



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO REGULACIÓN Y OPERACIÓN ENERGÉTICA

**MOD. II- TOPICOS DE PROBLEMÁTICA OPERATIVA EN
PETROLEO, ELECTRICIDAD Y GAS**

Del 22 de agosto al 04 de septiembre de 2001

A PUNTES GENERALES

Ing. Silvano Juan Pérez
Secretaría de Energía
Agosto /2001

**CURSO: TÓPICOS DE PROBLEMÁTICA OPERATIVA EN PETRÓLEO,
ELECTRICIDAD Y GAS.**

A. CONTENIDO.

1. ELECTRICIDAD.

1.1.- LOS CONSUMOS DE ELECTRICIDAD

1.2.- ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

1.3.- LAS PLANTAS DE POTENCIA ELÉCTRICA

1.4.- LA TRANSMISIÓN DE LA POTENCIA ELÉCTRICA

1.7.- ESTRUCTURA DE TARIFAS ELÉCTRICAS.

1.1.- LOS CONSUMOS DE ELECTRICIDAD.

La electricidad sirve como un transportador de energía al usuario. La energía se presenta en un río, en un combustible fósil o nuclear, asimismo se presenta como energía geotérmica, eólica o biomasa, dicha energía se convierte en forma de electricidad para transportarse y distribuirse para su utilización. La generación de energía eléctrica se realiza en las plantas eléctricas con valores de tensiones que requieren aumentarse para transmitirse a distancias considerables hacia los centros de consumo, donde nuevamente se disminuye la tensión a valores manejables (fig.1). La transformación de la tensión tanto para transmitir como para distribuir se realiza por medio de transformadores y la transmisión se hace por medio de las líneas de transmisión. La distribución se hace por medio de las redes de distribución.

Para llegar a las actuales formas de utilización de la electricidad se ha pasado por un largo proceso, en los diferentes elementos que constituyen un sistema eléctrico.

Las plantas eléctricas pueden ser: hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleoelectricas, geotérmicas, eoleoeléctricas, de energía solar o de biomasa. Lo anterior dependiendo de las fuentes de generación, que pueden ser: energía hidráulica, combustible fósil o nuclear, energía geotérmica, energía del viento, o solar y de desechos.

Estas plantas se desarrollan en lugares con características especiales tales como, la cercanía a las fuentes energéticas primarias y disponibilidad de agua, lo que aleja dichas instalaciones de los centros de consumo surgiendo la necesidad de transmitir grandes cantidades de energía a distancias considerables lo que fue posible con la elevación de voltaje a valores importantes para reducir la corriente de transmisión lo que a su vez permitió un transporte económico de estos volúmenes de energía.

La transformación de tensión (voltaje) fue posible al crearse el transformador por medio del cual se construyen las instalaciones llamadas subestaciones, en donde se transforman el voltaje para la transmisión o para distribución de la energía eléctrica.

Al completar este esquema el consumo de electricidad se incrementó rápidamente. En Estados Unidos Edison fue uno de los primeros con la idea de vender electricidad como transportación de energía, una de las primeras

En nuestro país en julio de 1880 se llevaron a cabo los primeros experimentos para el alumbrado público. Se colocaron en la ciudad de México los focos de arco voltaico: uno en el kiosco central y otro en la esquina suroeste del jardín de la Plaza de la Constitución.

A principios de 1900 en varios estados de la República funcionaban plantas hidráulicas para satisfacer fundamentalmente al sector productivo como las fábricas, industrias y minas. La energía excedente se destinaba a servicios urbanos. El aprovechamiento del río Necaxa para generar electricidad dio origen a la empresa canadiense mexicana Light and Power Company Limited que cambió su nombre por Compañía de Luz y Fuerza Motriz.

La electricidad progresó con tal rapidez que en 1920 funcionaban en nuestro país 199 compañías. Sin embargo, el abuso en el cobro de la tarifa y las fallas de suministro, principalmente, crearon un clima de descontento; adicionalmente las zonas rurales carecían totalmente del fluido eléctrico.

La situación anterior hizo que el 14 de agosto de 1937 el gobierno mexicano presidido por el General Lázaro Cárdenas, decretara la creación de la Comisión Federal de Electricidad con la encomienda de organizar un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica para el beneficio del pueblo mexicano. Las acciones de la CFE se reflejaron en el hecho de que en 1959 las dos principales compañías extranjeras: la American Foreign Power Company y la Mexican Light and Power Company Limited, recibían de la CFE el 70 por ciento de la energía que revendían. Ante tales circunstancias el 27 de septiembre de 1960 el gobierno de México que presidía el Lic. Adolfo López Mateos, nacionalizó la industria eléctrica, consolidando así el proceso de desarrollo económico de México. En 1967 con la interconexión de las áreas Oriental y Occidental se inició la integración del Sistema Nacional Interconectado, concluyéndose en 1976 al quedar terminada la conversión de 50 a 60 Hz. Quedando incorporada el área Central al resto del Sistema.

Los cuadros anexos 2, 3, 4 y 5 muestran la capacidad instalada; el consumo así como su distribución.

FIGURA 1a

Diagrama unifilar mostrando los componentes funcionales de un sistema eléctrico de potencia.

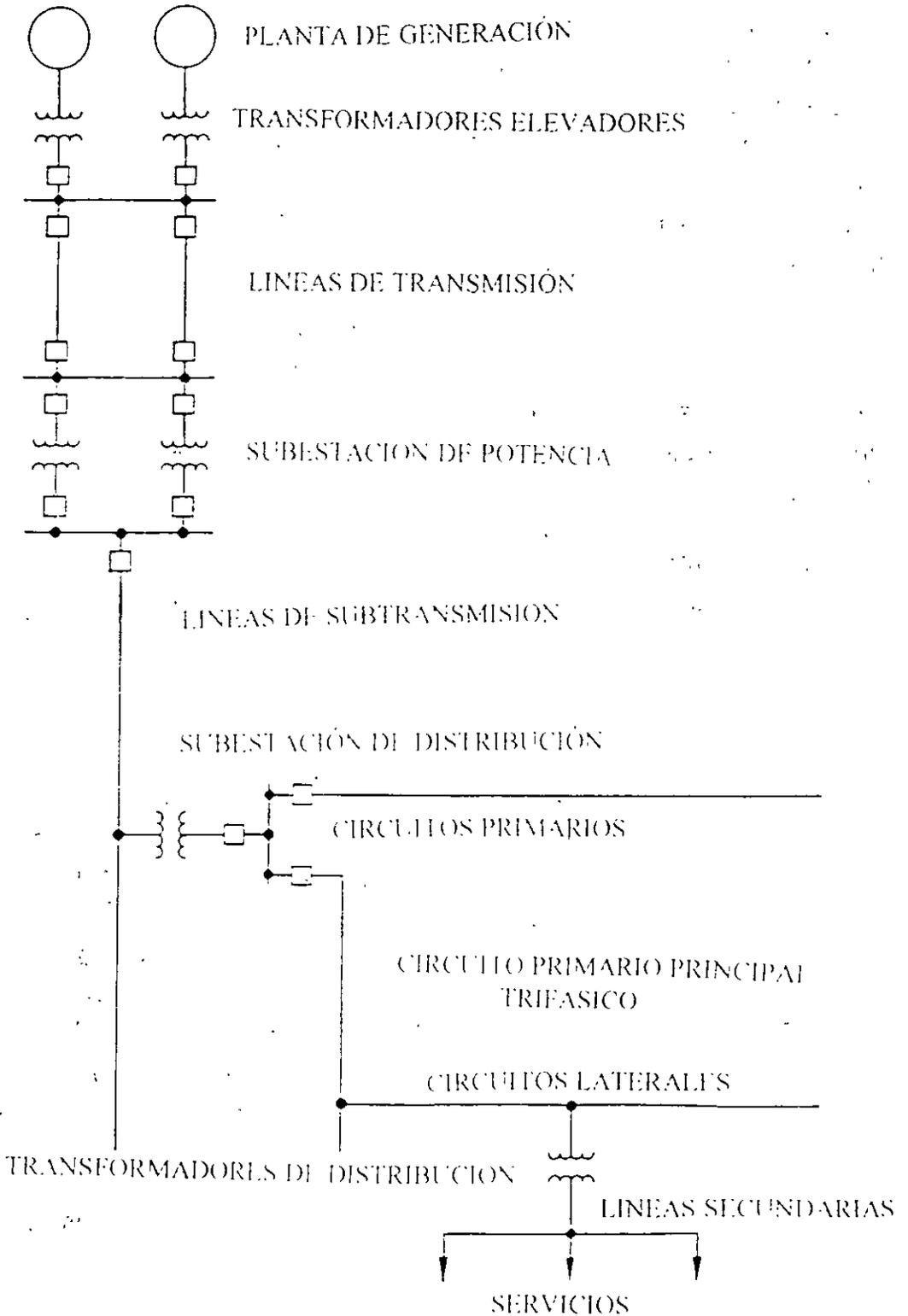
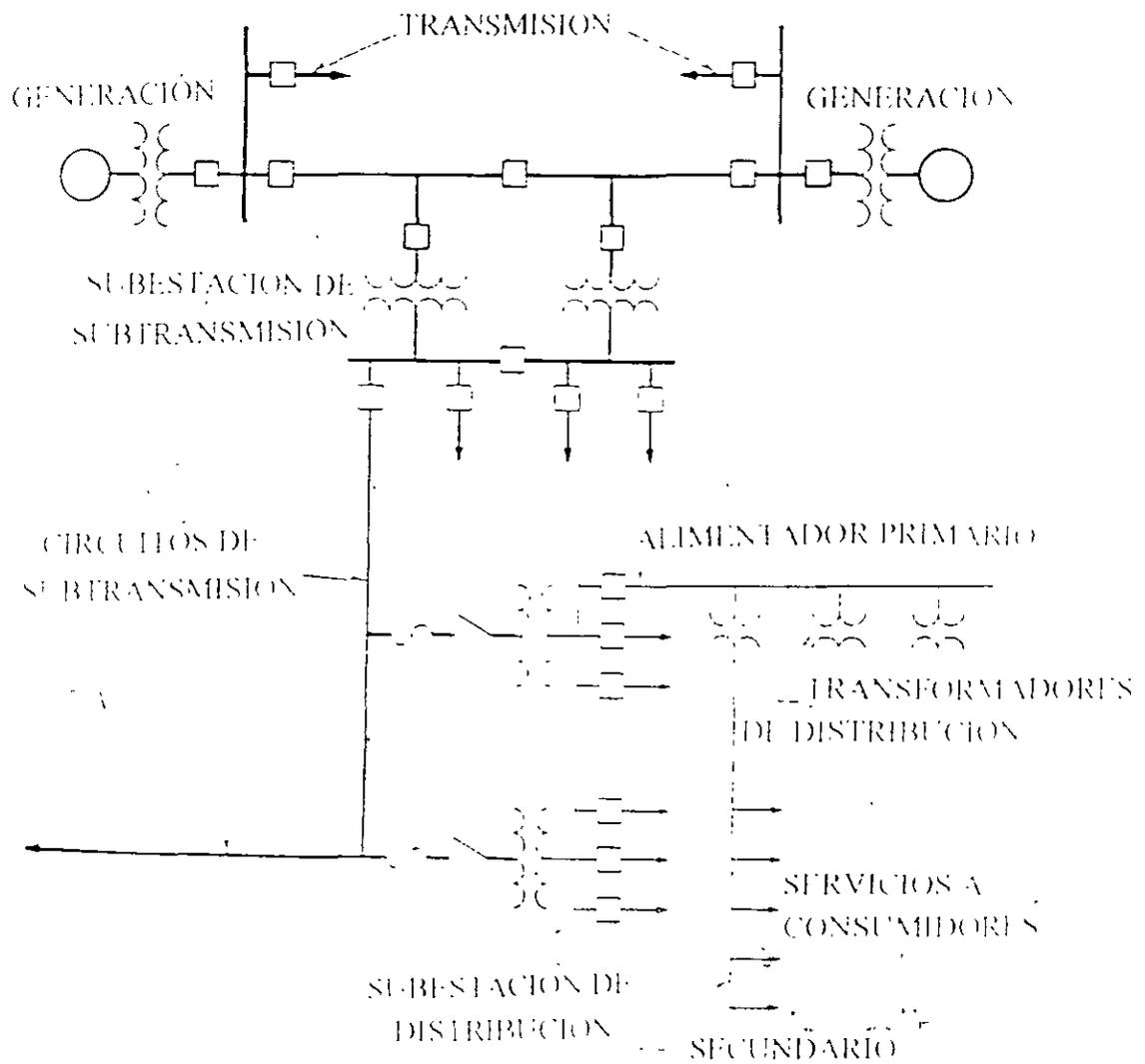


FIGURA 1b

Diagrama unifilar de un sistema de potencia mostrando los componentes mayores

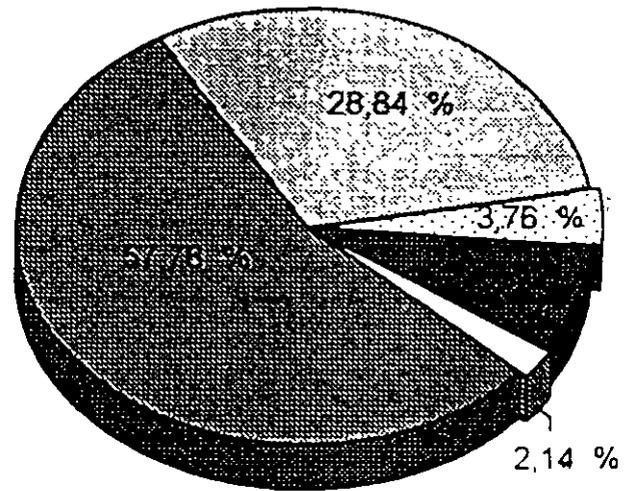
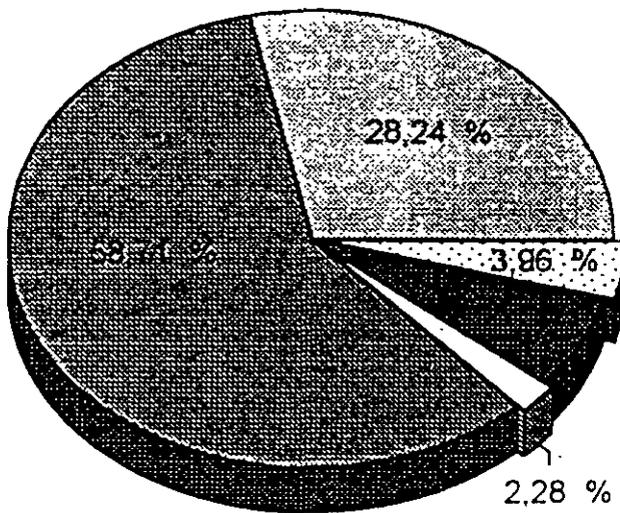


CUADRO 2
SISTEMA ELECTRICO NACIONAL
CAPACIDAD INSTALADA

Participación por Tipo

A DIC DE 1995
 33 037 MW

A DIC DE 1996
 34 791 MW



Hidroeléctrica	Hidrocarburos	Geotermia
Carbón	Nuclear	

* Incluye dual

Combustóleo y/o Gas	41,15 %
Dual	6,36 %
Ciclo Combinado	5,72 %
Turbogas	5,09 %
Combustión Interna	0,39 %

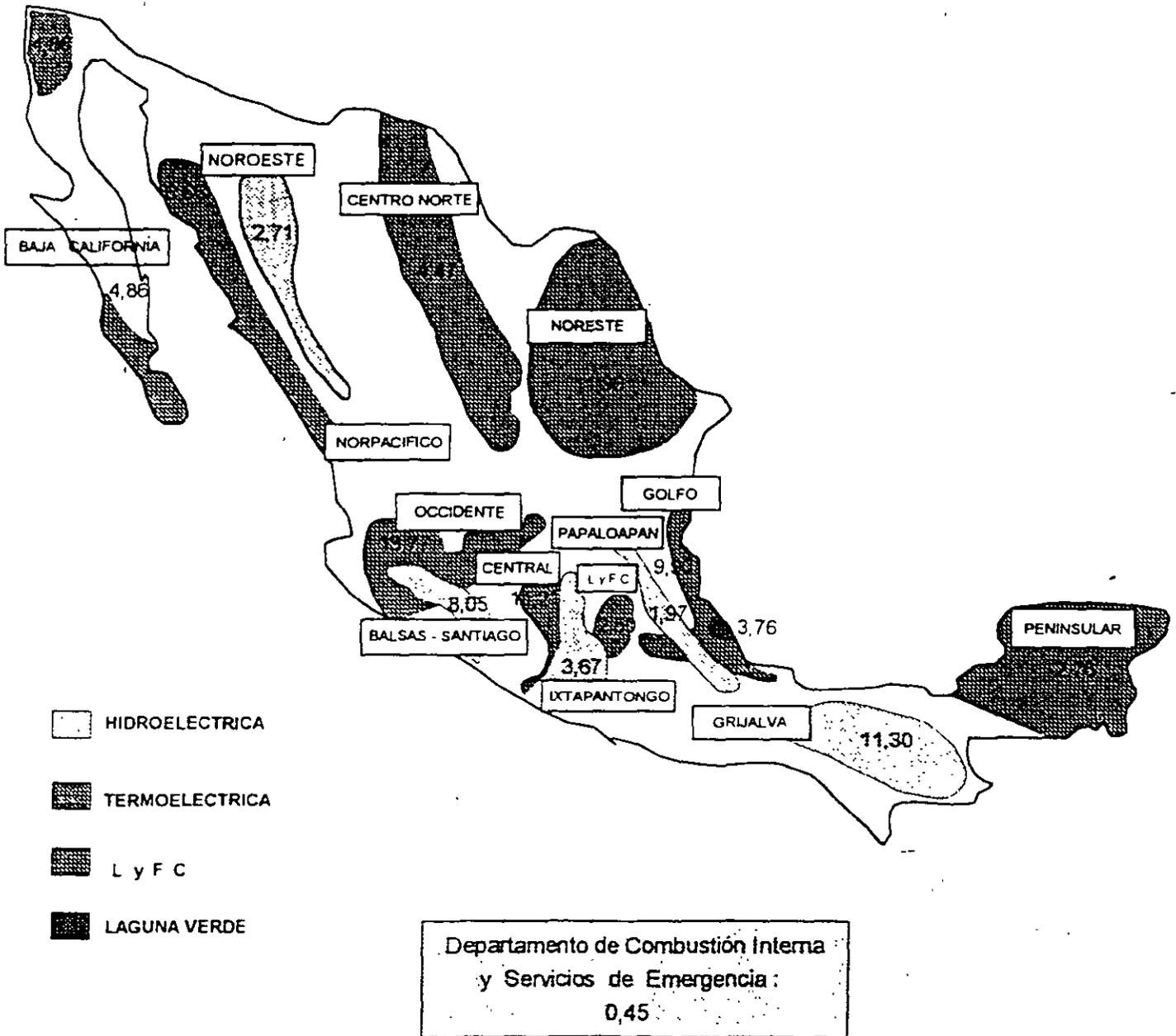
Combustóleo y/o Gas	41,09 %
Dual	6,04 %
Ciclo Combinado	5,49 %
Turbogas	4,81 %
Combustión Interna	0,35 %

CRECIMIENTO 5,3 %

CUADRO 3

CAPACIDAD EFECTIVA EN % POR REGION DE GENERACION

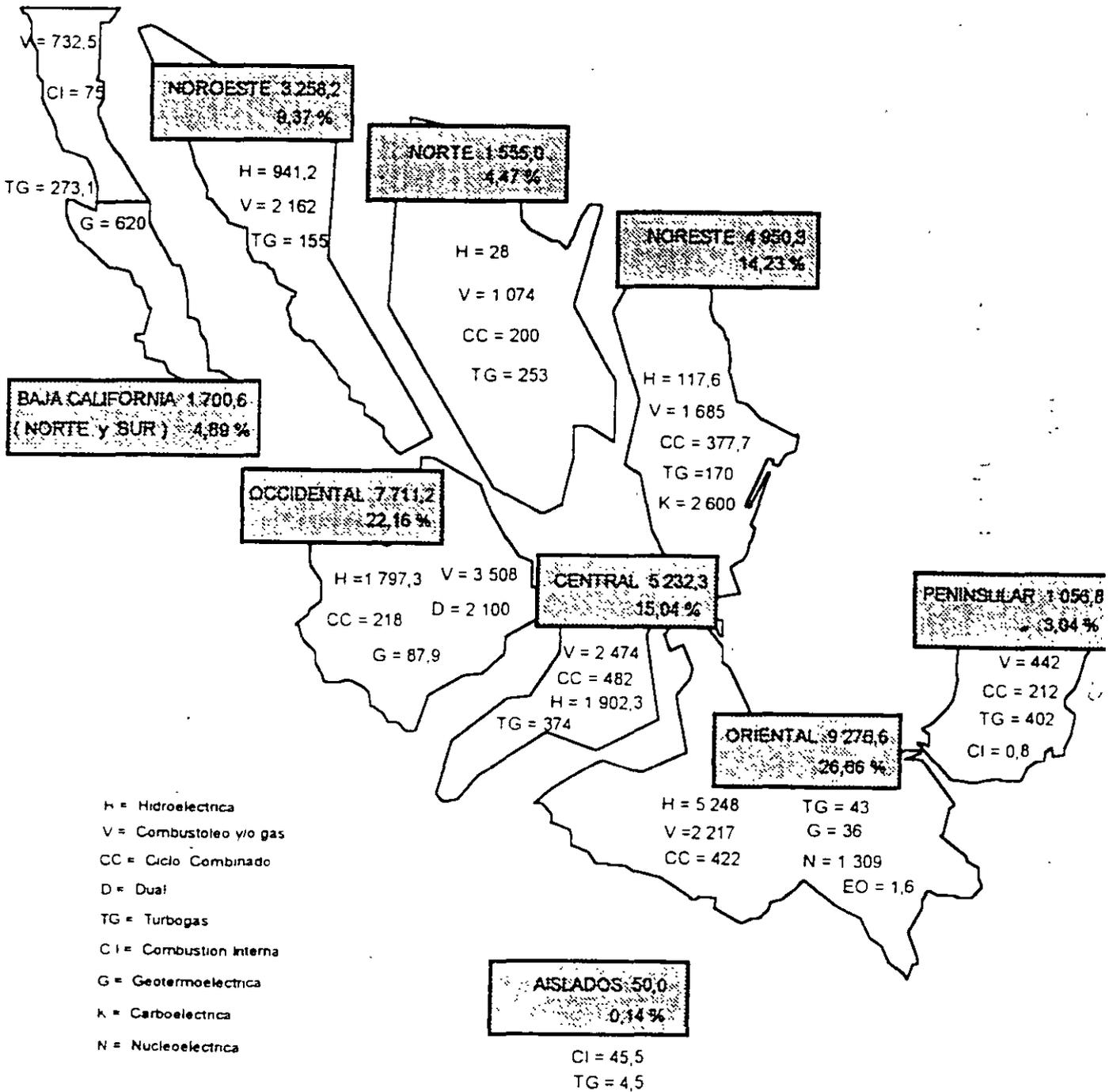
Al 31 de diciembre 1996



CUADRO 4

CAPACIDAD EFECTIVA MW POR AREA DE CONTROL

Al 31 de diciembre de 1996



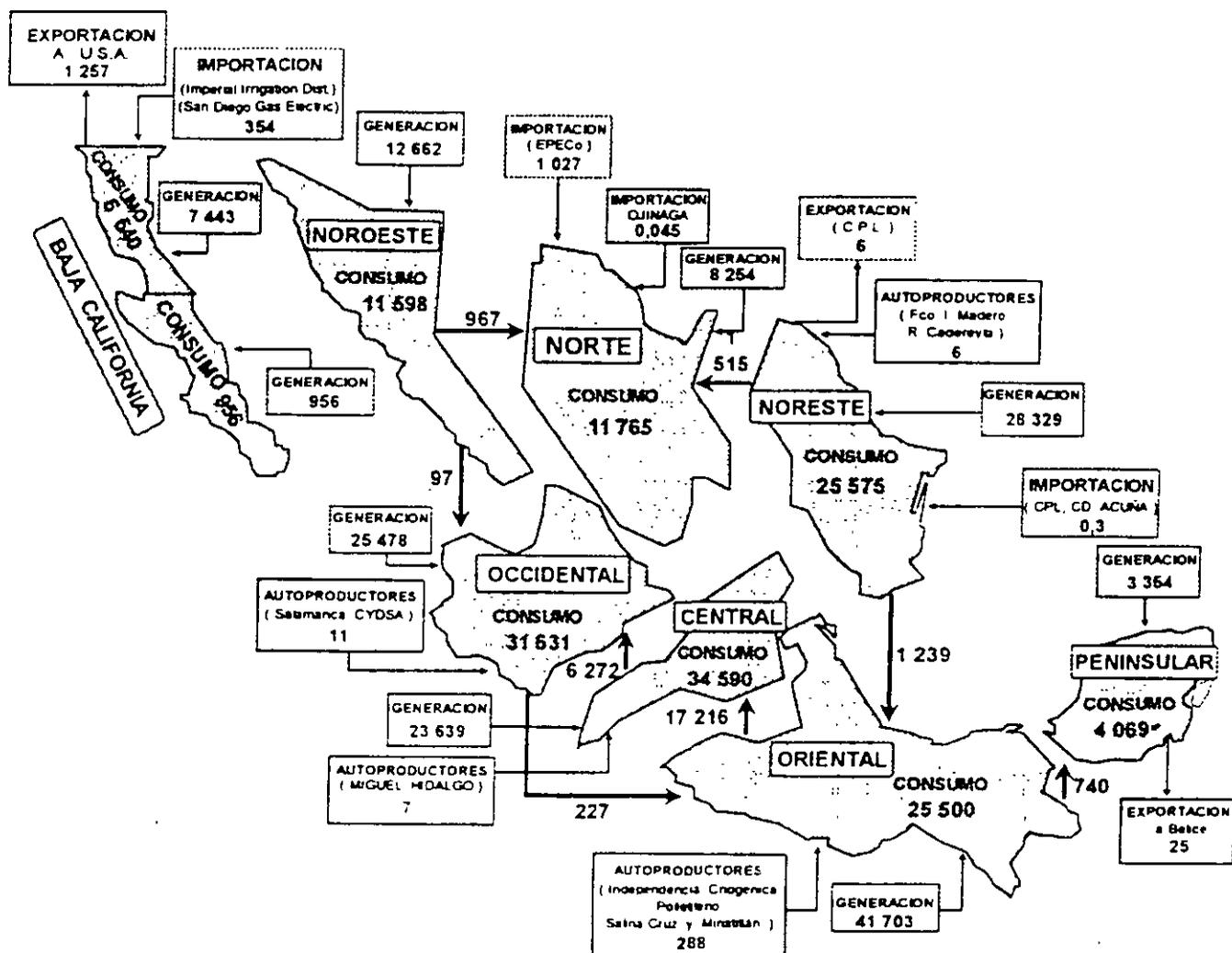
CAPACIDAD EFECTIVA TOTAL 34 791

CUADRO 5

SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

CONSUMO Y GENERACION BRUTA DURANTE 1996

GW h



PEQUEÑOS

GENERACION	71
IMPORTACION :	5
CONSUMO :	76

GENERACION BRUTA TOTAL 151 889

CONSUMO NACIONAL 152 300

1.2 ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.

En los Estados Unidos la energía eléctrica se proporciona por diversas compañías como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 6
Estructura de la industria eléctrica en Estados Unidos en 1970

Tipo de Sistema	Número de Sistemas	Número de Plantas
Inversionistas Privados	250	1923
Federales	2	
Públicos no Federales	700	800
Cooperativas	<u>65</u>	<u> </u>
TOTAL	1017	2723

Tabla 7

Clasifica por tipo de consumidas en 1973 en los Estados Unidos

Tipo	Número de Consumidas (Millones)	Consumo de Energía Billones de KWII	Porcentaje del total
Residencial	67.84	608.4	35.5%
Comercial e Industrial	8.62	1,041.4	60.6%
Iluminación Vial	0.11	14.3	0.8%
Otros Servicios Públicos	0.15	43.7	2.5%
Transporte Eléctrico		4.7	0.3%
Servicios Intedepartamentales	<u>4.77</u>	<u>5.0</u>	<u>0.3%</u>
TOTAL		1,717.8	100.0%

Tabla 8
Usos finales de la electricidad.

Uso final	Porcentaje del total de la electricidad en uso
Industrial	39.7
Refrigeración	11.6
Iluminación	10.8
Calentamiento de agua	6.2
Procesos electrolíticos	5.8
Aire acondicionado	5.6
Calefacción de espacios	3.3
Calor directo	2.6
Televisión	2.6
Comida	2.1
Secado de ropa	1.0
Otros (incluye transportes, compu- tadoras, etc.)	<u>8.7</u>
TOTAL	100.0

En la Republica Mexicana como se dijo anteriormente la Comisión Federal de Electricidad. Tiene la responsabilidad total de la operación de los sistemas eléctricos del país, contando actualmente con un sistema interconectado que tiene las siguientes instalaciones según datos estadísticos de 1999.

Tabla 9
SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

Usuarios (millones)	23.00
Superficie cubierta (millones de KMP)	2.00
Localidades con servicio	117,424.00
Capacidad efectiva instalada (MW)	35,710.70
Demanda máxima sistema interconectado (MW)	24,040.00
Demanda máxima nacional (MW)	27,990.00
Energía bruta producida (GWh)	180,916.10
Tasa de crecimiento de ventas de energía	5.67
Importación de energía (GWh)	657.40
Productores externos a CFE (GWh)	890.10
Exportación de energía (GWh)	130.60

Tabla 10
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

KM. DE LÍNEAS EN 400 KV	12.399.11
KM. DE LÍNEAS EN 230 KV	21.224.41
KM. DE LÍNEAS EN 161 KV	456.00
KM. DE LÍNEAS EN 138 KV	1.017.99
KM. DE LÍNEAS EN 115 KV	34.151.26
KM. DE LÍNEAS DE LUZ Y FUERZA	1.506.83
TOTAL	70.755.60

Tabla 11

PLANTAS GENERADORAS

TIPO	PLANTAS	U* s	MW	GWH
Vapor	29	97	14,282.50	85,102.03
Turbogas	36	90	2,363.80	2,077.38
Ciclo combinado	7	33	2,463.40	15,526.39
Combustión int	8	82	117.70	381.08
Hidroeléctrica	79	220	9,663.20	32,712.82
Carboeléctrica	2	8	2,600.00	18,246.34
Dual	1	6	2,100.00	11,233.74
Nucleoeléctrica	1	2	1,368.00	10,001.59
Geotermoeléctrica	5	28	749.90	5,623.09
Eoloeléctrica	2	8	2.20	6.15
TOTAL	170	574	35,710.70	180,910.61

BALANCE DE ENERGÍA

En el cuadro Balance de Energía se puede apreciar su distribución y los consumos en los distintos consumidores en 1996.

TIPO DE SERVICIO	CONSUMO GWH
Residencial, comercial y público	42.920
Industrial	70,065
Agrícola	7.543
Transporte	1.045

1.3 LAS PLANTAS DE POTENCIA ELÉCTRICA

Como se dijo con anterioridad las Plantas de Potencia Eléctrica hacen posible la transformación de la energía para producir Electricidad. También se mencionaron los diversos tipos de energía que se disponen para este fin, enseguida haremos una breve descripción de estas plantas.

PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

Producen electricidad a partir de la energía calorífica desprendida por la combustión de combustibles fósiles, en nuestro país se ha utilizado el combustóleo y el gas natural. En la figura 13 se tiene un diagrama esquemático de los elementos que constituyen una planta termoeléctrica, en donde se puede observar:

El generador de vapor que es donde se realiza la combustión para generar el vapor que se conduce a la turbina para darle el movimiento rotatorio y que a su vez le da movimiento al generador eléctrico para producir electricidad.

Las presiones de vapor que se utilizan en las turbinas por lo general son inferiores a 165 kg/cm^2 , requieren de grandes cantidades de agua para la alimentación y condensación por lo que se localizan cerca de los ríos o del mar.

Los generadores eléctricos en la actualidad se construyen regularmente con dos polos con rotores lisos, lo que a 60 Hz da 3600 revoluciones por minuto y, dependiendo de su capacidad su voltaje de salida puede ser de 15,000 o 20,000 volts. Su tipo de enfriamiento también en general se realiza por medio de hidrógeno. El sistema de excitación en los generadores modernos se realiza por medios estáticos.

La conexión es del tipo estrella con neutro a tierra, sus salidas se conectan a los transformadores de potencia, las que elevan el voltaje para la transmisión. La figura No. 14 muestra un diagrama unifilar de una planta termoeléctrica donde se pueden apreciar las conexiones de la

salida del generador a la subestación elevando la tensión de 20 a 230 Kv. Asimismo se muestra la alimentación a los equipos auxiliares.

Diseño

El diseño de plantas termoeléctricas, en México, ha pasado por etapas, que comprenden los siguientes aspectos:

Se inició con plantas pequeñas de hasta 33,000 kW; entre 1948 y 1960 se construyeron algunas, diseñadas por firmas de ingeniería mexicanas. Posteriormente, desde el año de 1958 hasta 1964, se practicó la construcción de plantas mediante el sistema "llave en mano" (turn key) o "Plantas paquete" que consiste en comprar a un fabricante (en nuestro caso extranjero) la planta completa, a sabiendas de que él se encargará de adquirir los equipos necesarios y de subcontratar con otras compañías el diseño y construcción; así se construyeron unidades hasta de 150,000 kW.

Después, en 1965 y hasta 1970 CFE empezó a contratar compañías de ingeniería extranjeras para que diseñaran las plantas, adquirió los equipos de diferentes fabricantes mediante concursos y contrató la construcción y montaje de las plantas con compañías nacionales, construyéndose plantas hasta de 158,000 kW.

A partir de 1971 y hasta 1976, CFE volvió a utilizar firmas de ingeniería mexicanas para el diseño de sus plantas, y personal propio; durante este periodo, para la construcción y montaje, CFE utilizó indistintamente contratistas y recursos propios. Sin embargo, se continuó adquiriendo equipos de diferentes fabricantes mediante concursos. En esta forma se construyeron plantas con capacidad hasta de 300,000 kW, las más grandes en la actualidad.

A mediados de 1976, CFE decidió diseñar sus plantas con recursos propios. Contrató los servicios de una firma de ingeniería extranjera e integró un departamento de Ingeniería y Diseño; para la construcción y montaje, continúa utilizando indistintamente contratistas y recursos propios.

De las etapas antes mencionadas, indudablemente la menos aconsejable es la de contratos de "llave en mano" (turn key); es la que aporta menos experiencias en tecnología al país.

- El diseño está formado por planos y especificaciones que se complementan entre sí; los planos definen las dimensiones, localización, forma, detalles y relaciones de materiales, equipos, estructuras y sistemas.
- Las especificaciones definen los materiales, equipos, estructuras y sistemas, en su comportamiento, alcance, garantías, métodos y programas de fabricación, puntos terminales, manejo, transporte, pruebas, almacenamiento y otras formas de tratamiento.

Cuando se ha definido ya la capacidad requerida por la demanda y se ha determinado el sitio por los factores que intervienen en su selección, se inicia el *diseño conceptual* y la selección del turbogenerador. Los siguientes pasos son: *ingeniería básica, ingeniería de detalle, construcción y montaje, puesta en servicio y operación y mantenimiento*. Así se completa el Ciclo de Producción.

- *El diseño* incluye la selección, optimización y coordinación de ajuste entre todos los materiales, equipos, estructuras y sistemas para proporcionar la capacidad de diseño de la planta con el mínimo costo y programa, alta calidad, operabilidad, disponibilidad y productividad, de acuerdo con el estado del arte.
- *Los criterios de diseño* comprenden la descripción funcional de los equipos, estructuras y sistemas, incluyendo los límites de los parámetros básicos de diseño. Algunos de estos criterios pueden darse en forma de arreglos o diagramas y dimensionados.
- *Diseño conceptual* de la descripción del alcance, forma y bases del diseño de planta en general: intemperie o cubierta, grado de utilización, combustibles, enlaces de la subestación, agua de enfriamiento, accesos, condiciones del sitio, orientación y arreglo general, principalmente.

CENTRAL CARBOELÉCTRICA

Como su propio nombre lo dice, usa carbón de bajo contenido de azufre como energético primario. En la práctica, el carbón y sus residuos de combustión, requieren de una alta tecnología para su buen manejo y de instalaciones especiales para abatir la contaminación. La Figura No. 15 muestra un diagrama esquemático de las partes que conforman una planta de este tipo, en donde se puede observar que a partir del generador de vapor los equipos son similares a la planta termoeléctrica antes descrita. La diferencia consiste en el combustible y su manejo para conducirse a los quemadores del generador de vapor.

PLANTAS DE CICLO COMBINADO

Está integrada por dos tipos de unidades generadoras diferentes: turbogas y vapor.

Cabe mencionar que una vez terminado el ciclo de generación de las unidades de turbogas, los gases desechados poseen un importante contenido energético por su alta temperatura, se utilizan para calentar agua y producir vapor, de manera semejante a las termoeléctricas convencionales. En la Figura No. 16 se puede mostrar un diagrama esquemático de esta planta, en donde se puede ver que a partir del generador eléctrico las instalaciones son similares a las de las plantas anteriormente mencionadas.

PLANTA TERMOELÉCTRICA TIPO DUAL

Esta clase de central puede utilizar como fuente energética primaria dos combustibles: combustóleo o carbón, lo que le da la particularidad de ser "dual". (Figura 17)

La turbina es similar a la que se describió para la termoeléctrica de vapor y de carbón, asimismo puede considerarse para el generador, la subestación y los servicios auxiliares.

PLANTAS NUCLEOELECTRICAS.

Las plantas nucleoelectricas utilizan el calor generado por un reactor nuclear, de esta forma se obtiene el vapor necesario para la turbina. Este tipo de plantas a base de combustible nuclear, frecuentemente no es posible localizarlas cerca de las ciudades debido al peligro que existe de la emision de material radiactivo, aunque se ha probado que con buenos disenos este peligro practicamente desaparece. El principal requerimiento para una planta de reactor nuclear es la disponibilidad del agua de enfriamiento necesaria.

México cuenta con una central de este tipo en el estado de Veracruz: Laguna Verde, que tiene una capacidad instalada de 1,309 MW. La Figura No. 18 muestra un esquema de esta Central, se podrá ver que tiene semejanza con la Termoeléctrica descrita anteriormente ya que también utiliza vapor para mover a la turbina; al producirse este vapor por el reactor nuclear. Opera en condiciones máximas de seguridad, de acuerdo a la Asociación Mundial de Operadora Nucleares.

Asimismo el diseño de esta planta estuvo sometido a normas internacionales, con esquemas de protecciones de alta seguridad. La subestación cuenta con equipos en hexafluoruro de azufre y un sistema de control de contaminación con lavado automático en vivo.

CENTRAL GEOTERMOELÉCTRICAS

Las centrales geotérmicas utilizan como fuente primaria de energía el vapor que existe a temperaturas elevadas en el subsuelo.

Dicho vapor es obtenido a través de pozos cuyas profundidades llegan hasta los 4200 m.: los pozos producen una mezcla de agua y vapor a una temperatura promedio de 300 grados centígrados. El agua y el vapor son separados a boca de pozo. Posteriormente, el agua es enviada a una laguna de evaporación, mientras que el vapor se traslada por medio de tuberías a la central generadora, donde se distribuye a los turbogeneradores para transformar su energía, en energía eléctrica; por medio del generador eléctrico.

Existen unidades de 5 MW en la que el vapor, una vez que ha trabajado en la turbina, se libera directamente a la atmósfera. En las unidades de 20 a 110 MW que tiene instalada la Comisión Federal de Electricidad, el vapor se envía a un sistema de condensación; el agua condensada, junto con la que proviene del separador, se reinyecta al subsuelo o bien es enviada a una laguna de evaporación.

PLANTAS HIDROELÉCTRICAS

Para el proyecto de una planta hidroeléctrica, es necesario tener la siguiente información hidrológica.

- Precipitación media anual
- Precipitación media mensual.
- Precipitación máxima y mínima para cada año y cada mes.
- Intensidad máxima, duración y extensión de la mayoría de las lluvias o tormentas.

En general las plantas hidroeléctricas se pueden clasificar de acuerdo a la altura de agua disponible y la velocidad específica requerida, calculada por.

$$\frac{NP^{1/2}}{H^{5/4}} = N_s : \text{velocidad específica}$$

Donde:

- N velocidad en r. p. m.
- P potencia en H. P.
- H altura neta en pies.

De acuerdo con lo anterior se tienen los siguientes tipos de plantas:

Plantas de baja altura

Este tipo también opera en los lechos de los ríos. Trabajan con alturas H del orden de 30 m., usualmente como plantas con carga base, donde la velocidad específica N_s es superior a 70, con velocidades de 100 r. p. m., comúnmente son empleadas turbinas tipo Kaplan; para frecuencia de 60 Hz se requiere del uso de rotores de gran diámetro y muchos polos. Este tipo de unidades se ha construido en capacidades hasta de 150 MW.

Plantas hidroeléctricas de altura media

Operan con caídas de agua del orden de 30 a 240 m., las velocidades específicas en este tipo de plantas son del orden de 14 a 19 usando turbinas tipo Francis, con velocidades de 100 a 300 r. p. m., se requiere como en el caso anterior rotores de gran diámetro y es posible obtener capacidades hasta de 500 MW especialmente con las mayores alturas dentro de este rango.

Plantas hidroeléctricas de gran altura

Estas plantas tienen caídas superiores a los 240 m., de algún lago de almacenamiento que frecuentemente son usadas para propósitos de demanda pico. La velocidad específica es inferior a 16 y usan turbinas con rueda pelton.

Una característica general de todos los Hidro-generadores es su alta eficiencia. (85 - 94%) disponibilidad para arranque y absorción de carga rápida, por tal motivo son muy útiles para regulación de frecuencias y debido a su simplicidad con respecto a otros tipos de plantas, pueden operarse a control remoto. En las Figuras No. 20 y 21 se pueden ver los componentes de una Planta Hidroeléctrica tipo Francis.

OBRA DE TOMA.- Es el grupo de instalaciones localizadas en la cortina del vaso y que permite la entrada del agua a las turbinas de la unidad, y consta de las siguientes partes:

Rejillas.- Es un armazón de soleras de fierro en forma de malla para evitar el paso de material sólido a las turbinas, y se encuentra localizada en la pared inferior de la cortina.

Compuerta.- Es un tablero de acero reforzado con mecanismo rodante que se desliza entre dos ranuras guías en dirección ascendente o descendente en la cortina, para permitir o evitar el paso del agua hacia las turbinas.

Servomotor.- Es un dispositivo consistente en un cilindro cerrado en sus extremos con un émbolo que se desliza en dirección ascendente al inyectársele aceite a presión, por medio de tuberías conectadas al mismo. Dicho émbolo está ensamblado a la compuerta por medio de eslabones de acero.

El sistema de control para este dispositivo está compuesto por una bomba que alimenta aceite a presión, a través de un sistema de tuberías con válvulas que permiten la regulación del flujo dentro de los límites permisibles de velocidad de operación de la compuerta; la cual se controla manual o automáticamente, y en este último caso por un sistema eléctrico cuyo funcionamiento se realiza desde los centros de control.

TUBERÍA DE PRESIÓN.- Es la instalación que sirve para conducir el agua desde la obra de toma hasta la turbina, en la Planta de Malpaso tiene una longitud de 95 metros, un diámetro interior a la entrada de 7 metros y de 5.60 metros a la salida, está hecha de planchas de acero de características ASTM-A-201-Gr.-B-61T y tiene un peso total de 2,335 toneladas aproximadamente para cada Unidad.

Está alojada en un túnel inclinado de la elevación 131 a la 77.50 metros SNM, y compuesta por 20 anillos de 6 piezas cada uno ensamblados dentro del túnel y ahogados en concreto. Durante el ensamble se controla la calidad de la soldadura por medio de radiografías y pruebas ultrasónicas. Las piezas constitutivas de la tubería tienen espesores que varían de 2.06 a 3.49 cm., y está provista de perforaciones para la inyección del concreto en el que está ahogada dicha tubería.

TURBINA.- Es la parte de la unidad que recibe el flujo de agua transformando esta energía en fuerza mecánica, que se transmite a través de la flecha del generador; consta de las siguientes partes:

Carcasa o Caracol.- Sirve para distribuir el flujo de agua en torno a la parte rotativa, con un diámetro de 5.6 metros, aquí se localizan también los álabes fijos y móviles que controlan la cantidad de agua que pasa por la turbina haciendo girar el rodete de la misma.

Rodete.- Consiste en un juego de paletas combadas sujetas a la flecha de la turbina que reciben el golpe del agua, impulsando en esta forma al grupo rotativo; su construcción es a base de acero inoxidable para resistir los desgastes debido a los diferentes fenómenos corrosivos, abrasivos, etc., que ocurren en su operación, entre los que destaca la cavitación. Tiene un diámetro exterior de 5.6 metros.

Flecha.- Consiste en un cilindro de acero forjado de 1.26 metros de diámetro. se ensambla con el rodete en su parte inferior y con la parte móvil del cojinete de carga en la parte superior y sirve para transmitir la potencia desde el rodete a la flecha del generador.

Cojinete de Carga.- Es de forma cilíndrica y con un diámetro exterior de 3.38 metros, consta de una parte fija y una móvil; la parte fija soporta en su contorno 16 piezas de forma trapezoidal llamadas zapatas, que están hechas de acero revestido con metal babbit, y se soportan sobre pivotes especiales; la parte móvil consiste en un anillo circular de acero fundido, ensamblado en su cara circular inferior con un disco de acero forjado con una superficie debidamente arreglada para deslizar sobre las zapatas durante el movimiento del grupo rotatorio.

Esta parte de la unidad soporta el peso de las partes rotativas de la turbina, generador, excitador, la flecha y el empuje hidráulico, es autolubricada y está contenida en un tanque de forma cilíndrica que sirve como depósito de aceite y tiene un sistema de refrigeración por medio de agua.

Cojinete Guía.- Mantiene al grupo rotatorio en su eje dentro de los límites permisibles; se localiza arriba del rodete y consiste en 12 placas de acero revestido, de material babbit, y dispuestas alrededor de la flecha para recibir su empuje. Está soportado sobre pivotes y contenido en un tanque cilíndrico que sirve también de depósito de aceite lubricante. Su enfriamiento es por medio de agua.

Servomotores de Alabes.- Son dos dispositivos cilíndricos con sus respectivos émbolos operados con aceite a presión y que mueven los álabes de la turbina para admitir la cantidad de agua de acuerdo con las necesidades de operación.

Actuator.- Está compuesto por un grupo de dispositivos hidráulicos y eléctricos que reciben la señal en forma eléctrica, indicando la variación de carga o velocidad de la turbina, dicha señal la convierte en presión de aceite que se amplifica y se entrega en forma de señal de movimiento en la salida del servomotor del actuator transmitiéndose así a los servomotores de álabes.

Regulador de Velocidad.- Se compone de dispositivos eléctricos que reciben la señal en forma eléctrica de las variaciones de velocidad o carga del turbogenerador, la señal recibida se amplifica obteniéndose a la salida valores del voltaje que pueden operar a la entrada del actuator a donde finalmente se entrega.

GENERADOR

Es la parte de la unidad donde la energía mecánica transmitida por la turbina se convierte en energía eléctrica.

Se encuentra localizado en la parte superior de la turbina, instalado dentro de una fosa circular de concreto. Consta de estator, rotor, sistema de refrigeración, cojinete guía, sistema de frenado, calentadores, dispositivos de supervisión, regulador de voltaje, anillos colectores y excitador, consta de las siguientes partes:

Estator.- Es la parte fija del generador y tiene forma cilíndrica, el cual consta de la carcasa que es la estructura que soporta al núcleo en su pared circular interna y en su periferia a los cambiadores de calor del sistema de refrigeración. El núcleo contiene las bobinas que están construidas de barras de cobre con un recubrimiento compuesto de cintas de mica y vidrio con resina epóxica, conocida como aislamiento tipo F.

Estas bobinas están dispuestas en la pared interior del núcleo, siendo en ellas donde se obtiene la energía eléctrica, por la acción que recibe del campo magnético variable producido por el rotor.

Rotor.- Tiene forma cilíndrica y se localiza dentro del estator, acoplado directamente a la flecha de la turbina para girar con la misma velocidad de ésta, aloja a los polos constituidos por bloques de láminas de acero al silicio con bobinas para formar el campo magnético que acciona sobre las bobinas del estator como se dijo anteriormente, haciéndose variable con el movimiento que le transmite la turbina.

Sistema de Refrigeración.- Consiste en el flujo del aire forzado que se genera por el movimiento de las aspas del rotor, este flujo atraviesa los cambiadores de calor constituidos por un sistema de agua de enfriamiento y un enrejado por el que atraviesa el aire para enfriarse.

Cojinete Guía.- Está localizado en la parte superior del rodete y tiene la misma función que el cojinete guía de la turbina y es de construcción similar.

Sistema de frenado - Consta de ocho cilindros con émbolos móviles que tienen en su extremo superior las balatas que accionan sobre la llanta circular del rotor. Se usa para levantar el grupo rotativo y para frenar la unidad cuando alcanza cierta velocidad menor que la nominal durante un paro.

Calentadores - Son del tipo eléctrico y se encuentran instalados en la fosa del generador y bajo la excitatriz, y funcionan durante los paros de la unidad para evitar la condensación de la humedad en las diferentes partes.

Dispositivos de Supervisión.- Los dispositivos de supervisión proporcionan la información sobre el comportamiento de las diferentes partes de la máquina enviando alguna señal visual de alarma de control o disparo. Estos dispositivos son los siguientes: detectores de temperatura; medidores de flujo de agua, medidores de nivel, etc.

Excitador.- Es un generador de corriente continua que proporciona la energía que se usa en los polos del generador. Se localiza en la parte superior del generador y es de forma cilíndrica, consistiendo en una parte fija que se llama estator y una parte móvil que se llama rotor.

En la Figura No. 22 se puede observar el sistema de control de las unidades de Angostura y Malpaso, segunda etapa que es totalmente estática.

En la Figura No. 23 se tiene el diagrama unifilar de la Planta de Chicoasen que puede observarse es del tipo interruptor y medio, también se pueden ver los sistemas de protección que tienen.

Figura 13

ESQUEMA DE UNA PLANTA TERMoeLECTRICA

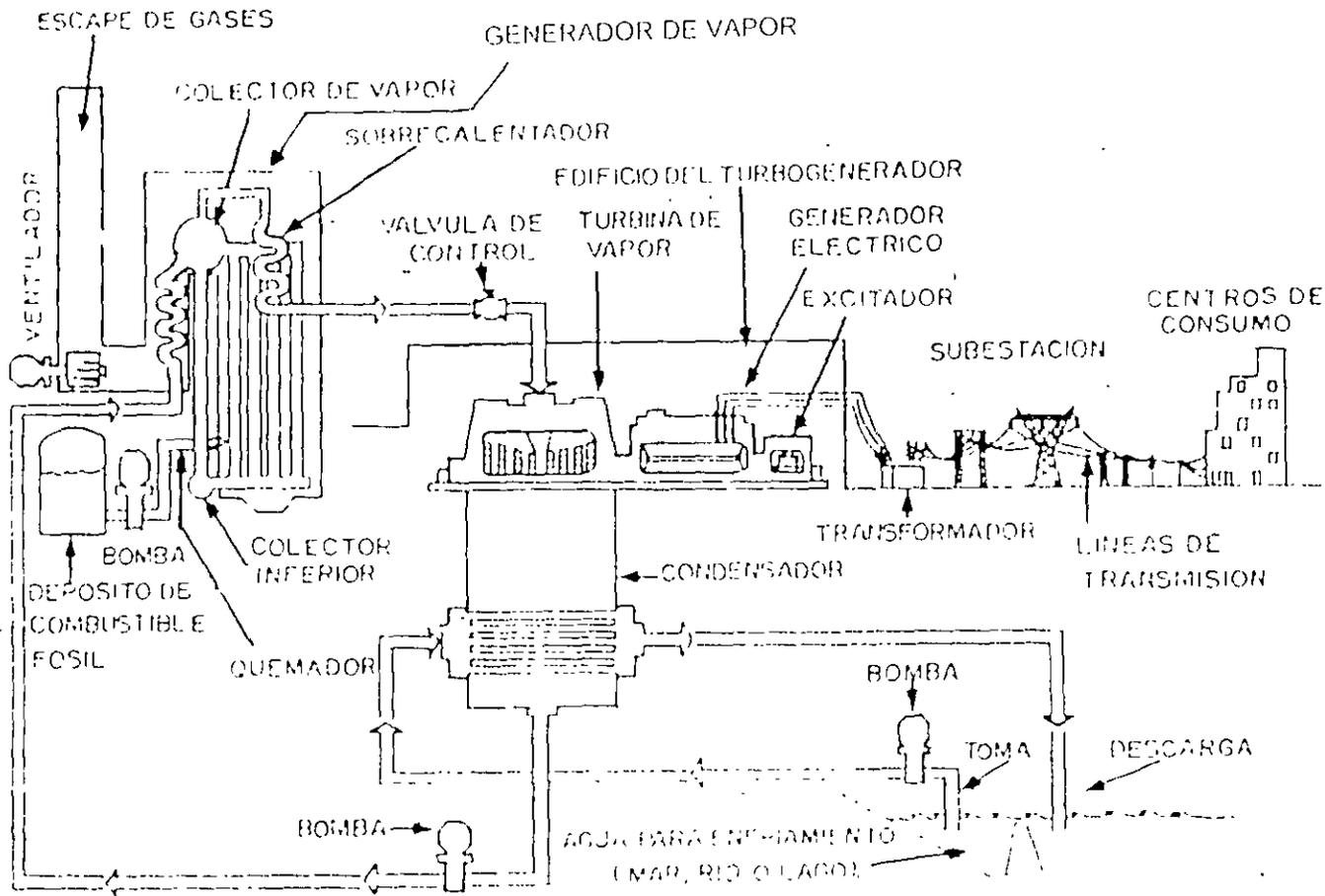


Figura 14

Salida de los generadores, línea de transmisión y auxiliares

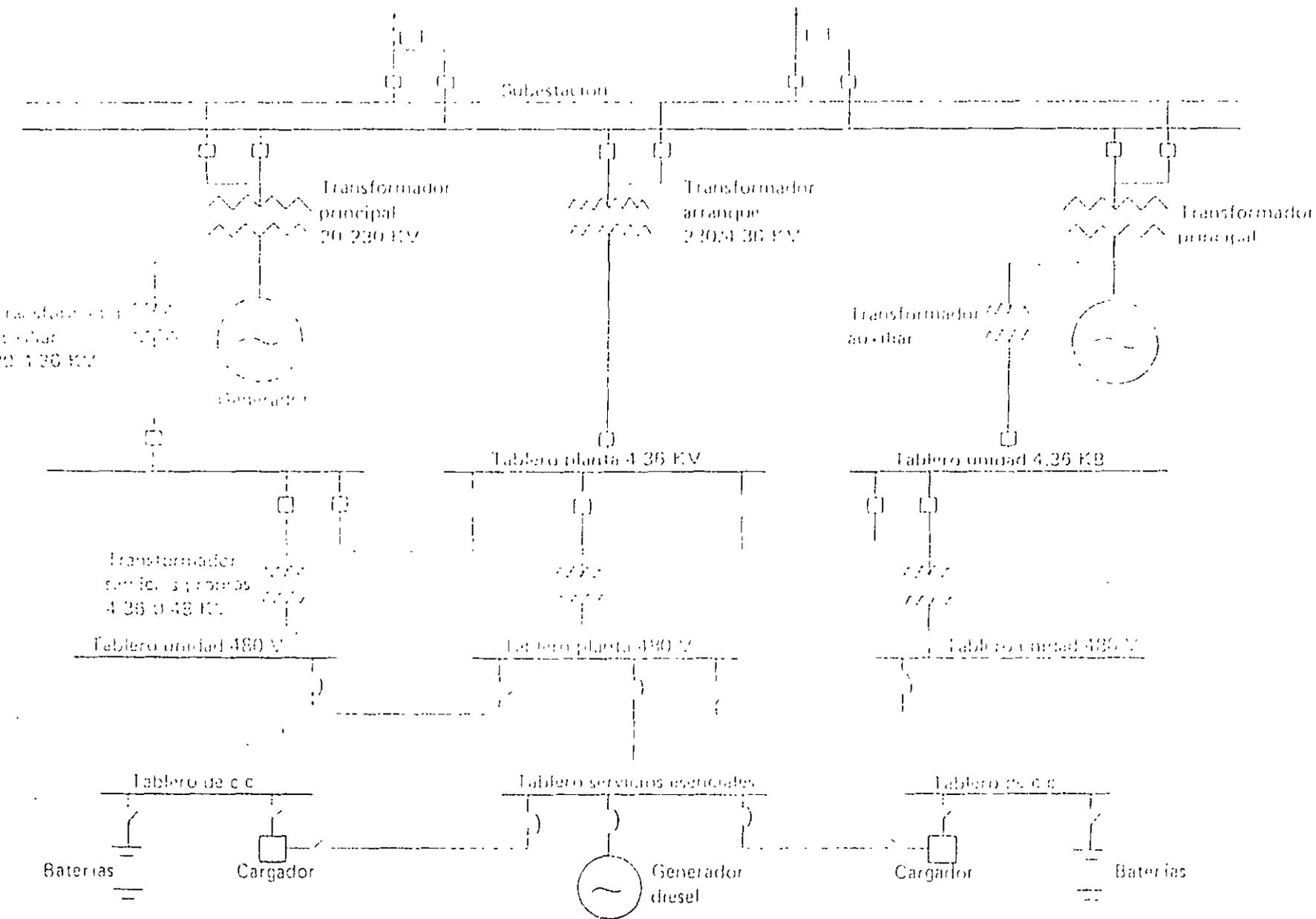


Figura 15

CENTRAL CARBOELECTRICA RIO ESCONDIDO

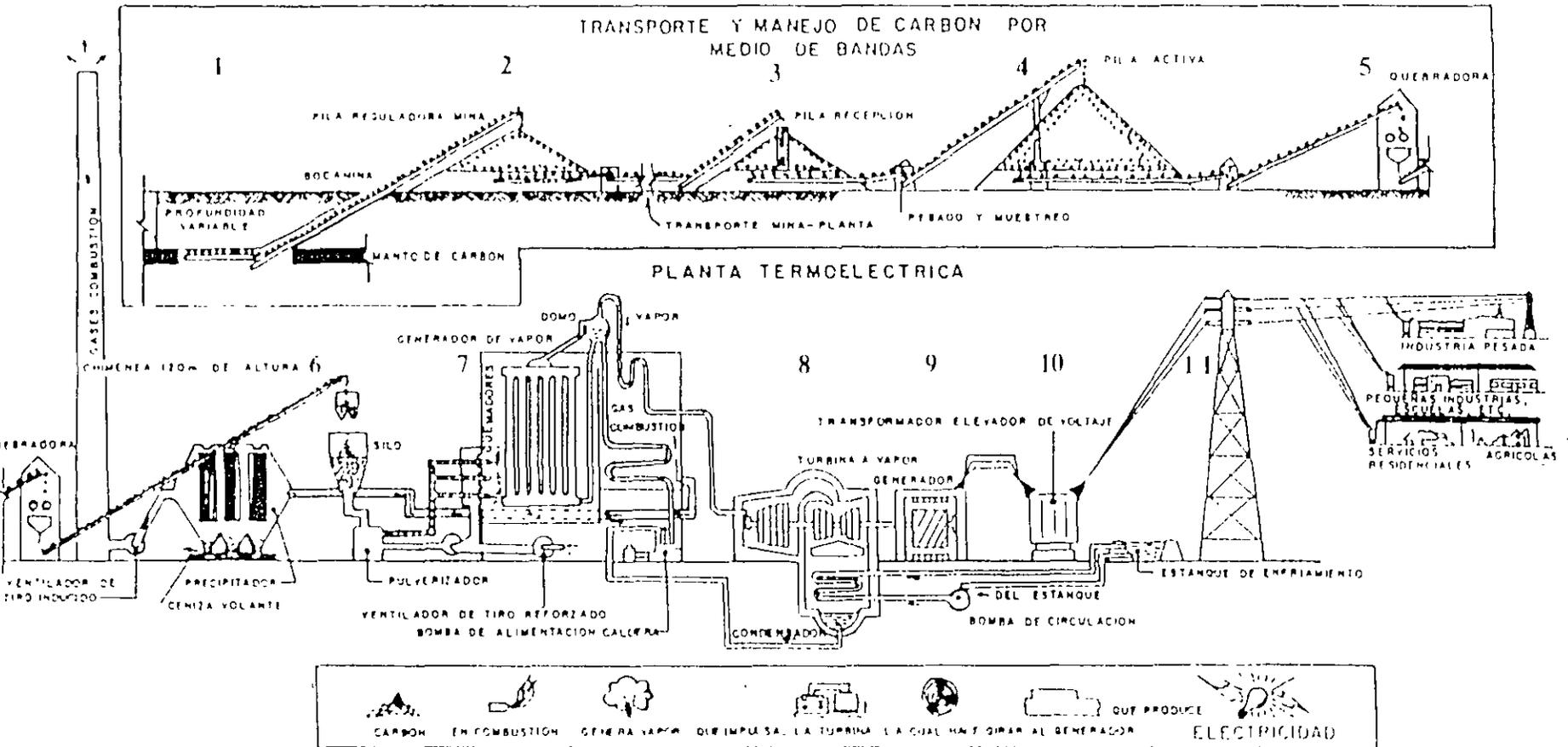


Figura 16

Diagrama esquemático de una planta de ciclo combinado.

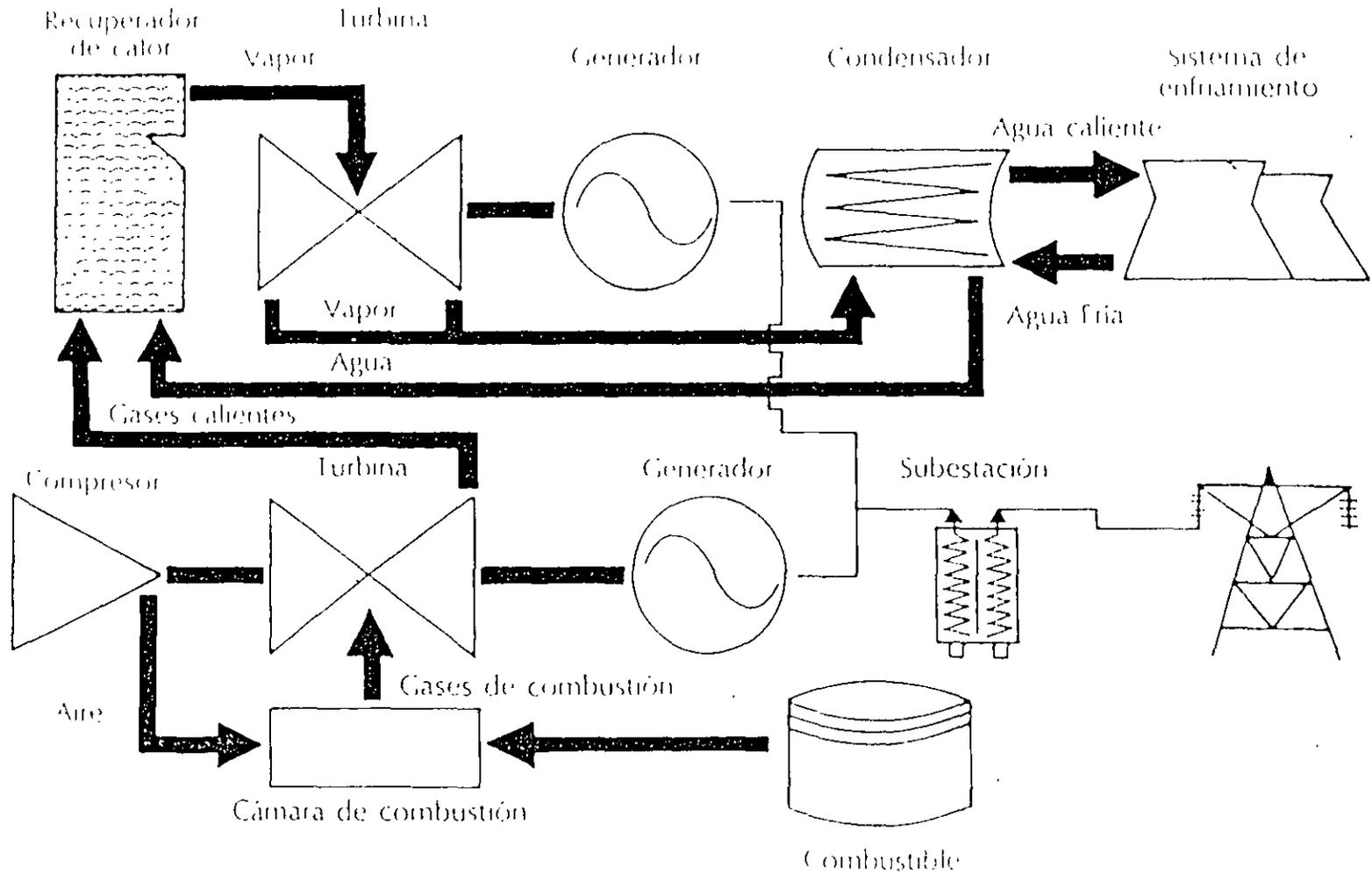


Figura 17

Planta termoeléctrica tipo dual.

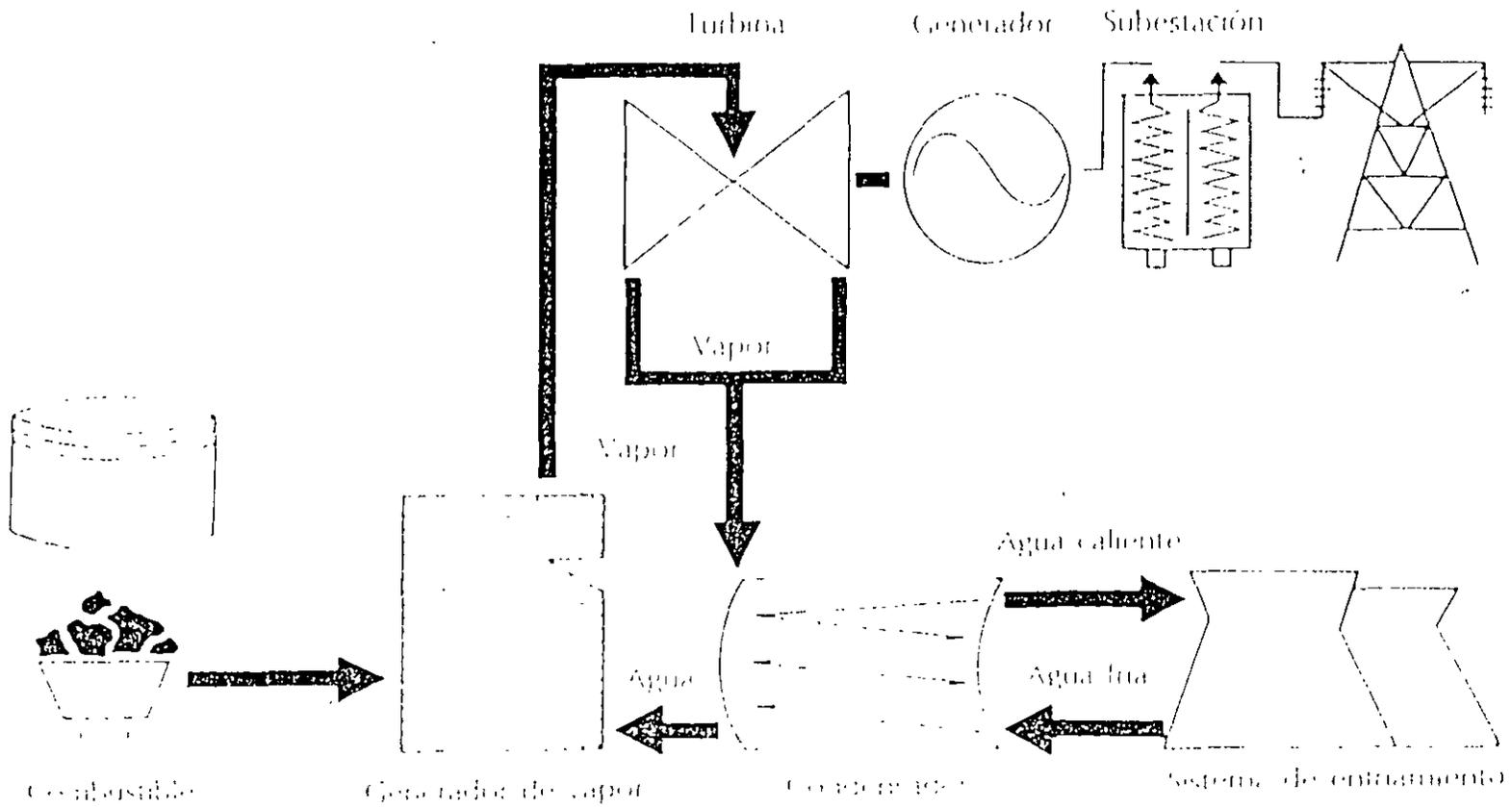


Figura 18

ESQUEMA DE LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA "LAGUNA VERDE"

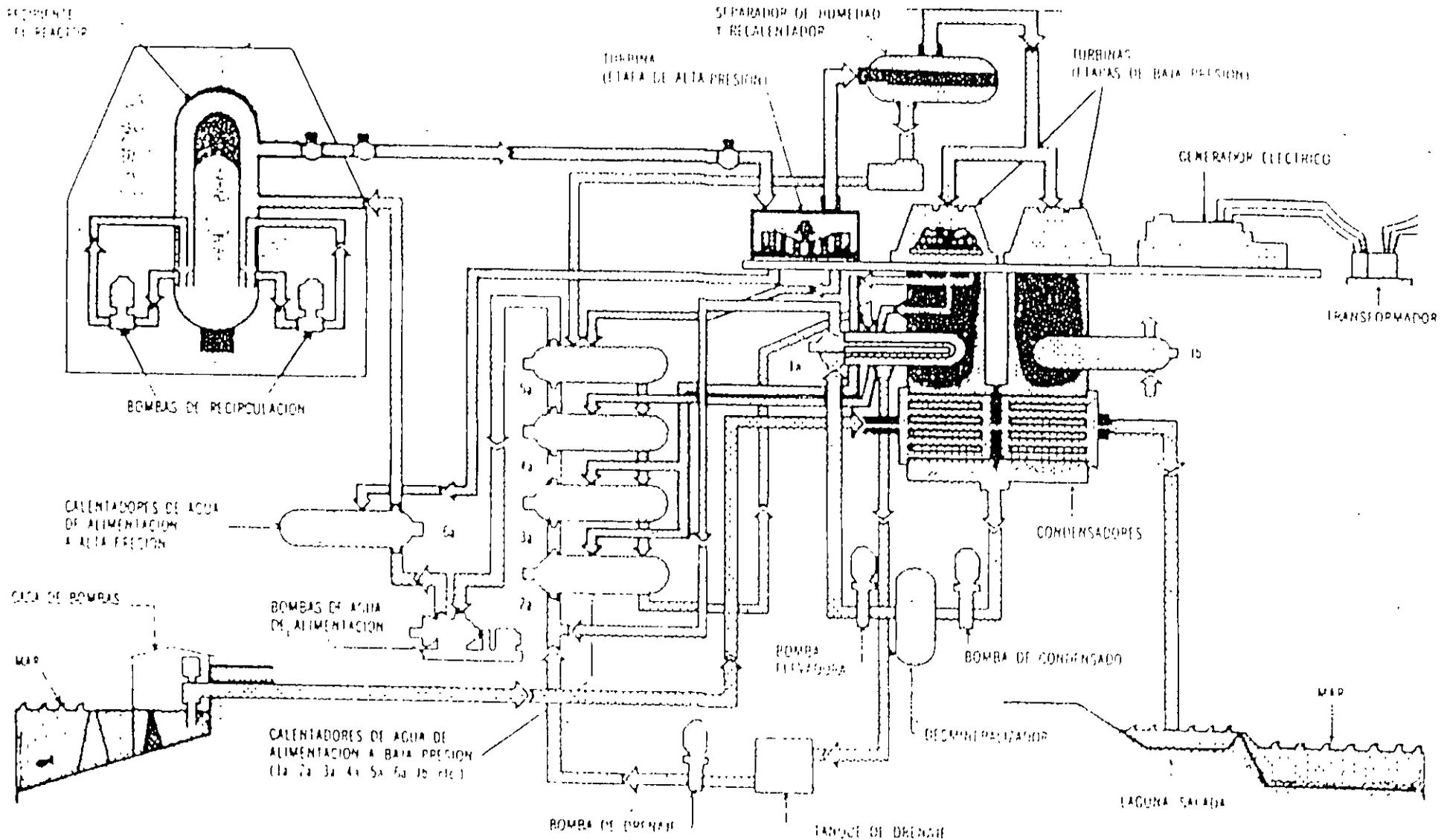


Figura 19

ESQUEMA DE UNA CENTRAL GEOTERMoeLECTRICA

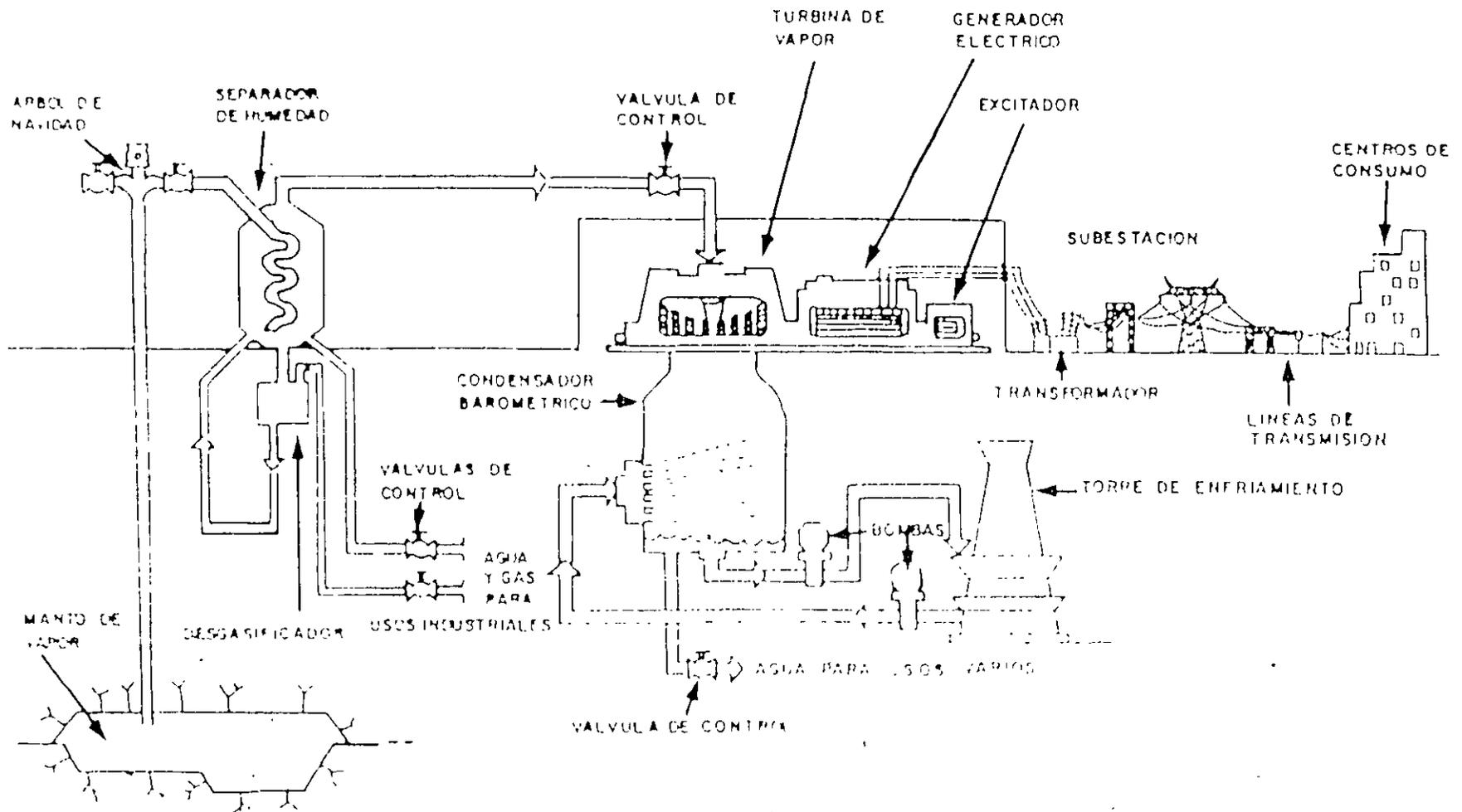
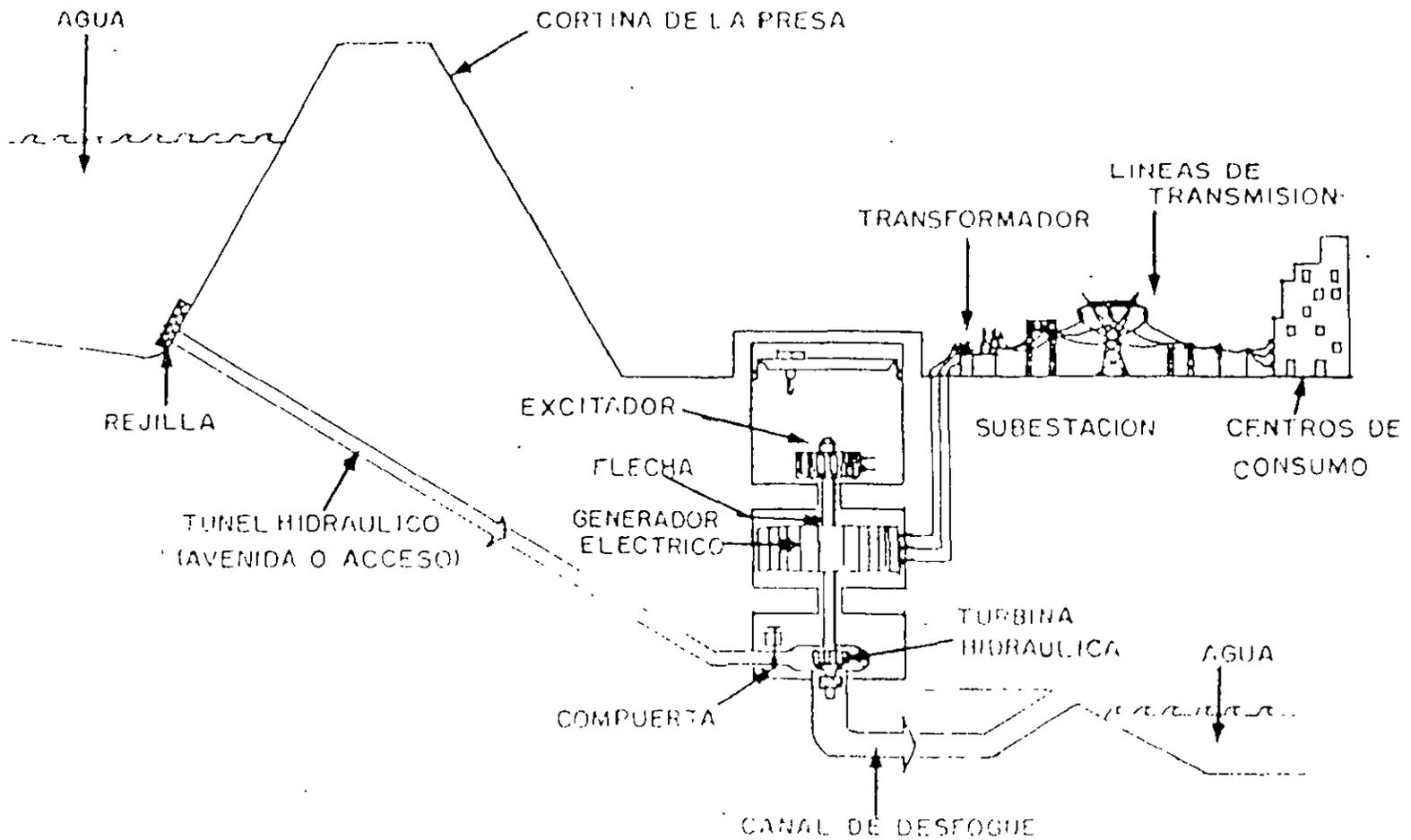


Figura 20

ESQUEMA DE UNA PLANTA HIDROELECTRICA



"LA ANGOSTURA" CASA DE MAQUINAS

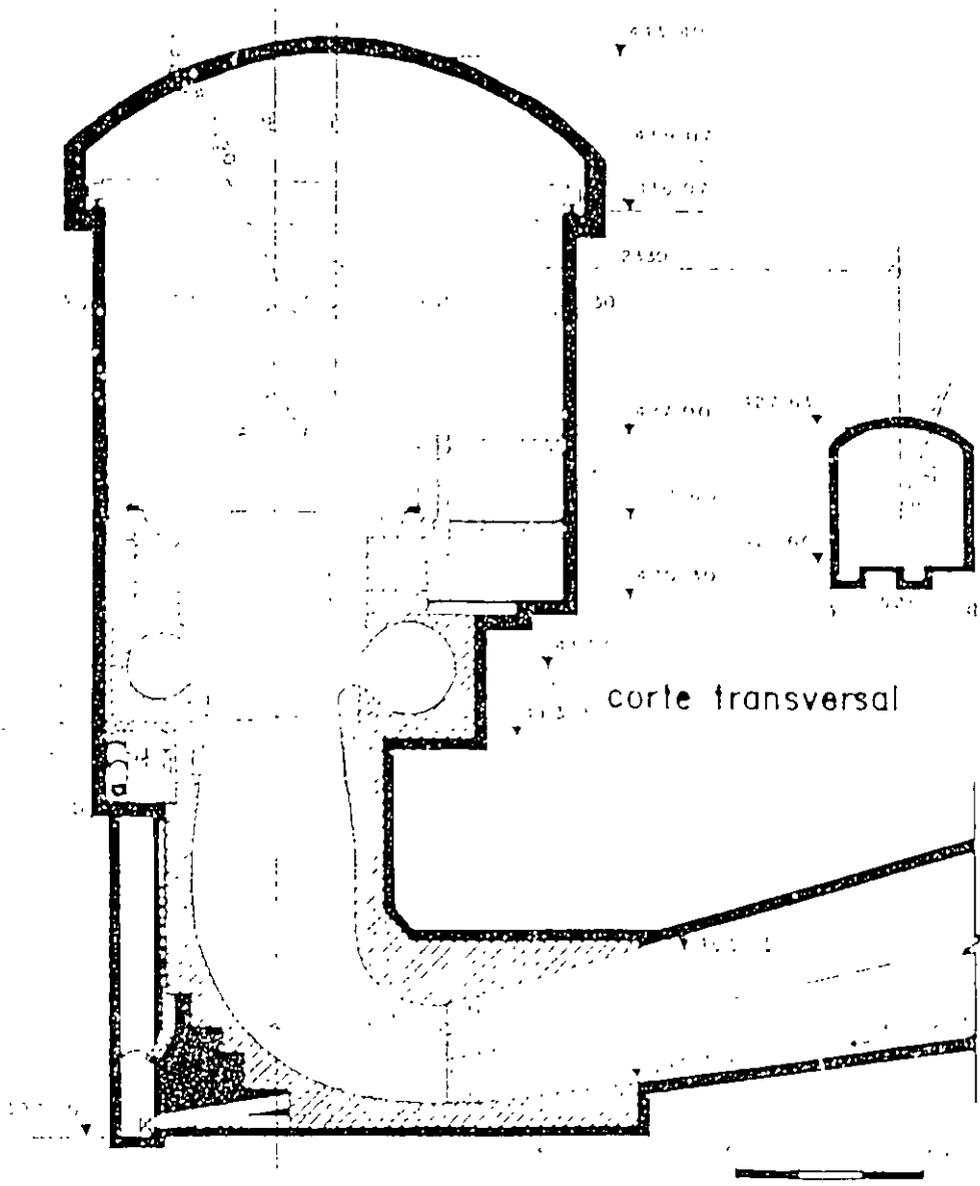
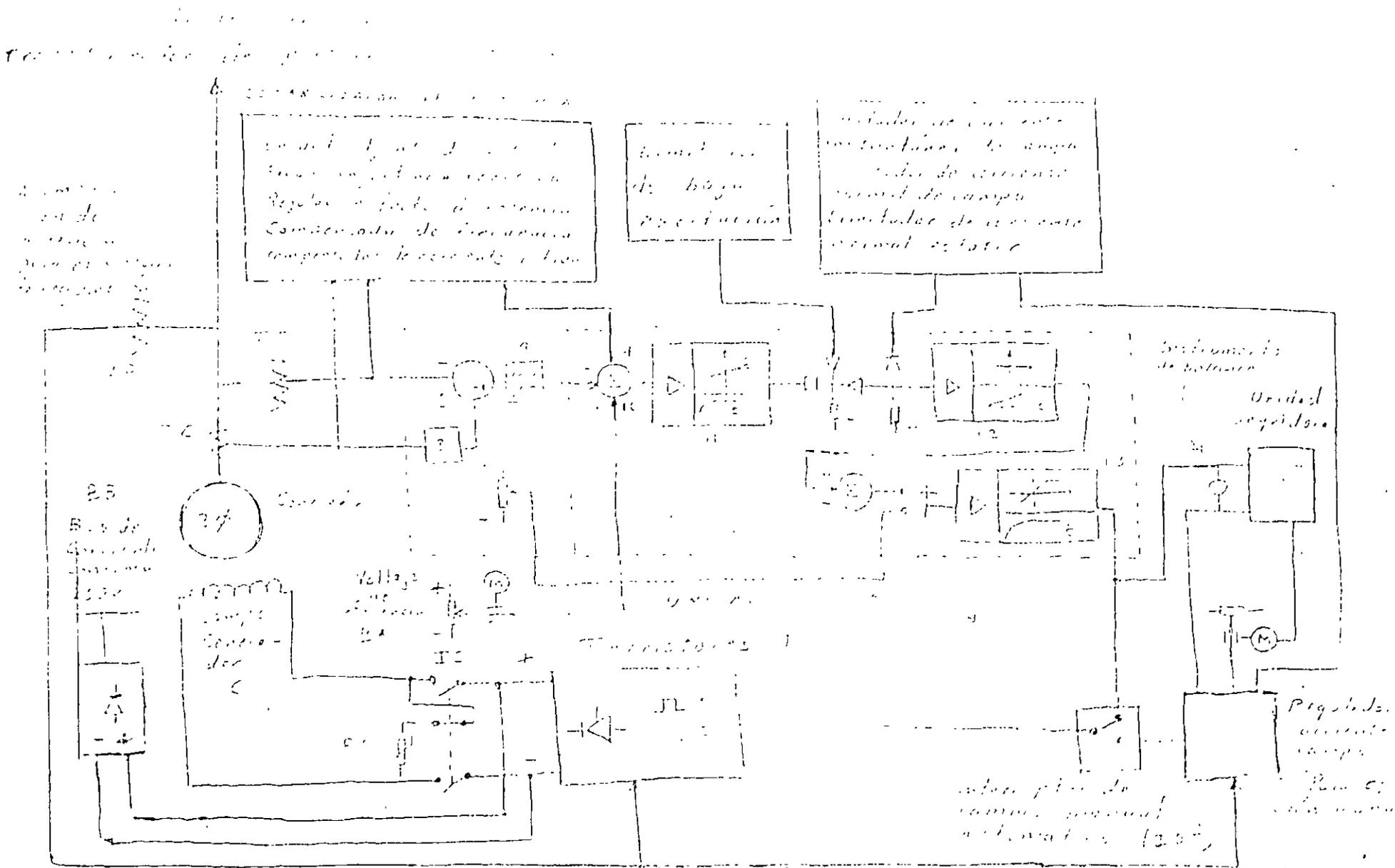


Figura 21

Figura 22



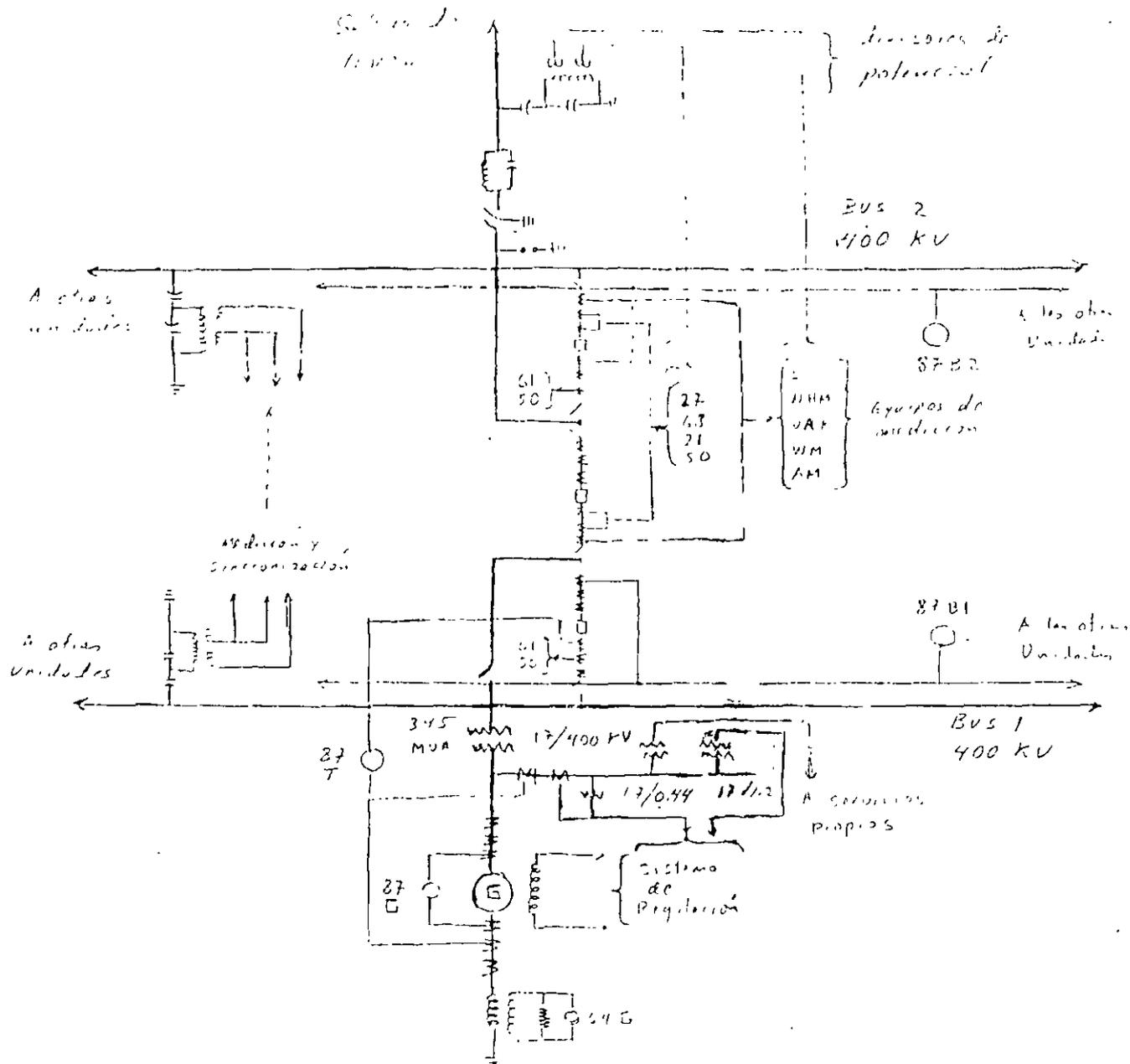


FIGURA 23

DIAGRAMA UNIFILAR
 PLANTA CHICORSEN,
 Esquema interruptor y medio.
 Se presentan las conexiones
 para una unidad.
 Para las otras unidades es
 igual.
 SIMBOLOS.

-  Generador
 -  Transformador
 -  Desconector
 -  87 B Relay de diferencial de bus, con E es de generador con T es de Transform.
 -  Interruptor
 -  Transformador de consuelo
- 27, 43, 21, 50, 61 = son los números de otros relays.

1.4. TRANSMISIÓN DE LA POTENCIA ELÉCTRICA.

Debido a que la planta eléctrica generalmente se ubica en lugares cercanos a las fuentes de energía que utilizan y, generalmente con abundancia de agua; se tienen distancias lejanas de los centros de consumo. La transmisión de esta energía se realiza por medio de las líneas de transmisión que debe cumplir las funciones: de transportación de la energía, integración del sistema e interconexión.

La transmisión de la energía tiene como propósito el movimiento de la energía eléctrica de las fuentes de generación o sea de las plantas eléctricas, a los mayores centros de carga para la distribución a los consumidores últimos. La función de integración se realiza por medio de la combinación de fuentes de generación y grandes centros de distribución para operar en sincronismo de la mejor manera para mayor confiabilidad y economía. La interconexión consiste en enlazar sistemas separados para intercambiar la potencia de uno y otro a fin de mejorar la confiabilidad del servicio y obtener economías adicionales. de esta manera en Estados Unidos los sistemas separados se interconectaron y formaron una vasta red.

En nuestro país como se dijo en el primer capítulo, actualmente se cuenta con el Sistema Nacional Interconectado con líneas de 400 KV, 230 KV y 115 KV.

Los cuadros 24, 25 y 26 muestran los voltajes normalizados en la Comisión Federal de Electricidad.

PRINCIPALES ELEMENTOS PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN.

1.- Conductores

La transmisión generalmente es trifásica que pueden operar con un simple o más conductores por fase y los materiales generalmente son de aluminio con acero de refuerzo "ACSR".

2.- Transformadores de potencia .

Para elevar la tensión o para reducirla; se utilizan los transformadores. Por medio de estos equipos se reduce el valor de la corriente en la línea, para que las pérdidas por resistencia óhmica y la caída de tensión no estén fuera de los límites técnicos y económicos, ya que las pérdidas por resistencia se rigen por la fórmula de la pérdida P_p .

$$P_p = I^2 R \quad (1) \text{ donde:}$$

I = Corriente de la línea

R = Resistencia de la línea

y siendo la potencia de transmisión

$$P_t = IV \quad (2) \text{ donde:}$$

I = Corriente de la línea

V = Voltaje de transmisión

substituyendo 2 en 1
$$P_p = \frac{P_t^2 R}{V^2}$$

lo que muestra que mientras mayor sea el voltaje es menor la pérdida.

Asimismo, mientras menor sea la resistencia menor es la pérdida lo que puede manejar de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{donde:}$$

R = Resistencia de la línea

ℓ = Longitud de la línea

A = Área de la sección transversal del conductor

ρ = Resistividad del conductor que depende del material, siendo una constante para cada tipo de material.

De lo anterior se observa que mientras mayor sea el valor de A menor es la resistencia pero tiene un límite técnico y económico que se concilia con el valor del voltaje de transmisión.

3.- *Aisladores.*

Deben soportar mecánicamente los cables y aislarlos de la tierra eléctricamente.

4.- *Soportes.*

Pueden ser las torres de acero, postes de madera y postes o marcas de concreto.

5.- *Dispositivo de protección.*

a) *Cables de guardia.*- Su función principal es interceptar las descargas atmosféricas y conducir las a los sistemas de tierra cercanos, asimismo protegen contra voltajes inducidos por las descargas cercanas, conduce también la corriente de secuencia cero de retorno y reduce la inducción a las líneas de comunicación paralelas.

b) *Apartarrayos.*- Tiene características similares a las válvulas de seguridad mecánicas.

Actúa cuando el voltaje excede de los valores de seguridad de las líneas o equipos a proteger. Las ondas de las descargas atmosféricas son con valores altos y corta duración 1.2 por 50 microsegundos. En las tablas 23, 24 y 25 se puede observar, para cada valor nominal del sistema se da un valor de nivel básico al impulso (NBI) que son los valores que soportan las líneas o equipos para sobretensiones por rayos. A la diferencia que debe existir entre el nivel básico de aislamiento al impulso, del aislamiento por proteger y; la máxima tensión que puede aparecer en el apartarrayos se le conoce como margen de protección, se establece que debe ser como mínimo 20%.

- c) *Interruptores*.- Se utilizan para aislar los circuitos, ya sea por una operación normal de desconexión o por una falla donde actúan automáticamente con alta velocidad y soportan las corrientes de corto circuito.
- d) *Relevadores*.- Existen varios tipos, pero en general los relevadores de líneas reciben la señal de falla de la línea y mandan la operación del interruptor.
- Algunos tipos requieren de hilos piloto, otros requieren de carrier, otros operan con el control de voltaje, corriente potencia y ángulo característico del circuito de potencia. La fibra óptica comienza a aplicarse a estos sistemas para la transmisión de señales tales como telebloqueo, teledisparo directo y permisivo y comparación de fase.
- e) *Conterpoiser*.- Se utilizan en donde la tierra tiene alto valor de resistencia, consiste en cables de tierra entre torre y torre.

6.- *Dispositivos de control de voltaje.*

Debido a la reactancia de las líneas de transmisión o a su capacitancia es necesario controlar las variaciones de voltaje provocado por tales parámetros, lo cual se obtiene con el uso de reactores, o también con cambiadores de taos en los transformadores.

7 - *Otros equipos*

La excitación de los generadores también controla su operación para mejorar la estabilidad, con los reguladores de velocidad se reportan adecuadamente la carga entre las diferentes plantas.

Cuadro 24 - Niveles de aislamiento normalizados para equipo de la categoría "A"

Tensión nominal del sistema kV (eficaz)	Tensión máxima de diseño kV (eficaz)	Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra ¹⁾ kV (cresta)		Tensión resistente nominal a 60 Hz de fase a tierra kV (eficaz)
		hasta 500 kVA	arriba de 500 kVA	
10	12	10	12	10
15	18	15	18	15
20	24	20	24	20
30	36	30		30
35	42	35		35
40	48	40		40

1) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

2) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

3) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

4) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

5) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

6) El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra debe ser el mayor de los valores de los niveles de aislamiento al impulso de fase a fase y de fase a tierra.

Cuadro 25 Niveles de aislamiento normalizados para equipos de la categoría "C"

Tension nominal del sistema kV (eficaz)	Tensión máxima de diseño kV (eficaz)	Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra kV (cresta)	Nivel basico de aislamiento por maniobra (NBAM) de fase a tierra kV (cresta)	Nivel basico de aislamiento por maniobra (NBAM) de fase a fase kV (cresta)
15	17,5	1050 1175 1300 1425	1050 1175 1300 1425	1500 1650 1800 1950
20	23	1400 1550 1700 1850	1400 1550 1700 1850	2100 2300 2500 2700

1. El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra para equipos de la categoría "C" se determina de acuerdo a la siguiente tabla:

2. El nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra para equipos de la categoría "C" se determina de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro 26 Niveles de aislamiento normalizados para equipos de la categoría "B"

Tensión nominal del sistema kV (eficaz)	Tensión máxima de diseño kV (eficaz)	Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a tierra kV (cresta)	Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI) de fase a fase kV (cresta)	Tensión resistente nominal a 60 Hz de fase a tierra kV (eficaz)
10	12,5	25	30	10
15	18,75	30	36	15
20	25	35	42	20
25	31,25	40	48	25
30	37,5	45	54	30
35	43,75	50	60	35
40	50	55	66	40
45	56,25	60	72	45
50	62,5	65	78	50
55	68,75	70	84	55
60	75	75	90	60
65	81,25	80	96	65
70	87,5	85	102	70
75	93,75	90	108	75
80	100	95	114	80
85	106,25	100	120	85
90	112,5	105	126	90
95	118,75	110	132	95
100	125	115	138	100

1.7.-ESTRUCTURA DE TARIFAS ELÉCTRICAS

LOS COMPONENTES DE LAS CUENTAS O FACTURAS DE ELECTRICIDAD.

Una cuenta de electricidad debe consistir de una factura por los kilowatts-hora (Kw-h) de acuerdo con la integración del medidor de Kw-h de la compañía eléctrica; éste es el componente en la cuenta de electricidad que puede ser atribuida a trabajo útil.- este puede ser utilizado eficientemente o puede ser gastado en la forma de pérdidas de calor no deseados a través de la aplicación de equipo subdimensionado, sobrecargado u otra forma ineficiente.

La mayoría de las compañías eléctricas tienen varias estructuras de tarifas (residencial, comercial, temporal, etc.). estas estructuras, están sujetas a uno o más agregados como por ejemplo, factor de potencia, demanda máxima, etc.

Cuando una organización ha completado su investigación de las necesidades de servicio eléctrico de la compañía y se ha determinado lo aplicable a sus necesidades particulares, se debe decidir lo siguiente:

- . Que tarifa y agregados debe usarse.
- . Demanda máxima de electricidad y los periodos de tiempo reales involucrados.
- . Factor de potencia.
- . Consumo eléctrico mensual y anual.
- . Nivel de voltaje de servicio y nivel secundario de uso.
- . Propiedad del transformador y equipo.

La secretaria de Hacienda y Crédito Público (SCHP) a través de un Depto de Tarifas de Electricidad y Gas, es la autoridad que regula las tarifas de electricidad.- la filosofía atrás de esta Secretaría es que las compañías eléctricas (CFE y CL y F) son un monopolio autorizado debido a su estatus legal, deben estar sujetas a cierto grado de control público.

Normalmente, las compañías eléctricas de acuerdo con su experiencia y con las proyecciones económicas , establecen que se requieren mayores ingresos

para expansiones, operación normal, etc. Y presentan su caso a la SHCP solicitando se autorice un aumento en las tarifas.

La SHCP analiza si es necesario el incremento; en ocasiones de llevan a cabo audiencias de consulta antes de que la Secretaría de Hacienda tome una decisión de aprobar o desaprobar el incremento. la SHCP tiene dos principios básicos como ayuda guía en sus decisiones: primero, que las compañías eléctricas se conserven económicamente sanas, y segundo, que para lograr ésta sana economía no resulte en una penalización indebida al consumidor.

COMPONENTES DE LAS FACTURAS DE LA COMPAÑÍA ELÉCTRICA.

Los componentes principales de las facturas (recibos) ordinarios de una compañía eléctrica, son los siguientes:

- . Cargos de energía.
- . Cargos por demanda.
- . Cargos de penalización por bajo factor de potencia.

Adicionalmente puede haber ciertos cargos relacionados con el consumidor como costos indirectos por suministrar energía para un uso particular; el tiempo de la estación o del día puede también afectar la factura.

Cargos por energía.- Todas las facturas o recibos eléctricos contienen un componente de costo de energía. Normalmente las compañías eléctricas emplean una escala deslizante, por ejemplo, cierta cantidad por Kw-h para los primeros 1000 Kwh's consumidos que es el costo promedio más bajo.

Cargos por demanda. Los cargos por demanda, otro elemento importante en las facturas de las compañías eléctricas, se diseñan para hacer que el consumidor comparta el pago de las inversiones fijas de la compañía eléctrica en el equipo necesario para la producción, transmisión y distribución para satisfacer las máximas necesidades de un consumidor particular.- La compañía eléctrica basa sus cargos por demanda sobre la tarifa a la cual se consume la electricidad; mientras más electricidad se requiere por el consumidor, mayor es la inversión de la compañía en los sistemas de generación, transmisión de la compañía en los sistemas de generación, transmisión y distribución.

Por ejemplo, considerando a dos usuarios X y Z. Ambos consumen una cantidad igual de Kw-h cada día, pero X consume electricidad en un día de 24

horas y Z la consume en un día de 12 horas, Para la compañía eléctrica de diferencia es evidente, porque mantener la capacidad de generación y distribución del doble para Z con relación a la capacidad necesaria para el suministro de X; esto significa que el requerido para servir a X, es decir, que Z debe ser facturado por la inversión extra.

La demanda real del consumidor se computa sobre la cantidad promedio de energía consumido en un intervalo predeterminado de medición de demanda; la compañía eléctrica tomará la demanda más alta registrada durante un mes. Este puede ser un punto alto para recordar y es un aspecto adicional para balancear la demanda de la compañía eléctrica.

Muchas compañías eléctricas también emplean una cláusula especial; dicha cláusula establece que independientemente de la demanda real que se presente en un mes dado, la factura por demanda no puede caer por abajo de un cierto porcentaje de una demanda previa, registrada típicamente durante los meses de verano o invierno. En otras palabras, si hay en efecto una cláusula especial de un 70% y el usuario registra una demanda de 200 Kw-h en julio. en ninguna otra fecha durante el año recibirá una factura o recibo por demanda menos que 70% de 200 Kw-h, es decir, nunca menos de 140 Kw-h. Así, aún si la demanda en Octubre puede ser de 90 Kw-h la factura de demanda permanecerá de 140 Kw-h.

Penalización por bajo factor de potencia. Otro cargo encontrado algunas veces, a pesar de que por lo general no se contabiliza separadamente, es una penalización por bajo factor de potencia. El factor de potencia es esencialmente una medición de la corriente "fantasma" que se necesita para ajustar el campo magnético requerido para la operación de un motor. Estas corrientes son suficientemente reales, pero no aparecen en los registros de kilowatt-horas de los medidores estándar de watts-horas, sin embargo, ocasionan una pérdida de energía en calentamiento de líneas de transmisión y en transformadores. De acuerdo con lo anterior, si una parte importante de la carga de una planta industrial es en motores eléctricos, la compañía eléctrica puede agregar un cargo adicional a la factura por "bajo factor de potencia"; normalmente este cargo se reduce montando el tipo apropiado de capacitor en los motores grandes.

LA ECONOMÍA DE LA POTENCIA ELÉCTRICA.

Normalmente, las tendencias de aumentos de costos de la potencia eléctrica han sido menores que las del índice de precios al consumidor. Los incrementos de precio de la potencia eléctrica son debidos principalmente a lo siguiente:

- . Aumento del precio de combustible.
- . Aumento de tasas de interés.
- . Recesión económica.

Conforme estos factores continúen afectando los costos de producción y transmisión, se espera que las tarifas continúen aumentando, las Compañías eléctricas tendrán serios problemas en el futuro para satisfacer la demanda, pues por una parte la construcción de nuevas plantas debe iniciarse de 6 a 10 años antes de la fecha requerida y por otra parte se necesitan de \$500 a \$3500 dólares por cada Kw que se instale.

En el caso de las plantas de combustibles fósiles, que se diseñan como plantas base, es decir, para operar continuamente, mientras mas altos son los costos de combustible, se buscan diseños de plantas mas eficientes.

Una alternativa generalizada, para cubrir la demanda de las cargas "pico", es la utilización de turbinas de gas, que requieren solo dos años de realización y unos \$200 dólares por Kw instalado, pero en cambio son menos eficientes y requieren para su operación gas natural o aceite diesel.

LAS VARIACIONES DE CARGA ELÉCTRICA.

Uno de los problemas clave en la economía de las Compañías de potencia eléctrica, es la variación en la demanda de potencia eléctrica durante cada día, cada semana a través de todo el año; las fluctuaciones de demanda, resultan en curvas cíclicas de "picos" de carga para la Compañía eléctrica. Por ejemplo, la demanda "pico" ocurre ciertas horas en verano y a otras horas en días de invierno, mientras que la demanda es diferente en los fines de semana. En la fig 28, se muestran curvas típicas de variación de demanda diaria y semanal, así como la curva de carga de duración anual y un ejemplo de programa de adición de nueva capacidad.

La relación de demanda de potencia alta a baja, puede ser de 2 a 1 y la capacidad de las plantas debe estar disponible para satisfacer la demanda "pico", estando en ocasiones trabajando en vacío mucho tiempo.

A la relación del promedio de Kw-h de carga durante un intervalo, a la carga pico en el mismo intervalo, se la llama "factor de carga" y es una medida de la eficiencia en la utilización de las plantas; normalmente el promedio de factor de carga varía alrededor del 60%.

Una posibilidad de mejorar la gestión de carga, es la de reducir los "picos" e incrementar los puntos bajos o valles, para elevar el factor de carga a 70 u 80%.

Un método poderoso para nivelar el ciclo de demanda de potencia, es el empleo de una estructura variable de tarifas para la compra de electricidad.

ESTRUCTURA DE TARIFA DE ELECTRICIDAD.

El cambio de las demandas de carga a horas de baja utilización de la capacidad de generación eléctrica, disminuiría la necesidad de nuevas plantas de potencia y aumentaría la economía del uso de las plantas existentes, por el incremento del factor de carga.

Tradicionalmente, dentro de cada clasificación de consumidor, la estructura de precios había seguido un bloque de estructura decreciente; este tipo de estructura, tiende a promover en los usuarios el consumo de energía.

Recientemente se han estado modificando estas estructuras por otras mas planas, excepto en los casos en donde la tarifa decreciente ha probado que promueve una mas eficiente del descuento por usar mas electricidad, sino descuentos por usar energía fuera de las horas pico. Existen numerosos beneficios por utilizar este tipo de tarifas, como por ejemplo:

- . Minimización de costos de la Compañía eléctrica
- . Equidad y optimización en la estructura de tarifas
- . Mejoramiento del factor de carga
- . Conservación de energía
- . Ahorros para el consumidor.

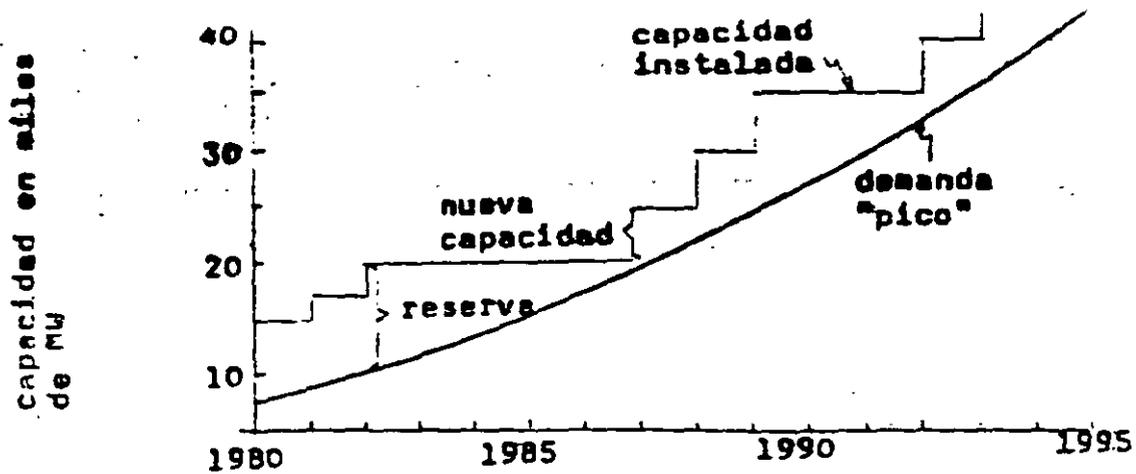
Un requerimiento básico en la gestión de carga, es la existencia de cargas retardables, como por ejemplo los calentadores eléctricos de agua o aceite.

Debido a que se requieren registradores- medidores de tiempo especiales, para los esquemas de tarifas con precios a diferentes horas del día, este método es conveniente aplicarlo primero a los usuarios industriales y comerciales, sin embargo, el costo del medidor (unos \$600 dólares), puede recuperarse rápidamente en un usuario residencial que paga de \$100 a \$150 dólares mensuales a la Compañía eléctrica y no reciba reducción en las tarifas por uso fuera de las horas pico.

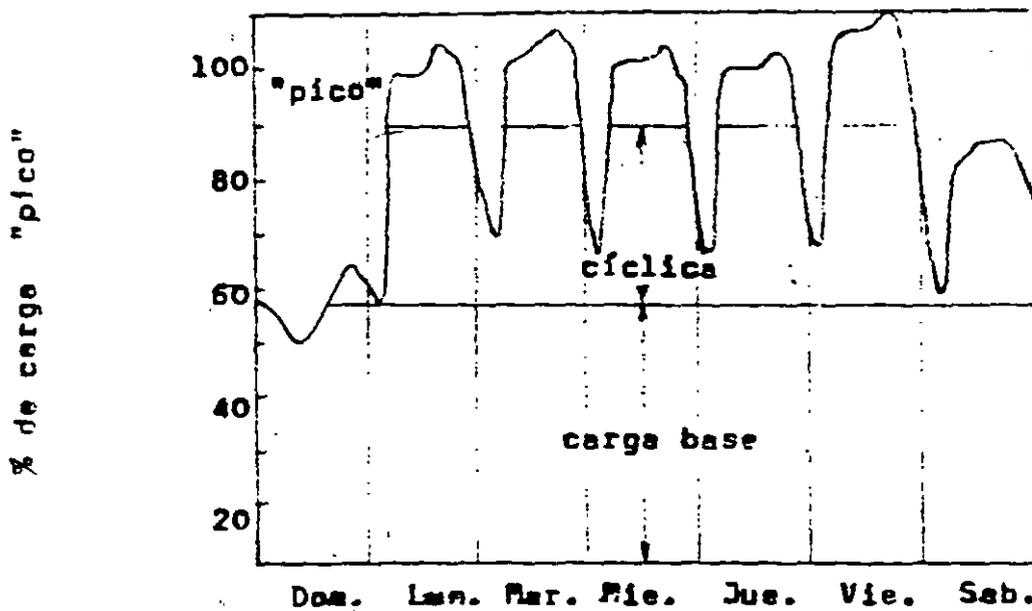
Conforme las tarifas de electricidad se desarrollen para poner en efecto altos cargos por uso en horas "pico" y se fortalezca el uso de energía fuera de horas pico, muchas, Compañías y sus grandes usuarios industriales, tenderán hacia altos factores de carga, con ahorros significativos en el capital de construcción y conservación de energía.

Por otra parte, las tarifas que pagan los consumidores industriales, han sido mas bajas que las comerciales y residencias debido a que los costos de distribución son mas bajos.

La figura No. 29 muestra los datos de la Comisión Federal de Electricidad, en cuanto a los costos de cada una de las etapas desde la generación de energía eléctrica hasta que llega al consumidor.



EJEMPLO DE PROGRAMA DE ADICION DE NUEVA CAPACIDAD



ICLO DE CARGA SEMANAL DE UN SISTEMA

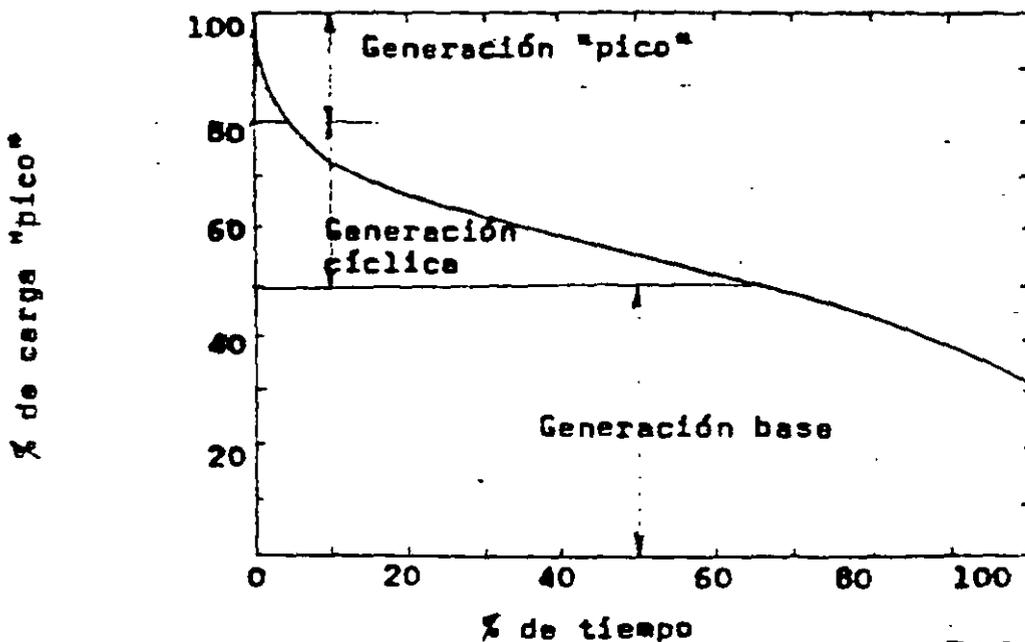


FIGURA 28

CURVA DE CARGA DE DURACION ANUAL

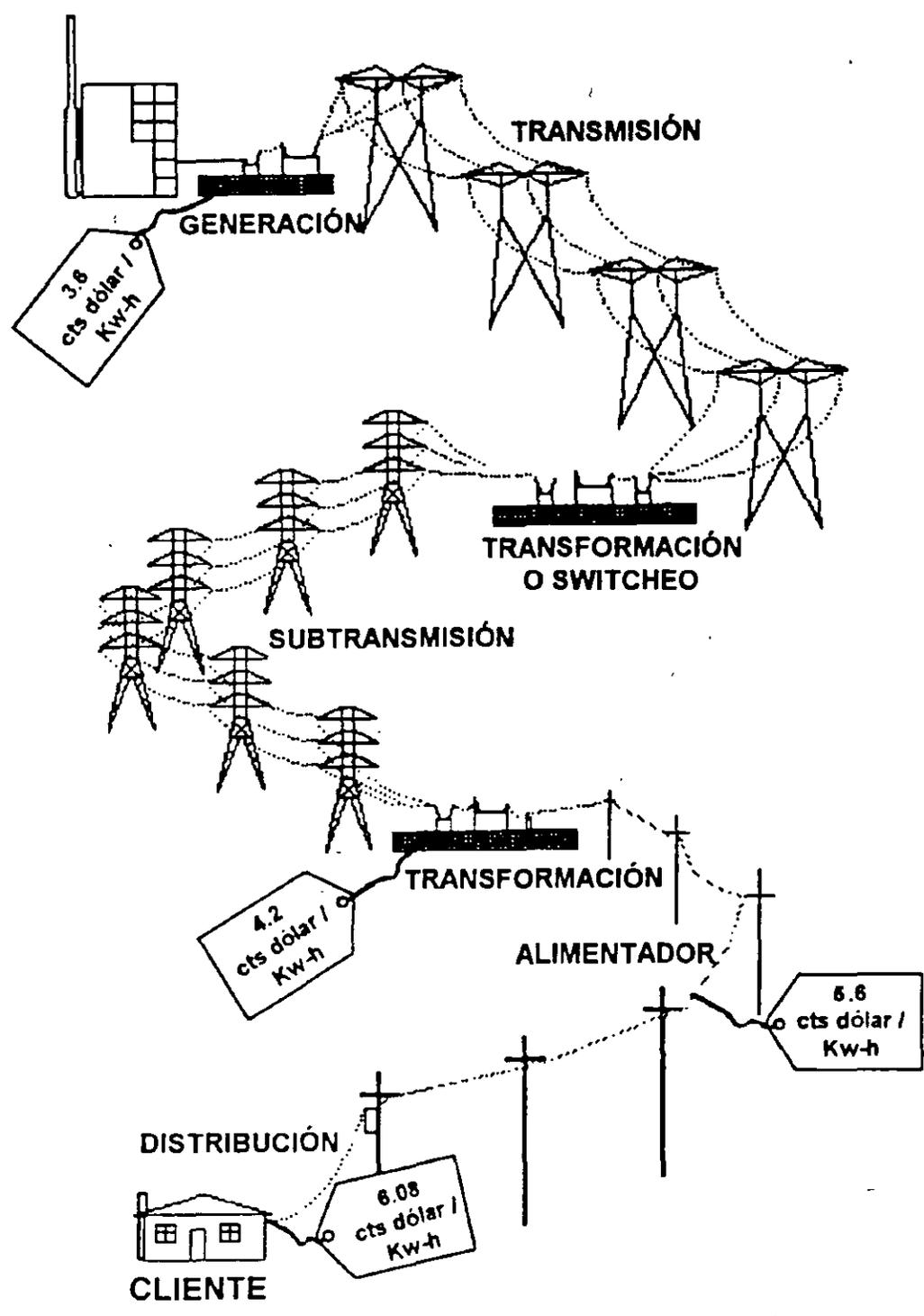


FIGURA 29



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

"Tres décadas de orgullosa excelencia" 1971 - 2001

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN REGULACIÓN Y OPERACION ENERGÉTICA

**MOD. II TÓPICOS DE PROBLEMÁTICA OPERATIVA
EN PETRÓLEO, ELECTRICIDAD Y GAS**

Del 22 de agosto al 24 de septiembre de 2001

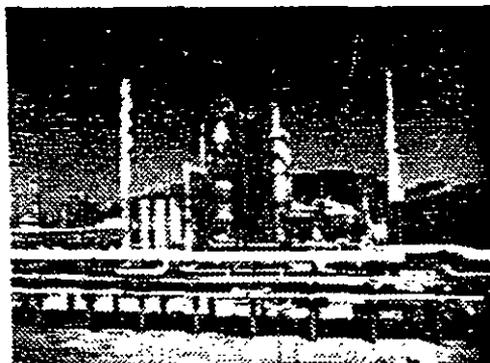
ANEXO

Ing. Juan Pelayo Rojas
Secretaría de Energía
Julio-agosto /2001

2. PETRÓLEO

2.0 INTRODUCCIÓN

El petróleo es una mezcla en la que coexisten en fases sólida, líquida y gas, compuestos denominados hidrocarburos, constituidos por átomos de carbono e hidrógeno y pequeñas proporciones de heterocompuestos con presencia de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales, ocurriendo en forma natural en depósitos de roca sedimentaria. Su color varía entre ámbar y negro. La palabra petróleo significa aceite de piedra.



La vida sin el petróleo no podría ser como la conocemos. Del crudo obtenemos gasolina y diesel para nuestros autos y autobuses, combustible para barcos y aviones. Lo usamos para generar electricidad, obtener energía calorífica para fábricas, hospitales y oficinas y diversos lubricantes para maquinaria y vehículos.

La industria petroquímica usa productos derivados de él para hacer plásticos, fibras sintéticas, detergentes, medicinas, conservadores de alimentos, hules y agroquímicos.

El petróleo ha transformado la vida de las personas y la economía de las naciones. Su descubrimiento creó riqueza, modernidad, pueblos industriales prósperos y nuevos empleos, motivando el crecimiento de las industrias mencionadas.

ORIGEN

El problema de la génesis del petróleo ha sido, por mucho tiempo, un tópico de investigación de interés. Se sabe que la formación del petróleo está asociada al desarrollo de rocas sedimentarias, depositadas en ambientes marinos o próximos al mar, y que es el resultado de procesos de descomposición de organismos de origen vegetal y animal que en tiempos remotos quedaron incorporados en esos depósitos.

Se tiene noticia de que en otro tiempo, los árabes y los hebreos empleaban el petróleo con fines medicinales. En México los antiguos pobladores tenían conocimiento de esta sustancia, pues fue empleada de diversas formas entre las cuales se cuenta la reparación de embarcaciones para la navegación por los ríos haciendo uso de sus propiedades impermeabilizantes.

Las exploraciones petroleras iniciaron hace más de cien años (en 1859, Edwin Drake inició una nueva época cuando encontró petróleo en Pennsylvania, a una profundidad de sólo 69 pies), cuando las perforaciones se efectuaban cerca de filtraciones de petróleo; las cuales indicaban que el petróleo se encontraba bajo la superficie. Hoy día, se utilizan técnicas sofisticadas, como mediciones sísmicas, de microorganismos e imágenes de satélite. Potentes computadoras asisten a los geólogos para interpretar sus descubrimientos. Pero, finalmente, sólo la perforadora puede determinar si existe o no petróleo bajo la superficie.

Se ha encontrado petróleo en todos los continentes excepto en la Antártida.

En su estado natural se le atribuye un valor mineral, siendo susceptible de generar, a través de procesos de transformación industrial, productos de alto valor, como son los combustibles, lubricantes, ceras, solventes y derivados petroquímicos.

El petróleo no se encuentra distribuido de manera uniforme en el subsuelo hay que tener presencia de al menos cuatro condiciones básicas para que éste se acumule:

- ▶ Debe existir una roca permeable de forma tal que bajo presión el petróleo pueda moverse a través de los poros microscópicos de la roca.
- ▶ La presencia de una roca impermeable, que evite la fuga del aceite y gas hacia la superficie.
- ▶ El yacimiento debe comportarse como una trampa, ya que las rocas impermeables deben encontrarse dispuestas de tal forma que no existan movimientos laterales de fuga de hidrocarburos.
- ▶ Debe existir material orgánico suficiente y necesario para convertirse en petróleo por el efecto de la presión y temperatura que predomine en el yacimiento.

TEORIA DE ENGLER

Las teorías originales, en las que se atribuyó al petróleo un origen inorgánico (Berthelott y Mendelejev) han quedado descartadas:



Uno de los supuestos acerca del origen del Petróleo lo constituye la Teoría de Engler(1911):

1ª etapa

Depósitos de organismos de origen vegetal y animal se acumulan en el fondo de mares internos (lagunas marinas).

Las bacterias actúan, descomponiendo los constituyentes carbohidratos en gases y materias solubles en agua, y de esta manera son desalojados del depósito.

Permanecen los constituyentes de tipo ceras, grasas y otras materias estables, solubles en aceite.

2da etapa

A condiciones de alta presión y temperatura, se desprende CO₂ de los compuestos con grupos carboxílicos, y H₂O de los ácidos hidroxílicos y de los alcoholes, dejando un residuo bituminoso.

La continuación de exposiciones a calor y presión provoca un craqueo ligero con formación de olefinas (protopetróleo).

3er etapa

Los compuestos no saturados, en presencia de catalizadores naturales, se polimerizan y ciclizan para dar origen a hidrocarburos de tipo nafténico y parafínico. Los aromáticos se forman, presumiblemente, por reacciones de condensación acompañando al craqueo y ciclización, o durante la descomposición de las proteínas.

COMPOSICIÓN

Dependiendo del número de átomos de carbono y de la estructura de los hidrocarburos que integran el petróleo, se tienen diferentes propiedades que los caracterizan y determinan su comportamiento como combustibles, lubricantes, ceras o solventes.

Las cadenas lineales de carbono asociadas a hidrógeno, constituyen las parafinas; cuando las cadenas son ramificadas se tienen las isoparafinas; al presentarse dobles uniones entre los átomos de carbono se forman las olefinas; las moléculas en las que se forman ciclos de carbono son los naftenos, y cuando estos ciclos presentan dobles uniones alternas (anillo bencénico) se tiene la familia de los aromáticos.

Además hay hidrocarburos con presencia de azufre, nitrógeno y oxígeno formando familias bien caracterizadas, y un contenido menor de otros elementos. Al aumentar el peso molecular de los hidrocarburos las estructuras se hacen verdaderamente complejas y difíciles de identificar químicamente con precisión. Un ejemplo son los asfaltenos que forman parte del residuo de la destilación al vacío; estos compuestos además están presentes como coloides en una suspensión estable que se genera por el agrupamiento envolvente de las moléculas grandes por otras cada vez menores para constituir un todo semicontinuo

TIPOS DE PETROLEO

Son miles los compuestos químicos que constituyen el petróleo, y, entre muchas otras propiedades, estos compuestos se diferencian por su volatilidad (dependiendo de la temperatura de ebullición). Al calentarse el petróleo, se evaporan preferentemente los compuestos ligeros (de estructura química sencilla y bajo peso molecular), de tal manera que conforme aumenta la temperatura, los componentes más pesados van incorporándose al vapor.

Las curvas de destilación TBP (del inglés "true boiling point", temperatura de ebullición real) distinguen a los diferentes tipos de petróleo y definen los rendimientos que se pueden obtener de los productos por separación directa. Por ejemplo, mientras que en el *crudo Istmo* se obtiene un rendimiento directo de 26% volumétrico de gasolina, en el *Maya* sólo se obtiene 15.7%.

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo a su densidad API (parámetro internacional del Instituto Americano del Petróleo, que diferencia las calidades del crudo).

Acete Crudo	Densidad (g/cm ³)	Densidad grados API
Extrapesado	> 1.0	10.0
Pesado	1.0 - 0.92	10.0 - 22.3
Mediano	0.92 - 0.87	22.3 - 31.1
Ligero	0.87 - 0.83	31.1 - 39
Superligero	< 0.83	> 39

Para *exportación*, en México se preparan tres variedades de petróleo crudo:

- ▶ **Istmo.** Ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso.
- ▶ **Maya.** Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.
- ▶ **Olmeca.** Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.

El petróleo mexicano es materia prima de calidad que se encuentra presente en toda la industria nacional e internacional como lo es en: transporte, alimentos, fármacos, fertilizantes, pinturas, textiles, etc.

SECTOR PETROLERO INDUSTRIAL

La transformación y aprovechamiento de los recursos naturales contribuye en gran medida al progreso y desarrollo de un país.

El procesamiento del petróleo crudo y del gas asociado se ha incrementado a nivel mundial en los últimos años como un resultado del crecimiento de la población que demanda mayor cantidad de combustibles y lubricantes, y del desarrollo de tecnologías que permiten el procesamiento de los hidrocarburos para la generación de productos de alto valor agregado de origen petroquímico.

El siguiente diagrama de la estructura productiva de la Industria Petroquímica Mexicana

BASICOS

INTERMEDIOS

GAS NATURAL

ETANO

PROPANO

AMONIACO

ACIDO SULFIDRICO

ACETILENO

METANOL

ETILENO

ACETALDEHIDO

OXIDO DE ETILENO

DICLORO ETANO

PROPILENO

CUMENO

ACRILONITRILLO

AC. CIANHD

CAPROLACTAMA

ACIDO NITRICO

AZUFRE

FORMALDEHID

METACRIL

ACIDO ACETICO

ANHIDRIDO ACETICO

ACETATO DI

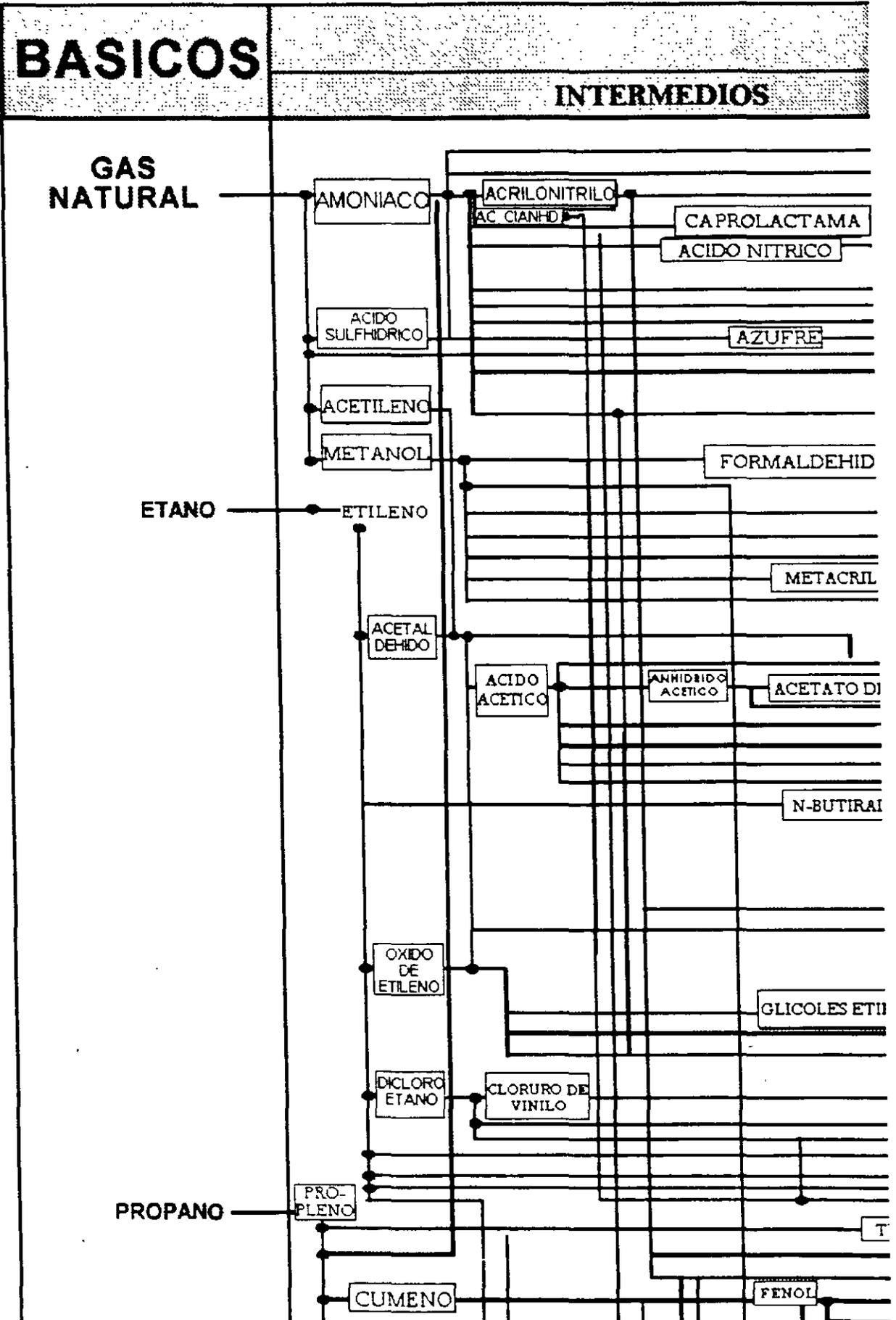
N-BUTIRAI

GLICOLES ETII

CLORURO DE VINILO

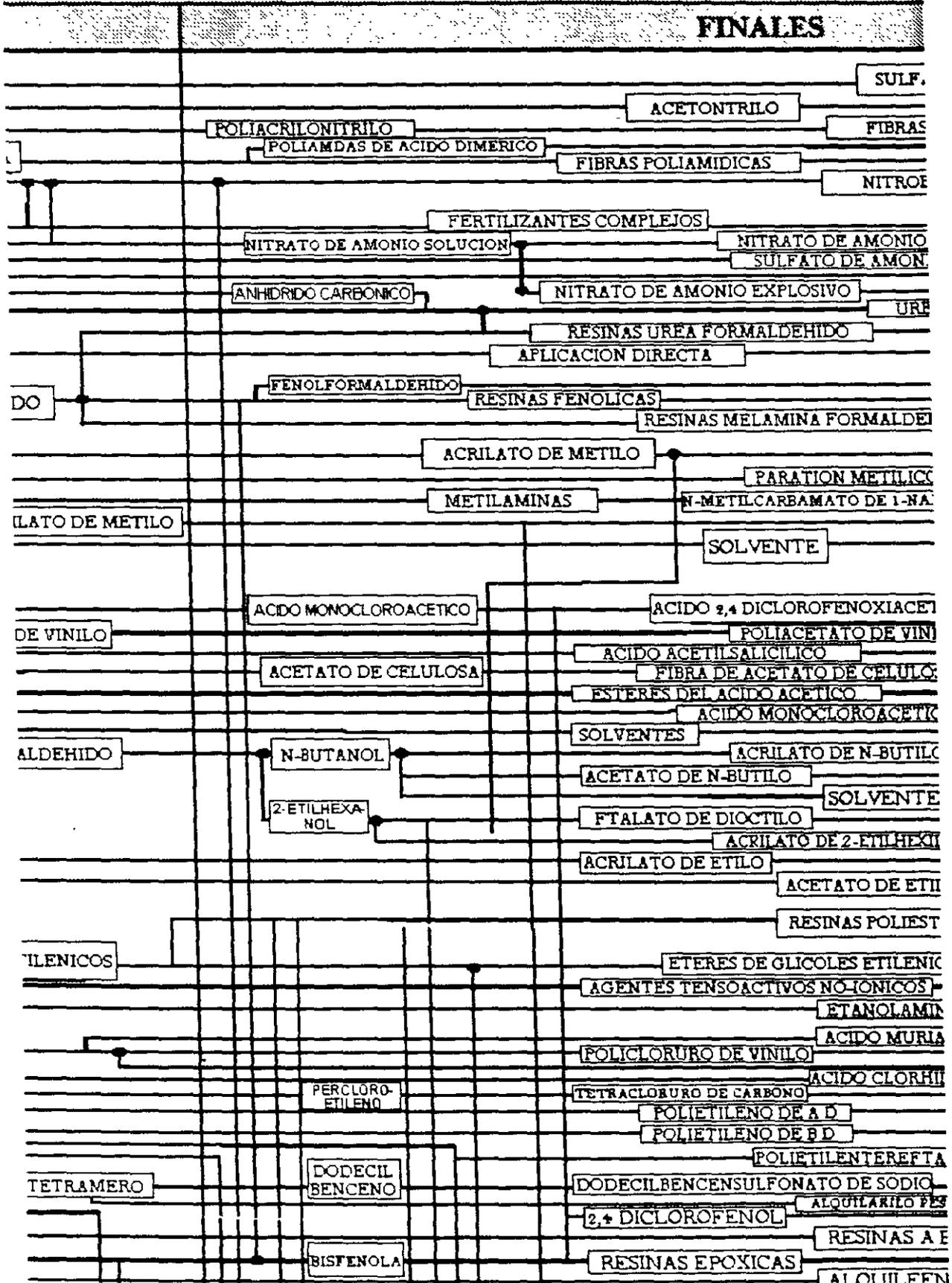
T

FENOL



SECUNDARIOS

FINALES



MANUFACTURAS

FATO DE AMONIO

AS ACRILICAS

BENCENO

O SOLIDO

NIO

EA

EHIDO

YO

AFTILO

ETICO

NIO

OSA

ICO

LO

E

ILO

ILO

TER

ICOS

NAS

ATICO

IDRICO

ALATG

SADO

BS

NFI

FIBRAS
ARTIFICIALES
Y
SINTETICAS

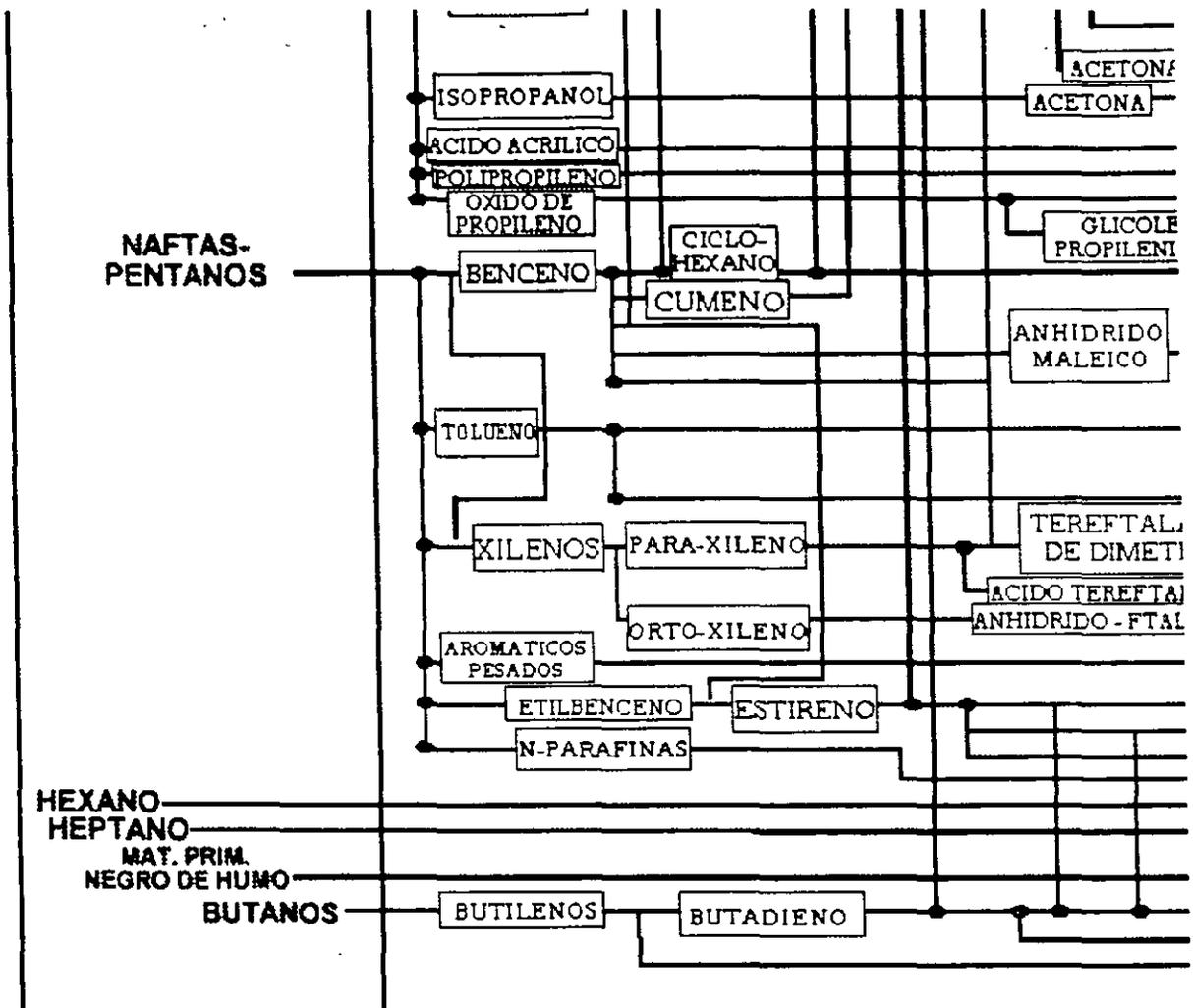
PRENDAS DE VESTIR,
CORTINAS,
TAPICERIAS,
ALFOMBRAS,
CUERDA PARA
LLANTAS,
REDES DE PESCA,
ARTICULOS DE
COCINA,
FILTROS PARA
CIGARROS,
ETC.

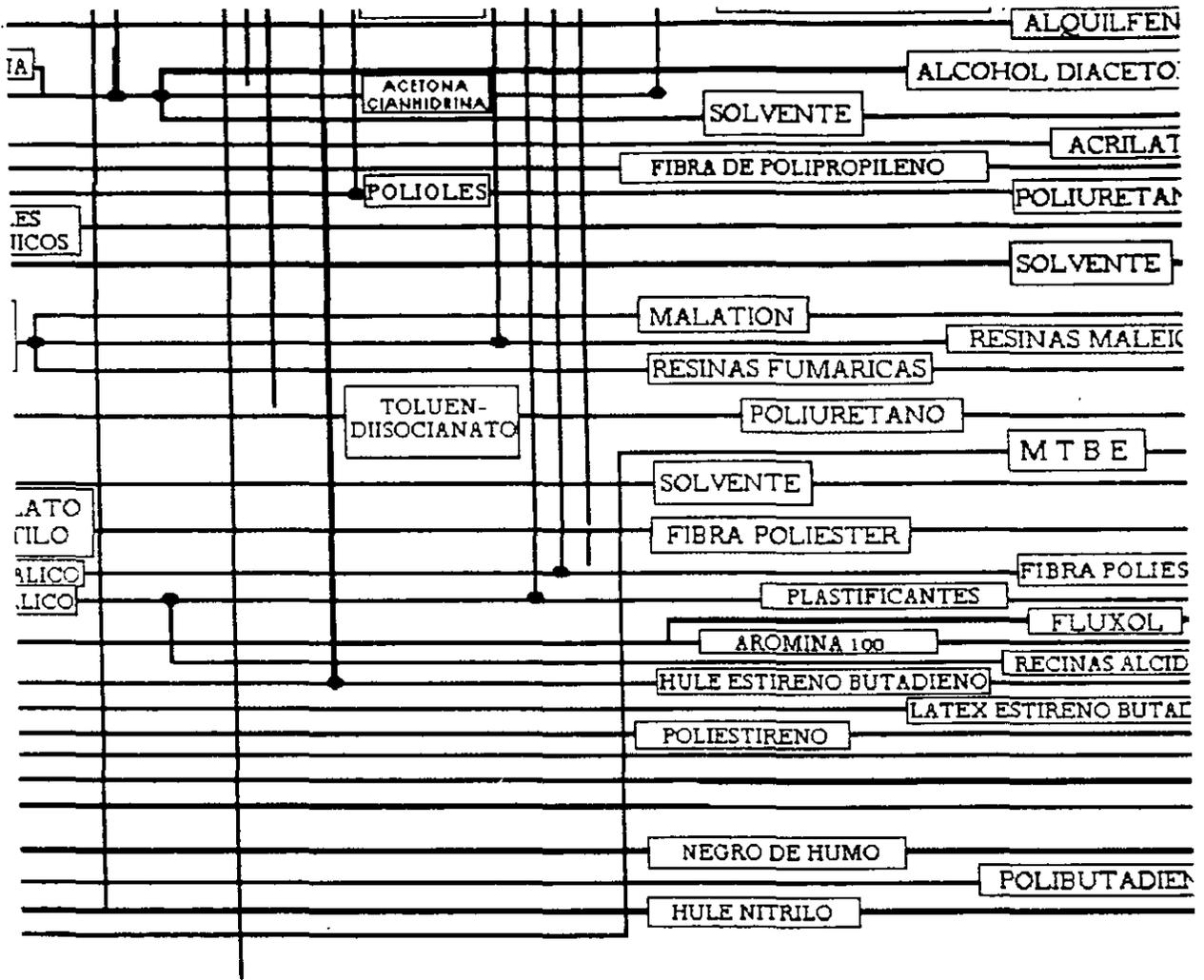
FERTILIZANTES
NITROGENADOS
Y
PLAGUICIDAS

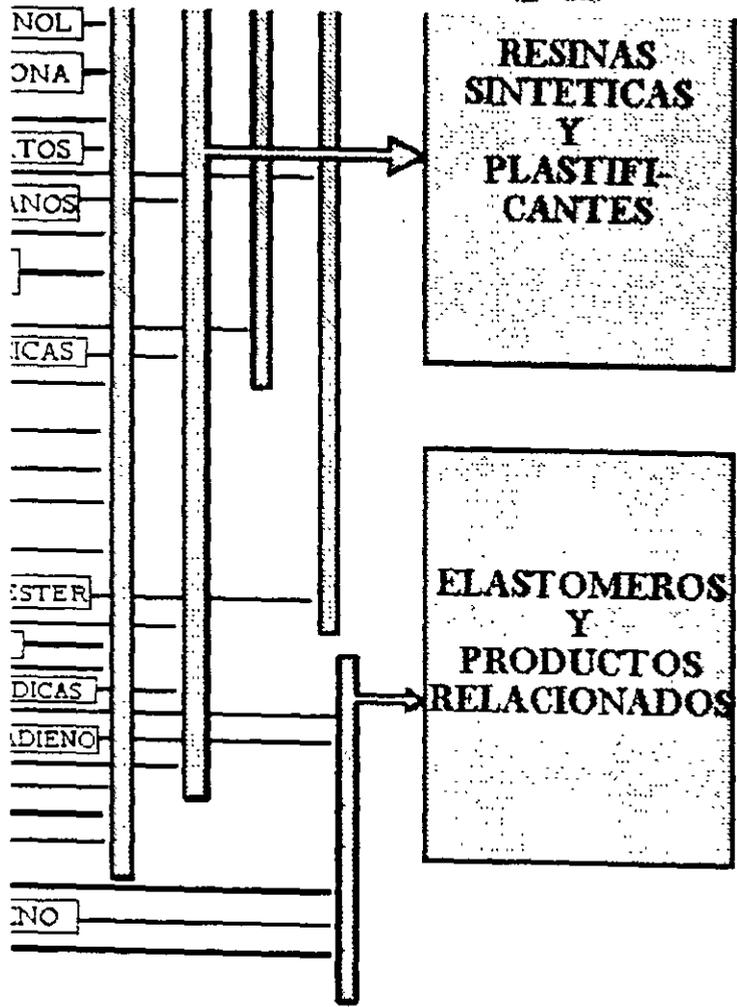
PRODUCTOS
DE USOS
DIVERSOS

DETERGENTES,
LACAS,
PINTURAS,
BARNICES,
PIGMENTOS,
ALIMENTOS
BALANCEADOS,
EXPLOSIVOS,
COSMETICOS,
PIELES,
FARMACEUTICOS,
ETC.

GABINETES VARIOS,
ELECTRONICA,
EMPAQUES,
ACS. PARA
AUTOMOVILES.







RESINAS SINTETICAS Y PLASTIFICANTES

AUTOMOVILES,
 TELEFONOS,
 PINTURAS VINILICAS,
 PISOS,
 AISLANTES,
 DISCOS,
 TUBERIAS,
 RECUB. CABLES,
 ELECT.
 JUGUETES,
 MUEBLES,
 COLCHONES,
 CALZADO,
 ADHESIVOS,
 ETC.

ELASTOMEROS Y PRODUCTOS RELACIONADOS

LLANTAS,
 BANDAS,
 CALZADO,
 ETC.

2.3 PROCESAMIENTO DEL PETROLEO

REFINACIÓN

La destilación es un proceso fundamental en la industria de refinación del petróleo, pues permite hacer una separación de los hidrocarburos aprovechando sus diferentes puntos de ebullición (temperatura a la cual hierve una sustancia). El primer proceso que aparece en una refinería es la destilación atmosférica y al vacío.

El petróleo se separa en fracciones que después de procesamiento adicional, darán origen a los productos principales que se venden en el mercado: el gas LP (utilizado en estufas domésticas), gasolina para los automóviles, turbosina para los aviones jet, diesel para los vehículos pesados y combustóleo para el calentamiento en las operaciones industriales.

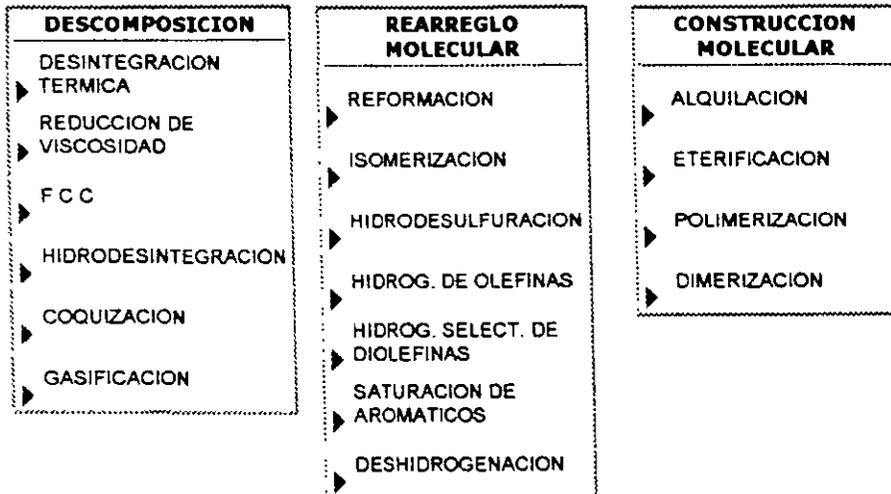
Las características del crudo, así como la cantidad y calidad de productos que se desean obtener determinan los procesos que deben incorporarse a la refinería:

- ▶ La mayor parte de los productos obtenidos en el proceso de destilación primaria se someten a hidrotreatmento para eliminar principalmente azufre y nitrógeno.
- ▶ Para la generación de las gasolinas se incorporan procesos como reformación catalítica, síntesis de éteres (MTBE y TAME), alquilación e isomerización de pentanos-hexanos, balanceados de tal forma que la mezcla resultante cumplan con la especificación establecida.
- ▶ Los gasóleos de vacío se someten a desintegración catalítica fluida para generar mayor cantidad de destilados ligeros, principalmente gasolina.
- ▶ El residuo de vacío puede también someterse a hidrodésintegración o a coquización para aumentar el rendimiento de destilados, o a procesos de hidrotreatmento o reducción de viscosidad para generar combustóleo.

Existen muchas operaciones en los procesos de la industria del petróleo basadas en la separación física de componentes aprovechando diversos principios (separación física de componentes).

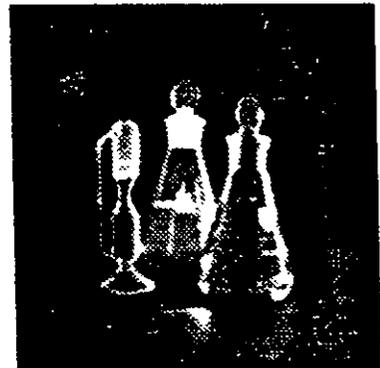
PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA DE REFINACION ...

Los productos tienen que cumplir con una serie de especificaciones que aseguren su comportamiento satisfactorio. Esto se logra con una serie de transformaciones químicas que ocurren en los diversos procesos que constituyen una refinería, donde se modifica la estructura de los hidrocarburos.



SEPARACIÓN FÍSICA DE COMPONENTES

La mayoría de los procesos químicos que participan en la industria de refinación del petróleo están basados en el uso de **catalizadores**, cuyo papel es el permitir que ocurran reacciones que en condiciones normales no serían posibles; funcionan modificando la velocidad de las reacciones, permitiendo así su aplicación industrial en condiciones económicamente atractivas, y además modifican selectivamente las velocidades de varias reacciones factibles, favoreciendo la reacción buscada para asegurar que se logre la mayor conversión de los reactivos y que el rendimiento de los productos deseado sea satisfactorio.



La ciencia de la Catálisis, ha desarrollado diversos tipos de catalizadores, dividiéndose según el tipo de proceso en que se aplican en:

Heterogéneos: El catalizador y los reactivos y se encuentran en
 ▶ diferente fase (sólido-gas, sólido-líquido, etc)

Homogéneos: El catalizador y los reactivos se encuentran en la misma
 ▶ fase (líquido-líquido, gas-gas, etc)

Debido a la facilidad que presentan los catalizadores heterogéneos para separarse naturalmente de los productos de reacción, esta rama es la que preferentemente se aplica en la industria petrolera, utilizando materiales diversos para la generación tanto de la especie activa como de los soportes.

Los catalizadores desarrollados en el IMP, son aplicados en el esquema de Pemex-Refinación, para la obtención de LPG, combustibles para la industria de la transportación (automóviles, autobuses y aviones) y para generadores de energía (calderas, hornos, termoeléctricas, etc.) permitiendo, conjuntamente con el proceso, alcanzar las especificaciones de dichos combustibles para su adecuado funcionamiento y mínimo impacto ecológico.

PROCESO	AGENTE	EJEMPLOS DE APLICACIONES	
▶	Destilación	Adición/remoción de calor	Separación del petróleo crudo en sus destilados.
▶	Absorción	Solvente	Eliminación de CO ₂ y H ₂ S de hidrocarburos líquidos y gaseosos.
▶	Absorción	Adsorbente	Separación de parafinas normales e isoparafinas.
▶	Cristalización	Remoción de calor	Eliminación de parafinas en el proceso de producción de lubricantes.
▶	Filtración	Material filtrante	Remoción de sólidos en corrientes de carga y en productos refinados.
▶	Agotamiento	Gas de arrastre	Recuperación de hidrocarburos de catalizador recirculado en plantas FCC.

▶	Permeación	Membranas	Recuperación de hidrógeno de corrientes gaseosas residuales.
▶	Ciclones	Fuerza inercial	Remoción de finos de catalizador en el proceso FCC.

PETROQUÍMICA

Del petróleo se obtienen determinados compuestos que son la base de diversas cadenas productivas que determinan en una amplia gama de productos denominados petroquímicos que se utilizan en las industrias de fertilizantes, plásticos, alimenticia, farmacéutica, química y textil, entre otras. Las **principales cadenas petroquímicas** son las del gas natural, las olefinas ligeras (etileno, propileno y butenos) y la de los aromáticos.

A partir del **gas natural** se produce el gas de síntesis que permite la producción a gran escala de hidrógeno, haciendo posible la producción posterior de amoníaco por su reacción con nitrógeno, y de metanol, materia prima en la producción de metil-terbutil-éter, entre otros compuestos.

Del **etileno** se producen un gran número de derivados, como las diferentes clases de polietileno, cloruro de vinilo, compuestos clorados, óxidos de etileno, monómeros de estireno entre otros que tienen aplicación en plásticos, recubrimientos, moldes, etc.

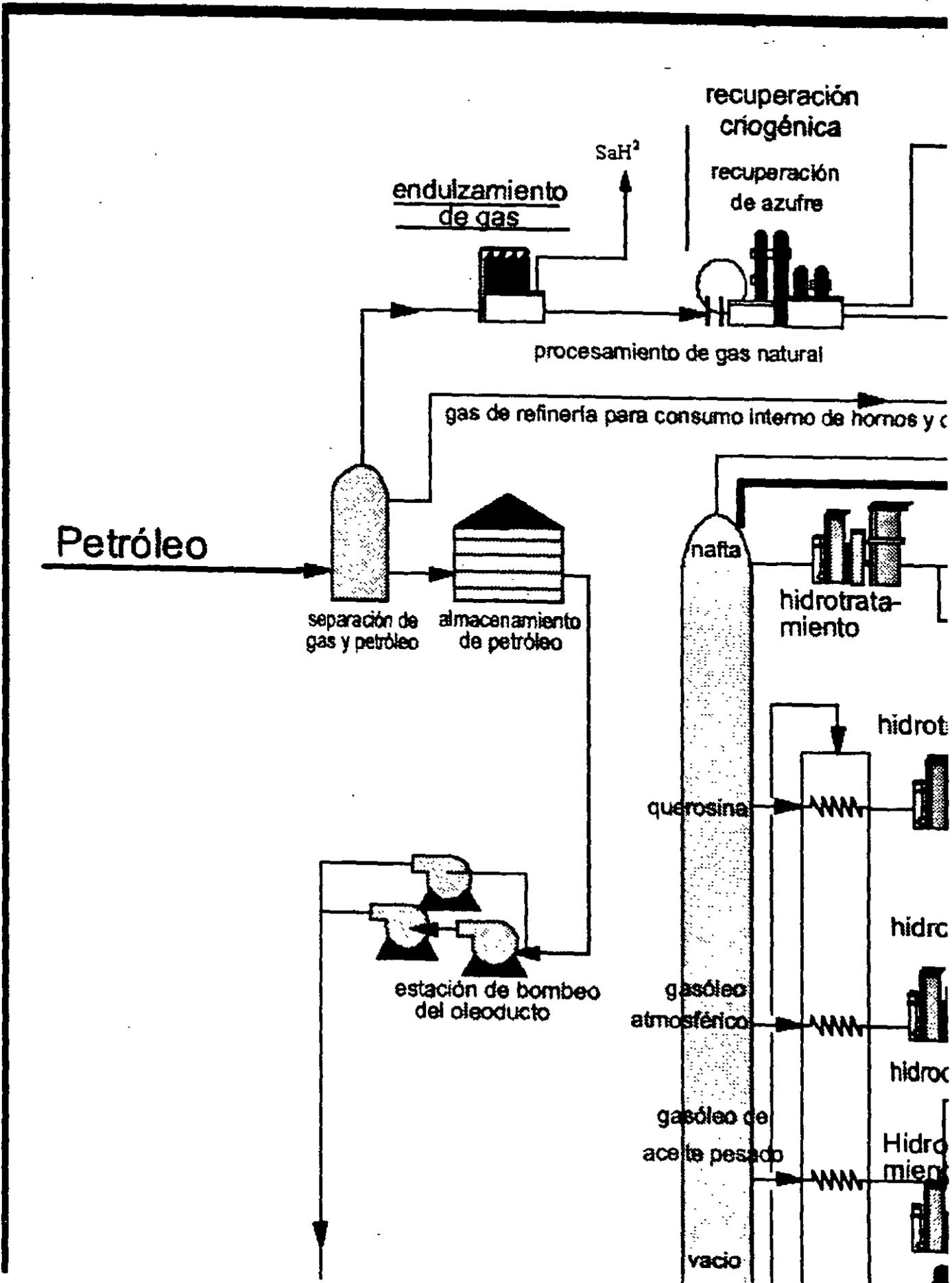
Del **propileno** se producen compuestos como alcohol isopropílico, polipropileno y acrilonitrilo, que tienen gran aplicación en la industria de solventes, pinturas y fibras sintéticas.

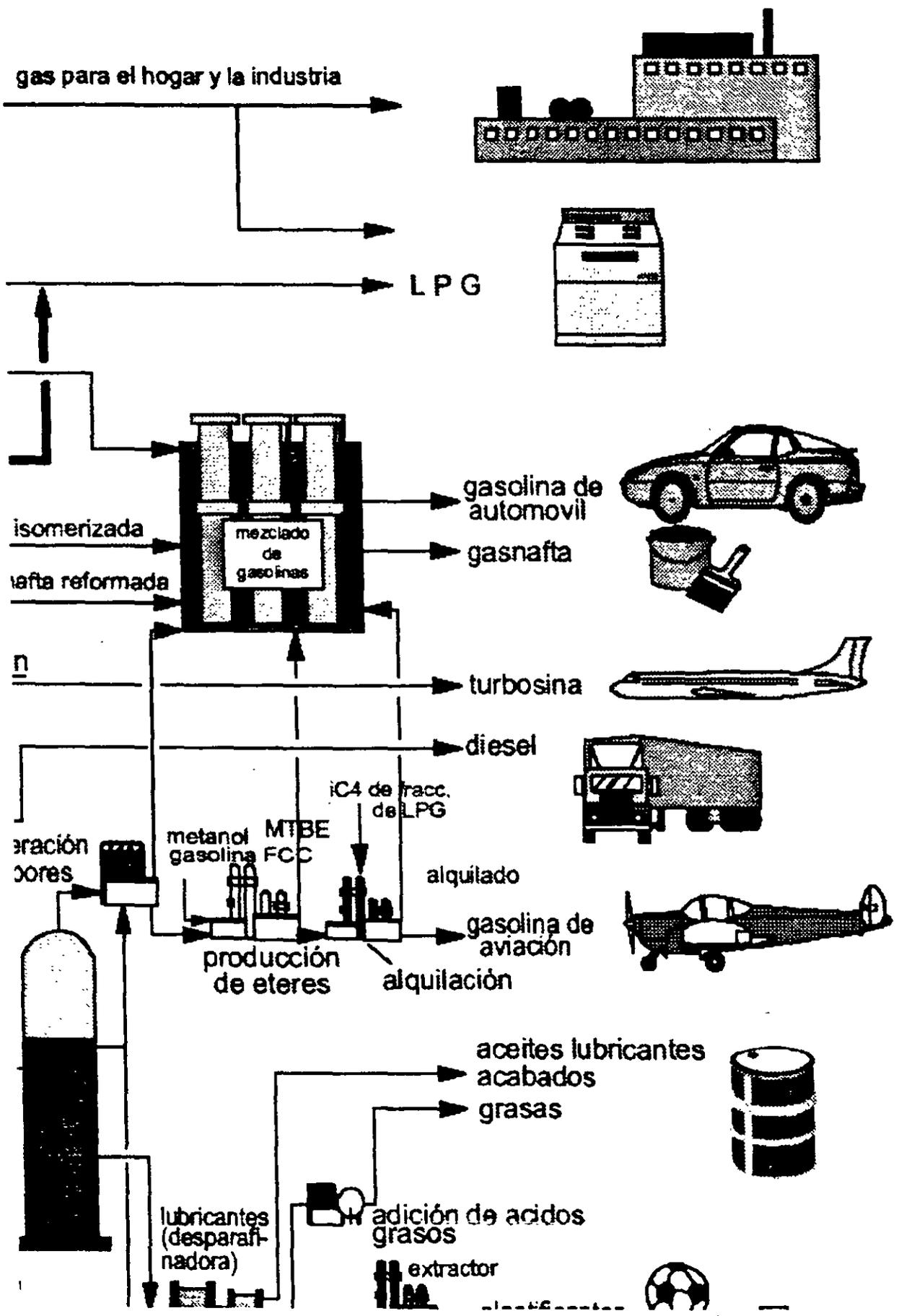
Por **deshidrogenación de butenos**, o como subproducto del proceso de fabricación de etileno se obtiene el 1.3-butadieno que es una materia prima fundamental en la industria de los elastómeros, para la fabricación de llantas, sellos, etc.

Una cadena fundamental en la industria petroquímica se basa en los **aromáticos** (benceno, tolueno y xilenos). El benceno es la base de producción de ciclohexano y de la industria del nylon; así como del cumeno para la producción industrial de acetona y fenol. Los xilenos son el inicio de diversas cadenas petroquímicas, principalmente las de las fibras sintéticas

SERVICIOS AUXILIARES

En las refinerías, en los centros de procesamiento de gas y en los complejos petroquímicos se cuenta con instalaciones para generar los servicios auxiliares que requieren los procesos. Generalmente se cuenta con sistemas de acondicionamiento de agua, calderas de generación de vapor de alta presión, turbogeneradores de vapor o de gas, torres de enfriamiento y si es necesario, sistemas de enfriamiento a base de refrigerantes. En lo posible se mantiene cierta integración de procesos de generación de servicios, de manera que la eficiencia





Sin embargo, obreros, técnicos y administradores mexicanos unieron sus esfuerzos, conocimientos y experiencias para apoyar la decisión del presidente **Lázaro Cárdenas**.

La decisión de Pemex y la participación del **Instituto Politécnico Nacional** y de la **Universidad Nacional Autónoma de México** en preparar a los futuros petroleros fue rindiendo frutos. Así, en 1965 se creó el **Instituto Mexicano del Petróleo**, que desde entonces es el centro de investigación más importante en el área petrolera.

Expropiación petrolera

Cronología

3 de noviembre

El Sindicato Unico de Trabajadores Petroleros envía a las compañías petroleras el Contrato Colectivo de Trabajo para su firma. En este contrato se estipula, entre otros puntos, la reducción de la jornada laboral a 40 horas semanales, así como el pago de salario íntegro en caso de enfermedad.

17 de mayo

El Sindicato Unico de Trabajadores Petroleros emplaza a huelga a las compañías debido a que no aceptaron los términos del Contrato Colectivo que se les presentó.

28 de mayo



Al no llegar a ningún acuerdo, estalla una huelga que paraliza la industria y el tráfico de vehículos, al no surtirse gasolina.

3 de junio

El presidente Lázaro Cárdenas sugiere a los representantes de las compañías petroleras y del sindicato que establezcan en un término de 24 horas las propuestas que pudieran conducir a un

acuerdo entre ambas partes.

7 de junio

El Sindicato Unico de Trabajadores Petroleros envía a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje una demanda en contra de las compañías petroleras. La Junta designa una Comisión Pericial para realizar un estudio que permita conocer la situación económica de las empresas y determinar si están en condiciones de elevar salarios y mejorar las condiciones laborales de sus trabajadores o no lo están.

9 de junio

Los trabajadores petroleros que estaban en huelga desde el 28 de mayo reanudan labores, a solicitud del presidente Cárdenas. A cambio, el Jefe del Ejecutivo se compromete a resolver con justicia el conflicto.

3 de agosto

La Comisión Pericial designada por la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje presenta un Dictamen en el que señala que las compañías petroleras se encuentran en condiciones de aumentar los salarios de los trabajadores.

8 de diciembre

Los trabajadores petroleros realizan un paro de labores en protesta porque la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje no ha emitido su fallo en el litigio pendiente en contra de las empresas.

18 de diciembre

La Junta Federal de Conciliación y Arbitraje emite su fallo a favor del sindicato, ya que considera que las compañías petroleras están en condiciones de pagar los 26 millones de pesos de salarios caídos, correspondientes a la huelga del mes de mayo, aumentar las percepciones de los trabajadores y mejorar sus condiciones laborales.

29 de diciembre

Las compañías petroleras presentan ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación un amparo contra el laudo del 18 de diciembre emitido por la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

3 de marzo

La Suprema Corte de Justicia niega el amparo que el 29 de diciembre interpusieron las compañías petroleras. Este dictamen favorece a los trabajadores, ya que obliga a las empresas a elevar los salarios y mejorar las condiciones de trabajo de los obreros.

3, 6 y 7 de marzo

El presidente Lázaro Cárdenas se entrevista con los representantes de las empresas petroleras inconformes por la resolución de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. Las pláticas no condujeron a ningún acuerdo.

18 de marzo, el histórico día...

la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje emite el fallo que da por rescindido el Contrato de Colectivo de Trabajo, como medida extrema para solucionar el conflicto. Esta decisión libera a los trabajadores de sus obligaciones con las compañías.

A las 10 de la noche, el presidente Lázaro Cárdenas hace público, mediante un mensaje a toda la nación, el Decreto Expropiatorio.

19 de marzo, los hechos que siguieron...

Los trabajadores toman posesión de las instalaciones expropiadas. Se instituye el Fondo de Cooperación Nacional para canalizar las múltiples iniciativas, públicas y privadas, formuladas con el objeto de reunir fondos para el pago de las indemnizaciones a las compañías petroleras expropiadas.

23 de marzo



En la Ciudad de México se realiza una enorme manifestación de respaldo al gobierno.

7 de junio

Se expide el Decreto que funda Petróleos Mexicanos, organismo al que se le dota de las facultades necesarias para realizar todos los trabajos relacionados con la exploración, explotación, refinación y comercialización del petróleo.

20 de julio

Inicia labores Petróleos Mexicanos.

2.4 LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

MISIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PEMEX

PEMEX es la empresa más grande de México y una de las diez más grandes del mundo, tanto en términos de activos como de ingresos. Con base en el nivel de reservas y su capacidad de extracción y refinación, se encuentra entre las cinco compañías petroleras más importantes a nivel mundial.

Las actividades de PEMEX abarcan la exploración y explotación de hidrocarburos, así como la producción, almacenamiento, distribución y comercialización de productos petrolíferos y petroquímicos. En virtud de que de conformidad con la legislación mexicana estas actividades corresponden en exclusiva al Estado, PEMEX es un organismo público descentralizado.

Misión

Petróleos Mexicanos es una empresa paraestatal integrada, cuya finalidad es maximizar la renta petrolera, contribuir al desarrollo nacional y satisfacer con calidad las necesidades de sus clientes, en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

Visión

Convertirse en la mejor empresa petrolera del mundo: Operada por personal altamente calificado, con criterios de rentabilidad y competitividad, con productos y servicios energéticos y petroquímicos, de calidad, con tecnología de vanguardia, seguridad en sus instalaciones y absoluto respeto a su entorno.

Organización

PEMEX opera por conducto de un ente corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

- **PEMEX Exploración y Producción.**
- **PEMEX Refinación.**
- **PEMEX Gas y Petroquímica Básica.**
- **PEMEX Petroquímica.**

El Corporativo es el responsable de la conducción central y de la dirección estratégica de la industria petrolera estatal, y de asegurar su integridad y unidad de acción.

PEMEX Exploración y Producción tiene a su cargo la exploración y explotación del petróleo y el gas natural



petróleo y el gas natural.

PEMEX Refinación produce, distribuye y comercializa combustibles y demás productos petrolíferos.

PEMEX Gas y Petroquímica Básica procesa el gas natural y los líquidos del gas natural; distribuye y comercializa gas natural y gas LP; y produce y comercializa productos petroquímicos básicos.



PEMEX Petroquímica a través de sus siete empresas filiales (Petroquímica Camargo, Petroquímica Cangrejera, Petroquímica Cosoleacaque, Petroquímica Escolín, Petroquímica Morelos, Petroquímica Pajaritos y Petroquímica Tula) elabora, distribuye y comercializa una

amplia gama de productos petroquímicos secundarios.

P. M. I. Comercio Internacional realiza las actividades de comercio exterior de Petróleos Mexicanos.

El Instituto Mexicano del Petróleo proporciona a PEMEX apoyo tecnológico tanto en la extracción de hidrocarburos, como en la elaboración de productos petrolíferos y petroquímicos.

PEMEX PETROQUÍMICA

Pemex Petroquímica que elabora, comercializa y distribuye productos para satisfacer la demanda del mercado a través de sus empresa filiales y centros de trabajo. Su actividad fundamental son los procesos petroquímicos no básicos derivados de la primera transformación del gas natural, metano, etano, propano y naftas de Petróleos Mexicanos.

Pemex Petroquímica guarda una estrecha relación comercial con empresas privadas nacionales dedicadas a la elaboración de fertilizantes, plásticos, fibras y hules sintéticos, fármacos, refrigerantes, aditivos, etc.

Pemex Petroquímica está inmersa en un esfuerzo constante con el fin de mejorar la seguridad industrial, la salud ocupacional y la protección del medio ambiente, para la mejora continua a mediano plazo, planteándose como meta tener cero accidentes dentro y fuera de sus instalaciones.

Con una capacidad actual instalada de 13.2 millones de toneladas de productos petroquímicos por año, el Complejo Petroquímico Independencia y las siete Empresas Filiales de Pemex Petroquímica, producen entre otros los siguientes petroquímicos: Acetaldehído, Amoníaco, Benceno, Etileno, Oxido de Etileno, Glicoles, Ortoxileno, Paraxileno, Propileno, Tolueno, Xilenos, Acetronitrilo, Acido

Cianhídrico, Acrilonitrilo, Polietileno de baja y alta densidad, Metanol y Cloruro de Vinilo.

CAPACIDAD INSTALADA

FILIAL	PRODUCTO	CAPACIDAD	UNIDAD
Camargo	Anhídrido Carbónico	150000	Ton
	Amoniaco Anhidro	132000	ton
Cangrejera	Aromina 100	36000	
	Benceno	271200	Ton
	Estireno	150000	Ton
	Etileno	500000	ton
	Oxido de etileno	100000	ton
	Tolueno	365000	TON/AÑO
	Polietileno Baja Densidad PX-20020 X	160000	TONAÑO
	Polietileno Baja Densidad PX-20020 P	80000	TON/AÑO
	Monoetilenglicol- Puro	9000	TON/AÑO
	Xileno	30515	TON/AÑO

	Gasnafta	1	ton
--	----------	---	-----

	Isohexano	1	ton
--	-----------	---	-----

	Solcan I 20	1	
--	-------------	---	--

	Polietileno Baja Densidad PX-21002	1	TON
--	---------------------------------------	---	-----

	Polietileno Baja Densidad PX- CONCENTRADO P	30032	
--	---	-------	--

Cosoleacaque	Anhidrido Carbónico	560000	Ton
--------------	---------------------	--------	-----

	Amoniaco Anhidro	2100000	Ton
--	------------------	---------	-----

Escolin	Polietileno Alta Densidad PADMEX 60120	100000	Ton/año
---------	--	--------	---------

	Polietileno Alta Densidad PADMEX 65050	100000	Ton/año
--	--	--------	---------

	Polietileno Baja Densidad PX-20020 X	55000	Ton/año
--	---	-------	---------

	Polietileno Baja Densidad PX-22004	55000	Ton/año
--	---------------------------------------	-------	---------

	Polietileno Alta Densidad PADMEX- 65010	100000	Ton/año
--	---	--------	---------

	Poliétileno Alta Densidad PADMEX- 50002	100000	Ton/año
--	---	--------	---------

	Poliétileno Baja Densidad PX- CONCENTRADO P	4500	Ton/año
--	---	------	---------

	Poliétileno Baja Densidad PX-18450- G	55000	Ton/año
--	---	-------	---------

	Poliétileno Baja Densidad PX-17070-L	55000	Ton/año
--	---	-------	---------

Independencia	Acrílonitrilo	70000	Ton
---------------	---------------	-------	-----

	Metanol	230000	Ton
--	---------	--------	-----

Morelos	Acetaldehído	150000	
---------	--------------	--------	--

	Acrílonitrilo	50000	Ton
--	---------------	-------	-----

	Etileno	500000	ton
--	---------	--------	-----

	Oxido de etileno	200000	Ton
--	------------------	--------	-----

	Propileno Grado Polimero	376900	ton
--	-----------------------------	--------	-----

	Poliétileno Alta Densidad PADMEX 60120	30000	Ton/año
--	--	-------	---------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 6003 PS	30004
--	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 6002 T	30005
---	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 6004	30006
---	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 6007 S	30008
---	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 65050	30009
--	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 65030	30010
--	-------

Polipropileno PP 030	30012
----------------------	-------

Polipropileno PP120	30014
---------------------	-------

Monometilenglicol GF	30020
----------------------	-------

Diétilenglicol	30021
----------------	-------

Triétilenglicol	10022
-----------------	-------

Polietileno Alta Densidad PADMEX 60200	10000	TON
--	-------	-----

Pajaritos	Dicloroetano	215000	
-----------	--------------	--------	--

	Etileno	182000	ton
--	---------	--------	-----

	Oxido de etileno	31300	ton
--	------------------	-------	-----

	Monómero de Cloruro de Vinilo	200000	Ton
--	-------------------------------	--------	-----

	Acido Muríatico (20%)	18332	Tonelada
--	-----------------------	-------	----------

	Acido Muríatico (30%)	18332	Tonelada
--	-----------------------	-------	----------

Tula	Acido Cianhídrico	6000	Ton
------	-------------------	------	-----

	Acilonitrilo	50000	Ton
--	--------------	-------	-----

PRODUCCIÓN DE HIROCARBUROS LIQUIDOS

	Petróleo crudo				Regiones Marinas	Líquidos del gas ^a		Región Sur	Región Norte	Total Crudo
	Pesado	Ligero	Superligero	Por tipo		Por Región	Región Sur			
2000-	3,450	3,012	1,774	733	505	2,385	550	77	438	
Ene	3,495	3,032	1,738	777	516	2,390	563	78	463	
Feb	3,346	2,897	1,609	781	507	2,263	556	78	449	
Mar	3,434	2,998	1,716	772	510	2,363	557	78	436	
Abr	3,468	3,041	1,759	772	509	2,412	551	78	428	
May	3,484	3,040	1,756	773	511	2,406	556	77	444	
Jun	3,501	3,056	1,784	757	515	2,419	560	77	445	
Jul	3,302	2,876	1,755	615	506	2,247	552	77	426	
Ago	3,593	3,162	1,924	737	501	2,540	545	77	431	
Sep	3,533	3,173	1,954	724	496	2,556	539	77	460	
Oct	3,274	2,861	1,707	661	493	2,250	534	77	413	
Nov	3,384	2,965	1,765	703	497	2,346	542	76	420	
Dic	3,484	3,043	1,819	729	495	2,427	539	77	441	

2001-	3,528	3,092	1,927	686	478	2,496	517	78	436
Ene	3,539	3,087	1,884	713	490	2,480	530	77	452
Feb	3,564	3,136	1,941	709	486	2,533	525	78	428
Mar	3,581	3,151	1,970	698	484	2,549	523	79	431
Abr	3,446	3,008	1,847	687	474	2,416	513	79	438
May	3,449	3,031	1,917	645	469	2,444	508	79	418
Jun	3,581	3,140	2,004	669	467	2,558	503	79	441

a. Incluye condensados.

VOLUMEN DE VENTAS INTERNAS DE PRODUCTOS PETROQUÍMICOS (MILES DE TONELADAS)

Total	Acetaldehído	Acronitrilo	Amoniaco	Ciclohexano	Cloruro de vinilo	Estireno	Metanol	Oxido de etileno	Paraxileno	Poliétileno de alta densidad	Poliétileno de baja densidad	Polipropileno	Otros	
-2000-	3,453.0	76.8	83.6	815.3	9.1	172.7	143.0	86.9	222.8	0.3	138.2	252.5	15.9	1,435.9
Ene	302.4	12.9	8.5	91.9	5.1	18.9	13.3	7.1	21.9	0.3	10.7	19.4	2.7	89.7
Feb	300.0	13.4	5.8	91.3	3.9	13.1	12.1	8.5	20.4	0.0	10.2	21.8	2.5	96.8
Mar	302.7	7.6	8.5	77.6	0.1	16.4	5.8	8.3	16.9	0.0	11.6	20.6	1.9	127.6
Abr	258.8	9.2	9.0	61.7	0.0	18.1	9.5	8.3	14.4	0.0	9.7	14.4	1.2	103.4
May	292.1	12.6	9.6	55.9	0.0	17.4	12.5	7.6	19.7	0.0	12.1	23.3	0.9	120.5
Jun	291.9	7.8	8.5	52.1	0.0	15.3	15.2	6.8	20.5	0.0	12.7	22.4	1.4	129.3
Jul	293.9	2.1	8.2	61.7	0.0	8.9	12.5	6.9	21.5	0.0	12.1	22.3	0.8	136.9
Agc	281.9	2.6	7.9	49.8	0.0	9.2	12.1	6.7	21.1	0.0	10.1	23.2	0.9	138.4
Sec	261.7	2.4	6.8	48.7	0.0	9.6	11.9	6.8	18.5	0.0	12.1	20.7	1.1	123.0
O	284.7	2.4	6.1	66.7	0.0	16.7	10.8	7.1	16.2	0.0	12.6	21.1	1.2	123.7
I	287.0	2.1	3.3	79.5	0.0	9.8	13.8	7.2	11.9	0.0	12.5	23.6	0.7	122.5
Dic	295.5	1.6	1.4	78.3	0.0	19.3	13.4	5.7	19.8	0.0	11.8	19.8	0.5	124.0
-2001-	1,695.8	10.9	16.9	378.6	0.0	72.9	63.3	45.0	98.2	0.0	67.9	133.3	4.7	804.0
Ene	309.2	2.8	1.2	75.6	0.0	11.9	13.6	5.6	19.8	0.0	12.4	25.6	1.0	139.7
Feb	267.5	2.2	2.8	49.9	0.0	13.0	10.2	6.0	18.2	0.0	10.8	22.3	0.6	131.3
Mar	293.9	1.5	2.5	66.5	0.0	17.4	11.1	14.3	15.5	0.0	9.7	21.0	0.8	133.7
Abr	264.0	0.8	0.8	58.8	0.0	14.8	10.5	6.6	15.8	0.0	10.4	18.3	1.1	126.1
May	292.2	1.6	6.1	69.1	0.0	8.7	7.0	6.4	13.3	0.0	12.7	22.0	0.7	144.7
Jun	269.0	2.1	3.5	58.6	0.0	7.0	10.7	6.1	15.6	0.0	12.0	24.2	0.6	128.5

-VOLUMEN DE VENTAS INTERNAS DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS Y GAS NATURAL

Total productos petrolíferos	Gas licuado ^a	Gasolina automotriz ^b			Turbosina	Diesel ^c		Combustible industrial	Combustóleo	Asfaltos	Otros petrolíferos ^b	Gas natural ^c	
		Total	Pemex ^{***} Magna	Pemex ^{***} Premium		Pemex ^{***} Diesel	Desulfurado						
Miles de barriles diarios												Miles de m ³ diarios	
2000-	1,729.4	329.9	531.2	472.3	58.9	56.5	228.6	56.1	2.3	492.4	20.6	12.8	2,060.8
Ene	1,675.1	373.2	498.7	449.9	48.8	51.8	208.9	44.2	3.6	461.5	18.7	14.5	1,956.9
Feb	1,697.0	341.0	527.3	474.4	52.9	55.1	229.9	53.2	3.9	451.2	19.0	16.3	2,182.4
Mar	1,775.0	331.6	536.7	481.4	55.3	59.5	238.8	51.0	4.6	515.9	23.6	13.3	2,133.7
Abr	1,714.2	309.2	510.1	455.5	54.7	56.5	218.3	44.6	2.8	539.4	21.4	11.9	1,982.2
May	1,792.0	310.2	538.8	479.9	59.0	53.9	243.5	53.8	2.4	550.0	24.9	14.3	2,079.6
Jun	1,746.6	319.8	536.7	477.6	59.1	53.8	243.1	56.7	2.1	496.4	25.3	12.7	2,028.4
Jul	1,554.1	308.6	518.1	459.2	58.8	56.1	223.4	57.0	1.9	449.7	26.2	13.2	2,023.4
Ago	1,771.4	313.7	541.4	477.7	63.7	58.7	230.1	69.7	1.6	521.7	23.2	11.3	2,085.3
Sep	1,722.6	317.4	526.9	468.3	58.7	53.8	221.3	67.2	1.7	504.4	19.1	10.8	2,107.4
Oct	1,742.4	328.2	525.9	464.9	61.0	54.5	226.7	65.4	1.2	513.7	16.2	10.8	2,054.5
Nov	1,722.1	344.0	545.7	481.2	64.4	55.5	240.6	60.5	1.1	446.4	15.9	12.5	2,226.2
Dic	1,737.3	361.8	567.7	497.9	69.8	56.9	219.0	49.2	0.5	456.5	13.3	12.3	1,880.4
2001-	1,733.7	323.6	546.9	477.1	69.8	58.5	229.3	52.8	0.1	493.8	17.4	11.3	1,949.2
Ene	1,737.5	351.7	537.1	470.9	66.3	60.7	220.2	53.2	0.4	485.9	13.4	15.0	1,905.1
Feb	1,739.9	341.5	540.1	474.4	65.8	60.7	224.2	54.4	0.1	493.7	11.6	13.5	1,910.7
Mar	1,771.5	332.8	551.9	482.5	69.4	62.3	234.2	53.7	0.0	509.9	15.8	10.7	1,908.8
Abr	1,655.5	302.5	534.4	464.7	69.7	58.2	219.5	51.3	0.0	466.5	15.0	8.1	1,897.1
May	1,740.3	308.6	561.2	486.8	74.4	55.8	241.6	54.4	0.0	485.9	22.7	10.2	1,966.7
Jun	1,756.3	305.1	555.7	482.9	72.8	53.5	235.5	49.6	0.0	520.9	25.4	10.5	2,086.1

VOLUMEN DE EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS, GAS NATURAL Y PETROQUÍMICOS (MILES DE BARRILES DIARIOS)

Total	Gas	Gasolinas ^a	Turbosina	Diesel	Combustóleo	Otros	Gas	Petroquímico	
	licuado						natural	Mt	
2000-	111.5	5.6	69.7	3.6	4.4	0.1	28.1	23.6	1,116.2
Ene	155.1	4.9	73.1	7.8	8.6	0.1	60.6	89.2	76.5
Feb	168.8	5.4	75.1	7.7	1.2	0.1	79.3	23.9	130.0
Mar	146.4	7.2	59.9	0.1	9.4	0.1	69.8	9.7	146.0
Abr	151.1	5.6	73.1	0.1	11.1	0.1	61.1	24.0	110.7
May	89.2	5.9	66.9	0.1	0.8	0.1	15.5	0.0	97.8
Jun	96.0	5.3	67.4	8.0	6.9	0.0	8.4	0.0	74.1
Jul	85.6	4.5	52.8	7.1	13.4	0.0	7.7	0.0	93.6
Ago	96.7	6.0	85.2	0.1	0.5	0.0	5.0	0.0	93.1
Sep	92.5	6.0	73.0	6.1	0.2	0.0	7.2	1.9	68.8
Oct	89.1	5.5	73.0	0.1	0.2	0.0	10.3	3.8	108.4
Nov	70.5	5.4	59.1	0.1	0.4	0.0	5.5	5.8	56.0
Dic	99.3	5.0	78.5	6.7	0.4	0.1	8.7	122.5	61.2
2001-	105.5	6.7	71.0	1.3	7.3	2.1	18.1	34.0	348.3
Ene	90.0	5.6	72.3	0.1	7.8	0.1	4.1	70.7	59.6
Feb	113.2	10.7	73.1	7.3	17.7	0.2	4.3	38.0	46.4
Mar	156.1	6.3	77.4	0.2	6.1	0.2	66.0	30.6	60.9
Abr	95.6	5.1	61.0	0.2	0.5	12.0	16.9	65.1	58.6
May	98.3	5.1	75.0	0.2	8.1	0.0	9.9	0.0	68.6
Jun	79.2	1.8	67.2	0.1	4.6	0.0	5.5	0.0	54.4

MMpcd = Millones de pies cúbicos diarios

Mt = Miles de toneladas.

a. Incluye propano y butano

b. Incluye gasolinas naturales, pentanos, gasolinas terminadas y componentes de bajo octano.

VOLUMEN DE IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS, GAS NATURAL Y PETROQUÍMICOS (MILES DE BARRILES DIARIOS)

Total	Gas licuado ^a	Gasolinas ^b	Diesel	Combustóleo	Otros	Gas natural	Petroquímicos ^c	MMpcd	Mt
2000-	365.0	122.5	90.8	27.7	116.5	7.8	231.4	317.3	
Ene	350.0	192.1	66.0	46.6	36.1	9.1	160.6	25.5	
Feb	330.8	120.0	59.2	19.1	127.7	4.8	187.9	41.9	
Mar	349.8	93.3	73.4	21.6	155.7	5.9	214.8	37.9	
Abr	383.6	87.6	68.6	32.8	184.0	10.6	262.0	41.9	
May	358.3	122.2	90.4	24.7	115.1	5.8	299.2	19.5	
Jun	328.9	92.6	65.3	33.2	132.8	4.9	257.5	0.2	
Jul	271.2	101.1	66.5	26.5	70.9	6.4	245.4	14.7	
Ago	445.3	142.7	136.3	31.8	127.0	7.6	252.5	16.4	
Sep	377.0	124.9	94.7	18.1	133.2	6.1	234.7	10.2	
Oct	497.9	106.6	146.3	39.7	192.6	12.6	258.4	41.0	
Nov	338.6	128.6	107.2	30.0	60.9	11.9	237.5	32.4	
Dic	345.8	156.5	110.1	7.6	63.8	7.7	165.2	35.7	
2001-	351.7	96.8	147.1	5.9	94.0	7.9	172.2	51.8	
Ene	406.8	154.5	140.7	5.6	95.8	10.1	163.4	0.0	
Feb	375.8	108.7	161.3	4.2	93.0	8.6	180.1	23.5	
Mar	383.4	65.7	183.9	7.0	113.5	13.3	127.1	23.5	
Abr	399.1	87.0	237.9	3.0	62.7	8.5	120.0	4.7	
May	277.2	51.1	112.2	14.5	94.1	5.2	244.7	0.0	
Jun	269.2	115.5	47.6	0.5	104.1	1.4	198.0	0.0	

MMpcd = Millones de pies cúbicos diarios.

Mt = Miles de toneladas.

a. Incluye propano y butano.

b. Incluye MTBE, producto petroquímico usado en la formulación de gasolinas automotrices.

3. GAS (COMBUSTIBLE)

3.1 EL GAS NATURAL

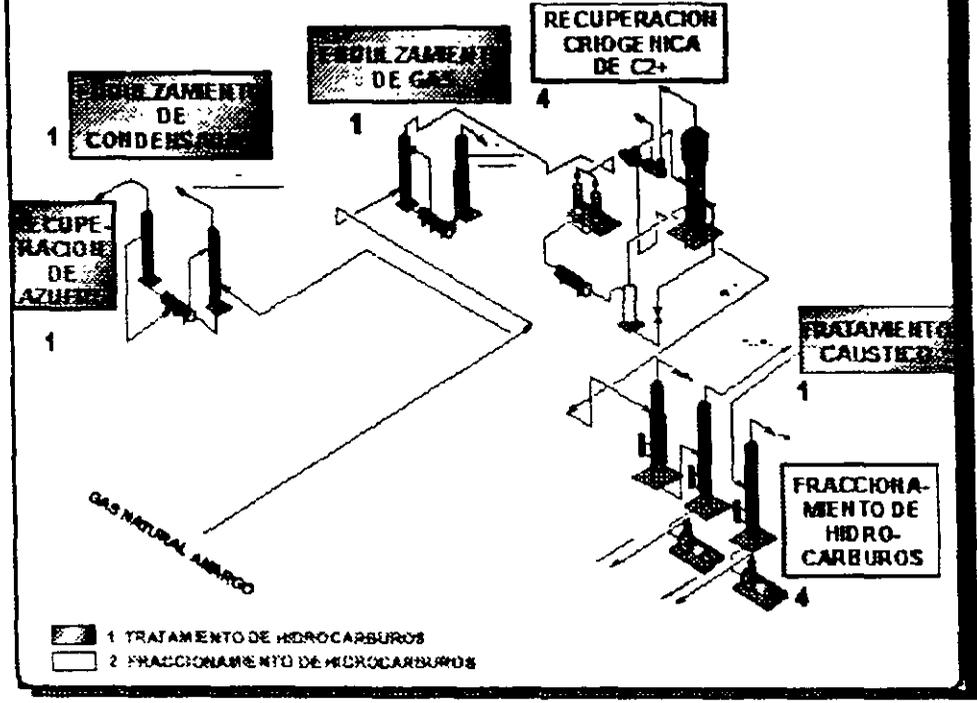
El gas natural que se obtiene principalmente en baterías de separación está constituido por metano con proporciones variables de otros hidrocarburos (etano, propano, butanos, pentanos y gasolina natural) y de contaminantes diversos. Representa aproximadamente el 47 % de los combustibles utilizados en el país y el 72 % de nuestra petroquímica se deriva del metano y etano contenido en el gas, de ahí la importancia de este recurso como energético y como petroquímico.



Su procesamiento consiste principalmente en:

-
- ▶ La eliminación de compuestos ácidos (H_2S y CO_2) mediante el uso de tecnologías que se basan en sistemas de absorción-agotamiento utilizando un solvente selectivo. El gas alimentado se denomina "amargo", el producto "gas dulce" y el proceso se conoce generalmente como "endulzamiento".
-
- ▶ La recuperación de etano e hidrocarburos licuables mediante procesos criogénicos (uso de bajas temperaturas para la generación de un líquido separable por destilación fraccionada) previo proceso de deshidratación para evitar la formación de sólidos.
-
- ▶ Recuperación del azufre de los gases ácidos que se generan durante el proceso de endulzamiento..
-
- ▶ Fraccionamiento de los hidrocarburos líquidos recuperados, obteniendo corrientes ricas en etano, propano, butanos y gasolina; en ocasiones también resulta conveniente separar el isobutano del n-butano para usos muy específicos.
-

PROCESAMIENTO DE GAS



3.2 CONSUMO DE GAS NATURAL

VOLUMEN DE VENTAS INTERNAS DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS Y GAS NATURAL

Total productos petrolíferos	Gas licuado*	Gasolina automotrices		Turbosina	Diesel		Combustible industrial	Combustóleo	Asfaltos	Otros petrolíferos	Gas natural		
		Total**	Pemex*** Magna		Pemex*** Premium	Pemex*** Diesel						Desulfurado	
Miles de barriles diarios													
2000-	1,729.4	329.9	531.2	472.3	58.9	55.5	228.8	56.1	2.3	492.4	20.8	12.8	2,060.8
Ene	1,675.1	373.2	498.7	449.9	48.8	51.8	208.9	44.2	3.8	461.5	18.7	14.5	1,956.9
Feb	1,697.0	341.0	527.3	474.4	52.9	55.1	229.9	53.2	3.9	451.2	19.0	16.3	2,182.4
Mar	1,775.0	331.6	536.7	481.4	55.3	59.5	238.8	51.0	4.6	515.9	23.6	13.3	2,133.7
Abr	1,714.2	309.2	510.1	455.5	54.7	56.5	218.3	44.6	2.8	539.4	21.4	11.9	1,982.2
May	1,792.0	310.2	538.8	479.9	59.0	53.9	243.5	53.8	2.4	550.0	24.9	14.3	2,079.6
Jun	1,746.6	319.8	536.7	477.6	59.1	53.8	243.1	56.7	2.1	496.4	25.3	12.7	2,028.4
Jul	1,654.1	308.6	518.1	459.2	58.8	56.1	223.4	57.0	1.9	449.7	26.2	13.2	2,023.4
Ago	1,771.4	313.7	541.4	477.7	63.7	58.7	230.1	69.7	1.6	521.7	23.2	11.3	2,085.3
Sep	1,722.6	317.4	526.9	468.3	58.7	53.8	221.3	67.2	1.7	504.4	19.1	10.8	2,107.4
Oct	1,742.4	328.2	525.9	464.9	61.0	54.5	226.7	65.4	1.2	513.7	16.2	10.8	2,054.5
Nov	1,722.1	344.0	545.7	481.2	64.4	55.5	240.6	60.5	1.1	446.4	15.9	12.5	2,226.2
Dic	1,737.3	361.8	567.7	497.9	69.8	56.9	219.0	49.2	0.5	456.5	13.3	12.3	1,880.4
2001-	1,733.7	323.6	546.9	477.1	69.8	58.5	229.3	52.8	0.1	493.8	17.4	11.3	1,949.2
Ene	1,737.5	351.7	537.1	470.9	66.3	60.7	220.2	53.2	0.4	485.9	13.4	15.0	1,905.1
Feb	1,739.9	341.5	540.1	474.4	65.8	60.7	224.2	54.4	0.1	493.7	11.6	13.5	1,910.7
Mar	1,771.5	332.8	551.9	482.5	69.4	62.3	234.2	53.7	0.0	509.9	15.8	10.7	1,908.8
Abr	1,655.5	302.5	534.4	464.7	69.7	58.2	219.5	51.3	0.0	466.5	15.0	8.1	1,897.1
May	1,740.3	308.6	561.2	486.8	74.4	55.8	241.6	54.4	0.0	485.9	22.7	10.2	1,986.7
Jun	1,756.3	305.1	555.7	482.9	72.8	53.5	235.5	49.6	0.0	520.9	25.4	10.5	2,086.1

3.4 CONSERVACION DEL GAS NATURAL

PEMEX GAS

Dentro de la cadena del petróleo, Pemex Gas ocupa una posición estratégica, al tener la responsabilidad del procesamiento del gas natural y sus líquidos, así como del transporte, comercialización y almacenamiento de sus productos.



En el ámbito internacional, Pemex Gas es una de las principales empresas procesadoras de gas natural, con un volumen procesado de 3,691 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) durante el año 2000, y la segunda empresa productora de líquidos, con una producción de 445 miles de barriles diarios (mbd). Cuenta con una extensa red de gasoductos a través de la cual se transportan cerca de 4,000 mmpcd de gas natural, lo que la ubica en el 10º lugar entre las principales empresas transportistas de este energético en Norteamérica.

En México, nuestra empresa se encuentra entre las 10 más grandes por su nivel de ingresos, cercanos a 9,400 millones de dólares en el 2000, con activos del orden de 5,469 millones de dólares. Adicionalmente, Pemex Gas constituye una fuente importante de trabajo, al emplear a cerca de 12,000 trabajadores.

Con el objeto de brindar un mejor servicio al cliente y lograr una mayor eficiencia en sus operaciones, Pemex Gas está organizada en función de sus principales líneas de negocio.

**Dirección
General**

**Auditoría de
Seguridad Industrial
y Protección
Ambiental**

**Gerencia de
Proyectos
y Construcción**

**Gerencia de
Control
de Calidad
y Desarrollo**

**Controlaría
Interna**

**Subdirección
de
Planeación**

**Subdirección
de
Gas Natural**

**Subdirección
de Gas Eléctrico
y Recopilación
Básica**

**Subdirección
de
Administración
y Finanzas**

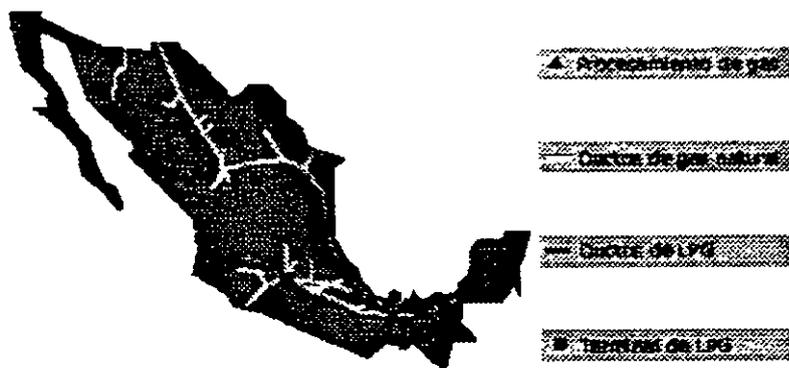
**Subdirección
de
Producción**

**Subdirección
de
Cuentas**

Infraestructura

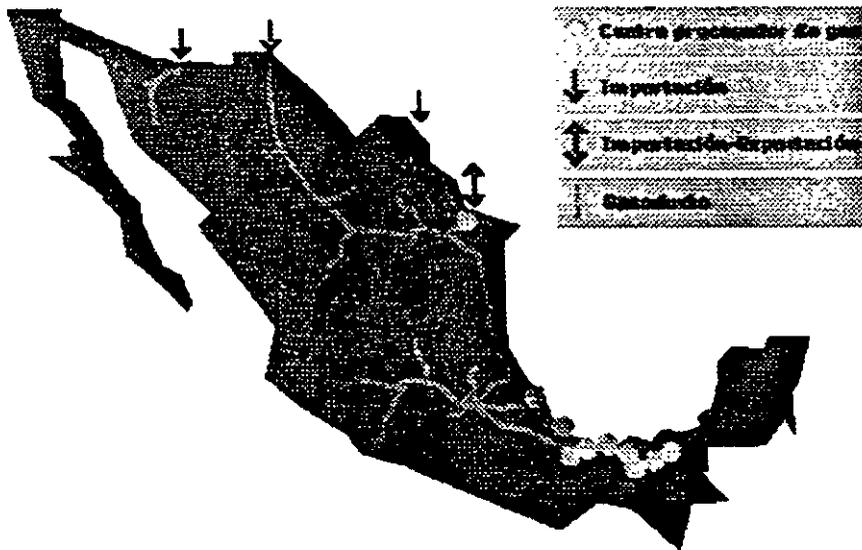
Pemex Gas cuenta con 8 complejos procesadores de gas natural con las siguientes capacidades: endulzamiento de gas: 3,753 mmpcd; recuperación de líquidos: 5,309 mmpcd; fraccionamiento de líquidos: 554 mbd. Para el transporte de gas natural, opera 9,031 km de ductos.

283,000 BHP de compresión y 620 estaciones de medición en puntos de entrega, además de 6 interconexiones con sistemas de gasoductos norteamericanos. La logística del gas licuado se apoya en 16 terminales de distribución y 1,822 km de ductos con una capacidad de bombeo de 220 mbd. Para el manejo de petroquímicos básicos, se cuenta con 1,023 km de ductos.



Transporte de Gas Natural

El Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) pasa por 18 estados de la República. Inicia en Chiapas y pasa por Veracruz y Tabasco hasta Tamaulipas con líneas de 24, 36 y 48 pulgadas de diámetro; posteriormente se prolonga por los estados de Nuevo León, Coahuila, Durango y Chihuahua, con líneas de 24 y 36 pulgadas de diámetro. Existen tres líneas importantes de 18, 24 y 36 pulgadas que recorren el centro del país pasando por los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, México, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán y Jalisco.



En Naco, Sonora, inicia un ducto de 327 kilómetros de longitud para la importación de gas natural, de los Estados Unidos de América a Hermosillo.

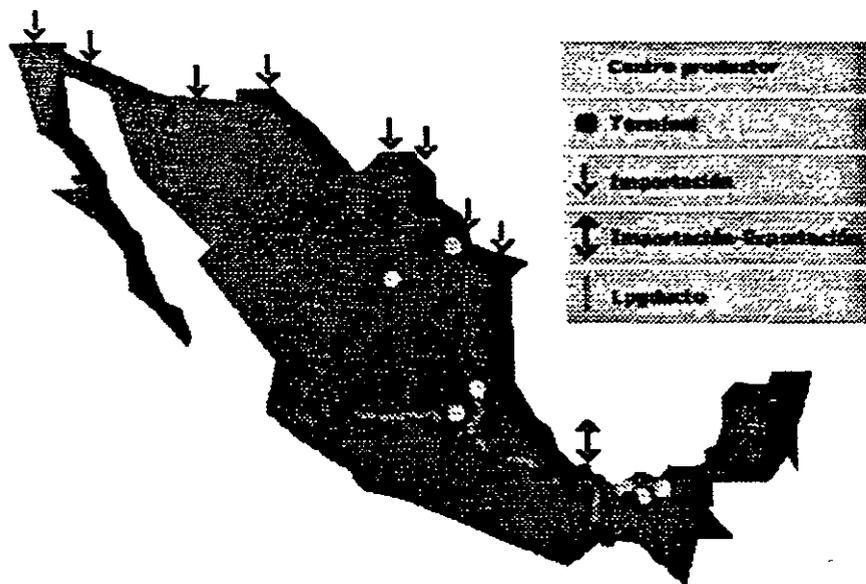
La extensión total del SNG es de 9,031 km y cuenta con 8 estaciones de compresión; 3 en el sur del sistema en el área de Cárdenas y Minatitlán, una en Valtierrilla, Guanajuato, y 4 en la parte norte en los estados de Tamaulipas y Nuevo León.

El SNG cuenta con puntos de inyección de gas natural de origen nacional y puntos de conexión internacional. A través de estos últimos se pueden realizar operaciones de importación o exportación con los Estados Unidos

Transporte de Gas L.P.

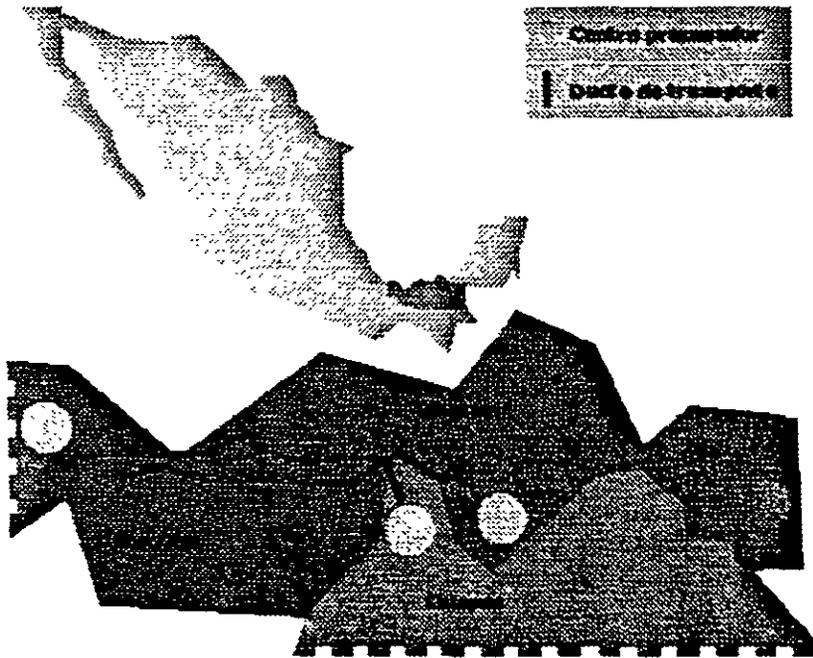
El Sistema Nacional de Gas Licuado del Petróleo, con una extensión total de 1,822 kms y 5 estaciones de bombeo, extiende a lo largo de 11 estados de la República, iniciando en Cactus, Chiapas, hasta Guadalajara, Jalisco, pasando por Tabasco, Veracruz, Puebla, Edo. de México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y Jalisco, con líneas de 20, 22 y 14 pulgadas de diámetro. De Minatitlán parte un ducto de 14 pulgadas al puerto de Salina Cruz, Oaxaca.

A través de un ducto de 14 pulgadas, llega a la Ciudad de México la quinta parte de su consumo. El resto por vía terrestre desde puntos cercanos como son Puebla y Tepeji de Río.



Transporte de Petroquímicos

Este sistema, con 1023 kilómetros de ductos, tiene como propósito llevar petroquímicos básicos de los centros de producción a los puntos de consumo propiedad de Petróleos Mexicanos, en donde son procesados o reprocesados.



Por este sistema se transportan productos tales como gasolinas amargas, gas seco y gas húmedo, entre otros.

ANEXO 1

COMISION REGULADORA DE ENERGIA

El Ejecutivo Federal promovió una iniciativa de Ley para llevar a cabo la reforma institucional necesaria para apoyar el desarrollo del nuevo marco para la industria del gas natural. El objetivo principal de esta reforma institucional era definir y asignar claramente las funciones y atribuciones de las dependencias y entidades involucradas en el desarrollo del gas natural y la energía eléctrica.

Se fortalecieron las funciones de propietario de la Secretaría de Energía, encargada de definir la política energética del país; de la toma de decisiones relativas a la explotación del subsuelo acordes con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, y de supervisar las operaciones de las entidades del sector. Pemex, la Comisión Federal de Electricidad, y Luz y Fuerza del Centro conservaron sus funciones de operadores.

Las funciones de regulación se asignaron a la CRE a través de la expedición, en 1995, de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía. Esta Ley transformó a la CRE, de ser un órgano consultivo en materia de electricidad, como lo estableció su decreto de creación en 1993, a uno desconcentrado de la Secretaría de Energía, con autonomía técnica y operativa, encargado de la regulación de gas natural y energía eléctrica en México.

La redistribución de funciones entre las distintas dependencias y entidades permitió definir, para cada una de ellas, objetivos específicos que fueran congruentes con sus atribuciones respectivas.

LEY DE LA COMISION REGULADORA DE ENERGIA

El Congreso de la Unión promulgó la Ley de la Comisión Reguladora de Energía en octubre de 1995. A partir de esa fecha, la CRE se constituyó como autoridad reguladora en la materia e inició un proceso de definición, organización y desarrollo institucional acorde a las funciones, atribuciones y responsabilidades otorgadas por el Congreso.

La Ley fortaleció el marco institucional, dio operatividad a los cambios legales, y claridad, transparencia y estabilidad al marco regulador de la industria eléctrica y de gas natural. Asimismo, amplió la autoridad de la CRE en materia de gas natural y energía eléctrica, y concentró en ella atribuciones que se encontraban dispersas en otros ordenamientos, dependencias y entidades.

ATRIBUCIONES E INSTRUMENTOS DE REGULACION

La Ley determina las actividades del sector público y privado que se encuentran sujetas a regulación. Las actividades reguladas definidas en la Ley de la CRE son las siguientes:

- El suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público;
- La generación, exportación e importación de energía que realicen los particulares;
- La adquisición de energía eléctrica para el servicio público;
- Los servicios de conducción, transformación y entrega de energía entre entidades que tienen a su cargo el servicio público, y entre éstas y los particulares;
- Las ventas de primera mano de gas natural y gas licuado de petróleo;
- El transporte y almacenamiento de gas natural que no estén relacionados con la explotación, producción o procesamiento;
- La distribución de gas natural, y

- El transporte y distribución de gas licuado de petróleo mediante ductos.

Los principales instrumentos de regulación que la Ley brinda a la CRE son: otorgar permisos, autorizar precios y tarifas, aprobar términos y condiciones para la prestación de los servicios, expedir disposiciones administrativas de carácter general (directivas), dirimir controversias, requerir información y aplicar sanciones, entre otros.

Además, la Ley establece disposiciones de carácter orgánico para la propia CRE. La Comisión se constituye como un órgano desconcentrado con autonomía técnica y operativa, cuyas decisiones son tomadas en forma colegiada por los cinco comisionados que la integran.

ESTRUCTURA

Para el diseño de la CRE, se tomaron en cuenta los objetivos propuestos en su Ley de creación, el mandato del Plan Nacional de Desarrollo, la experiencia internacional de instituciones reguladoras del sector energético y el estudio de modelos de organización.

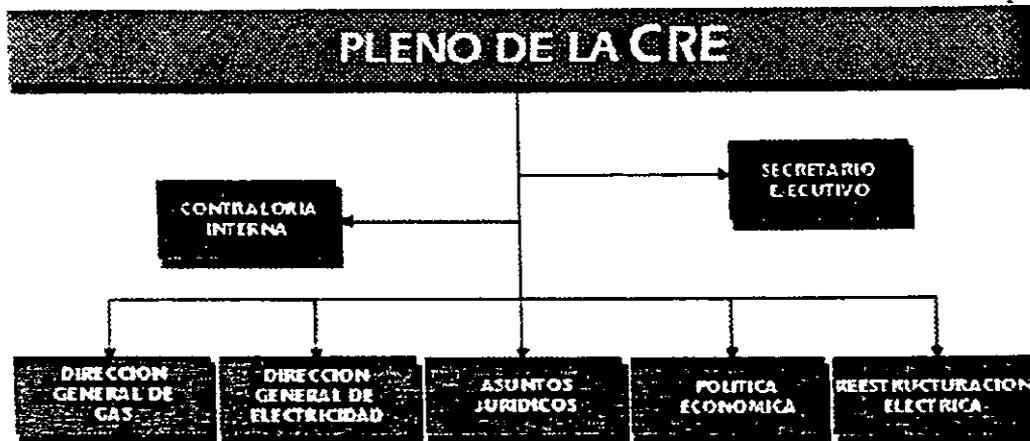
La estructura de la CRE fue resultado de un extenso análisis de las instituciones reguladoras del sector energético de Argentina, Canadá, Colombia, Estados Unidos y Reino Unido, entre otros países. Se observó que las instituciones reguladoras guardan ciertos puntos en común, los cuales resultan aplicables al caso de México:

Los organismos con atribuciones para regular el sector energético están presididos por un órgano que toma decisiones en forma colegiada. Este se compone de cinco a nueve miembros, generalmente designados por el titular del Ejecutivo, que ocupan el cargo por periodos de cinco a siete años.

Las autoridades reguladoras cuentan con independencia financiera para garantizar la autonomía de gestión. En varios países se asigna un presupuesto independiente y se transparenta el monto de los recursos de la institución.

Las instituciones reguladoras cuentan con un número reducido de especialistas en las áreas que regulan. La especialización de las áreas operativas es un factor fundamental para lograr una actividad reguladora congruente con una industria altamente especializada.

La CRE es un órgano desconcentrado con cinco comisionados que deliberan en forma colegiada y cuyas resoluciones se inscriben en un registro público. Los comisionados son nombrados por el Ejecutivo Federal, de manera escalonada, por periodos quinquenales renovables. El pleno de la Comisión decide los asuntos por mayoría de votos, teniendo su presidente voto de calidad.



El Pleno de Comisionados es un grupo interdisciplinario con amplia experiencia en su rama profesional. Cada comisionado debe dar seguimiento a algunos de los proyectos que la Comisión debe analizar. Los proyectos son asignados de acuerdo a la especialización de cada comisionado.

En cada caso, éste se encarga de asegurar que el equipo de trabajo, nombrado para analizar el proyecto, realice sus labores de acuerdo a la misión y principios básicos de la CRE, y que sujete sus evaluaciones y recomendaciones a los parámetros establecidos por el marco regulador. Una vez realizado el análisis, con base en las evaluaciones del equipo de trabajo, el comisionado prepara la ponencia del proyecto, que presentará ante el pleno para que este órgano emita su resolución.

Las direcciones generales de Gas Natural y de Electricidad, apoyadas en la de Asuntos Jurídicos y las Unidades de Política Económica y de Reestructuración Eléctrica, desarrollan los proyectos de la CRE para su presentación al pleno de comisionados y asisten al comisionado ponente en la elaboración de la resolución correspondiente.

UNIDAD DE QUEJAS Y DENUNCIAS DE LA CONTRALORIA INTERNA

Si usted considera que algún servidor público de la Comisión Reguladora de Energía incurrió en actos u omisiones que impliquen incumplimiento a sus obligaciones, se encuentra a su disposición la Unidad de Quejas y Denuncias de la Contraloría Interna, en el primer piso de las instalaciones de la CRE, con teléfono 283-1580, ext. 1024, y en SACTEL, a los teléfonos 480-2000 en el Distrito Federal y Area Metropolitana y (01 800) 00-14800 en el interior del país