

15
Zej



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

"CONTRIBUCION AL ANALISIS DE UNA POLITICA
NACIONAL DE ENERGETICOS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ROBERTO FELIPE MENDOZA CERPAS

Director de Tesis:

ING. ISMAEL HUITRON MARQUEZ

San Juan de Aragón, Edo. de México

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

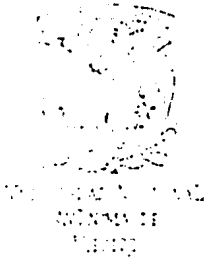


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ING. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO
COORDINADOR DEL AREA DE INGENIERIA,
P R E S E N T E .

En relación a la solicitud del profesor ING. ISMAEL HUITRON MARQUEZ, de fecha 3 de julio del año en curso, por la que se comunica que el alumno ROBERTO FELIPE MENDOZA CERPAS, de la carrera de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "CONTRIBUCION AL ANALISIS DE UNA POLITICA NACIONAL DE ENERGETICOS" y como el mismo ha sido revisado y aprobado por dicho asesor, se autoriza su impresión, así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, le reitero las seguridades de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón. Edo., de México., septiembre 24 de 1986.
EL JEFE DE LA UNIDAD

||| < |||
LIC. ARTURO MUÑOZ COTA PEREZ.

CLC
c.c.p. Sra. Gloria Bech Germán. Jefa del Departamento de Servicios Escolares.
Asesor de Tesis.
Interesado.

C O N T E N I D O .	pág.
Objetivos.	7
Introducción.	9
CAPITULO I Contexto mundial de la Energía.	11
I.1 Panorama mundial de la Energía.	11
I.2 Reservas mundiales de Energéticos.	14
I.3 La industrialización de México y su desarrollo económico.	20
CAPITULO II Utilidad y proyección de un análisis Energético en México.	35
II.1 Consideraciones teóricas sobre los energéticos usados en los diversos sectores, con que cuenta el país	35
II.2 Equivalencia de los valores de poder calorífico en los diversos tipos de Energéticos, y su importancia.	38
CAPITULO III Importancia del sector energético y sus políticas.	44
III.1 Análisis del Programa Nacional de Energéticos y sus alcances en la Conservación y Ahorro de Energía.	44
III.2 Fuentes de Energía convencionales y alternas, y el potencial Energético que representa para nuestro -- país.	56
III.3 Balance de Energía en México para el año 1982, y los lineamientos de una Política Nacional de Energéticos.	63
III.4 Proyección de los Energéticos en México hacia el año 2000.	103
III.5 Importancia de realizar la Regionalización Energé-- tica.	111
CAPITULO IV Acciones para la realización de programas en Conservación y Ahorro de Energía (CAE).	116
IV.1 Formación de instructores en la Dirección de recur-- sos Energéticos en la empresa.	116
IV.2 La Auditoría energética, como herramienta en la --- Administración de la Energía.	122
IV.3 La Cogeneración como una medida para ahorrar Ener-- gía.	146
IV.4 El Factor de Potencia y la importancia de su correc-- ción en el Ahorro de Energía.	176
CONCLUSIONES.	203
ANEXO A Factores de conversión para los Energéticos.	207
ANEXO B La Auditoría Energética, complemento.	213

INDICE DE SIGLAS.	243
INDICE DE CONCEPTOS POR CAPITULO.	245
BIBLIOGRAFIA.	249

OBJETIVOS

Al desarrollar esta tesis fué pensando en la importancia que tienen para nuestro país los recursos energéticos principalmente así como las medidas que por medio de programas del uso eficiente de la energía redundarían en nuestro beneficio. A continuación se mencionan más objetivos que se pretendieron alcanzar con el desarrollo de este trabajo.

1. Analizar la situación de los energéticos en el mundo y así evaluar en México su importancia y efectos en los diversos sectores: económicos, políticos y sociales con base en sus políticas (capítulo I).
2. Resaltar que repercusiones ha traído la industrialización a nuestro país en pro del desarrollo tecnológico (capítulo II).
3. Conocer como influyen los energéticos en la economía del país y como en las industrias auxiliares (capítulo I).
4. Destacar la necesidad de establecer una unidad energética común en cualquier estudio sobre energía (capítulo II).
5. Analizar las reservas y fuentes alternas de energía en nuestro país y su aplicación para sustituir el petróleo (capítulo III).
6. Analizar el Balance de energía en México, su utilidad y su proyección en la política energética de México (capítulo III).
7. Analizar la necesidad de realizar la regionalización de la energía y beneficios que aportaría (capítulo III).

8. Como influye el recurso humano en la dirección de los recursos energéticos y el ahorro de los mismos (capítulo IV).
9. Analizar específicamente las aplicaciones que tienen la Auditoría Energética, los sistemas Cogenerativos y la corrección del Factor de Potencia entre otros, para aplicarse dentro de las medidas de Conservación y Ahorro de Energía, tan importante en nuestros días (capítulo IV).
10. Como objetivo final además de darle la importancia que tienen las acciones sobre Conservación y Ahorro de Energía, fomentar la necesidad de tener una tecnología notablemente Mexicana capaz de satisfacer nuestras necesidades y conservar en lo posible las divisas de nuestra Patria, con el único fin de enaltecerla, junto al bienestar de todos los Mexicanos (capítulo IV).

I N T R O D U C C I O N .

El hombre debe saber vivir su momento histórico, meditando en sus posibilidades y acertando a participar en el acontecer, fenómeno lógico que le rodea.

En la actualidad vivimos en un mundo tecnificado, en el que se ha creado un desarrollo tecnológico y científico sorprendente que debemos reconocer y en el que todos debemos tomar parte; ya que sabemos que la tecnología y el desarrollo de un país están fundamentados en los recursos naturales del mismo, los que sometidos a convenientes transformaciones nos procuran el trabajo útil necesario para realizar nuestros objetivos.

En todo momento es necesario el conocimiento de las fuentes energéticas, para su debida utilización y aplicaciones; hoy día se hace más indispensable debido a la situación crítica que se está presentando en el mundo ante el posible agotamiento de los recursos más usuales.

En la seducción de la potencia de los medios se puede olvidar o menospreciar la excelitud de los fines.

El hombre y únicamente él, es responsable de la trascendencia de la técnica y de su influencia en el porvenir del mundo y del destino de la humanidad. México no puede escapar a estas consecuencias mundiales, por tanto el desempeñar un papel consciente de lo que tenemos y en que lo utilizamos es necesario aplicarlo en planes a corto, mediano y largo plazos, para no rezagarse del desarrollo que le debe corresponder como --

país; que teniendo una gran variedad de recursos, debe saber aprovecharlos al máximo, con la colaboración de todos los mexicanos y su gobierno; que debe tomar medidas preventivas - adecuadas al panorama mundial de la energía. No dejamos de percibir la actual situación que se vive en nuestro país y - algunas de las causas que lo originan, pero no es suficiente saberlo, debe repercutir en una disciplina en todas las actividades de aquello que será nuestro porvenir y el de las generaciones venideras, de esta forma se habrá dado un gran paso para nuestro futuro.

CAPITULO I. CONTEXTO MUNDIAL DE LA ENERGIA.

I.1. PANORAMA MUNDIAL DE LA ENERGIA.

Han pasado más de diez años desde que los países de la OPEP elevaron por primera vez el precio del petróleo en el mercado mundial. Entre 1973-74 el precio del crudo ligero árabe subió de 2.989 a 11.651 dólares por barril. Se puede apreciar la magnitud del aumento y repercusiones si se considera que la participación del petróleo y de gas natural en el consumo global de energía en el mundo pasó de 16.5% en 1925 a 64.7% en 1974. Estos acontecimientos sumados a los sucesivos incrementos del petróleo en la última década, y han motivado una fuerte preocupación a los problemas de consumo y abastecimientos energéticos. En primer lugar porque el petróleo sigue constituyendo la principal fuente energética en el mundo. El 41.2% del consumo mundial de energía primaria en 1982 correspondió a petróleo crudo. En segundo lugar, porque la producción mundial de crudo se encuentra geopolíticamente localizada. En 1982 la Unión Soviética, Estados Unidos, Arabia Saudita y México, aportaban el 56.7% de la oferta mundial del crudo. Lo anterior aunado al continuo crecimiento de la población mundial dan por resultado unos costos sumamente elevados en la importación del petróleo para los países que no poseen dicho recurso, o para aquellos cuya producción es insuficiente para cubrir sus requerimientos energéticos. La estabilización de los requerimientos anuales de energéticos podría ocurrir sólo hacia el final o a mediados del próximo siglo a un nivel que exceda el actual de 6 a 8 veces.

El problema radica en que el desarrollo económico de la humanidad en el presente siglo, se ha sustentado sobre la creación y uso de cierto tipo de tecnología cuya característica dominante, es la utilización en gran escala de energía derivada de los hidrocarburos (petróleo crudo y gas natural). No obstante que la conducción dada al progreso e innovación tecnológicas está ampliamente justificada por una época de "energía barata", resulta que en la actualidad las ventajas hacia el uso de dichos recursos son cada vez más reducidas. Esto responde a factores de tipo técnico, económico y político; sin embargo, lo determinante es que la sociedad multiplicó su capacidad productiva y sus niveles de bienestar social sobre la base de un recurso natural no renovable.

En los primeros años de la década pasada, se habían depositado grandes esperanzas en las fuentes renovables de energía, las cuales fueron consideradas prácticamente ilimitadas. Muchos países desarrollaron ambiciosos programas que implicaban una acelerada transición hacia fuentes renovables de energía. Algunos estudios posteriores demostraron que los modelos de abastecimiento de energía eran demasiado costosos comparados con el carbón, el gas natural y la energía nuclear. Por esta razón el papel de los recursos renovables en el futuro abastecimiento de energía no ha sido suficientemente claro; pero es obvio que en aplicaciones locales tendrán una contribución importante, la cuál alcanzará una participación en el balance energético de un 15 a un 20% hacia el final del período de transición.

Así en la actualidad y en el futuro próximo, "el hambre de energéticos" no amenaza a la humanidad; sin embargo, debido

a las diversas tendencias habidas en el aumento de los precios de los portadores individuales de energía, han cambiado las prioridades de las tecnologías de la energía. En el momento actual las relaciones de costo-efectividad de las soluciones individuales han demostrado ser muy diferentes de las que existieron hasta la mitad de la década pasada. En ese período que dura casi un cuarto de siglo, que fue creada la parte principal de la moderna economía de la energía a nivel mundial.

En la actualidad las diversas manifestaciones de la energía son aprovechadas total o parcialmente por el hombre para mover la maquinaria productiva, permitiendo así la creación masiva de bienes y servicios indispensables. Los procesos que posibilitan el dominio y control del potencial energético que brinda la naturaleza son bastantes complejos y se requiere de largos períodos de maduración. No obstante, la concentración de esfuerzos a escala mundial, ha permitido acelerar el progreso científico reduciendo los períodos que van desde la primera fase de experimentación de una fuente energética hasta su fase de comercialización. Sin embargo, en el plano energético económico el problema no queda resuelto, ya que existen múltiples factores que afectan el uso y desarrollo de fuentes energéticas. Se puede decir que en la mayoría de los países, sobre todo los que están en desarrollo, las posibilidades de sustitución energética están limitadas. Esto obliga a fomentar a corto plazo el ahorro y conservación de la energía. De hecho el consumo de petróleo de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), disminuyó en un 8% en 1980 y un 7% adicional en 1981, logrando un ahorro de consumo de aproximadamente 5 millones de barriles diarios.

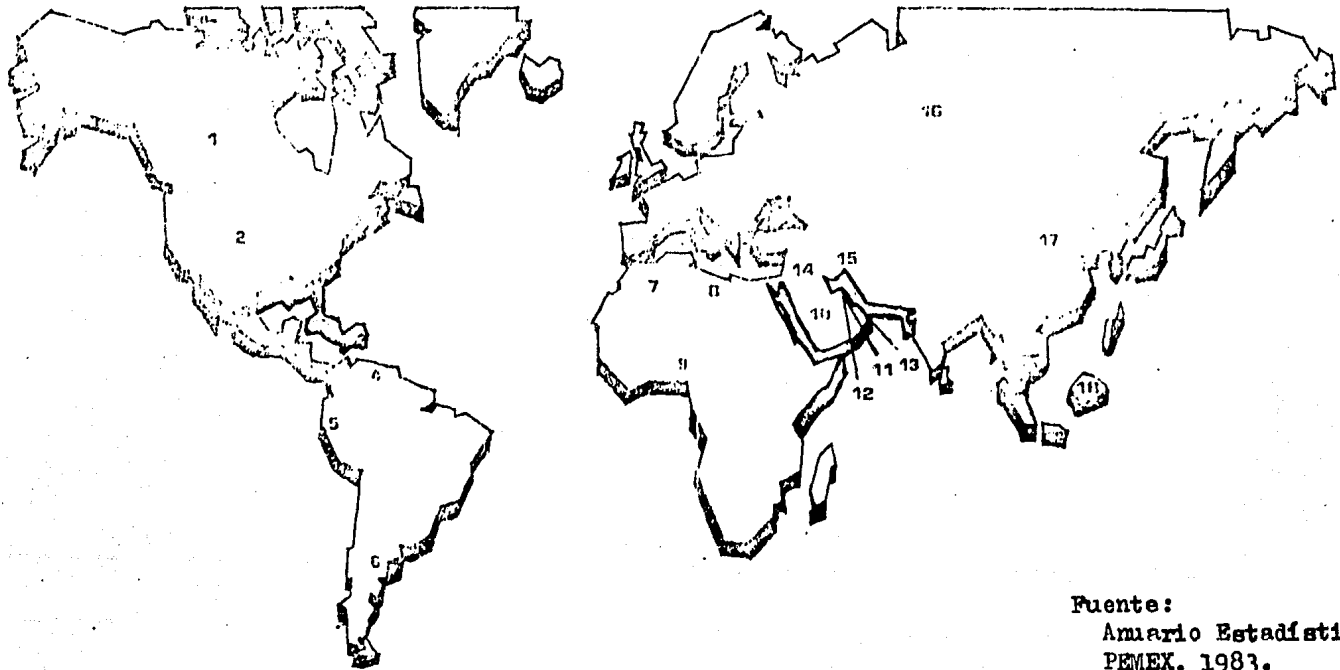
I.2. RESERVAS MUNDIALES DE ENERGETICOS

Actualmente se cuenta con una producción mundial de petróleo de alrededor de 19 350 millones de barriles (al 31 de Dic. de 1983). Si se toma en cuenta este nivel de producción, se preve que el petróleo disponible se consumiría en cerca de 35 años -- si tomamos en cuenta que las reservas probadas estimadas andan alrededor de 678 888 millones de barriles, claro, que pueden -- tardar mas años en consumirse si se desarrolla el ahorro de energía y usando otras fuentes alternas de energía mas próximos descubrimientos de yacimientos, pero lo anterior nos da una idea de los recursos en hidrocarburos, con la finalidad de -- crear programas efectivos de ahorro de energía, como ya lo hacen algunos países.

La distribución geográfica de las reservas de petróleo se -- muestran en el mapa I.2.A. En el cuál se puede ver claramente donde se encuentran las mayores reservas de petróleo. Como se podrá apreciar el medio Oriente tiene reservas considerables -- de petróleo, mientras que Europa está en una posición deficitaria. Pese a que Estados Unidos ha dominado durante mas de un -- siglo en la producción mundial de petróleo, en la actualidad se encuentra en una situación inquietante; en 1965 se estimó que el 82% de sus reservas ya posibles habían sido descubier-- tas y el 18% restante se descubriría en los próximos años, sin tomando en cuenta los yacimientos de Alaska.

Las reservas petrolíferas de los países latinoamericanos en conjunto representaban (a Dic. 1983) el 12.68% en relación al total de las reservas mundiales, correspondiendo a México el -- 8.41% del total mundial, el 47.54% del Continente Americano y el 66.00% de Latinoamérica; ocupa en el mundo el 4^{to} lugar en --

**RESERVAS ESTIMADAS DE PETROLEO CRUDO
DE LOS PRINCIPALES PAISES
1983
(Millones de barriles)**



Fuente:
Anuario Estadístico
PEMEX, 1983.

1	CANADA	8,700	11	KUWAIT	83,800
2	ESTADOS UNIDOS	87,300	12	KATAR	3,300
3	MEXICO	87,088	13	ZONA NEUTRAL	5,655
4	VENEZUELA	24,850	14	IRAK	43,000
5	ECUADOR	1,075	15	IRAN	51,000
6	ARGENTINA	2,420	16	URSS	63,000
7	ARGELIA	9,320	17	P. POPULAR CHINA	10,100
8	LIBIA	21,870	18	INDONESIA	8,100
9	NIGERIA	18,550		RENTO DEL MUNDO	87,153
10	ARABIA SAUDITA	160,000		10'AL MUNDIAL	870,300

MAPA 1.2.A

cuanto a poseedor de reservas y también como productor.

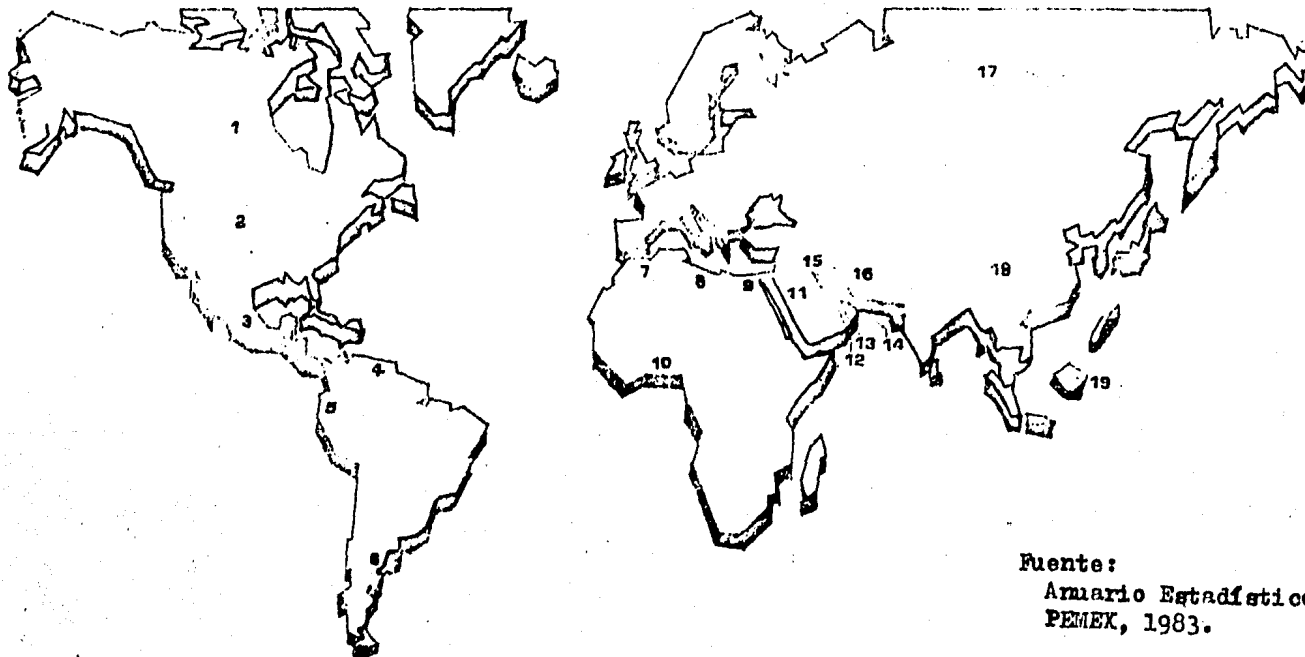
Los principales países que cuentan con reservas mayores de petróleo son: Arabia Saudita, Kuwait, La U.R.S.S., México, Irán y Estados Unidos.

En cuanto a lo que se refiere a gas natural, éste ha estado supeditado a la tecnología y al elevado costo para disponer de sus excedentes a través del comercio mundial y solo ha figurado marginalmente en las transferencias de energía interregionales. Los principales países que tienen las reservas más importantes son: Rusia, Irán y Estados Unidos, los cuales a Dic. de 1982 contaban con 1240, 483 y 204 billones de pies cúbicos respectivamente y en cuanto a producción promedio diario en 1982 eran: Estados Unidos con 51 923 millones de pies cúbicos; y, Rusia con 48 548 millones de pies cúbicos. Únicos países que desde el punto de vista histórico les ha sido posible combinar grandes recursos de gas con un alto nivel de demanda efectiva. Un cierto número de países están desarrollando técnicas para explotar sus reservas de gas natural a un tal grado máximo posible, otras, con excedentes de gas dadas sus necesidades internas limitadas, han emergido como explotadores potenciales.

Una apreciación más clara en cuanto a la producción, se muestra en el mapa I.2.a. Donde se seleccionó a los países de la siguiente manera: América del Norte abarcando Canadá, Estados Unidos y México; América del Sur: Argentina, Ecuador, Venezuela; África: Argelia, Egipto, Libia y Nigeria; Oriente Medio: Arabia Saudita, Irán, Irak, Katar, Kuwait, y Zona Neutral; Oriente extremo: Indonesia; Países Comunistas: China y Rusia.

Gran parte de las estimaciones realizadas sobre las reservas

**PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE
PETROLEO CRUDO
(1983)
(Millones de barriles)**



Fuente:
Anuario Estadístico
PEMEX, 1983.

1	CANADA	508
2	ESTADOS UNIDOS	3,103
3	MEXICO	801
4	VENEZUELA	853
5	ECUADOR	85
6	ARGENTINA	178
7	ARGELIA	250
8	LIBIA	372
9	EGIPTO	251
10	NIGERIA	453

11	ARABIA SAUDITA	1,773
12	KATAR	108
13	KUWAIT	324
14	ZONA NEUTRAL	142
15	IRAN	328
16	IRAN	800
17	URUGUAY	4,499
18	R. POPULAR CHINA	769
19	INDONESIA	500
	RESTO DEL MUNDO	3,114
	TOTAL MUNDIAL	19,251

de carbón han resultado similares en cuanto a su volumen. Una de las compilaciones mas recientes efectuadas por U.S.

Geological Survey considera una reserva mundial de 7.64 billones de toneladas métricas, siendo el consumo actual de más de 1 409 millones de toneladas anuales.

Si aceptamos estas cifras y considerado su incremento en uso, existen reservas para mas de 2 500 años todo en función de su utilización.

Rusia, Estados Unidos y Asia ocupan los primeros lugares. Respecto a México se puede decir que su participación en las reservas mundiales de carbón es de poca significación, aunque a nivel nacional ya tiene singular importancia en 1973 tenia - 650 millones de toneladas como reservas, y hasta junio de - 1982, 3152 millones de toneladas. Ocupando así actualmente - el 0.04% de la reserva mundial.

En cuanto a consumo de carbón los países capitalistas desarrollados con 46% de total, los subdesarrollados solo el 5%.

Uno de los energéticos que tienen más posibilidad para cubrir los requerimientos futuros de energía es el Uranio (U3-O8). La exoloración de hecho apenas es nueva en parte por los costos elevados y por carencia de tecnología suficiente en muchos países. Aun cuando se espera que la energía mundial aumente su participación, la reducción en el consumo del petróleo y gas no acontecerá durante las tres próximas décadas, ya que - las tecnologías para el uso del Atomo no logran todavía un desarrollo adecuado. Segun estadísticas de las Naciones Unidas el conjunto de países capitalistas desarrollados absorben el 63% del consumo mundial de energía, los económicos centralmente planificados el 29% y un 8% los países subdesarrollados.

En cuanto a la energía nuclear, hidráulica y geotérmica, los países capitalistas desarrollados absorben el 73% del consumo

mundial y los subdesarrollados el 12%.

Las reservas estimadas de Uranio(U_3O_8) han sobrepasado las 600,000 toneladas en 1965 a 840,000 toneladas en 1970; se espera que para este año(1985) sobrepase el millón de toneladas. Se infiere la necesidad de aumentar la capacidad de producción en el transcurso de ésta década para hacer frente a la demanda futura.

Actualmente se cuenta con una reserva asegurada mayor a 4,200 toneladas; es probable que en los próximos años se descubran depósitos importantes de Uranio, a costos razonables y suficientes para mantener el desarrollo nucleoelectrónico de finales de siglo y, también es posible que se puedan introducir los famosos reactores reproductores (de cría); que son relativamente insensibles al precio del Uranio, porque utilizan Uranio de diferentes calidades, permitiendo al mismo tiempo la explotación de depósitos más costosos. Es opinión general de expertos que la energía potencial a partir del Uranio y otros materiales radiactivos tienen más posibilidades que la de todos los energéticos fósiles conocidos hasta ahora.

Por último no debe pasarse por alto las demás fuentes de energías alternas, como son las reservas hidráulicas que alcanzan más de 3.8 millones de MW y que representan el límite mundial teórico; esto podría producir alrededor de 15 billones de KWH por año, cantidad nada despreciable para satisfacer las necesidades energéticas futuras. No hay que olvidarse de la energía producida por otras fuentes como son: la geotérmica, solar, eólica, oceánica, biomasa, etc. que aunque en menor grado, actualmente tienen cierta importancia.

I.3. LA INDUSTRIALIZACION DE MEXICO Y SU DESARROLLO ECONOMICO.

Aspectos generales.

El proceso de industrialización de México arranca desde principios de la década de los cuarentas. Pero la industrialización en México no es nueva tuvo cierto grado de desarrollo durante el porfiriato pero no llegó a ser tan importante como la actual.

Se deben tomar en cuenta los principales factores que condicionan el desarrollo de la actividad productiva en México para que sirva como telón de fondo y examinar posteriormente el proceso de industrialización durante las últimas décadas. La revolución industrial transformó a Inglaterra en una gran fábrica dispuesta a abrir las puertas a los productores primarios provenientes de todo el mundo, y el notable avance de los medios de transporte, modificó profundamente, las condiciones del comercio internacional, y provocó en la segunda mitad del siglo pasado un auge en la demanda de productos primarios y la formación de un sistema de división internacional de trabajo, que prevalecieron hasta el primer conflicto mundial.

El impacto externo debido a esta gran expansión de la economía internacional durante el siglo XIX, se manifestó en México principalmente por el crecimiento de las exportaciones de ganado y minerales; aunque dicho crecimiento se insinuaba desde mediados del siglo, sólo se concretó en forma significativa después de la toma de posesión de la Presidencia de la República por el General Porfirio Díaz en 1876 y la subsecuente pacificación del país.

Se aceleró la expansión de la minería con fuertes inversiones extranjeras, que significó al mismo tiempo una superación del primitivo nivel tecnológico importante, además de que estas

actividades se vincularon al nuevo mercado norteamericano en expansión; ello se tradujo en considerables inversiones en materia de infraestructura, y particularmente en un gran desarrollo del sistema ferroviario que sirvió de apoyo a la actividad exportadora, que abarcaba una parte importante del territorio nacional, tanto en la minería como en ganadería, que exigía grandes espacios y que fue incorporando amplias zonas a la actividad productiva.

No obstante lo positivo de esta situación, conforme se fue fortaleciendo el aparato productivo encaminado a las exportaciones y ligándose la economía cada vez más a los capitales internacionales, fue conformándose una ⁵estructura productiva que serviría de apoyo a la actividad exportadora prioritariamente. Una prueba de ello fue la forma de construir los ferrocarriles, del centro hacia la periferia con el fin de conectar los centros productores de exportación con los sistemas internacionales de transporte, en especial con los del Norte del país, ya que en esa época se inicia la dependencia económica de México con el capitalismo norteamericano, por lo que algunos estados del centro y sureste de la república, al no contar con grandes recursos para exportación quedaron marginados del sistema. (El sistema aislado de transportes que se construyó en Yucatán tenía como fin transportar la producción de henequén hacia los centros exportadores).

La estructura interna que se fue conformando con este esquema de crecimiento hacia afuera era muy difícil de modificar. El gobierno del General Díaz había creado las condiciones apropiadas para una intensa penetración de capitales extranjeros, orientados principalmente a la producción minera y eran estos intereses, junto con los grupos nacionales económicamente ---

poderosos los que impedían un cambio en las estructuras. La -
formación de un mercado de metales industriales en rápida ex -
pansión, originado en la revolución de los medios de transpor -
te en especial los ferrocarriles que demandaban más acero, y -
el progreso tecnológico que permitió concentrar la producción
en grandes unidades, provocó una radical transformación en la
minería mexicana. La producción tradicional del país basada en
los metales preciosos: oro y plata, fue permitiendo la incor -
poración de otros metales para usos industriales, pero al mis -
mo tiempo, la producción de tipo artesanal, fue siendo susti -
tuida por unidades controladas con capitales extranjeros y ad -
ministradas desde el exterior.

Así el ingreso originado en gran parte por la actividad mine -
ra que podría haber actuado como factor de transformación de
las estructuras internas, fue mínimo ya que se empleaba poca
mano de obra y el excedente económico no quedaba en el país.

Durante la última década, del gobierno Porfirista empezó a
cobrar auge también la industria petrolera que en el año de -
1910 obtuvo una producción de diez mil barriles diarios. Pero
lo importante es señalar que las concesiones petroleras se -
dieron a compañías extranjeras que tenían como fin primordial
la exportación de petróleo crudo, y cuyos ingresos al igual -
que el de la industria minera, quedó desvinculado del sistema
económico interno.

La abundancia de mano de obra en México permitió mantener salarios bajos, y aunque esto dió lugar a un uso extensivo de la misma en las actividades agrícolas, el flujo de salarios - que se incorporaba al mercado nacional era escaso. Lo mismo - ocurrió en la industria minera aunque con fuerza de trabajo - mejor pagada, el número de obreros ocupados era menor. Además el sector exportador adquiría la mayor parte de sus - insumos y bienes de capital en el extranjero, por lo que el - mercado interno no pudo fortalecerse.

En síntesis México se transformó en una fuente importante - de materias primas para los países industrializados, alcanzando un elevado grado de especialización en el renglón minero, pero no logró el fortalecimiento de su mercado interno ni la consolidación de una infraestructura productiva que le permitiera continuar un modelo de crecimiento interno.

Al mismo tiempo, la concentración de la riqueza que el suge del sector exportador trajo consigo, provocó un malestar so-- cial que desembocó en la revolución armada de 1910.

La revolución mexicana produjo transformaciones profundas - en todos los aspectos de esa sociedad en las décadas siguientes, de tal manera que el desarrollo de los acontecimientos a partir de 1910 está determinado por la revolución y las transformaciones en la estructura económica, social y política que ésta originó. Después de una etapa de caos para el país, se - inicia la etapa constructiva en 1925, creándose algunas instituciones y mecanismos de fomento económico que coadyuvarían - al desarrollo posterior, dado a partir de 1935.

El proceso revolucionario se tradujo en la repartición de tierras y recuperación de las riquezas naturales en manos extranjeras, que dió por resultado la total nacionalización de los ferrocarriles, de algunas actividades mineras y, sobre todo, del petróleo en 1938.

La expropiación de la industria petrolera fue un factor determinante para crear el ambiente propicio en la economía del país. La industria del petróleo desempeñó un papel fundamental en la rápida industrialización que se inició en la siguiente década, y, creó una fuente importante de recursos para inversión que permitió mantener una oferta adecuada de combustibles a precios razonables, de favorable repercusión en los costos industriales.

Otros factores internos y externos influyeron para modificar el modelo de crecimiento hacia afuera que se había seguido hasta entonces, en un esquema de desarrollo hacia adentro, que implica el crecimiento del mercado interno y la creación de una infraestructura productiva encaminada a satisfacer las necesidades del país.

Entre los factores externos está el cambio en las tendencias del comercio internacional. A partir de la primera guerra mundial hubo un proceso de transformación de las relaciones económicas internacionales, motivado en parte por el desplazamiento de Inglaterra por los Estados Unidos, como centro del sistema económico mundial. Como consecuencia se presentaron modificaciones en las tendencias a largo plazo de la economía internacional; la demanda de productos primarios fue perdiendo su dinamismo, al tiempo que se observó

deterioro en los precios de las materias primas, una paulatina sobreproducción y acumulación de excedentes. Además cambió el perfil de las exportaciones de petróleo y una disminución en la de fibras naturales. El impacto externo derivado de esta situación se manifestó en México durante los primeros años después de la revolución, pero es difícil cuantificar en que grado afectó a la economía nacional.

Entre las dos décadas siguientes al inicio de la lucha armada, se presentó en México un auge importante en la producción petrolífera, entre 1910 y 1921 la producción de petróleo crudo se incrementó de 3.6 millones de barriles en el primero de los años mencionados a 193.4 millones en el último, destacándose México como el segundo productor del mundo. En la década siguiente declinó tan bruscamente como había subido, para ser de sólo 33.0 millones de barriles en 1931. (en 1937, un año antes de la expropiación petrolera, la producción sólo había subido a 46.9 millones de barriles).

La crisis mundial afectó considerablemente a México, dado que su economía se basaba en gran medida en el sector externo. El sector minero sufrió un duro golpe ya que los productos minerales fueron afectados por la baja de precios y de volumen físico. Por lo que disminuyó la actividad económica y las exportaciones se abatieron entre 1929 y 1932 casi a un tercio de su valor.

En 1934 asumió el poder el General Lázaro Cárdenas realizando el reparto de tierras y apoyando a los grupos obreros para integrarse en sindicatos y centrales que alcanzaron proporciones sin precedentes.

El período de 1934 a 1940 fue un período intenso de adopción de medidas políticas, económicas y administrativas. La política social del Presidente Cárdenas tonificó el mercado interno de un modo extraordinario y sentó las bases para que se pudiera iniciar la etapa reciente de industrialización del país y el proceso de crecimiento interno.

Durante la época del General Avila Camacho, la segunda guerra mundial presentó la coyuntura favorable para que este proceso se llevara a cabo. La demanda de productos básicos se incrementó, observándose un auge en el sector primario exportador y un aumento en el ingreso, porque además se pudieron exportar algunas manufacturas (textiles). A un tiempo se presentaron problemas para la importación, tanto de bienes de capital como de artículos de consumo, ya que los principales países productores habían orientado su producción a las necesidades de guerra. Esto fué aprovechado por el gobierno mexicano quien orientó la política económica a fin de dar a la inversión todas las facilidades y formar un marco adecuado para desarrollar la industria. Pero dada la escasez de bienes de producción (maquinaria, equipo, refacciones y materias primas), no se aprovecharon plenamente las oportunidades latentes en el mercado nacional para ampliar la capacidad de la industria. De cualquier manera en esta época se inicia realmente la industrialización acelerada del país que pasaría a constituir el eje del desarrollo económico nacional. Además, la infraestructura productiva se reforzó, ya que por primera vez, desde 1913 se iniciaron las operaciones de crédito internacional con el Banco de Exportaciones e Importaciones que permitieron dedicar mayores recursos a las obras de caminos y de electricidad, a la producción de acero y a

iniciar la rehabilitación de los ferrocarriles, que por casi 30 años no habían recibido nuevas inversiones. Inclusive se obtuvo un préstamo concedido por el gobierno norteamericano para la refinería de Azcapotzalco a la industria petrolera nacionalizada (cabe recordar que después de la expropiación, la industria petrolera Mexicana fue bloqueada por parte de los países afectados y en especial por Estados Unidos).

No solamente se trabajó en la industrialización del país, sino que se fomentó un plan agrícola, con el doble propósito de vigorizar el mercado interno y de elevar la producción en el campo, tanto de los artículos de consumo nacional (maíz, trigo y frijol), como de las cosechas que se exportaban (algodón, café y vegetales). La demanda de productos agrícolas durante la contienda y la postguerra hizo que el sector primario exportador continuara siendo, hasta mediados de los cincuentas, la base fundamental del crecimiento económico y el apoyo en que se sustentó el proceso de industrialización.

Esta situación de bonanza para México, basada en la expansión del sector externo, no podía durar indefinidamente, así al terminar la conflagración mundial y normalizar sus actividades productivas las naciones industrializadas, la situación cambió radicalmente para el país, al resentir las industrias nacionales el efecto de la competencia externa e invertirse el signo de la balanza de pagos. Ante esta situación, el gobierno modificó su política comercial.

Puede considerarse que el año de 1955 marca el final del modelo de crecimiento hacia afuera, ya que el sistema

productivo se orienta más hacia el interior y el comportamiento de los sectores: agrícola, industrial y de servicios.

El crecimiento de la economía Mexicana en los últimos 35 años ha sido sorprendente presentandose transformaciones estructurales de gran significación, pero el desarrollo con estabilidad impulsado hasta 1969, corresponde al pasado y ya no fue posible sostenerlo al mismo ritmo, el crecimiento _ consistió en una fórmula aparentemente simple: aprovechar un alto excedente de la producción agrícola para la exportación como apoyo a la balanza comercial, a fin de impulsar la industrialización acelerada; tratar de sustituir importaciones y eventualmente colaborar con el sector externo a través de productos manufacturados y semimanufacturados; procurar el crecimiento continuo de la producción agrícola, lo cuál no pudo llevarse a cabo.

Desde 1966, la producción comenzó a frenar su crecimiento debido a un exceso de la parcelación de la tierra, falta de inversión en el agro, una deficiente intermediación comercial y diversos problemas climatológicos. El resultado fue que la producción agropecuaria redujo su crecimiento anual del 4.6% mantenido en el periodo 1950-1965, al 1.9% durante 1966-1973.

En el sector industrial también se presentaron problemas, debidos a la sobreprotección de la industria y una falta de capacidad de competencia internacional.

En cuanto al sector externo, la dependencia de México ha sido creciente. Las consecuencias de haber concentrado la industria en las manufacturas han sido que, para mantener_

su desarrollo, el país ha tenido que importar bienes de capital, capital mismo y materias primas indispensables para la industria moderna. Los créditos del exterior se han ido acumulando y crece cada día la parte de los ingresos por exportaciones que se tienen que emplear para pagarlas.

Todos estos problemas fueron acumulándose hasta que hicieron explosión recientemente, y ésta fue acelerada por la actual crisis económica a nivel mundial, lo cuál rompió el equilibrio existente, llevando al país a una inestabilidad, cuyas consecuencias se vislumbran, más no puede predecirse aún.

Tal es el telón de fondo sobre el que debe contemplarse el reciente proceso de industrialización del país.

I.4. LOS ENERGETICOS EN LA ACTIVIDAD ECONOMICA DEL PAIS.

Han pasado 7 años desde que la riqueza petrolera adquiriera un papel central en la estrategia del desarrollo económico de México. El tiempo suficiente para evaluar críticamente y objetivamente los logros, así como los tropiezos de la política petrolera. Sólo así será posible multiplicar lo positivo y disminuir lo negativo de las exportaciones de hidrocarburos en el futuro desarrollo del país.

La política energética del petróleo ha sido exitosa no así sus beneficios para los diversos sectores. Ya que en sólo dos años cuadruplicó las reservas probadas de hidrocarburos acompañado de notables incrementos en la extracción. Pasando de alrededor de 800,000 barriles diarios de crudo a 2.746 millones en 1982. No obstante la nueva riqueza favorable a la economía mexicana y siendo palanca del desarrollo Nacional no ha desarrollado plenamente sus beneficios. De hecho, el avance productivo superó en mucho el crecimiento observado en el periodo de 1978-1981, con un superávit de 350 millones de dólares de 1977 y a unos 12,000 millones de 1981. Es importante reflexionar acerca de algunos aspectos, menos favorables que acompañaron el nacimiento de nuestro país como potencia petrolera a nivel mundial, pues apenas ha recorrido un tramo corto de lo que será su experiencia histórica como productor de petróleo.

Es por eso que la experiencia reciente debe aprovecharse positivamente para confirmar nuestra futura política energética. Deben incorporarse algunas enseñanzas de los últimos

sucesos, y son:

- a). Sabemos que los excedentes de divisas del sector petrolero pueden utilizarse productivamente en función del ahorro interno; sin embargo, esto significaría mejorar la relación entre producción y gasto, lo que a la vez implica mejorar la balanza de pagos del sector no petrolero de la economía, trayendo como consecuencia canalizar los recursos hacia la formación de capital pero no solo con divisas de petróleo, para así lograr una mayor competitividad externa, para no incentivar la postergación de otras acciones de política económica que puedan fortalecer la situación financiera del país.

- b). Puesto que una expansión acelerada de los hidrocarburos no tiene efectos neutrales provoca inevitablemente la contracción de otros sectores económicos, es necesario reconocer este dilema y mantener un desarrollo más equilibrado entre la expansión del gasto público y privado que solo da como resultado una situación inflacionaria.

- c). Sabemos que el petróleo es un recurso no renovable por lo que las decisiones de explotación deben contemplar un horizonte de largo plazo. Hay que ser precavidos, aunque cabe recordar que, la súbita alza en los precios del energético durante 1973-1979 alentó un crecimiento ambicioso, lo que vino a complicar la situación financiera en los últimos tres años. Por lo que debiera de ser más cautelosa una política de tal magnitud.

- d). Si bien es cierto que el petróleo constituye un factor de confianza para créditos con el extranjero, también puede desempeñar el papel opuesto. Cabe mencionar la caída de los precios mundiales a mediados de 1981, lo que debe constituir un aliciente para procurar mantener el avance del sector más en línea con el resto de la economía.
- e). Debe señalarse el hecho de que el sector manufacturero del país, y en especial el de bienes de capital, no ha aprovechado en todo su potencial la demanda derivada de la inversión del sector petrolero. Es sin lugar a dudas que a un ritmo más adecuado el impacto del avance petrolero sobre empleo y desarrollo tecnológico autónomo hubiese podido ser aún más considerable.

En resumen esta riqueza sigue siendo una magnífica oportunidad en el desarrollo nacional. Pocos países en el mundo poseen autosuficiencia energética como la de México, esta ventaja entraña el reto y responsabilidad de su aprovechamiento; en este sentido la tarea más importante es la de lograr una correspondencia equilibrada entre el avance energético y el resto de la economía. De esta manera evitaremos que se constituya en una peligrosa realidad, palanca y freno de nuestro desarrollo.

PERSPECTIVAS Y POLITICAS.

- 1). Frente a las elevadas tasas de interés externas prevalecientes, y ante las expectativas poco favorables de que aumente el precio del petróleo en el futuro inmediato

(el exportado), resulta costoso mantener el petróleo en "inventarios", es decir, sin exportarse, y también es inconveniente mantener el alto nivel de endeudamiento externo; sin embargo, deben estos argumentos su justificación siempre y cuando sirvan para aumentar las exportaciones con el impacto consecuente en los gastos y la inflación. Concluyendo, la única salida viable en el corto plazo para evitar una caída mayor en la inversión es aplicar un esfuerzo elevado en los ahorros internos, tanto públicos como privados.

- 2). Habiendo considerado el petróleo como palanca de desarrollo deben convertirse esos recursos en generación de otras fuentes de ingreso permanente y, así convertirse en mecanismo de redistribución intergeneracional del ingreso.
- 3). En el largo plazo, con la recuperación del mercado, llevar a cabo una política realista, moderada y dinámica para eliminar la restricción que las divisas imponen al cumplimiento de las prioridades de México.

Definir las metas de empleo y bienestar social, dejando como último término los resultados de la balanza de pagos. El uso eficiente de los excedentes petroleros requiere de una reorganización económica que elimine las rigideces de la estructura productiva en la generación de empleos y las distorsiones en los mercados de bienes y, en la política de subsidios.

CAPITULO II.

CAPITULO. II. UTILIDAD Y PROYECCION DE UN ANALISIS ENERGETICO EN MEXICO.

II.I. Consideraciones teóricas sobre los energéticos usados en los diversos sectores, con que cuenta el país.

a). Selección de una unidad común.

Para llevar a cabo un análisis global de los energéticos es necesario convertir las diferentes formas de energía a una unidad común. Generalmente la unidad que se elige expresa todas las formas energéticas sobre la base de sus respectivos poderes caloríficos.

En estudios realizados sobre energéticos en diversos países, se utilizaban tradicionalmente unidades de mediación energética, tales como el BTU o la caloría o la kilocaloría; sin embargo, las cifras por su magnitud (trillones a cuatrillones) eran difíciles de apreciar aún para los expertos, por lo que se utilizan actualmente medidas más prácticas que permiten tener una idea objetiva, de la magnitud de las cifras con que se trabaja. Entre las más convenientemente usadas están la tonelada de carbón equivalente (TEC), la tonelada de petróleo equivalente (TEP), o el barril de petróleo equivalente (BPE). Estas unidades también tienen por base un equivalente térmico.

Para este estudio se utiliza una medida del sistema métrico decimal referida al petróleo, por ser el energético básico del país. Se seleccionó el metro cúbico de petróleo crudo equivalente (MOCPE) esto es, el poder energético comercial que se obtiene al refinar un metro cúbico de petróleo crudo en las condiciones promedio de México (desde 1960-1968). El cálculo se -

hizo convirtiendo a kilocalorías los productos energéticos obtenidos de la producción de las refinerías en el periodo marcado y dividiendo esta cifra entre el total de barriles procesados de crudo en el mismo lapso dando una aproximación de 8,065,754 Kcal (32,007 miles de BTU). Si se mide en un calorímetro el poder calorífico de un metro cúbico de petróleo crudo se observará que éste es mayor a la cifra dada anteriormente para el crudo equivalente. El poder calorífico del crudo es variable de acuerdo a sus características físicas. Un promedio ponderado para los crudos que se producen en México es de 10,598,000 Kcal por metro cúbico (esta medida esta sujeta a cambios convencionales, según nuevos descubrimientos de yacimientos en el país). Este valor es superior en un 31% al de petróleo crudo equivalente, debido a que una parte del contenido energético del crudo queda en los productos no energéticos que se excluyeron al determinar el poder calorífico del crudo equivalente y otra parte se disipa durante el proceso de refinación.

Desafortunadamente no existe una constante internacional para medir la energía en función del crudo, que se pudiera adoptar para estos estudios.

Es conveniente destacar que cuando se expresa un total energético en una unidad común, hay que interpretarlo con la mayor cautela y con todas las reservas del caso, pues esta reducción simple si se quiere desde el punto de vista calórico encierra dificultades cuando en ella intervienen consideraciones de orden económico. Por ejemplo si se tiene un m³ de gasolina que tiene un valor en dinero mayor que un m³ de combustóleo, tiene un poder calorífico menor que el de este último.

Por tanto, una estructura porcentual de diferentes combustibles que se formen sobre la base sus poderes caloríficos, será muy diferente a una que considere sus valores en dinero.

Esta es lo que concierne a hidrocarburos básicamente para otras fuentes de energía, se indicara adecuadamente la anotación de su unidad equivalente según se requiera.

II.2. EQUIVALENCIA DE LOS VALORES DE PODER CALORIFICO EN LOS DIVERSOS TIPOS DE ENERGETICOS. Y SU IMPORTANCIA.

Poderes caloríficos y factores de conversión.

La presente información que se presentara al final de esta explicación (tablas). Contiene factores de conversión para transformar entre si, cantidades de diferentes energéticos de acuerdo a su equivalente térmico. Los poderes caloríficos considerados para estas transformaciones (que aparecen en diferentes unidades, en las tres primeras columnas de la primera hoja) son promedios ponderados de los poderes caloríficos de los diferentes tipos de energéticos que se producen en el país; por tanto, representan las características promedio de la producción nacional.

Estas características podrán variar con el tiempo, por que cambien los componentes de la producción nacional. (por ejemplo que se produzca una mayor proporción de un determinado tipo de crudo o de carbón). De hecho, con la incorporación a la producción nacional de los campos descubiertos en el sureste del país, que representan un porcentaje considerable del total, las características promedio del crudo y gas se han modificado.

-Uso de las tablas- para convertir cualquiera de los conceptos indicados en la primera columna de cada tabla (hoja) a los correspondientes que se consignan en los encabezados de las columnas subsiguientes, basta multiplicar el valor que se tenga del primero de ellos por el factor que se encuentre en el cruce del renglón y columnas respectivos.

El número de dos dígitos que aparece a la derecha de cada factor, indica el número de cifras que debe correrse el punto decimal, ya sea a la derecha o a la izquierda según el signo si es positivo a la derecha y si es negativo a la izquierda, partiendo en ambos casos del punto anotado originalmente.

Ejemplo: Para convertir 1,535 toneladas de gas licuado a barriles de diesel, se busca el factor respectivo en el cruce del renglón de "gas licuado" y se multiplica por 1,535 para obtenerse 12,793.46 barriles de diesel (tabla 2/5 anexo A).

<u>Combustible.</u>	<u>Poder Calorífico.</u>	<u>Fuente.</u>
Gas natural	8460 Kcal/m ³	Pemex
Gas licuado	11x10 ⁶ Kcal/Ton	Pemex
Gasolinas	7800 Kcal/litro	Pemex
Diesel	9100 Kcal/litro	Pemex
Combustóleo ligero	10202 Kcal/litro	Pemex
Combustóleo pesado	10213 Kcal/litro	Pemex
Cocue de carbón	7.465x10 ⁶ Kcal/m ³	Pemex
Kerosinas	8.84x10 ⁶ Kcal/m ³	I.M.P.
Turbosinas	8.84x10 ⁶ Kcal/m ³	I.M.P.
Carbón mineral	6000 Kcal/Kg	I.M.P.
Uranio 235	24.158x10 ⁶ Kcal/gramo	I.M.P.

Factores de Conversión.

1 barril de crudo = 159 litros = 1.685x10⁶ Kcal
 1 m³ de crudo = 10.598x10⁶ Kcal

En el anexo A, al final se pueden ver más factores de conversión detalladamente.

II.3. ANALISIS DE LA ENERGIA PRIMARIA Y SECUNDARIA. POR TIPO DE ENERGETICO.

Antes de continuar cabe hacer algunas aclaraciones como -- ¿que es la energía primaria?; ¿la energía secundaria?. Pues bien, el termino de energía primaria se aplica a la energía potencial contenida en los agentes productores de energía, tal como ocurren en la naturaleza: carbón mineral, leña, petróleo crudo, gas natural, corrientes y caídas hidráulicas etc. Por regla general, estas formas de energía primaria necesitan ser transformadas a formas fácilmente utilizables y transportables, como la energía eléctrica o los combustibles comerciales, ya sean sólidos, líquidos y gaseosos. Por energía secundaria se entiende a la energía potencial contenida en estas últimas formas, en el momento que llegan al consumidor final (o sea energía primaria transformada). Este último rara vez usa la energía en la forma en que se le suministra, sino que generalmente lleva a cabo una conversión final hasta la forma requerida: calor, luz, energía mecánica etc. La energía consumida y aprovechada después de ésta última conversión por el usuario, se conoce como energía útil o aprovechable.

El hecho de analizar la energía secundaria, se debe a que es precisamente en esta etapa en que la energía se incorpora al proceso productivo; es decir, es la cantidad de energía neta de que se dispone para llevar a cabo todas las actividades de la economía, restando las dedicadas a la producción, transformación y transporte de la energía primaria. La demanda de energía secundaria, se encuentra íntimamente relacionada con el crecimiento de los sectores económicos, por lo que

para su análisis pueden buscarse correlaciones entre ambas variables.

En donde la demanda de energía se debería iniciar a partir de las necesidades de energía útil de todos los sectores consumidores, es decir, de las cantidades de luz, calor o energía mecánica que requieran y que al final de cuentas son las que determinan la demanda en el mercado de energéticos. De aquí se podría pasar a la demanda de energía secundaria, agregando las pérdidas que se presentan durante la transformación de esta a energía útil.

El análisis de todo el sistema energético, dentro del marco de la economía nacional permitirá elaborar un plan de desarrollo energético, que tendrá como meta aprovechar en forma optima los recursos naturales con que se cuenta y que sirvan de apoyo al desarrollo del país. Para esta clase de análisis hay que estudiar a la energía desde sus orígenes hasta el momento en que es utilizada por el consumidor final.

En cuanto a la oferta de energéticos se canaliza hacia tres rubros: a). La mayor parte se utiliza en forma directa por los consumidores, sin que exista ninguna transformación en su forma de uso; b). Otra parte se utiliza para la generación de energía eléctrica, en la cual se tienen pérdidas; c). Otra más se pierde durante el manejo y transporte de los productos ya terminados, o bien durante la transformación de carbón. En este último rubro se incluye también el uso no energético de los productos primarios, como el gas que utiliza la industria petroquímica como materia prima.

El planteamiento que a continuación comento, se basa funda

mentalmente en los planes de desarrollo de las industrias petrolera y eléctrica.

Estos planes tratan hasta cierto punto de hacer un uso óptimo de los recursos y consideran las posibilidades de crecimiento de sus respectivas ramas desde un punto de vista real. El objetivo principal de este estudio, es el de analizar los problemas que se presentarán en cada una de las ramas del sector energético para cubrir la demanda, haciendo especial énfasis en la factibilidad de sustituir unos energéticos por otros y en la necesidad de llevar a cabo importaciones para satisfacer la demanda. En forma simultánea con la oferta se tratan las reservas de energéticos, debido a la estrecha relación que existe entre ambos.

La oferta nacional de energéticos en su conjunto, esta integrada por los hidrocarburos, el carbón mineral, la geotermia y la energía hidráulica, que se producen en el país. Actualmente México produce alrededor de 2676,7 miles de barriles de crudo diarios y 4090.9 millones de pies cúbicos de gas diarios; de los cuales exporta actualmente un promedio de 1551.0 miles de barriles de crudo y 215.2 millones de pies cúbicos diarios de gas natural. Sin embargo, más adelante se analiza las ventajas y desventajas de aumentar la producción para satisfacer demandas futuras tanto de consumo interno como de exportación.

CAPITULO III.

CAPITULO. III. IMPORTANCIA DEL SECTOR ENERGETICO Y POLITICAS.

III.1. ANALISIS DEL PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS Y -- SUS ALCANCES EN LA CONSERVACION Y AHORRO DE ENERGIA.

El programa nacional de energéticos 1984-1988 (PRONADE), sustentado en bases constitucionales de exclusividad del Estado en materia de energía, controla a las empresas que realizan las actividades en ese ámbito, como patrimonio de las presentes y futuras generaciones.

En México, el sector energético ha desempeñado un papel de primera importancia en los cambios y transformaciones que ha experimentado el país en su historia reciente y, a través -- del petróleo, en sus nuevas vinculaciones con la economía -- mundial. En solo 7 años triplicó su producción total de energía. Sin embargo el país enfrenta dos retos fundamentales: en el plano externo, ajustarse a un escenario mundial complejo y cambiante y, en el plano interno, responder a las demandas que plantea el desarrollo del país, apoyándolo de manera efectiva, sin crear desequilibrios en la economía. Esto implica reconocer la importancia del sector energético, ya que lo que ocurra en éste sector depende en gran medida lo que suceda con el resto de la economía del país. Aunque sabemos que es indispensable evitar la petrolización de la economía por lo que el cambio estructural energético debe marchar al ritmo del cambio estructural de la sociedad, de tal forma que vayamos a una economía más diversificada, moderna y eficiente vinculada con el exterior.

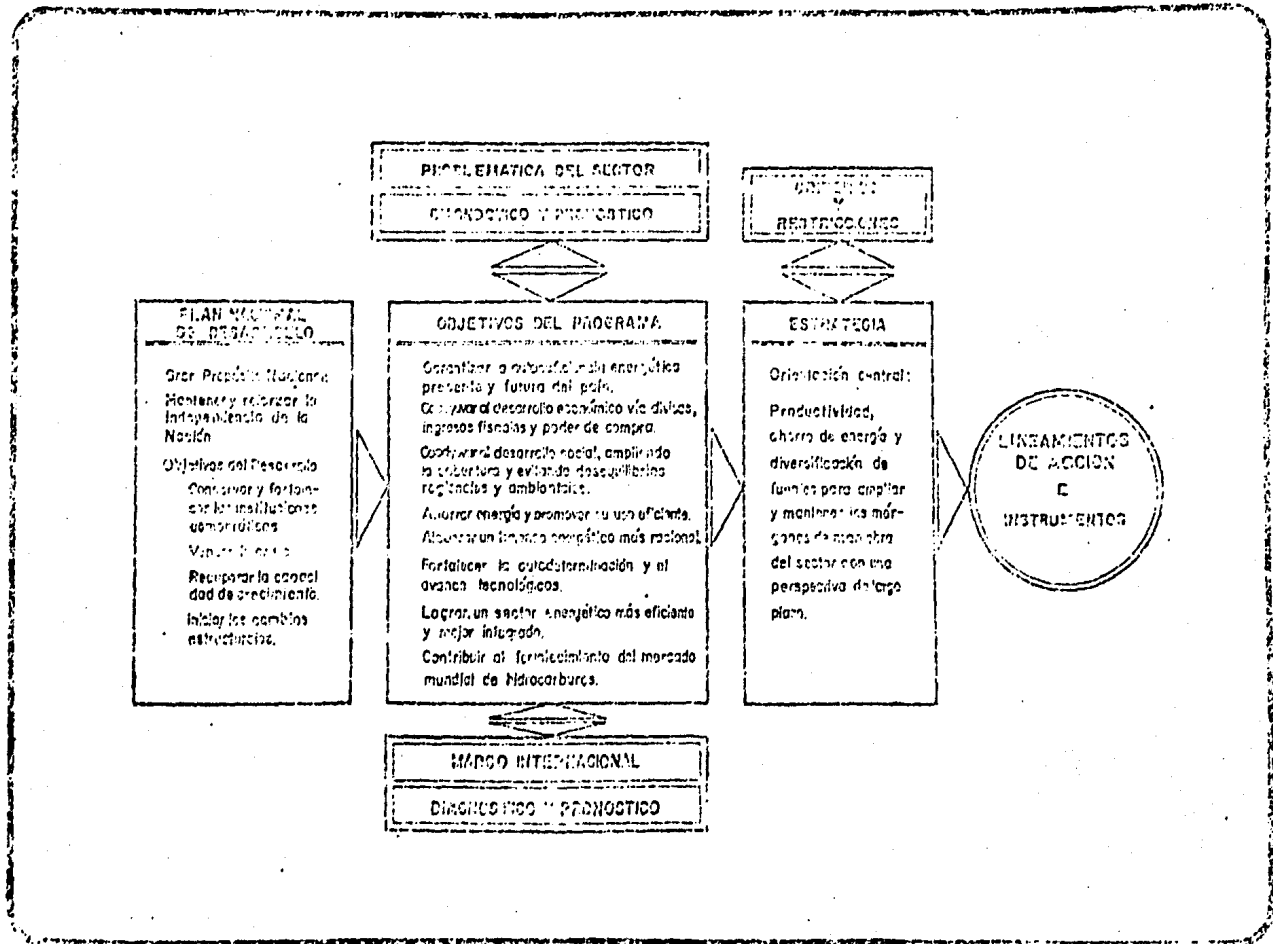
El programa propone líneas de acción y metas con un horizonte hasta el año 2000, ya que actúa sobre recursos no renovables cuya preservación debe cuidarse para el futuro. En cuanto a su contenido, aborda el contexto mundial en materia energética así como el mejoramiento a nivel Nacional en los

niveles de ahorro y uso eficiente de la energía para lograr un balance energético más racional. Así como también lograr el avance tecnológico y la autodeterminación y fortalecer el mercado para lograr la aportación de divisas del sector y su contribución a la economía. En el cuadro de la lámina 1 se aprecia de una manera esquemática el contenido del PRONADE hasta la determinación de lineamientos de acción.

A raíz de la primera crisis petrolera los países industrializados (OCDE), implantaron políticas de ahorro de energía con muy buenos resultados. La transformación inició a principios de los setenta y se aceleró después de 1979 por lo que disminuyó el consumo total de energía en el mundo en un 0.3% anual promedio y en los países industrializados casi un 3%, en el caso del petróleo hubo una tasa de decremento anual de alrededor del 5% en los países desarrollados. Este esfuerzo de diversificación trajo cambios en la estructura productiva y en los patrones tecnológicos de los diferentes países desarrollados, propiciando una mayor flexibilidad de su planta industrial alterando las perspectivas sobre sus potencialidades futuras en la materia.

Como consecuencia de los últimos incrementos (octubre de 1981) el barril cobró nuevo impulso en los esfuerzos de los países importadores, por reducir más su dependencia del petróleo, ampliar los inventarios, intensificar las medidas de conservación y canalizar más recursos hacia la investigación y desarrollo de fuentes alternas. Las implicaciones más importantes para el sector energético mexicano son como sigue:

PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988



- a). Dado que éste sector es uno de los sectores productivos más importantes y el principal factor de demanda para muchas industrias, tendrá que orientar su cambio estructural teniendo en cuenta la dinámica económica y tecnológica mundial.
- b). México no debe quedar al margen de los esfuerzos de ahorro y diversificación ya que significaría menor eficiencia y competitividad en el sector energético, en la estructura industrial y en la economía en conjunto.
- c). El difícil contexto financiero internacional previsible, caracterizado por reducciones en la disponibilidad de capital, altos niveles de endeudamiento y elevadas tasas de interés, aunado a las medidas proteccionistas aplicadas por los países industrializados, obliga al sector energético, a estar siempre preparado a responder los cambios que se perfilan en el mercado internacional y así maximizar su contribución al desarrollo alcanzado por el país. Este grado de desarrollo no sería concebible sin la contribución del sector energético. Ya que por su carácter estratégico tiene un importante impacto en todos los sectores productivos, en las regiones y en las principales variables macroeconómicas.

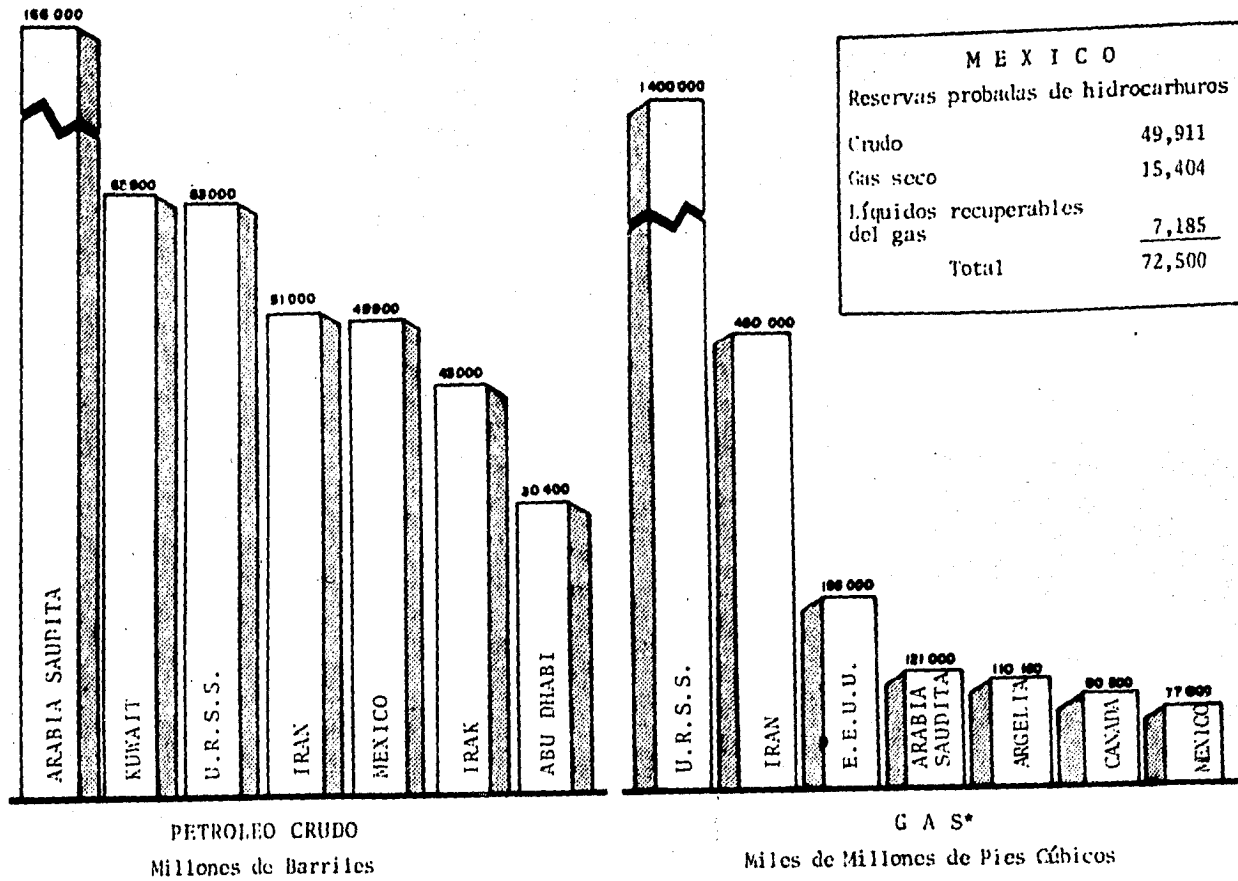
Resulta importante señalar el tiempo relativamente breve en que se logró incrementar el nivel de las reservas probadas de hidrocarburos, ya que en 1970 se contaba apenas con 5568 millones de barriles (MMB), en tanto que actualmente es de 72500 (1983), esto pone de manifiesto el gran esfuerzo y elevada productividad en las actividades de exploración.

(ver lámina 2). Debe señalarse que el país está por entrar en una etapa de petróleo relativamente caro en términos de extracción y que cada vez se dependerá más de él, pero el país cuenta con otros recursos energéticos como son los hidráulicos, carbón, geotermia y uranio. Pero en una cantidad muy inferior a los hidrocarburos.

Las fuentes alternas actualmente guardan un estado de desarrollo tecnológico limitado, que hace recomendable su uso para generar pequeñas cantidades de energía con propósito de fomento económico y bienestar social, a través de aprovechamientos específicos, tales como el bombeo de agua, molienda, refrigeración, acondicionamiento ambiental, etc. Así mismo estas fuentes podrían integrarse al mercado energético nacional a mediano y largo plazos, aportando volúmenes intermedios de energía, con tal de que se apoye su desarrollo tecnológico y eventual aplicación. Entre esas fuentes deben mencionarse la solar, eólica, biomasa y microhidráulica. El país cuenta con la capacidad para producir equipos y aparatos para el aprovechamiento de estas fuentes.

Dentro de sus objetivos el PROMADE planea la autosuficiencia energética asegurando la satisfacción de las necesidades de la energía en el país, influir en el desarrollo económico. El sector energético es uno de los pivotes del financiamiento del desarrollo y el principal demandante de bienes de capital, insumos industriales y servicios.

RESERVAS PROBADAS DE PETROLIO CRUDO Y GAS EN PRINCIPALES PAISES 1983.



* Excluye líquidos del gas (7,185 millones de barriles)

Contribuir al fortalecimiento del mercado mundial de hidrocarburos, de acuerdo a los intereses nacionales entre otros.

Dentro de las estrategias esta elevar la productividad incrementando el rendimiento de la capacidad de producción energética del país orientado a eliminar los estrangulamientos productivos y reforzar las actividades de apoyo como almacenamiento, transporte y distribución, y a mejorar la calidad de productos y servicios ofrecidos, estableciendo programas adecuados de mantenimiento.

Un elemento central en el esfuerzo de productividad lo constituye el fortalecimiento de las actividades de investigación y desarrollo. El sector cuenta con institutos de investigación que han acumulado experiencia y conformado una base de infraestructura técnica y humana con nivel de avance tecnológico mundial.

El uso eficiente de los recursos exige mantener en línea permanente la política de austeridad y racionalidad del gasto. Resulta evidente que existe un amplio campo para aumentar la productividad, una de las implicaciones más señaladas es su efecto en la disminución de inversiones requeridas para igual volumen de demanda energética.

En términos de política energética, el objetivo de ahorrar y hacer un uso más eficiente de la energía constituye un cambio de la mayor significación, ya que centra la atención en el manejo directo de las variables e instrumentos de política que inciden sobre la demanda de energéticos.

La política de ahorro y uso eficiente de la energía se sustenta, por un lado, en un adecuado nivel y estructura de los

precios y las tarifas de los energéticos y, por la otra, en la instrumentación coordinada de una serie de medidas de -- energía de una manera eficiente. Estas medidas incluyen proporcionar información y asistencia técnica sobre la problemática y soluciones del ahorro energético, el otorgamiento de estímulos fiscales y financieros, el establecimiento de reglamentos y disposiciones jurídico-administrativas que induzcan el uso eficiente y corrijan el desperdicio de recursos.

Medidas y acciones concretas orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía, por grandes sectores:

Sector Energético.

Instrumentar programas orientados a optimizar el uso de combustibles, evitando su dispendio y flexibilizando las instalaciones de las empresas del sector para que puedan operar con combustibles alternativos.

Apoyar los programas de investigación y desarrollo tecnológico en áreas como transferencia de calor y aislantes.

Mejorar la productividad de la planta industrial del sector mediante la normalización de procesos.

Programar y realizar con oportunidad las tareas de mantenimiento de las plantas de transformación del sector.

Sector Industrial.

Evaluar el uso de instrumentos financieros y fiscales para fomentar la inversión en ahorro energético.

Fomentar el uso de maquinaria y equipo que utilice menos intensivamente la energía e impulsar el reciclaje de materiales cuya producción implique un alto consumo de energía.

Instrumentar programas de optimización del calor de proceso y fomentar la autogeneración en las términos establecidos por la ley.

Establecer un programa de asesoría técnica a la pequeña y mediana industria, incluyendo la realización de balances energéticos a nivel de empresa, así como la formulación de normas para el señalamiento del consumo de energía en aparatos y máquinas.

Sector transporte.

Intensificar la fabricación y uso de transporte que requieran menor consumo energético por unidad de carga transportada.

Incrementar la eficiencia en el transporte colectivo e instrumentar programas en los diversos medios de comunicación que promuevan el uso del transporte colectivo.

Optimizar la regulación vial.

Sector residencial y comercial.

Aplicar normas para el ahorro energético en edificios, viviendas e instalaciones comerciales.

Establecer un reglamento para anuncios luminosos e implantar normas para el alumbrado público.

Instrumentar programas para incrementar la eficiencia termodinámica en los sistemas de calefacción, enfriamiento, aire acondicionado y agua caliente.

Realizar campañas de promoción y difusión para el ahorro energético en locales comerciales y residenciales.

Dentro de la diversificación energética y en lo que se refiere a fuentes no convencionales continuar y ampliar los esfuerzos de evaluación y cuantificación de los recursos energéticos no convencionales; alentar el uso de equipos y dispositivos que aprovechen recursos energéticos no convencionales en sustitución de hidrocarburos; y, fomentar el desarrollo de la industria nacional de equipos y dispositivos basados en fuentes no convencionales, mediante programas que amplíen su demanda, sobre todo para usos especializados y para la dotación energética a proyectos de desarrollo económico y social en el medio rural.

Considerar a la cogeneración, para promover al aprovechamiento óptimo del calor de proceso, sobre todo en las industrias: petrolera, siderúrgica, azucarera, química, del vidrio, del papel y celulosa.; proceder al establecimiento de proyectos conjuntos para el desarrollo de la cogeneración, lo que deberá incluir la participación activa de la industria nacional fabricante de bienes de capital y equipos de apoyo; identificar el potencial para el aprovechamiento de la cogeneración con la participación de los institutos de investigación del sector y de las instituciones de educación superior.

Dentro de las metas se prevé para el periodo 1984-1988 la producción nacional de energía primaria registrará un ritmo de crecimiento medio anual entre 2.8 y 3.8%. Como resultado de los esfuerzos por diversificar las fuentes primarias, se tendrá un incremento anual entre 10 y 11% y de entre 16.5 y 17.5% anual en la producción de combustibles sólidos y geotermia, respectivamente, para lograr al final del periodo que su participación en el total de energía primaria producida y destinada al mercado nacional se eleve a poco más de 3%

AHORRO DE ENERGIA

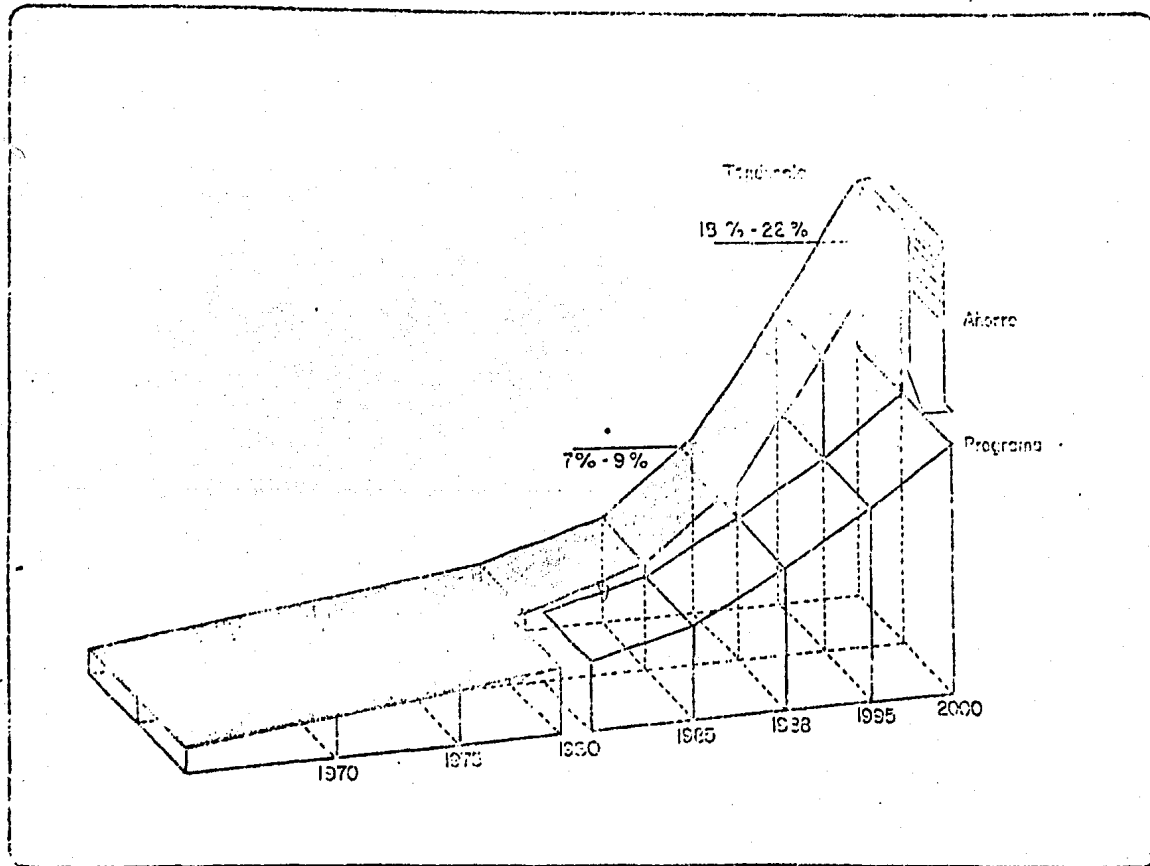


Lámina. 3

FUENTE: PRONADE 1984-1988

y 0.7% en el mismo orden. Por otra parte, la importancia relativa de los hidrocarburos iniciará una tendencia a la baja, mientras que la hidroenergía conservará su participación alrededor del 5% (ver lámina 3).

La participación del sector energético en el consumo interno, que en años anteriores se situó por encima del 46%, se reducirá hacia 1988 a un nivel del 40 a 42%.

Respecto a la participación de otros sectores en el consumo interno de energía para ese mismo año (1988), estima que el sector transporte absorberá alrededor del 24%, mientras que el industrial requerirá un 22%, niveles superiores en ambos casos a los registrados en 1982. El consumo agropecuario, residencial, comercial y público se mantendrá en cerca del 10%.

Además, hacia 1988 ya se habría alcanzado la eliminación de los principales estrangulamientos y desfases operativos del sector energético y se habría afianzado el esfuerzo de adecuación de precios y tarifas y de saneamiento de la rama eléctrica.

III.2. FUENTES DE ENERGIA CONVENCIONALES Y ALTERNAS, RENOVABLES Y NO RENOVABLES, Y EL POTENCIAL ENERGETICO QUE REPRESENTA PARA NUESTRO PAIS.

La planificación que se preocupa solo de las fuentes que son económicas hoy, comete serios errores de juicio sobre las perspectivas de la energía en el futuro y las necesidades de acción en el presente. Por ello la potencialidad de una fuente debe ser comprendida como una interacción de recursos, tecnologías y necesidades de energía actuales y futuras. De ahí que el reto y la oportunidad actualmente confrontada por la comunidad internacional basada principalmente en los hidrocarburos y una basada en las fuentes de energía nuevas y renovables.

La toma de decisiones, por parte de los gobiernos, en cuestiones de política energética se ha visto complicada por diversos factores, entre otros; la poca precisión de los datos de la demanda energética, principalmente en lo que se refiere a los requerimientos energéticos futuros, y por falta de datos térmico-económicos confiables sobre tecnologías. Es de vital importancia desarrollar e implantar metodologías que incorporen éstos y otros factores de manera conjunta en la planificación energética haciendo explícita su interrelación.

Por otra parte uno de los problemas más importantes a resolver para fuentes y tecnologías alternas de energía, es la formación de recursos humanos en las cantidades y calidades requeridas, -

por áreas específicas de capacitación, de reclutamiento de personal para el desarrollo de energéticos alternos, por medio de acciones concertadas entre los institutos de investigación del sector, las instituciones de educación superior, el gobierno federal y la industria, estableciendo acciones para asignarles una mayor cantidad de recursos financieros para investigación y desarrollo. Se debe adoptar en materia energética con una visión global de demanda y oferta de los recursos energéticos y sus efectos en el resto de la economía a corto, mediano y largo plazos, para coadyuvar a hacer un uso racional y eficiente de la energía.

Se requiere instituir un núcleo dentro de la administración pública, que sea responsable de implantar el programa nacional de energías alternas. Dentro de las alternativas para el desarrollo energético en México se encuentran las siguientes fuentes de energía:

El carbón. Considerado como una fuente alterna, puede convertirse directamente a calor o combustibles líquidos y gaseosos, para su posterior transformación en energía mecánica y eléctrica. Las tecnologías involucradas en esta forma de aprovechamiento en el caso de su uso tradicional (siderurgia y generación de electricidad), hasta la fase, producción de carbón lavado. A partir de esta etapa, las tecnologías difieren de acuerdo al proceso de conversión que se seleccione:

(combustión directa, gasificación o licuefacción). Las tecnologías involucradas en la explotación, evaluación, extracción y -

y transportación del carbón, son bien conocidas y aplicadas en México, contando en algunos casos con los métodos más avanzados. Aún si se terminara el carbón podría considerarse la alternativa de importarlo de una forma conveniente.

La energía solar. Esta energía depende como en toda fuente energética, de la disponibilidad del recurso, pero esencialmente de la capacidad tecnológica y económica del país. En lo que se refiere al recurso solar, México tiene una insolación promedio de 2000 Kw/m² y se cuenta con mapas de potencial preliminares y de forma global, lo que hace necesario desarrollar con más precisión la evaluación de este recurso. En el aspecto tecnológico el país cuenta con una modesta pero sólida infraestructura en investigación y desarrollo, experiencia de campo (de demostración, industriales y comerciales) en varias tecnologías solares y un potencial de desarrollo considerable, en condiciones más vigorosas de fomento. Los logros específicos en cada una de estas tecnologías son: sistemas pasivos, colectores planos, colectores evacuados, estanques solares, desaladoras, etc.

La biomasa. Se denomina así a cualquier material orgánico formado directa o indirectamente por fotosíntesis, proceso mediante el cual el dióxido de carbono y el agua son transformados en materia orgánica y oxígeno con la ayuda de la energía solar. La utilización primordial de la biomasa es como alimento, pero se han desarrollado tecnologías para utilizarla como energético. En el país el potencial de biomasa no ha sido evaluado aún con precisión

ni como alimento, ni como energético, pero estimaciones preliminares dan órdenes de magnitud de los recursos forestales (54 millones de m^3 , con un contenido de energía de 6×10^7 julios y de árboles en pie 3200 millones de m^3 , equivalente a 3×10^{19} julios).

No se están considerando los desechos agrícolas, industriales y urbanos que pueden y deben utilizarse como fuentes de energía. De las tecnologías desarrolladas para el mejor aprovechamiento de la biomasa, en México se cuenta con los siguientes avances: - evaluación y empleo del recurso, combustión directa, biometanización y fermentación alcohólica.

Energía eólica. Se denomina así a la energía del movimiento de masas de aire en la atmósfera. Se aprovecha a través de la conversión de la energía cinética en energía mecánica de rotación de un eje. También puede aprovecharse directamente el viento como fuerza motriz. Los principales usos a considerar para esta fuente son: en ventilación, transporte (navegación) energía mecánica y generación de electricidad.

La tecnología básica para el aprovechamiento de esta fuente es la aeroturbina, que consta de un juego de aspas sostenido por una torre y que puede ser eje horizontal y vertical.

Los sistemas pueden ser aeromáquinas que producen energía mecánica, o aerogeneradores de pequeña y gran escala para la producción de electricidad.

Arreglos sobre la tecnología básica como son las granjas eólicas

conjunto integrado de aerogeneradores) resultan en un mejor aprovechamiento del potencial eólico. En el mundo funcionan alrededor de un millón de aerobombas.

En México se ha desarrollado una metodología para el cálculo del recurso, habiéndose detectado las regiones de mayor interés: el Istmo de Tehuantepec; la Península de Baja California; las costas de Oaxaca, Guerrero y Michoacán, y el Altiplano Central.

En cuanto al aprovechamiento de esta fuente, se reduce a la utilización de aerobombas en algunas localidades rurales del norte y el sureste del país aunque se desconoce el número de unidades en operación. En lo referente a la industria nacional está formada por dos fábricas: la que produce aeromáquinas para bombeo y la de pequeños aerogeneradores. También se ha desarrollado en el país un aerómetro con tecnología propia. Las instalaciones que realizan actividades de investigación y desarrollo, disponen de tecnologías y prototipos de aeromáquinas para bombeo y aerogeneración de pequeña escala adoptada para su uso en el medio rural de México; el principal interés de estas actividades se centra en la experiencia de estos equipos.

Microhidráulica. Es la tecnología para transformar la energía hidráulica en mecánica y eléctrica, es bien conocida y difundida, en el mundo, teniéndose en la actualidad que, el 23% de la electricidad mundial y el 28% a nivel nacional proviene de este tipo de fuente. Desde el punto de vista de fuentes alternas, se considera exclusivamente a las pequeñas caídas de agua, que van de 2 a 15 metros de altura y que generan de 10 a 500kw.

A nivel internacional, la tecnología para el aprovechamiento de estas caídas de agua, es muy conocida, siendo China el país con más experiencia en el campo al contar con 88 000 plantas de 70 - Kw, cada una en promedio.

En México se considera que el aprovechamiento del potencial - hidráulico en general es del 30%, aunque corresponde físicamente a las cuencas más importantes. Se estima en términos generales - que el potencial real explotable es de 75 Twh/año el posible es de 170 Twh/año y el teórico máximo, al aprovechar todo tipo de - caídas de 500 Twh/año. Existe una evaluación cuantitativa de re- servas microhidráulicas en el país, sin embargo, se han identifi- cado decenas de estos sistemas de aprovechamiento en los estados de Veracruz y Tabasco principalmente.

Se estima que para algunas regiones, la generación eléctrica - proveniente de aprovechamiento de pequeñas caídas, es una alter- nativa importante y realista que se puede adaptar fácilmente y - que favorece el desarrollo de actividades socioeconómicas de comu- nidades rurales. También es posible adaptar y utilizar presas y conductos destinados al riego, aprovechando el caudal y las caí- das disponibles, para generar energía eléctrica que puede ser u- sada con propósitos de bombeo o para incrementar el flujo de la red eléctrica. Para cualesquiera de este tipo de aprovechamiento que se desee impulsar a mayor escala, y para consolidar una tec- nología adecuada, es necesario fomentar el desarrollo de la in- dustria de bienes de capital involucrados, particularmente, las turbinas de pequeña capacidad y los sistemas de control.

Energía oceánica. Consiste en el aprovechamiento de las energías: térmica, cinética y potencial, almacenada en los océanos, a través de las olas, las mareas, las corrientes marinas y gradientes térmicos. Estas energías se convierten normalmente a energía mecánica para ser utilizada directamente o convertida a electricidad.

Se considera que esta fuente alterna puede ser utilizada para sistemas centralizados de suministro energético (tanto en zonas costeras como en plataformas marinas), o en la industrialización de productos marinos. En México se han hecho esfuerzos aislados en cuanto a estudios de factibilidad de donde se han detectado algunos lugares con potencialidad utilizable.

Tal es el caso de la isla Tiburón, frente a las costas de Sonora en donde mediante dos diques de aproximadamente 3 Km, cada uno, se contaría con una superficie de 150 Km^2 , que permitiría almacenar unos 412 millones de m^3 , de agua por ciclo de marea con gastos promedios de $800 \text{ m}^3/\text{seg}$. Este caudal podría transformarse en energía eléctrica de manera relativamente fácil, mediante el uso de microbulbos que puedan funcionar tanto en el flujo como el reflujó de la marea. Por tanto es necesario dirigir esfuerzos a la investigación y desarrollo que hagan rentable este recurso.

III.3 BALANCE DE ENERGIA EN MEXICO PARA EL AÑO 1982 Y LOS LIBRAMIENTOS DE UNA POLITICA NACIONAL DE ENERGETICOS.

Los balances de energía son una herramienta fundamental para el análisis de la estructura energética de un país. En el caso de -- México, ante la situación que enfrenta actualmente, planear su - desarrollo es una condición necesaria para afrontar la crisis eco- nómica. Es incuestionable el papel del sector energético dentro - del proceso de desarrollo del país; por tanto, deben continuarse los esfuerzos para elaborar los instrumentos que ayuden al análi- sis y programación del sector.

A continuación se podrá observar el balance de energía para -- 1982, donde se lleva a cabo un análisis de las características - generales tanto de oferta como de demanda de energía en México.

El balance de energía: es un conjunto de relaciones de equili- brio que contabiliza los flujos físicos de producción, intercam- bio, transformación, pérdidas y consumo de energía; expresados en una unidad de medida común y para un periodo determinado. El ba- lance permite evaluar la dinámica del sistema energético, conocer la estructura del sector, determinar las fuentes competitivas de energía en los diversos sectores consumidores y crear las bases asociadas a la sistematización de la información energética. Sin embargo es a través de su relación con variables socio-económicas que este se convierte en un instrumento de planeación estratégica.

Existen metodologías alternativas para la elaboración de balances energéticos, en este caso considero conveniente presentar la versión OCDE y la OLADE al hacerlo de esta manera hace posible efectuar comparaciones con las estructuras prevalecientes en otros países de América Latina y en naciones industrializadas. Este trabajo forma parte de un esfuerzo de planeación y programación en el que, no solo se da énfasis a las interrelaciones de la rama de los hidrocarburos, sino que también a aquellas entre el organismo y el resto del sector energético y la actividad económica general.

El estudio se divide en una introducción y tres apartados - fundamentalmente, tienen como propósito establecer las fuentes de información utilizadas y la estructura básica del balance con énfasis en sus principales componentes. El primer apartado presenta el balance de 1982 y describe los flujos de energía entre los diversos integrantes del mismo. En el ^{segundo} se lleva a cabo un análisis comparativo de la estructura energética del país que resulta en 1982 con respecto al año anterior. Finalmente el apartado tres muestra la evaluación del perfil energético nacional en el período 1970-1982.

Para elaborar los balances se requirió consultar información de las diversas entidades que integran el sistema energético nacional como son: Pemex, Semip y C.F.E., para expresar las relaciones que se derivan de un balance de energía, es indispensable establecer una estructura general para obtener una configuración adecuada de las variables físicas propias del sector energético. Se distinguen cuatro partes fundamentales: Energía primaria, transformación, Energía secundaria y consumo final.

En el balance energético se identifican las fuentes de energía primaria utilizadas en el país, tanto de origen interno como del exterior; presentando el proceso de transformación en energía secundaria, en este se concluye el consumo propio así como las pérdidas atribuidas al sector energético; se determina el monto y destino de los diversos tipos de energía secundaria por sectores principales de la demanda final. Así, es posible seguir los flujos más importantes desde su origen hasta su destino final. Como se mencionó el balance de energía está formado por cuatro elementos, los cuales se expresan a través de una matriz de doble entrada. Las columnas muestran las diferentes formas en que se presenta la energía y los renglones, el origen y destino de ésta.

Con relación a los tipos de energía básicamente son: la primaria y la secundaria. La primaria está contenida directamente en los agentes que se encuentran en estado natural. En este caso se considera el carbón mineral, el petróleo crudo, el gas natural asociado y no asociado, la hidroenergía y la geoenergía. En este balance, los principales agentes que contienen energía secundaria son: el coque, el gas licuado, las gasolinas, las kerosinas, el diesel, el combustóleo, los productos petrolíferos no energéticos (grasas, lubricantes, parafinas, azufre, etano, negro de humo. etc.) y el gas seco. El poder calorífico contenido en ellos puede aprovecharse directamente. Sin embargo no se encuentran en estado natural, sino que es necesario obtenerlos en los centros de transformación.

Con relación a los signos y unidades de medida, es conveniente aclarar su utilización dentro del balance. Para contabilizar la energía disponible en el país se asentará con signo

positivo, a lo que disminuya la energía disponible con signo negativo. También cabe aclarar que los energéticos se encuentran en los tres estados físicos conocidos: líquido, sólido y gaseoso; y se cuantifican a través de una variedad de unidades convencionales de medición: toneladas, barriles, metros cúbicos, etc. Por lo tanto, con objeto de integrar el balance de energía es indispensable adoptar una unidad común de medida. En este caso se usarán tanto las Kilocalorías (Kcal), como los barriles de petróleo crudo equivalente.

En el contexto de origen y destino de la energía la oferta total es la producción de energía más las importaciones y el cambio en inventarios, estos últimos se restan si hubo una acumulación o se suman si existió una disminución. La cantidad de energía disponible es hipotética, porque se incluye, además de la energía exportada, a la no aprovechada y a la que se contabiliza como maquila e intercambio. Si a la oferta total se le sustraen estos rubros, se obtiene la oferta interna bruta. O sea, la cantidad de energía primaria que se pone a disposición del país para que se transforme en energía secundaria, la cual se atribuye para su consumo.

En cuanto a la transformación total de energía, ésta se obtiene de la suma algebraica de energía primaria y secundaria que entra y sale del conjunto de los centros de transformación, esto es de las centrales de generación eléctrica, refinerías, etc.

Finalmente se aclara que el consumo propio del sector energético es la energía utilizada en la producción, transformación transporte y distribución de la energía, y que el ren -

glón de pérdidas, se refiere a las que ocurren durante las actividades que se realizan para suministrar energía, desde la producción hasta el consumo final. Estas incluyen fugas, evaporaciones y diferencias de medición.

I. Balance de 1982 y flujos de energía entre sus integrantes.

El balance se presenta en forma tabular, las columnas indican los diversos tipos de energía, y los renglones el origen y uso de los energéticos. Tradicionalmente los balances elaborados en México han utilizado la Kcal como unidad de medida. La presentación alternativa, en miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente (MBDPCE), tiene el propósito de facilitar el análisis, estudio y evaluación de los hidrocarburos en el contexto energético nacional. En los cuadros 1 y 2 se presenta el balance para 1982 en versión OLADE. En el primero de ellos se utiliza como unidad de medida las Kcal, mientras que en el segundo los barriles de petróleo crudo equivalente. Por otra parte se presenta el balance en la presentación OCDE en los cuadros 3 y 4. Se observa que en la versión OLADE los flujos de energía están más desagregados, tanto en el origen de los energéticos, como en la transformación y destino final de los mismos.

El cuadro 5 indica los poderes caloríficos utilizados en la conversión de cada uno de los productos. Con relación al balance de 1981, cambian los correspondientes a petróleo crudo y gas natural, debido a que estos se estimaron como el promedio ponderado de los poderes caloríficos en los diferentes tipos de petróleo y gas producidos; también varía ligeramente el del carbón "todo uno" de acuerdo al valor reportado por el

México, Balance Nacional de Energía, 1982
(Yca1 x 1012)

	Energía Primaria								Energía Secundaria					Total	
	Carbón 1/ mineral	Petróleo 2/ crudo	Gas no asociado	Gas asociado	Hidroenergía	Geomenergía	Total de energía primaria	Cokeo	Gas licuado	Gasolinas	Kerosinas	Diesel	Combustibles no energéticos		Gas 3/ Electricidad
Oferta															
Producción	21,629	1 489,027	92,934	432,694	63,543	3,623	2 103,450	-	-	-	-	-	-	-	2 103,450
Importación	4,891	-	-	-	-	-	4,891	1,133	1,383	0,071	0,617	-	1,755	0,441	5,418
Variación de inventarios	0,135	6,202	-	-	-	-	6,337	-0,536	-0,216	-2,904	-1,254	-3,280	-1,453	0,473	-9,396
Oferta total	26,655	1 495,229	92,934	432,694	63,543	3,623	2 114,678	0,607	1,167	-2,833	-0,637	-3,280	-1,453	2,228	3,978
Exportación	-0,214	-897,825	-	-	-	-	-898,039	-	-0,453	-1,070	-0,244	-1,391	-10,679	-22,923	-46,760
de aprovechada	-	-0,022	-	83,637	-	-	83,659	-	-	-	-	-	-	-	83,659
Equivalencia e intercambio neto	-	-56,271	-	-	-	-	-56,271	-	-1,238	13,556	-	13,725	1,908	0,305	28,346
Oferta interna bruta	26,441	631,111	92,934	349,057	63,543	3,623	1 166,710	0,607	-0,524	9,653	-0,881	9,054	-20,224	2,623	22,392
Total transformación	-26,118	-582,159	-72,089	-349,057	-63,543	-3,623	-1 096,569	17,180	59,525	171,510	38,964	117,832	106,674	40,891	848,520
Centrales eléctricas	-23,261	-	-	-	-	-	-23,261	16,967	-	-	-	-	-	-	16,967
Cochera (lavadoras)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-582,159	-	-	-	-	-582,159	0,193	12,477	145,306	38,964	125,805	203,940	18,550	549,783
Plantas de gas	-	-	-72,089	-349,057	-	-	-421,146	47,048	26,204	-	-	-	-	22,341	352,533
Generales eléctricas	-2,857	-	-	-	-63,543	-3,623	-70,923	-	-	-	-	-7,973	-97,266	-256,940	-140,006
Consumo propio sector energético	-0,045	-	-	-	-	-	-0,045	-0,151	-4,414	-5,252	-2,198	-16,279	-20,564	-0,860	-111,941
Pérdidas (transporte, distribución y almacenamiento)	-	-48,952	-	-	-	-	-48,952	-1,232	-	-	-2,438	-	-6,652	-1,059	-10,529
Ajustes	-	-	-	-	-	-	-	0,298	0,602	-	-	0,717	-	-	1,617
Consumo final total	0,278	-	20,845	-	-	-	21,123	16,401	54,885	170,513	33,447	111,324	59,274	41,595	686,720
Consumo final no energético	-	-	-	-	-	-	-	-	4,211	6,607	0,180	-	-	18,554	71,127
Consumo final energético	0,278	-	20,845	-	-	-	21,123	16,404	50,674	169,906	33,267	111,324	59,234	41,595	615,593
Residencial, comercial y público	-	-	-	-	-	-	-	-	19,226	-	15,975	-	-	3,579	86,160
Transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	0,223	169,906	14,510	83,359	2,930	0,392	271,320
Agricultario	-	-	-	-	-	-	-	-	0,268	-	2,802	14,895	-	-	22,094
Industrial	0,278	-	20,845	-	-	-	21,123	16,404	57,567	-	-	9,181	56,163	4,129	175,689
Petroquímica Básica 4/ Petroquímica Básica 5/	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,211	5,822	-	-	21,450	18,554	50,330
Producción de energía secundaria bruta	-	-	-	-	-	-	-	17,180	59,525	171,510	38,964	125,605	203,940	40,891	848,520

CUADRO 1

- 1/ Se refiere a carbón lavado.
- 2/ Incluye condensado.
- 3/ Gas residual de plantas y de refinerías.
- 4/ Incluye sólo el utilizado como energético.
- 5/ Se refiere al usado como materia prima.

TESIS CON. FALLAS DE ORIGEN

México, Balance Nacional de Energía, 1981
(miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)

	Energía Primaria							Energía Secundaria							Total			
	Carbón 1/	Petróleo 2/	Gas no asociado	Gas asociado	Hidroenergía	Geenergía	Total de energía primaria	Toque	Gas licuado	Gasolinas	Kerosinas	Diesel	Combustóleo	Productos no energéticos		Gas 3/	Electricidad	Total energía secundaria
Producción	39,919	2 748,175	171,521	798,588	117,276	6,687	3 882,166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importación	9,027	-	-	-	-	-	9,027	12,110	2,552	0,131	1,139	-	-	3,239	0,814	0,015	10,000	19,027
Variación de inventarios	0,249	11,447	-	-	-	-	11,696	-0,969	-0,399	-5,360	-2,314	-6,054	-2,682	0,873	-0,417	-	-17,341	-3,645
Oferta total	49,195	2 759,622	171,521	798,588	117,276	6,687	3 902,889	1,120	2,154	-5,229	-1,176	-6,054	-2,682	4,112	0,397	0,015	-	3 895,547
Exportación	-0,395	-1 490,937	-	-	-	-	-1 491,331	-	-0,836	-1,975	-0,450	-2,547	-38,166	-	-42,307	-	-86,301	-1 577,631
No aprovechada	-	0,041	-	-154,362	-	-	-154,321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-154,403
Balanza e intercambio neto	-	-103,855	-	-	-	-	-103,855	-	-2,285	25,019	-	25,331	3,521	0,729	-	-	52,316	51,539
Oferta interna bruta	48,800	1 164,790	171,521	644,226	117,276	6,687	2 153,300	1,120	-0,967	17,816	-1,626	16,710	-37,326	4,841	-41,910	0,015	-41,327	2 111,973
Total transformación	-48,204	-1 074,443	-133,049	-644,226	-117,276	-6,687	-2 023,835	31,708	109,860	316,542	71,913	217,473	196,879	75,469	429,974	116,226	1 566,044	457,841
Coqueoladoras	-42,931	-	-	-	-	-	-42,931	31,352	-	-	-	-	-	-	-	-	31,352	-11,579
Carboneras (lavadoras)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-1 074,443	-	-	-	-	-1 074,443	0,356	28,028	268,179	71,913	232,168	376,395	34,236	8,394	-	1 014,690	59,753
Plantas de gas	-	-	-	-	-	-	-	777,275	-	80,853	48,363	-	-	41,233	470,213	-	650,641	126,634
Centrales eléctricas	-5,273	-	-133,049	-644,226	-117,276	-6,687	-129,236	-	-	-	-	-14,715	-179,516	-	-52,633	116,226	-130,638	259,874
Consumo propio sector energético	-0,083	-	-	-	-	-	-0,083	-0,279	-8,147	-9,693	-4,057	-30,045	-37,953	-1,587	-109,359	-5,441	-206,601	706,481
Pérdidas (transporte, distribución y almacenamiento)	-	90,347	-	-	-	-	90,347	-2,274	-	-	-4,500	-	-12,277	-1,955	-19,433	-13,240	-53,679	144,026
Ajustes	-	-	-	-	-	-	-	-	0,550	1,111	-	1,323	-	-	-	-	2,984	2,984
Consumo final total	0,513	-	38,472	-	-	-	38,985	30,276	101,297	325,776	61,739	205,462	109,323	76,768	259,232	97,559	1 267,423	1 306,408
Consumo final no energético	-	-	-	-	-	-	-	-	7,772	12,194	0,295	-	-	34,244	-	-	131,273	131,273
Consumo final energético	0,513	-	38,472	-	-	-	38,985	30,276	93,525	313,582	61,435	205,462	109,323	76,768	224,988	97,559	1 136,150	1 175,135
Residencial, comercial y público	-	-	-	-	-	-	-	-	87,530	29,484	-	7,233	0,260	-	6,605	46,362	177,475	177,475
Transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	0,412	313,582	26,780	153,849	5,408	-	0,723	500,254	500,254	
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	0,495	-	5,171	21,490	-	-	7,621	40,277	40,277	
Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	5,088	-	-	16,889	-	-	-	324,255	363,240	
Petroquímica básica 4/	0,513	-	38,472	-	-	-	38,985	30,276	5,088	-	-	-	-	-	125,493	42,853	324,255	
Petroquímica básica 5/	-	-	-	-	-	-	-	-	7,772	10,745	-	-	-	-	92,890	-	92,890	
Producción de energía secundaria bruta	-	-	-	-	-	-	-	31,708	109,860	316,542	71,913	232,188	376,395	75,469	482,607	116,226	1 812,908	

CUADRO 2

- 1/ Se refiere a carbón lavado.
- 2/ Incluye condensado.
- 3/ Gas residual de plantas y de refineries.
- 4/ Incluye sólo el utilizado como energético.
- 5/ Se refiere al usado como materia prima.

CUADRO 3

	Combustibles sólidos	Petróleo ^{1/} crudo	Productos petrolíferos	Gas	Hidroelectricidad	Geotermia	Electricidad	Total	E.E.E.P. 2/
Producción nacional	21.629	1 596.099	-	418.556	63.543	3.623	-	2 103.450	-
Importaciones (+)	6.034	-	33.410	0.441	-	-	0.008	39.893	-
Exportaciones (-)	-0.214	- 864.096	-25.075	-22.923	-	-	-	- 912.308	-
Variación de inventarios	-0.401	6.202	- 8.634	- 0.226	-	-	-	- 3.059	-
Necesidades totales de energía	27.048	738.205	- 0.299	395.848	63.543	3.623	0.008	1 227.076	0.026
Diferencia estadística	-	- 107.072	107.072	- 1.863	-	-	-	- 1.863	-
Generación de electricidad	-2.857	-	-105.239	-28.518	-63.543	-3.623	62.974	- 140.806	204.461
Gas de manufactura	-	-	-	4.548	-	-	-	4.548	-
Refinerías	0.193	- 582.159	545.042	-	-	-	-	- 36.924	-
Consumo propio del sector energético más pérdidas	-7.702	- 48.974	-69.578	-208.712	-	-	-10.122	- 345.088	-32.864
Uso final	16.682	-	476.998	161.303	-	-	52.860	707.843	171.623
Industria	16.682	-	68.071	139.170	-	-	23.219	247.142	75.386
Transporte	-	-	270.928	-	-	-	0.392	271.320	1.273
Otros sectores	-	-	85.426	3.579	-	-	29.249	118.254	94.964
No energéticos	-	-	52.573 ^{3/}	18.554 ^{3/}	-	-	-	71.127	-
Generación de electricidad (DWh)	1 116 ^{4/}	-	48.084	-	22 729	1 296	73 225	-	-
Eficiencia en generación (1)	33,6 ^{5/}	-	-	-	30,8	30,8	30,8	-	-

1/ Incluye líquidos del gas.

2/ Equivalente de electricidad en términos de energía primaria.

3/ Incluye volúmenes enviados a petroquímica.

4/ Estimado a partir del consumo térmico unitario de la central de Río Escondido.

México: Balance Nacional de Energía 1982
(Miles de barriles diarios de petróleo equivalente)

CUADRO 4

	Combustibles sólidos	Petróleo crudo ^{1/}	Productos petrolíferos	Gas	Hidroelectricidad	Geotermia	Electricidad	Total	E.M.E.P. ^{2/}
Producción nacional	39.919	2 945.789	-	772.495	117.276	6.687	-	3 882.166	-
Importaciones (+)	11.136	-	61.662	0.814	-	-	0.015	73.627	-
Exportaciones (-)	-0.395	-1 594.791	-46.279	-42.307	-	-	-	-1 683.772	-
Variación de inventarios	-0.740	11.467	-15.935	-0.417	-	-	-	-5.645	-
Reservas totales de energía	49.920	1 362.445	-0.552	730.584	117.276	6.687	0.015	2 266.375	0.048
Diferencia estadística	-	-197.614	197.614	-3.438	-	-	-	-3.438	-
Generación de electricidad	-5.273	-	-194.231	-52.633	-117.276	-6.687	116.226	-259.874	377.357
Gas de manufactura	-	-	-	8.394	-	-	-	8.394	-
Refinerías	0.356	-1 074.443	1 005.939	-	-	-	-	-68.148	-
Consumo propio del sector energético más pérdidas.	-14.215	-20.387	-128.414	-385.203	-	-	-18.681	-636.900	-60.654
Uso final	30.789	-	880.356	297.704	-	-	97.559	1 306.408	316.751
Industria	30.789	-	125.633	256.855	-	-	42.853	456.130	139.134
Transporte	-	-	500.030	-	-	-	0.723	500.753	2.349
Otros sectores	-	-	157.664	6.605	-	-	53.902	218.251	175.267
No energéticos	-	-	97.030 ^{3/}	34.246 ^{2/}	-	-	-	131.276	-
Generación de electricidad (GWh)	1 116 ^{2/}	-	48 084	-	22 729	1 296	73 225	-	-
Eficiencia en generación (%)	33.6 ^{2/}	-	-	-	30.8	30.8	30.8	-	-

1/ Incluye líquidos del gas

2/ Equivalente de electricidad en términos de energía primaria

3/ Incluye volúmenes enviados a petroquímica

4/ Incluye a partir del consumo térmico unitario de la central de Río Escondido

CUADRO 5

Poderes caloríficos utilizados en la elaboración del balance de energía.

	Kcal/b	Kcal/ton	Kcal/m ³	Kcal/kwh
Carbón "todo uno"		4 367 000		
Carbón lavado nacional		5 780 000		
Carbón lavado importado ^{1/}		7 500 000		
Petróleo crudo ^{1/}	1 484 449-			
Gas no asociado ^{1/}			9 513	
Gas asociado ^{1/}			12 681	
Geoenergía ^{2/}				
Hidroenergía ^{2/}				2 796
Coque de petróleo		7 465 000		2 796
Coque		6 933 000		
Gas licuado	1 051 500			
Gasolinas	1 295 700			
Kerosinas	1 405 700			
Diesel	1 469 600			
Combustóleo	1 593 000			
Asfaltos	1 593 000			
Grasas	1 469 600			
Lubrificantes	1 469 600			
Parafinas	1 469 600			
Azufre		2 210 800		
Negro de humo	1 593'000.			
Gas residual y de refinerías			8 540	
Electricidad				860

- 1/ Promedios de los poderes caloríficos de los diferentes tipos de gas y petróleo crudo.
 2/ Se tomó el consumo térmico unitario de las unidades termoeléctricas.

Nota: El poder calorífico promedio del petróleo crudo es el utilizado para derivar, de los balances en kilocalorías, la presentación en miles de barriles diarios de petróleo crudo -- equivalente.

Fuentes: Petróleos Mexicanos, Subdirección de Producción Primaria, Gerencia de producción; C.F.E., Centro Nacional de Control y la Subdirección de Operación; SEPAPIB, Dirección General de Energía, Balance de Energía, noviembre 1982.

CENAGE (Centro Nacional de Control de Energía). Las gráficas 1 a 3 muestran flujos de energía correspondientes a 1982; las dos primeras en unidades físicas y la última en términos porcentuales.

En 1982, la participación de los hidrocarburos en la oferta total de la energía fue cerca del 96%, esto refleja la alta dependencia de los hidrocarburos.

Con relación al consumo de la energía, el consumo interno final representó el 33.1%, la exportación el 42.6% y, el autoconsumo del sector energético y las pérdidas el 24.3% restante. Las exportaciones incrementaron su participación en el total como resultado del aumento en el volumen del petróleo crudo vendido al exterior. La producción interna de energía muestra una estructura altamente dependiente en los hidrocarburos, el 95.8% (gráfica 4). De esto más del 70% se refiere a petróleo crudo. La participación del carbón fue del 1%, misma que a la fecha (1985) se ha incrementado, gracias al impulso que se da al programa de generación eléctrica con base en este combustible.

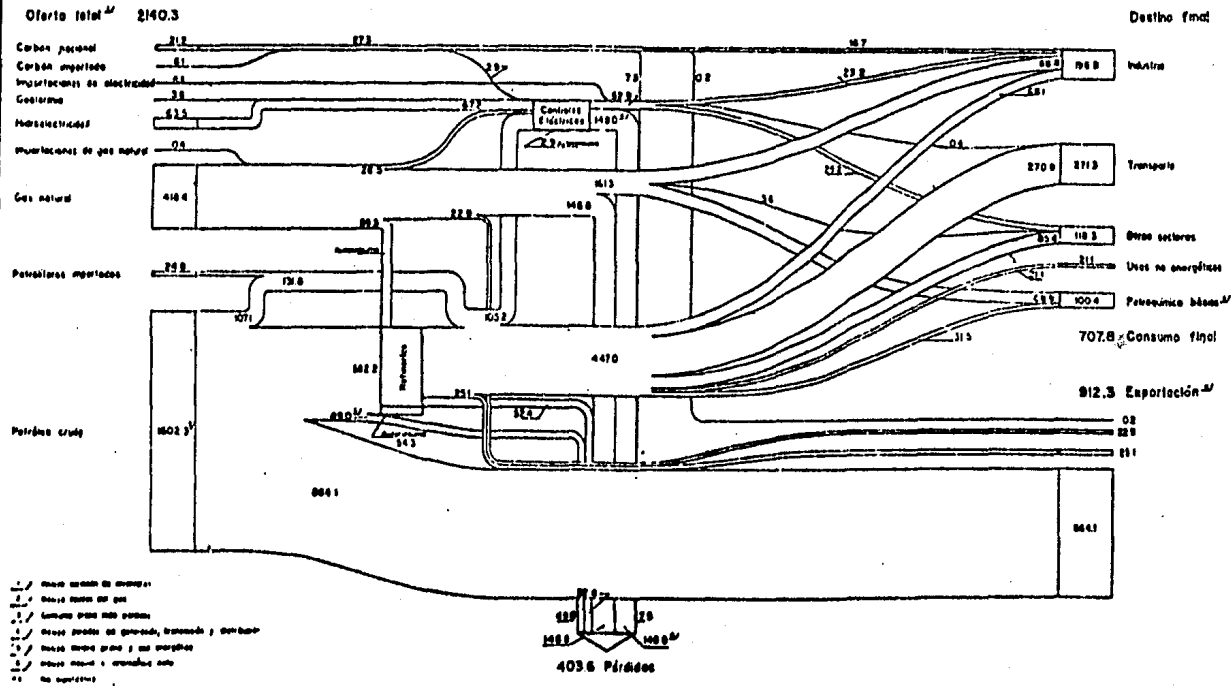
La gráfica 5 presenta la estructura del consumo interno final de energía por sector. En 1982 la rama de transportes absorbió 38.3% del total, el sector industrial, incluyendo la petroquímica básica, el 35%.

En este balance la petroquímica se considera como energético y como materia prima.

En el resto del capítulo se describen los flujos energéticos más importantes, con este fin se hace uso del balance en

México: flujos de energía, 1982

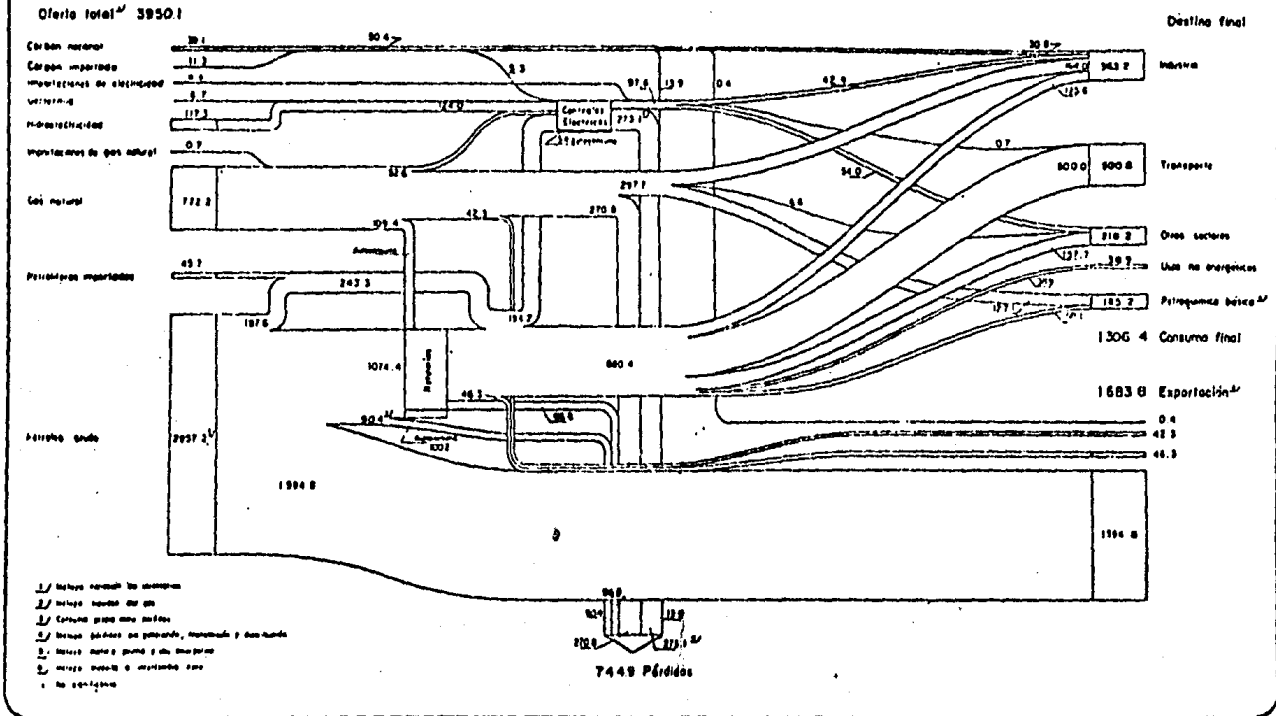
(Kilocalorías x 10¹²)



GRAFICA 1

México: flujos de energía, 1982

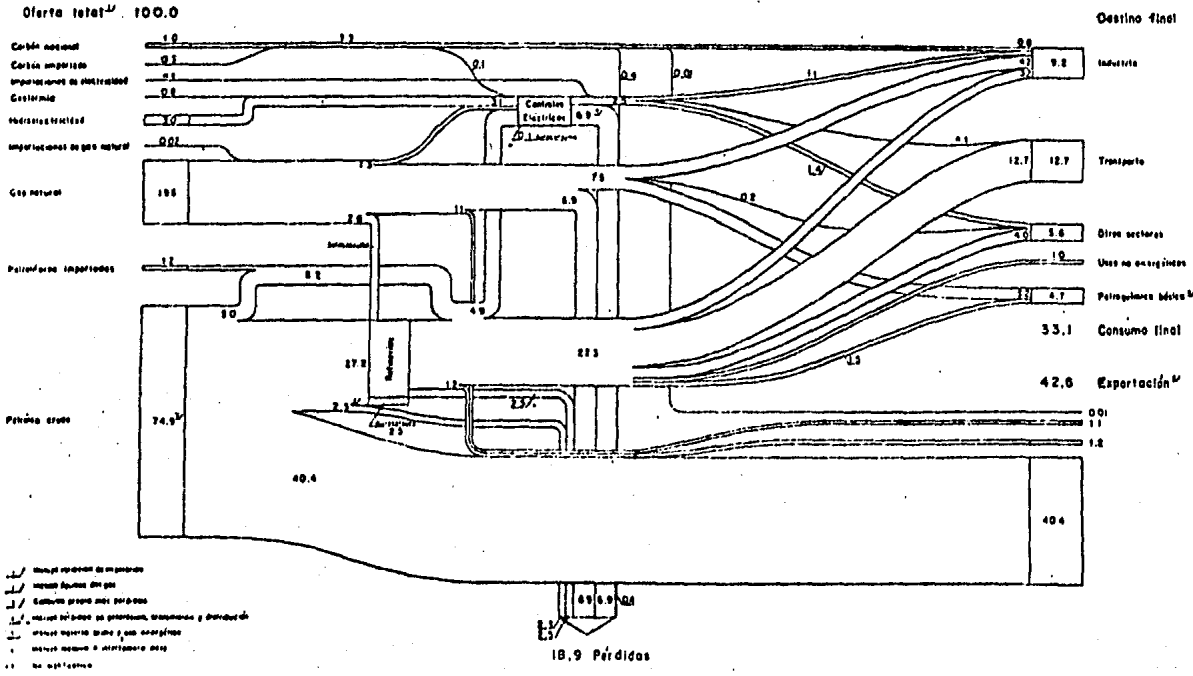
(Miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)



GRAFICA 2

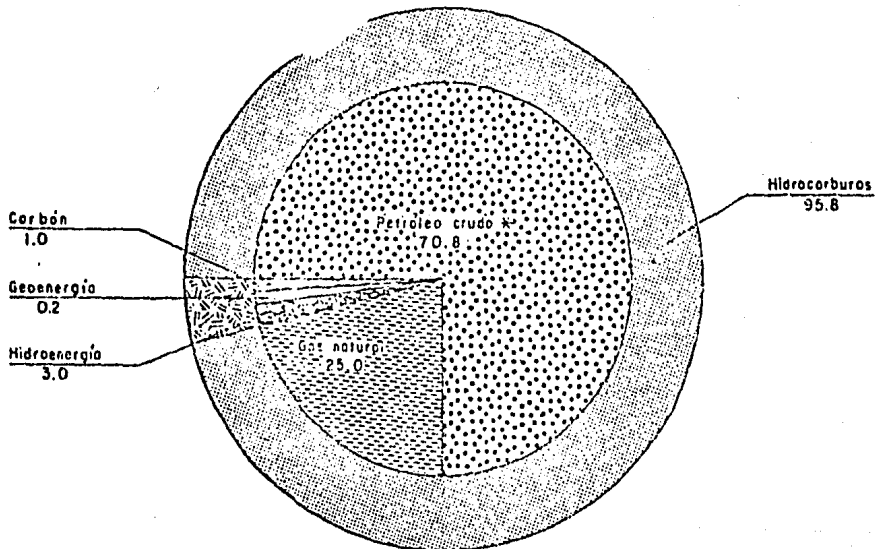
México: flujos de energía, 1982

(En por cientos)



GRAFICA 3

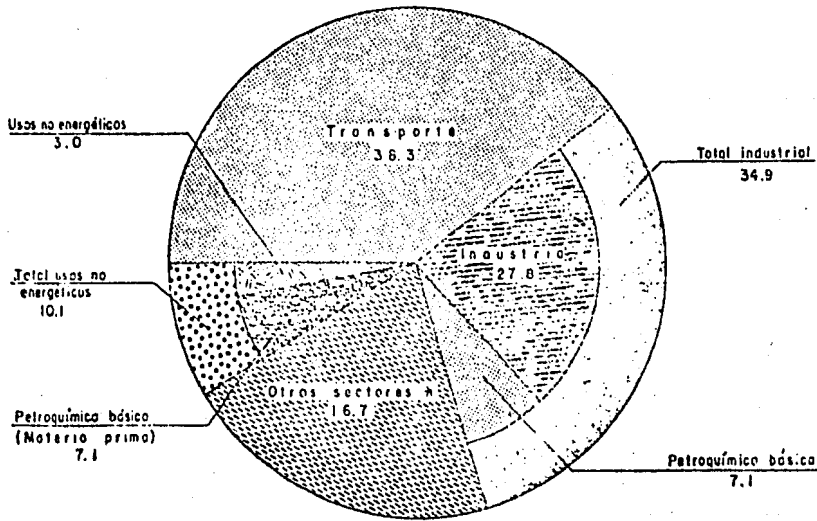
Producción de energía primaria, 1982
(Por cientos)



* Incluye condensados

GRAFICA 4

Estructura del consumo interno final de energía por sector, 1982
(Por cientos)



* Residencial, comercial, público y agropecuario.

GRAFICA 5

su presentación OLADE (Organización Latinoamericana de Energía). La columna de carbón mineral se refiere al producido en las lavadoras, o sea, es el carbón en volumen que resulta después de transformar el carbón "todo uno". La producción en 1982 alcanzó 21.6 TKcal (Terakilocalorías). Para satisfacer la demanda de carbón lavado fue necesario importar el 18.3% de la oferta total de carbón mineral. Un 14.5% de la producción de carbón "todo uno" se utilizó directamente en el sector eléctrico y la industria. El volumen restante fue procesado en coquizadores y dió origen a una producción de 17 TKcal de coque. En la energía primaria destaca la producción de petróleo crudo que fue el 70.4% de la oferta total. En la columna correspondiente a dicho hidrocarburo se encuentran los volúmenes enviados al exterior por exportación y maquila, así como el crudo entregado a las refinerías para satisfacer los requerimientos domésticos de derivados del petróleo (582.2 TKcal) 1074.4 MBPGE.

El volumen insumido en las refinerías, da origen a productos en la mayoría de las columnas de energía secundaria. En esta línea, las entradas correspondientes a coque, gas licuado, gasolinas, Kerosinas, combustóleo y productos no energéticos reportan con signo positivo los diferentes productos obtenidos por la refinación del petróleo crudo.

En cuanto a maquila e intercambio se tiene la salida de crudo por ese concepto y la entrada neta de gasolinas, diesel y combustóleo. En refinerías con la columna de no energéticos se incluyen: asfaltos, parafinas, grasas, lubricantes y las entregas netas a petroquímicas.

Otro componente de gran importancia lo constituye el gas natural, cuya producción fue de 970.1 MBPGE (525.6 TKcal), el 24.9% de la oferta total de energía. En el renglón referente a plantas de gas, se encuentran los volúmenes procesados en plantas endulzadoras, criogénicas y de absorción para extraer los líquidos y obtener gas residual de plantas.

La producción de líquidos la forman el etano (columna de no energéticos) y el propano, más pesados que se integran en el mismo renglón en dos componentes principales, gasolinas y gas licuado. Es conveniente resaltar que el gas natural es el principal componente en la producción de energía secundaria en México y la petroquímica básica es factor para su aprovechamiento como materia prima más que como combustible. En la estructura de la oferta de energía primaria la hidroenergía y la geoenergía contribuyen a diversificar las fuentes energéticas ahorrándose hidrocarburos.

Los cruces entre los rubros de hidro y geoenergías con el renglón de centrales eléctricas, representan cantidades equivalentes de hidrocarburos necesarios para generar, con la misma eficiencia de conversión de las plantas termoeléctricas, la electricidad obtenida mediante la caída de agua y el vapor endógeno. En lo referente a electricidad se indican las importaciones así como la oferta interna bruta de electricidad que fue esta última de 63 TKcal. Además el consumo propio del sector y las pérdidas por transmisión y distribución y sus porcentajes respectivos de la oferta interna bruta de electricidad.

II. Análisis comparativo de la estructura energética en 1981-82.

Este análisis permite mostrar algunas de las aplicaciones directas e indirectas de los balances, aunque podría considerarse breve, es de suma importancia, ya que corresponde a un tiempo de grandes cambios tanto internos como externos cuyos efectos siguen repercutiendo actualmente. Una visión global de la evolución del sector, se logra a través del seguimiento de variables fundamentales como son: la producción de energía, el consumo total y el final de la misma; la cuantificación de sus variaciones porcentuales en el bienio y el análisis de la participación de estos consumos en el total de energía producido.

En el cuadro 6 se observa que la producción nacional de energía en 1982, aumentó 14.5% en relación al año anterior, debido a la intensificación en la extracción de petróleo y gas natural asociado, esto redujo la producción de otras fuentes alternativas de energía. Los incrementos en la producción cubrieron el aumento en el consumo nacional de 7.1% (aparente) y el crecimiento de las exportaciones de energía, 23.8%. Se pone en evidencia las ventas al exterior con relación a la producción total, 41%.

El consumo final creció, a una tasa menor que la del total, 3.3%. Pero esto se manifiesta también en el PIB (producto interno bruto) ya que en 1982 decreció en términos absolutos con respecto a 1981.

En el cuadro 7 se presentan, a precios de 1970, los valores del PIB total por sectores seleccionados. Se nota como la petroquímica básica creció 11% como excepción, ya que todos los

**Producción nacional, consumo total y consumo final de energía
1981 y 1982 (Kcal x 10¹²).**

	Producción Mal.	Consumo total ^{1/}	Consumo final
1981	1 837.871	1 146.502	685.008 ^{2/}
1982	2 103.450	1 227.976	707.843
Crecimiento(%)	14.5	7.1	3.3

^{1/} Consumo nacional aparente = producción + importaciones - exportaciones - maquila e intercambio neto.

^{2/} Incluye un ajuste en el consumo de gas para petroquímica como materia prima y como combustible.

Fuente: Balance de energía 1981, Dirección General de energía, -- SEPAPIN y Balance de energía 1982, GEE, PEMEX.

CUADROS 6 y 7

**Producto interno bruto total y por sectores seleccionados 1981-82
(miles de millones de pesos de 1970).**

	1981	1982
PIB Total	908.765	907.306
Variación porcentual	7.9	-0.2
Agricultura	47.138	45.954
Variación porcentual	8.1	-2.5
Industrial	289.83	283.15
Variación porcentual	-	-2.3
Transporte	54.801	52.153
Variación porcentual	-	-4.8
Petroquímica básica	2.509	2.785
Variación porcentual	16.6	11.0
Petróleo y derivados	9.606	9.549
Variación porcentual	12.2	-0.6
Comercial	207.174	202.248
Variación porcentual	8.7	-2.4

sectores considerados vieron su producto contraído, inclusive a tasas mayores que la del total. Se puede decir entonces que debido a la recesión que experimentó el país en 1982, existió capacidad ociosa en la industria que no permitió aprovechar plenamente las economías de escala en la utilización de energía, como consecuencia se acentuó su uso ineficiente.

En el cuadro 8 se muestra la estructura del consumo final de energía por sectores de destino y por fuente en 1981 y 1982. En donde destaca que la industria y el transporte disminuyeron su participación relativa en el consumo final total. Fundamentalmente, por el freno que experimentó la actividad económica y por el alza en los precios de las gasolinas automotrices y diesel. De todos los sectores, la petroquímica incrementó su participación en mayor proporción, 1.5%. Esto se debe a que la elaboración de petroquímicos pasó de 9160 miles de toneladas en 1981 a 10590 en 1982, lo que implica una expansión del 15.6%.

El transporte disminuyó su demanda pero sigue siendo el mayor consumidor sobre todo en gasolinas y diesel. El combustible se utiliza primordialmente en la industria. El gas pese a que el sector industrial redujo discretamente su consumo en 2% sigue siendo el principal demandante. En cuanto al sector eléctrico cabe mencionar dos aspectos, la pérdida en la contribución relativa en el consumo de la industria, que pasó del 45.7% en 1981 al 43.9% en 1982, a pesar de haber incrementado su consumo absoluto. Conviene analizar con más detalle los componentes del consumo final; por lo cual, presento el cuadro 9 donde se aprecia la estructura del consumo de energía por fuente y por sector de destino.

Estructura del consumo final de energía, por sector de destino y por fuente 1981-1982 (Kcal x 10¹²)

	1982	Estructura porcentual	1981	Estructura porcentual
<u>Consumo final</u>	<u>707.843</u>	<u>100.0</u>	<u>685.008</u>	<u>100.0</u>
Industria	196.812	27.8	204.998	29.9
Transporte	271.320	38.3	269.436	39.3
Comercial-Residencial*/	96.160	13.6	89.216	13.0
No energética	52.573	7.4	43.550	6.4
Agropecuario	22.094	3.2	21.519	3.2
Petroquímica	68.884	9.7	56.289	8.2
<u>Combustibles sólidos</u>	<u>16.682</u>	<u>100.0</u>	<u>20.188</u>	<u>100.0</u>
Industria	16.682	100.0	20.188	100.0
<u>Productos petrolíferos</u>	<u>476.998</u>	<u>100.0</u>	<u>464.181</u>	<u>100.0</u>
Industria	68.071	14.3	71.783	15.5
Transporte	270.928	56.8	269.044	58.0
Comercial-Residencial*/	67.461	14.1	61.589	13.2
No energético	52.573	11.0	43.550	9.4
Agropecuario	17.965	3.8	18.215	3.9
<u>Gas natural</u>	<u>161.303</u>	<u>100.0</u>	<u>151.583</u>	<u>100.0</u>
Industria	88.840	55.1	90.625	59.8
Comercial-Residencial*/	3.579	2.2	4.669	3.1
Petroquímica (materia p.)	18.554	11.5	14.229	9.4
Petroquímica (energético)	50.330	31.2	42.060	27.7
<u>Electricidad</u>	<u>52.860</u>	<u>100.0</u>	<u>49.056</u>	<u>100.0</u>
Comercial-Residencial	25.120	47.5	22.958	46.8
Transporte	0.392	0.7	0.392	0.8
Agropecuario	4.129	7.9	3.304	6.7
Industria	23.219	43.9	22.402	45.7

*/ Incluye el sector público.

Nota: Con el propósito de hacer homogénea la comparación de las cifras de 1982 con las de 1981 en el consumo de petroquímica solo se incluye el referente al gas natural.

Fuentes: Balances de energía 1970 y 1975-1981, Dirección General de Energía, SEPAPFIN, Balance de energía 1982, GEE, PEMEX.

CUADRO 9

Estructura del consumo final de energía por fuente y por sector de destino final 1981-1982.

(Kcal x 10¹²)

	1982	Estructura porcentual	1981	Estructura porcentual
Consumo final	707.843	100.0	685.008	100.0
Combustibles sólidos	16.682	2.4	20.188	2.9
Petrolíferos	476.998	67.4	464.181	67.8
Gas natural	161.303	22.8	151.583	22.1
Electricidad	56.860	7.4	49.056	7.2
Industria	196.812	100.0	204.998	100.0
Combustibles sólidos	16.682	8.5	20.188	9.8
Petrolíferos	68.071	34.6	71.783	35.1
Gas natural	88.840	45.1	90.625	44.2
Electricidad	23.219	11.8	49.056	23.9
Transporte	271.320	100.0	269.436	100.0
Petrolíferos	270.928	99.9	269.044	99.9
Electricidad	0.392	0.1	0.392	0.1
Comercial-Residencial^{1/}	96.160	100.0	89.216	100.0
Petrolíferos	67.461	70.2	61.589	69.0
Gas natural	3.579	3.7	4.669	5.2
Electricidad	25.120	26.1	22.958	25.8
Usos no energéticos	52.573	100.0	43.550	100.0
Petrolíferos	52.573	100.0	43.550	100.0
Petroquímica	68.884	100.0	56.289	100.0
Gas (materia prima)	18.554	26.9	14.229	25.3
Gas (energético)	50.330	73.1	42.060	74.7

^{1/} Incluye el sector público

Nota: Con el propósito de hacer homogénea la comparación de las cifras de 1982 con las de 1981 en el consumo de petroquímica solo se incluye el referente al gas natural.

Fuentes: Balances de energía 1970 y 1975-1981. Dirección General de Energía, SEPARIN, Balance de energía 1982, CEE, PEMEX.

El rasgo más relevante del análisis lo proporciona el hecho de que tanto para 1981 como para 1982, los hidrocarburos representaron el 90% del consumo final energético en México. Estas tendencias deben evitarse debido a la condición de recursos no renovables de los hidrocarburos. Otra característica importante es la pequeña participación de los combustibles sólidos en el consumo final de energía, con 2.9% en 1981 y 2.4% en 1982. En el futuro es conveniente dar prioridad a estas actividades, pues el carbón representa una alternativa de diversificación de la oferta energética.

Un tercer aspecto en este consumo, es la creciente importancia del gas natural, debido a las ventajas de su utilización y precio, en comparación con los productos petrolíferos. Esto motivó cierta sustitución de combustóleo por gas, pero dada la disponibilidad de este producto, solo se puede llevar a cabo dentro de ciertos límites. En este sentido, la política de precios se aplica pretendiendo influir en la estructura de la demanda, para evitar presiones inconvenientes sobre la oferta de energía.

Es posible en el mismo cuadro 9 observar que el consumo de hidrocarburos en la industria ha permanecido casi constante y quien utiliza menos hidrocarburos en términos absolutos, es el residencial y comercial; pero sin olvidar que es el principal consumidor de energía eléctrica y que ésta, en gran parte se genera a través de plantas térmicas a base de combustóleo y gas natural.

III. Evaluación del perfil energético nacional 1970-1982.

En los últimos trece años la producción nacional bruta de energía ha mantenido un ritmo de crecimiento del 13.2% como promedio anual en el período 1970-1982. El cuadro 10 muestra la producción energética en términos absolutos la cual se cuadruplicó en ese lapso. Si se considera solamente el intervalo - 1975-1982 entonces la tasa de crecimiento es mayor, 17.3% básicamente como resultado de la gran dinámica que experimentó en ese tiempo la producción de hidrocarburos. En el mismo cuadro se observa que el consumo total de energía creció, en el lapso 1970-1982, a una tasa promedio de 8.7%, reduciendo la relación consumo a producción de 95.3% en 1970 a 58.4% en 1982. Debido al incremento de las exportaciones.

Del cuadro II se desprende, la participación del petróleo en la producción nacional de energía primaria, en 1970 contribuía con 55.2% del total mientras que en 1982 lo hizo con 70.8%; para este último año considerando conjuntamente petróleo y gas, la participación aumenta a 95.8%, lo que quiere decir que México en vez de polarizar sus insumos energéticos en la diversificación cada vez más va hacia los hidrocarburos, por lo que actualmente se depende fundamentalmente de ellos. Se observa también una reducción significativa en la participación de la hidroenergía.

Aunque estas centrales tienen los mayores tiempos de maduración y más grandes costos de inversión, es una fuente relativamente limpia, renovable y con menores efectos sobre el medio ambiente que el resto.

Producción y consumo total de energía 1970 y 1975-1982

(Kcal x 10¹²)

	Producción Mal. (1)	Consumo total (2)	Porcentaje (2/1)
1970	475.668	453.115	95.3
1975	678.712	642.114	94.6
1976	730.828	691.389	94.6
1977	830.963	727.631	87.6
1978	1,008.755	833.393	82.6
1979	1,203.339	920.462	76.5
1980	1,547.859	1,040.656	67.2
1981	1,837.871	1,146.502	62.4
1982	2,103.450	1,227.976	58.4
Tasa promedio anual de crecimiento (%)			
1970-1982	13.2	8.7	
1970-1975	7.4	7.2	
1975-1982	17.3	9.7	

Fuentes: Boletín de Energéticos, noviembre de 1981 y Balance de Energía 1982, GEE, PEMEX.

CUADRO 10

Participación de diversas fuentes en la producción nacional bruta de energía primaria (en por cientos)

	Carbón	Petróleo	Gas natural	Hidroenergía	Geotermia
1970	2.1	55.2	32.6	10.1	-
1975	2.5	62.7	27.6	7.0	0.2
1976	2.0	65.3	25.3	7.2	0.2
1977	2.0	69.5	21.5	6.8	0.2
1978	1.8	70.2	23.2	4.0	0.2
1979	1.5	71.5	22.5	4.3	0.2
1980	1.1	75.1	20.5	3.1	0.2
1981	1.0	70.1	24.9	3.8	0.2
1982	1.0	70.8	25.0	3.0	0.2

Fuentes: Balances de energía 1970 y 1975-1981, Dirección General de Energía, SEPAFIN. Balance de energía 1982, PEMEX.

CUADRO 11

Otro recurso no explotado plenamente es el carbón, que en la mayoría de los países industrializados gana terreno día con día como fuente de energía primaria.

Es conveniente observar la composición de la oferta bruta de energía eléctrica durante los últimos años. En el cuadro 12 se aprecia la tendencia cada vez más marcada a depender de los hidrocarburos para generar energía eléctrica. De no desarrollar otros tipos de energía traerá desventajas para un equilibrio del sector energético.

En los cuadros 13 y 14 se indica como México es un exportador neto de energía, con un 40% de los energéticos que produce. En 1982, el 94.6% de las ventas al exterior fueron de petróleo crudo. En términos absolutos ha aumentado la exportación de productos elaborados provenientes del petróleo, en lo cual destaca cada vez más las exportaciones del combustóleo. Se depende de manera significativa de las importaciones de carbón y coque para satisfacer la demanda interna de estos productos. En el cuadro 13 se aprecia que si bien las importaciones de petróleo muestran una participación errática entre 1970 y 1982, estas han disminuído a menos de la tercera parte en términos absolutos. Sin embargo, son los productos no energéticos, lubricantes especialmente, los que en mayor escala se compran en el exterior.

La importación de energía eléctrica, se ha visto abatida notablemente a partir de 1980, debido a problemas de generación y que fué de 600 Gwh (Gigawatt-hora) comparada con la importación de 9 Gwh en 1982. Tanto en gas licuado como en electricidad, las importaciones están determinadas por el abastecimiento a comunidades fronterizas del país.

Estructura de la generación bruta de energía eléctrica (en por cientos)

	Hidroelectricidad	Hidrocarburos	Geotérmica	Carbón
1970	56.9	43.1	-	n.s.
1975	36.7	62.0	1.3	n.s.
1976	38.3	60.4	1.3	n.s.
1977	38.9	59.9	1.2	n.s.
1978	30.3	68.6	1.1	-
1979	30.7	67.5	1.8	-
1980	27.1	71.4	1.5	-
1981	36.0	62.6	1.4	-
1982	31.0	65.7	1.8	1.5

n.s. no significativo.

Fuente: Sector Eléctrico Nacional, Estadísticas 1965-1981, CFE.

CUADRO 12

Exportaciones de energía (en por cientos)

	Combustibles sólidos	Petróleo	Gas natural	Productos petrolíferos	Total (Kcal x 10 ¹²)
1970	-	-	27.4	72.6	38.383
1975	-	93.1	-	6.9	55.053
1976	-	97.3	-	2.7	53.240
1977	-	97.5	0.5	2.0	113.253
1978	-	99.6	-	0.4	200.441
1979	-	98.4	-	1.6	295.175
1980	n.s.	90.2	5.1	4.7	512.549
1981	n.s.	90.0	3.9	6.1	690.560
1982	n.s.	94.6	2.6	2.8	854.799

Tasa media de
crecimiento 82/70%

29.5

n.s. no significativo.

Fuentes: Balances de energía 1970 y 1975-1981, Dirección General de Energía, SEPAPIN y Balance de energía 1982, GEE, PEMEX.

CUADRO 13

Los cuadros 15 y 16 muestran la participación de las fuentes y los distintos sectores de actividad económica en el consumo final de energía. La estructura del consumo muestra una participación del 88.8% de los hidrocarburos en el período 1970- - 1982, por solo un 10.2% de la electricidad y los combustibles sólidos. Además resalta el hecho de que aproximadamente 3/4 - partes del consumo esta basado por la industria y el transporte. Este último se incrementó en los años recientes mientras que la industria se ha rezagado ligeramente.

Para tener una idea global de como han respondido los consumos de energía, total y final a variaciones en el producto interno bruto, se presenta en el cuadro 17, las elasticidades - producto de los dos consumos. Se excluyeron las correspondientes a 1982 dado que este año es el único de todo el período de estudio en que el PIB sufre una contracción a la vez que los requerimientos de energía se expanden. Puede apreciarse en general que el consumo de energía crece más proporcionalmente - que el producto. La aceleración del consumo energético a par - tir de 1978 fue fomentado en parte por el deterioro relativo de los precios en los mismos, puede apreciarse en los lapsos de 1970 a 1975 y 1975-1982.

En el cuadro 18 se presentan relaciones entre el consumidor de energía y el producto interno bruto-población. De estas variables se derivan los aspectos principales de dicho cuadro. Parte del incremento esta determinado por el aumento de población. Se observa que en los últimos 13 años el consumo de energía Per-capita se ha duplicado. Durante 1982 cada ciudadano - utilizó en promedio 90% más energía que el habitante medio en 1970. Los factores se deben al proceso de modernización el - cual a originado reducciones en la población rural e incremen-

Importaciones de energía (en por cientos).

	Combustibles sólidos	Productos petrolíferos	Gas natural	Electricidad	Total (Kcal x 10 ¹²)
1970	21.7	77.3	-	1.0	16.206
1975	14.1	84.8	-	1.1	29.077
1976	9.8	88.5	-	1.7	13.617
1977	49.5	50.0	-	0.5	10.055
1978	28.7	71.1	-	0.2	21.772
1979	31.3	68.4	-	0.3	20.380
1980	47.9	46.2	-	5.9	14.465
1981	25.7	72.2	-	2.1	13.708
1982	58.5	37.1	4.3	0.1	10.309
Tasa media de crecimiento 82/70%					-3.7

CUADRO 14

Estructura del consumo final de energía por fuente (en por cientos)

	Total	Combustibles sólidos	Productos petrolíferos	Gas natural	Electricidad
1970	100.0	4.3	67.0	21.8	6.9
1975	100.0	3.7	71.0	17.9	7.4
1976	100.0	3.5	72.2	16.7	7.6
1977	100.0	4.3	71.1	16.6	8.0
1978	100.0	4.2	70.1	17.9	7.8
1979	100.0	3.8	70.2	18.2	7.8
1980	100.0	3.4	69.9	19.2	7.5
1981	100.0	3.1	70.6	18.8	7.5
1982	100.0	2.4	67.3	22.8	7.5

CUADRO 15

Fuentes: Balances de energía 1970 y 1975-1981. Dirección General de Energía, SEPARIN y Balance de energía 1982, GEE, PEMEX.

Estructura del consumo final de energía por sector (en por cientos)

	Total	Agrícola Comercial- Residencial	Industrial ^{1/}	Transporte	No energético ^{2/}
1970	100.0	17.9	38.0	37.3	6.8
1975	100.0	18.8	36.4	37.2	7.6
1976	100.0	17.6	35.7	38.5	8.2
1977	100.0	17.1	34.7	39.8	8.4
1978	100.0	16.3	37.6	37.1	9.0
1979	100.0	14.8	35.9	40.2	9.1
1980	100.0	18.2	33.1	39.4	9.3
1981	100.0	16.9	31.2	41.0	10.9
1982	100.0	16.7	34.9	38.3	10.1

CUADRO 16

México: Elasticidad-Producto del consumo de energía.

	Consumo total	Consumo final
1970-1982	1.4	1.4
1970-1975	1.1	1.2
1975-1982	1.7	1.5
1976	1.8	2.2
1977	1.5	1.0
1978	1.8	1.4
1979	1.1	1.1
1980	1.6	1.2
1981	1.3	1.2

CUADRO 17

^{1/} Incluye energéticos para petroquímica

^{2/} Incluye materia prima para petroquímica

Fuentes: Balances de energía 1970, 1975-80 y 1981, Dirección General de Energía, SEPAPIN; Balances de energía 1982, GEE, PEMEX.

México: Consumo de energía por habitante y por unidad de producto interno bruto 1970, 1975-1982.

	Población (10 ⁶ personas)	P I B (10 ⁶ pesos de 1970)	Consumo total de energía	
			Per capita (Kcal x 10 ⁶)	por unidad de producto (Kcal/peso)
1970	51.176	444 271	8.854	1 020
1975	60.153	609 976	10.675	1 053
1976	61.978	635 831	11.155	1 087
1977	63.813	657 722	11.403	1 106
1978	65.658	711 211	12.693	1 172
1979	67.517	777 163	13.633	1 184
1980	69.393	841 855	14.997	1 236
1981	71.249	908 765	16.091	1 262
1982	73.122	907 306	16.794	1 353
Tasas medias de crecimiento (%)				
1970-82	3.0	6.1	5.6	2.4
1970-75	3.3	6.5	3.8	0.6
1975-82	2.8	5.8	6.7	3.6

CUADRO 18

Fuentes: México estimaciones y proyecciones de población 1950 a 2000, CONAPO, SPP y CELADE, septiembre 1982; Balances de energía 1970 y 1975-1981, Dirección General de Energía, SEPAPIN; Sistema de Cuentas Nacionales, SPP; -- Balance de energía 1982, GEE, PEMEX.

tos en la urbana.

La cantidad de energía requerida para producir bienes y servicios con valor real de un peso mexicano, se ha incrementado en un 32%. Mientras que en 1970 eran necesarias 1020 Kcal por unidad de producto en 1982 se utilizaron 1353. Es consecuencia básica de los cambios en la composición sectorial del PIB.

El transporte y la industria junto con el propio sector energético son clave para orientar estrategias de ahorro, conservación y uso eficiente de la energía en México. Con respecto al intercambio de energéticos con otros países, México exporta más del 40% de la producción nacional de energía como petróleo crudo.

En resumen la diversificación de los energéticos será la base más sólida para el sano desarrollo del sector. La elaboración de los balances contribuye en parte, a conocer quien usa la energía y en que cantidad. Esto solo es un paso para mejorar hábitos de consumo, planear futuras inversiones considerando las tecnologías para su desarrollo e incrementar la eficiencia en los usos tradicionales.

Es necesario enfatizar la importancia de tomar acciones en el campo energético, con el fin de garantizar una transición equilibrada hacia otras fuentes distintas de los hidrocarburos.

LINRAMIENTOS DE UNA POLITICA NACIONAL DE ENERGETICOS.

De una forma general se presentan a continuación:

No se recomienda el establecimiento de una política de subsidios en materia energética, sobre todo aquellas que tienden a elevar los beneficios del sector empresarial, ya que este hecho no contribuye a acelerar la inversión productiva del sector privado.

El establecimiento de un Plan Nacional jerarquizado de inversiones del sector oferente de energéticos, no debe estar financiado en el sistema de precios vigentes, sino de la planeación del desarrollo del sector, en el que se tomen en consideración: reservas nacionales de recursos naturales, costos empresariales y sociales, desarrollo tecnológico, grados de dependencia externa tanto tecnológica, como de abastecimiento de refinaciones e insumos, niveles de integración de los subsectores, etc.

Efectuar mayores inversiones para cuantificar los recursos naturales energéticos del país y para fomentar la investigación que tienda a lograr los avances tecnológicos, dando prioridad a los aplicables a la explotación de los recursos energéticos tradicionales y secundariamente, a los recursos hasta ahora no explotados comercialmente en el mundo.

La política que se propone debe incluir el establecimiento de mecanismos que revisen de manera permanente el sistema de precios de los energéticos de acuerdo con las condiciones de oferta y demanda a nivel mundial y nacional procurando fijar siempre precios preferenciales para los grupos mayoritarios y precios tales para aquellos sectores privilegiados que acumulan una parte elevada del ingreso nacional per-cápita, que permitan una mayor capacidad de inversión a las empresas para estas tales productoras de energéticos.

Evitar el mantenimiento de precios por debajo de su costo, - pues la transferencia de recursos públicos a otros sectores de la actividad económica puede realizarse por otros medios más - efectivos y, lo que es más importante, tal política de precios fijos mantenida cuando la situación de la industria petrolera mundial esta caracterizada por costos crecientes, ha provocado que los recursos propios para la inversión de PEMEX disminuyan proporcionalmente a los requerimientos de la inversión, llegando a límites poco recomendables en su capacidad de endeudamiento, debido al compromiso que tiene de abastecer en forma - suficiente y oportuna la demanda nacional.

- Para los hidrocarburos -

A nivel nacional, no es recomendable seguir consumiendo, en forma poco racional las reservas de hidrocarburos con que cuenta el país, sobre todo si se considera la importancia del petróleo y gas natural para la petroquímica, cuyos productos tienen una demanda creciente y acelerada por la estructura del mercado de fertilizantes, plaguicidas, fibras sintéticas, resinas y plásticos, hules sintéticos, colorantes y detergentes. La escasez relativa de hidrocarburos afectaría severamente la estructura y proceso de integración de los sectores básicos y secundarios de esta industria, fundamental para el desarrollo del país.

Reducir al mínimo los volúmenes de gas que se queman en la atmósfera y efectuar oportunamente las inversiones para conducir el gas que se produzca en el futuro a todos los centros de proceso o consumo, según el caso.

Efectuar oportunamente inversiones destinadas a las plantas de refinación para contar con la suficiente capacidad de transformar el crudo necesario para satisfacer la demanda de productos refinados y llegar a exportar en un tiempo razonable; crear un mayor número de empleos en el país y en consecuencia generar un mayor valor agregado.

Se debe tener prioridad a las inversiones de transporte, distribución de productos petroleros sobre todo, aquellos que tiendan a minimizar los costos de operación.

Efectuar las inversiones necesarias que tiendan a minimizar la contaminación ambiental en la operación de las plantas.

- Para el Carbón -

Establecer un programa general permanente que norme el desarrollo de la industria carbonífera del país.

Aumentar las inversiones para cuantificar las reservas nacionales, en más lugares del país.

Una vez determinadas las posibles reservas y siendo de consideración, entonces intensificar las investigaciones para el desarrollo de la carboquímica con el fin de generalizar el uso de este energético en otros sectores, como en el caso de la producción de gas sustituto a base de carbón, etc.

Intensificar un programa de becas a través de CONACYT para formar un grupo mayor de expertos en esta materia en cuanto a su exploración, explotación y uso del carbón

Introducir nuevas tecnologías en la explotación del carbón, para evitar aprovechar solamente yacimientos superficiales con sistemas de recuperación poco eficientes.

- Para la Hidroelectricidad -

Aprovechar al máximo los recursos hidráulicos que aún cuando se considera recurso renovable, no ha sido totalmente aprovechado. Esto se puede lograr intensificando las localizaciones más adecuadas y la colaboración comunitaria ya que la tecnología para el diseño y construcción es bien conocida por los Ingenieros Mecánicos.

Cabe destacar dentro de la evaluación, el ahorro en el consumo de hidrocarburos que representa la utilización de plantas hidroeléctricas con relación a otras fuentes generadoras convencionales, además son una fuente limpia y renovable de energía.

- Para la Geotermica -

Totalizar el levantamiento del inventario nacional de los recursos geotérmicos.

Incrementar las investigaciones para lograr el aprovechamiento óptimo de estos recursos.

Integrar la formación de más expertos en la materia ya que somos exportadores de este tipo de tecnología a Centro y Sud-América.

- Para la Nucleoelectricidad -

El desarrollo de la nucleoelectricidad puede ser atractivo y benéfico para México por varias razones:

El país requiere diversificar el desarrollo y aprovechamiento de sus fuentes energéticas. Para esto la Nucleoelectricidad constituye una opción, probada ya a nivel mundial, con un potencial futuro significativo. A México no le conviene que - dar fuera de este proceso. Es necesario participar en él e irnos preparando desde ahora para no quedarnos rezagados indefinidamente.

Por otra parte, el desarrollo nucleoelectrico puede tener - efectos multiplicadores muy favorables sobre la economía del país en materia científica, tecnológica e industrial.

Estas son algunas razones por la que a México le conviene desarrollar la opción nucleoelectrica. Pero surge la pregunta: ¿ a que nivel y a qué ritmo se deberá implementar dicho desarrollo durante los próximos años.

Se cuenta con la planta de Laguna Verde en Veracruz en etapa de desarrollo que se espera concluya en esta década y, en la cuál se tiene una meta de unos 17,500 MW de capacidad nuclear pero esto implica una dimensión y un ritmo de desarrollo nucleoelectrico que está fuera de toda proporción con la realidad y las aspiraciones de nuestro país, entre otras razones, por las siguientes:

El país no cuenta con la base científica, tecnológica, industrial y organizada lo suficiente para emprender y aprovechar con esfuerzo de tales dimensiones. De persistir en ello, el desarrollo nucleoelectrico se traduciría, simplemente, en una importación directa de plantas "llave en mano", cancelándose así la posibilidad de asimilar plenamente la tecnología nuclear.

La experiencia tan problemática que se ha tenido con Laguna Verde constituye un ejemplo real de las limitaciones que existen para emprender un desarrollo nucleoelectrico demasiado ambicioso.

La difícil situación económica que enfrenta el país y la propia limitación financiera del sector eléctrico restringen seriamente las posibilidades de financiar un esfuerzo nucleoelectrico de importancia. En todo caso, la urgencia que existe es por construir, primero, una base sólida y bien organizada de recursos humanos capacitados sobre la que se puede ir financiando un desarrollo nucleoelectrico cada vez más amplio.

No puede dejar de mencionarse el hecho de realizar constantemente campañas nacionales para racionalizar el consumo de energéticos, utilizando los medios de difusión (T.V., radio, prensa, etc) así como por las diferentes agrupaciones empresariales, sindicales, de colonos, etc, que con el patrocinio y existencia de una comisión nacional de energéticos, editaran diversos folletos que dieran a conocer al consumidor que sin reducir sus niveles de producción o estándares de vida, consumieran en forma racional los energéticos. De esta forma se podría abatir la evaluada tasa de crecimiento de la demanda de energéticos.

III.4 PROYECCION DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO HACIA EL AÑO 2000.

Para 1990, de acuerdo con los cálculos del Banco Mundial la producción mundial de petróleo en los países capitalistas y los países en desarrollo puede elevarse a 470 millones de toneladas, en comparación con el nivel registrado en 1980, y alcanzar las 2 895 millones de toneladas por año.

En cuanto a los pronósticos de los precios mundiales del petróleo para el período 1990-2000, se espera que sean considerablemente más bajos que los del período 1979-1980. En el año 2000, los precios mundiales pueden fluctuar de 45 a 55 dólares por barril de petróleo (en dólares de principios de 1982). El futuro de la economía mundial de energéticos, ante todo, estará caracterizado por tasa de electrificación de combustible y un balance de energía más elevado que los anteriores.

En los próximos 20 años el combustible líquido será prácticamente desalojado de los países desarrollados y de las zonas urbanizadas de los mismos.

Para el año 2000, en adelante, es de esperarse que el combustible y parcialmente el aceite de combustión sean sustituidos por otros recursos energéticos por la mayor parte de sus consumidores, y el procesamiento del petróleo sea reconstruido hasta alcanzar un rendimiento de combustibles para motores hasta de 70% a 80%, como resultado se puede suponer que si para 1990 los precios reales del petróleo no son más bajos que los precios actuales de la OPEP, y para el año 2000 aumentan el 25% a 40%, en los siguientes 20 años la demanda mundial de

petróleo, se justificará desde el punto de vista económico, y habrá de aumentar gradualmente (de 10% a 20% para el año 2000) en vez de disminuir. De acuerdo con las últimas estimaciones realizadas, los recursos geológicos de carbón en los países en desarrollo ascienden a 230 mil millones de toneladas, los recursos recuperables técnica y económicamente, representan 65 mil millones de toneladas.

La fermentación anaeróbica de los desechos agrícolas y domésticos deberían ser aplicados en gran escala, esto produciría: el mejoramiento de la sanidad en los asentamientos humanos; la producción de fertilizantes de alta calidad (de acuerdo a estimaciones, los desechos de la fermentación aplicados a la tierra aumentan la productividad en 10% a 12% comparado con el Compost); la producción de biogas en un rango de 0.5 a 0.6 Tec (toneladas equivalentes de carbón) por m³ al año, con el estiércol de los cerdos, y de 0.8 a 0.1 Tec, por m³ al año con el de las aves.

El biogas producido es un excelente combustible que satisface las necesidades domésticas de las granjas pequeñas y las comunidades rurales. Tecnologías orientadas a satisfacer las necesidades nacionales de energía:

- a). Las miniplantas hidroeléctricas, sobre flujos pequeños de agua, cuya capacidad fluctúa de unos cuantos Kv a unos cuantos Megatios; usando combustible diesel, los costos son fuertes pero es recuperable y conveniente.
- b). Las miniplantas eléctricas con motores accionados con gas que operan con combustibles sólidos productores de gas (carbón, turba, madera y desechos agrícolas).

La tecnología esta bastante desarrollada y no requiere de personal calificado para su operación, pueden ser implementadas en los países de desarrollo y pueden operar con cualquier combustible sólido.

- c). Las plantas eléctricas eólicas en ciertas regiones que cuentan con condiciones favorables respecto a la velocidad del viento (principalmente en las costas), las plantas accionadas por el agua y el viento resultan eficientes para generar electricidad.
- d). Convertidores fotovoltaicos solares pueden competir con éxito con las plantas eléctricas alimentadas por diesel, pero es poco probable que puedan fabricarse células solares a gran escala en corto tiempo en los países en desarrollo.

Los planes de desarrollo de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), se basan en pronósticos de demanda derivados de tasa anuales de crecimiento que oscilan entre 8% y 11.2% durante los próximos 17 años dependiendo de los supuestos que se consideren para el crecimiento de la economía y la población, los incrementos en la eficiencia del consumo energético y distribución del ingreso entre otros.

En esos planes se han incorporado los desarrollos más optimistas de fuentes alternas a los hidrocarburos. Para el año 2000 se necesitaran 40000 Mw (Megawatts) nucleoelectricas en demanda baja y 70000 Mw si se tuviera que desplazar a los hidrocarburos totalmente y con una demanda de fin de siglo en 550Twh. Pero la meta propuesta en este tipo de energía es de

20000 Mw nucleoelectrónicos, aún cuando no se llegue a esta cifra, iniciando el programa, se garantizará la creación de una infraestructura nuclear nacional que permitiría disponer de la energía nuclear en forma masiva para el siglo próximo.

El programa esta integrado por varios subprogramas entre los que destacan:

- a). Localización, diseño, adquisición de sistemas y componentes, construcción y operación de las centrales.
- b). Formación de personal a cargo del ININ, CFE, URAMEX y SEMIF.
- c). Prospección, exploración, explotación y beneficio de Uranio, enriquecimiento del mismo, producción de agua pesada, fabricación de combustible, almacenamiento de desechos radiactivos y procesamiento de combustible irradiado, a cargo de URAMEX, con participación de ININ y CFE; existen otros programas que ya estan en ejecución como el de producción de uranio cuyas reservas medidas son del orden de 10000 toneladas y cuyo potencial se estima en 8994 toneladas de uranio, que pueden aumentar.

En suam el programa nucleoelectrico aprobado en el programa de energía, se apoya en la necesidad de diversificación de los recursos energéticos, en sus posibilidades de impulso. Se pronostica que para el año 2000 en México habrá 110 millones de habitantes bajo estos supuestos la demanda de energía eléctrica llegará a la cifra de 374 Twh.

Por concepto de hidroelectricidad se prevee que el potencial teórico es de 170 Twh, pero se espera para el año 2000 generar 80 Twh hidroeléctricas. El incremento de generación durante los próximos 20 años requerirá de más de 90 nuevas centrales hidroeléctricas se cuenta con anteproyectos para unas 25, en construcción están 7. Durante los últimos 7 años, se han terminado 16 estudios de centrales hidroeléctricas cuya generación será de 11 Twh anuales. México tendrá para el año 2000 consumos per cápita del orden de los que tuvieron Francia o la URSS en 1978. Se tiene como meta se generen para ese año 550 Twh.

Dado que muchos de los proyectos hidroeléctricos identificados no resultaran factibles, y dada la capacidad de realización que tiene el país, se estima que mediante un gran esfuerzo pudieron construirse y operarse para el año 2000, 35 plantas hidroeléctricas adicionales, que generarían el 20% de las necesidades esperadas. Para cumplir esta meta es necesario construir durante este período 20 hidroeléctricas en forma simultánea, ya que cada central requiere un mínimo de tres años de ingeniería y cinco de construcción en promedio.

En el programa de expansión del sector eléctrico se determina una capacidad instalada con base en carbón para el año 2000 de 8400 Mw, lo cual implica un total de 4 plantas carboceléctricas funcionando para ese año. Por lo que deben incrementarse las reservas probadas sobre todo de los yacimientos de Coahuila, Chihuahua, Sonora y Oaxaca. No obstante se considera que dichos yacimientos no cubrirían la demanda para las 4 carboceléctricas, por lo que convendría analizar la posibilidad de importar carbón, tomando en cuenta las diferencias de

precio que tiene en el mercado internacional con respecto al petróleo. Dicho análisis debe integrar los diferentes energéticos y su comportamiento esperado en el corto, mediano y largo plazos, tanto a nivel mundial como nacional, a fin de definir una estrategia global que permita disminuir los riesgos ocasionados por los cambios en el mercado internacional. Al respecto, se observa en un primer acercamiento que exportando el petróleo que se utilizaría para las tres segundas carboeléctricas, se podría importar el carbón suficiente para su operación y tener además entradas de divisas del orden de 10 dólares por barril de petróleo exportado, considerando un precio por barril de 35 dólares.

Tendrían que tomarse en consideración también el comportamiento futuro de los energéticos a nivel mundial que se llevarían a cabo, tomando en cuenta los requerimientos necesarios de suministro, donde se garantizara el abastecimiento adecuado durante 30 años de vida útil de las plantas, hasta la infraestructura portuaria y de transporte; es necesario mencionar que las 3 segundas carboeléctricas, consumirían aproximadamente 11 millones de toneladas de carbón por año y el transporte del energético importado se haría por vía marítima con barcos de gran tonelaje, por lo que la ubicación de las plantas y la capacidad de los puertos serían factores que requerirían un estudio especial.

Para el mediano y largo plazos es indispensable llevar a cabo un análisis del comportamiento futuro de los diferentes energéticos a nivel mundial y nacional, que permita definir una estrategia global y determinar la factibilidad de importar carbón.

Por otro lado el mismo programa de energía se ha planteado, como "horizonte de referencia" al año 2000 para alcanzar una capacidad nucleoelectrica total de 20000 Mw, de prevaler es ta meta tendrían que estar en construcción durante este sexenio unos 17500 Mw de capacidad nuclear, incluyendo los reactores de laguna verde. Se tendrían que manejar en este lapso 17 proyectos nucleares del tamaño aproximado de Laguna Verde con un costo de 20000 a 26000 millones de dólares, esto sin in - cluir los costos adicionales para el desarrollo del ciclo de combustible y la capacitación del personal. Lo anterior impli ca una dimensión y un ritmo de desarrollo que está fuera con la realidad de nuestro país por las siguientes razones:

- a). Aunque se habla mucho de las potencialidades de nuestro país en materia de recursos energéticos, lo cierto es - que hasta ahora se cuenta con reservas probadas como se mencionó anteriormente, tan solo suficientes para la vi da útil de los reactores de laguna Verde. Por otro lado no puede dejar de mencionarse que en México no hemos - producido a escala comercial un solo Kg de concentrado que cumpla con las especificaciones del mercado interna cional.
- b). El rapido aumento de los costos experimentados en, los últimos años por la industria nuclear a nivel mundial - ha convertido a la nucleoelectricidad en una opción e - nergética cada vez menos competitiva, sobre todo si se tiene presente la caída de los precios internacionales de los hidrocarburos. Esta justificación debiera obede - cer en sus primeras etapas un esfuerzo para los próxi - mos años menor a los 20000 Mw en todo caso lo primero

que debe realizarse con urgencia es una base sólida tanto en lo científico y tecnológico como en lo industrial y tener una organización de recursos sobre la que se pueda ir fincando un desarrollo nucleoelectrico cada vez más amplio.

En cuanto a lo que se refiere a la Geotermia como generadora de electricidad se cuenta con Cerro Prieto, el campo de energía geotérmica más importantes de México. Produjo electricidad en 1973 por primera vez, 10 años después que se inició la exploración. Su capacidad inicial fue de 75 Mw, la cual se duplicó en 1979 y se adicionaron 30 Mw a principios de 1981. Cada Kw generado cuesta más de 4 centavos de dólar y se compra con la energía hidroeléctrica o con una planta activada a base de carbón. Cerro Prieto ahorra al país 2.5 millones de barriles de petróleo al año.

III.5 IMPORTANCIA DE REALIZAR LA REGIONALIZACION ENERGETICA.

Es necesario resaltar la importancia de la regionalización energética y económica en el país, para analizar el consumo de los energéticos y sus interrelaciones con aspectos fundamentales como la producción y distribución, la naturaleza de las actividades económicas, las características de la población total y económicamente activa, etc, dentro del marco particular de cada región.

Debido a la variedad de criterios de una regionalización y considerando que este trabajo tiene la finalidad de marcar y evaluar los efectos que las tendencias de las demandas regionales de energéticos tendrán sobre la producción y distribución que lleva a cabo el sector energético se utiliza una división regional que se ajusta sustancialmente a los lineamientos de planificación nacional y regional de mayor actualidad en el país.

Las tendencias de crecimiento en el consumo de energéticos en cada región según su estructura social y económica, así como los cambios en los hábitos de consumo derivados de la evolución de las formas de vida y/o los avances de tecnología, generan en las empresas del sector energético, la necesidad de planificar oportunamente los sistemas de distribución y abastecimiento, las capacidades de almacenamiento, los requerimientos de conducción y transporte, etc., de los energéticos, lo cual incide a su vez, en la programación de inversiones del sector. Por tales motivos el conocimiento de las características regionales de la demanda de energéticos así co-

mo su estimación futura, ofrece magníficos elementos de decisión para normar el crecimiento y desarrollo de las unidades productoras de energéticos, considerando no solo los requerimientos de los diversos sectores de la economía, sino también la ubicación de estos por zonas geográfico-económicas.

En medida en que los desequilibrios socioeconómicos entre regiones geográficas del país se van agudizando, los requerimientos en materia de energéticos, especialmente derivados del petróleo y electricidad, afectan recientemente tanto a los volúmenes demandados y tipos de productos requeridos, como a las zonas demandantes que se van ampliando y diversificando, en virtud de la creación de nuevos polos de desarrollo, por movimientos migratorios etc.

En el grado que se avance en la estrategia del sector energético contribuyendo a generar nuevas actividades, fomentando la creación de pequeñas industrias orientadas a consolidar las economías locales, dentro de un marco de ordenamiento territorial más equilibrado, además ayudará al logro de este objetivo a través de la coordinación de sus programas de acción con los gobiernos estatales y municipales.

Por otra parte, las actividades del sector propiciarán la retención de la mano de obra en su lugar de origen, así como corrientes migratorias ordenadas. Esto significa también la oportunidad de capacitar la mano de obra local, lo que implicaría mejores niveles de bienestar y calidad de la vida para la población.

La descentralización y diversificación de la producción energética, así como de la conservación, ahorro y eficiencia

de la misma, serán un factor central para lograr un avance en el balance equilibrado entre el desarrollo rural y urbano, y por lo tanto, para la descentralización de la vida nacional.

La ausencia de un enfoque regional energético-económico ha impedido entre otras cosas, tomar acciones preventivas a la movilidad indiscriminada de los factores productivos (particularmente recursos humanos y de capital) y ha ocasionado un proceso de concentración de las actividades productivas en los tres grandes polos tradicionales de la geografía económica nacional, representados por las áreas metropolitanas de las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara, a la vez que se vislumbran deseconomías externas de aglomeración, particularmente en el caso de la ciudad de México. Como son los llamados cinturones de miseria característica que se une al subempleo ocasionando con su sola presencia la saturación e inadecuación de los servicios públicos; pues, al concentrarse grandes núcleos demográficos se distraen con frecuencia enormes cantidades de recursos financieros para mantener la estructura de servicios humanos en donde la productividad de ese capital invertido resulta menor que la que se lograría aplicando dichos recursos en otras actividades económicas. Tan solo en 1975 el presupuesto para este renglón por medio del Departamento del Distrito Federal fue de 15,166 millones de pesos; mientras que, para las actividades productivas como la industria petrolera fue de 34,526 millones de pesos o sea un 43%; en la industria eléctrica de 25,971 millones de pesos, un 58.3% y en la agricultura de 60,019 millones de pesos, en 25% de los destinados a este rubro.

La concentración urbana no solo tiene consecuencias directas que mantienen en el subdesarrollo a la periferia y que se reflejan en el ensanchamiento de la brecha entre la disponibilidad de servicios para el campo y para la ciudad, propiciando uno de los grandes problemas actuales de nuestro país, que es el de la migración del trabajador del campo a la ciudad sino que también, genera problemas indirectos de imprevisibles consecuencias entre las que destaca la contaminación ambiental problema que demanda una enorme cantidad de recursos financieros de los que se tienen serias carencias; además, por los conflictos sociopolíticos derivados.

Es por esto la importancia de la regionalización energética derivada en económica y social es grande porque descentraliza, desarrolla zonas atrasadas, aprovecha los recursos naturales, la planificación de la producción, distribución, consumo, genera empleos, etc.

C A P I T U L O I V .

CAPITULO IV. ACCIONES PARA LA REALIZACION DE PROGRAMAS EN CONSERVACION Y AHORRO DE ENERGIA (CAE).

IV.1. FORMACION DE INSTRUCTORES EN LA DIRECCION DE RECURSOS ENERGETICOS EN LA EMPRESA.

I. OBJETIVOS:

Objetivos generales.

La necesidad de formar recursos humanos en el sector energético es fundamental para lograr ahorros significativos de energía y potenciales de conservación. Por lo que se hace necesario implementar un curso de formación, diseñado para proporcionar a los participantes los conocimientos y las capacidades necesarias para planear, conducir y evaluar actividades de formación en el campo de la gestión energética de la empresa, así como para actualizarlos en las técnicas modernas de gestión con los cambios tecnológicos que deberían aplicarse para racionalizar el consumo energético.

Objetivos específicos.

Los participantes que cumplan con las actividades previstas en el programa de formación estarán en grado de:

- Planear un curso en función de las necesidades de formación específicas.
- Organizar las actividades de formación, seleccionar los métodos didácticos más adecuados y las ayudas audiovisuales.
- Desarrollar y elaborar material didáctico "software" modular y los medios audiovisuales de apoyo.

- Adaptar el material didáctico existente en su institución, empresa, etc. de acuerdo a sus necesidades y elaborar el que falte.
- Evaluar las actividades de formación y aprendizaje.

II. PARTICIPANTES.

El curso estará dirigido a instructores, ingenieros de diversas carreras, profesores universitarios y personal de instituciones gubernamentales, empresas públicas y privadas, en cargos de actividades de formación relacionadas con la dirección y el ahorro de energía en las empresas.

Los participantes deberán haber completado estudios de nivel superior y estar relacionados con actividades de dirección de recursos energéticos en la empresa, en la docencia o en la formación.

III. CONTENIDO DEL CURSO.

El programa de formación se caracteriza por tres componentes o fases pedagógicas que se citan a continuación:

- a). Formación teórica.
- b). Visitas de estudio.
- c). Actividad de proyecto.

Fase a). La formación teórica se desarrolla durante seis semanas, en las cuales un grupo de expertos colaboran, dictando conferencias, dirigiendo mesas redondas y asistiendo a los participantes en sus trabajos de grupo o individuales, sobre los temas siguientes:

- Metodología de la formación.

- + El enfoque sistémico a la formación.
- + La identificación de las necesidades de formación.

- + El diseño y la dirección de un curso de formación.
- + Las ayudas audiovisuales.
- + Sistemas didácticos modulares.
- + Elaboración y edición de "software" didáctico.
- + Prácticas de enseñanza-autoscopia y microenseñanza.
- Técnicas de gestión energética.
 - + La planificación energética nacional.
 - + La gestión energética en la empresa.
 - + Aspectos económicos en la gestión energética.
 - + Ahorro energético-aspectos termodinámicos.
 - + Ahorro energético-aspectos eléctricos.
 - + Gestión y economía de energía en los edificios.
 - + Auditoría Energética.

Fase b). Las visitas de estudio, tienen una duración global de dos semanas y está integrado de visitas locales programadas y viajes de estudio. En este período _ los participantes tendrán la oportunidad de comprobar y profundizar los principios teóricos y los conocimientos adquiridos durante la fase de formación teórica.

Los objetivos principales de las visitas de estudio son:

- Analizar procesos industriales con consumo energético _ intensivo y evaluar las intervenciones para el ahorro energético.
- Estudiar los sistemas y métodos usados en la organización y la gestión de actividades de formación en el campo energético y evaluar la posibilidad de utilizarlos o adaptar_ los en la propia empresa, institución, etc.
- Establecer relaciones de colaboración con organizaciones, universidades y empresas públicas o privadas en el sector energético.

Fase c). La actividad de proyecto.

La parte final del curso está dedicada a la elaboración de un trabajo de proyecto que se realiza en grupo o individualmente. Este trabajo consiste en el desarrollo de un currículo para un curso de formación en el campo energético y de unidades didácticas modulares, adaptado a sus necesidades profesionales.

Al final del curso los participantes presentan y discuten con los colegas y el cuerpo docente el trabajo de proyecto realizado.

La realización del proyecto constituye un componente muy importante del programa del curso, ya que ofrece a los participantes la posibilidad de realizar, con asesoría, una parte del material didáctico a utilizar en su centro de trabajo y elaborar programas de formación adaptados a las necesidades específicas de sus organizaciones o empresas.

IV. METODOLOGIA.

Los métodos didácticos adoptados en el curso deben seleccionarse teniendo en cuenta el nivel educativo y la experiencia profesional de los participantes. La metodología activa (dinámica de grupo) que se emplee, los estimula a la participación continua al desarrollo y gestión de las actividades del curso.

V. EVALUACION.

Para controlar y evaluar que el programa de formación corresponde a las necesidades de los participantes, cada fin de semana (viernes) se realiza una sesión de "revisión semanal". En ésta sesión se discuten, revisan y evalúan, con el director del curso, las actividades desarrolladas durante la

semana y se presentan las de la semana siguiente. Al final del curso, cada participante recibe un cuestionario de evaluación general del curso, con el cuál tendrán la posibilidad de presentar sugerencias para el mejoramiento de cursos futuros.

VI. TEXTOS.

A lo largo del curso se distribuye una serie de folletos y documentos relacionados con el contenido de las actividades didácticas. Cada participante recibirá una bibliografía especializada de los temas tratados.

VII. CUERPO DOCENTE.

Durante el curso el personal docente esta conformado por profesionales del sector energético y administrativo. aproximadamente ocho profesionales, para un grupo de 15 a 25 participantes.

VIII. VISITAS DE ESTUDIO.

A Centros de investigación, universidades:

Instituto Mexicano delPetróleo.

Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Instituto Politécnico Nacional.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Universidad Autónoma Metropolitana.

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey.

Y otras instituciones y universidades.

A industrias y empresas:

-Empresas productoras de diseño y producción de hardware y software.

-Industrias del vidrio, cemento, siderúrgica, pemex, etc.

A centrales de producción y transporte de energía eléctrica.

-Comisión Federal de Electricidad en sus diversas plantas:
Termoeléctrica, Hidroeléctrica, Carboeléctrica, Geotermoe-
léctrica, y la naciente Nucleoeléctrica.

El trabajo de proyecto se realiza las dos últimas semanas del curso y los participantes ya no asisten al aula, pues se dedican a terminar la investigación para el proyecto y para su asesoría final. El proyecto está relacionado con las necesidades propias de un grupo de trabajo o individual de una empresa, institución, etc. con programas de energía que puedan aplicarse inmediatamente por su personal en la dirección del sector energético.

IV.2 LA AUDITORIA ENERGETICA COMO HERRAMIENTA EN LA ADMINISTRACION DE LA ENERGIA.

INTRODUCCION.

Este trabajo expone los principales elementos componentes de la actividad denominada Auditoría Energética. Centrando la atención principalmente en el sector industrial en lo referente a operación de plantas, aunque la parte conceptual también se puede aplicar a la auditoría en edificios e instalaciones administrativas.

Inicialmente se analiza el contexto en el cual se concibe a la Auditoría Energética y se pretende ir de un enfoque global o de país hacia un nivel específico o de empresa. En la segunda parte se señalan los principales objetivos de la Auditoría, sus diversos niveles, los pasos a seguir, la instrumentación requerida y las principales tabulaciones que se obtienen de su información, para lo cual se incluye el anexo B.

I. MARCO DE REFERENCIA.

I.1 Importancia de la energía.

La planeación del desarrollo de un país requiere tomar en cuenta todos aquellos factores que lleven a utilizar de manera óptima los recursos con que cuenta. Tradicionalmente se han considerado como recursos básicos a la tierra, al trabajo y al capital. Sin embargo, la atención de la vida moderna hacia matices económicos, cada vez más relevantes como las finanzas públicas, la balanza de pagos, la incorporación de tecnologías modernas a la producción y el intercambio interior y exterior de bienes y servicios, hace necesario crearle un espacio propio al rubro de la energía en cualquier plan o programa nacional, sectorial, o a nivel de empresa.

De esta forma, la energía puede incluirse dentro de la lista de recursos básicos por optimizar, pues si un país cuenta con ella - representa casi siempre un renglón importante en sus transacciones internacionales. En contraposición, si una nación carece de este recurso, se encuentra con gran dificultad financiera para apoyar su crecimiento, pues es necesario destinar divisas para adquirir energía, generalmente en forma de hidrocarburos.

En cualquiera de estos casos, la necesidad de optimizar el uso de la energía es evidente y resulta obvio que esta necesidad será creciente día tras día pues no importa de donde provenga la energía, la relación crecimiento económico-energía-soberanía nacional es constante y cada vez más estrecha.

I.2 Conservación de Energía.

En su sentido más amplio, la conservación de energía puede considerarse como la reducción del consumo específico de energía por debajo de un consumo de referencia, que puede ser el tendencial. Conceptualizada a nivel global, se puede decir también que la conservación de energía requerirá invertir cantidades adicionales de capital y/o trabajo y que además será necesario evaluar claramente si se está en la posibilidad de sacrificar un nivel de bienestar del consumidor final al aplicar medidas de ahorro de energía, y por lo tanto decidir si es necesario hacerlo o no.

De esta manera, conservar energía conlleva a enfocar el problema desde varios enfoques: el técnico, el económico, el social y el político. Todos ellos deberán considerarse conjuntamente en cualquier nivel de análisis que se trabaje, sea nacional, sectorial o por empresa.

I.3 Administración de la Energía.

El proceso bajo el cual se ejecutan los lineamientos de planeación de los energéticos es la administración de la energía, que incluye el estudio de la interrelación de la energía con las variables macro y micro económicas y la programación adecuada de las actividades con la finalidad de optimizar el uso de la energía. Los temas principales que constituyen puntos de estudio son:

- La política de precios de la energía.
- El racionamiento del consumo.
- La tecnología en uso y la tecnología alternativa.

- Los controles físicos de flujos.
- La legislación.
- La política fiscal.
- El impacto ecológico.
- La formación y capacitación de recursos humanos.
- La concientización de los usuarios.

A nivel general, se debe aprobar una medida sólo cuando su aportación total a la sociedad sea mayor a los costos totales que implica a la sociedad misma. De este concepto parte la afirmación de que el problema económico básico a resolver, es minimizar el costo unitario total que tenga una actividad consumidora de energía, englobando el costo total para una nación y no sólo considerando los costos de la energía misma.

Los costos sociales totales para un país no pueden ser determinados a nivel de empresa, por lo que se requiere un ente jurídico a nivel nacional que determine las líneas de acción prioritarias, -- así como los elementos de juicio para sustentar las decisiones a nivel sectorial y empresarial.

De esta forma, las actividades de un administrador de energía a nivel de empresa se pueden resumir en trece puntos fundamentales -- que son:

- Mantener un reporte actualizado de las adquisiciones, existencias y consumo de energéticos.
- Revisar periódicamente la utilización, tendencias y resultados del uso de los energéticos, para asesorar al administrador general.

- Recolectar y organizar los datos y registros departamentales del uso de energía y asegurarse que los registros y sistemas contables sean uniformes y en unidades homogéneas.
- Coordinar los esfuerzos de todos los usuarios de energía para fijar metas elevadas pero realistas.
- Brindar asesoría técnica sobre equipos y técnicas para el ahorro de energía, o para identificar fuentes de ayuda técnica adecuadas.
- Localizar e identificar los principales desperdicios de energía, cuantificando las pérdidas en términos financieros y hacer recomendaciones prácticas para reducirlas.
- Despertar el interés en la conservación de energía y mantenerlo vivo con nuevas ideas y actividades.
- Preparar e impartir cursos de entrenamiento con el propio personal o con apoyo de organizaciones externas, así como dar pláticas cortas, de naturaleza práctica, sobre diversos tópicos técnicos.
- Identificar áreas de actividad que requieran estudios más detallados y concentrar esfuerzos en éstas; asimismo, conservar un registro de esos estudios y verificar periódicamente los avances respectivos.
- Suministrar o elaborar un manual de prácticas recomendables en el uso de la energía, usando material publicado, o bien, en caso necesario, elaborar el material específico que cubra las necesidades de la empresa.

- Dar asesoría a las unidades de adquisiciones, planeación y producción, sobre las perspectivas a largo plazo, de la conservación de energía.
- Asegurarse de que al hacer mejoras o implementar sugerencias de cualquier fuente, no se ponga en peligro la salud de las personas y la seguridad del lugar en donde se labora.
- Mantener contacto con comités y grupos de trabajo dentro de la propia industria, y con la aprobación de la compañía, intercambiar ideas sobre técnicas de reducción de costos, cifras de comportamiento o ejecución en procesos similares.
- Vincularse con organizaciones de investigación, fabricantes de equipo y asociaciones profesionales, con el fin de estar informado de todos los desarrollos importantes en el campo de la conservación de energía.
- Actualizarse sobre los desarrollos nacionales y mundiales relativos a la energía, para asesorar a la administración general.

Es evidente, de acuerdo a sus funciones, que la forma en que un administrador de energía puede actuar más eficientemente depende estrechamente de la calidad y cantidad de la información que utilice; su base de datos será el apoyo principal de sus decisiones.

Se considera que un sistema de información que permita generar datos oportunos y confiables, incluye cuando menos los siguientes 18 rubros;

1. Balances de materia y energía de diseño actualizado para cada planta o proceso (estos datos pueden ser proporcionados por simuladores si no se cuenta con los datos originales).
2. Especificaciones técnicas de los principales equipos consumidores o generadores de energía.
3. Datos actualizados sobre tecnología que tenga un mejor aprovechamiento de la energía.
4. Información de las experiencias en conservación y ahorro de energía en otros centros de trabajo.
5. Condiciones reales de operación del equipo (informes de balances de energía).
6. Clasificación de los principales puntos de desperdicio.
7. Inventario de equipo, instrumentos y sus condiciones de uso.
8. Directorio de personal relacionado con el ahorro de energía en su planta, empresa o rama de actividad económica, así como en los centros de investigación del país.
9. Directorio de personal en funciones dentro de la planta o instalación.
10. Directorio de proveedores de equipos e instrumentos.
11. Relación de parámetros de consumo y de referencia.
12. Relación de posibles ahorros, sus plazos y argumentos.

13. Relación de sistemas y su monitoreo.
14. Relación de actividades desarrolladas en conservación y ahorro de energía en el propio centro de trabajo.
15. Relación de estudios realizados y por realizar.
16. Relación de informes a niveles jerárquicos superiores.
17. Correspondencia y archivo normal.
18. Relación de costos en sus distintos niveles de evaluación.

La obtención de datos provenientes de la operación de plantas, tiene un especial interés para la realización de balances de energía en cada una de las etapas importantes en el consumo de energía. Esta actividad se conoce como Auditoría Energética y es la fuente principal de información para integrar los puntos 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, y 18 de la relación mencionada líneas arriba.

II. LA AUDITORIA ENERGETICA.

Una auditoría energética es, a manera de encuesta un estudio profundo de todas las formas de energía mediante un examen crítico de una instalación consumidora de energía, y es el punto inicial para la implementación y control de un programa de conservación y uso eficiente de la energía, ya que determina dónde y cómo es utilizada y cuanta es desperdiciada. Para medir estos flujos de energía se requiere proceder a su contabilización por medio de medidores y registros adecuados para las mediciones realizadas, adecuadamente. Al tipo de empresa que se trate.

Dicha auditoría debe establecer todos los detalles de flujo de la energía como son: cantidad, transformaciones y los costos, para obtener una evaluación de las posibilidades de conservación y ahorro de la misma.

Dentro de los objetivos de una auditoría pueden mencionarse los siguientes:

- Establecer metas para la conservación y ahorro de energía.
- Desarrollar y/o fijar normas.
- Identificar y analizar ahorros oportunos.
- Formar un sistema de banco de datos.
- Etc.

Uno de los primeros puntos para iniciar la Auditoría es responder a la pregunta: ¿Cómo fluye la energía en la empresa?, La respuesta permitirá identificar las principales rutas de la energía, con sus respectivas transformaciones y destinos.

La clasificación más genérica se ubica en 5 grandes rubros:

- a). La electricidad.- Es un energético limpio, seguro y fácil de transportar a grandes distancias. Su principal uso se refiere a su transformación a energía mecánica para equipos, tales como bombas o maquinaria industrial, alumbrado, calor, energía química, etc.
- b). Los combustibles.- Pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos. Suministran calor con alta temperatura en hornos y reactores químicos. Los costos de transporte son mayores en los combustibles líquidos que en los sólidos, y generalmente se requieren instalaciones adicionales para su almacenamiento.
- c). El Calor.- Se utiliza la cantidad remanente de energía generalmente a temperaturas intermedias (120 a 180°C) para procesos industriales. Normalmente el vector es el vapor a media o baja presión que puede ser el remanente de sistemas de cogeneración.
- d). El agua.- Es un vector de energía que encuentra su aplicación en muchas situaciones. El agua caliente puede usarse para sistemas de calefacción, mientras que el agua fría se utiliza en sistemas de refrigeración; en dispositivos anti-incendios, como agua

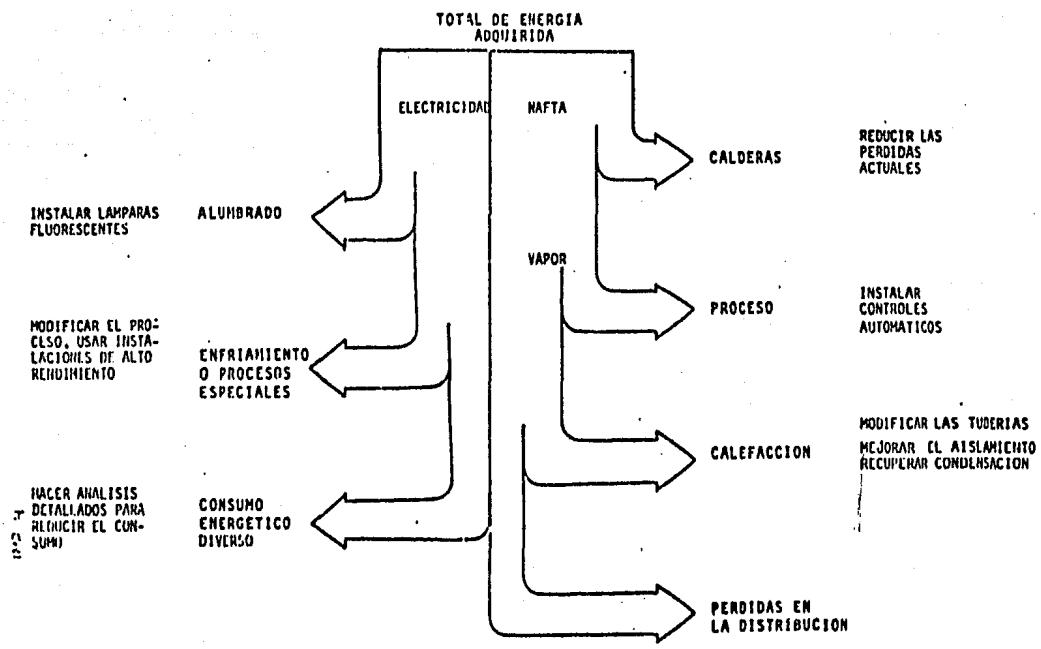
potable o como un elemento importante en muchos procesos químicos de las torres de reacción. La energía gravitacional del agua puede utilizarse como energía mecánica.

- e). El aire comprimido.- Tiene una función importante en los procesos industriales y en el sistema de calefacción, de ventilación y de aire acondicionado.

La Fig. 1 indica en forma simplificada, cómo fluye la energía en una empresa pequeña y da una idea de las posibles acciones e intervenciones para ahorro de energía.

uno de los mecanismos que permite establecer una metodología de desagregación aplicable a los procesos de cualquier planta, es la conceptualización de unidad productiva en la que se establecen tres criterios fundamentales para definirla:

1. Cuando dentro de la línea de proceso se elabora un producto o variante del mismo que puede o no encontrarse en el mercado. Ese mismo producto puede ser insumido como materia prima por otras unidades de la misma planta, para la elaboración de otro u otros productos.
2. Cuando en una etapa del proceso se obtengan varias corrientes y al menos una de ellas reciba un tratamiento físico y/o químico diferente.
3. Cuando existan equipos cuyos consumos de energía sean intensivos y cada uno de ellos constituya una línea



BALANCE ENERGETICO SIMPLIFICADO DE UNA PEQUENA EMPRESA CON INDICACION DE MEDIDAS DE AHORRO.

Fig. 1

paralela de proceso, que implique el mismo tratamiento físico y/o químico.

Adicionalmente, cuando en una planta se elaboran las materias primas para un proceso principal, a todo el conjunto de maquinaria y equipo necesarios para producir una de ellas se le puede considerar como una unidad productiva.

Esta desagregación es muy útil para un nivel intermedio de balance energético, pues representa segmentos de una planta o instalación sin llegar a un nivel de cada equipo. En las figuras 2 y 3 (anexo B) se muestra la concepción general de una planta, en esta desagregación; un par de ejemplos de aplicación serían una planta de cemento y un ingenio azucarero (ver Figs. 4 y 5 en el anexo B).

II.1 Tipos de Auditoría.

Una Auditoría Energética puede realizarse en tres diferentes niveles, los que a continuación se describirán:

Nivel I. Auditoría Preliminar.

Consiste en el registro y análisis de la energía comprada y la utilización de la misma en cada parte de la instalación donde los costos sean representativos y durante un periodo de tiempo establecido. Con este tipo de Auditoría se pretende identificar situaciones obvias de derroche energético, recomendar medidas de ahorro a través del mantenimiento oportuno y dentro de los mismos procesos de operación y proponer estudios más detallados para hacer modificaciones o cambios en los sistemas productivos. Para lograr esto,

es necesario recoger los datos sobre el consumo directo de los -- usuarios de energía y de todas las secciones de la empresa, esta-- bleciendo un sistema de contabilidad de energía en donde se indi-- quen claramente costos y consumos, así como la cantidad y el valor de los bienes y servicios producidos.

Para poder orientar la Auditoría Energética, es necesario deter-- minar las características peculiares de la organización de la em-- presa con base en los bienes y servicios asociados a la producción, de acuerdo al tipo de empresa de que se trate. Por ejemplo, en las empresas generadoras de electricidad, conviene mencionar la forma y los medios (convencionales y no convencionales) que utilizan pa-- ra generar la electricidad, como son los procesos térmicos (turbis-- nas de vapor, gas, combustóleo), los hidráulicos (presas), los nu-- cleares y otros (geotérmicos, solares, eólicos, etc.). Además exis-- ten otras categorías denominadas "industrias de energía intensiva" como son: la química, la siderúrgica, la metalúrgica y la cemente-- ra.

En este tipo de Auditoría es importante dividir en tres etapas -- el balance energético, que se realice:

- i) Balance global de energía en la planta industrial (factu-- ras de combustible y electricidad).
- ii) Balance global de energía de la potencia de la planta -- (cogeneración, servicios generales, combustibles, ener-- gía eléctrica).
- iii) Balance de energía en cada uno de los puntos de los equi-- pos (ver Fig. 6 en el anexo B).

Nivel II. Auditoría de Campo.

Este tipo de Auditoría es más completa y detallada que la anterior, pues en ella se incluye información sobre el consumo de energía por cada actividad, así como del equipo que utilice la empresa en la transformación de las materias primas sin descartar los servicios de apoyo o auxiliares; estos datos se emplearán en la elaboración de balances de masa y energía, y el tiempo requerido para su consecución depende del tamaño, necesidades y facilidades de que se disponga. Dichas Auditorías se efectuarán por un grupo de expertos en diseño y operación de procesos industriales y mediciones, principalmente. Más adelante se mostrarán formatos (módulos) usuales para hacer un inventario de los equipos y otros aspectos relacionados con la energía.

Adicionalmente, este tipo de Auditoría debe incluir dentro de su recopilación informativa los siguientes datos:

- Programa operativo (mensual y/o anual).
- Tipo de energía usada.
- Consumo mensual en las unidades estandar.
- Porcentaje de utilización de la planta con respecto a la cantidad programada.

El análisis de la Auditoría de campo y el balance de energía determinan los potenciales de conservación y ahorro; y es entonces cuando con criterios de evaluación y factibilidad técnica y económica se deben considerar otros parámetros entre los que se incluye a los reglamentos locales y de seguridad, así como los impactos

sociales, ecológicos, etc. Esta etapa debe generar un informe completo y más detallado, puesto que se toman decisiones de más valor si consideramos la importancia de sus decisiones.

Las inversiones de capital que requieran las medidas recomendadas deben someterse a un análisis económico en el cuál se comparan el valor monetario efectivo del ahorro de energía con el costo del capital invertido y así determinar el valor efectivo neto, la tasa de retorno, etc.

Nivel III. Auditoría de Inspección.

Se efectúa con un equipo humano para la inspección y análisis de las modificaciones efectuadas, y es responsable de recopilar y analizar los datos de los nuevos balances energéticos así como su evaluación.

Esta etapa se lleva a cabo posteriormente a la aprobación técnica y económica, mediante las modificaciones y cambios importantes de conductas para lograr el ahorro energético en forma justificada y con los elementos idóneos de personal.

Una vez efectuadas las etapas anteriores, el auditor de energía debe realizar la inspección y comprobación de los ahorros estimados previamente. Esta experiencia servirá para estudios posteriores en otras plantas similares, por lo que representa una aplicación y un beneficio comprobados.

Es conveniente mencionar que en el desarrollo de la Auditoría el Administrador de energía, siempre esta al corriente de la misma.

II.2 Herramientas para la realización de Auditoría.

Estas herramientas se clasifican en dos grandes agregados y son:

- 1). Identificación de los Vectores de Energía.
- 2). Instrumentación.

Identificación de los Vectores de Energía.- Un vector de energía tiene como función en el sistema energético identificar la distribución de la energía desde el momento y origen en que se produce, hasta los destinos y tiempos en que se emplea. La importancia que se le atribuye a dicho vector de ser transportado y almacenado, se refleja en su poder calorífico, también llamado "densidad energética" (ver cuadro 1 en el anexo B).

Instrumentación.- Un sistema indicador de los consumos de energía es esencial para el control y evaluación de cualquier programa de conservación y ahorro de energía, por lo que la selección apropiada del equipo de medición es tan importante como el mismo programa y dicho equipo debe usarse con estricto apego a sus indicaciones, porque de lo contrario puede repercutir en el funcionamiento normal del proceso. Por ejemplo las caídas de presión ocasionadas por los ajustes de flujo con propósitos de medición, pueden convertirse en pérdidas de energía que deberán tomarse en cuenta.

Como principio general, todos los combustibles y otros medios -- que contengan energía y sean usados en una planta, deben identificarse mediante un diagrama de flujo. Los diagramas de bloques pueden emplearse en aplicaciones individuales (ver Fig. 7, anexo B) y

señalan posibilidades de ahorro energético, así como la necesidad de efectuar mediciones para cuantificar estos ahorros. Los diversos equipos o unidades de proceso pueden representarse en un diagrama de redes de energía. Las cantidades de energía medibles directamente deben calcularse a partir de mediciones de presión, -- voltaje, temperatura, flujo, composición de gases u otras propiedades físicas específicas.

Existen tres etapas importantes para determinar la selección - del equipo de medición:

- 1a. Dibujar el diagrama de energía, identificando donde será necesario evaluar los consumos de energía.
- 2a. Determinar qué propiedades físicas pueden medirse.
- 3a. Con base en las dos etapas anteriores, seleccionar - el equipo apropiado para medir estas propiedades.

Las variables relativas a la instrumentación, pueden clasificarse de la siguiente manera:

- a). Variables de la Energía.
 - Temperatura.
 - Presión (relativa y absoluta).
- b). Cantidad y relación de variables para flujo de materiales en un proceso son:
 - Relación para el flujo del fluido.
 - Nivel del líquido.
 - Velocidad del proceso en la maquinaria.
- c). Propiedades Variables de la Sustancia.
 - Gravedad específica, viscosidad, P_H , humedad, etc.

4). Variables en los sistemas de calor.

En el campo del combustible y sistemas de calor, -
los parámetros mas importantes a medir son los si--
guientes:

- Temperatura.
- Presión.
- Flujo o gasto.
- Composición del gas.
- Velocidad del gas.
- Flujo de calor.
- Densidad.
- Densidad de humos.

Clasificación de los Instrumentos (para medición y -
control de variables físicas).

- Detección de elementos: Determinar las variables
bajo consideración.
- Medición de elementos: Registrar el valor medido
en las unidades apropiadas.
- Sistemas de control: Pueden ser sistemas manual
o automático y pueden ajustarse o monitoréar el va--
lor de las variables.

Instrumentación para una Auditoría Preliminar.-

La instrumentación requerida para la conducción de una
auditoría preliminar es simple y de uso fácil e inclu
ye basicamente:

- Medidores de presión (manómetros y manómetros -

diferenciales).

- Termómetros, pirómetros ópticos.
- Analizador de gases de la combustión, tipo portátil.
- Voltímetros.
- Una caja de tizas termosensitivas.
- Anemómetro de ventilador.
- Luxómetro.

Instrumentación para una Auditoría de Campo:

Los instrumentos de medición requeridos para una auditoría de campo son mucho más completos en relación a procesos particulares para auditarse; algunos de los instrumentos ya se indicaron en la auditoría preliminar, pero de los más sofisticados que se requieren ahora son para:

- Medición de temperaturas, presión, relación del flujo de vapor, agua, aire, combustóleo, etc.
- Wattmetros y otros instrumentos eléctricos para medir el factor de potencia.
- Para detectar la temperatura en la superficie de las paredes, tuberías, etc, así como pirómetros infrarrojos.
- Manómetros con cambio de resistencia para medir la velocidad del gas.
- Tubos PITOT para medir velocidades, con un manómetro diferencial.
- Medidor de PH
- Etc.

Mediciones e Instrumentos en General.

Temperatura.

Termómetros de vidrio, bimetalicos, etc.

Indicadores de temperatura tipo crayón y de pelota.

Detectores de temperatura tipo resistencia.

Termopares.

Pirómetros ópticos y de radiación total, etc.

Flujos.

Rotámetros.

Dispositivos de presión diferencial y de desplazamiento positivo.

Medidores de turbina, anemómetros, tipo magnético.

Medidores de canal abierto, tubos pitot, etc.

Presión.

Manómetros.

Medidores de tipo Bourdon y Campana.

Medidores con diafragma sensible.

Indicadores de Nivel.

Medidores visuales.

Tubo Burbujeador.

Medidores de flotador.
Medidores capacitivos, etc.

Eléctricos.

Medidores de corriente directa y alterna.
Multímetros, etc.

Gases.

Analizador tipo Orsat, etc.

II.3 Selección de Equipo.

Sugerencias generales útiles en la organización del -
proceso de selección del sistema de medición.

- + Decidir el uso de los resultados y evaluaciones del -
flujo de energía, como serán analizados, interpreta--
dos y presentados, y cual será la acción a seguir de-
pendiendo de estos análisis.
- + Determinar que mediciones físicas pueden hacerse mas
facilmente para el cálculo de los consumos de energía
que se requieran.
- + Seleccionar tentativamente los tipos generales de dis-
positivos primarios de medición que puedan ser usados.
- + Obtener de los fabricantes o sus representantes loca-

les recomendaciones específicas sobre los instrumentos que se requieran así como el equipo de medición específico requerido.

- + Obtener recomendaciones de proveedores donde se muestren con detalle los costos; procedimientos de los equipos y operación, tamaños de equipos, su precisión y el adiestramiento necesario.
- + La selección final incluye muchas consideraciones más como son:
 - Resistencia de los dispositivos de medición e instrumentación a los cambios de temperatura, corrosión o abrasión de líquidos o materiales en contacto con ellos.
 - Facilidad de instalación y retiro de los instrumentos, incluyendo la suspensión del proceso.
 - Exactitud del instrumento comparado con otras alternativas.
 - Energía requerida para su operación.
 - Exactitud, costo económico, disponibilidad en el mercado, adiestramiento de personal, mantenimiento, refacciones, etc.

Finalmente, para completar la información requerida por la realización de la Auditoría Energética, en el anexo B y más específicamente en el punto II.4, denominado módulos de información se presentan formatos diversos que contabilizan y registran los aspectos más relevantes para este tipo de estudio.

Como una aportación final a este tema; es fundamental que cuando se desee realizar una Auditoría Energética se tomen en cuenta los elementos con los cuales se cuenta, porque uno de los problemas - principales que se presentan al estudiar energéticamente una planta es la falta e insuficiencia de instrumentos de medición, por lo cual se hace necesario en algunas ocasiones hechar mano de estimaciones analíticas para tener una idea de la magnitud que se este - manejando y a medida que su importancia sea más relevante, se hace necesario contratar los servicios de empresas dedicadas al area de mediciones y que portan el equipo necesario requerido para un estudio detallado de la energía en los procesos industriales.

IV.3. LA COGENERACION COMO UNA MEDIDA PARA AHORRAR ENERGIA.

La cogeneración es la tecnología empleada en la industria para la producción simultánea de energía eléctrica y vapor económicamente, y ha tenido éxito de tal forma, que la aplicación de estos sistemas en cuanto al potencial de cogeneración en la industria se refiere son:

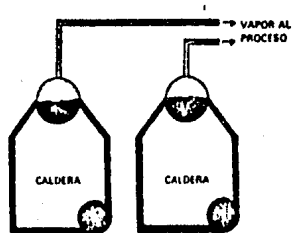
<u>INDUSTRIA</u>	<u>% del total</u>
Alimenticia.	4.0
Textil.	1.0
Papel y Celulosa.	48.0
Química.	26.0
Refinación.	8.0
Acero.	13.0
Total	100.0

Para poder resaltar la diferencia e importancia de un sistema cogenerativo es necesario analizar primero los sistemas separados. Se denomina así a aquellos ciclos que satisfacen los requerimientos de energía en la industria, pero mediante la generación independiente de vapor y electricidad.

Sistemas separados:

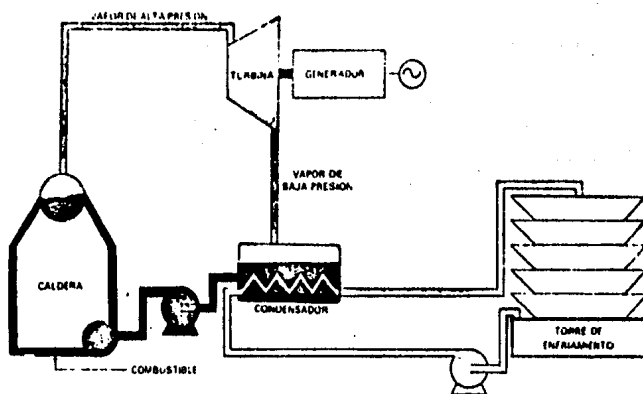
-Generación de vapor.- Por medio de las calderas (fig. 1) se genera el vapor que se requiere en los procesos industriales para utilizarse como medio de calentamiento, para hacer vacío, como elemento de arrastre en destilación y agotamiento de hidrocarburos y, para enviarse a turbinas de vapor.

-Generación de energía eléctrica con turbinas de vapor.- Debido a lo versátil de las calderas para realizar trabajo con varios tipos de combustibles son ventajosas para la generación de electricidad mediante las turbinas de vapor. Aunque



Generación de vapor

Fig. 1



Generación de electricidad con turbinas de vapor

Fig. 2

glo se aprovecha entre el 27 y 35% del total del calor proporcionado por los combustibles, debido a las pérdidas en el condensador principalmente, como se verá en su oportunidad. En estos sistemas una de las contribuciones más importantes la constituye el empleo de economizadores que aprovechan el calor de los gases de combustión ver la tabla 1, y la fig. 2, 2.a, 2.b, y 2.c, respectivamente. Donde podrán observarse turbinas de vapor, con capacidades de 25 Mw, 75 Mw y 100 Mw.

-Generación de energía eléctrica con turbinas de gas.- También en estos sistemas el aprovechamiento es bajo, alrededor del 30%, debido a las grandes pérdidas existentes a través de los gases calientes de escape de las turbinas (fig. 3), las cuáles usan gas natural o destilados ligeros, cuyas propiedades son más atractivas en otras aplicaciones, en algunos países se prohíbe su uso para generar electricidad.

-Generación de energía eléctrica con ciclo combinado.- Consiste en la utilización de diferentes sistemas que utilizan energía térmica para generar energía eléctrica empleando tanto turbinas de gas como de vapor en forma combinada. Esto es una versión mejorada del sistema de generación de electricidad con turbinas de gas, pues se aprovechan los gases calientes de escape de las turbinas para la producción de vapor y generación de electricidad. El hecho de generar simultáneamente energía eléctrica con la turbina de gas y la de vapor se le conoce como sistema de ciclo combinado (fig. 4) y, su eficiencia al aprovechar el calor del combustible se incrementa hasta un 42% y más. Es muy común su aplicación en las plantas termoeléctricas.

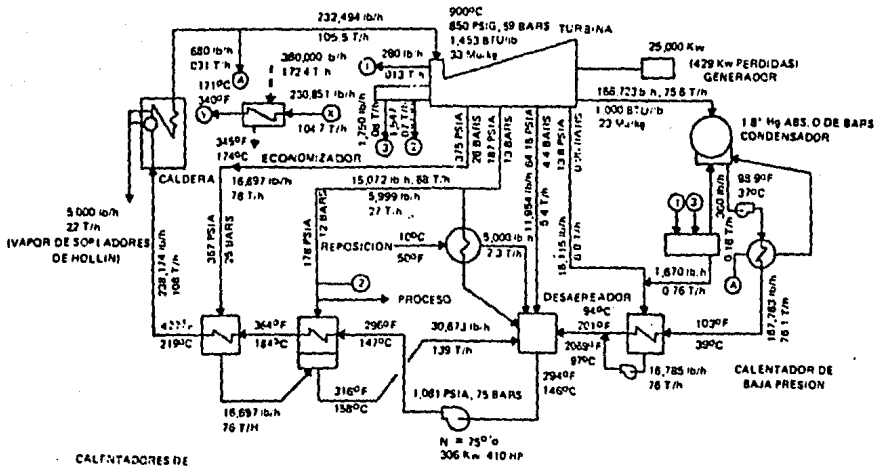


Fig. 2.a

CONSUMO DE ENERGIA DE CICLO 9.956 BTU/Kw-h

Turbinas de vapor

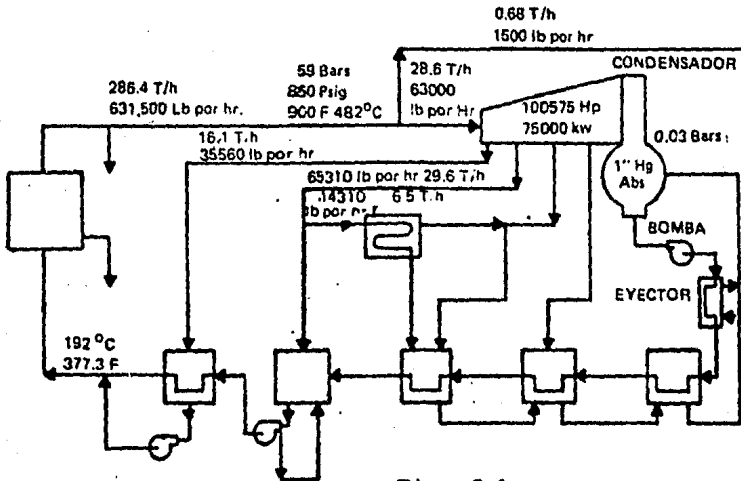


Fig. 2.b

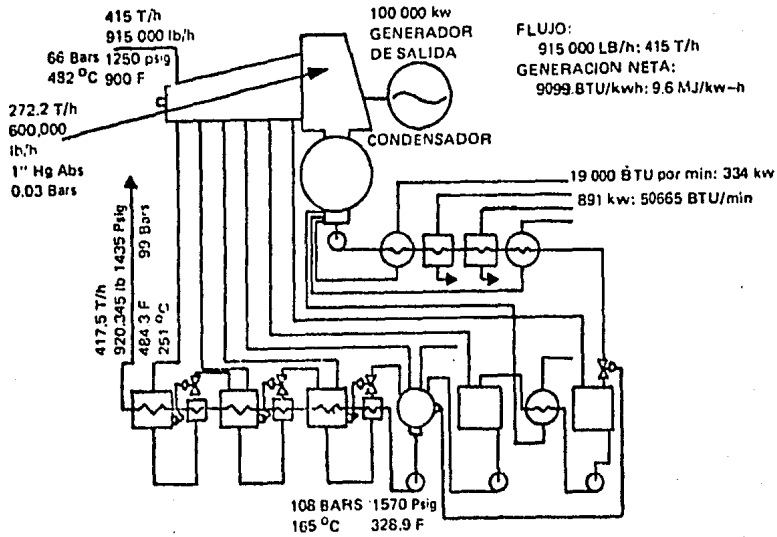
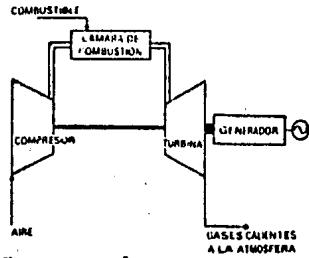


Fig. 2.c

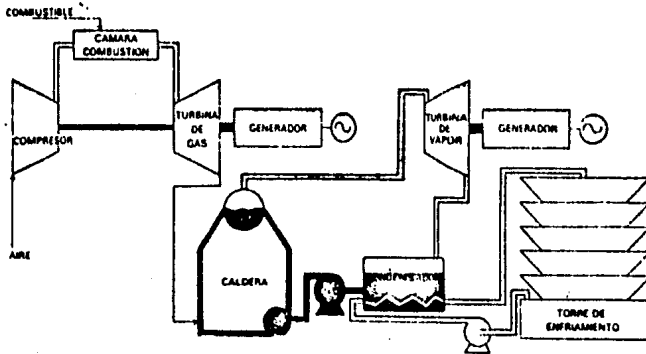
TABLA 1

CALOR RECUPERADO EN ECONOMIZADOR (MMB.twh-h)	MEJORA DE LA CAPACIDAD DEL CICLO (BTU.kw-h)
1	30
3	75
5	160
7	225
9	290
11	300



Generación de electricidad con turbinas de gas.

Fig. 3



Generación de electricidad con sistemas de ciclo combinado.

Fig. 4

CAP: CALENTADOR DE ALTA PRESION
 CMP: CALENTADOR DE MEDIA PRESION
 CBP: CALENTADOR DE BAJA PRESION

CD: CALENTADOR DE DRENE

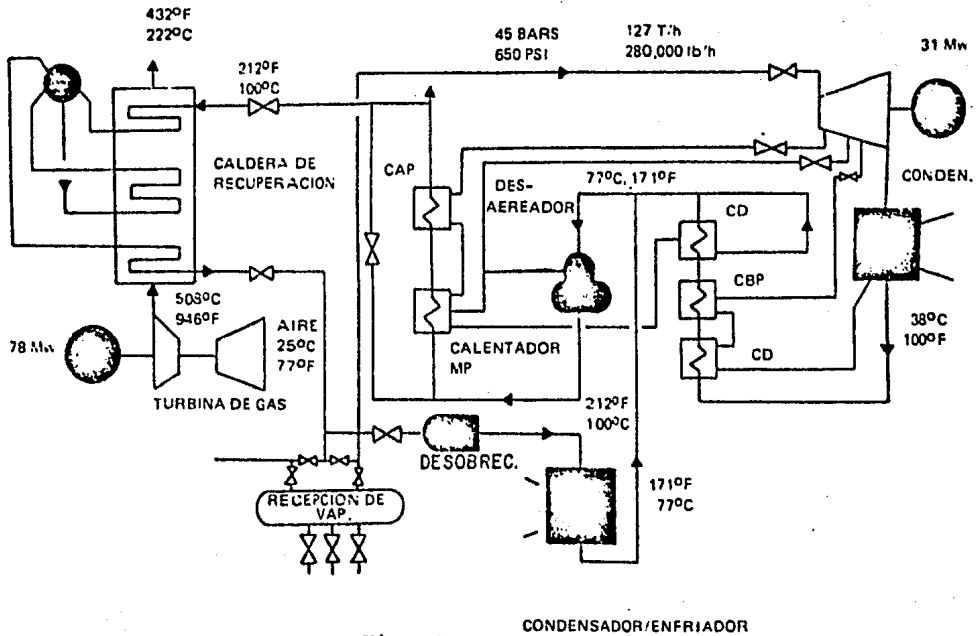


Fig. 4.a

La utilización simultánea de turbinas de gas y generadores de vapor "sin fuego" (caldera de recuperación), se ha incrementado los últimos años. Un ejemplo de estos ciclos se muestra en la fig. 4.a., con los cuáles se han logrado alcanzar eficiencias hasta de 50% o superiores.

Sistemas Cogenerativos.

Las ventajas de generar simultáneamente energía eléctrica y energía térmica mediante vapor, se han venido utilizando desde hace algunos años. Es factible llevar a cabo diversas combinaciones para la generación simultánea de esas dos energías. La selección del sistema dependerá de las condiciones y necesidades particulares de cada instalación.

-Sistema cogenerativo con turbina de vapor.- El caso más simple de cogeneración se efectúa mediante el uso de este tipo de turbinas, descargando a una contrapresión tal que permita además de generar energía eléctrica, aprovechar el vapor de baja y media presión en intercambiar calor con las corrientes del proceso en vez de condensarse (fig. 5). Con ello la eficiencia térmica puede incrementarse del 35% a más del 70%.

-Sistema cogenerativo con turbina de gas.- En este sistema se aprovechan los gases calientes de la turbina, después de haber generado electricidad; para aprovecharlos mediante una caldera de recuperación y así enviar un vapor al proceso con una presión superior. Es posible incrementar la eficiencia térmica cerca del 80% de ésta manera (fig. 6, 6.a).

-Sistema cogenerativo de ciclo combinado.- Este sistema de cogeneración se requiere cuando un sistema cogenerativo de turbina de gas no alcanza a satisfacer las necesidades de

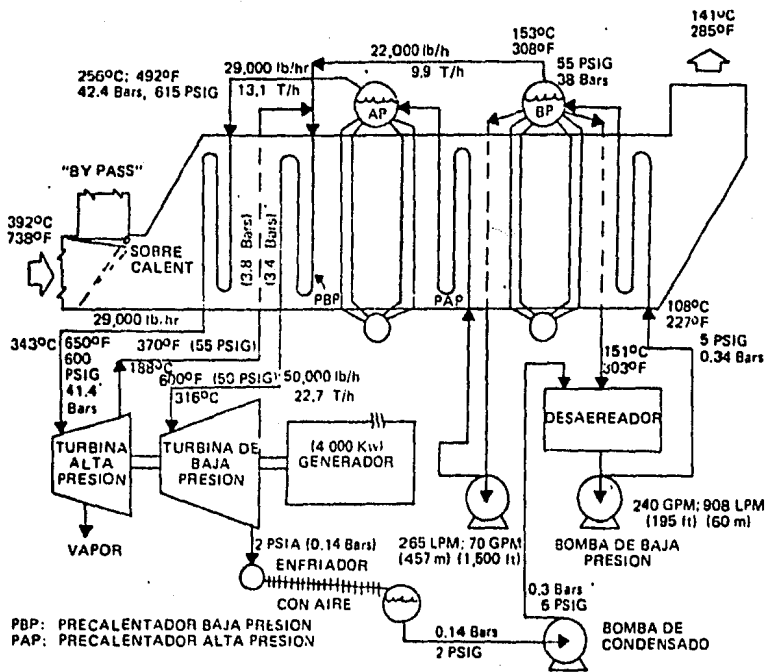
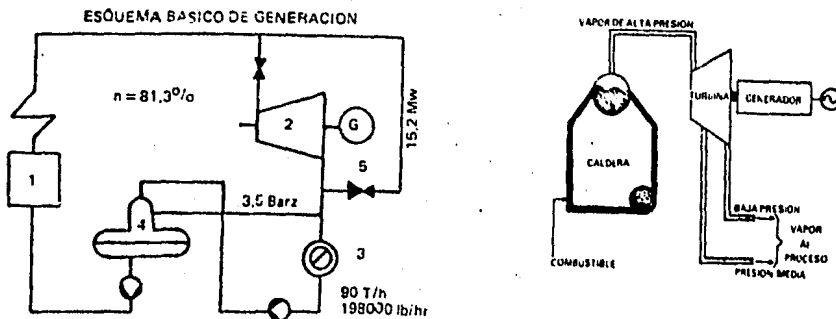
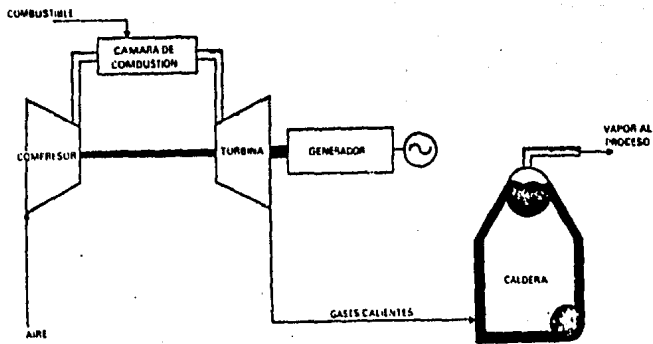


Fig. 5

Sistema de cogeneración con turbinas de vapor.





Sistema de cogeneración con turbinas de gas.

Fig. 6

TAP TURBINA DE ALTA PRESION
 TBP TURBINA DE BAJA PRESION
 TAPB TURBINA A MED A PRESION
 CBP COMPRESOR DE BAJA
 GEN GENERADOR
 RL RECALENTADOR
 COMP COMPRESOR

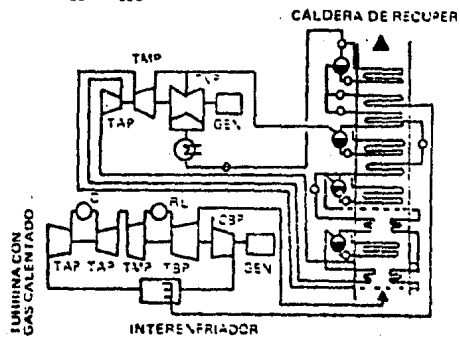


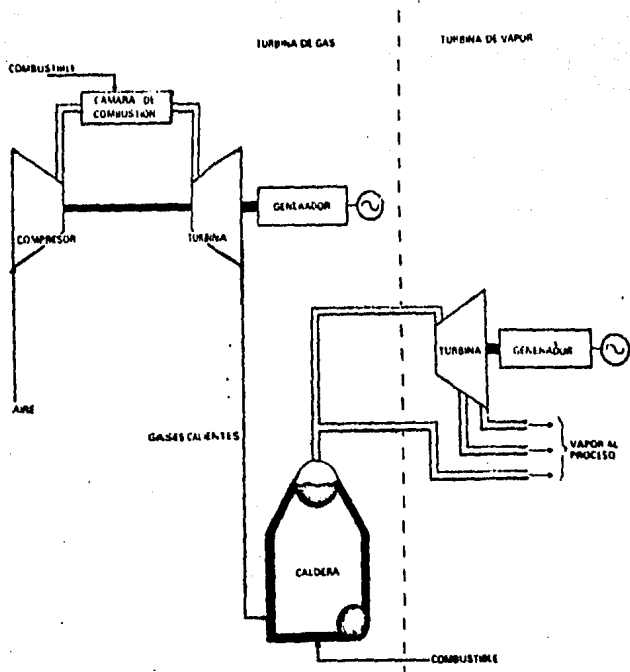
Fig. 6.a

energía eléctrica y vapor, existiendo la posibilidad de emplear combustible adicional para generar un vapor de alta presión (fig. 7), que producirá más electricidad por medio de una turbina de vapor, así como también un cierto volumen de vapor para enviarse al proceso de la planta. Se denomina ciclo combinado por emplear turbinas de gas, turbinas de vapor y al envío de vapor al proceso. Este ciclo puede presentar diversos arreglos, según convenga y, su eficiencia se encuentra en un intervalo del 45% al 70%, la cuál depende de las características del vapor de alimentación y de la extracción en la turbina de vapor, así como también de la capacidad instalada de condensación.

-Sistema cogenerativo de ciclo "topping"(alto).- Se denomina así al sistema de generación de electricidad con turbinas de vapor de alta presión (fig. 8). Con frecuencia se localiza en plantas de fuerza modernizadas con calderas de alta presión que trabajan aún con turbogeneradores viejos. En estos casos, con la turbina de vapor de alta presión "topping" se regulan las características del vapor de presión de media dentro del ciclo. Otro ejemplo se ve en la fig. 8.a.

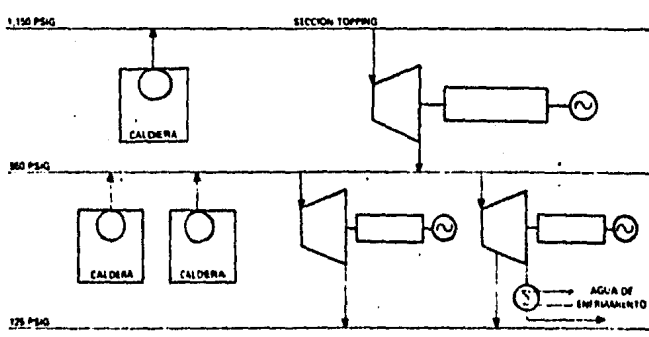
-Sistema cogenerativo de ciclo "Bottoming"(bajo).- Corresponde al sistema cogenerativo que aprovecha el calor de desecho para generar fuerza. Las fuentes más comunes de este calor son: gases de escape de turbinas de gas, gases de salida de calentadores, corrientes de proceso que requieren enfriamiento (fig. 8.a). Un ejemplo de este ciclo lo encontramos en las turbinas de vapor de ciclo combinado.

-Sistema cogenerativo con capacidad instalada de condensación.- Los ciclos cogenerativos anteriores no habían contemplado la posibilidad de incluir una etapa de condensación,



Sistema de cogeneración de ciclo combinado.

Fig. 7



Sistema cogenerativo de turbinas de vapor en ciclo topping.

Fig. 8

OPERACION DE CICLOS CON COGENERACION

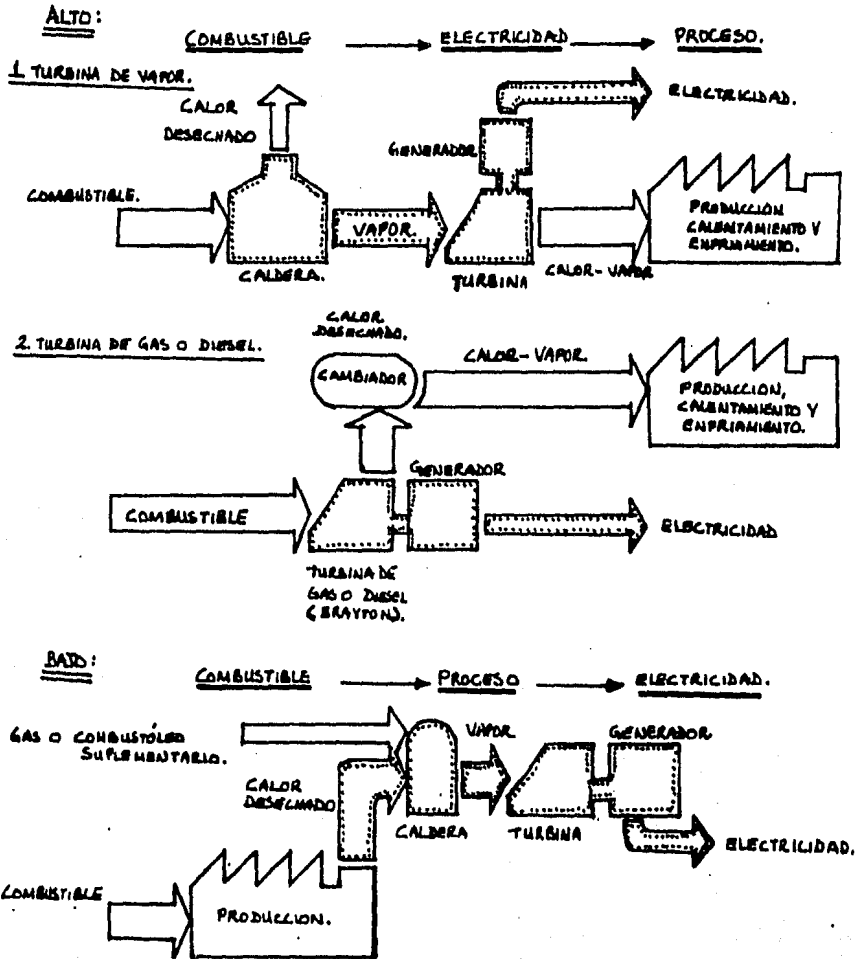


Fig. 8.a.

puesto que se recuperaba el calor para otros fines totalmente. Sin embargo, es conveniente mencionar que en algunas turbinas de vapor con sistema cogenerativo deben mantener capacidad de condensación por las ventajas siguientes:

- +Poder generar electricidad en emergencias.
- +Es auxiliar para cubrir las demandas eléctricas pico.
- +Es práctico en lugares donde no llegan las redes eléctricas del servicio público.
- +Disponer de generación eléctrica suficiente durante el mantenimiento o reparación de turbogeneradores.
- +Simplifica la distribución de fuerza.

En la fig. 9 se puede apreciar un arreglo que muestra un ejemplo de sistema cogenerativo con capacidad instalada de condensación.

- Clasificación de los ciclos de potencia en base a el consumo de calor y la relación energía eléctrica-vapor disponible.

Es necesario conocer el consumo energético específico (KCAL/KWH) de los diferentes sistemas de potencia: Separados y Cogenerativos, así como su producción eléctrica específica (KWH/Tn_{vapor}), para hacer una adecuada selección cuando así se requiera. En el cuadro F-1, se ha calculado el consumo energético para la producción de electricidad como la diferencia entre el consumo de calor en un ciclo combinado y el calor necesario para la producción de vapor con una caldera tradicional (considerando su eficiencia=90%).

El cuadro muestra que el ciclo utilizado para la generación de electricidad para tiene un consumo específico mayor a 2,000 KCAL/KWH:

puesto que se recuperaba el calor para otros fines totalmente. Sin embargo, es conveniente mencionar que en algunas turbinas de vapor con sistema cogenerativo deben mantener capacidad de condensación por las ventajas siguientes:

- +Poder generar electricidad en emergencias.
- +Es auxiliar para cubrir las demandas eléctricas pico.
- +Es práctico en lugares donde no llegan las redes eléctricas del servicio público.
- +Disponer de generación eléctrica suficiente durante el mantenimiento o reparación de turbogeneradores.
- +Simplifica la distribución de fuerza.

En la fig. 9 se puede apreciar un arreglo que muestra un ejemplo de sistema cogenerativo con capacidad instalada de condensación.

- Clasificación de los ciclos de potencia en base a al consumo de calor y la relación energía eléctrica-vapor disponible.

Es necesario conocer el consumo energético específico (KCAL/KWH) de los diferentes sistemas de potencia: Separados y Cogenerativos, así como su producción eléctrica específica (KWH/T_{vapor}), para hacer una adecuada selección cuando así se requiera. En el cuadro F-1, se ha calculado el consumo energético para la producción de electricidad como la diferencia entre el consumo de calor en un ciclo combinado y el calor necesario para la producción de vapor con una caldera tradicional (considerando su eficiencia=90%).

El cuadro muestra que el ciclo utilizado para la generación de electricidad para tiene un consumo específico mayor a 2,000 KCAL/KWH:

**CLASIFICACION DE LOS CICLOS DE POTENCIA EN BASE A:
EL CONSUMO DE CALOR (KCAL/KWH)
LA RELACION ENERGIA ELECTRICA-VAPOR DISPONIBLE (KWH/T)**

CICLO	KCAL/KWH	KWH/T	OBSERVACIONES
Turbina de condensación	2.000-3.500		3.100 ciclo 6Cb con tratamiento de agua simplificado. 2.700 ciclo 125 MW. 2.250 ciclo 700 MW - 340 °C 2.220 ciclo 600 MW - 340 °C 2.160 ciclo 500 MW - 345 °C 2.500 kcal/kwh es el consumo medio para una planta de gran potencia en un país industrializado (Francia)
Turb. de gas con descarga atmosférica	2.800-3.600		
Turb. de gas + caldera recuperación + turbina condensación (ciclo STAG)	2.050-2.400		
Turb. de gas + caldera recuperación sin post-combustión - suministro de vapor a la planta	1.500-1.800	300 a 350	
Turb. de gas + caldera recuperación sin post-combustión + turb. de contrapresión - suministro de vapor a la planta	1.500-2.000	350 a 400	
Turb. de gas-caldera recuperación + post-combustión con/sin turb. contrapresión	1.200-1.600	70 a 350	
Turb. de vapor contrapresión	1.000-1.200	50 a 200	
Generador Diesel + caldera recuperación con/sin postcombustión	1.200-1.300		

Fig. F-1

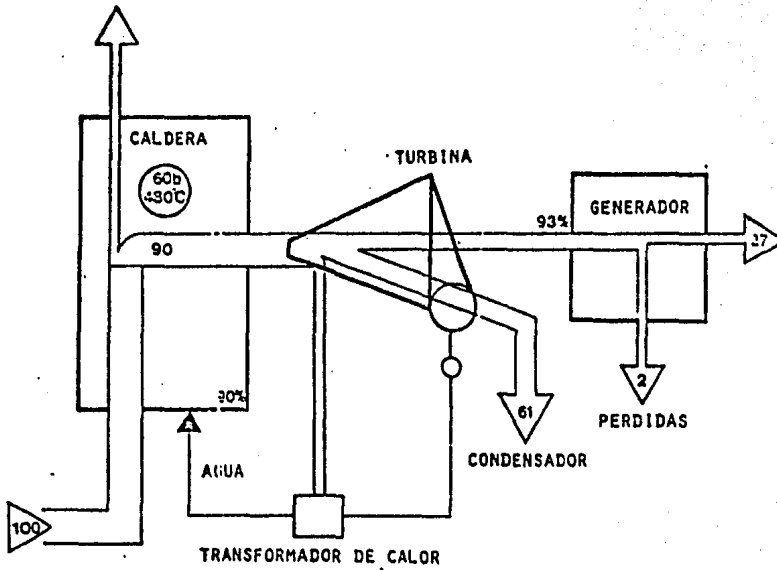
- Turbina de condensación de vapor: de 2,000 a 3,500 KCAL/KWH.
- Turbina de gas: de 2,800 a 3,600 KCAL/KWH.
- Turbina de gas con caldera de recuperación y turbina de vapor condensado: de 2,050 a 2,400 KCAL/KWH.

Los ciclos térmicos más eficientes tienen un consumo específico de 2,100 KCAL/KWH. La forma de mejorar el consumo específico es usar un calor combinado y un ciclo de potencia.

A continuación se analizan los balances de energía específicos de cada ciclo y en especial las pérdidas relativas.

- La turbina de vapor condensado (fig.F-2) tiene grandes pérdidas debido al condensado: de 1,933KCAL/KWH o sea el 60% del consumo de calor total para un ciclo industrial típico con tratamiento de agua simplificado.
- En la turbina de vapor a contrapresión (fig. F-3), el vapor a baja presión puede ser utilizado para procesos de calentamiento y es posible alcanzar las 1,022 KCAL/KWH.
- La turbina de gas sin recuperación tiene una gran pérdida en el dispositivo de descarga: de 1,949 KCAL/KWH. Esto representa alrededor del 68% del total del calor consumido por este ciclo (fig. F-4).
- En la turbina de gas con caldera de recuperación sin post combustión (fig. F-5), los gases de descarga de la turbina de gas son utilizados efectivamente en una caldera de recuperación. El vapor producido alimenta la unidad de proceso o la turbina contrapresión y el consumo total de calor del ciclo es superior a los 1,500 KCAL/KWH lo que representa una optimización hasta del 55%.

TURBINA DE CONDENSACION DE VAPOR
(CICLO INDUSTRIAL)

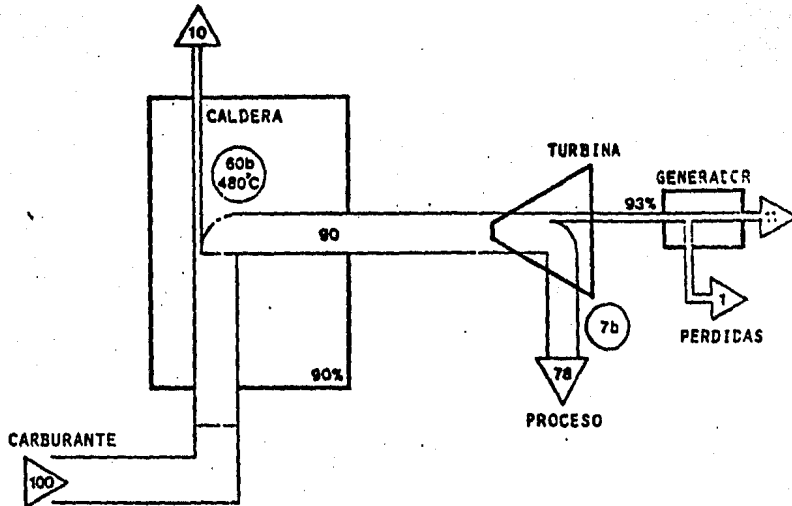


PERDIDAS DE ENERGIA ELECTRICA:	860
CALDERA	317
ELEC. MEC.	60
CONDENSADOR	1933

CONSUMO DE CALOR .	3170 KCAL/KWH.

Fig. F-2

TURBINA DE VAPOR CONTRAPRESION



ENERGIA ELECTRICA

PERDIDAS DE ENERGIA ELECTRICA:	860
CALDERA	102
ELEC. MEC.	60

CONSUMO DE ENERGIA	1022 KCAL/KWH

Fig. F-3

TURBINA DE GAS SIN RECUPERACION

PERDIDAS DE ENERGIA ELECTRICA	860
ESCAPE	1949
ELEC. MEC.	57

CONSUMO DE CALOR	2866

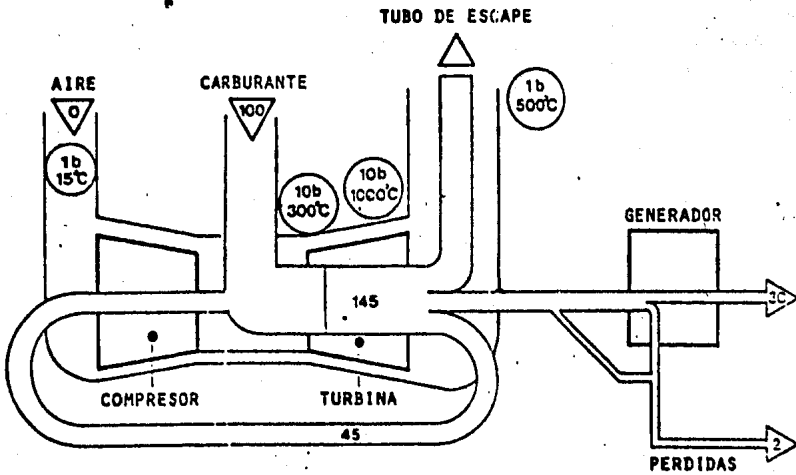


Fig. P-4

TURBINA DE GAS CON CALDERA DE RECUPERACION SIN POSTCOMBUSTION

		A	B
A) VAPOR PARA EL PROCESO	ENERGIA ELECTRICA:	860	860
B) TURBINA CONTRAPRESION	PERDIDAS - ESCAPE	675	587
	ELEC. MEC.	57	61
		-----	-----
	CONSUMO DE CALOR (KCAL/KWH)	1592	1508

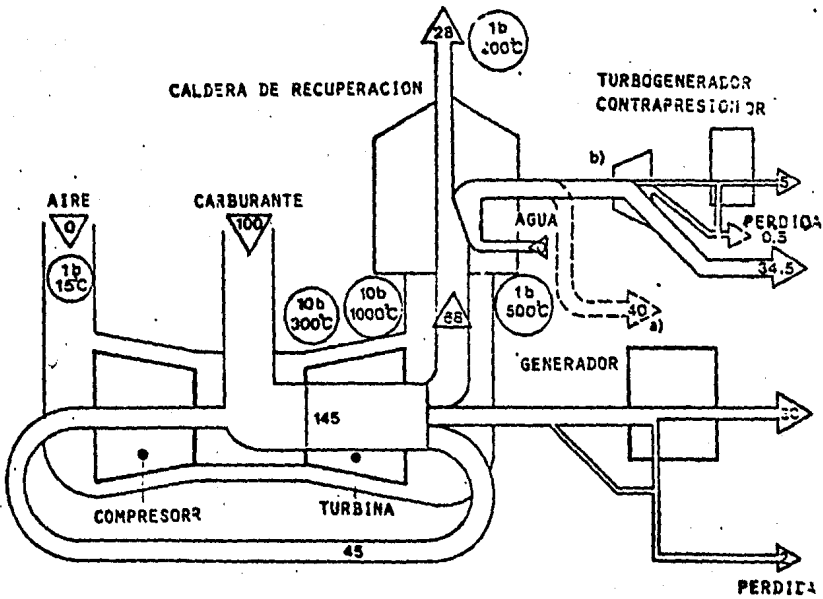


Fig. F-5

- La turbina de gas con caldera de recuperación con post-combustión (fig. P-6), funciona con un amplio exceso de aire; una postcombustión puede utilizar el oxígeno y el consumo específico de calor puede alcanzar los 1,200 KCAL/KWH, un 20% más óptima que el arreglo anterior.
- Un generador diesel con una caldera de recuperación de vapor y una producción de agua caliente puede reducir su consumo específico de calor hasta 1,200 KCAL/KWH.

Selección de sistemas cogenerativos.

Una selección de diferentes soluciones debe responder a varios criterios tales como los niveles de seguridad en la producción de energía. Para poder determinar la combinación más adecuada de un sistema cogenerativo, es necesario analizar la información sobre el consumo real de las unidades de proceso y definir la eficiencia del consumo, realizando una revisión de las pérdidas de vapor y condensado, por lo que se hace necesario disponer de un balance o diagrama del vapor (fig. 10 y 10.a). Esta etapa de diagnóstico del uso energético debe ser cuidadosa ya que cuando existen datos desviados puede ocasionar que las metas de ahorro de energía previstas en el plan operativo de la planta de fuerza en estudio sean incongruentes a la realidad.

Analizar la información disponible en los balances de vapor y los esquemas interrelacionados, es la parte más importante para seleccionar el sistema cogenerativo adecuado. Es necesario también medir y confirmar algunos flujos de vapor para poder cerrar el balance de distribución en la planta de fuerza, además de requerir de los esquemas de distribución e interconexión de los principales equipos y sus características, eficiencias y año de inicio de operaciones (fig. 11).

**TURBINA DE GAS CON CALDERA DE RECUPERACION
CON POSTCOMBUSTION**

		A	B
A) VAPOR PARA EL PROCESO	ENERGIA ELECTRICA:	860	860
B) TURBINA CONTRAPRESION	PERDIDAS · ESCAPE	311	271
	ELECT. MEC.	57	33
		-----	-----
	CONSUMO DE CALOR (KCAL/KWH)	1288	1194

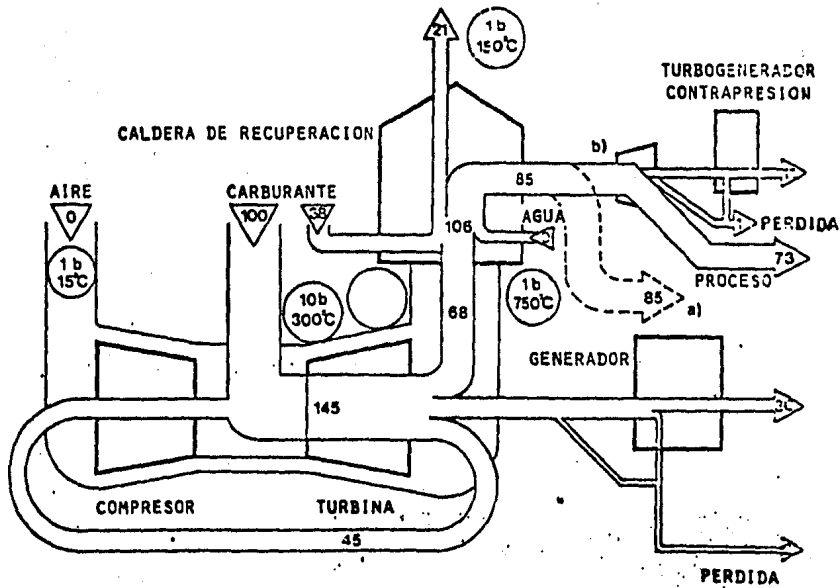


Fig. F-6

GENERADOR DIESEL CON CALDERA DE RECUPERACION

PERDIDAS DE ENERGIA ELECTRICA:	860
ESCAPE	176
ELEC. MEC.	158

CONSUMO DE CALOR	1194 KCAL/KWH

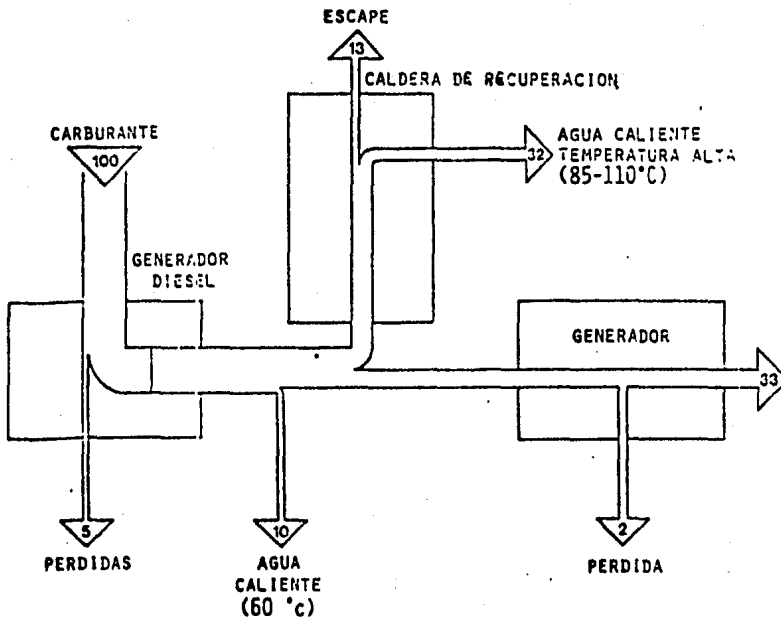
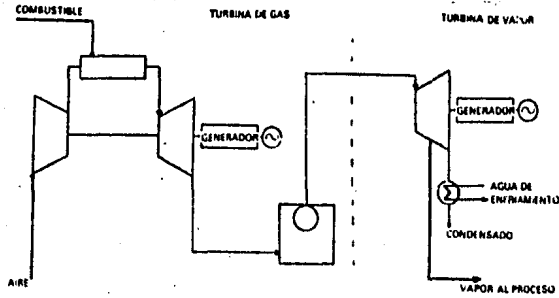


Fig. F-7

Sistema de cogeneración con capacidad instalada de condensación.



Sistema de cogeneración con capacidad instalada de condensación.

Fig. 9

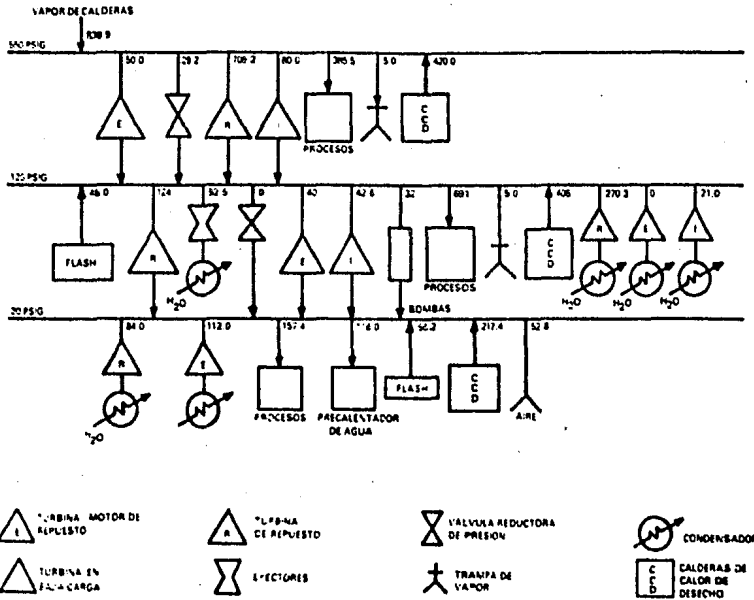
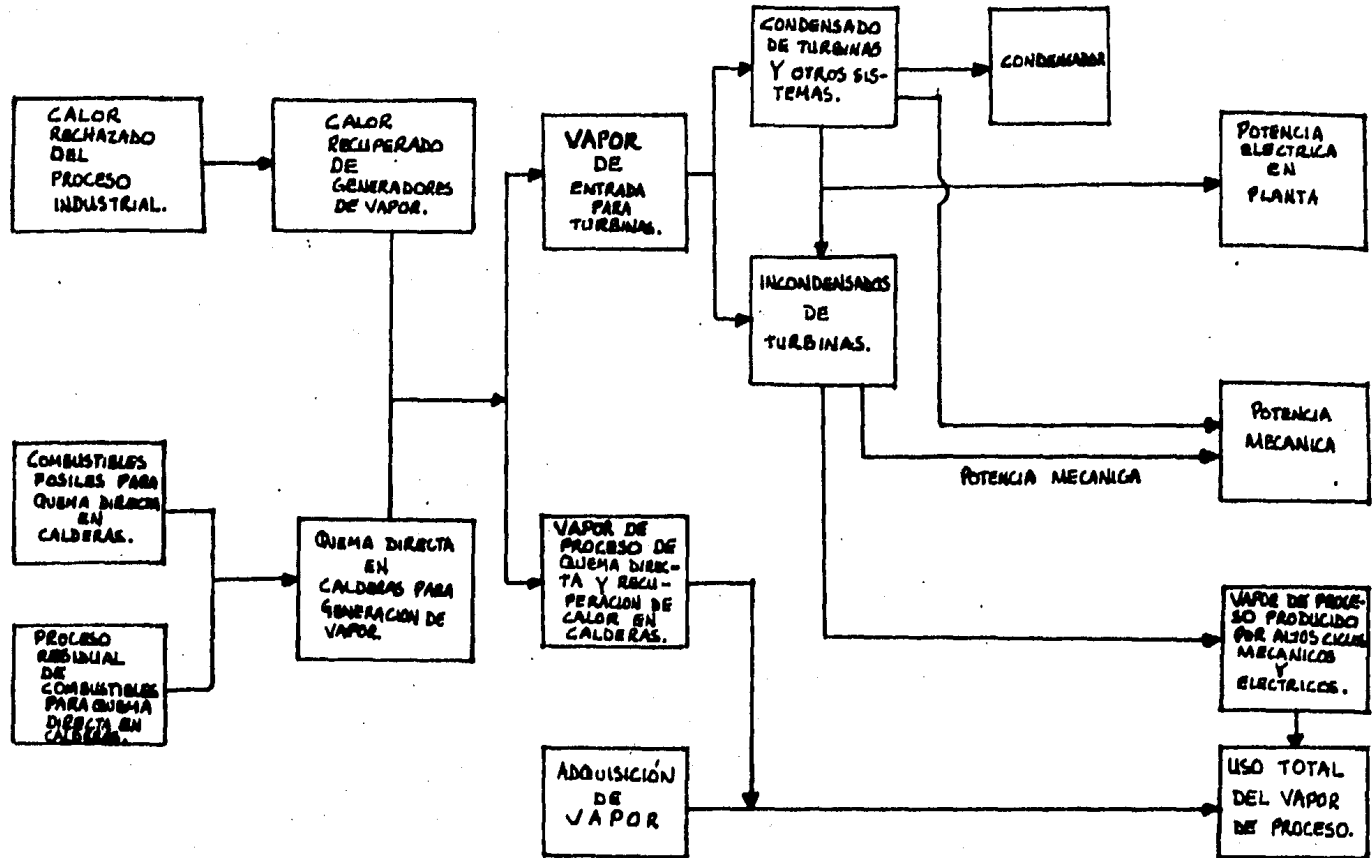


Fig. 10

Fig. 10.a

USO TÍPICO DEL VAPOR EN LA INDUSTRIA



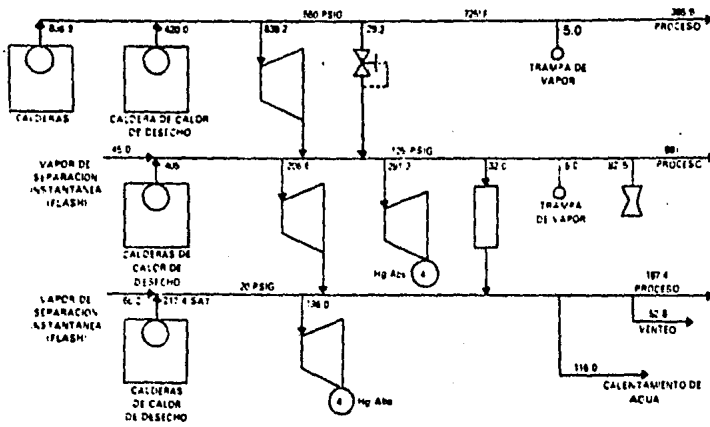
Factores a considerar en la selección de un sistema cogenerativo.

- La relación entre la energía eléctrica y el vapor demandados.
- La temperatura del vapor a proceso.
- El tiempo efectivo de operación.

De estos factores el primero es fundamental para la selección de un sistema cogenerativo y es adimensional, normalmente se expresa en KWH/KWH_v o BTU_{ee}/BTU_v , en el intervalo de cero a diez se encuentran valores típicos de este factor para diferentes industrias (fig. 12). El factor temperatura es importante, ya que determina la calidad del vapor que deberá obtenerse de los sistemas cogenerativos. Así como el factor tiempo efectivo de operación anual en función del factor energía eléctrica/vapor demandado por los procesos (fig. 13 y 14).

Criterios para seleccionar sistemas cogenerativos.

Es fundamental determinar la relación existente entre la energía eléctrica y el vapor que pueden proporcionar los sistemas cogenerativos, pues indica la cantidad de energía eléctrica esperada por unidad de vapor disponible para uso en el proceso. La relación antes indicada para los sistemas cogenerativos con turbina de gas, tiene un valor aproximado de 0.7; si estos sistemas se dimensionan con base en la demanda de vapor, se producirá un excedente de energía eléctrica que puede utilizarse para uso externo. Si por el contrario, es sistema se dimensiona con base en los requerimientos de energía eléctrica, es posible que no se cubra la demanda de vapor necesaria y tal vez deberán incorporar calderas adicionales, en la fig. 15 se ve el comportamiento de

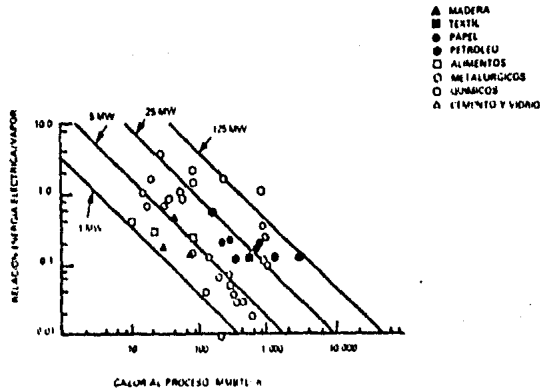


NOTA: TODOS LOS VALORES DE FLUJO ESTAN EN 100% DE COMBUSTIBLE CALDERA - 1106 BTU A
 HRS.
 REQUERIMIENTO DE POTENCIA PARA LAS PLANTAS: PROMEDIO 5 MW
 REQUERIMIENTO DE POTENCIA PARA SERVICIOS AUXILIARES: 5 MW
 POTENCIA COMPRADA: PROMEDIO 3 MW

1123 B
 80 S
 7.26
 17.15

Esquema típico de interrelación de equipos.

Fig. 11



Demandas de energía eléctrica y vapor en procesos industriales.

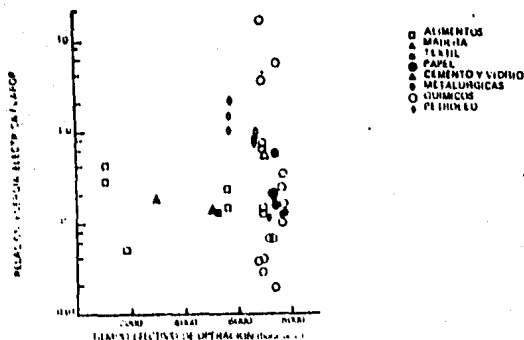
Fig. 12

estos sistemas. La cogeneración con turbinas de vapor mantiene una relación entre la energía eléctrica y el vapor de 0.25 considerando esta, baja; al diseñar este tipo de sistemas es posible que no se satisfagan las necesidades de vapor, ni de energía eléctrica para el proceso.

Cuando el sistema cogenerativo se dimensiona para cubrir los requerimientos de energía eléctrica, tiene que condensarse necesariamente el exceso de vapor con una considerable pérdida de energía. Por lo que en estos casos se recomienda seleccionar los sistemas cogenerativos con turbinas de vapor con una pequeña capacidad de condensación. Una forma se muestra en la fig. 16; la cuál es práctica como ayuda en la selección de estos sistemas.

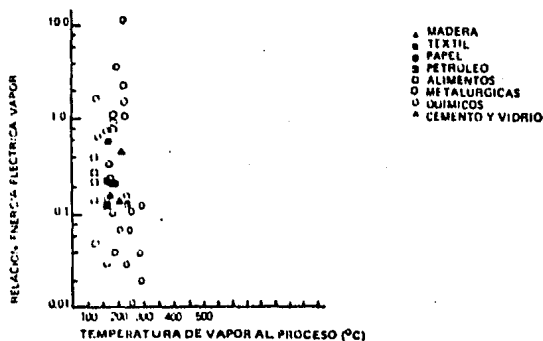
No se debe olvidar que la rentabilidad de un sistema cogenerativo está en función de la antigüedad de la instalación. De manera que la rentabilidad será mayor para una instalación que realice pequeñas modificaciones, a una nueva en su totalidad. De cualquier forma se justifica la implantación de tales sistemas cogenerativos, ya que presenta múltiples ventajas, en comparación con los sistemas convencionales y, de las cuáles se mencionan algunas:

- Reducen el uso de los combustibles hasta un 40%.
- Incrementan la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica.
- Resisten mejor los impactos de las variaciones de los precios de los combustibles.
- Pueden usar combustibles no derivados de los hidrocarburos.



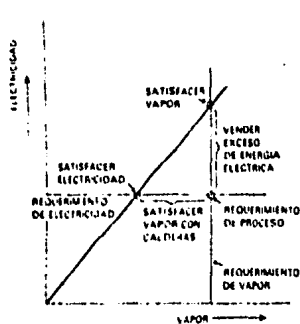
Tiempo efectivo de operación.

Fig. 13



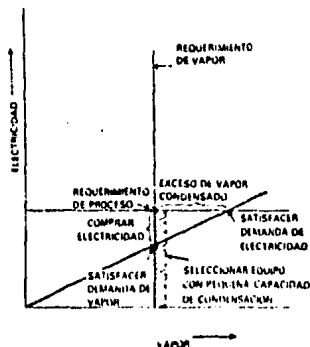
Características del vapor de proceso para diferentes industrias.

Fig. 14



Opciones para selección de sistemas de cogeneración con turbinas de gas.

Fig. 15



Opciones para la selección de sistemas de cogeneración con turbinas de vapor.

Fig. 16

- Reducen la contaminación.
- Requieren menos agua de enfriamiento.

Conclusiones.

Tomando en cuenta que en México la industria consume alrededor del 46% de la producción total de energía se tiene que resaltar la importancia de realizar una selección adecuada del tipo de __ planta al que se le va a instalar un sistema cogenerativo, los cuáles no son nuevos, se aplican desde hace más de 50 años por lo que, constituyen una tecnología consolidada. Tales sistemas han logrado implementarse tanto en grandes complejos industria-- les como en pequeñas negociaciones, ya que los ahorros logrados mediante su aplicación son cuantificables. Dado que las opciones para seleccionar un sistema cogenerativo deben estudiarse analíticamente, se puede asegurar que este estudio incluirá:

- Aplicación específica.
- Eficiencia a diferentes capacidades.
- Flexibilidad deseada en diseño y operación.
- Disponibilidad de combustibles.
- Estudios financieros.
- Normas y reglamentos.
- Políticas gubernamentales.
- Tecnología disponible.

IV.4. EL FACTOR DE POTENCIA Y LA IMPORTANCIA DE SU CORRECCION EN EL AHOORRO DE ENERGIA.

Los costos elevados de la energía y su ascenso, nos hace prestar más atención a la optimización de su uso. Cada vez existen más alternativas que contribuyen a este fin, algunas se trataran en éste capítulo.

Considerando la amplitud del tema y lo variado, se presenta mediante un pequeño índice:

I.- Factor de potencia (F.P.).

I.1.- Definición del F.P.

I.2.- Porque y como se penaliza el F.P.

I.3.- Factores de potencia típicos:

Tabla 3. por tipo de industria.

Tabla 4. por tipo de proceso.

II.- Corrección del factor de potencia.

II.1.- Corrección del F.P. mediante capacitores.

II.2.- Beneficios obtenidos al mejorar el F.P.

II.3.- Instalación de capacitores para compensación en:

a). Subestaciones.

b). Líneas alimentadoras.

c). Motores.

II.4.- Ejercicio de aplicación práctica y tarifas eléctricas.

I.- Factor de potencia (F.P.).

I.1.- Definición del F.P.

Los equipos eléctricos tales como los motores eléctricos, transformadores, vibradores magnéticos, solenoides, son del tipo inductivo y disponen de una o más bobinas magnéticas en las cuáles fluyen componentes diferentes de la potencia ---

eléctrica. Una componente medida en KW (Kilowatts) es la que realiza el trabajo útil y se denomina potencia activa, la cuál es registrada por el wattímetro.

Otra componente medida en KVAR (Kilovolt-amperes reactivos) se llama potencia reactiva y, es la energía necesaria para producir el campo magnético requerido para la operación del motor, transformador, etc. Esta componente no hace ningún trabajo real, y si produce calor en su transmisión a través de los generadores, transformadores y líneas conductoras de la electricidad, constituyendo esto una pérdida de energía.

Las expresiones de las potencias, pueden representarse geométricamente, mediante un triángulo de potencias, en el cuál la hipotenusa representa otro tipo de potencia denominada potencia aparente.

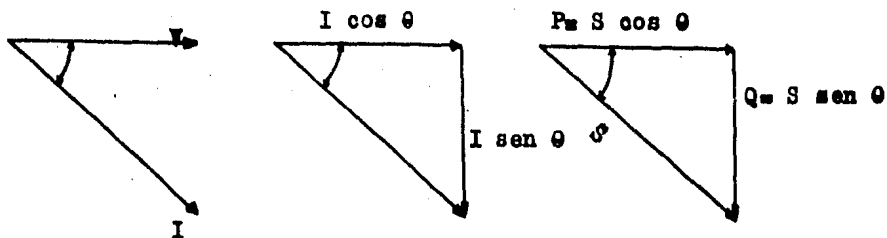
El factor de potencia (F.P.) es el valor relativo de la componente real (KW) respecto a la potencia aparente y podemos deducirlo del triángulo de potencias:

$$P\text{--Potencia Activa} = VI \cos \theta = S \cos \theta \quad (\text{KW}).$$

$$Q\text{--Potencia Reactiva} = VI \text{ sen } \theta = S \text{ sen } \theta \quad (\text{KVAR}).$$

$$S\text{--Potencia Aparente} = VI \quad (\text{KVA}).$$

$$\text{F.P.} \text{--Factor de Potencia} = \cos \theta = P/S \quad (\%).$$

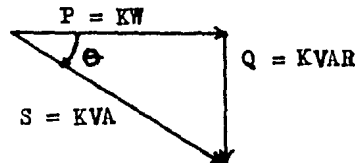


El triángulo de potencias anterior aplica cuando se tienen cargas inductivas.

Los focos y los radiadores eléctricos de resistencia son equipos no-inductivos (capacitivos), siendo su Factor de Potencia de 1.0, los motores en cambio, operan con factores de potencia de 0.3 a 0.9, como se puede ver en la fig. 1.b.

El triángulo de potencias para las cargas capacitivas difiere con respecto al de cargas inductivas en su sentido, ya que para el primero se dice que está en adelante y el segundo en atraso. Nuestra atención estará enfocada a las cargas inductivas debido a su importancia en la industria.

Del triángulo de potencias para cargas inductivas se deducen las ecuaciones de las diversas potencias, como se verá a continuación.



$S = KVA = \sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2} = \sqrt{P^2 + Q^2}$ Es la potencia aparente y es una medida de la carga del sistema de distribución.

$$S = KVA = KW / F.P. = P / F.P.$$

$P = KW = \sqrt{(KVA)^2 - (KVAR)^2} = \sqrt{S^2 - Q^2} = KVA \cos \theta$ Es la potencia real que un aparato eléctrico transforma en energía mecánica, eléctrica, lumínica, calorífica, etc.

$Q = KVAR = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2} = \sqrt{S^2 - P^2} = KVA \sin \theta$. Es la potencia necesaria que entre otros utilizan los aparatos eléctricos que tienen núcleo de hierro, para producir el campo magnético; siendo una de las principales causas del bajo factor de potencia (fig. 1).

El factor de potencia promedio mensual se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$F.P. = \frac{KWH}{\sqrt{(KWH)^2 + (KVAR)^2}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{S} = \cos \theta$$

Mientras más pequeño sea θ el F.P. es más alto, cercano a 1.

Una práctica común y adecuada para saber cuantos KVAR hay que instalar es: Una vez conocido el F.P. (ver tabla 1 y fig. 1.a) se localiza en la primera columna vertical de la tabla o en el eje de las abscisas en la gráfica, después se localiza el F.P. que se desea tener, en la columna superior horizontal de la tabla, se busca el factor donde se cruzan esos dos valores, el cuál se multiplica por la demanda registrada en KW, ésta viene registrada en el recibo mensual de consumo y el resultado son los KVAR a instalar. En la gráfica se localiza cuando se traza una línea vertical donde se encuentra el F.P. original y toca a la curva, después de ahí se traza una horizontal que toca el eje de las ordenadas el cuál indica los KVAR/KW necesarios. Existe el método calculado por ecuaciones, que es precisamente de donde se han hecho tablas y gráficas.

I.2.- Porque y como se penaliza el F.P.

De acuerdo a las tarifas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad y disposiciones complementarias para la venta de energía eléctrica de la Secretaría de Comercio se establece que:

El usuario procurará mantener el F.P. de su instalación tan aproximado al 100 % como le sea posible, pero en caso de que su F.P. en cualquier periodo de facturación tenga un promedio menor de 85% que es el mínimo aceptable por la C.F.E.

Multiplicadores de MW para determinar los MVAR en Capacitores requeridos para corregir el Factor de Potencia.

Factor de Potencia original	Factor de potencia corregido %									
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.97	0.99	1.00	
0.10	8.91	9.05	9.18	9.31	9.36	9.45	9.50	9.60	9.68	9.76
0.15	5.56	5.70	5.84	5.97	6.02	6.10	6.16	6.26	6.33	6.56
0.20	3.83	4.02	4.15	4.28	4.33	4.41	4.47	4.57	4.65	4.90
0.25	2.85	2.99	3.12	3.25	3.31	3.39	3.45	3.54	3.62	3.87
0.30	2.15	2.30	2.43	2.56	2.61	2.70	2.75	2.85	2.93	3.18
0.32	1.94	2.08	2.21	2.34	2.39	2.48	2.53	2.63	2.71	2.96
0.34	1.74	1.88	2.01	2.14	2.20	2.28	2.34	2.44	2.51	2.75
0.36	1.57	1.71	1.84	1.97	2.02	2.11	2.17	2.26	2.34	2.56
0.38	1.41	1.54	1.68	1.81	1.87	1.95	2.01	2.10	2.16	2.43
0.40	1.27	1.41	1.54	1.67	1.72	1.81	1.87	1.95	2.04	2.29
0.42	1.14	1.28	1.41	1.54	1.59	1.68	1.74	1.83	1.91	2.16
0.44	1.02	1.16	1.29	1.42	1.47	1.56	1.62	1.71	1.79	2.04
0.46	0.91	1.05	1.18	1.31	1.36	1.45	1.50	1.60	1.68	1.93
0.48	0.81	0.95	1.08	1.21	1.26	1.34	1.40	1.50	1.58	1.83
0.50	0.71	0.85	0.98	1.11	1.17	1.25	1.31	1.40	1.48	1.73
0.52	0.52	0.76	0.89	1.02	1.08	1.16	1.22	1.31	1.39	1.64
0.54	0.54	0.68	1.01	0.94	0.99	1.07	1.13	1.23	1.31	1.56
0.56	0.46	0.50	0.73	0.86	0.91	1.00	1.05	1.15	1.23	1.48
0.58	0.38	0.52	0.65	0.78	0.84	0.92	0.98	1.08	1.15	1.40
0.60	0.31	0.45	0.58	0.71	0.77	0.85	0.91	1.00	1.08	1.33
0.62	0.25	0.38	0.52	0.65	0.70	0.78	0.84	0.94	1.01	1.27
0.64	0.18	0.32	0.45	0.58	0.63	0.72	0.77	0.87	0.95	1.20
0.66	0.12	0.25	0.39	0.52	0.57	0.65	0.71	0.81	0.89	1.14
0.68	0.06	0.20	0.33	0.46	0.51	0.59	0.65	0.75	0.83	1.08
0.70		0.14	0.27	0.40	0.45	0.54	0.59	0.69	0.77	1.02
0.72		0.09	0.21	0.34	0.40	0.48	0.54	0.64	0.71	0.96
0.74		0.03	0.16	0.29	0.34	0.42	0.48	0.58	0.66	0.91
0.76			0.11	0.24	0.29	0.37	0.43	0.53	0.60	0.86
0.78			0.05	0.18	0.24	0.32	0.38	0.47	0.55	0.80
0.80				0.13	0.18	0.27	0.32	0.42	0.50	0.75
0.82				0.08	0.11	0.21	0.27	0.37	0.45	0.70
0.84				0.01	0.08	0.16	0.22	0.32	0.40	0.65
0.86					0.03	0.11	0.17	0.26	0.34	0.59
0.88						0.06	0.11	0.21	0.29	0.54
0.90							0.06	0.16	0.23	0.48
0.92								0.10	0.18	0.43
0.94								0.03	0.11	0.36
0.96									0.04	0.29
1.00										0.20

Tabla. 1

y tiene derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de multiplicar el monto de la facturación por el cociente - que se obtenga de dividir $0.85/F.P.$ medio atrasado, expresado en porciento, observado durante el periodo de facturación. En ningún caso se multiplicará la facturación por un valor de este cociente mayor a 7, aunque éste resultara mayor (ver tabla 2).

La razón técnica por la que se autoriza a las compañías - suministradoras a cobrar por factores de potencia abajo de 85%, es debido a que se ven obligados a operar mayores equipos de generación, distribución y necesidad de líneas de -- transmisión más robustas, por el excesivo flujo de potencia reactiva (KVARH) que los usuarios a un costo reducido pueden tomar a través de motores síncronos o capacitores que son - fabricados para este fin (fig. 1).

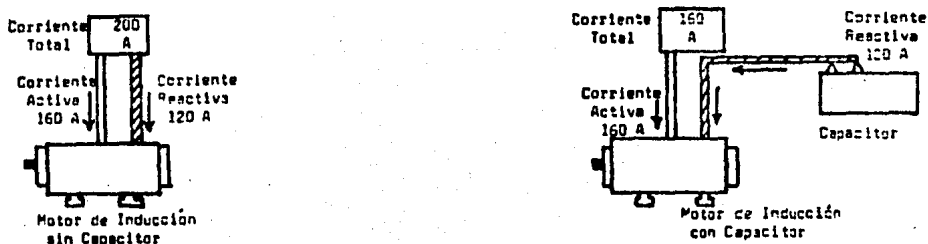


Fig. 1 Influencia de los Capacitores en el consumo de Corriente.

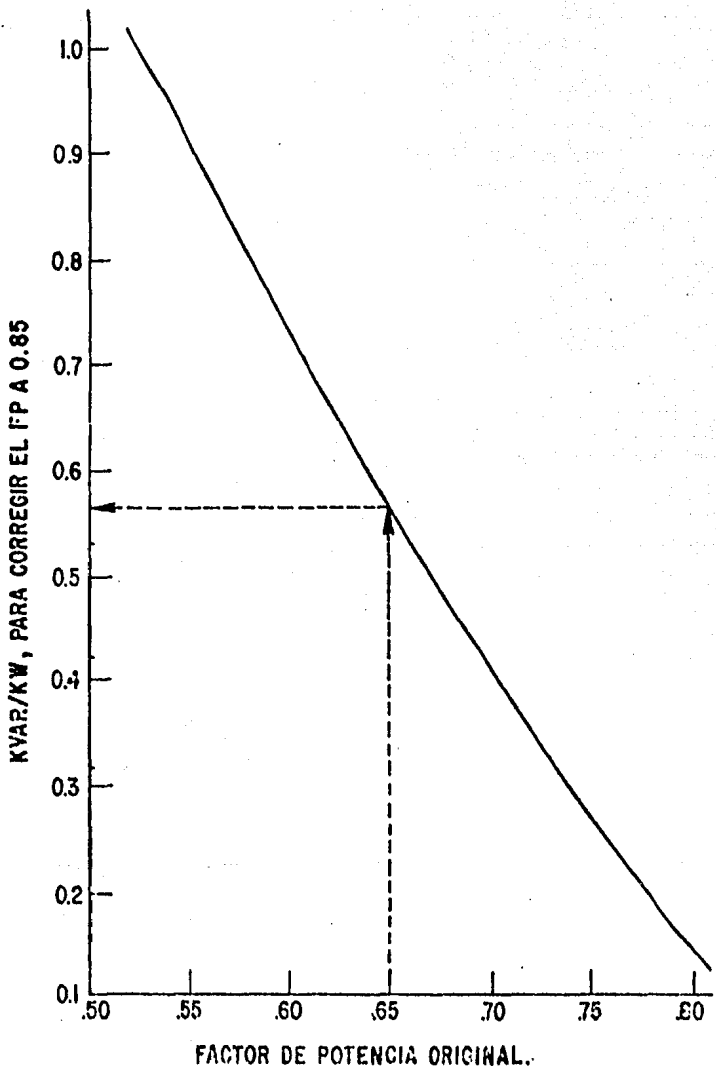


Fig. 1.a.

Factor de potencia de los motores de inducción.

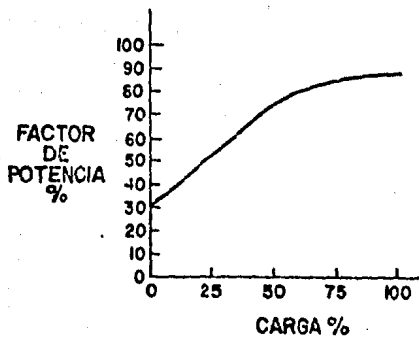
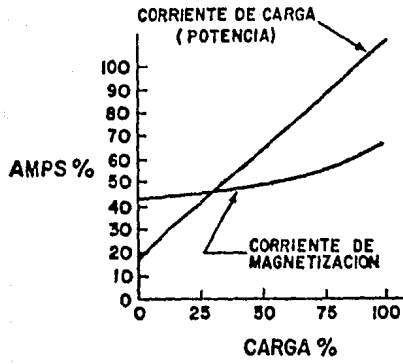


Fig. 1.b.

I.3.- Factores de Potencia Típicos:

Por tipo de industria y tipo de proceso, pueden verse en las tablas 3 y 4. De lo cuál se pueden concluir varias observaciones, sobre todo si nos vamos a los extremos, o sea el F.P. máximo y el mínimo.

II.- Corrección del Factor de Potencia.

En las aplicaciones industriales se suele trabajar con cargas inductivas, por lo que la intensidad de corriente re_{tr}asa respecto a la tensión aplicada. La potencia P entrega_da a la carga es una medida del trabajo útil por unidad de tiempo que puede realizar la carga. Esta potencia es transmitida a través de líneas y transformadores.

Un transformador trabaja, en general, a tensión constante y, la potencia aparente da idea de la intensidad máxima permitida, si se conectase una carga inductiva o capacitiva para teóricamente el transformador podría estar trabajando a plena carga, mientras que la potencia activa media suministrada sería cero.

II.1.- Corrección del F.P. mediante capacitores.

La solución normal para corregir el bajo Factor de Potencia consiste en instalar capacitores o condensadores estáticos en paralelo a los equipos que influyan más en ese bajo factor. Si se instalan los capacitores suficientes la corriente reactiva (KVARH) no será abastecida desde la C.F.E. sino desde el capacitor al motor, para lo cuál puede usarse la tabla 1 o la fig. 1.a, en la selección del tamaño adecuado de capacitor requerido en KVAR para diferentes valores del Factor de Potencia.

Los capacitores por su bajo costo, fácil instalación, pérdidas despreciables, mantenimiento casi nulo y la gran forma

Penalización que se cobra (en %) en relación al F.P. (en %).

F.P.	Penalización	F.P.	Penalización	F.P.	Penalización
85	0	70	21.4	43	97.8
84	1.2	69	23.2	41	107.3
83	2.4	68	25.0	39	117.9
82	3.7	67	26.9	37	129.7
81	4.9	65	30.0	35	142.8
80	6.3	63	34.9	33	157.6
79	7.6	61	39.3	31	174.2
78	9.0	59	44.0	29	191.1
77	10.4	57	49.1	27	214.8
76	11.8	55	54.5	25	240.0
75	13.1	53	60.4	23	269.6
74	14.5	51	66.7	21	304.7
73	16.4	49	73.5	19	347.3
72	18.0	47	80.9	17	400.0
71	19.7	45	88.9	15	466.7

Tabla. 2

Valores típicos de Factor de Potencia de algunos Giros Industriales.

Industria	F.P.
Automotriz	75-80
Cervecería	75-80
Cementera	80-85
Química	65-75
Minas de Carbón	65-80
Industria del Vestido	35-60
Rec. Electrolíticas	65-70
Fundición	75-80
Forja	70-80
Hospitales	75-80
Fábrica de Máquinas	60-65
Maquinado	65-70
Edificio Oficinas	80-85
Bombas de petróleo	40-60
Fábrica de pinturas	55-65
Plásticos	55-70
Troqueles	60-70
Palettería	65-80
Textiles	65-75

Tabla. 3

Valores típicos del Factor de Potencia en algunos procesos.

Operación	F.P.
Compresoras de Aire	50-60
Soldadores de Arco	35-60
Soldadores por Resistencia	40-60
Maquinado	40-65
Hornos de Arco	60-80
Hornos de Inducción	48-58
Troqueles Std.	60-70
Troqueles Alta Velocidad	45-60

Tabla. 4

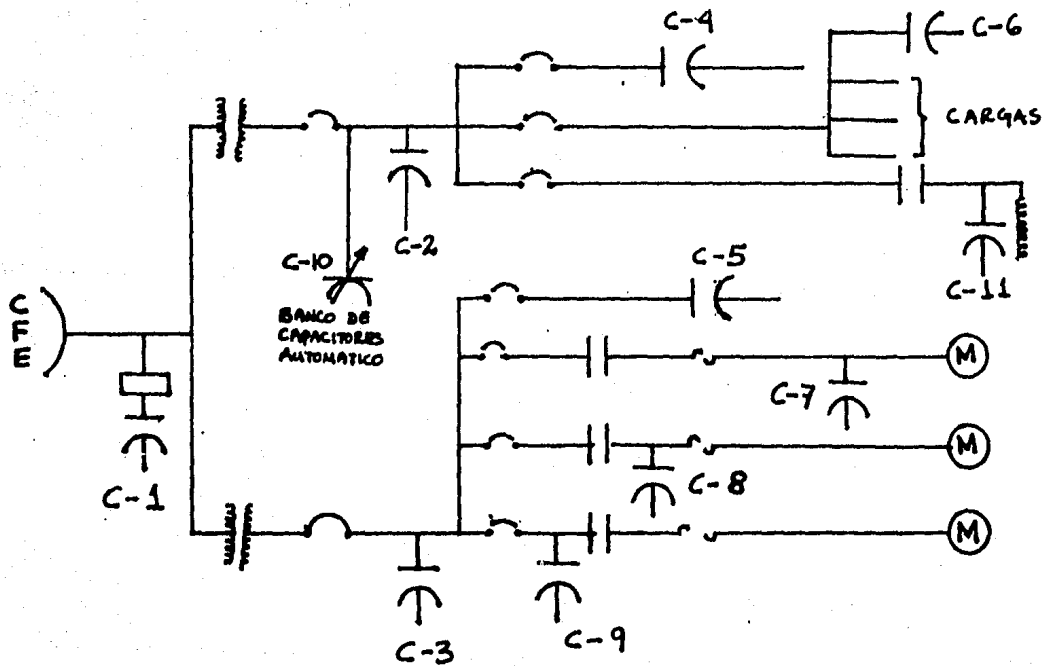


Fig. 2. Diversas localizaciones de capacitores.

de combinaciones en que se pueden ensamblar para obtener los rangos de KVAR deseados, lo hacen el aparato práctico.

A nivel comercial se encuentran dentro de los siguientes rangos:

- En baja tensión 230 y 460 volts en unidades de 2 a 60 KVAR, monofásicos y trifásicos.

- En alta tensión de 2.4 a 20 Kvolts en unidades de 50 a 300 Kvar, monofásicos o trifásicos.

Con las unidades anteriores se pueden hacer los arreglos para formar conjuntos de cualquier capacidad.

II.2.- Beneficios obtenidos al mejorar el F.P.

+ Se reduce el consumo de KVAR (potencia reactiva) en el sistema obteniéndose:

- Menor costo en la compra de energía eléctrica
- Relevación de capacidad en transformadores, líneas y protecciones.
- Elevación y regulación de la tensión.
- Bajas pérdidas en el sistema.

Se obtienen los mejores beneficios cuando los capacitores son instalados con las cargas de bajo Factor de Potencia.

II.3.- Instalación de Capacitores

En la fig. 2, se muestran diversas localizaciones de capacitores como posibilidades, siendo las más recomendables por los beneficios que reportan, las siguientes:

1o. C-7 y C-11

2o. C-8

3o. C-9

4o. C-6

5o. C-4 y C-5

6o. C-2 y C-3

7o. C-10

8o. C-1

La clasificación anterior de los capacitores por número de orden, son una guía general, ya que cada industria en particular debe obtener su propio diagrama unifilar de factores de Potencia, caídas de tensión en alimentadores y pérdidas por saturación en líneas, y así obtener los mayores beneficios técnicos y económicos en la instalación de capacitores; una localización combinada es generalmente la de mejor efecto.

II.3.a.- Compensación en subestaciones.

La compensación en alta tensión (C-1, fig. 2), generalmente se lleva a cabo por las razones siguientes: mayor economía, cargas conectadas en alta tensión, imposibilidades técnicas para compensar en baja tensión. Este tipo de compensaciones es recomendable solo para grandes subestaciones y la compensación está en función del F.P. y tamaño de la planta.

Transformadores.

Ordinariamente no se consideran a los transformadores como carga pero contribuyen a bajar el Factor de Potencia del sistema.

La corriente de excitación del transformador es independiente a la carga, así como la reactancia de fuga, ambos consumen KVAR, los cuáles se compensan por regla general al instalar como máximo el 10% de KVAR de la capacidad del transformador en KVA.

Por ejemplo para un transformador de 300 KVA deberá instalarse como máximo 30 KVAR al secundario. El valor exacto de KVAR puede ser determinado conociendo la impedancia del transformador, el compensar los transformadores (C-2 y C-3) con capacitores arriba del 10% puede ocasionar sobretensiones

nocivas para los dos equipos cuando no hay carga en el sistema y, la elevación en por ciento (%) es:

$$\% = \frac{\text{KVAR capacitor} \times \%}{\text{KVA del transformador}}$$

Si un transformador de 1000 KVA e impedancia 8% se le compensa con un banco de 400 KVAR el cambio porcentual de la tensión en volts es:

$$\% = \frac{400 \times 8}{1000} = 3.2\% \text{ de elevación de voltaje.}$$

Si una compensación como la anterior se requiere entonces se sugiere cambiar la derivación (Tap) del transformador.

Relevación de la carga.

Aún cuando lleguen a tenerse factores de potencia superiores al 85%, muchas veces es necesario instalar capacitores para disponer de mayor capacidad en el sistema.

Si consideramos que una planta con una subestación de 225 KVA, por diversas ampliaciones tiene una demanda registrada de 215 KW a un factor de potencia de 87% entonces el transformador estará entregando:

$$\text{KVA} = \frac{\text{KW}}{\text{F.P.}} = \frac{215}{0.87} = 247$$

Lo que significa que ha rebasado la capacidad del transformador. El nuevo F.P., a que deberá operarse para no rebasar los 225 KVA de capacidad será por lo tanto:

$$\text{F.P.} = \frac{\text{Demanda actual}}{\text{KVA del transformador}} = \frac{215}{225} = 0.955$$

De acuerdo al procedimiento de la tabla 1 o fig. 1.a, se tiene que, para pasar de 87% a 95.5% se requieren 56 KVAR.

Otro motivo por el que conviene la relevación de carga es para nuevas ampliaciones o para evitar un cambio en la subestación por aumento de transformadores. Este tipo de compensaciones puede ser localizado en cualquier punto del diagrama de la fig. 2; no obstante, cuando se requieren grandes cantidades de KVAR y la carga tienen fluctuaciones de demanda muy grandes, se recomiendan bancos automáticos de capacitores de pasos múltiples (C-10).

II.3.b.- Compensación en líneas alimentadoras.

Los beneficios por reducción de pérdidas solo en ocasiones se justifica la instalación de capacitores por este concepto, sin embargo es un beneficio extra atractivo y a veces necesario cuando las líneas están operando a altas temperaturas o tienen grandes longitudes.

En todos los diseños de una instalación se consideran aumentos en el calibre de los conductores considerando un F.P. de 85%, éste valor sólo se encuentra en motores que operan a plena carga, de aquí que no es común encontrar F.P. mayores de 85% si se mide junto a la carga. Las pérdidas de los conductores son proporcionales al cuadrado de la corriente (RI^2) y puesto que la corriente se reduce en relación directa al factor de potencia (F.P.), las pérdidas son inversamente proporcionales al cuadrado del F.P.

$$\% \text{ de reducción de pérdida} = 100 \left(\frac{\text{F.P. original}}{\text{F.P. corregido}} \right)^2$$

-Selección de Conductores en relación al Factor de Potencia.

Hay relaciones porcentuales que nos dan el aumento de áreas de cables y el incremento de corrientes para una misma carga en relación a una disminución del F.P. (ver fig. 3).

Se puede notar en la fig. 3, que para la alimentación de una misma carga con un F.P. = 50%, la sección cuadrada del conductor es mayor 4 veces y la corriente 2 veces, que con un F.P. = 100%.

En la tabla 5 se aprecia el incremento en las pérdidas por efecto Joule (RI^2), potencia perdida en forma de calor en las líneas de transmisión.

II.3.C.- Compensación de motores.

En la fig. 1.b, se aprecia el F.P. a distintos rangos de carga en un motor de inducción típico promedio. Por regla general los motores consumen el 70% de la energía eléctrica en la industria por lo que su compensación es indispensable desde el proyecto de una industria.

El F.P. de un motor Jaula de Ardilla a plena carga está entre un 80 y 90% dependiendo del tipo y velocidad del motor. Para cargas ligeras el F.P. cae rápidamente, generalmente los motores de inducción no operan a plena carga y consecuentemente tienen bajo F.P.

Aún pensando que el F.P. de un motor de inducción varía desde el vacío a plena carga, la potencia reactiva no varía mucho. Esta característica hace que el motor Jaula de Ardilla sea una aplicación atractiva de los capacitores. Seleccionando apropiadamente los capacitores el F.P. en operación es excelente sobre el rango de carga total del motor. Generalmente excede el 95% en plena carga y más alto en cargas parciales.

Limitación de la conexión Capacitor-Motor.

Se han aplicado capacitores a los motores de inducción como una unidad y, con buenos resultados la mayoría de las veces. La experiencia ha demostrado que cuando aparecen ciertas

dificultades, es debido al valor nominal demasiado grande del capacitor usado. Los factores que limitan el valor de los capacitores que se conectan con un motor son: excesiva corriente de recierre (Inrush), pares transitorios y sobre voltaje debido a la autoexcitación. Estas limitaciones aplican cuando el capacitor se conecta en el lado de la carga del arrancador del motor, lo cual, influye en el tiempo de seguridad para reconectar la combinación motor-capacitor a la línea.

Por ejemplo un motor de 700 H.P., 4900 volts y 900 rev/min, tiene una constante de tiempo de circuito abierto de 0.675 segundos. Con un capacitor de valor nominal igual a 155 KVAR, la nueva constante de tiempo fue de 4.45 segundos. El tiempo para el voltaje residual decae un 25%, así este hecho importante lo es en los manejos de alta inercia y reconexión rápida. Un valor de seguridad comúnmente aceptado antes de la reconexión a la fuente es de 6 segundos.

Selección para los rangos de los capacitores (según el código nacional eléctrico NEC de USA).

"Los capacitores pueden ser conectados en el lado de la carga de un controlador de motor no debe exceder el valor necesario de KVAR totales nominales, para elevar el F.P. de vacío del motor, a la unidad". Ver en la fig. 2, C-7 y C-8; el NEC ha omitido tablas de valores capacitivos para motores debido a la diferencia de los diseños de los motores entre fabricantes. Una regla buena es medir la corriente en vacío del motor en la selección del valor capacitivo. Las diferencias en el valor capacitivo dependen de la velocidad del motor; a más baja velocidad mayor el valor del capacitor en el motor.

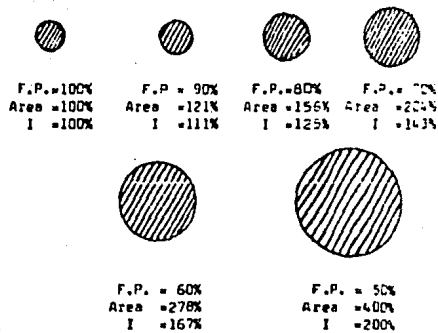


Fig. 3

Factor de Patencia en %	100	90	80	70	60	50
Incremento en las pérdidas en %	0	21	56	105	178	300

Tabla. 5

Cuando el valor nominal (H.P.) del motor no es conocido o cuando la medición de la corriente en vacío no es práctica, las tablas 6 y 7 sirven de guía.

Localización de los capacitores-motores.

Los capacitores pueden ser conectados a cada motor y ponerse en operación con el motor como se ve en la fig. 2, para C-7 y C-8, o los capacitores pueden estar fijos conectados al circuito alimentador, con arrancadores convenientes (C-9).

Desde un punto de vista global la localización adecuada para aplicaciones que no incluyan reconexiones repetitivas, es aquella de la fig. 2, C-7 y C-8. En ambos casos el capacitor y el motor son operados como una unidad por el arrancador del motor de tal forma que el capacitor está siempre en servicio cuando el motor está en operación. La conexión C-7, de la fig. 2, se puede usar para nuevas instalaciones tal que el relevador de sobrecarga del motor pueda seleccionarse en el tiempo de compra sobre la base de la corriente de línea reducida por los capacitores.

El arreglo C-8 puede preferirse para instalaciones existentes tal que no hay cambio en el relevador de sobre-corriente requerido porque la corriente a través del relevador es la corriente del motor. El arreglo C-9 se usa cuando los capacitores están en forma permanente conectados al sistema. Su ventaja principal es la eliminación de un dispositivo de switcheo separado para los capacitores.

Cuando el capacitor se conecta como en C-7, la corriente a través del relevador de sobrecarga es menor que la corriente del motor solo. El porcentaje de reducción de la corriente de línea puede estar entre 10 y 25% (la reducción puede verse en las tablas 5, 6 y 7.

Tamaño de Capacitor sugerido para Motores Marco U tipo abierto

H.P.	3600 r/min		1800 r/min		1200 r/min		900 r/min		720 r/min		600 r/min	
	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %
	µVAR		µVAR		µVAR		µVAR		µVAR		µVAR	
3	1.5	14	1.5	15	1.5	20	2	27	2.5	35	3.5	41
5	2	12	2	13	2	17	3	25	4	32	4.5	37
7.5	2.5	11	2.5	12	3	15	4	22	5.5	30	6	34
10	3	10	3	11	3.5	14	5	21	6.5	27	7.5	31
15	4	9	4	10	5	13	6.5	18	8	23	9.5	27
20	5	9	5	10	6.5	12	7.5	15	9	21	12	25
25	6	9	6	10	7.5	11	9	15	11	20	14	23
30	7	8	7	9	9	11	10	14	12	18	16	22
40	9	8	9	9	11	10	12	13	15	16	20	20
50	12	8	11	9	13	10	15	12	19	15	24	19
60	14	8	14	8	15	10	15	11	22	15	27	19
75	17	8	16	8	18	10	21	10	26	14	32.5	18
100	22	8	21	8	25	9	27	10	32.5	13	40	17
125	27	8	26	8	30	9	32.5	10	40	13	47.5	16
150	32.5	8	30	8	35	9	37.5	10	47.5	12	52.5	15
200	40	8	37.5	8	42.5	9	47.5	10	60	12	65	14
250	50	8	45	7	52.5	8	57.5	9	70	11	77.5	13
300	57.5	8	52.5	7	60	8	65	9	80	11	87.5	12
350	65	8	60	7	67.5	8	75	9	87.5	10	95	11
400	70	8	65	6	75	8	85	9	95	10	105	11
450	75	8	67.5	6	80	8	92.5	9	100	9	110	11
500	77.5	8	72.5	6	82.5	8	97.5	9	107.5	9	115	10

Adecuado a motores trifásicos, 60 Hz, cuando son operados por un mismo contactor.

Tabla. 6

Tamaño de Capacitor sugerido para Motores Marco T clase B.

H.P.	3600 r/min		1800 r/min		1200 r/min		900 r/min		720 r/min		600 r/min	
	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %	Capac. en	Reducc. corr. línea %
	µVAR		µVAR		µVAR		µVAR		µVAR		µVAR	
3	1.5	14	1.5	23	2.5	28	3	30	3	40	4	40
5	2	13	2.5	22	3	26	4	31	4	40	5	40
7.5	2.5	14	3	20	4	21	5	28	5	38	6	45
10	4	14	4	18	5	21	6	27	7.5	36	8	38
15	5	12	5	18	6	20	7.5	24	8	32	10	34
20	6	12	6	17	7.5	19	9	23	10	29	12	30
25	7.5	12	7.5	17	8	19	10	23	12	25	18	30
30	8	11	8	16	10	19	14	22	15	24	22.5	30
40	12	12	13	15	16	19	18	21	22.5	24	25	30
50	15	12	18	15	20	15	22.5	21	24	24	30	30
60	18	12	21	14	22.5	17	26	20	30	22	35	28
75	20	12	23	14	25	15	28	17	33	14	40	19
100	27.5	11	30	14	30	12	35	16	40	15	45	17
125	30	10	36	12	35	12	42	14	45	15	50	17
150	30	10	42	12	40	12	52.5	14	52.5	14	60	17
200	38	10	50	11	50	10	65	13	68	13	90	17
250	40	11	60	10	62.5	10	75	13	87.5	13	100	17
300	45	11	63	10	75	12	100	14	100	13	120	17
350	45	12	75	8	90	12	120	13	120	13	135	14
400	55	10	80	8	100	12	130	13	140	13	150	14
450	60	8	90	8	120	10	140	12	160	14	160	14
500	60	8	120	8	150	10	160	12	160	13	180	14

Adecuado a motores trifásicos, 60 Hz, cuando son operados por un mismo contactor.

Tabla. 7

Con un margen menor en los diseños actuales de motores y con los motores aplicados lo más cercano posible a los valores de necesidades de carga, hay menos margen a la sobrecarga. Por eso el relevador de sobrecarga debe seleccionarse o cambiar para corrientes más bajas de motor con capacitores. El por ciento, de reducción de la corriente puede calcularse de la forma siguiente:

$$\% \text{ AI} = 100 \times 1 - \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$\% \text{ AI}$ = Porcentaje de reducción de la I de línea.

$\cos \theta_1$ = F.P. antes de instalar capacitores.

$\cos \theta_2$ = F.P. después de instalar los capacitores.

Selección de capacitores para motores.

Deben considerarse los siguientes puntos:

- Seleccionar motores que tengan horas de uso, de tal forma que cada capacitor tenga un alto factor de servicio y sea probable que estén en la línea cuando se necesiten.
- Elegir los motores grandes primero.
- Limitar los valores del capacitor a los recomendados en las tablas 6 y 7 y/o el fabricante del motor.
- La corrección para la multiplicidad de pequeñas cargas o compensación de carga, puede realizarse mediante la localización de capacitores en un punto de distribución como en un tablero, en una subestación o en un alimentador.

El método de asignación de capacitores para varios tamaños de motores es:

- Determinar la capacitancia total necesaria.

- Hacer una lista de los motores por secciones en la planta.

- Asignar capacitores a los motores en orden descendiente de valores de H.P. hasta que la cantidad requerida de capacitancia se acumule.

No es práctico, ni económico usar capacitores en todos los motores, las necesidades adicionales de capacitancia tendrán que satisfacerse colocando capacitores en otros lugares del sistema.

Aplicaciones que deben evitarse.

- Los motores no deben estar sujetos a giros en reversa o atascaduras.

- No debe restablecerse la operación del motor mientras permanezca girando y generando voltaje.

- Los capacitores no deben usarse con motores de elevadores o de grúas donde la carga pueda manejar al motor o en motores de varias velocidades.

- Los arrancadores a tensión reducida deben evitar conexiones delta-estrella y capacitores, o bien, conectar los capacitores con tiempo diferido.

La selección de conductores, protecciones y condiciones generales de instalación de capacitores pueden verse en las normas técnicas para instalaciones eléctricas, previstas en el reglamento de Instalaciones Eléctricas publicado el 22 de junio de 1981, en la sección 406.

II.4.- Ejercicio de aplicación práctica y tarifas eléctricas.

Una empresa tiene una demanda base de facturación eléctrica mensual de 350 KW con la tarifa # 8 y una facturación mensual por energía de 176,400 KWH. Se trabaja con un factor de potencia del 65% en retraso.

Determinar:

- a). El costo total por la demanda máxima mensual medida, el cargo adicional por la energía consumida, el costo unitario de energía normal y al trabajar en bajo factor de potencia (F.P.)
- b). Cuánta potencia reactiva es necesaria por cada KW de demanda, para corregir el factor de potencia (F.P.) al 85%.
- c).Cuál será el costo de los capacitores a instalar si se considera un precio unitario de \$ 1,500.00/KVAR.
- d). El ahorro anual (\$) por esta medida, suponiendo un consumo y tarifa de energía mensual constante.

Antes de comensar a resolver el ejercicio, es importante conocer como se conforma y aplica la tarifa eléctrica # 8, por la Comisión federal de Electricidad (C.F.E.).

Por medio de un acuerdo emitido por la Sría. de Hacienda y Crédito Público (S.H.C.P.), el 31 de Diciembre de 1985 y que entró en vigor a partir del día primero de Febrero de 1986; autoriza el ajuste de las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica a C.F.E., C.L.F.C., etc.; en sus tarifas de la 1 a 12.

Análisis de la tarifa eléctrica # 8.

Esta tarifa corresponde a un servicio general en alta tensión, que destine la energía a cualquier uso, con una demanda inicial de 20 KW o más.

Quotas aplicables mensualmente:

- Cargo por Demanda Máxima Medida(D.M.M., KW).

\$ 1,877.06/KW

- Cargo adicional por la Energía Consumida(E.C., KWH).

\$ 9.39/KWH

- Factor mensual de ajuste: 1.035% mensual a partir de Febrero.

- Impuesto al Valor Agregado (I.V.A.): 15%

- Cargo por facturación mensual(a un F.P. de 85%).

$$\frac{\$}{\text{mes (i)}} = (1,877.06 \times \text{D.M.M.} + 9.39 \times \text{E.C.})(1.035)^i(1.15)$$

Donde:

i = 1 para el mes de Febrero de 1986.

i = 2 para el mes de Marzo de 1986.

i = 3 para Abril de 1986.

i = 4 para Mayo de 1986.

etc.

Estos incrementos son con la finalidad de incrementar las tarifas eléctricas a los precios internacionales de la Energía, de una forma diferente se incrementa el precio de los hidrocarburos.

Resolución del ejercicio:

a). D.M.M. = $350 \times 1,877.06 = \$ 656,971.00$

E.C. = $176,400 \times 9.39 = \$ 1,656,396.00$
2'313,367.00

\$ = $(2'313,367.00)(1.035)^7(1.15) = 3'384,736.20$
Agosto

Por tanto la facturación normal(F.P. de 85%) es: \$ 3'384,736.20

El costo unitario normal (\$/KWH) es:

$\frac{3'384,736.2 (\$/mes)}{176,400 (KWH/mes)} = 19.18 \$/KWH$

La facturación con penalización(F.P. de 65%) es: $\frac{F.P.(0.85)}{F.P. real.}$

$3'384,736.2 \times \frac{0.85}{0.65} = \$ 4'426,193.5$

El costo unitario penalizado (\$/KWH) es:

$\frac{4'426,193.5 (\$/mes)}{176,400 (KWH/mes)} = 25.09 \$/KWH$

El cargo adicional por la energía consumida al trabajar en bajo factor de potencia(0.65).

$4'426,193.5 - 3'384,736.2 = 1'041,457.3 \$/mes.$

El factor de penalización por bajo factor de potencia, también se puede obtener directamente de tabla, nomograma, gráfica, etc:

b). Por medio del triángulo de potencias podemos determinar el valor de los KVAR/KW necesarios para elevar el F.P. de 65% al 85%, así como analíticamente.

$$\cos \theta = \text{F.P.} = 0.65 \quad \theta = \cos^{-1} 0.65 = 49.45^\circ$$

$$\cos \theta' = \text{F.P.} = 0.85 \quad \theta' = \cos^{-1} 0.85 = 31.78^\circ$$

$$P = P' \quad \text{pero} \quad S \neq S' \quad \text{y} \quad Q \neq Q'$$

Considerando lo anterior obtenemos:

$$S = P / \cos \theta = 350 / 0.65 = 538.46 \text{ KVA}$$

$$S' = P' / \cos \theta' = 350 / 0.85 = 411.76 \text{ KVA}$$

$$Q = S \sin \theta = 538.46 \sin 49.45^\circ = 409.14 \text{ KVAR}$$

$$Q' = S' \sin \theta' = 411.76 \sin 31.78^\circ = 216.85 \text{ KVAR}$$

$$\frac{Q - Q'}{P} = \frac{192.29}{350} = 0.5494 \frac{\text{KVAR}}{\text{KW}}$$

El valor obtenido representa la potencia reactiva necesaria por cada KW demandados para trabajar a un F.P. de 85%.

Otra forma de obtener este resultado, además de las ya mencionadas es empleando la tabla 1 y/o la gráfica de la Fig. 1.a

c). Costo de los capacitores.

Si el costo de la potencia reactiva es de \$1,500/KVAR, para este ejercicio el resultado es el siguiente:

$$350 \text{ KW} \times 0.5494 \frac{\text{KVAR}}{\text{KW}} \times 1,500 \frac{\$}{\text{KVAR}} = \$ 288,435.00$$

d). El ahorro anual, tomando en cuenta ciertas consideraciones se puede estimar de la forma siguiente:

$$\$ 1'041,457.3 - \$ 288,435.00 = \$ 753,022.3$$

El valor anterior representa el ahorro para un primer mes al trabajar con un F.P. del 85%, inclusive descontando el costo por adquirir capacitores. Y para los once meses restantes se obtiene:

$$\$ 1'041,457.3 \times 11 = \$ 11'456,030.00$$

Cantidad ahorrada en dinero al mejorar el F.P., al año.

$$\$ 11'456,030.00 + \$ 753,022.3 = \$ 12'209,052.00$$

Para que un cálculo de este tipo del inciso (d) sea totalmente real, es necesario obtenerlo en forma mensual, considerando los incrementos o decrementos en el consumo de la energía eléctrica, así como la consideración del factor mensual de ajuste para el tipo de la tarifa eléctrica contratada por la empresa.

CONCLUSIONES.

Es de vital importancia para nuestro país, conocer nuestros alcances como potencia energética, a través de un inventario de los recursos con que contamos y conociendo como emplearlos para su mejor aprovechamiento, así como también reconocer nuestras limitaciones, en este sentido algunas herramientas válidas son los estudios técnico-económicos, que nos indican el porque se debe decidir sobre una política específica. Aunque en años recientes se ha incurrido en errores de planeación energética en este aspecto.

Esta visto que un país por muchos recursos que tenga, si carece de una adecuada planeación desde los aspectos más importantes, es un país que terminará con sus recursos y no dejará de tener carencias que prevalecían antes de explotarlos.

En la actualidad, la planificación energética adquiere una mayor importancia como instrumento idóneo para poder afrontar la presente etapa de transición energética. Para lograr que esta transición sea un cambio ordenado, progresivo e integral, es imprescindible que este proceso sea planificado. Indudablemente que será una tarea trascendental, de resultados impredecibles, cuyos logros dependen en gran medida de una pronta acción, clara y bien orientada. Dicha planificación consiste en un sistema de acción organizado racionalmente y dirigido hacia el futuro. Es claro que las sociedades requieren de mayor energía para crecer. Sin embargo, ello debe ir acompañado de un conjunto de medidas tendientes a disminuir el consumo improductivo de energía, promoviendo el uso óptimo

y racional de la misma. La planificación energética tiene que hacer énfasis en la satisfacción de un consumo energético que debe crear rápidamente, el mejoramiento de la accesibilidad al consumo de grupos rurales y urbanos marginados, en una distribución más equilibrada de la energía entre los diversos sectores económicos y sociales y evitar que el consumo improductivo e intenso de pequeños grupos se convierta en un obstáculo a un desarrollo de este trabajo. La concientización en el consumo de los combustibles y el mejor aprovechamiento de los recursos alternos de energía, serán factores determinantes para lograr en lo mejor posible superar esta transición energética de una manera menos grave y, aprovechar la experiencia adquirida positivamente, pese a la adversidad de la crisis mundial que vivimos hoy en día.

México se encuentra en un momento propicio para definir y decidir con todos sus beneficios y consecuencias una política adecuada de planificación de los energéticos, basada principalmente en nuestros alcances tecnológicos, creando y aprovechando nuestra propia tecnología y fomentando los recursos humanos para poder lograrlo. Estando en una situación como la que atraviesa el país, es el momento de actuar y repeler aquello que nos traiga solo algunos beneficios externos a corto plazo, sabiendo por experiencia que esto es solo una ilusión pasajera de consecuencias posteriores y una arma de los países poderosos para mantenernos siempre bajo su control convenenciero.

Ahora bien, el desempeño de esta tesis ha pretendido ser, no

no sólo un mensaje de concientización respecto a la Conservación de los recursos energéticos disponibles en México, sino algo más profundo, como es la preocupación y necesidad de cambios en la Política Energética de nuestro país.

En el aspecto técnico, este trabajo hace énfasis sobre algunas técnicas de aplicación industrial encaminadas a la Conservación y ahorro de la Energía; generalmente ya aplicables hace un buen tiempo, pero que hoy en día han recobrado significativa importancia en el ahorro de energía. Lo anterior nos representa beneficios a corto, mediano y largo plazos, y no sólo mediante algunas instituciones de investigación privada, sino hasta por el mismo gobierno en fechas muy recientes este último.

Dentro de las técnicas estudiadas, cabe resaltar la importancia en la aplicación de la Auditoría Energética para cualquier programa de Conservación de la Energía, desde su etapa de análisis hasta la etapa de planeación de los energéticos mediante la Administración de la Energía, para ejecutar las acciones resultantes de un estudio de este tipo en sus tres niveles de estudio.

No menos importante es la técnica para ahorrar Energía denominada "Cogeneración" o generación conjunta de la energía eléctrica y calor en forma de vapor para aprovechar mejor los recursos energéticos, como pudo apreciarse en el capítulo IV.3. Así como la preparación de los recursos humanos y la importancia de los mismos dentro del ahorro y productividad de la empresa.

Otro de los temas de singular importancia en el ahorro de energía ha sido el de cuidar el factor de potencia adecuado en los equipos importantes de la planta industrial sobre todo aquellos altamente consumidores de energía eléctrica comprada, por los costos que esta representa tanto para la compañía suministradora como para la que compra este energético. De ahí la importancia que implica mantener un factor de potencia no menor al 85%, que es el mínimo aceptable según la C.F.E. y que también fue tratado en el último capítulo de esta tesis.

Finalmente cabe agregar que nuestro país: México, tiene un pueblo consciente de la realidad por la cual se esta atravesando y, es indispensable que también el gobierno lo este, conforme a las posibilidades que conduzcan a un noble e ineludible objetivo; - engrandecer a nuestra Patria.

A N E X O A

FACTORES DE CONVERSION DE ENERGETICOS

1/5

		Cal	kCal	BTU	kWh	MWh	Petróleo Crudo Equivalente	
							m ³	bl
Cal		0.10000 01	0.10000 -02	0.39633 -02	0.11028 -05	0.11028 -06	0.12308 -00	0.77002 -09
kCal		0.10000 04	0.10000 01	0.39633 01	0.11028 -02	0.11028 -05	0.12308 -09	0.77002 -06
BTU		0.25200 03	0.25200 00	0.10000 01	0.29301 -03	0.29301 -06	0.31243 -07	0.10051 -00
kWh		0.86003 06	0.86003 03	0.34128 04	0.10000 01	0.10000 -02	0.10063 -03	0.67066 -03
MWh		0.86003 09	0.86003 06	0.34128 07	0.10000 04	0.10000 01	0.10063 00	0.67066 00
Petróleo Crudo Equivalente	m ³	0.80658 10	0.80658 07	0.32007 08	0.93785 04	0.93785 01	0.10000 01	0.62898 01
	bl	0.12824 10	0.12824 07	0.50887 07	0.14911 04	0.14911 01	0.15699 00	0.10000 01
Gasolina	m ³	0.81498 10	0.81498 07	0.32340 06	0.94782 04	0.94782 01	0.13104 01	0.63563 01
	bl	0.12957 10	0.12957 07	0.51417 07	0.15066 04	0.15066 01	0.16064 00	0.10104 01
Kerosinas	m ³	0.88418 10	0.88418 07	0.35097 09	0.10281 05	0.10281 02	0.10962 01	0.68950 01
	bl	0.14057 10	0.14057 07	0.55783 07	0.16345 04	0.16345 01	0.17429 00	0.10962 01
Turbosina	m ³	0.88418 10	0.88418 07	0.35097 08	0.10281 05	0.10281 02	0.10962 01	0.68950 01
	bl	0.14057 10	0.14057 10	0.55783 07	0.16345 04	0.16345 01	0.17429 00	0.10962 01
Diesel	m ³	0.92432 10	0.92432 07	0.36079 08	0.10748 05	0.10748 02	0.11460 01	0.72080 01
	bl	0.14098 10	0.14098 07	0.58316 07	0.17007 04	0.17007 01	0.17429 00	0.11460 01
Combustible	m ³	0.10019 11	0.10019 08	0.39780 08	0.11650 05	0.11650 02	0.12422 01	0.78133 01
	bl	0.15930 10	0.15930 07	0.63213 07	0.18927 04	0.18927 01	0.19750 00	0.12422 01
Gas Licuado Densidad 0.54	m ³	0.06131 10	0.06131 07	0.28248 08	0.76904 04	0.76904 01	0.82000 00	0.51577 01
	bl	0.10515 10	0.10515 07	0.41728 07	0.12227 04	0.12227 01	0.13077 00	0.02000 00
	kg	0.12248 08	0.12248 05	0.48603 05	0.14241 02	0.14241 -01	0.15185 02	0.95512 -02
	t	0.12248 11	0.12248 08	0.48603 08	0.14241 05	0.14241 02	0.15185 01	0.95512 01
Gas Seco Unidad 0.62 (aire = 1)	m ³	0.84579 07	0.84579 04	0.33503 05	0.98344 01	0.98344 -02	0.10490 -02	0.69990 -02
	pie ³	0.23951 06	0.23951 03	0.95042 03	0.27849 00	0.27849 -03	0.27849 -03	0.10677 -03
	t	0.10590 11	0.10590 08	0.41807 08	0.12266 05	0.12266 02	0.13081 01	0.82274 01
Gas Húmedo Densidad 0.70 (aire = 1)	m ³	0.10526 08	0.10526 05	0.41770 05	0.12230 02	0.12230 -01	0.13060 -02	0.82084 -02
	pie ³	0.29807 06	0.29807 03	0.11828 04	0.34651 00	0.34651 -03	0.36985 -04	0.23244 -03
	t	0.11830 11	0.11830 08	0.46150 08	0.13523 05	0.13523 02	0.14419 01	0.90690 01
Petróleo Crudo Densidad 0.877	m ³	0.10898 11	0.10898 08	0.42066 08	0.12323 05	0.12323 02	0.13140 01	0.82645 01
	bl	0.16890 10	0.16890 07	0.68903 07	0.18502 04	0.18502 01	0.20890 00	0.13140 01
	t	0.12061 11	0.12061 08	0.47894 08	0.14051 05	0.14051 02	0.14982 01	0.94230 01
Carbón Mineral	kg	0.60000 07	0.60000 04	0.23110 05	0.69765 01	0.69765 -02	0.74180 -03	0.46709 -02
	t	0.60000 10	0.60000 07	0.23110 08	0.69765 04	0.69765 01	0.74180 00	0.46709 01
Coque	kg	0.66679 07	0.66679 04	0.26460 06	0.77532 01	0.77532 -02	0.82670 -03	0.51997 -02
	t	0.66679 10	0.66679 07	0.26460 08	0.77532 04	0.77532 01	0.82670 00	0.51997 01
Uranio 235	gr	0.24158 11	0.24158 08	0.95805 08	0.28090 06	0.28090 02	0.29951 01	0.18839 02

Fuente: Serie Energéticos Tomo II. I.M.P. SUBD. Planeación Económica. Div. Planeación Energéticos.

FACTORES DE CONVERSION DE ENERGETICOS

2/5

	GASOLINAS		KEROSINAS		TURBOSINAS		DIESEL		
	m ³	bl	m ³	bl	m ³	bl	m ³	bl	
Cal	0.12270 -09	0.77176 -09	0.11310 -09	0.71137 -09	0.11310 -09	0.71137 -09	0.10819 -09	0.60048 -09	
kCal	0.12270 -06	0.77176 -06	0.11310 -06	0.71137 -06	0.11310 -06	0.71137 -06	0.10819 -06	0.60048 -06	
BTU	0.30921 -07	0.19449 -06	0.28501 -07	0.17926 -06	0.28501 -07	0.17926 -06	0.27203 -07	0.17148 -06	
kWh	0.10553 -03	0.6375 -03	0.97268 -04	0.61180 -03	0.97268 -04	0.61180 -03	0.93044 -04	0.58523 -03	
MWh	0.10553 00	0.6375 00	0.97268 -01	0.61180 00	0.97268 -01	0.61180 00	0.93044 -01	0.58523 00	
Petróleo Crudo Equivalente	m ³ bl	0.98709 00 0.15735 00	0.62254 01 0.98960 00	0.91223 00 0.14503 00	0.57377 01 0.91223 00	0.91223 00 0.14503 00	0.57377 01 0.91223 00	0.87261 00 0.13873 00	0.54864 01 0.87261 00
Gasolinas	m ³ bl	0.10800 01 0.15099 00	0.62809 01 0.10800 01	0.92173 00 0.14054 00	0.57975 01 0.92173 00	0.92173 00 0.14054 00	0.57975 01 0.92173 00	0.84170 00 0.14018 00	0.55457 01 0.88170 00
Kerosinas	m ³ bl	0.10849 01 0.17249 00	0.68230 01 0.10849 01	0.10000 01 0.15819 00	0.62898 01 0.10000 01	0.10000 01 0.15819 00	0.62898 01 0.10000 01	0.95057 00 0.15208 00	0.60167 01 0.95057 00
Turbosina	m ³ bl	0.10849 01 0.17249 00	0.68230 01 0.10849 01	0.10000 01 0.15819 00	0.62898 01 0.10000 01	0.10000 01 0.15819 00	0.62898 01 0.10000 01	0.95057 00 0.15208 00	0.60167 01 0.95057 00
Diesel	m ³ bl	0.11342 01 0.16032 00	0.71237 01 0.11342 01	0.10454 01 0.16021 00	0.65753 01 0.10454 01	0.10454 01 0.16021 00	0.65753 01 0.10454 01	0.10000 01 0.15099 00	0.67898 01 0.10000 01
Combustible	m ³ bl	0.12204 01 0.16546 00	0.77328 01 0.12204 01	0.11332 01 0.18018 00	0.71275 01 0.11332 01	0.11332 01 0.18017 00	0.71275 01 0.11332 01	0.10840 01 0.17234 00	0.68180 01 0.10840 01
Gas Licuado Densidad 0.54	m ³ bl kg t	0.81155 00 0.12503 00 0.15029 -02 0.15029 01	0.51045 01 0.81155 00 0.94527 -02 0.94527 01	0.74803 00 0.11893 00 0.13852 -02 0.13852 01	0.47040 01 0.74803 00 0.87129 -02 0.87129 01	0.74803 00 0.11893 00 0.13852 -02 0.13852 01	0.47040 01 0.74803 00 0.87129 -02 0.87129 01	0.71554 00 0.11370 00 0.13251 -02 0.13251 01	0.45666 01 0.71554 00 0.83345 -02 0.83345 01
Gas Sico Densidad 0.62 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.10378 -02 0.29388 -04 0.12946 -01	0.95276 -02 0.16484 -03 0.81420 01	0.95658 -03 0.27088 -04 0.11932 01	0.60197 -02 0.17039 -03 0.75053 01	0.95658 -03 0.27088 -04 0.11932 01	0.60167 -02 0.17039 -03 0.75052 01	0.91504 -03 0.27911 -04 0.11414 01	0.57154 -02 0.16288 -03 0.71703 01
Gas Húmedo Densidad 0.70 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.12916 -02 0.36574 -04 0.14270 01	0.81237 -02 0.23004 -03 0.86755 01	0.11905 -02 0.33711 -04 0.13153 01	0.74879 -02 0.21204 -03 0.82730 01	0.11905 -02 0.33711 -04 0.13153 01	0.74879 -02 0.21204 -03 0.82730 01	0.11388 -02 0.32247 -04 0.12582 01	0.71627 -02 0.20283 -03 0.79137 01
Petróleo Crudo Densidad 0.877	m ³ bl t	0.13004 01 0.20835 00 0.14826 01	0.81793 01 0.13004 01 0.93264 01	0.11986 01 0.18057 00 0.13687 01	0.75091 01 0.11986 01 0.85984 01	0.11986 01 0.18057 00 0.13687 01	0.75091 01 0.11986 01 0.85984 01	0.11466 01 0.18229 00 0.13074 01	0.72117 01 0.11466 01 0.82231 01
Carbón Mineral	kg t	0.73822 -03 0.73822 00	0.46307 -02 0.46307 01	0.67859 -03 0.67859 00	0.42682 -02 0.42682 01	0.67859 -03 0.67859 00	0.42682 -02 0.42682 01	0.64912 -03 0.64912 00	0.40829 -02 0.40829 01
Coque	kg t	0.81817 -03 0.81817 00	0.51401 -02 0.51401 01	0.75413 -03 0.75413 00	0.47434 -02 0.47434 01	0.75413 -03 0.75413 00	0.47434 -02 0.47434 01	0.72138 -03 0.72138 00	0.45374 -02 0.45374 01
Uranio 235	gr	0.29843 01	0.18845 02	0.27322 01	0.17165 02	0.27322 01	0.17165 02	0.26136 01	0.18439 02

FACTORES DE CONVERSION DE ENERGETICOS

3/5

	COMBUSTIBLE		G/S LICUADO (Densidad 0.84)				
	m ³	bl	m ³	bl	kg	t	
Cal	0.09606 -10	0.62778 -06	0.15120 -09	0.95099 -09	0.81646 -00	0.81646 -10	
kCal	0.009606 -07	0.02778 -06	0.15120 -06	0.95099 -06	0.81646 -04	0.81646 -07	
BTU	0.25151 -07	0.16820 -06	0.38101 -07	2.3995 -06	0.20575 -04	0.20575 -07	
kWh	0.05636 -04	0.53069 -03	0.13003 -03	0.81788 -03	0.70217 -01	0.70217 -04	
MWh	0.05636 -01	0.53069 00	0.13003 00	0.81788 00	0.70217 02	0.70217 -01	
Petróleo Crudo Equivalente	m ³ bl	0.80501 00 0.12790 00	0.50034 01 0.80501 00	0.12195 01 0.19389 00	0.76705 01 0.12196 01	0.05853 03 0.10470 03	0.05853 00 0.10470 00
Gasolina	m ³ bl	0.81340 00 0.12632 00	0.51161 01 0.81340 00	0.12322 01 0.19591 00	0.77504 01 0.12322 01	0.06540 03 0.10579 03	0.06540 00 0.10579 00
Kerosinas	m ³ bl	0.88247 00 0.14030 00	0.55605 01 0.88247 00	0.13368 01 0.21254 00	0.64085 01 0.13368 01	0.72190 03 0.11477 03	0.72190 00 0.11477 00
Turbotina	m ³ bl	0.88247 00 0.14030 00	0.55505 01 0.88247 00	0.13368 01 0.21254 00	0.64085 01 0.13368 01	0.72190 03 0.11477 03	0.72190 00 0.11477 00
Diesel	m ³ bl	0.92253 00 0.14687 00	0.58025 01 0.92253 00	0.13975 01 0.22219 00	0.87902 01 0.13975 01	0.75407 03 0.11998 03	0.75407 00 0.11998 00
Combustóleo	m ³ bl	0.10000 01 0.15890 00	0.62898 01 0.10000 01	0.16149 01 0.24085 00	0.05284 01 0.15149 01	0.81805 03 0.13000 03	0.81805 00 0.13000 00
Gas Licuado Densidad 0.54	m ³ bl kg t	0.66011 00 0.10405 00 0.12234 -02 0.12224 01	0.41520 01 0.08011 00 0.76888 -02 0.76888 01	0.10000 01 0.15899 00 0.18519 -02 0.18519 01	0.02090 01 0.10000 01 0.11646 -01 0.11646 02	0.54000 03 0.85853 02 0.10000 01 0.10000 04	0.54000 00 0.85853 -01 0.10000 -02 0.10000 01
Gas Seco Densidad 0.02 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.84415 -03 0.23904 -04 0.10530 01	0.53095 -02 0.15035 -03 0.66231 01	0.12788 -02 0.36212 -04 0.16952 01	0.80434 -02 0.22777 -03 0.10033 02	0.69065 00 0.19565 -01 0.86140 03	0.69065 -03 0.19565 -04 0.86140 00
Gas Húmero Densidad 0.70 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.10508 -02 0.29746 -04 0.11607 01	0.06078 -02 0.18712 -03 0.75007 01	0.15915 -02 0.45007 -04 0.17584 01	0.10010 -01 0.28346 -03 0.11060 02	0.85941 00 0.24336 -01 0.94952 03	0.85941 -03 0.24336 -04 0.94952 00
Petróleo Crudo Densidad 0.877	m ³ bl t	0.10577 01 0.16917 00 0.12061 01	0.68530 01 0.10577 01 0.75861 01	0.18024 01 0.25476 00 0.18271 01	0.10079 02 0.18024 01 0.11492 02	0.86528 03 0.13757 03 0.98064 03	0.86528 00 0.13757 00 0.98064 00
Carbón Mineral	kg t	0.50804 -03 0.68884 00	0.37606 -02 0.37606 01	0.00718 -03 0.00718 00	0.57060 -02 0.57060 01	0.48987 00 0.48987 03	0.48987 -03 0.48987 00
Coque	kg t	0.60550 -03 0.60550 00	0.41859 -02 0.41859 01	0.10082 -02 0.10082 01	0.03411 -02 0.03411 01	0.54441 00 0.54441 03	0.54441 -03 0.54441 00
Uranio 235	gr	0.24111 01	0.15165 02	0.30526 01	0.22974 02	0.10724 04	0.10724 01

FACTORES DE CONVERSION DE ENERGETICOS

4/5

	GAS SECO DENSIDAD 0.82 (Aire = 1)			GAS HUMEDO DENSIDAD 0.70 (Aire = 1)		
	m ³	pie ³	t	m ³	pie ³	t
	Cal	0.11823 -00	0.41763 -05	0.04783 -10	0.06002 -07	0.33549 -06
kCal	0.11823 -03	0.41763 -02	0.04783 -07	0.06002 -04	0.33549 -02	0.06087 -07
BTU	0.20706 -04	0.10577 -02	0.23010 -07	0.23041 -04	0.84644 -03	0.21600 -07
kWh	0.11100 00	0.35000 01	0.11610 -04	0.81705 -01	0.28063 01	0.73051 -04
MWh	0.10100 03	0.35000 04	0.81610 -01	0.81705 02	0.28063 04	0.73061 -01
Petróleo Crudo Equivalente	m ³ bl	0.05304 03 0.15162 03	0.33677 05 0.53542 04	0.76440 00 0.12155 00	0.70927 03 0.43422 04	0.27080 05 0.11027 00
Gasolinas	m ³ bl	0.09357 03 0.15320 03	0.34028 05 0.64100 04	0.77240 00 0.12310 03	0.77342 05 0.43470 04	0.70077 00 0.11141 00
Kerosinas	m ³ bl	0.10454 04 0.16820 03	0.38917 05 0.58894 04	0.83805 00 0.13324 00	0.84000 03 0.13355 03	0.20684 05 0.47181 04
Turbotina	m ³ bl	0.10454 04 0.16820 03	0.38917 05 0.58894 04	0.83805 00 0.13324 00	0.84000 03 0.13355 03	0.20684 05 0.47181 04
Diesel	m ³ bl	0.10029 04 0.17375 03	0.38593 05 0.61358 04	0.87810 00 0.13929 00	0.87813 03 0.13061 03	0.31010 05 0.49302 04
Combustóleo	m ³ bl	0.11848 04 0.18834 03	0.41834 05 0.68511 04	0.94007 00 0.15009 00	0.95187 03 0.15134 03	0.33614 05 0.53443 04
Gas Licuado Densidad 0.54	m ³ bl kg t	0.78199 03 0.12433 03 0.14481 01 0.14481 04	0.27615 05 0.43904 04 0.51139 02 0.51139 05	0.62689 00 0.09687 -01 0.11809 -02 0.11609 01	0.82834 03 0.93898 02 0.11830 01 0.11638 04	0.22109 05 0.35278 04 0.41091 02 0.41671 05
Gas Seco Densidad 0.82 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.10000 01 0.20317 -01 0.12474 04	0.35314 02 0.10000 01 0.44051 05	0.80180 -03 0.22701 -04 0.10000 01	0.80352 00 0.22754 -01 0.10023 04	0.28375 02 0.80352 00 0.35396 05
Gas Húmedo Densidad 0.70 (aire = 1)	m ³ pie ³ t	0.12445 01 0.35242 -01 0.13760 04	0.43949 02 0.12445 01 0.48567 05	0.90789 -03 0.20252 -04 0.11023 01	0.10000 01 0.28317 -01 0.11049 04	0.35314 02 0.10000 01 0.39017 05
Petróleo Crudo Densidad 0.877	m ³ bl t	0.12530 04 0.19922 03 0.14288 04	0.44250 05 0.70351 04 0.50456 05	0.10045 01 0.15870 00 0.11464 01	0.10088 04 0.18007 03 0.11480 04	0.35555 05 0.58529 04 0.40542 06
Carbón Mineral	kg t	0.70940 00 0.70940 03	0.25452 02 0.25052 05	0.54870 -08 0.50870 00	0.57001 00 0.57001 03	0.20130 02 0.20130 05
Coke	kg t	0.78837 00 0.78837 03	0.27140 02 0.27140 05	0.61200 -03 0.63209 00	0.63347 00 0.63347 03	0.22370 02 0.22370 05
Uranio 235	gr	0.78563 04	0.10987 00	0.22899 01	0.22951 04	0.81048 05

FACTORES DE CONVERSION DE ENERGETICOS

5/5

	PETROLEO CRUDO (Densidad 0.877)			CARBON MINERAL		COQUE		URANIO 235
	m ³	bl	t	kg	t	kg	t	gr
Cal	0.04357 -10	0.56349 -00	0.82751 -10	0.18607 -06	0.18407 -09	0.14997 -06	0.14997 -09	0.41394 -10
kCal	0.04357 -07	0.50349 -06	0.82751 -07	0.16007 -03	0.16307 -06	0.14997 -03	0.14997 -06	0.41394 -07
BTU	0.23778 -07	0.14958 -06	0.20653 -07	0.42000 -04	0.42300 -07	0.37793 -04	0.37793 -07	0.10431 -07
kWh	0.81160 -04	0.51042 -03	0.71168 -04	0.14334 00	0.14334 -03	0.12898 00	0.12898 -03	0.35600 -04
MWh	0.81160 -01	0.51042 00	0.71168 -01	0.14334 03	0.14334 00	0.12898 03	0.12898 00	0.35600 -01
Petróleo Crudo Equivalente	m ³	0.78108 00	0.47869 01	0.60745 00	0.13443 04	0.13143 01	0.12098 04	0.12098 01
	bl	0.12109 00	0.76106 00	0.10812 00	0.21373 03	0.21373 00	0.19232 03	0.19232 00
Gasolina	m ³	0.70899 00	0.48765 01	0.67441 00	0.13683 04	0.13383 01	0.12222 04	0.12222 01
	bl	0.12228 00	0.76899 00	0.10722 00	0.21695 03	0.21695 00	0.19432 03	0.19432 00
Kerosinas	m ³	0.83429 00	0.52475 01	0.73167 00	0.14736 04	0.14736 01	0.13260 04	0.13260 01
	bl	0.13204 00	0.83429 00	0.11833 00	0.23429 03	0.23429 00	0.21082 03	0.21082 00
Turbosina	m ³	0.83429 00	0.52475 01	0.73167 00	0.14736 04	0.14736 01	0.13260 04	0.13260 01
	bl	0.13204 00	0.83429 00	0.11833 00	0.23429 03	0.23429 00	0.21082 03	0.21082 00
Diesel	m ³	0.87217 00	0.54050 01	0.76490 00	0.15406 04	0.15406 01	0.13862 04	0.13862 01
	bl	0.13668 00	0.87217 00	0.12101 00	0.24493 03	0.24493 00	0.22039 03	0.22039 00
Combustión	m ³	0.94541 00	0.59484 01	0.82012 00	0.16890 04	0.16890 01	0.15026 04	0.15026 01
	bl	0.15031 00	0.94541 00	0.13182 00	0.26540 03	0.26540 00	0.23890 03	0.23890 00
Gas Licuado	m ³	0.62407 00	0.39253 01	0.54731 00	0.11023 04	0.11023 01	0.09190 03	0.09190 00
Densidad 0.54	bl	0.99720 -01	0.62407 00	0.87019 -01	0.17520 03	0.17520 00	0.15770 03	0.15770 00
	kg	0.11557 -02	0.72691 -02	0.10135 -02	0.20113 01	0.20113 -02	0.18389 01	0.18389 -02
	t	0.11557 01	0.72691 01	0.10135 01	0.20113 04	0.20113 01	0.18389 03	0.18389 00
Gas Seco	m ³	0.70708 -03	0.50197 -02	0.69990 -03	0.14006 01	0.14206 -02	0.12004 01	0.12004 -02
Densidad 0.82 (aire = 1)	pie ³	0.22509 -04	0.14214 -03	0.19010 -04	0.39118 -01	0.39118 -04	0.35919 -01	0.35919 -04
	t	0.02951 00	0.82010 01	0.87307 00	0.17604 04	0.17604 01	0.15823 04	0.15823 01
Gas Húmedo	m ³	0.90321 -03	0.62471 -02	0.87105 -03	0.17513 01	0.17513 -02	0.15798 01	0.15798 -02
Densidad 0.70 (aire = 1)	pie ³	0.28125 -04	0.17890 -03	0.24668 -04	0.49078 -01	0.49078 -04	0.44702 -01	0.44702 -04
	t	0.10973 01	0.89071 01	0.96237 00	0.10383 04	0.10383 01	0.17441 04	0.17441 01
Petróleo Crudo	m ³	0.10000 01	0.67898 01	0.87700 00	0.17983 04	0.17983 01	0.15804 04	0.15804 01
Densidad 0.877	bl	0.15899 00	0.10000 01	0.13843 00	0.28083 03	0.28083 00	0.25270 03	0.25270 00
	t	0.11403 01	0.71720 01	0.10000 01	0.20141 04	0.20141 01	0.18123 04	0.18123 01
Carbón Mineral	kg	0.50614 -03	0.36600 -02	0.40811 -03	0.10900 01	0.10900 -02	0.09083 00	0.09083 -03
	t	0.66614 00	0.36600 01	0.40811 00	0.10900 04	0.10900 01	0.09083 03	0.09083 00
Coque	kg	0.82917 -03	0.38573 -02	0.55178 -03	0.11113 01	0.11113 -02	0.10000 01	0.10000 -02
	t	0.82917 00	0.38573 01	0.55178 00	0.11113 04	0.11113 01	0.10000 04	0.10000 01
Uranio 235	gr	0.22798 01	0.14338 02	0.18001 01	0.40283 04	0.40283 01	0.38230 04	0.38230 01

A N E X O B

ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL
(SIMPLIFICADO)

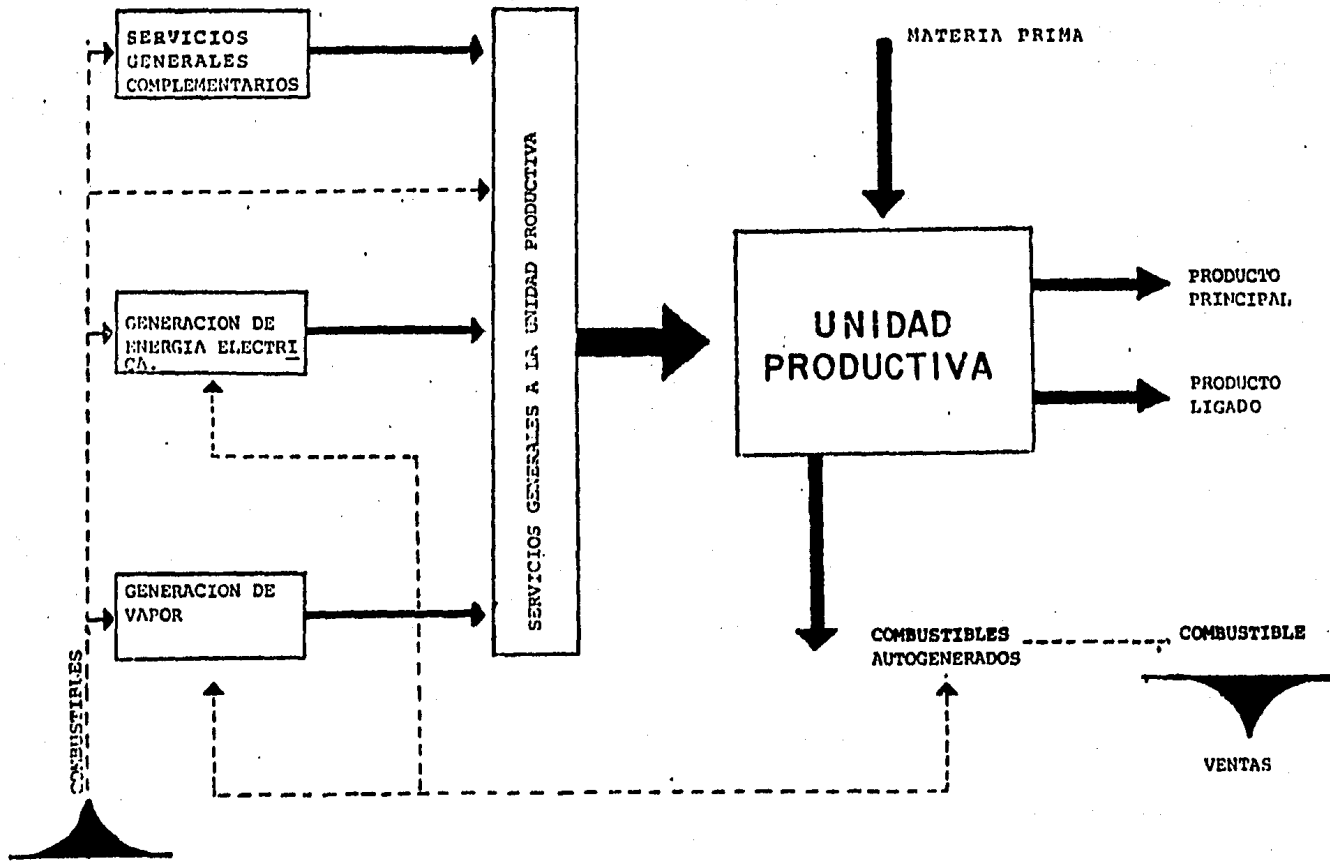
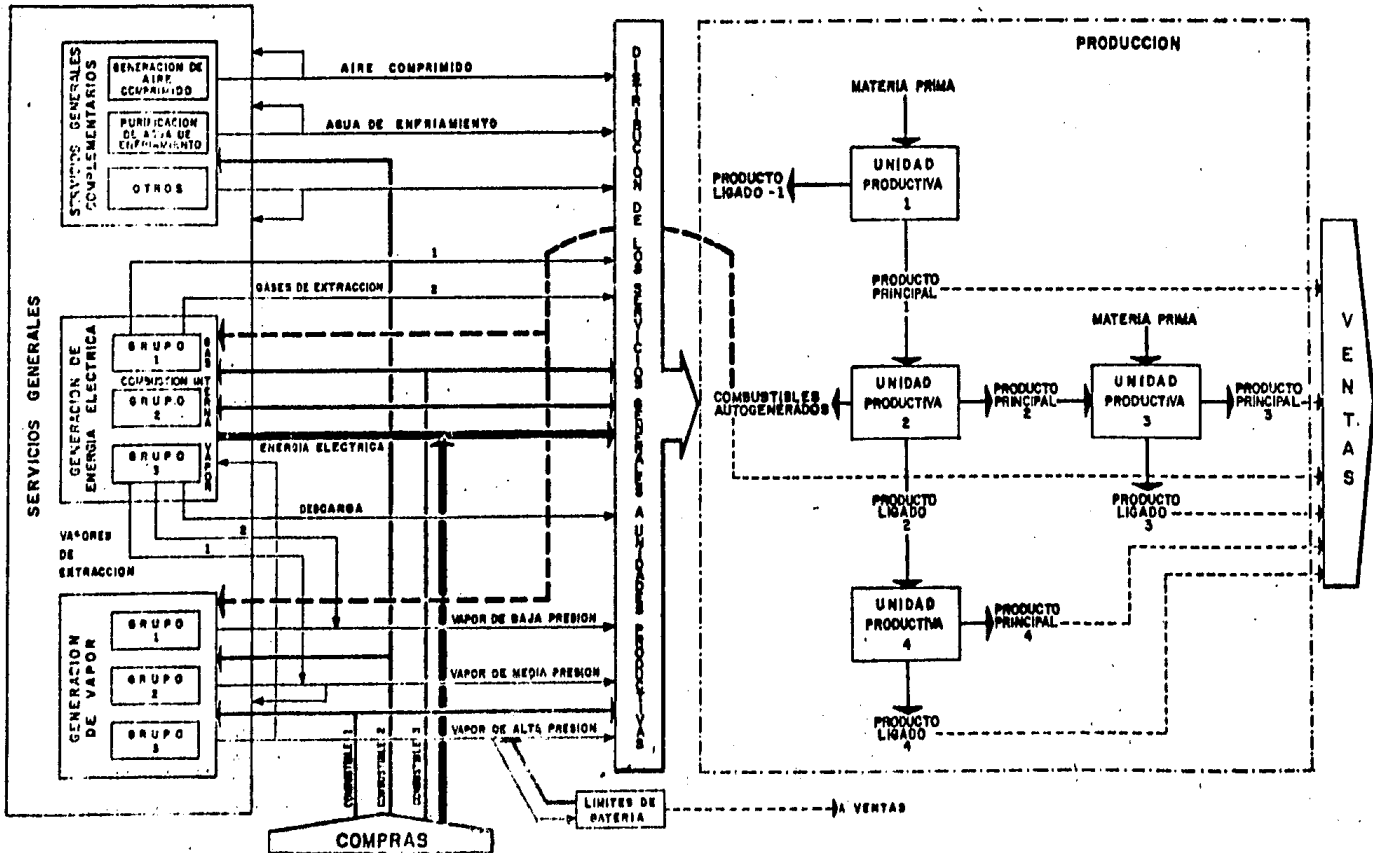


Fig. 2

Fig. 3
 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL



PRODUCCION DE CEMENTO

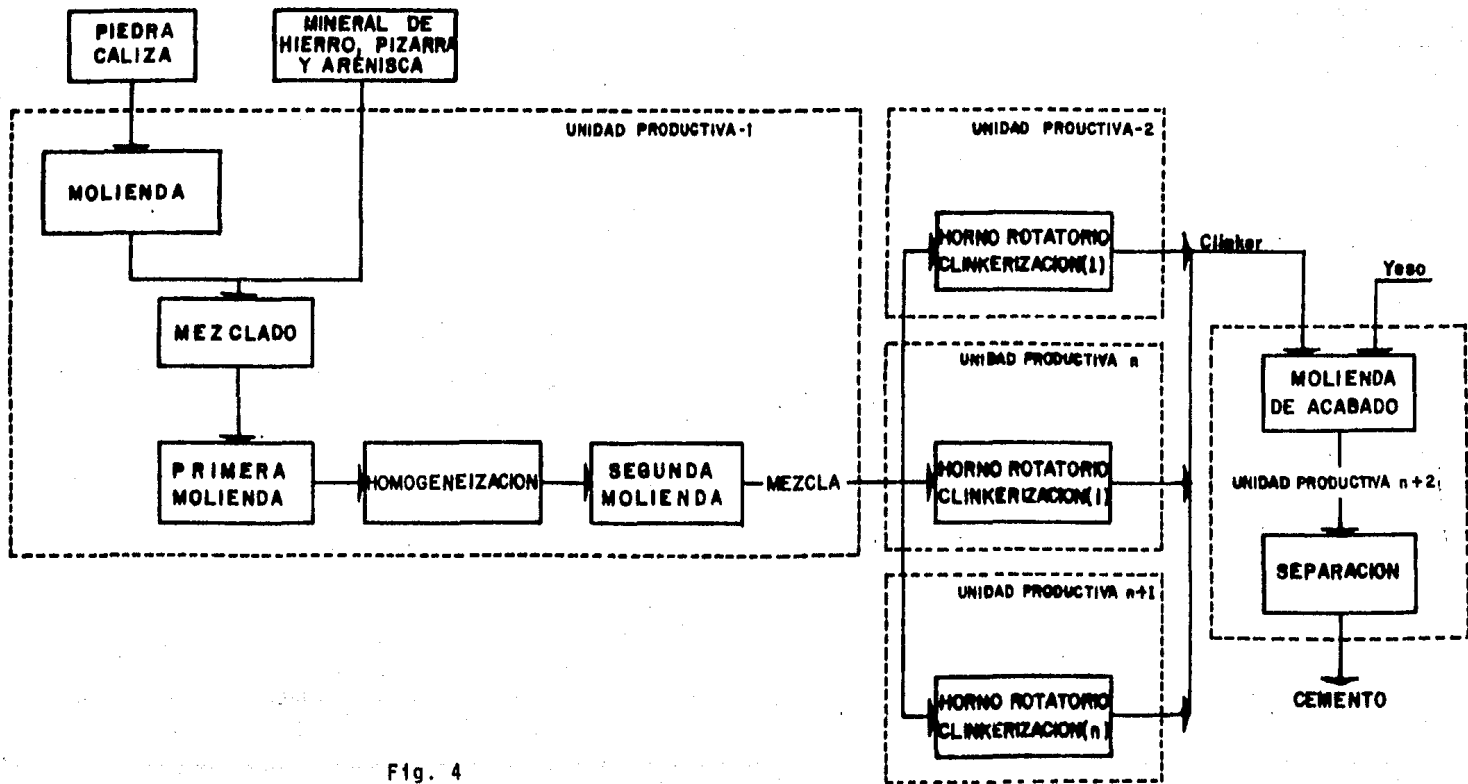
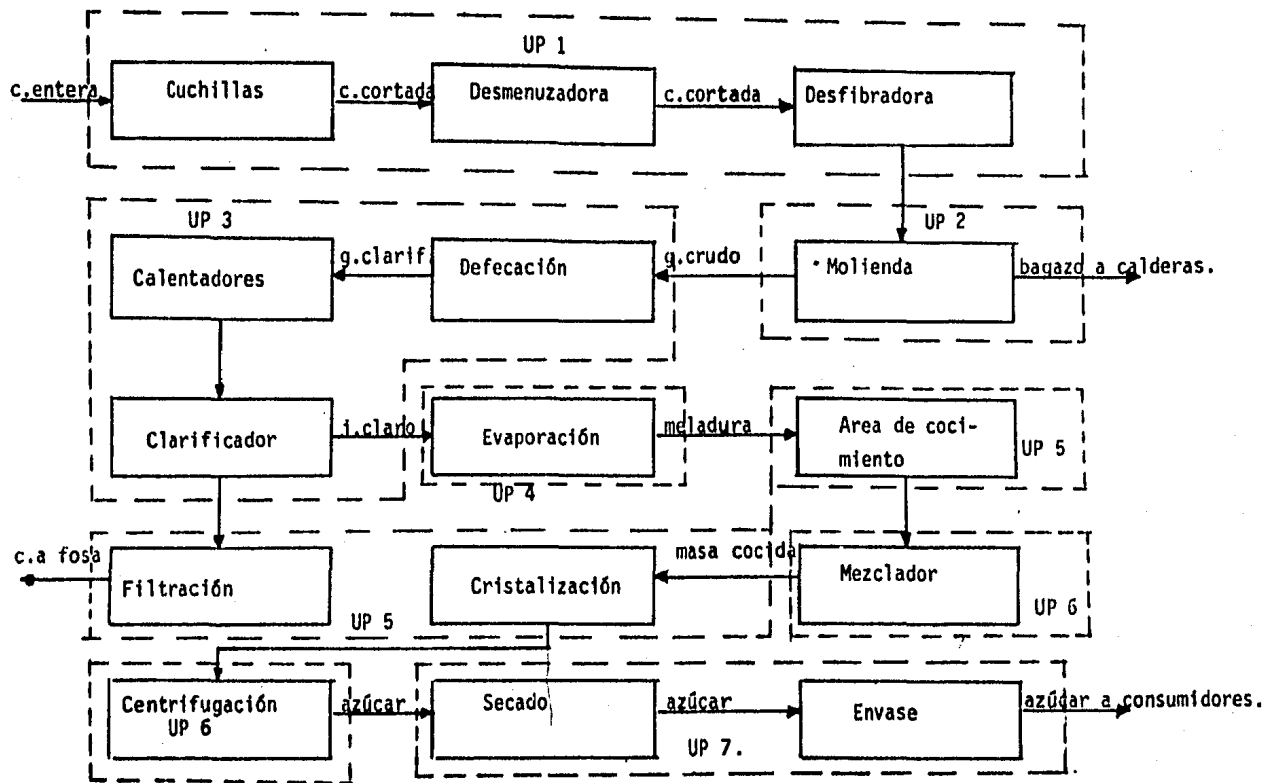


Fig. 4

DIAGRAMA QUE MUESTRA EL DESGLOSE DE UNIDADES PRODUCTIVAS EN UN INGENIO AZUCARERO.



c: caña
g: guarapo
j: jugo

Fig. 5

BALANCE DE ENERGIA PARA UNA UNIDAD SIMPLE DE GENERACION DE VAPOR

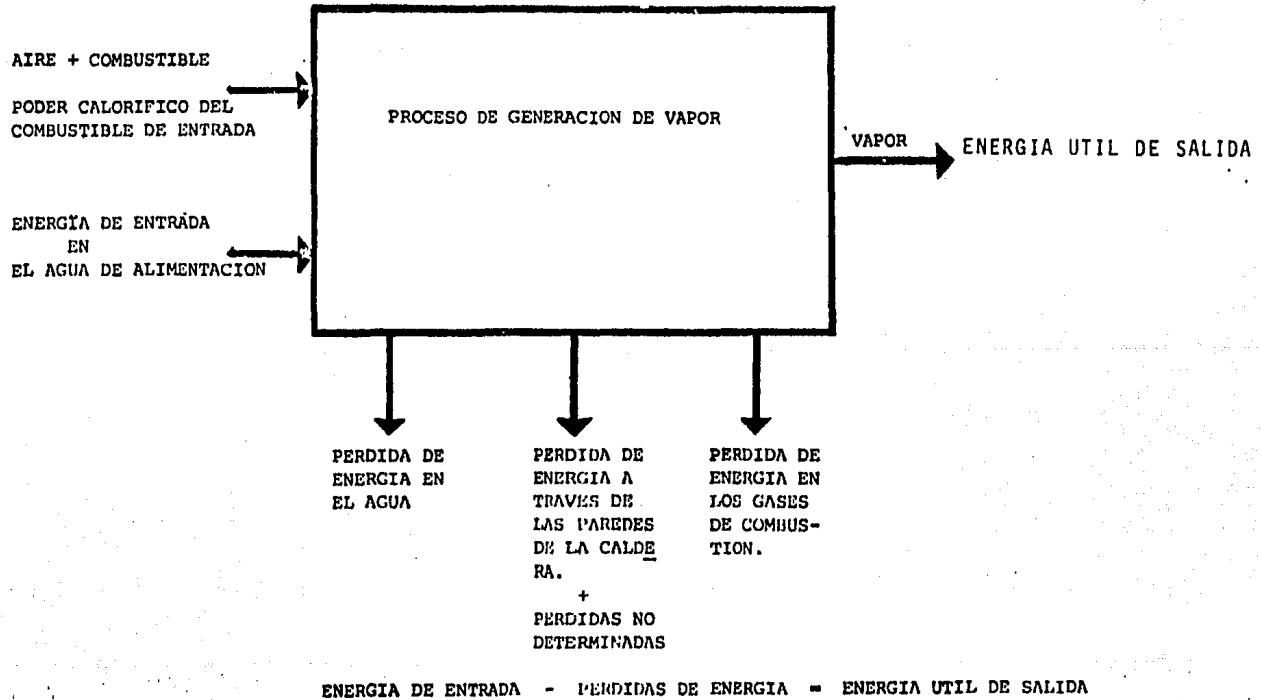


Fig. 6

CUADRO 1

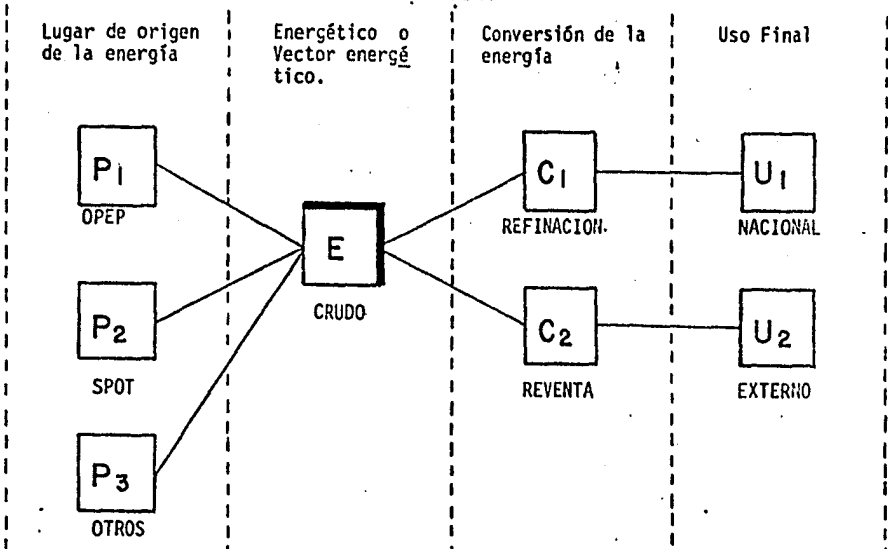
PODERES CALORIFICOS DE VARIOS COMBUSTIBLES_

E n e r g é t i c o		Densidad Energética
Combustibles Sólidos		
Carbón (sin cenizas)	% de humedad por peso	10^9 J/Ton. 10^6 BTU/lb
Antracita	5	29,5 13,4
C. bituminoso	3-16	27,9 14,7
C. sub-bituminoso	17-27	22,1 11,7
Coque		30,2 15,9
Turba	10-55	7,0 3,7
Carbón vegetal		27,9 14,7
Lignito	30-45	16,3 8,6
Madera		
Madera verde (50% de humedad)		10^9 J/M ³ 10^3 BTU/lb
Madera (15-25% de humedad)		3,7-6,7 4,0
Resinas secas		- 8,0
Resinas		- 16,0
Biomasa		
Residuos vegetales (secos)		10^9 J/Ton. 10^3 BTU/lb
Residuos animales (secos)		14,4 6,0
		15,0 6,0
Combustibles Líquidos		
		10^9 J/Ton. 10^6 BTU/barril
Petróleo		41,9 5,7
Gasolina		45,9 5,2
Fuel-oil residual		38,6 4,2
Fuel-oil destilado		41,9 5,7
Keroseno		42,6 5,6
Gas natural líquido		65,9 4,1
Alcohol etílico		27,0 3,2
Alcohol metílico		20,0 2,4
Hidrógeno líquido		120,0 1,3
Gas natural licuado		57,9 3,6
Gas de petróleo licuado		47,7 4,0
Combustibles Gaseosos		
		10^6 J/M ³ BTU/pie ³
Gas natural (húmedo)		41,0 1.100
Gas natural (seco)		38,4 1.080
Gas de coque		20,5 550
Gas de alto horno		3,4 90
Gas de síntesis		3,7-37,0 100-1.000
Hidrógeno		10,2 275
Metano (CH ₄)		34,0 913

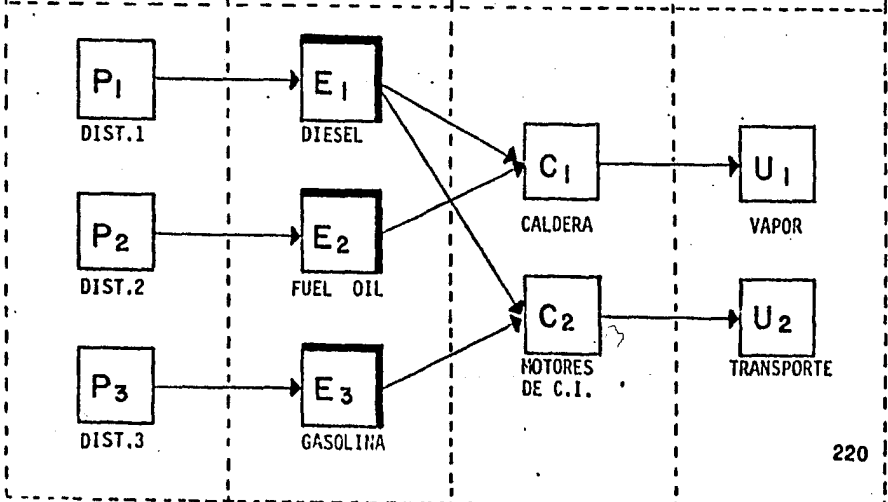
Fig. 7

EJEMPLO DE DEFINICIÓN ESQUEMÁTICA DE VECTORES DE ENERGÍA.

CASO 1
NIVEL
NACIONAL



CASO 2
NIVEL DE
IMPRESA



II.4 Módulos de información.

Presentación de datos informativos.

- Cuadro A-1 Resume los diferentes usos o utilizations de la energía cuantificadas en kilocalorías por área de consumo y/o fases de un proceso particular.

En la columna 1 se anotan los consumos reales observados para ejemplo de área o fase de proceso.

En la columna 2 se anotan las especificaciones técnicas, referentes al consumo previsto (teórico) por los fabricantes de los equipos.

En la columna 3 se señalan las variaciones observadas entre las columnas 1 y 2.

Seguidamente (columna 4), se indica la meta de ahorro, fijada en función del ahorro potencial previsto por el administrador energético. Esto de acuerdo al tiempo seleccionado (mensual, trimestral, anual, etc.)

En la columna 5 se anotan las variaciones experimentadas entre el periodo de tiempo considerado y su correspondiente anterior. Para los casos de las columnas 1, 3 y 4; estos resultados serán anotados en las subcolumnas a, b y c, correspondientes.

En la columna 6 se anotarán las variaciones entre los valores (\$) de los requerimientos reales de energía y los teóricos. Esto será el monto del ahorro potencial cuantificado en pesos.

CUADRO. A-1

PRESUPUESTO ENERGETICO MENSUAL, TRIMESTRAL y/o ANUAL.

Utilización de la energía por área de consumo y/o fases del proceso.	Consumo energético real.	Requerimiento - Energético Teórico	Variación entre teórico y real. (3=1-2)	Meta de ahorro energético mensual, trimestral y/o anual.	Variación entre el teórico y el real. (5=1.2)
Iluminación Ventilación Aire acondicionado Almacén Maquinaria y Equipos Laboratorio Hornos Calderas Enfriamiento Secado Ensamblaje Empacado Embalaje					

-- Cuadro A-1.a. Aquí se contabilizan los consumos de energía, los cuales al compararlos con los consumos teóricos previstos por los fabricantes de equipos y maquinarias, se obtiene la diferencia entre ambos, lo cual no es sino el margen en el que se establecerá la meta de ahorro energético. Al igual que el cuadro anterior, los diferentes usos de energía son clasificados por áreas o fases del proceso.

Las fuentes a contabilizar pueden ser variadas - lo importante es contabilizar tanto el consumo real, como el teórico y su diferencia, considerando estos mensualmente o en otra medida de tiempo, a criterio del administrador energético.

En la última columna y con la ayuda de una tabla de equivalencias se anotan los totales de consumo energético, contabilizados en kilocalorías, para el período de tiempo seleccionado.

- Cuadro A-3. Este cuadro destaca las eventuales pérdidas en que se puede incurrir a raíz de un uso ineficiente de la energía, en los diferentes departamentos o áreas en las cuales la energía se consume o insume.

De esta manera se registran el departamento de maquinas y equipos (Fig. F IV. 12); hornos, calderas, etc. Se les asignan las eventuales pérdidas, señalándolas en sus columnas.

La constatación de la pérdida se hace a través del uso o consumo real y teórico de la energía, calculados por los técnicos del campo. Se marca

una "X" en el cuadro correspondiente a la pérdida, en el área correspondiente.

Este examen puede realizarse en diferentes periodos de tiempo, dando así la posibilidad de un estudio dinámico de éstos.

- Cuadro A-4 aquí se hace un estudio cronológico de la relación: Consumo energético por unidad - producida. Así para cada bien producido se establece la cuantía necesaria de energía para su elaboración.

En las abscisas, se miden periodos de observación, en este ejemplo son mensuales. En las ordenadas se cuantifica la unidad producida de un bien determinado con respecto al consumo energético para su elaboración. Esta razón podría establecerse para el nivel total de producción e para cada producto en particular.

La eficiencia energética estaría relacionada con una inclinación negativa del diagrama obtenido y si es positiva resulta aconsejable revisar cuidadosamente el flujo energético para detectar pérdidas o usos ineficientes. Por último un diagrama constante indica una ineficiencia cubierta, recomendando la verificación de todos los procesos de manufactura de un producto determinado.

La Fig. F IV. 6 muestra un módulo para la facturación de los servicios.

Las Figs. F IV-7-8 muestran los módulos típicos usados en una industria de energía intensiva. Para registrar el consumo de energía (relación

mensual) y consumo específico en base a los factores mostrados.

La Fig. F IV-9 muestra un histograma en el que el consumo de energía, por unidad producida, es representado en función del tiempo. También la Fig. F IV-10 muestra un histograma de la relación mensual de energía consumida con respecto a la producción mensual. Ambos informes permiten el control continuo de la influencia del consumo de energía en los costos de producción.

Los módulos mostrados en las figuras F IV-11-12 - indican una manera de hacer un inventario de los equipos que utilizan energía, ya que estos deben ser clasificados de acuerdo con su función y lugar de instalación, para sacar conclusiones oportunas sobre los procedimientos con los cuales es utilizado.

Los módulos anteriores caen dentro de la realización de la auditoría de campo.

Dentro de la elaboración de la información del análisis de campo puede usarse como ejemplo la fig. F IV-13, que muestra el consumo de energía eléctrica en una industria en base a los porcentajes dedicados a las diferentes actividades y maquinaria.

El cuadro de la fig. F IV.15 como ejemplo da una indicación de los costos de energía así como las

posibilidades de ahorro de una planta industrial.

El cuadro F IV-15 nos indica los costos y consumo de energía con referencia a los diferentes usuarios y fuentes de energía, también indica los posibles ahorros razonables efectuados mediante intervenciones funcionales (inversión de poco capital) o modificación de la instalación (inversión de capital).

Las gráficas F IV.16-17 indican una distribución de los ahorros que pueden llevarse a cabo con diferentes medidas (operativas o modificaciones de la instalación) y con diferentes métodos de utilización (servicios, tecnología, etc.).

La Fig. F IV-19 muestra un típico programa de mantenimiento para una caldera como una de la muchas medidas para la conservación y ahorro de energía.

Este trabajo pretende ser una orientación mas enfocada a la formación de Programas de Conservación y Ahorro de Energía por medio de una de sus principales herramientas, la auditoría energética, que al final de cuentas contribuye a la buena administración de la energía. Propone y/o fija metas de conservación energética para la empresa y en la concientización del personal en el URRE (Uso Racional de la Energía) es un factor determinante.

CUADRO. A-1.a

HOJA CONTABLE DE CONSUMO DE ENERGIA POR PERIODO

FUENTE PERIODO	ELECTRICIDAD CONSUMO			GAS NATURAL CONSUMO			CARBON CONSUMO			FUEL OIL/DIESEL CONSUMO			OTROS CONSUMO			TOTAL KILOCALORIAS CONSUMO		
	TEO	REAL	DIF.	TEO	REAL	DIF.	TEO	REAL	DIF.	TEO	REAL	DIF.	TEO	REAL	DIF.	TEO	REAL	DIF.

Ver tabla de equivalencias Equivalencias (Puntos B1 y B2)

1.- Generada o comprada.

POTENCIAL DE AHORRO POR FUENTE ENERGETICA

Utilización de la energía por área de consumo y/o unidad productiva.	Electricidad			Gas Natural			Carbón			Derivados del Petróleo			Otros			Total Kilokalorías		
	Teo	Real	Dif.	Teo.	Real	Dif.	Teo.	Real	Dif.	Teo	Real	Dif	Teo	Real	Dif	Teo	Real	Dif
EN LA PLANTA: - Procesos de Calentamiento. - Plantas Procesadoras u Operadoras. - Aislamientos. - Luz y Fuerza.																		
EN LA OFICINA: - Sistema de Acondicionamiento Ambiental. - Iluminación y Servicios. - En el Transporte																		

HOJA CONTABLE DE CONSUMO DE ENERGIA POR AREAS O FASES
DEL PROCESO

Energético Area	Electricidad			Gas Natural			Combustóleo			Diosel			Otros Consumos			Total Kilo-calorías consu- mo.		
	Tco.	Real	Dif.	Tco.	Real	Dif.	Tco.	Real	Dif.	Tco.	Real	Dif.	Tco.	Real	Dif.	Tco.	Real	Dif.
Iluminación																		
Ventilación																		
Aire acondicionado																		
Almacén																		
Máquinaria y Equipo																		
Laboratorio																		
Hornos																		
Calderas																		
Enfriamiento																		
Secado																		
Ensamblaje																		
Empacado																		
Embalaje																		
Disposición de los desechos.																		

Ver tabla de equivalencias energéticas.

1.-Generado o compra

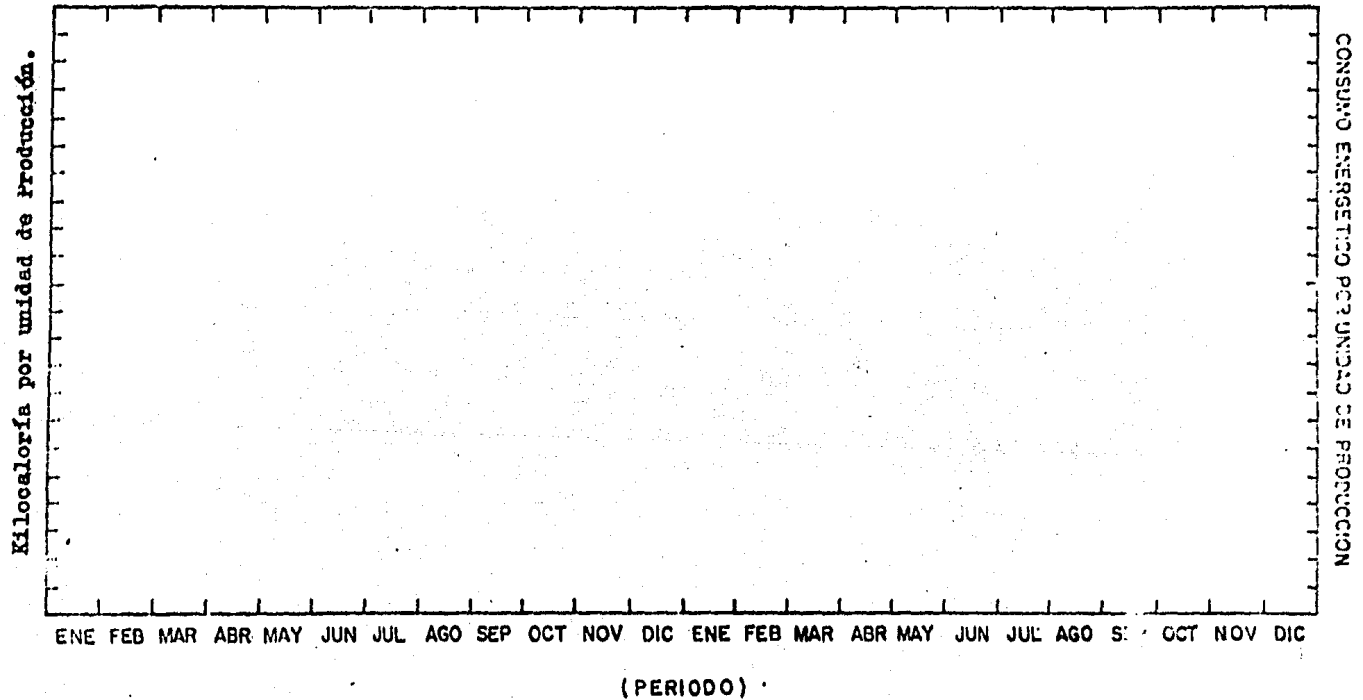
2.-Tco. = Teórico

3.-Dif. = Diferencia

NOTA: Esto es tan sólo un ejemplo de algunas áreas de consumo

CUADRO. A-4

USO ENERGETICO POR UNIDAD DE PRODUCCION
ESPECIFICAR LINEA DE PRODUCCION _____



CUADRO DE FACTURACION DE SERVICIOS DE ENERGIA.

NOMBRE DEL FACTURADOR _____

PERIODO DE FACTURACION (AÑO) _____

DEPARTAMENTO _____ LOCALIZACION _____

FUENTE DE ENERGIA _____ VALOR TERMICO _____

PERIODO DE FACTURACION		TOTAL ENERGIA CONSUMIDA	COSTOS DE ENERGIA	CARGA DE DEMANDA	CARGA DE ENERGIA	TOTAL COSTOS	NOTAS
MES	AÑO						
ENERO							
FEBRERO							
MARZO							
ABRIL							
MAYO							
JUNIO							
JULIO							
AGOSTO							
SEPTIEMBRE							
OCTUBRE							
NOVIEMBRE							
DICIEMBRE							

Fig. FIV.8

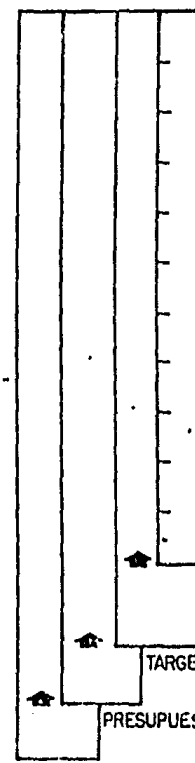
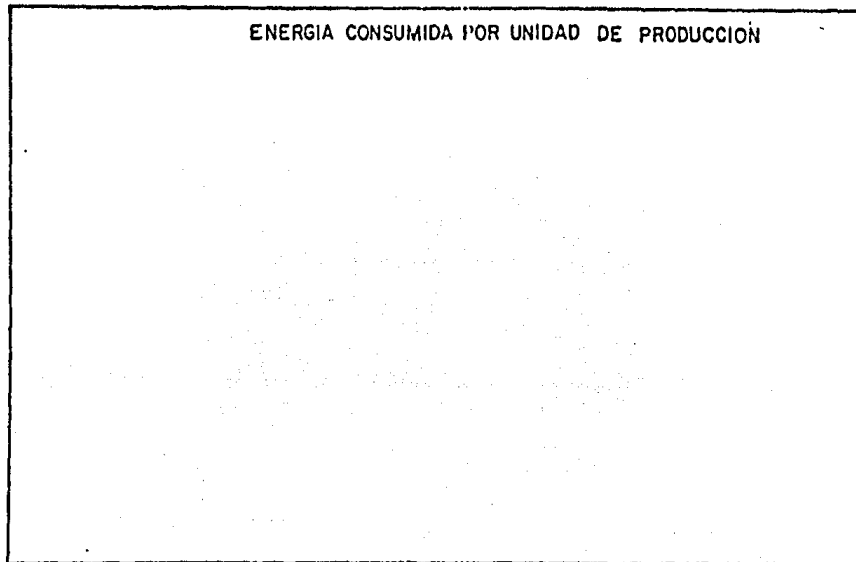
FABRICA _____ SECCION _____

SITUACION ACTUAL
 PRESUPUESTO
 RELACION AÑO ANTERIOR
 PREVISIONES

UNIDADES

CONSUMO ESPECIFICO

ENERGIA CONSUMIDA POR UNIDAD DE PRODUCCION



VARIACIONES ATE														
PRESUPUESTO														
ESTADO AÑO ANTER														
ESTADO ACTUAL														

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CONSUMO Y COSTO DE ENERGIA MENSUAL

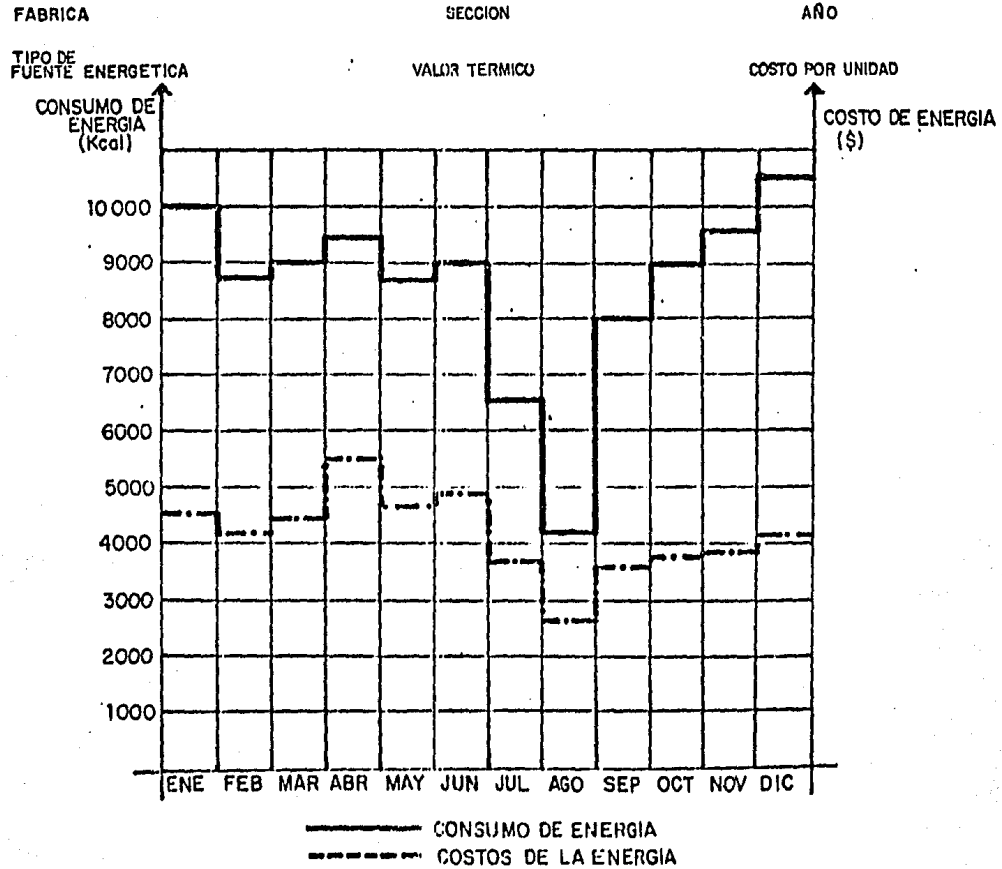


Fig. FIV.9

ENERGIA CONSUMIDA POR PRODUCCION MEÑSUAL
HISTOGRAMA RELACION MENSUAL DE LA ENERGIA CONSUMIDA
CON RESPECTO A LA PRODUCCION MENSUAL

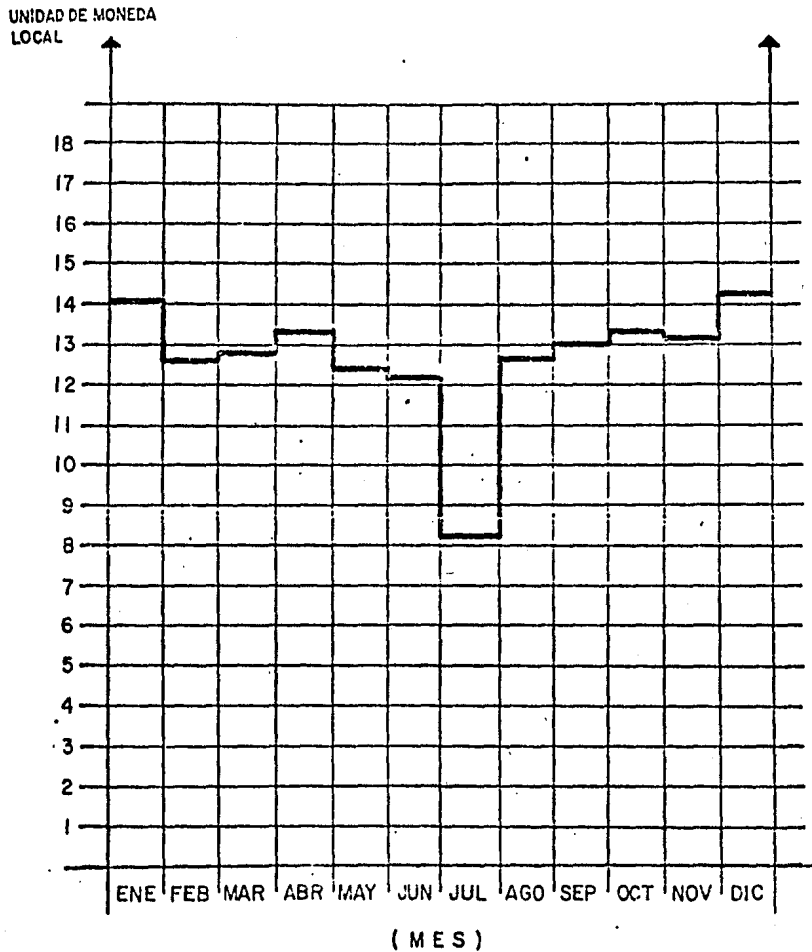


Fig. FIV.10

INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES CON CONSUMO DE ENERGIA

INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES QUE USAN ENERGIA TIPO DE ENERGIA USADA: ELECTRICIDAD

FABRICA: _____ SECCION: _____

DIRECCION: _____ FECHA: _____

DESCRIPCION INSTALACION	FUNCION	NUMERO DE INVENTARIO	COLOCACION	CONSUMO ELEC. UNIDAD Kw o	CANTIDAD UNIDADES	CONSUMO TOTAL ELEC. Kw g	HORAS FUNC. POR h	COSTO ELEC. POR HORA l	COSTO ELEC. POR AÑO l	NOTAS m
								TOTAL COSTO ENERGIA AÑO		

Columna g = e x f columna l = h x i

Fig. FIV.11

MODELO DE UN MODULO DE FACTURACION DE LOS
SERVICIOS

Nombre del compilador: _____
 Período de facturación (año) _____
 Departamento _____ Localización _____
 Fuente de energía _____ Valor Térmico _____

Período facturación		Total Energía Consumida	Costos Energía \$	Carga Demanda KW	Carga Energía KWH	Total Costos	Notas
Mes	Año						
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

Fig. FIV. 12

DIAGRAMA DE "TORTA" DE LA DISTRIBUCION DEL
CONSUMO ELECTRICO EN UNA FABRICA

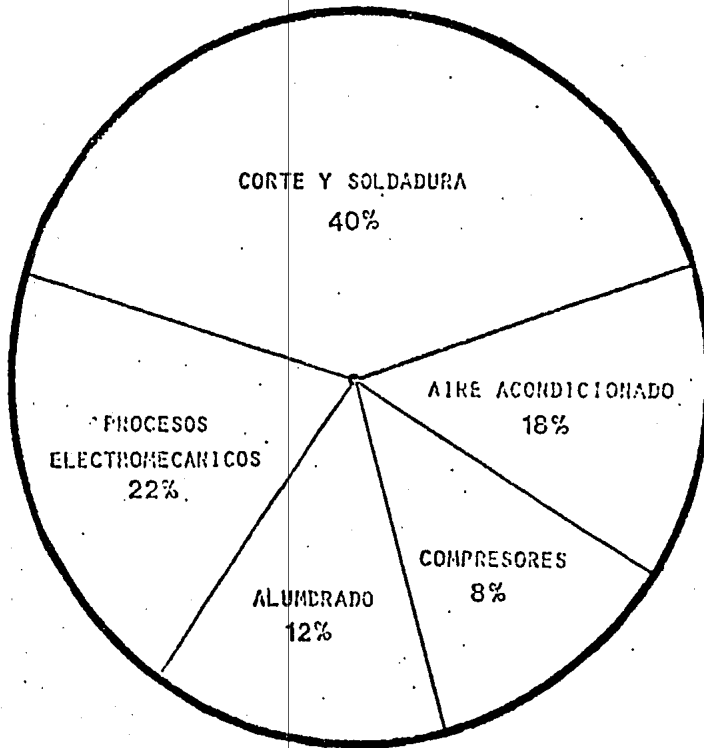


Fig. FIV. 13

EJEMPLO: INDUSTRIA MECANICA ITALIANA EN 1982

CONSUMO DE ENERGIA				AHORRO		TIPO DE MEDIDAS
AREA	UNIDADES		COSTO US \$	TPE	US	US \$
Energía Térmica Hasta Instalación Térmica	1250 ton. métricas	1200 toe	71.500	250	15.700	funcional
Energía Térmica Hornos de propano	750 ton. métricas	900 toe	75.000	100	7.150	funcional
Energía Eléctrica	8.000.000 kwh	2000 toe	200.00	260	26.357	funcional
TOTAL		4100 toe	346.400	620	49.207	
						MODIFICACIONES INSTALACIONES
Energía Térmica Planta Térmica		520	89.300	50	13.900	14.000
Energía Térmica Horno para lavado Unidades de tratamiento		1220	207.000	230	8.000	8.600
TOTAL		1740	296.300	280	21.900	22.600

Ahorros de energía %

$$\frac{280 + 620}{4100} = 22\% \quad \text{-----} \quad \frac{30.5 + 68.9}{485} = 20\%$$

En unidades de energía primaria 1 kwh = 2000 kcal.

TPE = Toneladas de petróleo equivalente

CUADRO. FIV.15

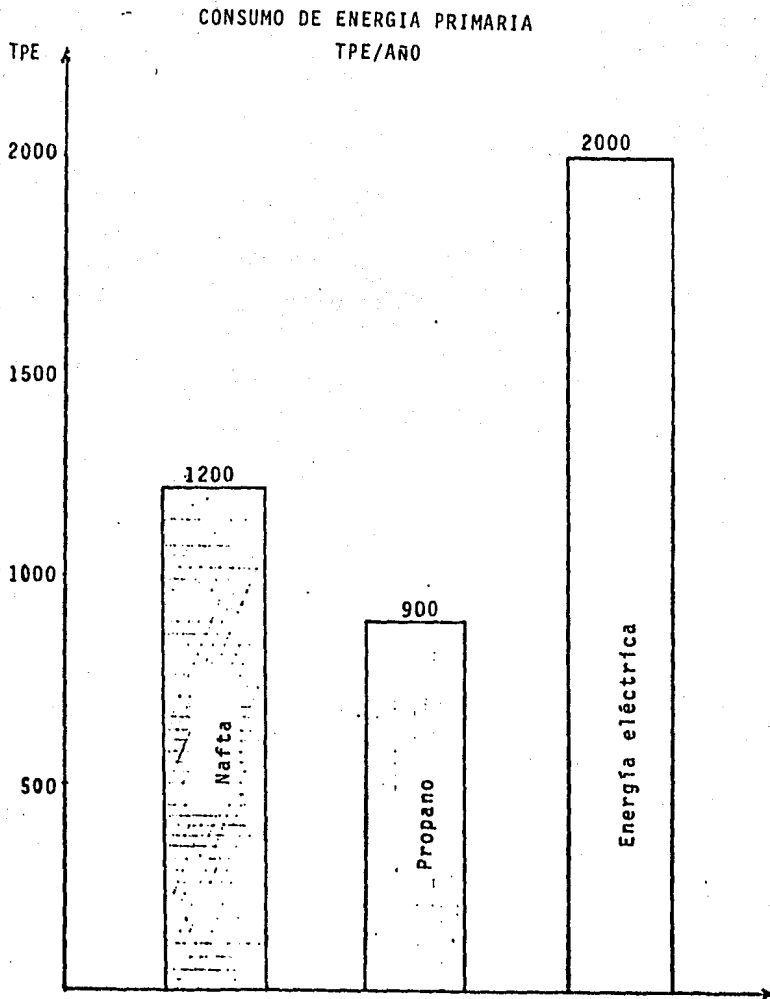


Fig. FIV.16

TPE=1x10⁷ Kcal.

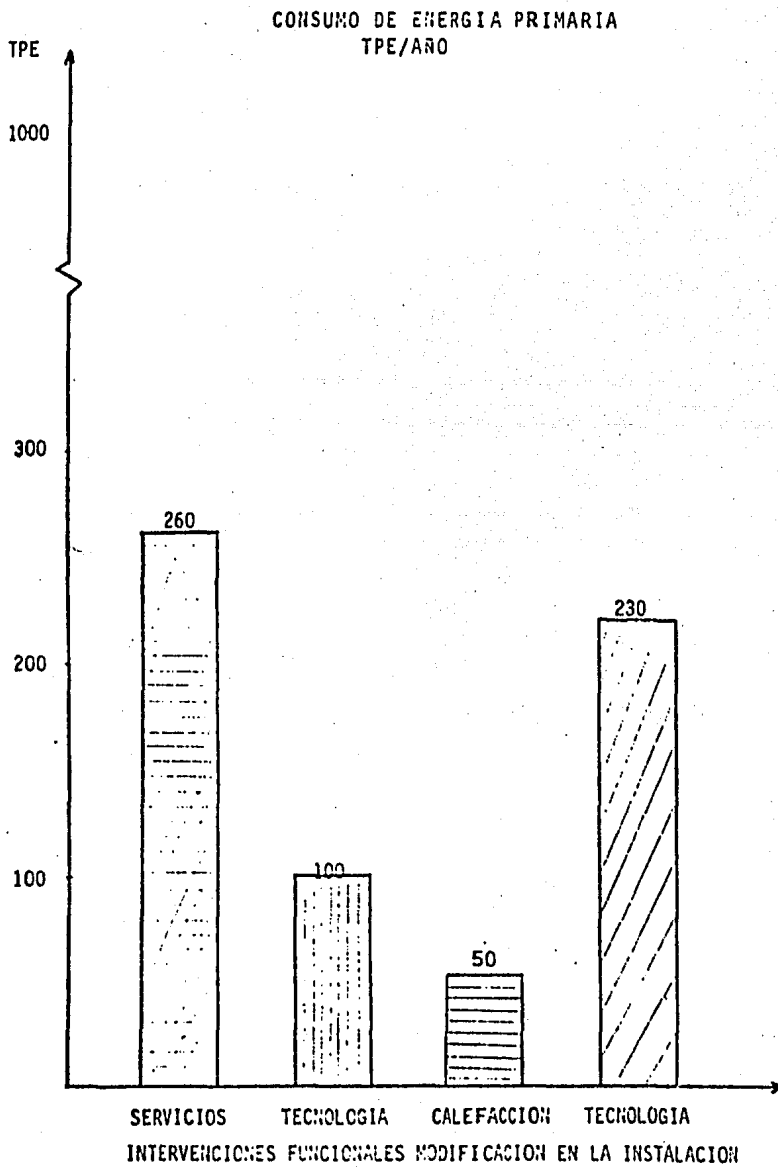


Fig. FIV.17

EJEMPLO: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Taller:

Instalación: Estación Térmica

Componente: Caldera

Caldera	Control Semanal	Otras Frecuencias	Notas
Quemador -Limpieza -Preparación	- Domingo	año -	.Limpieza con petróleo. No use metales abrasivos. Para desmantelar siga los consejos del Manual Burner .Siga atentamente el manual. Usar el instrumento PI 5001
Cámara -Limpieza -Control tuberías -Limpieza tuberías (dentro)	- - -	año año 6 meses	.Control tuberías; control presión como en el manual. .Limpieza exterior con cepillos (limpieza de la cámara) .Limpieza interior (limpieza tuberías) tuberías con cepillo Atención: no use petróleo o líquidos inflamables /SEQUE EN SECO.
Recalentador -Limpieza -Control tuberías -Limpieza tuberías (dentro)	- - -	6 meses 6 meses 6 meses	.Como para la cámara
Depósito -Válvula de apertura -Limpieza (depósito) -Limpieza válvula	Domingo - -	- 2 años mes	.Válvula: control de juntas (No lubricar)//control de las diferentes posiciones y de la alimentación del circuito .Limpieza válvula con cepillo-seque en seco.

Fig. FIV.19

INDICE DE SIGLAS.

INDICE DE SIGLAS

BCPE	Barriles de Petróleo Crudo Equivalente.
BPE	Barril de Petróleo Equivalente.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.
IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas.
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo.
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.
Kcal	Kilocaloría.
KWH	Kilowatt Hora.
MBD	Miles de Barriles Diarios.
MLBD	Millones de Barriles Diarios.
MBDPCE	Miles de Barriles Diarios de Petróleo Crudo Equivalente.
MLBDPCE	Millones de Barriles Diarios de Petróleo Crudo Equivalente.
MCPE	Metro cúbico de Petróleo Crudo Equivalente.
MW	Megawatt.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.
PENEX	Petroleos Mexicanos.
PIB	Producto Interno Bruto.
SEMIP	Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal
SEPAFIN	Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
TEC	Tonelada de Carbón Equivalente.
TEP	Tonelada de Petróleo Equivalente.
TKcal	Terakilocaloría.
TWH	Terawatt-Hora.
URAMEX	Uranio Mexicano.

INDICE DE CONCEPTOS ALFABETICO

INDICE DE CONCEPTOS ALFABETICO

A

Administración de la energía. pág, 124/cap, 4.
Auditoría energética. págs, 122, 130, 134, 139/cap, 4.

B

Balances energéticos, metodologías. pág, 79/cap, 3.

C

Carbón, reservas. pág, 18/cap, 1; págs, 57, 98/cap, 3.
Capacitores. págs, 181, 187, 110/cap, 4.
Ciclos de potencia. pág, 160/cap, 4.
Clasificación de sistemas: separados y cogenerativos. pág, 146/
cap, 4.
Cogeneración con capacidad de condensación. pág, 169/cap, 4.
Cogeneración con ciclo combinado. págs, 153, 157/cap, 4.
Cogeneración con turbinas de vapor y gas. págs, 154 y 155/cap, 4.
Cogeneración en ciclo alto y bajo. págs, 156, 158/cap, 4.
Cogeneración, técnica de ahorro energético. pág, 53/cap, 3.
Concentración humana. págs, 113 y 114/cap, 3.
Consumidor de energía y PIB-Población. págs, 91, 94/cap, 3.
Crecimiento de la economía Mexicana. pág, 28/cap, 1.
Criterios para sistemas cogenerativos. pág, 171/cap, 4.
Crudo, consumo mundial. págs, 13/cap, 1; págs, 45, 64/cap, 2.
Crudo y gas natural, distribución geográfica. págs, 14, 15, 16/
/cap, 1; pág, 49/cap, 3.

D

Diversificación de la producción energética. págs, 111 y 112/cap, 3.
Diversificación energética. págs, 53, 95/cap, 3.
Desarrollo económico. pág, 27/cap, 1.

E

- Economía internacional. pág, 20/cap, 2.
Electricidad, ciclo combinado. págs, 148, 151/cap, 4.
Energía, ahorro. págs, 45, 50, 51, 54, 102/cap, 3.
Energía, balance en México. pág, 63/cap, 3.
Energía eólica. pág, 59/cap, 3.
Energía conservación. pág 124/cap, 4.
Energía eléctrica mediante turbinas. págs, 147 y 148/cap, 4.
Energía, exportaciones e importaciones. pág, 89/cap, 3.
Energía, fuentes alternas. págs, 48, 57, 58, 59, 60, 105/cap, 3.
Energía hidráulica. pág, 19/cap, 1; págs, 60, 99, 107/cap, 3.
Energía oceánica. pág, 62/cap, 3.
Energía primaria, consumo mundial. pág, 53/cap, 3
Energía, panorama mundial. pág, 11/cap, 3.
Energía, primaria y secundaria. pág, 40/cap, 2; págs, 65, 87, 88/
cap, 3.
Energéticos, análisis del programa nacional. pág, 44/cap, 3.
Energético, análisis del sistema. pág, 41/cap, 2.
Energéticos, consideraciones teóricas. pág, 35/cap, 2.
Energéticos, en la economía de México. pág, 30/cap, 1.
Energéticos, lineamientos de una política nacional. pág, 96/cap, 3.
Energéticos, oferta, canalización e integración. págs, 41 y 42/
cap, 2.
Expropiación petrolera. págs, 24 y 25/cap, 1.

F

- Factores de conversión y poderes caloríficos. págs, 38, 72/cap, 2.
Factor de potencia. págs, 176, 179, 180, 181, 184, 187, 188, 190,
193, 198/cap, 3.
Fermentación anaeróbica. pág, 104/cap, 3.

G

- Geotermia. págs, 99, 110/cap, 3.

H

- Hidrocarburos. págs, 47, 97/cap, 3.

I

- Industrialización de México. pág, 20/cap, 1.

P

Petróleo crudo equivalente. pág, 35/cap, 2.
Política energética. pág, 30/cap, 2.

R

Regionalización energética. pág, 114/cap, 3.
Revolución Mexicana. pág, 23/cap, 1.

S

Sector energético e industrial. pág, 51/cap, 3.
Sector residencial y comercial. pág, 52/cap, 3.
Sector transporte. pág, 52/cap, 3.
Sistemas cogenerativos: factores, selección y ventajas. págs 171,
173, 174/cap, 4.

B I B L I O G R A F I A .

Energéticos y desarrollo nacional.

autor: Mamiel Polo Encinas.

Ed. Limusa 1980

Energía, perspectivas mundiales. 1985-2000.

autor: Carroll L. Wilson.

Ed. Fondo de Cultura Económica. 1981

Energéticos, perspectivas.

Ed. Colegio de México. 1982

México, Balance de Energía 1982.

Ed. Gerencia de Economía Energética. Pemex. 1983

Energéticos (Sepafin).

Boletines informativos del Sector Energético.

Ed. Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre de 1983.

Anuario Estadístico.

Pemex. 1983

Revista del Instituto Mexicano del Petróleo.

Ed. Noviembre de 1984

Programa Nacional de Energéticos. 1984-1988

Poder Ejecutivo Federal.

Seminario sobre el uso Eficiente de la Energía Eléctrica.

Comisión Federal de Electricidad. 1984.

Principios Técnicos del Uso de la Energía.

autor: Giulio Piva.

Ed. O.I.T. Turín, Italia. 1984

Serie Energéticos. Vol. 1, 2, 3, 4.

Ed. Subdirección de Planeación Económica e Industrial.

Instituto Mexicano del Petróleo. 1977

Circuitos Eléctricos.

autor: Joseph A. Edminister.

Ed. Mc Graw-Hill 1979

Manual del Uso Eficiente de la Energía, en la Industria.
Ed. Sepafin. 1977

Transformadores y motores trifásicos.
autor: Gilberto Enríquez Harper.
Ed. Limusa. 1980

V Seminario sobre el Uso Eficiente de la Energía.
Ed. C.F.E., I.M.P., I.I.E., AIVAC. 1984

VI Seminario sobre el Uso Eficiente de la Energía.
Ed. C.F.E., I.I.E., PEMEX, AIVAC, UAM. 1985

Energy Conservation in the Process Industries.
autor: W. F. Kenney.
Chemical Technology Department.
Exxon Chemical Company, Florham Park, New Jersey, 1984.

Seminario Internacional sobre Ahorro de Energía.
Instituto Mexicano del Petróleo
Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros (FMOI).
México, D.F. 1986.

Cogeneration Handbook, California Energy Commission.
Resource Dynamics Corporation.
MC LEAN, Virginia 22101. 1982.