcoholes; los detergentes de este tipo, que constituyen alrededor de 18% de la producción total de los detergentes sintéticos, pueden ser usados en combinación con otros detergentes aniónicos o catiónicos.

Los detergentes sintéticos se producen actualmente en mayor cantidad que los jabones para uso doméstico. Son limpiadores muy activos y no se alteran con la dureza del agua, pudiéndose utilizar con agua salada o soluciones ácidas. Generalmente se les añaden diluyentes inertes como sulfato sódico, o formadores para darles cuerpo, tales como polisilicatos o polifosfatos.

DETERGENTES INORGANICOS. - Son los que están formados por sales alcalinas (carbonatos y bicarbonatos sódicos) fosfatos (trisódico), silicatos y sulfatos, cuya común acción detergente se debe a su alcalinidad.

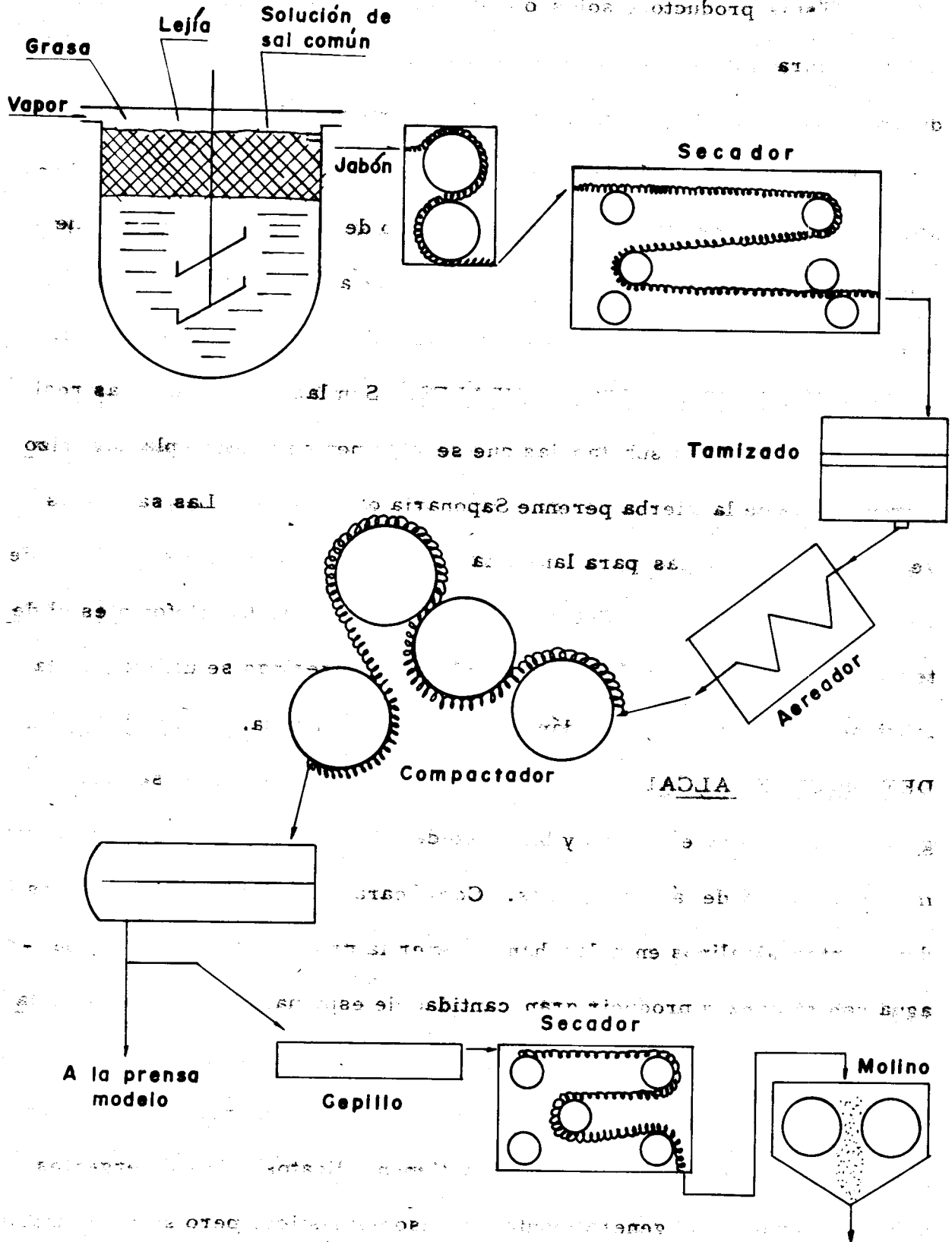
Estos productos, solos o combinados con otros, son de uso doméstico (para limpieza de recipientes de hierro, aluminio, vidrio) e industrial (blanqueo, lavado de colores para pinturas, desinfecciones, etc.)

Otros detergentes inorgánicos son las arcillas, y especialmente la bentonita, variedad de arcilla formada por silicato de aluminio hidratado que tiene la propiedad de absorber agua equivalente a 10 veces o más su peso y desincrustar fácilmente los depósitos producidos por las aguas saladas.

DETERGENTES ORGANICOS NATURALES. - Son las saponinas y las resinas las saponinas son sustancias que se obtienen de algunas plantas (rizomas y raíces de la hierba perenne *Saponaria officinalis*). Las saponinas se emplean como lejías para lana fina, en la fabricación de dentrífico y de lociones para el cabello. Entre las resinas naturales, la colofonia es el detergente más conocido y de mayor empleo. Las resinas se utilizan en la fabricación de jabones y sucedáneos del aceite de linaza.

DETERGENTES ALCALINOS EN POLVO. - Estos detergentes se usan en gran cantidad para el lavado y blanqueo de lencería y deben contener, como mínimo, un 25% de ácidos grasos. Como característica principal, estos detergentes alcalinos en polvo han de tener la propiedad de disolver en agua con rapidez y producir gran cantidad de espuma. Los métodos de fabricación de éstos productos se basan en la pulverización mecánica de los jabones líquidos o pastosos y en la adición de otros. Ingredientes: (oleína, aceite de coco, sebo, etc.). También tienen silicatos. Los detergentes deben su popularidad generalmente a su uso doméstico, pero su importancia deriva sobre todo de sus aplicaciones industriales.

JABON EN POLVO



INDUSTRIA AZUCARERA.

Definiendo someramente, diremos que el nombre de azúcar se aplica a gran número de sustancias que presentan entre sí muchas divergencias cuando se estudian desde el punto de vista químico.

Rigurosamente no puede admitirse hoy en día en química el grupo de los azúcares, si se considera como tales las sustancias que tienen las propiedades comunes que citamos a continuación: glucosa, sacarosa, metilosa, a las cuales se aplica este nombre.

Además del sabor dulce más o menos marcado, los azúcares son cristalizables, solubles en el agua y en el alcohol, y por su composición cualitativa y cuantitativa están incluidos en el grupo de los compuestos, aún hoy denominados hidratos de carbono.

CAÑA DE AZUCAR. - La caña de azúcar es una planta herbácea perenne que alcanza de 3 a 7.5 m. de altura en plena madurez, y se presenta en varias especies y numerosas variedades. La caña de azúcar se planta mediante estacas conteniendo dos o más yemas, que al desarrollarse dan origen a las plantas de caña de azúcar de las que brotan subterráneamente otras plantas, constituyendo una agrupación de tallos. Se necesitan de 12 a 20 meses para el corte de las plantas (plantación nueva) y cerca de 12 meses para el corte de las que ya han sido cortadas anteriormente. Los campos se replantan después de haberse llevado a cabo de 2 a 5 cortes en la plantación originaria. El tronco de la caña es cilíndrico de 2.5 a 7.5 cm. de diámetro y está recubierta con una corteza dura de color -

marrón claro o verde, verde amarillento ó púrpura, según la especie. En el tronco o tallo hay una serie de uniones o internudos separados por nudos (análogo al bambú). La corteza y los nudos son de naturaleza leñosa mientras el entrenudo está constituido por una sustancia blanda y contiene la mayor parte del jugo. Al llegar el momento de la recolección, se cortan las cañas al nivel lo más bajo posible, despojándole primeramente de la hojarasca, llevando a cabo el quemado de la misma provocando con esto que los animales (víboras, tarantulas, etc.) no causen picaduras a las personas que llevan a cabo la zafra, además de que se facilitan las maniobras de corte, carga y transporte de la caña, ya cortada, se evita que algo de la hojarasca seca que pudiese ir acompañando la caña cortada, al entrar a la molienda ésta pueda llegar a absorber el jugo extraído de las partes ricas, disminuyendo la eficiencia de la extracción.

FABRICACION DEL AZUCAR. - Una vez que se ha acarreado la caña de azúcar ya sea por camión o góndolas de ferrocarril esta es descargada dentro del ingenio azucarero, en el batey que es un enorme patio donde es almacenada por unas horas, uno ó dos días, a lo más. Los coradores de caña forman, para acarrearla, atados con uno ó una y media toneladas de peso, con cadenas de acero que facilitan su manejo por medio de la grúa descargadora, que va acomodando la caña en grandes montones.

Esta misma grúa, o grúa adicional, se encarga de depositar la caña en la mesa alimentadora, que va vaciándola en conductores que la transportan al equipo de molienda.

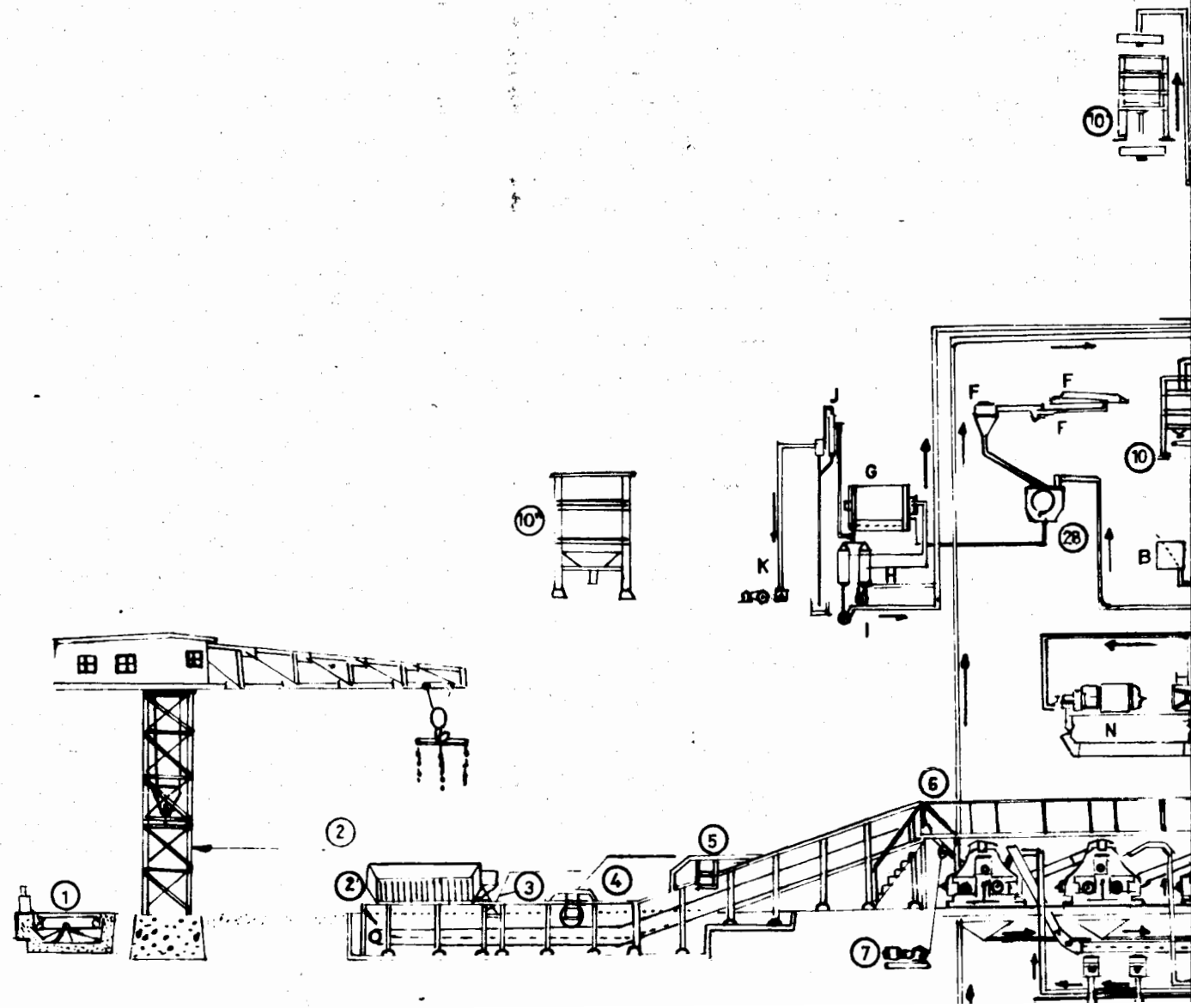
La molienda comprende dos etapas. La primera tiene por obje-

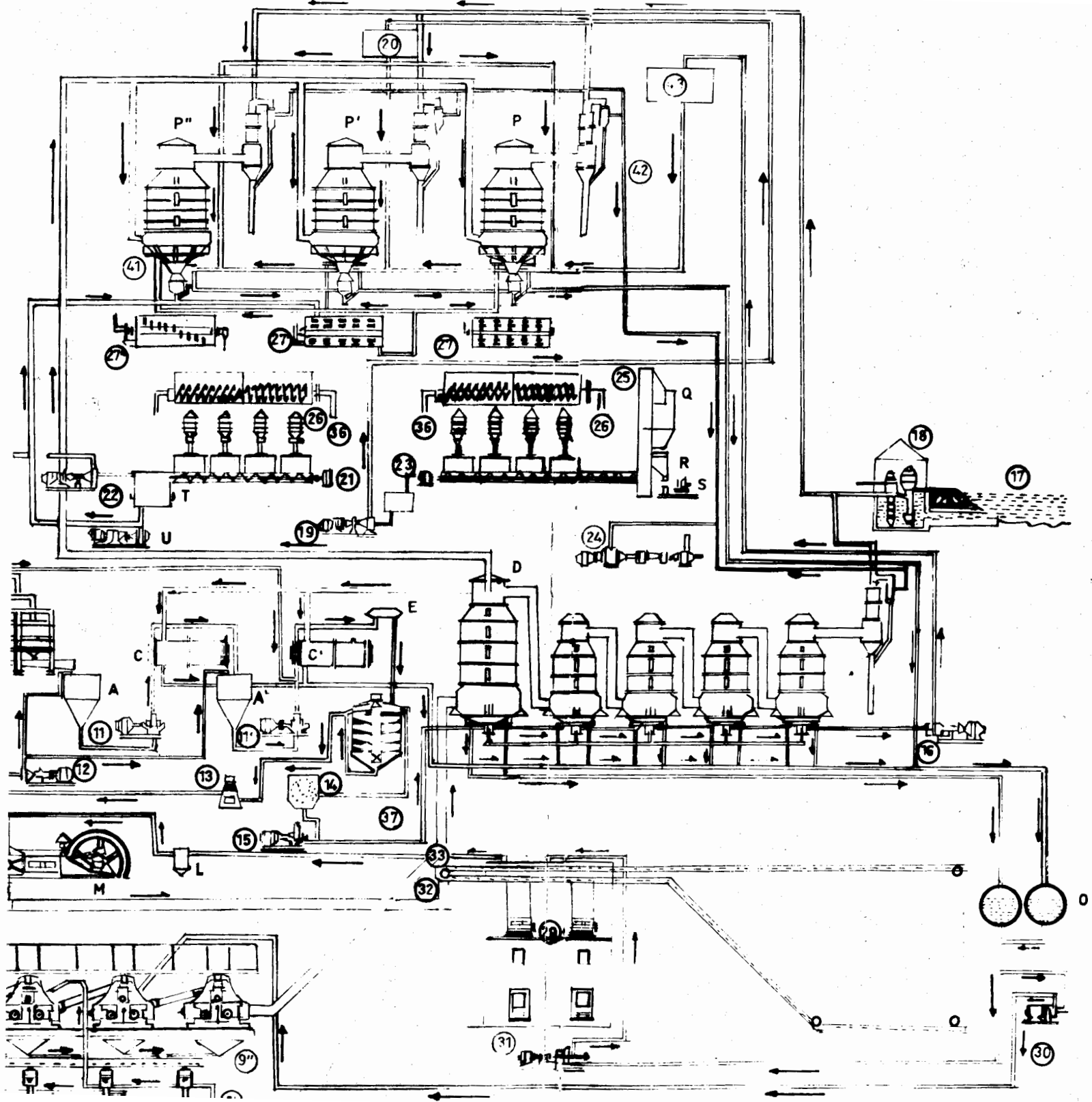
to preparar la caña para extraerle el jugo y la segunda consiste en la extracción, propiamente dicha, del jugo, llamado guarapo.

El primer paso de la molienda consiste en cortar la caña en pequeñas secciones de diez o quince cm. de longitud, operación que recibe el nombre de picado y que se realiza en unas máquinas que tienen filosísimas cuchillas. La caña picada pasa en seguida a la desfibradora, máquina que posee un juego de martillos que machacan las secciones de caña a fin de que las fibras de la misma se separen o se abran. Por medio de elevadores de cadenas la caña picada y desfibrada se lleva a la desmenuzadora, máquina compuesta por dos o tres cilindros horizontales llamados mazas, que desmenuzan la caña hasta convertirla en finísimas partículas. Al salir de esta máquina la caña presenta el aspecto de un colchón de serrín. Viene entonces la segunda fase de la molienda, o sea la extracción del jugo ó guarapo. Por conductos especiales, la caña desmenuzada llega a los molinos, compuestos generalmente de cuatro o cinco unidades. El conjunto de molinos recibe el nombre de tandem de molienda.

Cada molino consta de tres mazas, dos de las cuales giran en un mismo sentido y la tercera en sentido contrario a fin de arrastrar la caña y triturarla extrayéndole el jugo, el que se recoge en depósitos situados en la parte inferior,) de donde es bombeado a otros receptáculos. La caña triturada va pasando de uno a otro molino, hasta llegar al último, del que sólo sale el bagazo, que en algunos ingenios sirve para ser quemado en las calderas, como combustible y en otros se empaca para utilizarlo como

DIAGRAMA DE FLUJO DE UN INGENIO AZUCARERO.





1. Báscula para pesar camiones.
2. Grúa cañera
2. Mesa alimentadora de caña
3. Nivelador de caña.
- 4 y 5 Cuchillas para caña
6. Transportador de caña.
7. Planta generadora (trampa de acero del colector).
- 8 y 9 Bombas de guarapo.
9. Tanques de guarapo
- 9" Colador de guarapo y elevador de gabacillo
10. Báscula para guarapo
10. Tanque para miel final.
- 10" Báscula para tanque de agua de maceración a los molinos de caña
- 11 y 11' Bombas de guarapo
12. Bomba para lechada de cal.
13. Bomba de cachaza.
14. Clarificador
15. Bomba de claros
16. Bomba de meladura.
17. Bomba de inyección
- 18 Bomba para servicios generales de agua.
19. Bomba de mieles A y B.
20. Tanque de mieles A y B.
21. Centrífugas A, B y C.
22. Bomba de miel final
23. Transportadores sinfin de azúcar de 1º y 2º
24. Bomba de vacío
25. Elevador de azúcar.
26. Elevador de canjilones.
27. Cristalizador.
- 27' Semillero o cristalizador de semilla.
- 27" Cristalizador con serpentines de enfriamiento.
- 28 Mezclador de cachaza y bagacillo.
29. Alimentador rotatorio
30. Bomba de agua
31. Caldera.
32. Elevador de gabazo
33. Transportador de gabazo.
- 36 Mezclador
37. Filtro.
38. Bomba tipo propela para irrigación o drenaje
39. Bomba para pozo profundo tipo turbina
40. Grupo generador diesel.
41. Válvula de descarga de vapor.
42. Condensador barométrico
43. Tanque de meladura.

materia prima para la fabricación de pulpas de celulosa para papel, esta transacción se efectúa por medio de un trueque de especies, es decir las firmas papeleras dan a cambio la cantidad de combustible necesario para cubrir la B. T. U. (calorías) que obtendrían en el ingenio al quemar el bagazo.

El guarapo extraído, como dijimos antes, se bombea a depósitos especiales, en los que es pesado con el objeto de controlar el proceso químico que va a iniciarse, además de que es analizado por medio de constantes muestras, en el laboratorio del ingenio.

Ha terminado, por decirlo así, la fase física de la elaboración de azúcar y comienza la fase química.

Al guarapo antes obtenido se le adiciona carbonato de calcio, comúnmente conocido como cal, en proporción que determina el laboratorio químico, a fin de mantener en el nivel necesario el grado de acidez y alcalinidad. La mezcla es bombeada a los calentadores en donde se somete a una temperatura de 95 a 100°C. El producto así obtenido es enviado en seguida a los cristalizadores, depósitos que permiten separar, por decantación los diversos precipitados, que se forman y que reciben el nombre de cachaza. El jugo clarificado sale por la parte superior y la cachaza por la inferior.

Los clarificadores trabajan en forma continua, a fin de que el proceso no se interrumpa.

Como la cachaza lleva aún azúcar, se le adiciona agua y se filtra con objeto de extraerle hasta el máximo de jugo. La torta de cachaza es de color negro y puede utilizarse como abono pues contiene diversas sales

ciándose el producto de los tachos en las centrífugas, el azúcar de las mieles.

El azúcar obtenida en las centrífugas tiene un color amarillento y se le llama moscabado, siendo necesario refinarla, proceso que se lleva a cabo en la refinería. La descarga de las centrífugas es transportada por medio de gusanos sin fin a los tanques disolutores, donde se le adiciona agua para disolverla. El jarabe obtenido se bombea a la refinería en la que se somete a dos acciones: primero, tratamiento cal-fosfórico y segundo, tratamiento carbón-filtro ayuda.

El tratamiento cal-fosfórico consiste en agregar al jarabe cal y ácido fosfórico, calentándolo en seguida para precipitar las impurezas que aún quedan en la mezcla. Esta separación se efectúa en clarificadores continuos en los cuales las impurezas flotan en la parte superior, en tanto que el licor, como se le llama al jarabe en esta etapa, se extrae por la parte inferior.

Este licor se somete al segundo tratamiento, en el cual se le agrega carbón para decolorarlo y filtro ayuda, se somete a calentamiento durante tiempo determinado y en seguida se pasa por filtros que retienen el carbón y el ayuda-filtro, obteniéndose un jarabe cristalino, como el agua de roca, con un contenido aproximado del 50% de azúcar. Este jarabe purísimo se almacena en tanques, de los que se pasa a los tachos de refinaria, semejantes a los anteriormente descritos, repitiéndose las operaciones de cristalización y centrifugación.

El jarabe o melaza contiene de 15 a 20% de azúcar que no puede ser cristalizada, sin métodos muy especiales, debido a las sustancias no azucaradas que impiden su cristalización.

La sacarosa por adición de aguas y una enzima presente en la levadura (invertasa), se convierte en dos moléculas de monosacáridos.



Los monosacáridos fructosa y glucosa, son atacados por una enzima (zimasa), de la levadura y se transforma en alcohol y bióxido de carbono.

La mezcla se recibe en las destilerías en forma de jarabe oscuro y espeso. Las mezclas se diluyen con bastante agua para obtener una solución que contenga aproximadamente un 12% de azúcar. Se suele agregar la levadura una vez diluida una solución nutritiva para la levadura. Suponiendo que es insuficiente el alimento que tenga la melaza. Se suele agregar sulfato de amonio como fuente de nitrógeno y fósforo.

Con melaza de caña de azúcar suele agregarse una pequeña cantidad de ácido sulfúrico para producir una ligera acidez a un pH 5.0 y esta acidez destruye a los organismos nocivos, siendo este pH favorable para el desarrollo de las levaduras.

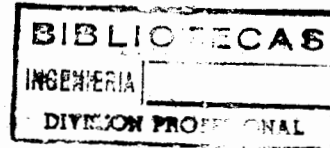
Se seleccionan la levadura para la fermentación y se separa un cultivo puro. Entonces se separa un iniciador de gran volumen para inocular a la masa principal, que frecuentemente corresponde a varios miles de litros. Usando una técnica ascéptica a un tubo de 10 C.C. de mosto esterilizado, se le inocular el cultivo puro de levadura que se puede man

Durante este tiempo se ha desarrollado la levadura y convertido en glucosa y fructuosa en alcohol. Al mismo tiempo que la encima Invertasa convierte a la sacarosa en monosacárido.

La fermentación de las melazas no tiene fermentación complementaria como los mostos amiláceos: la razón es que los mostos de melaza solo contienen sacarosa y otros azúcares que se transforman rápidamente con las levaduras, mientras que los mostos amiláceos contienen maltosa y dextrina, la primera fermenta, mientras que la segunda debe primero transformarse en maltosa y luego en alcohol. Esta es la que exige la fermentación complementaria.

Las cubas de fermentación se hacen normalmente de acero, pero pueden hacerse de cualquier material que pueda ser fácilmente esterilizado. Las cubas de madera se usan en las viejas instalaciones.

Cabe hacer mención que los ingenios tienen autorizados una cuota especial para elaborar alcohol, dependiendo éstas de la producción del azúcar obtenida, ya que no pueden elaborar todo el alcohol que pudiera obtenerse en sus mieles incristalizables.



la necesaria para lograr su germinación.

- b) Germinación. - La germinación de la cebada se lleva a cabo en salas subterráneas, las cuales deberán tener una temperatura ambiente del 8 a 15°C y además se esparce en capas de 20 a 35 cm. de altura hasta que salen raicillas del grano. La germinación se efectúa en un lapso de 9 a 10 días. En la actualidad el sistema empleado se realiza en máquinas automáticas, las cuales abreviarán o acelerarán la germinación.
- c) Tostación. - La tostación se lleva a cabo con el objeto de detener el proceso natural de la germinación, al mismo tiempo que son eliminadas las raicillas producidas durante el proceso de germinación. El tiempo de la tostación varía de 24 a 48 horas, siendo en este último paso cuando la cebada queda convertida en malta, rica en enzimas y almidón. Durante este paso, las cervezas amilolíticas actúan sobre el almidón de la semilla y las enzimas proteolíticas solubilizan algunas proteínas.

Para la producción de cervezas oscuras se emplean malta especial como: la malta caramelo y la malta negra que tienen color y aromas fuertes.

MATERIAS AUXILIARES UTILIZADAS EN LA FABRICACION DE CERVEZA.

La sémola refinada obtenida en la molienda húmeda del maíz, es el ingrediente auxiliar más puro y que dá el rendimiento más elevado. El arroz puede usarse como la sémola de maíz o en substitución de ella. La sémola de milo (sorgo) y el casabe (harina de mendioco) son materiales aceptables en la época de escasez de grano. El jarabe de maíz es una bue

Los ingredientes auxiliares se introducen en una cuba a la temperatura de 40.5°C con 117 litros de agua por cada 27-45 Kg de materias secas. Se añade una pequeña cantidad de malta para diluir algo la masa e impedir que se forme una pasta mientras se calienta la mezcla a la ebullición. El tanque en el cual se lleva a cabo esta operación se llama cocedor premacerador. Tiene un fondo cónico por donde se extrae el caldo cuando se desea trasladarse al siguiente tanque. Este tanque es de acero inoxidable, lo mismo que los demás tanques y tuberías que van a estar en contacto con la cerveza.

En otra cuba de sacarificación llamada macerador se calienta la mayor parte de la malta a 40°C con 117 litros por cada 34-45 Kg de malta. El líquido se agita vigorosamente (braceado) para que se disuelvan las partes solubles de la malta y exponer la materia dura e insoluble al ataque de las enzimas, que en la malta se produce más fácilmente que en los cereales auxiliares. Después se deja reposar la papilla durante media hora para que se produzca la digestión enzimática antes de elevar la temperatura por la adición del líquido hirviente anterior. Se ajustan los volúmenes de agua y las temperaturas de las masas respectivas de modo que se obtenga la deseada temperatura de conversión en la mezcla. Puede variarse la composición del caldo variando la rapidez con que se efectúa la mezcla y cambiando la temperatura final. La mezcla se realiza siempre bombeando la masa hirviente del cocedor premacerador al tanque principal o macerador para obtener temperaturas cada vez más altas para las reacciones enzimáticas.

El mosto producto final del braceado contiene cebada, trigo, arroz, jarabe de maíz, sémola y agua. El proceso principal de la formación del mosto es la degradación enzimática del almidón.

La dextrinización se produce sin cambio alguno apreciable en el peso, pero la hidrólisis del almidón en maltosa ocurre con un aumento de 5.5% en peso. La maltosa es el producto dominante a temperaturas bajas, pero la fracción dextrina aumenta con la temperatura.

FILTRACION DEL MOSTO. - Los enzimas de la malta han sido inactivadas y la filtración del mosto es un proceso físico. La masa se traslada desde el macerador a un equipo de filtración. Menos del 10% de la mezcla total es insoluble, pero esos sólidos son tan voluminosos que por decantación sólo puede separarse una fracción pequeña del líquido. Las cubiertas de los granos desprendidos pero no separados durante la molienda, forman con los granos un lecho poroso de filtración.

El tipo más sencillo de aparato es la tina Lauter. Consiste en un tanque cilíndrico con un doble fondo de placas ranuradas sobre las cuales se deposita la masa. El primer caldo se saca de debajo de las placas y se bombea otra vez dentro de la tina, y no se deja correr hacia la olla de fermentación hasta que sale claro. Un brazo que gira lentamente alrededor del eje central lleva una serie de cuchillas verticales. Estas cuchillas remueven la capa de grano e impiden que se comprima durante la operación.

También se emplean filtros de bastidor con tela filtrante. Estos se adaptan especialmente bien a la fabricación en gran escala, pues la

que se enfría el caldo de 7-10°C, que es la temperatura a que comienza la fermentación.

Las instalaciones para enfriar el caldo tienen los siguientes fines:

- 1) Aerear el caldo.
- 2) Prevenir la contaminación biológica durante el enfriamiento. Los refrigerantes Baudelot están especialmente contruidos para enfriar el mosto. Por el interior de tubos horizontales pasa el medio refrigerante, y el caldo fluye sobre el exterior de los tubos. Toda la sala en que se efectúa la refrigeración se mantiene a una presión ligeramente superior a la atmósfera para impedir que entre de afuera aire impuro. El deseo de recuperar mejor el calor y de reducir al mínimo la complicación del sistema de ventilación han dado como resultado la construcción de refrigerantes cerrados, basados en el principio de la contracorriente. Los refrigerantes de placa de este tipo han sido bien acogidos porque su limpieza es fácil. Consisten en una serie de bastidores horizontales sobre un soporte horizontal, al modo de un filtro prensa. El caldo corre por un lado de estas láminas y el medio refrigerante por el otro. Después de terminarse el trabajo, puede abrirse el refrigerante y tanto las placas como los marcos son fácilmente accesibles para limpiarlos. El caldo procedente del tanque de ebullición es bombeado a un tanque en el cual las proteínas floculadas se sedimentan después de breve tiempo de reposo. El caldo es decantado por medio de un brazo, por el cual se saca el caldo claro de la superficie sin perturbar los fló-

A medida que prosigue la fermentación se eleva la temperatura de la cerveza y es necesario enfriar el líquido fermentado para evitar el calentamiento excesivo, que cambiaría el sabor característico de la cerveza. Las cubas de fermentación están provistas de serpentines interiores para la circulación de salmuera. Son tanques de acero cerrados con un revestimiento interior de vidrio o de material plástico.

Las cervezas se fermentan con levadura de fondo o lager a temperaturas relativamente bajas. Los primeros signos de fermentación se producen 16-18 horas después de la innoculación, cuando el líquido queda saturado de gas carbónico y las burbujas ascendentes forman espuma blanca en las paredes del tanque de fermentación. Las partículas gruesas en suspensión son arrastradas hasta la superficie por las burbujas de gas y quedan en la espuma, formando así una nata parda. A medida que es más vigorosa la fermentación, aumenta esta nata formando primero rizos bajos cremosos y luego rizos altos espumosos. La regularización en la formación de espuma se explica por el hecho de que las películas líquidas de las películas líquidas de las burbujas se colocan siempre de modo que los ángulos entre ellas sean de 120° .

De los fermentadores, la cerveza nueva ha alcanzado la composición de la cerveza terminada en lo que respecta al alcohol y los carbohidratos. Sin embargo tiene aspecto turbio, de sabor amargo astringente y con poco gas carbónico. El tratamiento de esta cerveza comprende las siguientes operaciones de bodega:

El método más sencillo de carbonatación es inyectar el gas en la cerveza mientras se está bombeando desde el primer tanque de almacenamiento (sedimentación) al segundo tanque de almacenamiento (envejecimiento). El bióxido de carbono se inyecta finamente dispersado y se mezcla íntimamente con la cerveza por medio de una válvula de aguja colocada en un brazo de carbonatación.

El almacenamiento es la saturación a baja temperatura con el fin de separar de la cerveza nueva las materias en suspensión. Al terminar la fermentación se enfría la cerveza en el tanque de fermentación de 3-4°C para que se deposite en el fondo la levadura. El líquido claro se decanta y se enfría a cero grados centígrados mientras se bombea al tanque de almacenamiento. El resto de la levadura se precipita durante el almacenamiento juntamente con los coágulos de resinas de lúpulo y proteínas.

La filtración durante el almacenamiento sigue a la clarificación natural para separar las suspensiones finas de proteínas coaguladas por el enfriamiento y los vestigios de levadura que quedan en la cerveza después de la sedimentación. Los filtros de tierras diatomáceas se adaptan muy bien a esta operación porque esta tierra se puede agregar a la cerveza como medio de clarificación. Los sólidos retenidos son ocluidos por las tierras diatomáceas añadidas y la torta filtrante permanece porosa. Si no se añade continuamente tierra diatomácea, los sólidos se acumulan sobre la superficie del filtro y formarán una película sobre la torta filtrante.

La tierra diatomácea se compone de esqueletos silíceos de diatomáceas macroscópicas fósiles, que tienen un relieve fino y complicado

La cerveza terminada es bombeada desde las cubas y pasa por contadores que registran el volumen en barriles para los fines fiscales, en una bodega que se conoce como sala de gobierno, que suele estar debajo de la sala de embotellado. Los tanques que hay en esta bodega sirven como depósitos intermedios, desde los cuales es trasladada la cerveza a las diferentes máquinas llenadoras.

SUBPRODUCTOS

Granos de cervecería. - Están formados por las materias que no se disuelven en el mosto, como grasas y proteínas, este subproducto sale con una humedad de 75 a 80% por lo que hay que desecarlo, es un alimento excelente para ganado.

Lúpulo agotado. - Tiene poco valor nutritivo, por eso se incinera.

Levadura de cerveza. - Es una fuente del complejo vitamínico B, la levadura de cerveza es más rica que la primaria. La mayor parte de la levadura se utiliza para enriquecer alimentos para animales, para elaborar preparados farmacéuticos o bien hidrolizados de proteínas.

Bióxido de carbono. - Es gas carbónico producido durante la fermentación, se recupera para utilizarlo en la carbonatación de la cerveza.

pre a la fisión del Uranio U-235, aunque se han logrado fisionar átomos de plutonio, bismuto, plomo, talio, mercurio, oro, platino y tántano entre otros.

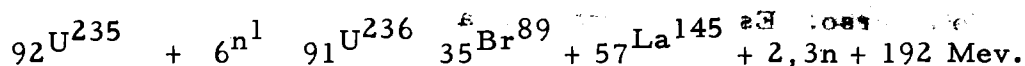
La reacción de fisión es la que tiene lugar en la bomba atómica A y no en la bomba de hidrógeno H.

Todavía no se ha determinado cual es la causa de la fisión exactamente. Como se sabe todos los átomos contienen cargas positivas que se repelen entre sí causando una inestabilidad y que si añadimos un neutrón - que modifica la organización de las partículas nucleares puede ser suficiente para provocar la fisión.

La materia prima básica de la industria nuclear es el uranio.

Este material se encuentra en la naturaleza formando varios isótopos entre los cuales el único isótopo fisionable que aparece naturalmente en cantidad apreciable es el Uranio U²³⁵. La abosrción de un neutrón - por el U²³⁵ da lugar a un núcleo muy inestable que puede dividirse en dos pequeños "fragmentos de fisión", con la producción de neutrones y de energía.

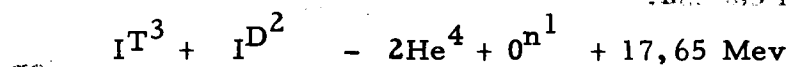
Una reacción típica es:



La energía radiante es el resultado de la conversión de masa en energía y la mayor parte de ésta se libera en el momento de la fisión.

Una cantidad pequeña de energía adicional, aproximadamente 8 - Mev (Mev = Millones de electro-volts), aparece después en forma de ra -

La diferencia entre sus pesos individuales sumados y el peso inferior de la fusión no es otra cosa que la energía liberada con la particular característica de que su potencia es mucho más grande que la producida por la fisión nuclear. Para que se produzca la fusión de los átomos es necesario una altísima temperatura, comparada, valgase la expresión, con la que se encuentra en el interior del Sol. Una reacción de fusión típica es:



Se están realizando actualmente trabajos de investigación y el mayor problema en éstas es descubrir un "recipiente" donde llevar a cabo la reacción a la alta temperatura necesaria. Esto se ha hecho por medio de una "botella magnética", utilizando un campo magnético muy fuerte. Otro problema es mantener el gas reaccionante ionizado libre de impurezas, las cuales son venenos parásitos; ello se resuelve realizando las reacciones en sistemas de alto vacío. Un tercer problema, la obtención de la temperatura y las densidades de partículas reproducidas, se resuelve por la inyección de grandes cantidades de energía dentro de la corriente de gas ionizado y comprimido magnéticamente.

Cuando el proceso de fusión quede resuelto, el suministro de energía para el mundo podrá asegurarse por muchos siglos; sin embargo, aún no tiene importancia tecnológica en la industria nuclear.

REACCION EN CADENA. - Es característico de la fisión el que cada núcleo absorbe primero un neutrón y después libera dos o tres, por lo que

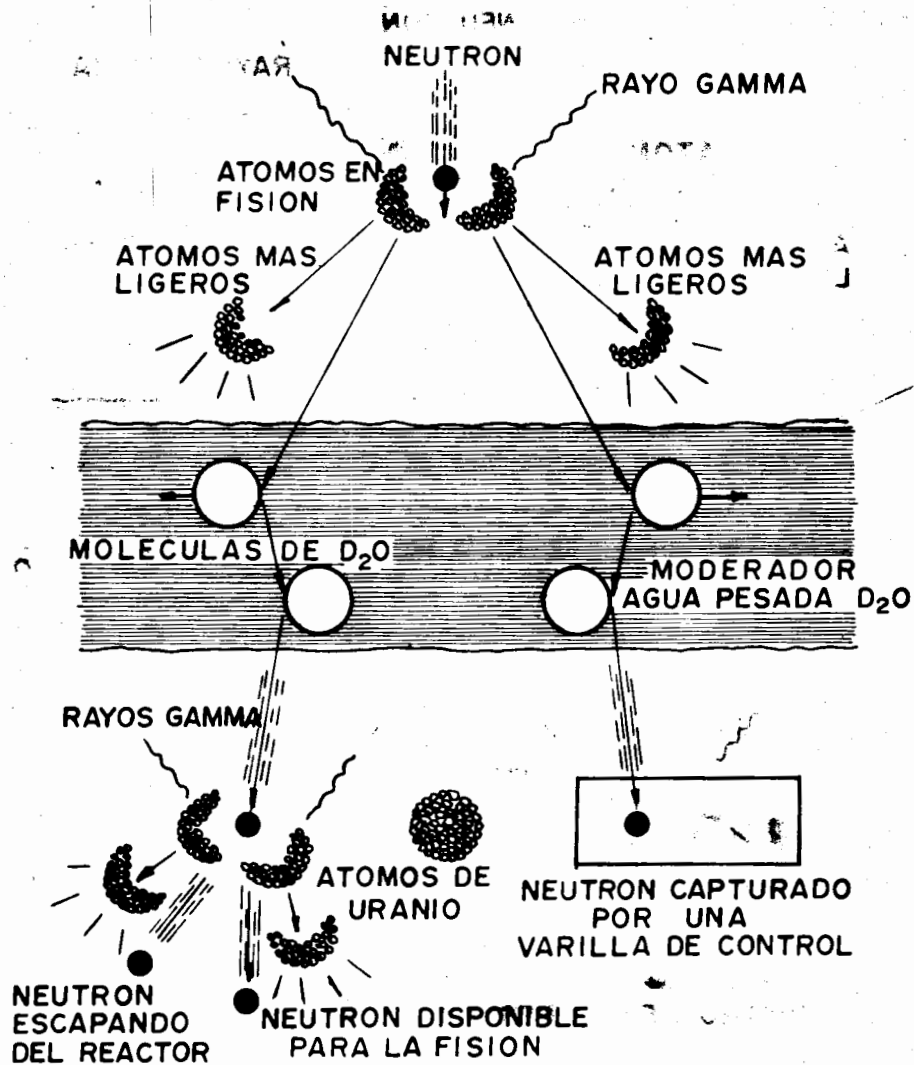
en una bomba atómica, aproximadamente el 0.1% de uranio se convierte en energía.

Se puede demostrar que si se fisiónará un kilogramo de U^{235} , por completo, la energía liberada sería $8.2/10^{20}$ ergs (ó $2/10^{10}$ Keal) lo que es igual aproximadamente a la energía producida en la explosión de 20,000 tons. de TNT, que fué el poder explosivo de la primera bomba atómica.

BOMBA ATOMICA. - Una bomba atómica deriva su energía explosiva del fenómeno de fisión de núcleos de átomos de U^{235} en un proceso de reacción en cadena. Para evitar una explosión prematura, el material fisiónable se tienen en pedazos de materias de tamaño sub-crítico.

Para producir la explosión, estas porciones deben unirse íntima y rápidamente como en el caso de cargas explosivas, y la fisión ha de provocarse con neutrones relativamente rápidos de modo que la energía sea liberada también en rápida proporción.

En una explosión atómica nó sólo se produce una emisión virtualmente instantánea de radiación térmica, sino también de radiación nuclear, que consiste en el lanzamiento de rayos gamma, partículas beta, neutrones y algunas partículas alfa. La temperatura en el momento de la fisión es de cerca de 10 000 000 de °C que es aproximadamente la misma temperatura que hay en el interior del sol. La expansión repentina del aire a esta temperatura tan alta crea una onda de choque de tremendo poder destructor, por otro lado, los productos son muy radioactivos y los rayos gamma de alto poder de penetración, son extremadamente peligrosos (al



SE VERIFICA LA REACCION EN CADENA
 REACTOR CRITICO
 LA ENERGIA ES CONSTANTE

estar expuesto a la radiación el hombre sufre una enfermedad de la radiación que le produce vómitos con sangre y diarrea fortísima, ambos se incrementan con el transcurso de los días hasta llevar a la muerte a la persona). Además los fragmentos altamente radioactivos se adhieren a las partículas finas de rocas o polvo formado una "nube atómica" que siendo arrastrada por el viento se difunde y cae lentamente en la tierra por medio del llamado "fall out", produciendo una contaminación sobre un área muy extensa. Se calcula que la radiación de una sola bomba equivale a la de 100 tons. de radio.

LA BOMBA DE HIDROGENO. - Esta bomba se logra a partir de la fusión de protones que es una operación de lo más difícil, pues se necesitan temperaturas tan altas como las que existen en el sol, por eso a las reacciones de fusión se les llama reacciones termonucleares.

Sin embargo para lograr esta reacción se utilizan los núcleos de los isótopos más pesados del hidrógeno (deuterio y tritio) se fusionan con más facilidad que los protones y a temperaturas más bajas, más accesibles.

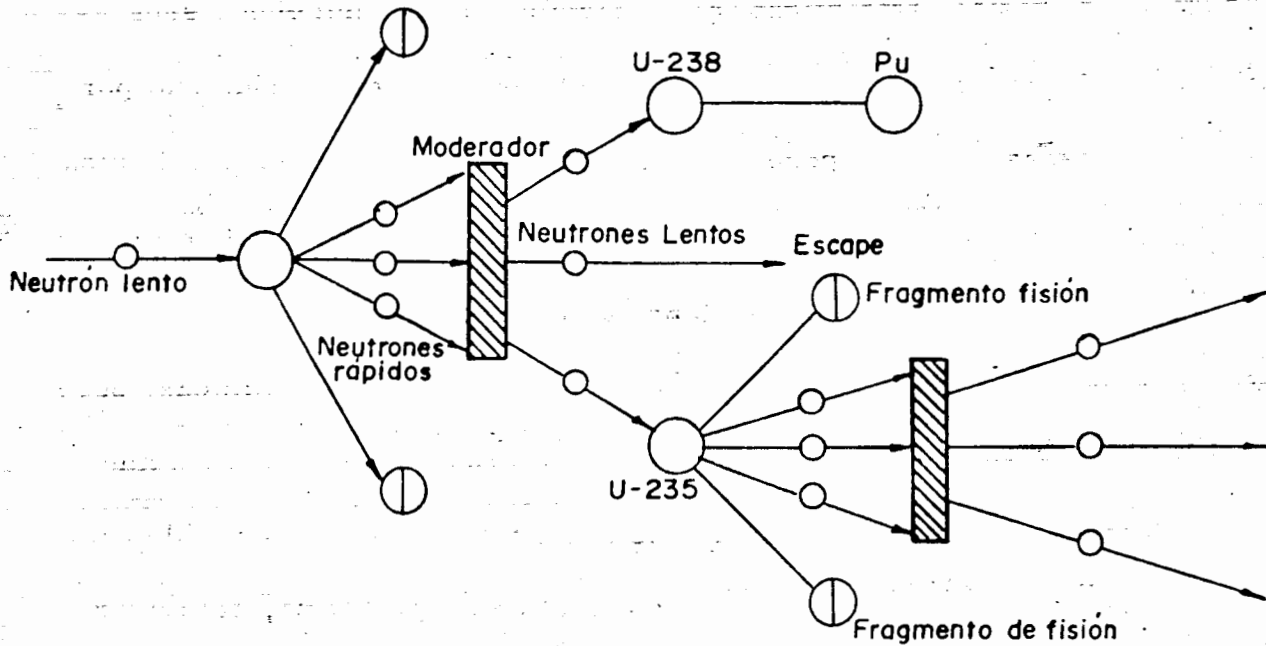
El deuterio se puede obtener del agua pesada, que está presente como un ingrediente escaso en el agua ordinaria. El tritio sin embargo, no existe en la naturaleza, aunque se puede fabricar en un reactor. El tritio se puede separar a partir del litio-6 que es un isómero muy abundante del litio, por lo que este compuesto suministra el deuterio y a la vez del tritio.

Algunos detalles del mecanismo de la bomba de hidrógeno nunca se han hecho públicos, se sabe, sin embargo, que para alcanzar las temperaturas elevadas necesarias para la fusión es necesario hacer explotar

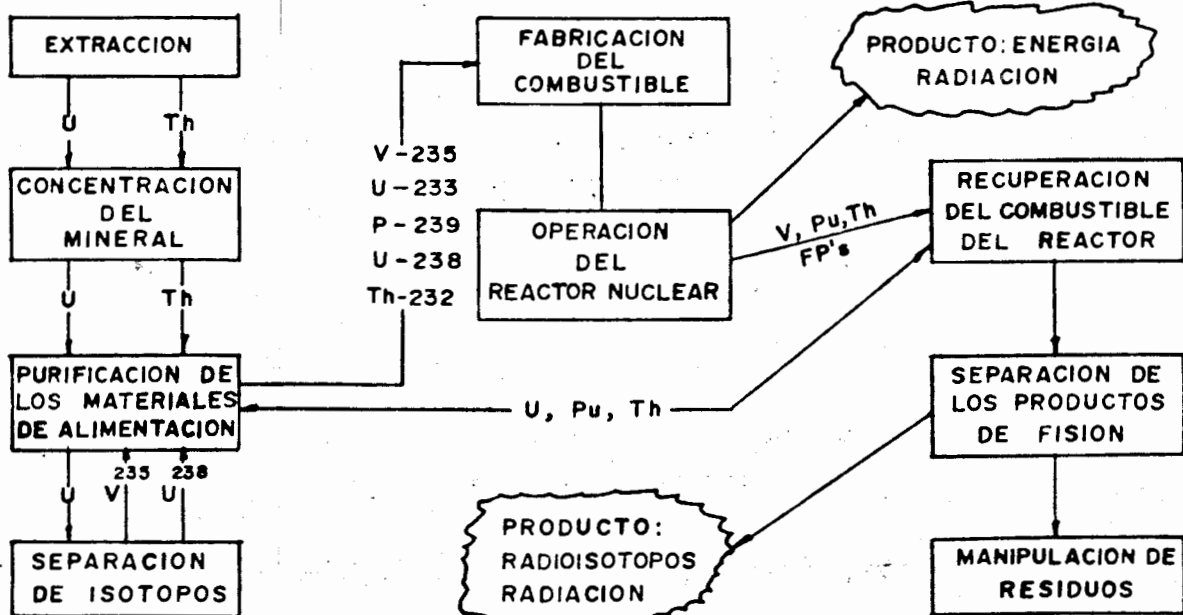
combustible. Los quemadores utilizan U-235 aislado conteniendo cantidades insignificantes de isótopos fértiles y comprenden la mayor parte de los reactores para investigación de ensayo, transportables y móviles. Los convertidores emplean como elementos combustibles uranio natural o parcialmente enriquecido e incluyen a los reactores que producen plutonio, el material combustible Pu-239 como sub-producto. Un reactor reproductor es un tipo especial de convertidor en el que se producen más isótopos fisionables de los que se consumen, lo cual es posible porque por término medio surgen más de dos neutrones por cada fisión. Sin embargo es difícil conseguir un reactor reproductor en la práctica debido a la pérdida de neutrones por fugas del reactor, absorción en los materiales de construcción, absorción en los productos de fisión u otros isótopos producidos como resultado de la fisión o la captura, y por cierta absorción que no produce fisión en los isótopos fisionables.

Otros sistemas de clasificación de reactores comprenden: sólidos o heterogéneos y fluídos u homogéneos, según el estado físico del combustible por la energía del neutrón en el proceso de captura de fisión, en rápidos, intermedios y térmicos; y por el tipo de refrigerante, en reactores de gas, de agua o presión, de agua hirviendo, refrigerante orgánico y de material líquido. El combustible para los reactores de energía nuclear heterogéneos, es combustible sólido, esta primordialmente forma de barras largas y cilíndricas o de placas delgadas, los reactores de energía nuclear homogéneos de combustible fluído, tienen como combustibles las disoluciones o lechadas acuosas, sales fundidas o metal fundido. La ventaja principal -

REACCIONES PRINCIPALES EN UN REACTOR



CICLO DE COMBUSTIBLE



El primer grupo comprende la extracción de uranio y torio, molienda del material, tratamiento de materiales de alimentación y separación de isótopos. Los isótopos se separan ahora en escala industrial por difusión gaseosa de Uf-6, pero antes del nacimiento de la energía atómica la separación de isótopos era sólo una pequeña curiosidad de laboratorio. El segundo grupo de operaciones, fabricación de elementos combustibles y la operación del reactor nuclear, incluye algunas etapas químicas, pero principalmente se trata de operaciones metalúrgicas y de ingeniería mecánica. El tercer grupo de operaciones de recuperación del combustible gastado comprende operaciones químicas con el único problema, del tratar combustibles irradiados con neutrones que contienen grandes cantidades de productos de fisión altamente radioactivos. Las separaciones de productos de fisión y el manejo de residuos se incluyen en este grupo nuclear puede competir con la procedente de otras fuentes. Hay una demanda apreciable de energía eléctrica, a un costo tan bajo como 1 céntimo de dolar por Kw-h (Siendo el costo de combustible sobre un 25% del costo final de la energía producida. Por tanto si un gramo de U-235 produce un Mw-d de energía calorífica, se puede gastar alrededor de 60.000 dólares en el combustible que produzca esta cantidad de energía. El rendimiento de conversión de energía térmica a eléctrica es también alrededor de 25%, por tanto el costo del material fisionable no debe ser mayor de 15 dólares por gramo. En la mayoría de los casos los costos del material nuclear y de las operaciones coinciden con este aspecto. El alto capital invertido en la estación generadora de energía nuclear y la necesidad de un reciclado del combustible debido a sus consumo incompleto, son los dos problemas importantes

que corrientemente impiden obtener energía eléctrica de bajo costo a partir de energía nuclear. Desgraciadamente, la oferta de otros productos de la industria nuclear-radioisótopos y radiación excedente en muchos la demanda presente y por tanto, en un futuro inmediato por lo menos, los ingresos por estos subproductos serán sólo una fracción pequeña de los ingresos totales de una industria de energía nuclear.

1971 7515

q_2

$$F_{12} = \frac{q_1 q_2}{d \times 10^{-9}}$$

q_1