

78
Ri.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLÁN

“EXPECTATIVAS ENERGÉTICAS EN
MÉXICO PARA EL AÑO 2000”

T E S I S
Que para obtener el Título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P r e s e n t a:
FABIOLA GUERRERO MENDOZA

Asesor: I.M.E. José Antonio Sánchez Gutiérrez

Cuautitlán Izcalli. Edo. de Méx.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Expectativas del Electricista en Mexico para el a.o 2000"

que presenta la pasante: Fabiola Guerrero Londoza
con número de cuenta: 9809174-8 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cautitlan Iscalli, Edo. de Méx., a 8 de agosto de 1996.

| | | |
|------------------|--|-----------------|
| PRESIDENTE | <u>Ing. Gilberto Lopez Silva</u> | <u>9/08/96</u> |
| VOCAL | <u>Ing. Juan Hernández Medina</u> | <u>2/02/96</u> |
| SECRETARIO | <u>Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez</u> | <u>12/08/96</u> |
| PRIMER SUPLENTE | <u>Ing. Armando Muñoz Arizaga</u> | <u>12/08/96</u> |
| SEGUNDO SUPLENTE | <u>Ing. Oscar Cervantes Torres</u> | <u>9/02/96</u> |

Dedico mi tesis a mi señor Dios por todos las bendiciones que me ha dado en la vida. Y gracias por darme unos padres excelentes.

Gracias a mis padres por la confianza y el amor que me brindaron en lo largo de mis estudios.

Hermanito, gracias por tu apoyo y tu tiempo, y sobre todo por el interés que mostraste en ayudarme a realizar esta tesis.

Agradezco al Ing. José A. Sánchez por haber aceptado ser mi asesor, y por su tiempo e interés que mostró a mi tesis.

Gracias al Ing. Filiberto Leyva por su gran apoyo e interés a mi tesis

Agradezco a cada uno de mis sinodales por el tiempo y el interés hacia mi tesis.

Gracias al Ing. Moisés Hernández por el apoyo en la impresión de mi tesis.

Jorge, tu sabes que sin tu ayuda esto no hubiera salido bien. Gracias por tu apoyo tan valioso.

Gumf, tu sabes que sin la ayuda de Dios y de tu padres no hubieras salido adelante. Les agradezco para toda la vida todas las obras buenas que hicieron por mí.

Dedico mi tesis a mi señor Dios por todos las bendiciones que me ha dado en la vida. Y gracias por darme unos padres excelentes.

Gracias a mis padres por la confianza y el amor que me brindaron en lo largo de mis estudios.

Hermanito, gracias por tu apoyo y tu tiempo, y sobre todo por el interés que mostraste en ayudarme a realizar esta tesis.

Agradezco al Ing. José A. Sánchez por haber aceptado ser mi asesor, y por su tiempo e interés que mostró a mi tesis.

Gracias al Ing. Filiberto Leyva por su gran apoyo e interés a mi tesis.

Agradezco a cada uno de mis sinodales por el tiempo y el interés hacia mi tesis.

Gracias al Ing. Moisés Hernández por el apoyo en la impresión de mi tesis.

Jorge, tu sabes que sin tu ayuda esto no hubiera salido bien. Gracias por tu apoyo tan valioso.

Gumf, tu sabes que sin la ayuda de Dios y de tu padres no hubieras salido adelante. Les agradezco para toda la vida todas las obras buenas que hicieron por mí.

ÍNDICE

| | |
|---|----------|
| OBJETIVOS | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I | |
| LA ENERGÍA CON MAS FUTURO | |
| "ENERGÍA SOLAR" | |
| 1.1 HISTORIA | 5 |
| 1.2 RADIACIÓN SOLAR | 6 |
| 1.3 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR | 8 |
| 1.4 GRANJAS ESPACIALES | 15 |
| 1.5 COSTOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR | 17 |
| 1.6 DETERIORO O BENEFICIO DE ESTA ENERGÍA EN LA ECOLOGÍA | 17 |
| CAPITULO II | |
| COMBUSTIBLES FÓSILES | |
| "PETRÓLEO Y GAS" | |
| 2.1 FORMACIÓN, EXPLOTACIÓN DEL PETRÓLEO | 19 |
| 2.2 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO PARA EL AÑO 2000 | 21 |
| 2.3 EL PETRÓLEO EN MÉXICO, PRODUCCIÓN Y RESERVAS | * |
| 2.4 COSTOS DE ESTE TIPO DE ENERGÉTICO | 22 |
| 2.5 EL GAS NATURAL EN MÉXICO | 23 |
| 2.6 EXPLOTACIÓN Y UTILIZACIÓN | 24 |
| 2.7 DEMANDA DE GAS NATURAL PARA EL AÑO 2000 | 25 |
| 2.8 DETERIORO O BENEFICIO DE ESTOS ENERGÉTICOS EN LA ECOLOGÍA | 26 |
| CAPITULO III | |
| LA ENERGÍA ENEMIGA O AMIGA | |
| "ENERGÍA NUCLEAR" | |
| 3.1 PLANTAS NUCLEOELÉCTRICAS | 29 |
| 3.2 REACTORES NUCLEARES Y SUS TIPOS | 30 |
| 3.3 FISIÓN NUCLEAR | 35 |
| 3.4 FUSIÓN NUCLEAR | 39 |
| 3.5 LA ENERGÍA NUCLEAR EN MÉXICO | 41 |
| 3.6 COSTOS DE ESTE TIPO DE ENERGÍA | 42 |
| 3.7 DETERIORO IRREVERSIBLE EN LA ECOLOGÍA | 42 |
| CAPITULO IV | |
| LA ENERGÍA DE LA TIERRA | |
| "ENERGÍA GEOTÉRMICA" | |
| 4.1 DESARROLLO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA | 44 |
| 4.2 TIPOS DE CAMPOS EN LA ENERGÍA GEOTÉRMICA | 45 |
| 4.3 RESERVAS Y VENTAJAS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA | 47 |
| 4.4 ECOLOGÍA, INAGOTABLE RECURSO DE SU ENERGÍA | 48 |

**CAPITULO V
LA UNIÓN DE DOS FUERZAS
"ENERGÍA ELÉCTRICA"**

| | |
|---|-----------|
| 5.1 LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN MÉXICO | 49 |
| 5.2 IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN MÉXICO | 49 |
| 5.3 COSTOS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA | 51 |
| 5.4 LA SABIA DE LA ECOLOGÍA, ALCANZARA EN LA VIDA | 52 |

**CAPITULO VI
ELEMENTO QUÍMICO ENERGÉTICO
"EL HIDROGENO"**

| | |
|---|-----------|
| 6.1 DESARROLLO ENERGÉTICO DE ESTE ELEMENTO | 54 |
| 6.2 TIPOS DE CAMPO DEL HIDROGENO | 55 |
| 6.3 RESERVAS Y VENTAJAS DEL HIDROGENO | 60 |
| 6.4 ¿ELEMENTO DAÑINO EN LA ECOLOGÍA? | 61 |

**CAPITULO VII
CONOCIMIENTO Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA
"LA ENERGÍA DEL FUTURO EN MÉXICO"**

| | |
|--|-----------|
| 7.1 MÉXICO, DISTRIBUIDOR Y CONSUMIDOR | 63 |
| 7.2 PERSPECTIVA DE MÉXICO EN EL MUNDO ENERGÉTICO | 71 |
| 7.3 ENCUESTA DE LOS TIPOS DE ENERGÍAS EXISTENTES Y DEL FUTURO | 79 |
| 7.4 RESULTADOS OBTENIDOS | 80 |
| 7.5 ¿MÉXICO, SEGURIDAD EN SUS RESERVAS ENERGÉTICAS? | 81 |

| | |
|---------------------|-----------|
| CONCLUSIONES | 93 |
|---------------------|-----------|

| | |
|---------------|----------|
| TABLAS | I |
|---------------|----------|

| | |
|-----------------|-----------|
| GRÁFICAS | II |
|-----------------|-----------|

| | |
|-----------------------------------|------------|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | III |
|-----------------------------------|------------|

OBJETIVOS

1.- DAR A CONOCER A LA COMUNIDAD LOS ADELANTOS EN CUESTIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO PARA EL AÑO 2000.

2.- CONOCIMIENTO GENERAL DE LA COMUNIDAD DE LOS TIPOS DE ENERGÍA MAS USADOS EN MÉXICO.

3.- TIPOS DE ENERGÉTICOS MAS ECONÓMICOS PARA EL PAÍS.

INTRODUCCIÓN

México es un país inagotable de recursos energéticos, pero sabemos que algún día esto se terminara. Mi propuesta es tener alternativas energéticas que no solamente produzcan bienes económicos sino que también tengan repercusiones en la ecología, espero que los datos que aporte esta tesis sean de un alto interés para la comunidad, que tengan una información reciente y además que los guíe a que el interés energético no sea de unos cuantos, sino para todos los que habitamos este planeta.

Esto es, que no solo los medios de comunicación, tienen la responsabilidad de dar este tipo de información, sino todos los que formamos este país, ya sea profesionistas, gente especializada en el medio energético, y toda la comunidad que tiene la responsabilidad y el compromiso de poner atención en el país que vivimos y nos desenvolvemos.

Espero que por medio de las encuestas, que hará esta servidora, de anotar que tan informada esté la comunidad, y que tipos de alternativas viables conocen para abastecer a todo el pueblo mexicano. Con los datos recabados, y con los costos que tiene que hacer cada una de las empresas relacionadas con el aprovechamiento de recursos energéticos, daremos un gran adelanto en cuanto a opciones energéticas tendrá el país para el umbral del siglo XXI.

Sostengo que este tipo de información será lo más fidedigna, que buscare en todo tipo de encuestas y costos que hace el país, para poder abastecer a esta gran urbe. Y no solo el costo, sino la generación o la renovación de ciertos tipos de energéticos que nunca dejaran de existir mientras nosotros ayudemos a la naturaleza a que siga su ciclo.

Más allá de las vicisitudes que han caracterizado el comportamiento de los mercados energéticos, en particular el de los hidrocarburos, es innegable que el sector de la energía en su conjunto ha jugado un papel decisivo en el desarrollo económico de México por su clara influencia sobre el resto del aparato productivo. No es, el de la energía, un sector al que corresponda un papel accesorio en la enorme tarea que nos hemos propuesto los mexicanos por acceder a un desarrollo dinámico, permanente y equitativo, como lo define nuestro ordenamiento jurídico fundamental al preceptuar el ejercicio de planeación democrática en el que la energía juega un papel muy importante.

Es, en efecto , el carácter total de la actividad energética la justificación primera de este esfuerzo de integración conceptual que lleva como propósito la reestructuración y el desarrollo de este sector del quehacer económico. La memoria histórica de la Nación ha reconocido, desde hace casi seis décadas, los momentos cruciales en los que el Estado ha mantenido su rectoría en este campo, a través de los procesos de nacionalización y desarrollo de las actividades de las empresas públicas de petróleo y electricidad.

Sin embargo, es necesario que la política energética responda a las exigencias del desarrollo y evolucione conforme éstas se transforman. Esto explica que los propósitos que animan la actividad sectorial hayan transitado de una etapa en la que prevaleció la meta de autosuficiencia en el abasto, a otra en que se sumaron a la lista de prioridades la eficiencia técnica y económica mejorada; el fomento al ahorro de energía; la garantía de óptima estabilidad, calidad y seguridad en el suministro de bienes y servicios, de modo que éstos lleguen a los consumidores con oportunidad y al menor costo, un sistema transparente de precios internos de los combustibles teniendo como referencia los internacionales, e, igualmente, la seguridad jurídica a los particulares participantes en el sector. No podía ser de otra manera, toda vez que, durante los últimos años, el sector energético debió ponerse a tono con un entorno económico más abierto y competitivo.

Muchos son los problemas que habrán de resolverse a fin de lograr la plena consolidación del sector energético que requerimos para entrar al nuevo milenio. Por ejemplo PEMEX , en particular, se requiere que fortalezca su capacidad de respuesta y eficiencia operativa. Al abrirse la oportunidad para la participación de agentes económicos privados en actividades no estratégicas, deberá concentrarse en aquellas que constituyen el núcleo de la actividad en el campo de los hidrocarburos. En este tema , los grandes desafíos a los que se enfrentará la empresa son, entre otros, lograr el desarrollo de las reservas a ritmos mayores que los actuales y de acuerdo con la capacidad del aparato económico para aprovechar estos recursos. Al orientar sus esfuerzos principalmente a las áreas de exploración y producción primaria, se estará en posibilidad de ampliar y consolidar la plataforma petrolera. También dentro de la frontera económica de la empresa petrolera estatal quedan las actividades de refinación procesamiento y comercialización de hidrocarburos hasta la venta de primera mano.

En el subsector eléctrico el reto inmediato es el de desarrollar una infraestructura de generación, transmisión y distribución que satisfaga la demanda de la economía en su conjunto durante los próximos cinco años.

El servicio deberá ser oportuno, eficiente y de la calidad exigida por los consumidores, al tiempo que contribuye al desarrollo sustentable. No menos importante será asegurar la rentabilidad de la Comisión Federal de Electricidad de modo que se garantice la viabilidad financiera de las inversiones en el subsector. Por su parte, Luz y Fuerza del Centro deberá avanzar en su proceso de consolidación, de manera que satisfaga las expectativas de los usuarios en su área de operación. La actuación de inversionistas privados es igualmente relevante en este terreno, al esperarse su participación decidida en la actividad de generación. La apertura en esta área fue un paso importante aunque es necesario afinar el marco regulatorio de esta actividad de modo que promueva una operación eficiente y establezca condiciones claras para la inversión.

Así, será necesario prever, como capítulo fundamental, el fortalecimiento de la estructura tecnológica y, en particular, las actividades de investigación y desarrollo. La estrategia que se delinea para tener una mejor y más difundida capacitación técnica y el desarrollo científico y tecnológico, de modo que pueda traducirse en la integración y modernización de cadenas productivas que permitan que la industria opere eficazmente en un entorno competitivo y una economía de alcances globales.

El cuidado de los recursos naturales y la protección del medio ambiente no pueden considerarse prescindibles en la estrategia diseñada para el quehacer sectorial. En los últimos años, se ha desarrollado una cultura ambiental que procura compensar o revertir el impacto negativo de algunos usos de la energía. Es necesario persistir en este esfuerzo, para lo cual se fijan criterios en la selección de tecnologías y en la evaluación de proyectos, de modo que, obligadamente se incorpore la consideración ambiental a las decisiones productivas. Un esfuerzo sostenido y aún acrecentado en materia de ahorro y uso eficiente de energía contribuirá sin duda a este propósito. Pero el potencial de un uso más racional de la energía no se agota en la vertiente ambiental. Por sí mismos, los programas encaminados a una mayor eficiencia energética deberán influir sobre la demanda de manera que, manteniendo las tasas de crecimiento económico previstas, se aseguren menores consumos. De igual forma, la promoción de una oferta energética más diversificada podrá traducirse en mejoras a la competitividad y la seguridad en el abasto energético. En todo caso, es necesario el reconocimiento de que, tanto el ahorro y el uso eficiente de energía, como una más clara compatibilidad ambiental, se inscriben en las nuevas tendencias tecnológicas que dominarán la competencia económica global en las próximas décadas, por lo que estos renglones forman parte de las prioridades sectoriales.

No podría omitirse la mención a la relación entre las industrias que operan en ambos subsectores, especialmente el de los hidrocarburos; es indispensable que éstas se den sobre la base de impulsar el desarrollo y protección ecológica en las regiones productoras. Nosotros como Mexicanos debemos de producir un cambio de recuperación y consolidación energética para nuestro país. El energético ya no es un sector dominante en la actividad económica, pero ignorar su potencial como agente catalizador de desarrollo pondría en riesgo el proceso de revitalización que todos queremos para sacar adelante a nuestro país.

CAPITULO I

LA ENERGÍA CON MÁS FUTURO

"ENERGÍA SOLAR"

1.1 HISTORIA

La energía del sol es esencial para la vida sobre la Tierra. La entrega es extremadamente abundante : en 15 minutos el sol deposita sobre la Tierra una cantidad de energía equivalente a las necesidades de los habitantes del planeta en un año. Es inagotable, pues debido al proceso de fusión termonuclear que mantiene al sol en actividad la vida de éste se prolongará muchos millones de años.

La energía que el sol emite por radiación tiene su origen, como se ha dicho, en procesos de fusión o unión de elementos químicos ligeros para formar otros más pesados. En esta reacción o síntesis nuclear se provoca una reducción de masa (del orden del 3%), y como consecuencia se libera una cantidad de energía equivalente a la masa perdida ($E = mc^2$).

El 90% de la masa del sol es helio e hidrógeno, aproximadamente en cantidades iguales en masa de dichos elementos. Es pues evidente que de la síntesis nuclear de partículas ligeras en el sol deben ser responsables, fundamentalmente, el hidrógeno y el helio.

La reacción en cadena, que mantiene la actividad solar tiene su origen en la combinación de protones, de los núcleos de hidrógeno (H^1), para formar deuterio (H^2), el cual captura a uno o más protones para formar el helio. El ritmo de conversión en el interior del sol se estima en unos 800×10^6 Tm. de hidrógeno por segundo.

También se admite que hay carbono que puede capturar protones para formar nitrógeno, el cual por sucesivos procesos de fusión llega de nuevo a producir carbono y helio. El carbono sigue reaccionando en forma cíclica. Para hacer posible el proceso de fusión se requiere una elevadísima energía dinámica de las partículas atómicas, la cual se logra en el plasma solar en el interior del astro, que se mantiene a una temperatura de 20×10^6 °K. La misma energía liberada en la síntesis nuclear sostiene las condiciones propicias del plasma. El campo magnético solar desempeña un papel importante en el control de la propia actividad solar .

No obstante, del sol escapa continuamente una cantidad de energía inmensa, computándose la potencia de emisión en 3.8×10^{26} KW. Para la superficie solar, estimándose que la actividad del plasma solar alcanza un radio de 7.5×10^9 km, esto es, diez unidades astronómicas más allá del planeta Plutón .

El sol presenta diversos niveles de temperatura desde 20×10^6 °K en el interior, hasta 6,000°K en la fotosfera. Para el cálculo de la energía emitida por radiación, de acuerdo con la ley de Stefan - Boltzmann ($E = \sigma AT^4$), se toma como temperatura del cuerpo emisor la de la superficie, en este caso la de la fotosfera, o sea 6,000°K.

La energía solar que recibe la superficie terrestre puede convertirse en energía útil (calorífica, mecánica o eléctrica) mediante muy diversas tecnologías . Las características importantes de la energía solar que deben tomarse en cuenta para plantear su aprovechamiento son : su distribución geográfica; su relativamente baja densidad energética y su carácter intermitente, con variaciones diarias, estacionales y las debidas a las condiciones atmosféricas prevalecientes.

1.2 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar total interceptada por la tierra es de unos 1.73×10^{14} KW, o equivalente 1.51×10^{19} KWh/año , o 5.4×10^{12} TJ/ año . La radiación solar recibida fuera de la atmósfera terrestre es prácticamente constante, mientras que la recibida sobre la superficie terrestre varía considerablemente . La energía recibida del Sol en un área unitaria expuesta perpendicularmente a sus rayos, a una distancia promedio entre el Sol y la Tierra y en ausencia de la atmósfera terrestre recibe el nombre de constante solar y tiene un valor aceptado de $1.353 \text{ KW/m}^2 (\pm 1.5 \%)$, unos 11.85×10^3 KWh/m² por año o 42.668MJ/m² por año.

No toda la radiación recibida del Sol tiene la misma longitud de onda. El espectro solar comprende la región ultravioleta (de 0.115 a 405 micras) con 9,293% de la energía, la región visible (de 0.405 a 0.74 micras) con 41,476% de la energía, y la región infrarroja (de 0.740 a 1,000micras) con 49,231% de la energía (48,743% en la región de 0.740 a 5 micras) . La máxima intensidad de la energía solar ocurre en la región visible del espectro. Las características del espectro solar son importantes para seleccionar algunos de los materiales empleados en el aprovechamiento de esta fuente.

La radiación solar se altera considerablemente (por dispersión y absorción) al pasar a través de la atmósfera y el total incidente sobre la superficie horizontal terrestre rara vez excede de 1 KW/m^2 . La radiación solar puede descomponerse en directa y difusa. La primera de ellas se refiere al flujo de rayos solares recibidos desde la dirección del disco solar; la radiación difusa es la que llega a la superficie terrestre desde el resto del cielo y es producto de la dispersión que sufre la luz solar a través de la atmósfera terrestre.

La proporción de cada una de ellas en la radiación total depende de la nubosidad, humedad, presencia de partículas suspendidas en la atmósfera y otras condiciones ambientales, pudiendo llegar a corresponder a la radiación difusa desde un 10% hasta un 85% de la total, siendo esta proporción menor en zonas tropicales. La composición de la radiación es importante dado que algunas de las tecnologías solares disponibles aprovechan sólo la insolación directa, mientras que otras aprovechan la total. Por otra parte, la radiación solar recibida es diferente para distintas latitudes y la que llega sobre superficies inclinadas difiere de la recibida sobre superficies horizontales.

La radiación total promedio anual sobre la superficie de la Tierra varía entre 2,000 y 2,500 KWh/m² en zonas de alta insolación (zonas áridas) y entre 1,000 y 1,500 KWh/m² en lugares localizadas en latitudes altas. Las variaciones estacionales de la radiación solar total pueden alcanzar proporciones del 1:2 en zonas de alta insolación y hasta 1:10 en zonas de alta latitud. A pesar de esto, comparada con los combustibles fósiles , la energía solar está mejor distribuida desde el punto de vista geográfico.

Existe un gran número de instrumentos para medir la radiación solar total o sus componentes directa o difusa, tanto en sus valores instantáneos como de los integrados a lo largo de un cierto intervalo de tiempo. Entre los instrumentos de medición pueden distinguirse genéricamente los pirheliómetros de incidencia normal (radiación directa), los piranómetros (radiación total), y los difusómetros (radiación difusa); estos últimos son generalmente piranómetros con una banda o disco de sombra que impide al sensor detectar la radiación directa midiendo por tanto sólo la componente difusa. Si bien el actímetro de Herschel y el pirheliómetro de Fouillet están entre los primeros dispositivos de medición de la radiación solar incidente, los primeros instrumentos estándar para medir la radiación solar directa datan de principios de siglo ; éstos fueron el pirheliómetro de Angstrom desarrollado en Estocolmo y el calorímetro de flujo de agua de Abbot del Smithsonian Institute en Washington . Las mediciones de radiación europeas y americanas presentaron durante muchos años desacuerdos del orden de un 2.5% a un 6% , derivados de las diferencias en los instrumentos empleados, en 1965 se adoptó como estándar la Escala Pirheliométrica Internacional, eliminándose así ese problema. En la actualidad existe en el mundo un número importante de fabricantes de pirheliómetros y piranómetros (Eppley, Rebitsch, Bellani, etc.). En México opera al menos un fabricante nacional de piranómetros , sus equipos son aún de calidad y confiabilidad , pero han mejorado y han precisado sus fallas más importantes.

Además de las mediciones directas (o como complemento de ellas), la radiación solar puede determinarse a partir de otros datos meteorológicos mediante expresiones analíticas de diferentes tipos . Los procedimientos de cálculo indirecto de la radiación son frecuentes dado el número limitado de estaciones solarimétricas existentes. En estos años se utilizan métodos e interpretaciones de fotografías tomadas desde satélites.

México está en una zona geográfica que resulta atractiva desde el punto de vista de disponibilidad del recurso solar. Algunos estudios han cuantificado con mayor detalle los niveles de insolación para la República Mexicana . Dos características básicas de la energía solar son fuente de la mayor parte de las dificultades tecnológicas para su aprovechamiento:

1.- Su baja densidad por unidad de área, lo que hace necesarios dispositivos con gran extensión para captar cantidades importantes de energía , y

2.- Su intermitencia lo que implica que para muchas de sus aplicaciones potenciales se requieren dispositivos de almacenamiento energético que encarecen las tecnologías . Estas dos características hacen suponer que los esfuerzos de investigación y desarrollo podrían dirigirse fundamentalmente hacia dos puntos :

- a) la tecnología de materiales en su más amplio sentido
- b) el almacenamiento de energía

El almacenamiento temporal de energía , a bajo costo , es una condición sine que non para que la utilización de la energía solar se lleve a cabo a escalas importantes.

1.3 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR

Las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar son muchas y muy variadas; sus ventajas y desventajas dependen en buena medida dela aplicación o uso final de ella. Para propósitos de análisis, en lo que sigue consideramos cuatro grandes grupos de tecnologías , según el proceso de conversión de energía solar en energías útil que empleen . Ellos son :

- a) Procesos termodinámicos (por calentamiento)
- b) Sistemas Fotovoltaicos
- c) Procesos Fotoquímicos
- d) Sistemas Termiónicos

Las tecnologías termodinámicas tienen como propósito capturar la energía solar y convertirla en calor útil, el que posteriormente puede ser transformado en energía mecánica o eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la energía solar captada en energía eléctrica, al generarse portadores móviles de carga eléctrica, como resultado de la absorción de la energía de los fotones que inciden sobre materiales semiconductores.

La conversión fotoquímica se refiere a tecnologías que producen energía química libre a partir de la radiación solar. Los procesos termiónicos aprovechan la emisión de electrones desde un cátodo caliente, convirtiendo así la energía calorífica directamente en electricidad. Los dos primeros grupos de tecnologías han sido los más estudiados y en los que se ha logrado un mayor desarrollo. Para cada uno de los 4 procesos de conversión se analizarán diferentes tecnologías, clasificadas de la siguiente manera:

1) Procesos termodinámicos

1.1 Sistemas térmicos pasivos

1.1.1 De ganancia directa

1.1.2 Con paredes de almacenamiento térmico

1.1.3 Con espacio solar agregado

1.1.4 Con techos de almacenamiento térmico

1.2 Sistemas térmicos estacionarios

1.2.1 Colectores planos

1.2.2 Colectores tubulares

1.2.3 Colectores con concentración

1.2.4 Estanques solares

1.3 Sistemas térmicos con seguimiento

1.3.1 Distribuidores

1.3.2 Torre central

2) Sistemas fotovoltaicos

3) Procesos fotoquímicos

4) Sistemas termiónicos

Algunos autores consideran que la mayor parte de las tecnologías solares no son todavía alternativas realmente viables, aun frente a los actuales precios en el mercado mundial de los combustibles convencionales . La mayoría señala como excepción a algunas de ellas, entre las que encuentran : Los colectores planos para calentamiento de agua (de tipo termosifónico, sin bombas, controladores o mantenimiento).

Los sistemas térmicos pasivos (generalmente vinculados con la helioarquitectura); los colectores planos (para aire) asociados con sistemas para secar diferentes materiales orgánicos; las celdas fotovoltaicas para ser aplicadas en lugares muy alejados de las redes de distribución de energía eléctrica y que requieren de pequeña capacidad en potencia instalada, y otros sistemas como lagos solares o sistemas de concentración para proporcionar calor industrial, aunque sólo viables en situaciones específicas. Existen otras tecnologías y aplicaciones que podrían lograr una viabilidad. técnico-económica en el mediano plazo y otras se realizaran a largo plazo.

En términos generales puede afirmarse que el estado de desarrollo tecnológico de los dispositivos y sistemas para el aprovechamiento de la energía solar , así como su competitividad económica, es muy dispar. Cabe aclarar que la mayoría de los análisis económicos sobre tecnologías solares han sido elaborados por autores de países industrializados ; aunque muchos se refieren a su aplicación en países en desarrollo, convendrían revisar las hipótesis en que se basan y los criterios con que se estiman o cuantifican factores como los costos o beneficios sociales.

Con los datos actualmente existentes sobre el comportamiento de los materiales empleados en el aprovechamiento de la energía solar, resulta difícil llevar a cabo una evaluación informada y rigurosa sobre los costos de los dispositivos utilizados, ya que existe incertidumbre sobre su vida útil. Al mismo tiempo, las pruebas aceleradas de materiales y la correlación de su comportamiento con condiciones de servicio naturales no han sido aún establecidas de manera completa y definitiva.

Las superficies de captación y absorción de la energía solar son elementos comunes a todos los dispositivos térmicos solares. En los absorbedores se emplean superficies selectivas para lograr eficiencias térmicas más altas . Se ha desarrollado este tipo de superficies para un amplio intervalo de temperaturas de operación . Pueden emplearse diferentes recubrimientos con pintura negra, hasta unos 80°C . El cromo negro electrodepositado , para aplicaciones de hasta unos 250°C . Para sistemas con seguimiento en uno o dos ejes y temperaturas de superficies de hasta 700°C, que se logran en sistemas de enfoque puntual (discos parabólicos y sistemas de torre central), se han investigado pinturas refractarias no selectivas y recubrimientos oxidados de acero o aleaciones.

Las propiedades ópticas de superficie, la absorción solar y la emisión térmica de los recubrimientos de los absorbentes solares deben caracterizarse, al menos para el intervalo espectral, de longitudes de onda de 0.25 a 50µm. Una propiedad deseable de los recubrimientos es que tengan alta conductancia térmica; también es importante su respuesta a variaciones en el ángulo de incidencia de la radiación solar y térmica. Finalmente, es muy importante determinar la duración del recubrimiento, para poder predecir de manera segura el ciclo de vida útil y ayudar al entendimiento de los mecanismos y procesos responsables de la degradación de las superficies.

El aprovechamiento de la energía solar en nuestros días es más variado su uso por ejemplo empezaremos hablando :

1.- Sistemas de evaporación en las salinas para obtener sal del mar . Se lleva a cabo en muchos países y particularmente tiene importancia esta explotación en India, Paquistán, México , Colombia , Chile, EE.UU. ,, etc. En algunos casos se obtiene agua potable como producto de destilación.

2.- Calentamiento de Agua para necesidades residenciales o industriales, empleado mucho en Florida, Israel, Japón, Australia, Níger, Egipto y México (Guadalajara). En Australia se acaba de establecer una industria con agua calentada por el sol cuyos productos significan un millón de dólares al año. En el territorio norte de Australia, el gobierno instala en todas sus dependencias solares de agua. Los principales elementos del calentador solar de agua son un colector plano y un tanque de almacenamiento aislado. En la práctica australiana se emplean colectores planos de 0.8 x 1.6 m², con depósitos de 300lts. En México los colectores son del orden 10 m² con tanques de 600 a 1,000 lts. En las instalaciones domésticas la circulación del agua se logra por termosifón, para evitar el empleo de bombas . En algunos casos se dispone un calentador eléctrico auxiliar.

3.- En las Plantas Industriales, debido a las grandes masas de agua que se requieren se hace necesario usar la circulación forzada con control termostático. La tecnología para el calentamiento de agua por el sol está bien establecida, adaptándose bien a las particulares condiciones de desarrollo y disponibilidades de cada país. Fácil se presenta tener así agua caliente para hospitales, escuelas y otras instituciones, y para las familias.

4.- Obtención de agua potable por destilación del agua del mar. Como se acaba de indicar, en los procesos de evaporación en las salinas se puede aprovechar como subproducto el agua evaporada y potabilizarla .

En muchos casos lo que se necesita como producto primero es el agua potable, y tal vez puede constituir un subproducto la producción de sal. En otros casos los dos factores pueden ser importantes. Así pasa por ejemplo en las Salinas, Chile. Otros países como los del mediterráneo y del Caribe, obtienen su agua potable por destilación del agua del mar con el calor del sol. En México se maneja.

5.- Otro uso tradicional y muy extendido de la energía solar se encuentra en el secado, particularmente de productos agrícolas. En algunas regiones esta aplicación es de suma importancia para su economía, especialmente las productoras de frutas, legumbres, cereales y maderas. La utilización de la energía solar con los intercambiadores de calor y empleando el aire como fluido portador del calor que permiten efectuar el secado de las cosechas almacenadas.

6.- Calefacción y Refrigeración de Edificios . Lo primero es ver es que tenga un diseño constructivo que permita una buena utilización de la energía empleada, sea ésta solar o de otra índole, reduciendo al mínimo la pérdida térmica, sin perjudicar la ventilación natural cuando convenga (orientación, ventanas tipo de muros y techo, pintura, etc.). En algunas casas las viviendas económicas no basta considerar las corrientes dinámicas provocadas por los vientos dominantes, sino también tener presentes los niveles de temperatura que se pueden producir, aprovechándolos para originar corrientes convectivas, y la conveniente renovación del aire por la debida disposición de puertas y ventanas. En la actualidad se están ya experimentando diseños arquitectónicos que permiten aprovechar el calor del sol para acentuar o crear esos niveles térmicos que favorezcan el movimiento convectivo de aire o agua, ya sea en procesos de calefacción o de refrigeración.

Vale la pena citar el sistema Thomason, este sistema sirve para procurar calefacción o aire acondicionado según las circunstancias . Aprovecha la energía solar que capta en un colector plano colocado en una de las vertientes del techo orientada hacia el sur. La superficie del colector está hecha de lámina corrugada de aluminio, ligeramente resaltada para facilitar la uniformidad del flujo de agua y pintada de negro para incrementar la absorción del calor del sol. El sistema requiere una bomba para elevar el agua, desde un depósito de almacenamiento de 1,600 galones de capacidad hasta el tubo distribuidor de cobre de 1/2" que a través de pequeños orificios alimenta el colector . El agua calentada por el sol retorna por gravedad al depósito, el cual se halla rodeado por una masa de rocas que sirven de almacén de calor adicional y de cuerpo de transferencia de calor. La casa se calienta por un sistema de circulación forzada haciendo pasar aire a través de las rocas calientes e inyectándolo en las habitaciones. Los ductos de circulación de agua caliente pueden contribuir asimismo a la calefacción.

El enfriamiento se realiza en el sistema Thomason usando una pequeña unidad de refrigeración de compresor que manda aire frío a la masa de rocas, que a su vez enfrían el agua del depósito. En este caso sirven ambos como "almacén de frío". Se procura calibrar el compresor para que trabaje en las mañanas a fin de que la "descarga del frío" se produzca en las horas de medio día y primeras de la tarde que son las más críticas. En lugares favorables, Thomason propone el enfriamiento del agua y las rocas durante la noche.

Como se puede observar, este sistema Thomason sólo aprovecha la energía solar en los servicios de calefacción, lo cual representa una ventaja parcial nada más. La aplicación de la energía solar en los sistemas de aire acondicionado la apoyan los gobiernos de muchos países y sigue siendo objeto de especial atención en la investigación.

7.- Cámaras frigoríficas. Muy relacionado con el acondicionamiento de aire en edificios están los sistemas de enfriamiento de cámaras destinadas a la conservación de alimentos o productos químicos. La aplicación de la energía solar en este campo se está desarrollando en URSS, EE.UU., Francia, Sri Lanka, México, empleando ciclos de enfriamiento por absorción, donde la energía del sol sirve para calentar el generador de vapores del líquido absorbente. Hasta ahora en México se ha llegado a hacer funcionar con éxito un refrigerador casero con energía solar, pero el sistema resulto muy complicado en su operación y se desistió de su fabricación a escala industrial.

8.- Conversión de la energía solar en energía eléctrica o mecánica. Se ha pensado y se han hecho proyectos de plantas termosolar - eléctricas utilizando el mar como colector inmenso de energía solar, que calienta el agua de la superficie, estableciendo una gradiente de temperatura con capas profundas, cuya gradiente puede ser aprovechada en un sistema termo - eléctrico. Estos proyectos no son nuevos, pero vuelven a estar en la consideración de ciertos investigadores. A profundidades de unos siete mil metros se pueden lograr diferencias de temperatura con la superficie de unos 40 a 45° C en los trópicos.

Otro método para obtener energía eléctrica con energía del sol se basa en el empleo de satélites artificiales en órbita sincrónica con el movimiento de rotación terrestre, los cuales tienen colectores planos para recoger la energía de la radiación solar, libres de la atmósfera y del oscurecimiento nocturno, transformándola en electricidad en el mismo satélite y enviándola a la Tierra por microondas.

9.- Celdas Fotovoltaicas. Una profunda investigación se está desarrollando en los procesos de conversión de la energía solar en energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas. Este tipo de celdas solares se ha usado con éxito en los vehículos espaciales, para pequeñas potencias y aun costo exageradamente alto, que no se

escatima en ese género de proyectos. La aplicación en sistemas convencionales sí exige potencia y precios competitivos con otros sistemas en uso.

Una celda fotovoltaica es una unidad pequeña que puede permitir una potencia útil de 70 a 100 miliwatts, en el espacio, libre de la atmósfera. A nivel del suelo, la potencia se reduce a la mitad. Se pueden acoplar varias unidades en serie o en paralelo, según las necesidades, pero con muchas limitación en la potencia disponible y, como se indica, a un precio muy alto, del orden de 100 a 500 veces mayor que con los medios convencionales. Sin embargo, la gran atención que está mereciendo en el campo de la investigación es signo de que se advierten esperanzas de obtener ventajas en el empleo de este sistema de aprovechamiento de la energía solar.

La celda fotovoltaica encuentra su fundamento en la propiedad que tienen ciertas sustancias semiconductoras de incrementar su energía de banda por la acción de la radiación solar. La excitación atómica o ionización provocada en el semiconductor origina un aumento en la concentración de portadores de carga eléctrica que se pueden utilizar para convertir la energía de la radiación en energía eléctrica aprovechable en un circuito determinado. Para logra el efecto fotovoltaico es preciso que se originen electrones y huecos, orientado debidamente el flujo electrónico en la celda. Esto se consigue con una " unión p-n " constituida por un semiconductor con impurczas.

En forma simple veamos cómo trabaja una celda solar de silicio, semiconductor que ha dado excelentes resultados en las unidades fotovoltaicas empleadas en los vehículos espaciales. Constituida fundamentalmente por una delgada placa de silicio puro, de 2 x 1x 0.05 cm . Sobre una de las caras se realiza una difusión de silicio puro cuidadosamente mezclada con una impureza, que sule ser un metaloide trivalente, hasta formar una película de un espesor de un cuarto de micra. Un flujo de electrones tiende a producirse hacia la placa de Si. Para que los electrones logren llegar a la placa de Si antes de ser capturados en la película Si, es preciso que la longitud que deban recorrer esté dentro de los límites de la magnitud de difusión de los fotones de la radiación, que es de una micra. Es por esto que el espesor de la película tiene una dimensión menor a este valor. Los contactos óhmicos de este circuito en la celda suelen ser de aluminio, perfectamente adheridos por un lado a la placa de Si. Las celdas fotovoltaicas pueden encontrar aplicación en algunos sistemas de comunicación o en otras aplicaciones que requieren potencias pequeñas, donde la utilización de otros medios convencionales ofrezca dificultades.

10.- Energía solar para cocinar. Esta aplicación tiene visos de ser simple en su tecnología y significativa en sus ventajas; parece que se puede utilizar con éxito. Se han hecho muchos esfuerzos, durante años, por diseñar e introducir con éxito sistemas para cocer alimentos, los cuales pueden clasificarse en dos tipos. Unos que emplean reflectores planos y otros que hacen uso de reflectores concentradores de la radiación. Con los dos sistemas se ha logrado un desarrollo técnico satisfactorio tratando de satisfacer las necesidades de una familia.

No se debe desestimar esta aplicación en ciertos lugares donde se dispone de buenas condiciones de captación de energía solar y donde falten otros medios usuales de cocinar en forma limpia y económica. Hacen falta diseños que presenten reales ventajas para que encuentren aceptación más generalizada . Será muy difícil desplazar al gas natural, mientras éste se pueda usar a discreción. Pero el gas parece que se puede acabar en pocos años , y si vale la pena pensar en otros medios que puedan sustituirlo sin dañar la economía doméstica ni reducir comodidades.

11.- Procesos biológicos. La aplicación de la energía solar para obtener sustancias útiles, alimentos o combustibles representa en un sentido una extensión de la práctica agrícola . Estudios se hacen al respecto , por ejemplo se ha visto que el Jacinto y otras plantas acuáticas pueden aprovechar fácilmente la radiación solar en el proceso de fotosíntesis y producir sustancias para otras plantas que pueden proveer combustibles, proteínas útiles o fibras vegetales.

El aprovechamiento de la energía solar en México se puede estimar de la siguiente manera:

| AÑO | PRODUCCIÓN TOTAL ENERGÍA SOLAR X 10 ¹⁴ | PORCIENTO DE LA DEMANDA TOTAL |
|------|---|----------------------------------|
| 1995 | 13.00 | 8.70 |
| 2000 | 23.00 | 13.00 |
| 2010 | 47.00 | 20.40 |
| 2015 | 63.00 | 23.80 |
| 2020 | 78.00 | 26.00 |

1.4 GRANJAS ESPACIALES

Mencionamos las cantidades fantásticas de energía disponible del Sol. Lamentablemente no lo aprovechamos y no obtenemos las cantidades necesarias en cualquier periodo del día. El que no obtengamos sol por la noche y cuando este nublado no significa que el sol no esté brillando. Como ustedes saben el diluvio de energía que proviene del sol hacia el espacio esta cada minuto , todos los días y todas las noches. En el espacio no hay noche , el sol esta brillando siempre. Esta allí . La pregunta está como aprovechar el brillo del sol que esta sobre las nubes que ilumina la tierra. La respuesta es fácil , porque no poner un cobrador solar sobre la tierra. Este nos brindaría día y noche la energía que necesitamos, nunca tendríamos preocupación por si hubiera nubes. Podríamos recibir cantidades regulares de energía solar . Una estación espacial o posiblemente varias estarían situadas a 22 millas de órbita (32 Km) sobre el ecuador, estarían geosincronizadas con la órbita. Esto significaría que giraran a la misma velocidad de la tierra , un 99% del tiempo estos satélites estarían empapados en brillo solar. Habría solamente periodos cortos de tiempo cuando la sombra de la tierra estorbara a la estaciones espaciales.

El satélite tendría que ser muy grande para capturar la cantidad de energía solar que queremos, cubriría un área de 50 millas cuadradas (125 km²) . La estación espacial estaría cubriendo con 14 billones de células fotovoltaicas las cuales son capaces de producir un total de 10,000 MW de poder. Suficientes para atender las necesidades de unos millones de hogares , de acuerdo con la Compañía Aeroespacial Boeing, que ha estado estudiando el proyecto desde 1972, el financiamiento de su investigación viene de sus propios fondos y de algunas contribuciones del gobierno.

Se esta pensando que en vez de utilizar fotoceldas, otro plan seria utilizar La Máquina Brayton, esta máquina de calor particular estaria rodeada por miles de reflectores de plástico, los cuales dirigirían los rayos del sol hacia una cúpula. El horno solar sería similar a la torre de poder de Odeillo. El calor solar se expandiría gases los cuales por medio de turbinas generadoras producirían electricidad. Si utilizando fotoceldas o la máquina Brayton la corriente continua producida por la electricidad estaria convertida a energía de microondas. Dos transmisores en cada satélite irradiaría las microondas hacia la tierra y estas serían recibidas por las antenas, dichas antenas serían inmensas, cubriendo 35 millas cuadradas (95 km²) , siendo muy intensas, las ondas de microondas serían muy fuertes. Acordando Boeing , que las microondas no afectarían vuelos de aeronaves y por lo tanto podría seguir su desarrollo, pero hay un pequeño problema, su sostenimiento , el cual tiene un costo tremendo. Los estimados varían desde 500 billones hasta 700 billones , ese es solamente un factor, otra es la cantidad de problemas tecnológicos en la construcción de un satélite de este tamaño. Ya que tendría una masa de 88,000 o 110,000 toneladas . Esta estimado que estaría volando en partes para ser ensamblado en el espacio , claro que no es una hazaña imposible , pero no se ha intentado todavía, pero también toda práctica en el espacio ocasiona problemas de toda índole , por ejemplo uno de estos problemas sería que algunos gobiernos podrían considerar que esta inmensa estación espacial puede estar utilizado para propósitos militares . , pero tenemos una pregunta , estos problemas serán en su totalidad resueltos o solo se quedara en un sueño imposible?

La ciencia está avanzando a pasos agigantados . Un concepto que parece increíblemente fantástico por normas que hoy pueden estar hecho de prácticas que tienen resultados en un corto tiempo. Esto no significaría que todos nuestros problemas de energía serían aliviados por hacer proyectos o estaciones o granjas para que nuestra hambre de energía se resolviera. Otra idea que se tuvo recientemente fue analizar que la parte sudoeste de los Estados Unidos tiene alrededor de 350 días de brillo solar , con esto nació una idea por que no llegar a cubrir todo el desierto del sudoeste con millas de banco de células fotovoltaicas ?.

Ya que esta tierra no es utilizada es solamente desierto y quién la quiere, la idea es sensacional pero que pasaría con el entorno ecológico , ya que la maquinaria de caminos sacaría la arena , la vida salvaje sería destruida , no teniendo un lugar a donde ir. El suelo de la superficie será removido y será llevado lejos, esto provocaría que el desierto se encontrara en un estado delicado y fuera sacado de balance no puede el desierto tener tantos cambios en su entorno. Ahora que comprendemos que

cuando una parte de la naturaleza depende de otro, tenemos que examinar muy cuidadosamente el daño que podemos hacer. En general es imposible revertir los cambios que hacemos en la ecología y lo cambios que desencadena, nuestras soluciones así llamadas-soluciones- pero cuanto problemas no ocasiona . Se decía que para el año 2000 el 20% de nuestro uso de energía nacional tenía que ser derivado de la energía solar.California es considerado como una hasta mayor ya que planea ser un estado cien por ciento solar . Suecia , después de mucho pensar , ha decidido que a finales de siglo también viajara al camino de la energía solar.

1.5 COSTOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR.

El país se encuentra localizado en una de las regiones de mayor intensidad solar, por lo que se han realizado investigaciones orientadas hacia la utilización, térmica y fotovoltaica, de la energía solar . Los usos principales se orientan al calentamiento de agua, electrificación rural, comunicaciones , señalamientos y bombeo de agua. La disponibilidad de este recurso es amplia y tiene pocas limitaciones regionales y estacionales. Sin embargo, aunque algunos de los sistemas de aprovechamiento ya resultan competitivos desde el punto de vista económico, en ciertas regiones los costos son tan altos en comparación con las fuentes de energía convencionales.

Por ejemplo, La compañía El poder del sol , creó una estación bombeante solar, la cual ofreció a un excelente valor de \$150 dólares por caballo de fuerza, este precio mejoro , ya que antes era \$200 dólares por caballazo de fuerza, y \$80 por un sistema de carbón, pero viendo la complejidad técnica de la estación finalmente, entro a competir con el carbón y el aceite, los cuales contaminan y nunca podrán tener una larga vida como el Sol y aparte no contamina.

1.6 DETERIORO O BENEFICIO DE ESTA ENERGÍA EN LA ECOLOGÍA

Las distintas formas de energía, derivadas del sol, alimentan la vida en la Tierra. La energía es indispensable para satisfacer nuestras necesidades de luz, abrigo, alimento y transporte. Imposible hablar de desarrollo social, sin referirse a la energía. Pero nuestro manejo energético no es totalmente limpio ni eficiente . Por ello, debemos de racionalizar con urgencia el uso de la energía . Es decir, uno que se fundamente en la eficiencia y la búsqueda de fuentes más amigables con el medio ambiente.

Conviene hacer notar que en la utilización de la energía solar no se producen efectos de contaminación ambiental ni perturbación en los ciclos naturales en que opera la misma radiación del sol sobre la tierra. El hombre, en su afán de transformar la tierra con su técnica , ¿ No deberá tener más presente el sol, que es el origen y causa de todos los cambios energéticos naturales ? Al fin y al cabo la tecnología no puede cambiar las leyes naturales, y todo lo que hace es modificar el ritmo de los cambios, no siempre con acierto.

La energía del sol es exageradamente sobrada para todas las necesidades del hombre sobre la tierra, lo que importa es saber cómo captarla y cómo administrarla. Puede ser que a este respecto sea aconsejable fijar más la atención en formas de almacenamiento, para satisfacer y regularizar las necesidades diurnas por lo menos , o tal vez de estaciones.

La vida en la Tierra se mantiene por el sol, los recursos del planeta se agotarán algún día y el sol seguirá mandando energía a la tierra por muchos miles de millones de años; y la vida seguirá, a menos que el hombre se empeñe en acabarla, pero incluso quién sabe si pueda. Acaso si viene el exterminio , también es de nuevo la vida que empezó sin el hombre. La energía del sol tal vez sea el último recurso del hombre para desarrollar tecnología, pero no cabe duda que es su mayor recurso potencial.

Las energías alternas como la eólica , solar, deben ser incentivadas por su promisorio futuro, pero aún son insuficientes, pues se concentran por ahora en pequeñas comunidades . Sin embargo, tenemos que ser realistas: no existen energéticos milagrosos. Debemos construir la matriz energética según las necesidades regionales y los recursos y tecnologías a nuestro alcance. Nuestra " dieta " debe ser amplia en opciones, sólo así apuntaremos a una mejor calidad de vida para las generaciones futuras. Por ello una buena dieta energética es la que satisfaga a los ciudadanos , que debe responder a prioridades específicas de cada ciudad : deben escogerse los energéticos adecuados sea por su disponibilidad, su impacto ambiental o los empleos que generen.

CAPITULO II

COMBUSTIBLES FÓSILES

"PETRÓLEO Y GAS"

2.1 FORMACIÓN,EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO.

El petróleo es un combustible fósil de influencia trascendental en el desarrollo tecnológico del presente siglo. El origen del petróleo ha sido motivo de numerosas controversias. En la actualidad se admite que tiene un origen orgánico. Cualquier organismo marino, animal o vegetal, puede contribuir a la formación del petróleo, pero la materia petrolífera por excelencia es el plancton. Los microorganismos planctónicos al morir caen al fondo del mar y son enterrados en los sedimentos marinos, empezando su transformación. Esta se realiza en condiciones reductoras, pues en medio oxidante la materia orgánica se descompondría en bióxido de carbono y agua. Como resultado de dicha transformación, verificada por bacterias anaerobias, se origina un fango negruzco -sapropel- considerado como la sustancia madre del petróleo. Las condiciones propicias para la formación del sapropel se dan en cuencas marinas o salobres con aguas estancadas. El paso del sapropel a petróleo es muy complejo y en él intervienen procesos bioquímicos e inorgánicos. Parte de la materia orgánica es oxidada, pasando a CO_2 , y parte es reducida, originándose hidrocarburos.

En realidad este esquema reducido es mucho más complicado. Primero se originan ácidos que por reacciones de escisión, condensación, ciclación y deshidratación pasan a hidrocarburos. En todas estas reacciones tiene gran importancia el papel que desempeña las arcillas, pues gracias a su poder absorbente ponen en contacto moléculas extrañas, efectuando así una función de catálisis. La formación del petróleo es un proceso muy lento.

El petróleo se encuentra en rocas sedimentarias; sólo en raras ocasiones se ha desplazado a rocas ígneas. Los yacimientos comerciales están en arenas, areniscas, conglomerados, calizas y dolomitas porosas. El petróleo se halla en rocas de todas las edades, desde el Cámbrico al Plioceno, pero son las capas terciarias las más ricas. De la Era Terciaria son los petróleos de Irán, Irak, Ucrania, Rumania, Francia, Venezuela, México, Ecuador, Perú, Colombia, Trinidad y parte de Estados Unidos (California).

El sedimento en que se origina el petróleo se denomina roca madre, de donde emigra, moviéndose por los intersticios de las rocas y depositándose en la llamada roca almacén, constituida de arenas, areniscas y conglomerados porosos ya señalados. Las rocas porosas que forman el almacén del petróleo tienen en su parte superior rocas impermeables que mantienen aprisionado al fluido. Si esta capa de rocas tiene la forma de domo, entonces los fluidos se disponen según densidades: agua en la parte inferior, petróleo en la parte intermedia y gas en la parte superior.

La localización de mantos petrolíferos se hizo en un principio de un modo empírico, guiado por ciertas manifestaciones superficiales. Posteriormente, la técnica exploratoria consistió en pozos de cateo, siguiendo las tendencias marcadas por las zonas productoras, con el resultado de que muchos pozos se localizaban al azar. Más modernamente intervinieron los geólogos que con mayor conocimiento del terreno dieron muchos resultados positivos. En la actualidad, la exploración la llevan a cabo los geofísicos, haciendo uso de la fotogeología, así como de magnetómetros, gravímetros y sismógrafos, pudiéndose asegurar que se tienen localizadas gran parte de las reservas del mundo.

Una vez que se consideran satisfactorios los trabajos de exploración, se construye el camino de acceso, se transportan materiales y equipo y se procede a la perforación del pozo cuyo trabajo se desarrolla en forma continua durante las veinticuatro horas del día. En un principio se usó el sistema de percusión con una herramienta cortante actuada por un balancín. En la actualidad se emplea la sonda rotativa que consiste en una mesa giratoria horizontal sobre la que se monta un robusto tubo de acero (taladro) que lleva en su extremo inferior o perforante una cabeza cortante de acero erizada de conos de carburo de tungsteno. A medida que la sonda penetra en el terreno se van añadiendo nuevos tubos en el extremo libre superior, hasta llegar al manto petrolífero.

La profundidad del pozo y las tuberías de revestimiento deben estar previstas en el programa de trabajo. Generalmente son tres tuberías; una superficial de 13^o pulgadas, una intermedia de 9^o pulgadas y una profundidad de 6^o pulgadas. Para alojar estas tuberías se deberá perforar primero hasta cierta profundidad con barrenas de 17 pulgadas, después con barrenas de 12^o pulgadas y por último con barrenas de 8^o pulgadas. Todo se va haciendo de acuerdo con la información que se va teniendo de las características del terreno y del espesor del manto petrolífero, obtenida por medio de registros eléctricos.

El petróleo está encerrado en bolsones o mantos más o menos grandes, solo o acompañado de agua y gases que lo comprimen y lo obligan a subir por el tubo-sonda hasta la superficie de la Tierra; en este caso se tiene un flujo natural. Pero lo más frecuente es que no se tenga el flujo, en cuyo caso se llena el pozo con agua, se mete la tubería de producción, se instala el árbol de válvulas, se introducen cargas explosivas para romper la roca almacén y se obliga a brotar al petróleo. Aun así, el petróleo puede no llegar a la superficie del terreno y en este caso se procede al bombeo. La tubería de descarga conduce el producto a tuberías de separación de los gases del líquido, los cuales son llevados a las plantas de tratamiento adecuadas.

La profundidad de los pozos es variable; normalmente inferior a 5000 metros , pero se han perforado pozos hasta de 7000 metros . Los pozos suelen dar en los dos primeros años de explotación hasta el setenta y cinco por ciento de su producción total, y sólo un veinticinco por ciento en diez o más años restantes, con decrecimiento progresivo.

La producción de los pozos es circunstancial. En México ha habido pozos como el Casiano número 7 que empezó con una producción diaria de 70,000 barriles en 1910; el Cerro Azul número 4 que brotó en 1916 , considerado el más grande del mundo, derramó 1,400,000 barriles antes que pudiera ser captado y después produjo 50,000 barriles diarios, dando hasta 1937, 111,000,000 barriles.

2.2 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO PARA EL AÑO 2000.

La situación del petróleo en el mundo se ve por las cifras de los principales países productores, totalizando el grupo OPEC, que es el más fuerte, y el resto del mundo, para llegar a los valores totales mundiales . Las reservas declaradas del grupo OPEC representan el 66% de las reservas mundiales.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO PARA EL AÑO "2000" X 10⁶ BARRILES (1B = 159 LITROS)

| REGION | RESERVAS COMPROB. | PRODUC. | RESERVAS PRODUC. | CAPACIDAD PRODUC.ES- TIMADA "2000" |
|---------|----------------------|---------|---------------------|---|
| OPEC | 455,000 | 9,970 | 40 | 13,130 |
| NO OPEC | 232,000 | 11,340 | 29 | 15,500 |
| TOTAL | 687,000 | 21,310 | 69 | 28,630 |
| MUNDIAL | | | | |

2.3 EL PETRÓLEO EN MÉXICO, PRODUCCIÓN Y RESERVAS.

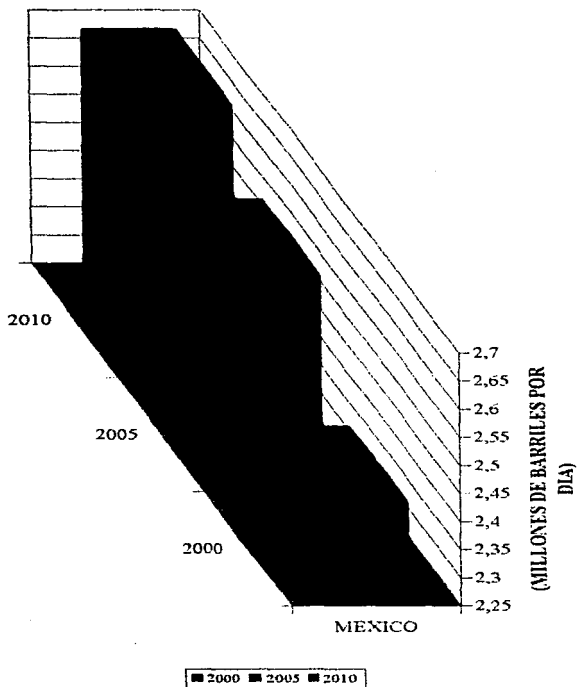
| | |
|------------------------------|---------|
| PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO CRUDO | 1995 |
| (MILES DE BARRILES DIARIOS) | 2,617.0 |
| PRODUCCIÓN DE PETROLÍFEROS | 1,600.1 |
| GASOLINAS | 492.0 |
| COMBUSTIBLE | 416.7 |
| DIESEL | 254.8 |
| GAS LICUADO | 256.9 |
| OTROS | 179.7 |

2.3 EL PETRÓLEO EN MÉXICO, PRODUCCIÓN Y RESERVAS.

CONSUMO TOTAL MUNDIAL DE PETRÓLEO POR PAÍS *1980-2000*
(MILLONES DE BARRILES POR DÍA)

| REGIÓN/PAÍS | 1980 | | PRODUCCIÓN | | | | 2010 | |
|------------------------------|---------|------|------------|------|------|------|---------|------|
| | Consumo | | 1980 | | 2010 | | Consumo | |
| | 1980 | 1992 | 1980 | 1992 | 1980 | 1992 | 1980 | 1992 |
| EEUU | 44.7 | 44.7 | 44.7 | 44.7 | 44.7 | 44.7 | 44.7 | 44.7 |
| ESTADOS UNIDOS | 17.9 | 17.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 |
| CANADA | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| MÉXICO | 1.7 | 1.8 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| JAPÓN | 3.1 | 3.3 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 |
| CHINA | 12.9 | 13.6 | 14.3 | 15.3 | 15.3 | 14.3 | 14.3 | 14.3 |
| RUSSIA | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| FRANCIA | 1.8 | 1.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| ALEMANIA | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.3 | 3.1 | 2.8 | 3.4 | 3.1 |
| ITALIA | 1.9 | 1.9 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| PAÍSES BAJOS | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| REINADO DE ESPAÑA | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.3 | 4.4 | 4.4 | 4.3 | 4.3 |
| REINADO DE SUÉCIA | 1.8 | 1.8 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| BRASIL | 18.6 | 7.8 | 6.1 | 6.9 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 |
| URUGUAY | 8.4 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| EUROPA OCCIDENTAL | 1.8 | 1.1 | 1.8 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| ASIA NO-CHINA | 7.8 | 8.8 | 14.8 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 14.3 |
| CHINA | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| SETO DEL SUR | 3.3 | 4.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 |
| REINADO DE SUÉCIA | 3.9 | 3.7 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 |
| AFRICA | 3.1 | 3.3 | 3.8 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| AMÉRICA CENTRAL Y SURAMERICA | 3.8 | 3.5 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| TOTAL MUNDIAL | 62.3 | 67 | 76.6 | 78.4 | 82.3 | 82.3 | 82.3 | 82.3 |

EXPECTATIVA DEL CONSUMO DE PETROLEO EN MEXICO ANTE LA OECD



2.4 COSTOS DE ESTE TIPO DE ENERGÉTICO

| PRECIOS RELEVANTES EN EL SECTOR | DÓLARES POR BARRIL (1995) |
|---|----------------------------------|
| MEZCLA | 15.70 |
| MAYA | 14.42 |
| ISTMO | 16.66 |
| OLMECA | 17.51 |
| PARTICIPACIÓN DE LA INVERSIÓN DE PEMEX EN EL PIB. | (%) 1 |

| INGRESOS DEL SECTOR | MILLONES DE NS (1995) |
|--|------------------------------|
| VTAS. INTERNAS DE PROD.PETROLIFEROS Y GAS NATURAL. | 64,268.9 |
| VTAS. INTERNAS DE PROD. PETROQUIMICOS | 10,353.8 |
| VTAS.EXTERNAS DE HIDROCARBUROS | 53,577.9 |

| EXPORTACIONES | MILLONES DE DÓLARES(1995) |
|-----------------------|----------------------------------|
| PETRÓLEO CRUDO | 7,426.0 |
| MAYA | 3,757.0 |
| ISTMO | 942.0 |
| OLMECA | 2,727.0 |
| PETROLÍFEROS | 663.3 |
| GAS LICUADO | 131.8 |
| COMBUSTÓLEO | 8.0 |
| DIESEL | 54.8 |
| TURBOSINA | 108.6 |
| OTROS | 134.5 |
| GAS NATURAL | 225.6 |

| IMPORTACIONES | MILLONES DE DÓLARES(1995) |
|----------------------|----------------------------------|
| PETROLIFEROS | 1,288.0 |
| GAS LICUADO | 248.2 |
| GASOLINA | 547.2 |
| COMBUSTÓLEO | 186.4 |
| GAS NATURAL | 99.8 |

| EMPLEOS EN EL SECTOR ENERGETICO | NO. DE TRABAJADORES |
|--|----------------------------|
| INDUSTRIA PETROLERA | 224,505 |
| | 121,959 |

2.5 EL GAS NATURAL EN MÉXICO.

La producción de gas natural en México empezó a tener importancia hacia 1950. Un poco tardíamente en relación con el auge que tuvo la explotación del petróleo. Existe una justificación o por lo menos una explicación de este hecho. Para la utilización del gas natural se debe establecer una red de tuberías que permitan conducirlo a las zonas de consumo. El transporte en tanques resultaba carísimo. Aún en nuestros días se desaprovecha el gas en ciertos países que no pueden utilizarlo para su consumo interno, pues el transporte es todavía muy costoso incluso en buques tanque. Por esto se licúa , lo cual reduce los costos de transportación.

Fue necesario que México tuviera un grado de desarrollo aceptable que justificara la realización de gasoductos para satisfacer demandas importantes. Desde 1950 a la fecha el consumo ha sido notable, y así México ocupa hoy un lugar honroso entre los principales productores y consumidores de gas en el mundo.

Sin embargo los hidrocarburos como el gas natural y el petróleo que representa casi el 68% de las fuentes de energía regionales también son clave para nuestra matriz energética. En México la abundancia del gas natural asociado al petróleo nos hacen confiar en reservas mucho más abundantes que permiten cubrir sus necesidades internas con gas natural, sino exportarlo a EE.UU. , país limítrofe con México a donde se puede llevar por medio de gasoductos, sin necesidad de recurrir a plantas criogénicas para licuarlo, aunque ya se cuenta con algunas de estas plantas. El gas licuado es costoso, pues exige enfriarlo a -160°C para hacerlo líquido, para hacer posible su transporte por barco a otros continentes. La duración del gas natural en México dependerá del ritmo que se imponga a la explotación, estimándose en unos 40 años.

También el gas natural es materia prima en la fabricación de fibras sintéticas, fertilizantes, plásticos y hules y detergentes, lo mismo que el petróleo. Como se ha dicho antes, para el mismo contenido energéticos , el gas natural resulta en su comercialización más barato que el petróleo y mucho más económico que el carbón. Además es de más fácil utilización y produce menos contaminación.

Ahora en México la producción de gas es de suma importancia ya que viene a sustituir el consumo de combustóleo , ya que la gran urbe tiene tantos problemas de contaminación, y no solo este el único problema sino el no afectar el medio donde se extrae el petróleo que es tan difícil dejarlo en las mismas condiciones o tan solo no contaminando el territorio donde se introduce una nueva planta , el hecho de que el gas ha tenido tanto impulso en nuestro ambiente tanto industrial como comunitario es porque si somos grandes productores de gas , porque no usarlo en las cantidades debidas para que tampoco haya alteración en el ecosistema.

2.6 EXPLOTACIÓN Y UTILIZACIÓN

El gas natural es un combustible muy útil y relativamente limpio que constituye también materia prima en la creciente industria petroquímica. La composición del gas natural corresponde más o menos normal. El principal componente es el metano, acompañado de etano y en pequeñas cantidades de propano, butano, pentano y hexano, así como de nitrógeno, anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico e hidrógeno, formando el gas húmedo. Por purificación (endulzamiento) del gas húmedo se obtiene el gas seco que se distribuye en las ciudades para usos domésticos e industriales y el cual tiene una composición promedio de 73.3% de metano, 14.4% de etano, 11.8% de nitrógeno y 0.5% de anhídrido carbónico.

El gas natural se lleva a los centros de consumo por medio de tuberías, cuya instalación se justifica cuanto se tiene bien probadas las posibilidades del yacimiento en explotación, así como la garantía de consumo en el mercado. En general la demanda supera siempre a la oferta, por lo que las garantías de venta siempre quedan satisfechas. El desarrollo de la utilización del gas como fuente de energía ha sido sensiblemente más tardío que el del petróleo, a causa de los problemas de almacenamiento y construcción de redes de distribución. Si el país productor no lo absorbe, resulta difícil venderlo a otros países a no ser que éstos sean limitrofes del primero.

Se está tratando de licuar el gas natural, denominado LNG (Liquefied Natural Gas), comprimiéndolo y enfriándolo hasta una temperatura de -161°C , con lo que el volumen específico se reduce 630 veces con relación al que tiene a la presión atmosférica. Esta reducción de volumen favorece el transporte, pero el proceso de licuación es muy costoso e implica una pérdida del contenido energético de cerca de 30% en la transformación. El LNG resulta muy costoso y con precios casi inaccesibles para los países comparadores, incluso los fuertemente industrializados.

En los países productores que pueden consumir su propio gas natural la explotación de éste se ha desarrollado vertiginosamente, por ser de fácil extracción y relativamente fácil la distribución por tuberías en el mismo país, ofreciendo ventajas de utilización y precio sobre el petróleo y el carbón en el consumo doméstico e industrial. Para la misma potencia calorífica, el precio del gas natural viene a ser la décima parte que el de la hulla y un tercio que el del petróleo. El poder calorífico del gas natural es en promedio de 8460 kcal/m³.

El gas natural se presenta en el subsuelo en estructuras similares a las del petróleo y los métodos de exploración y explotación son semejantes a los de éste. Con frecuencia el gas natural aparece en los mismos yacimientos de petróleo, ya sea en solución con éste o en una capa superior, denominándose en tal caso gas asociado. Cuando está disuelto en el petróleo, la producción de ambos fluidos debe ser simultánea. Cuando el gas se halla en una capa superior al petróleo se efectúa primero la extracción de éste y después la del gas. En esta forma se agota mejor el depósito de petróleo. En otro tipo de geología sólo aparece gas y se denomina entonces gas no asociado. Aproximadamente el 40% de las reservas es de gas asociado y 60% de gas no asociado.

2.7 DEMANDA DE GAS NATURAL PARA EL AÑO 2000

La producción y consumo de gas natural en el mundo aumenta cada día. En las primeras explotaciones petroleras el gas asociado constituía un subproducto que más bien perjudicaba la extracción del petróleo y que había que eliminar quemándolo "in situ". No se le veía aplicación. Pronto se advirtió que se podría usar como combustible en las instalaciones locales y en procesos de extracción del petróleo. Más tarde se construyeron tuberías hasta centros de consumo más importantes, plantas termoelectricas o grupos industriales. Después se ha visto que es materia prima valiosísima en la pujante industria petroquímica. Por otra parte, el bajo costo de extracción y su poca aplicación en un principio le dieron precio reducido que se ha mantenido hasta años muy recientes, y aun en la actualidad es todavía más bajo que el del petróleo y el del carbón para el mismo contenido energético.

Todo lo anterior justifica esa notable demanda de gas natural en los países que se encontraban con reservas de este combustible fósil. Los pronósticos muestran los siguientes resultados:

| "AÑO 2000" | | | |
|--------------------------------------|---------|------------|-------------|
| X10 ⁹ m ³ /año | | | |
| PAÍS | DEMANDA | PRODUCCIÓN | IMPORTACIÓN |
| AMERICA DEL NORTE. | 615 | 456 | 159 |
| EUROPA OCCIDENTAL. | 350 | 114 | 236 |
| JAPON | 91 | 5.7 | 85.3 |
| TOTAL | 1056 | 575.7 | 470.3 |

En los países menos desarrollados la producción de gas natural ha sido más limitada. La falta de mercados para el gas natural no ha propiciado la construcción de sistemas de distribución. Los países de la OPEP con grandes reservas de gas por lo general tienen exigencias mínimas de este combustible. Reconocidas sus ventajas como combustible y como materia prima en la petroquímica, si no lo pueden producir lo importan de otros países productores. De esta manera está cobrando especial interés el comercio mundial del gas natural. Desde luego que comparando con el del petróleo, este comercio del gas ha sido hasta ahora insignificante, pero promete incrementarse.

En cuanto al gas licuado, los importadores más dependientes son España, Japón, Francia, Italia, Inglaterra. Se prevé que los países industrializados van a intensificar su dependencia de las importaciones de gas seco transportado por ductos o de gas natural licuado transportado por barcos tanque.

2.8 DETERIORO O BENEFICIO DE ESTOS ENERGÉTICOS EN LA ECOLOGÍA

Hablaremos como dicen viendo los dos lados de la moneda , primero mencionaremos las contribuciones que ha hecho PEMEX al medio ambiente:

- Se suministraron diariamente 150 millones de pies cúbicos de gas natural adicionales, para sustituir el consumo de combustóleo en empresas que cuentan con sistemas dual de combustión ubicadas en la zona metropolitana de la ciudad de México y en las zonas urbanas de Guadalajara y Monterrey.
- Se atendieron 127 derrames accidentales por las operaciones propias de la industria.
- Se inspeccionaron regularmente las playas del Golfo de México para detectar el arribo de hidrocarburos y realizar los trabajos de limpieza necesarios.
- Se evaluó la problemática ambiental presentada en 174 pozos ubicados en Poza Rica, Ver.
- Se levantó el inventario de los residuos peligrosos generados por la industria (lodos plumizos, aceitosos y producto de perforaciones, así como los generados por la limpieza de ductos y los fondos de tanques de amoníaco.
- Se evaluaron los informes correspondientes a la concentración de hidrocarburos, metales pesados y sus efectos físicos y biológicos en el norte del Golfo de México , en la costa occidental de Baja California en la Sonda de Campeche y en la Bahía de Salina Cruz,Oax.
- Elaboración de gasolinas, diesel y combustóleo de alta calidad, distribuidos principalmente en la zona metropolitana de la ciudad de México.
- Mediante la construcción de ocho plantas nuevas y el mejoramiento de seis existentes, se conseguirá elaborar gasolinas sin plomo y producir componentes oxigenados como el MTBE y el metil teramil éter.
- Se trabaja en una planta para la desulfuración de 50 000BD de productos residuales para producir combustóleo con un contenido de azufre de 0.8%.
- Están en proceso de construcción dos plantas de desulfuración profunda de Diesel.
- Se concluyeron y pusieron en operación los sistemas de tratamientos de afluentes de la Venta y ciudad PEMEX, con los cual se mejoró la calidad de las descargas de aguas residuales.

Como sabemos el petróleo representa el 48.4% de las fuentes de energía de América Latina y El Caribe . El deterioro ambiental relacionado al crudo es múltiple en cada fase : explotación, producción, transporte y uso . La industria petrolera ha intentado en los últimos años establecer tecnologías limpias para reducirlo.

a.-Extracción : De América Latina proviene el 12.6% del petróleo que se extrae en el mundo. La región posee el 14% de las reservas del planeta.

b.- Tecnología limpia: Varias empresas buscan tecnologías limpias: Petróleos de Venezuela explora lodos cada vez menos contaminados, biodegradables y de menor base de aceite para sus perforaciones.

c.- Derrames : Los derrames durante el transporte en buques provocan severos daños al ecosistema marino. De 1974 a 1992 se registraron en el mundo 8 mil 721 derrames petroleros.

d.- Desintegración : La exploración y explotación de crudo en la tierra sobre todo en la Amazonía, propicia daños al hábitat e impulsa la colonización y la desintegración de las etnias originarias.

e.- Distribución : El más reciente accidente importante en la región durante la distribución de crudo ocurrió en mayo de 1994 en Brasil al romperse un oleoducto en el puerto de San Sebastián. Se derramaron 2 mil 700 metros cúbicos de crudo.

f.- Industria : La quema de combustóleo en la industria contamina el aire. En Ciudad de México, sectores industriales generan el 24.5% de los precursores de ozono y el 4.2% de emisiones contaminantes a la atmósfera.

g.- Refinerías : Las refinerías generan aguas residuales, que contienen azufre, nitrógeno y materias orgánicas . En general, no existen medidas en la región para tratar esta agua, que termina en ríos y mares, contaminándolos.

h.- Derivados : Del crudo se derivan : la gasolina para autos, el kerosene puro para aviones y de menor calidad para estufas, gas licuado para uso doméstico, diesel para camiones y otros subproductos para mover la industria, como el combustóleo.

i.- Transporte : Se estima que los autos y camiones ligeros consumen más de uno de cada tres barriles de petróleo y contribuyen con un alto porcentaje de las emisiones contaminantes.

j.- Termoelectricas : Las termoelectricas trabajan a base de petrleo , carbon, combustion nuclear y agua. Las de petrleo y carbon generan contaminacion atmosferica al emitir oxidos de nitrogeno y azufre.

k.- Deforestacion : La instalacion de torres electricas pueden provocar deforestacion y la apertura de brechas para la colonizacion de bosques hasta entonces inalterados .

l.- Despilfarro : En el hogar se desperdicia mucha energia proveniente del crudo . Los calentadores electricos usan el 14% de electricidad domestica : Focos, radios y televisores gastan tambien mucha energia.

CAPITULO III

LA ENERGÍA AMIGA O ENEMIGA

"ENERGÍA NUCLEAR"

3.1 PLANTAS NUCLEOELÉCTRICAS.

El uso de la energía nuclear para fines pacíficos se empezó a considerar después de la Segunda Guerra Mundial . La primera planta nucleoelectrónica se puso en operación en 1957 en Estados Unidos utilizando la fisión del isótopo 235 del uranio. A partir de esa fecha, y con base en el uranio como combustible, se ha venido desarrollando un programa de plantas nucleoelectrónicas, como medio eficaz de resolver la creciente demanda de energía eléctrica en el mundo.

No cabe duda que la energía nuclear va a desempeñar un papel importante en la generación de electricidad en las próximas décadas, siendo posible que el isótopo U^{235} es uno de los combustibles dominante, consumido en los reactores clínicos enfriados por agua, por su facilidad de fisión y garantías de operación. En la última década del siglo entro en operación comercial los autogeneradores (breeders) o reactores de cría alimentados con el isótopo del uranio U^{238} , lo que permite un mejor aprovechamiento de los recursos de uranio, ya que este isótopo U^{238} se encuentra en proporción muy alta en el óxido de uranio (U_2O_8) que se presenta en forma natural ligado a diversas rocas, fundamentalmente arcillas, cuarzo, fosfatos, esquistos, etc.

La proporción de óxido de uranio en las rocas es muy variada según los yacimientos y aproximadamente del orden del 1% . Ahora bien, la riqueza de U^{235} en el óxido es tan solo de 0.7% , mientras que del U^{238} es de 99.3% pero éste no presenta las mismas facilidades de fisión que aquel. La fisión del núcleo o desintegración atómica del U^{235} , que es un elemento pesado, en otros más ligeros, se realiza bombardeando el átomo con neutrones lentos, lo que da lugar a 40 isótopos de átomos ligeros, con pérdida de masa, que se cuantifica según la ecuación de Einstein , $E = mc^2$, en una energía dinámica de los fragmentos de fisión y en una energía radiante, los cuales se manifiestan en forma de calor, que es la forma de la energía aprovechable. La reacción en cadena que se debe mantener es la siguiente :

$U^{235} + 1$ neutrón = 40 isótopos átomos ligeros + 2.3 neutrones + energía.

La energía resultante de la fisión de un núcleo de U^{235} es aproximadamente 200 x 10^6 electrón-volts. Buscando equivalencia, la fisión de un gramo de U^{235} produce las mismas calorías de 2 Tm de combustible . Aproximadamente 171 Tm de U_2O_8 , generan 1000 MW- año de energía eléctrica en reactores de agua ligera.

El poder nuclear seguirá siendo componente importante del suministro eléctrico futuro. Pero que sea en escala ascendente o descendente dependerá de la capacidad de la industria de competir exitosamente con fuentes alternativas y de resolver las preocupaciones públicas en torno al medio ambiente, la salud y la seguridad.

La experiencia operativa con la primera unidad nucleoelectrónica de Laguna Verde ha sido muy positiva y sus resultados se comparan favorablemente con los de la operación de las mejores nucleoelectrónicas de este tipo en el mundo. La entrada en servicio de la segunda unidad ha demostrado el valor de la experiencia adquirida por el personal responsable. El diseño, la construcción y la operación de esta central nucleoelectrónica, sirvió para formar un equipo de especialistas. Ante la responsabilidad de conservar este capital humano, deberá mantenerse estrecha relación con el desarrollo de programas nucleares en otros países. Esto permitirá que el personal nacional sea partícipe del avance científico y tecnológico en la materia.

En materia nuclear, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), desde su creación en 1979 ha desarrollado funciones sustantivas en materia de investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, así como en la promoción de usos pacíficos de la energía nuclear, la difusión de avances y la prestación de servicios especializados, a fin de vincular estos campos al desarrollo económico.

3.2 REACTORES NUCLEARES Y SUS TIPOS

Para lograr una reacción en cadena controlada y aprovechar la energía resultante de la fisión nuclear se hace uso de reactores nucleares constituidos por depósitos robustos de acero debidamente protegidos. En la fisión de un núcleo de U^{235} aparecen 2.3 neutrones, pudiendo ocurrir:

- 1) que algún neutrón se pierda fuera de la masa de uranio
- 2) que alguno pueda ser absorbido por un núcleo de U^{238} dando Pu^{239} que es fisionable como el U^{235} .
- 3) que alguno pueda ser absorbido por otro núcleo de U^{235} . Por lo menos un neutrón debe penetrar en un núcleo de U^{235} para mantener la reacción en cadena.

El "factor de reproducción deseada de 1" significa que por cada núcleo de U^{235} que se rompe por lo menos un neutrón se absorbe en otro núcleo de U^{235} para producir la fisión. Cuando un reactor tiene un factor de reproducción de 1 el sistema es "crítico" y la reacción en cadena continúa. El sistema depende de la cantidad de masa de uranio disponible para la fisión, la "masa crítica", que contiene núcleos suficientes para mantener la reacción en cadena. La concentración natural de 0.7% de U^{235} contenida en el óxido U_2O_8 , es deficiente y obliga a masas críticas grandes con bajo rendimiento, por lo que se produce un enriquecimiento del óxido convirtiéndolo en UO_2 , con 3% U^{235} . Aunque esta concentración es relativamente baja, es sin embargo suficiente para mantener la reacción en cadena en el reactor, siempre que se frene la velocidad de los neutrones por medio de un "moderador", una sustancia con núcleos ligeros, como agua ordinaria, agua pesada (D_2O) o carbón en forma de grafito.

En el caso de una bomba atómica donde se busca una reacción en cadena progresiva y sin control que produzca una explosión se disponen dos masas subcríticas de uranio (la masa crítica es del orden de 22 kilogramos), las cuales se juntan para lograr una masa supercrítica y favorecer la reacción nuclear. También se puede propiciar la reacción nuclear por una concentración de masa por presión.

En el reactor nuclear la masa del material fisionable (U^{235}) es ligeramente supercrítica y se dispone en tubos alargados que se introducen en otros tubos de aleaciones de zirconio, primera barrera a los productos de fisión de alta radiactividad. Entre los tubos de uranio se colocan varillas de un material (cadmio, boro, etc.) que puede bloquear la reacción nuclear totalmente cuando se quiere dejar sin acción el reactor, o puede acelerar la reacción nuclear evitando la acción de bloqueo, sacándolas más o menos de los tubos de reacción, constituyendo así un medio de control. Los tubos de uranio y las varillas de bloqueo están bañadas por agua, la que siempre está moderando la velocidad de los neutrones. La fisión del U^{235} se logra con neutrones lentos haciendo más fácil su control.

Los reactores pueden estar diseñados para usar el uranio enriquecido o el uranio natural. En cada caso se debe hacer el balance de neutrones incidentes. Con el uranio enriquecido son mucho más eficaces, pero este enriquecimiento es muy costoso y sólo las grandes potencias lo realizan, por lo que obliga al resto del mundo a una dependencia de las mismas en cuanto al combustible nuclear se refiere. La construcción del propio reactor tampoco está al alcance de muchos países.

Hay diferentes diseños de reactores nucleares que obedecen a características de operación, consideraciones económicas, exigencias del combustible, etc. Estudios de la OCDE-AEAI (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico-Agencia de Energía Atómica Internacional) señalan siete tipos que pueden operar hacia el año 2000. Antes de 1985 se usarán fundamentalmente :

- a) Reactores de agua ligera, LWR (Light Water Reactor) en un 90%
- b) Reactores de agua pesada (D_2O) HWR (Heavy Water Reactor) en un 6%
- c) Otros tipos como el Reactor de alta temperatura HTR (High Temperature Reactor) en un 4% .

Hacia el año 1985 se empezó a comercializar el Reactor autogenerador o Reactor de cría (Fast Breeder Reactor FBR) . Para el año 2000, según WAES, se usarán 80% LWR, 7% HWR , 5% FBR y 8% otros tipos .

A) REACTORES DE AGUA LIGERA, LWR

Entre los reactores de agua ligera u ordinaria hay dos tipos :

- 1) Reactores de agua a presión, PWR (Pressurized Water Reactor) en los que el agua se encuentra a unas 150 atmósferas y 600°F .
- 2) Reactores de agua hirviendo, BWR (Boiling Water Reactor) , donde el agua está a unas 70 atmósferas y a más de 1000°F . El PWR está más generalizado, pero los dos tipos emplean el mismo ciclo del combustible. El ciclo del combustible para los Reactores de agua ligera (LWR) . El mineral del uranio en concentraciones de 1% o superiores es explotable; se tritura y concentra el (U_3O_8) natural formando una torta amarilla se convierte en hexafluoruro de uranio (UF_6), que es gaseoso, el cual se lleva a una planta de enriquecimiento donde se eleva la concentración del U^{235} desde el 0.7% al 3%, convirtiéndolo en dióxido de uranio (UO_2), del cual se hacen bolitas (pellets) que se introducen en tubos alargados constituyendo el elemento combustible. La reacción nuclear produce calor que sirve para vaporizar agua y mover turbinas de vapor que accionan a los generadores eléctricos.

Los pasos citados se conocen como "marcha hacia atrás " del ciclo empieza cuando los elementos combustibles se retiran del reactor. La práctica señala que del 20 al 30% del combustible que se usa es altamente radiactivo y produce algún calor debido al decaimiento lento de la radioactividad de los productos de fisión.

El combustible que se usa se debe almacenar bajo agua en la misma planta nuclear durante varios meses para poder remover el calor y para protección contra la radiactividad que emiten los productos de fisión. Los elementos de combustible usados se pueden transportar después en depósitos a prueba de radiactividad hasta una planta de reprocesado. Aquí se cortan y desbaratan mecánicamente, se disuelven en ácido y pasan por un proceso mecánico para separar tres componentes :

- 1) el uranio remanente
- 2) el plutonio
- 3) los productos de fisión radiactivos .

Las plantas de reprocesado son complejas, ya que los materiales que se quieren recuperar (uranio y plutonio) se encuentra mezclados con productos de fisión de alta radiactividad . Aunque éstos finalmente llegan a un punto donde pueden manejarse sin pantallas protectoras, muchas operaciones deben realizarse por control remoto con operadores protegidos por gruesas paredes que sirvan de protección contra la radiactividad. Estas plantas llevan operando años para recuperar plutonio para armamentos, de modo que la tecnología de control remoto está bien desarrollada.

Después de este paso se ofrecen varias alternativas. El uranio recuperado se puede convertir en UF_6 que puede servir para alimentar una planta de enriquecimiento o se puede almacenar. El uranio de un combustible reprocesado de un reactor LWR tiene aproximadamente 0.8% de U^{235} , esto es, ligeramente más rico que el óxido natural.

El plutonio se puede reciclar en el LWR usándolo con el uranio como combustible del reactor, se puede almacenar o se puede usar como combustible en un reactor de cría (fast breeder). Los desechos radioactivos se deben almacenar en depósitos permanentes a prueba de cualquier fuga radiactiva. Otra alternativa es no reprocesar los elementos de combustible usados y ponerlos directamente en los depósitos de almacenaje permanente.

El plutonio no se encuentra en estado natural. Es un elemento transuránico o subproducto de la operación de todos los reactores nucleares donde el U^{235} está presente, el cual absorbe neutrones y se transmuta en plutonio. Si el uranio y el plutonio recuperado se emplean en los reactores como combustible, se puede ahorrar en 20% del uranio nuevo que requiere un LWR.

REACTORES DE AGUA PESADA HWR

Los Reactores de agua pesada usan uranio natural como combustible pero exigen una gran cantidad inicial de agua pesada (D_2O) y pequeñas cantidades durante la operación para reponer las pérdidas. Las plantas que usan agua pesada son costosas porque gastan mucha energía, aunque se evitan los gastos de enriquecimiento del uranio. El ciclo del combustible es mucho más sencillo que el ciclo del LWR.

Las plantas nucleoelectricas que emplean Reactores de agua pesada (D_2O) en vez de agua ligera (H_2O) como moderador, están bien desarrolladas. Este ciclo tiene la ventaja de eliminar el paso de hexafluoruro de uranio UF_6 y el paso de enriquecimiento que es muy costoso, pero tiene la desventaja de incrementar los subproductos de uranio con 0.2 a 0.3% de U^{235} .

REACTORES DE TEMPERATURA, HTR

El desarrollo con éxito de los reactores de alta temperatura puede abrir nuevas aplicaciones a la energía nuclear, ya que se espera que tales sistemas de reactores puedan producir calor a altas temperaturas para propósitos industriales específicos, como por ejemplo la gasificación del carbón y la producción de hidrógeno. Reactores de este tipo se han construido en Inglaterra, Alemania y Estados Unidos. Estos reactores pueden ser enfriados por gas carbónico que circula por tubos de acero inoxidable, con lo que el gas refrigerante puede operar a 1200°F y 43 atmósferas.

REACTORES AUTOGENERADORES FBR (Fast Breeder Reactors)

Los reactores autogeneradores, FBR como su nombre lo indica, tiene la facultad de generar una cantidad neta de material fisiónable; también se llaman reactores autoalimentados o reactores de cría.

El combustible U^{238} contiene material fértil y fisionable en condiciones tales que un número suficiente de neutrones se libera por fisión supliendo las pérdidas, produciéndose del material fértil más material fisionable del que se exige para mantener el proceso de la reacción nuclear. Queda así disponible una cantidad del material fisionable que puede recogerse y almacenarse.

Los dos ciclos más conocidos son el de $U^{238} \rightarrow Pu^{239}$ (uranio - plutonio) y el del $Th^{232} \rightarrow U^{233}$ (torio-uranio). El ciclo del uranio-plutonio emplea neutrones rápidos, altamente energéticos, con enfriadores de sodio líquido o helio a presión que impiden que decaiga la velocidad de los neutrones. En el ciclo, un átomo del material fértil U^{238} absorbe un neutrón y emite una partícula beta, convirtiéndose en neptunio, formación transitoria, ya que éste pasa inmediatamente a Pu^{239} por emisión de partículas beta. La fisión del Pu^{239} por un neutrón libera energía y además origina aproximadamente 2.6 neutrones. Un neutrón continua la fisión en cadena, y el resto de neutrones quedan disponibles para reaccionar con el U^{238} , produciéndose del orden de 1.5 átomos de Pu^{239} , uno de los cuales reemplaza al átomo usado en la fisión y el 0.5 restante se tiene como plutonio neto ganado. Como se puede advertir, la pérdida de neutrones es mínima.

Este ciclo permite utilizar casi todo el U^{238} del uranio natural como combustible. Esta producción de plutonio fisionable vendrá a resolver el problema de escasez de uranio, cuyas reservas sólo podrían alcanzar para unos treinta años si se siguiera aprovechando en la forma convencional de U^{238} . La Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos asegura que, según investigaciones en el Laboratorio Nacional de Oak Ridge para el año 2000 la producción artificial de plutonio llegue a cifras más considerables.

Tan grandes cantidades de plutonio podrían ser de claro beneficio para la humanidad. Como combustible de un reactor nuclear, un kilogramo de Pu^{239} libera en la fisión nuclear tanto calor como la combustión de 3,000 Tm. de carbón. Así $3,000 \times 8,000 \text{ Km.h/Tm} = 24 \times 10^6 \text{ KWh}$. sería la energía que se obtendría de 1kg de Pu^{239} . Utilizando, pues, el plutonio en vez del uranio fisionable se ampliarán los recursos energéticos nucleares en el mundo, que se presentarían así casi como inagotables. Pero el plutonio es una sustancia extremadamente tóxica. Las normas de seguridad recomiendan que no se esponga el cuerpo humano a más de un total de seis diezmilésimas de gramo, pues produce cáncer pulmonar y otros daños propios de la radiactividad. Es ávido del oxígeno y entra en combustión fácilmente, por lo que representa un peligro de incendio. La llamada masa crítica del plutonio, esto es, la cantidad que puede causar una explosión nuclear, es de unos pocos kilogramos, lo cual obliga a manejarlo, almacenarlo y transportarlo con un cuidado extraordinario para que no se ajuste a esa cantidad. La vida media o periodo de desintegración del plutonio es de unos 24,000 años, así que cualquier contaminación del medio por efectos de este elemento se puede considerar permanente.

No cabe duda que la marcha hacia el plutonio es un juego de mucho riesgo, y acerca de esta cuestión existe una gran controversia entre muchos hombres de ciencia. Sin embargo, los gobiernos de países económicamente fuertes están auspiciado el desarrollo de los reactores autogeneradores con el ciclo uranio-plutonio. Confiamos en que se respete una razón de principio: no pretender resolver un problema creando otros más graves. La protección del medio ambiente para hacer posible la supervivencia está antes que el pretender cambiar aquí haciendo imposible está.

El ciclo del torio-uranio ($\text{Th}^{232} \rightarrow \text{U}^{233}$) es similar al ciclo anterior, excepto que éste trabaja mejor en un reactor autogenerador térmico, con neutrones relativamente lentos. El isótopo fértil Th^{232} se convierte en protactinio, el cual por emisión de radiación beta pasa a U^{233} fisiónable. Los problemas que se representan en este ciclo son análogos a los del uranio-plutonio por lo que respecta a contaminación y cuidados de manejo. La operación del reactor torio-uranio parece más complicada en cuanto al uso de los refrigerantes. Los recursos de uranio y torio se multiplicarían 130 veces más si se usaran reactores autogeneradores FBR. La energía eléctrica disponible en el mundo con origen en los combustibles fósiles se multiplicaría por tres si se usaran reactores de agua ligera, y ésta por cien si se emplearan los FBR.

El uranio se halla muy distribuido en las rocas de la Tierra, y para que se explotación resulte costable es preciso encontrar yacimientos con una concentración de óxido de uranio (U_2O_5) aceptable. Para establecer las reservas importa mucho el precio de costo de obtención de un kilogramo de U_2O_5 . El Torio es más abundante que el uranio en la naturaleza. La principal fuente industrial del torio es el mineral de mozanita, denso y duro, que es un fosfato de torio y de tierras raras conteniendo de 3 a 9% de torio. La mozanita se encuentra en pequeñas cantidades en las rocas de granito y pegmatita. Cuando las rocas se destruyen por la erosión, la mozanita como sustancia dura se concentra por la acción fluvial y marítima constituyendo placeres, que es la forma más general de encontrar este mineral.

3.3 FISIÓN NUCLEAR

La fisión fue descubierta por Hahn y Strassman en 1939. Utilizando técnicas químicas, encontraron que el bombardeo de uranio por neutrones producen elementos en el medio de la tabla periódica. Se dieron cuenta inmediatamente que una gran cantidad de energía de enlace sería liberada en la fisión de un núcleo Z, en dos núcleos de Z intermedio, debido a la reducción consiguiente en energía positiva de Coulomb. Las mediciones mostraron que pronto una energía de alrededor de 200 MeV era liberada por fisión, y ampliamente llevada por la energía cinética de los dos fragmentos de fisión. La medición también mostró que dos o tres neutrones eran emitidos en cada fisión.

Esto sugirió a varias gentes la posibilidad de utilizar los neutrones para inducir otros núcleos de uranio a la fisión, utilizando los neutrones que estarían emitidos de aquellas fisiones de la misma forma, y así sucesivamente, en una *reacción en cadena*. Un cálculo trivial mostró que si todos los núcleos en un bloque de uranio podían estar hechos para la fisión en una reacción en cadena, la energía liberada sería de $\sim 10^6$ veces mayor que al arder un bloque de carbón, o al explotar un bloque de dinamita, de igual masa. (Este es el usual factor de 10^6 obtenido cuando se comparan energías nuclear con atómica, o molecular). Debido a la extremadamente corta escala de tiempo para caracterizar procesos nucleares, la energía supuesta podría liberarse mucho más rápidamente que en una explosión química. Las potencialidades como un arma fue obvia, particularmente debido a la inminencia de la Segunda Guerra Mundial. Los eventos que siguieron dominando la historia de este siglo, pero aquí trataremos las aplicaciones pacíficas de fisión.

En un reactor nuclear, la fisión procede en una tasa cuidadosamente controlada. Una fuente continua de poder es obtenida de la energía térmica producida cuando los fragmentos de fisión llegan a descansar en los materiales del reactor. Después muchos años de desarrollo tecnológico, los reactores nucleares han llegado a ser fuentes de energía muy competitivas, económicamente, con carbón o el petróleo. Son también fuentes importantes de isótopos inestables, no encontrados normalmente en naturaleza, que son utilizados como trazadores para diagnosticar la operación de variedad de procesos de interés para la medicina, biología, química, e ingeniería, o utilizada para terapia de radiación. Los isótopos son producidos en reacciones nucleares inducidas por el flujo intenso de neutrones presentes en un reactor.

La fisión ocurre en núcleos Z debido a que la energía de repulsión de Coulomb total de los protones en un núcleo es disminuido considerablemente si el núcleo se divide en dos núcleos más pequeños. La energía de superficie nuclear aumenta en el proceso, pero su magnitud es mucho más pequeña que la magnitud de la energía de Coulomb, de modo que el aumento en energía de superficie no altera el hecho que es energéticamente favorable por un gran núcleo Z para la fisión. La energía de Coulomb es minimizada si el núcleo se divide en dos fragmentos de fisión que contienen igual número de protones, pero generalmente la fragmentación no es completamente simétrico debido a la preferencia para números mágicos. La energía asociada con la fisión del ${}_{92}^{238}\text{U}$ es cerca de 200 MeV. Este valor es también bastante típico de la energía de fisión por otros isótopos de uranio.

Un proceso de mucho más importancia es la fisión inducida. Generalmente este es ocasionado porque el núcleo captura un neutrón baja-energía. Como la energía de enlace E_N del último neutrón en un núcleo Z tiene alrededor de 6 MeV, en casos favorables el núcleo capturador recibe energía suficiente para ponerlo sobre la parte superior de la barrera de fisión. Muy frecuentemente esta alta energía de excitación realmente introduce vibraciones colectivas en que se pone suficientemente alargado a la fisión.

Es como un núcleo compuesto altamente excitado, con la mayoría de su energía de excitación en forma de vibraciones violentas. La fisión inducida es quizás el mejor ejemplo de los movimientos colectivos que están implicados por el modelo de gota líquida, y forma la base del modelo colectivo. Este es también verdadero para ${}^235\text{U}$. Pero cuando ${}^235\text{U}$ captura un neutrón solamente cerca de 5 MeV de energía de enlace está hecha disponible, así un neutrón podría tener energía cinética de cerca de 1 MeV para provocar fisión en este núcleo. La diferencia entre el comportamiento de estos isótopos surgen de la diferencia en el emparejamiento de energía.

Tenemos demasiado simplificados nuestra discusión de fisión hablando como si el fisiónamiento del núcleo es esférico en su estado fundamental. De hecho los núcleos de uranio son elipsoidales en estado fundamental. Hasta antes de recibir cualquier energía de excitación el núcleo es algo alargado. Cuando recibe cerca de 6 MeV de excitación de un neutrón capturado, este otro alargamiento, va sobre la parte superior de la barrera de fisión, y entonces se fisiona.

Recientemente, la evidencia ha comenzado a acumular indicaciones de que la barrera de fisión $V(s)$ es probablemente también una simplificación excesiva, y que la barrera realmente tiene una doble jobaba.

En este estado fundamental el núcleo está muy cerca la parte inferior de la depresión más profunda con su s' de estiramiento de estado fundamental, y estable excepto por el proceso altamente improbable de penetración de barrera. Los cálculos basados en el modelo colectivo, por ejemplo, en una combinación de los modelos de gota líquida y de cáscara, predijo que hay una segunda depresión más profunda en $V(s)$ en el mayor estiramiento s'' . A este estiramiento el núcleo también sería estable, excepto por penetración de barrera, si no tuviera energía excesiva. Una predicción de estos cálculos es que debería ser posible poner un núcleo fisiónable en estado de estiramiento s'' , donde permanecería durante mucho tiempo. Algunos experimentos de fisión espontáneos dan una fuerte indicación que esto es verdadero. Porque estos cálculos son también las que guían a la predicción del número mágico $Z = 114$, los experimentos de fisión espontáneos que han hecho físicos como la predicción que concierne a $Z = 114$ bastante seriamente. Hasta donde la fisión inducida está concernida, la presencia de la depresión más profunda en $V(s)$ probablemente no haría mucha diferencia.

La posibilidad de utilizar fisión producir potencia en una reacción en cadena surge del hecho que *dos o tres neutrones están emitidos en cada proceso de fisión*. Estos núcleos están representados por la curva de estabilidad. El punto grande indica el núcleo fisiónado, y los dos puntos pequeños indican los fragmentos de fisión. Los fragmentos generalmente no son simétricos. En lugar de eso uno los fragmentos tiene los valores Z y N cerca de los números mágicos 50 y 82, probablemente porque estos están favorecidos energicamente.

Pero ambos fragmentos tienen casi la misma razón de Z/N que el núcleo fisionado. Ya que sus valores de A son mucho más pequeños, sus razones de Z/N son más pequeñas que aquellos núcleos estables con estos valores de A . Los fragmentos de fisión tienden a tener relativamente demasiados neutrones. La mayoría de los reajustes necesarios tienen lugar lentamente por los fragmentos de fisión a través de una sucesión de desintegración progresiva β , pero parte de los reajustes son archivados indicando el tiempo de fisión. Parte del desintegración de la composición de núcleo tiene lugar a través de la evaporación de dos o tres neutrones, varios MeV de energía cinética.

Otro proceso que encabeza a la emisión de neutrones, el cual es de probabilidad pequeña (~1% de la probabilidad para la rápida emisión de los neutrones por la evaporación de la composición del núcleo excitado) pero de gran importancia al hacerlo más fácil de controlar un reactor, es la de *emisión de neutrón retrasada*. Como un ejemplo, se considera la emisión del electrón del fragmento de fisión $^{87}_{35}\text{Br}$. Debido a las reglas de selección de la desintegración β , este núcleo ocasionalmente se desintegrará a un estado de $^{86}_{36}\text{Kr}$ que está excitado suficientemente para permitirle emitir un neutrón, dejando el núcleo estable $^{85}_{36}\text{Kr}$. Los neutrones son emitidos en este proceso, con una característica de demora de 55 seg. media-vida de $^{87}_{35}\text{Br}$. Otro ejemplo importante involucra la emisión de neutrón retrasada del $^{137}_{54}\text{Xe}$. Para $^{87}_{36}\text{Kr}$ o $^{137}_{54}\text{Xe}$ el neutrón número N igual al número mágico, 50 o 82, más uno. Así el proceso depende de la energía de enlace extraordinariamente pequeña del neutrón que el modelo de cáscara predeciría.

En un reactor, las oportunidades para los neutrones emitidos en una generación de fisión finalmente induciendo a la siguiente generación de fisión será incrementada debido a que los neutrones esparcen de núcleos de masa baja en el *moderador* rodeando las piezas de uranio. Pierden rápidamente energía al retroceso de estos núcleos, y no son capaces de inducir fisión en $^{238}_{92}\text{U}$. Pero no están perdidos a la no fisión del $^{238}_{92}\text{U}$ ya que la captura de moderación ocurre afuera de las piezas de uranio. El moderador es generalmente $^{12}_6\text{C}$, en forma de grafito, o ^2_1H , en forma de óxido de deuterio (agua pesada). Es posible utilizar ^3_1H , pero solamente si el uranio está altamente enriquecido en $^{235}_{92}\text{U}$. La razón es que ^3_1H tiene una sección de cruce grande para capturar neutrones y formar ^4_2He , y estos neutrones son perdidos de la reacción en cadena.

El propósito del moderador es para reducir las velocidades de los neutrones para los más bajos valores posibles, de modo que su longitud de onda de Broglie λ estará tan grande como sea posible. Debido a las propiedades de la forma de onda de los neutrones, su sección de cruce para captura por un núcleo de radio r' es limitado por el valor de λ , y no por el valor de r' . El moderador trae los neutrones en equilibrio térmico a la temperatura de operación del reactor, que hace $\lambda \gg r'$ y de ese modo aumenta al $^{235}_{92}\text{U}$ la captura de la sección de cruce para difundir los neutrones de vuelta las piezas de uranio.

La sección de cruce tiene que ser suficientemente grande que la probabilidad de uno de los dos o tres neutrones de cada fisión induzca subsiguientemente otra fisión para ser al menos igual a 1. Cuando el reactor está comenzando, esta probabilidad está hecha para ser ligeramente mayor que 1. Está es reducida gradualmente para ser precisamente 1 cuando el reactor alcanza su equilibrio y su nivel de operación. Los ajustes son hechos variando las longitudes de los *caminos de control* insertados en el reactor. Estos contienen núcleos no fisionables como $^{109}\text{Cd}_{113}$, que tiene secciones de cruce de captura extremadamente grandes para neutrones de energía térmica, debido a la casualidad de las resonancias localizadas en la composición del núcleo. Los neutrones retrasados facilitan el control de un reactor introduciendo algunos neutrones en la reacción en cadena que son emitidos con mucho tiempo razonablemente constante. La energía cinética da a los fragmentos de fisión y el proceso de fisión es convertido en energía térmica como estos fragmentos llegan a probar en los materiales del reactor. Típicamente, este calor es usado para hacer vapor que conduce turbinas que operan generadores produciendo energía eléctrica.

Los reactores reproductores o regeneradores utilizan el 99% del abundante $^{238}\text{U}^{92}$. Estos núcleos capturan neutrones de baja-energía. No pueden fisionar con un neutrón de baja-energía, pero por consiguiente resultan núcleos inestables $^{239}\text{U}^{92}$ sufre dos desintegraciones sucesivas b, cambiando a los núcleos estables $^{239}\text{Pu}^{94}$. Este producto final tiene la misma habilidad para fisionar con la captura de un neutrón de baja-energía como lo hace $^{235}\text{U}^{92}$.

3.4 FUSIÓN NUCLEAR

Contrariamente a la fisión nuclear, en la que se obtienen como productos de fisión elementos ligeros de átomos pesados, en la fusión termonuclear se combinan partículas y elementos ligeros para formar otros más pesados. Se puede encontrar a ésta una analogía con el proceso de combustión que nos es familiar. La combustión del hidrógeno con el oxígeno, dos elementos simples, producen el compuesto agua, liberando energía. Las condiciones que exige una combustión son :

- 1) El combustible debe alcanzar la temperatura de ignición.
 - 2) Se debe contar con cantidad suficiente de combustible para mantener la reacción.
 - 3) La energía que se libere debe ser controlada y aprovechada de alguna manera .
- Así también en la fusión termonuclear se debe tener de igual modo esa temperatura de ignición o de síntesis nuclear, que en este caso es de varias decenas de millones de grados centígrados . De igual manera hay que disponer de suficientes elementos para mantener el proceso de síntesis; y , por fin, se debe poder controlar y aprovechar la energía liberada.

El hombre está tratando de realizar la fusión termonuclear en la misma forma que la efectúa el sol, con los mismos elementos puestos en condiciones semejantes de temperatura y presión. Así, como elementos de fusión se emplean deuterio y tritio, dos isótopos del hidrógeno, cuyo elemento es la base de la fusión termonuclear en el sol. El deuterio es un isótopo pesado del hidrógeno que se encuentra en el agua ordinaria. Los núcleos del átomo del deuterio, constan de un protón y un neutrón. Cuando dos núcleos de deuterio (deuterones) chocan con alta energía dinámica, se funden, esto es, un deuterón atrapa ya sea al protón o al neutrón de otro, con la probabilidad de 50-50 . Si el deuterón se funde con un protón (liberando el neutrón), se forma helio, generándose 3.25×10^4 ev. de energía aproximadamente. Si se combina con el neutrón (quedando libre el protón), se convierte en H^3 (tritio), un isótopo radiactivo del hidrógeno , produciendo alrededor de 4×10^4 ev. Un deuterón y un núcleo de tritio (tritón) se funden más rápidamente que dos deuterones, y esta reacción libera más energía. El tritio es por tanto otro elemento conveniente para los reactores termonucleares. Sin embargo, debe ser generado artificialmente , como el plutonio, porque sólo se halla trazas de tritio natural. Un método de obtener tritio es bombardeando litio con neutrones lentos, resultando tritio y He^4 .

Una fusión completa de deuterones y sus productos (tritio y He^3) en un ciclo termonuclear puede producir del orden de 7×10^4 ev. por deuterón consumido. Esto corresponde a 43×10^4 KW-h por libra de combustible. Comparado con la gasolina, uno de los mejores combustibles químicos, se tiene para ésta alrededor de 6 KW-h por libra. Aunque solamente una pequeña fracción del hidrógeno en el agua natural es deuterio, todavía la cantidad de deuterio en un galón de agua ordinaria encierra una energía equivalente a 350 galones de gasolina. Los océanos contienen deuterio en cantidad bastante para soportar el consumo de energía en el mundo por miles de millones de años, aun a un ritmo mil veces superior al actual.

El costo de extracción del deuterio del agua es reducido, pudiendo estimarse en 1% del costo del carbón. Y, finalmente, la fusión termonuclear con base en el deuterio, sólo produce gases inertes que no dan lugar a problemas de contaminación ambiental. El deuterio se presenta como un generador de energía ideal, pero las grandes perspectivas que ofrece son del mismo orden que las dificultades que presenta para encontrar un medio adecuado de utilizarlo. En forma incontrolada se ha tenido éxito en la bomba de hidrógeno o bomba H. Pero el problema de lograr una reacción de fusión controlada es muy diferente. Veamos algunas condiciones necesarias:

La fusión termonuclear requiere una temperatura del medio muy alta del orden de 370×10^6 °C para la fusión deuterio-deuterio y 50×10^6 °C para la fusión deuterio-tritio. La temperatura eleva la energía dinámica de las partículas, constituyéndolas en un plasma propicio que hace posible la síntesis nuclear. Llegar a esas temperaturas no es nada fácil, pero aún resulta más difícil mantenerlas y tener un control de reacción termonuclear.

En términos generales se procede como sigue: Los elementos objeto de la síntesis, deuterio y tritio, en estado gaseoso, se calientan previamente a temperaturas del orden de 3000°C, a fin de tener una ionización suficiente del plasma resultante que lo haga sensible a la acción de un campo magnético. De la intensidad de este campo dependerá el éxito de la operación. Para tener éxito en la fusión deuterio-tritio es preciso alcanzar temperaturas del orden señalado (50 a 60 millones de grados centígrados), manteniendo el plasma a un grado de concentración especificado y por un tiempo determinado.

3.5 LA ENERGÍA NUCLEAR EN MÉXICO.

México ya ha iniciado el aprovechamiento de la energía nuclear para producir electricidad . El Instituto Nacional de Energía Nuclear y la Comisión Federal de Electricidad proyectaron la construcción de nuestra planta nucleoelectrónica en Laguna Verde , 77 Km. al norte de Veracruz. Dicha planta consta de dos unidades de 650,000 KW cada una, la primera de las cuales entraron en operación en 1990 . Los reactores de tipo BWR emplearán uranio enriquecido como combustible que se compró en Estados Unidos. El costo de esta planta se estimó en 18,000 millones de pesos . El precio por kilowatt instalado fue del orden de 14,000 pesos, que es muy alto.

La segunda parte entró en operación en abril de 1995. Las otras instalaciones nucleares existentes son el reactor de investigación Triga Mark III y la planta piloto de fabricación de combustible nuclear del ININ, y los conjuntos subcríticos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y de la Universidad Nacional Autónoma de Zacatecas.

Las instalaciones radiactivas son operadas por instituciones públicas o privadas, que deben obtener de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) los permisos, licencias y autorizaciones para utilizar, poseer o transportar material radiactivo. Se tiene registrados 1,074 usuarios titulares de autorizaciones, permisos o licencias, siendo los principales rubros de utilización los que se refieren a medicina e industria.

Algunas de las instalaciones radiactivas más importantes de México son el laboratorio de materiales radiactivos y el centro de almacenamiento de desechos radiactivos del ININ; los irradiadores de materiales, equipos y alimentos del ININ y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el irradiador de larvas de mosca del Mediterráneo establecido en Chiapas, así como 90 unidades de teleterapia y quince aceleradores lineales de partículas cargadas, para uso médico.

Las plantas termoelectrónicas a base de petróleo o gas natural tienen un costo de 6,000 a 7,000 pesos por kilowatt instalado y el combustible lo tenemos en nuestro país en abundancia.

Por otra parte, la contaminación radiactiva, es más peligrosa que la que se puede tener quemando gas natural. México si cuenta con recursos de uranio en su territorio, pero sólo se realiza el concentrado del mineral que contiene el óxido de uranio (U_3O_8); no se hace enriquecimiento del óxido para convertirlo en UO_2 , cuyo proceso es complicado y costoso. Los recursos de Uranio inferidos en México se estiman en 144,000 toneladas de U_3O_8 .

3.6 COSTOS DE ESTE TIPO DE ENERGÍA

| COSTOS /LWR | 1990 | 2000 |
|-----------------------------|------|------|
| PLANTA(DLS/KW) | 170 | 165 |
| COMBUSTIBLE(DLS/KW) | 0.15 | 0.15 |
| OPERACIÓN(DLS/KW) | 0.3 | 0.3 |
| ENERGÍA GENERADA(DLS/KW) | 0.52 | 0.52 |

| COSTOS/FWR | 1990 | 2000 |
|--------------------------|------|------|
| PLANTA(DLS/KW) | 200 | 175 |
| COMBUSTIBLE(DLS/KW) | 0.7 | 0.5 |
| OPERACIÓN(DLS/KW) | 0.3 | 0.3 |
| ENERGÍA GENERADA(DLS/KW) | 0.50 | 0.43 |

3.7 DETERIORO IRREVERSIBLE EN LA ECOLOGÍA

Está claro que en la polémica acerca de la energía nuclear no prevalecerán las exhortaciones de quienes proponen descartarla ni las de los propagandistas de un nuevo milenio movido principalmente por el poder atómico. La intensificación de la competencia hacia el libre mercado está cambiando la naturaleza y la estructura de nuestra industria. La electricidad, como otras formas de generación de energía, se está convirtiendo en un lujo. Esto tiene impactos en el rol futuro de la energía nuclear.

Ninguna fuente de energía es completamente segura. Pero la magnitud de las consecuencias de un accidente nuclear y los riesgos asociados al almacenamiento de desechos atómicos ponen sobre la mesa cuestiones de medio ambiente, salud y seguridad que el sector nuclear debe encarar. Y uno de los cambios más importantes en la industria eléctrica que tendría una decisiva influencia en el futuro rol de la nuclear es la tendencia a la descentralización de la generación. En ese sentido, las nuevas tecnologías como los generadores de turbinas a gas se apartan del modelo de generación nuclear sumamente centralizado y de capital intensivo.

En el análisis final, los criterios económicos serán determinantes para el futuro de la industria nuclear, al tiempo que la manera en que ésta maneje las cuestiones ambientales y de seguridad tendrá impacto en nuestras economías. El poder nuclear se beneficia de un fuerte respaldo estatal y depende de él. Ahora, todos los gobiernos encaran severos recortes presupuestarios y sería, por ello, imprudente que la industria base sus esperanzas en la continuidad de ese apoyo.

Todas las fuentes de energía deberán competir en el mismo terreno. Y es claro que la nuclear debe internalizar los costos de cumplir con los estándares ambientales, de salud y de seguridad. Uno de los desafíos centrales a fin de siglo es asegurar que los países en desarrollo satisfagan sus necesidades energéticas sin amenazar al entorno. Pero no podemos esperar que estos países respondan a meras exhortaciones de la naciones industrializadas de no repetir sus prácticas insostenibles.

Debemos darles ejemplo con mayor eficiencia en nuestro uso de la energía, otorgándoles espacios, acceso y financiamiento para tecnologías energéticas eficientes.

El poder nuclear seguirá siendo componente importante del suministro eléctrico futuro. Pero que sea en escala ascendente o descendente dependerá de la capacidad de la industria de competir exitosamente con fuentes alternativas y de resolver las preocupaciones públicas en torno al medio ambiente, la salud y la seguridad.

CAPITULO IV

LA ENERGÍA DE LA TIERRA

"ENERGÍA GEOTÉRMICA"

4.1 DESARROLLO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Las fuentes termales con aplicación a fines terapéuticos o recreativos se conocen desde la antigüedad. Pero la aplicación de la energía del vapor de agua que se puede obtener por perforación de pozos data del primer cuarto de este siglo. Fue en Lardarello, en la provincia de Pisa (Italia) donde se instaló la primera planta de energía geotermoelectrica, en 1916, con una potencia de 2,500 KW.

Posteriormente se han establecido otras más importantes en ese campo que hoy llegan a 365,000 KW. Italia tiene otro campo en Monte Amiata con 25,000 KW. A partir de 1960 se advierte en el mundo un interés particular por la energía geotérmica y se realizan aprovechamiento en Estados Unidos, México, Nueva Zelandia, la URSS, Japón, Islandia, Checoslovaquia, etc. En Estados Unidos se instaló desde 1960 una planta geotermoelectrica de 12,500 KW en el campo de Géysers de California. En 1975 la potencia instalada de esta naturaleza llegaba a 750,000 KW, con reservas comprobadas de 95×10^6 KW. Para 1985 se esperaba tener instalados 132×10^6 KW de unas reservas de 191×10^6 KW y para el año 2000 se estima que llegue a una potencia instalada de 395×10^6 KW con reservas de 500×10^6 KW.

México fue uno de los pioneros en el aprovechamiento de la energía geotérmica para producir electricidad estableciendo una planta experimental en Pathé, pueblo del Mezquital, en 1959, con una potencia de 3,500 KW, pero este proyecto fue abandonado por encontrar que tenía posibilidades limitadas. Pero en 1971 se creó la Comisión de Energía con el fin de explorar y explotar los recursos de este género en la República. Como consecuencia de los estudios realizados se proyectó y se construyó la planta geotermoelectrica de Cerro Prieto, treinta kilómetros al sur de Mexicali, B.C., proyectada para 4 generadores eléctricos de 37,500 KW cada uno, dos de los cuales empezaron a funcionar en abril de 1973. El potencial geotérmico de esta zona se estima en 500,000 KW.

Las características geológicas son especialísimas en la sierra de Cucapá, donde se halla Cerro Prieto. El reservorio de agua caliente en capa de areniscas está cubierto por una capa de arcilla plástica de 500 a 1,500 metros. El agua en el reservorio alcanza temperaturas de 370°C y presiones de 214 atmósferas, que son hasta ahora los valores más altos encontrados en el mundo, en este tipo de yacimientos. La presión en la descarga es de 60 atmósferas y la temperatura de 274°C . El fluido hirviente que se extrae de Cerro Prieto es sometido a centrifugación para separar el agua y el material sólido, dejando el vapor limpio para mandarlo a las turbinas que accionan los generadores eléctricos.

Se está tratando de aprovechar el agua y potabilizarla, así como las sales disueltas para industrializarlas, ya que su riqueza potencial se estima en más de cien millones de pesos anuales. Los productos que se espera obtener son : litio, cloruro de potasio, cloruro de sodio y sílice. En el reservorio subterráneo de Cerro Prieto no se corre el riesgo de abatir los niveles, ya que el manto acuífero que se explota está mil metros bajo el nivel del mar y próximo al mismo. El agua extraída se repone automáticamente por las infiltraciones de agua meteórica marina y magmática. Los volcanes nos dan una idea de lo que es la liberación de agua por el magma. El paricútin descargaba 16,000 Tm. de agua diarios , por 100,000 Tm de lava.

El magma es uno de los recursos naturales renovables, por lo menos durante los próximos cincuenta millones de años. Pero Cerro Prieto y Pathé no son los únicos recursos geotérmicos en México. Centros geotérmicos donde ya se está trabajando puede citarse San Marcos (Jalisco), Las Negritas (Michoacán), Ixtlán de los Hervores (Michoacán), La Primavera (Jalisco), Villacorona, Los Hervores, La Soledad, Coralá, Jocotepec, San Miguel, etc., todos ellos en la zona de Chapala, Jalisco. Los recursos geotérmicos inferidos en México se estima en 1960 MW.

Conviene hacer notar la poca atención que se había puesto en el mundo a la energía geotérmica en el pasado. Es ahora, ante la posible falla de los recursos energéticos más usuales, cuando se presenta la inquietud por la búsqueda de otros nuevos. Hasta el momento la exploración geotérmica se halla casi limitada a los campos donde se presenta algún signo o brote espontáneo de agua caliente. No se ha pensado todavía en la exploración de los reservorios ocultos de agua caliente, que según parece son más numerosos de lo que se pensaba en un principio, de acuerdo con lo que van demostrando las investigaciones.

4.2 TIPOS DE CAMPOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Las fuentes de energía geotérmica utilizable son de tres tipos: Campos de vapor seco, campos de vapor húmedo y campos de agua caliente a temperaturas inferiores al punto de ebullición, a la presión atmosférica.

a) Los campos de vapor seco, como ya se señaló anteriormente, contienen el agua en estado de vapor, condicionados por la temperatura y presión a que se hallan sometidos. Este vapor se puede usar directamente en las turbinas para la generación de electricidad o readaptarlo a las exigencias de las máquinas . El vapor seco que brota directamente de estos yacimientos está a relativamente baja presión, por lo que para usarlo directamente se necesitan dispositivos de gran capacidad para obtener potencias razonables. En el campo de géysers de California existen pozos de este tipo.

En las regiones que tienen escasez de agua potable se puede utilizar como tal el vapor condensado que sale de las turbinas. En zonas próximas al mar, como en estas plantas de California, se puede emplear el vapor seco del subsuelo como fuente de energía en plantas desaladoras.

b) Los campos de vapor húmedo parecen ser 20 veces más abundantes que los campos de vapor seco. En ellos el agua está en los reservorios subterráneos en estado líquido, a presiones más altas (hasta 200 atmósferas) que en los reservorios de vapor seco y a temperaturas que oscilan entre 180° y 370° C. El agua se convierte parcialmente en vapor (10 a 20%) al descargar a la presión atmosférica. De este tipo son los pozos de Cerro Prieto en Mexicali. Estos descargan alrededor de 400 Tm. de fluido por hora. Sólo el vapor se aprovecha en las turbinas, el agua y el material disuelto se manda por canal abierto al mar de Cortés. Así sucede también en el campo de Wairakci en Nueva Zelanda.

Estamos en los comienzos de la explotación industrial de la energía geotérmica. Se utiliza la que de momento encuentra más fácil aplicación a nuestro desarrollo tecnológico . Pero no cabe duda que las exigencias del propio desarrollo demandarán más energía, que ahí está disponible en el agua caliente del subsuelo. Lo mismo se debe decir de los minerales que la misma agua contiene. Así pasó con el petróleo cuando empezó su explotación; sólo se aprovechaba en las lámparas de queroseno.

Sin embargo, en algunas instalaciones geotérmicas se utiliza el agua caliente para obtener agua potable. La destilación se realiza fácilmente manteniendo presiones inferiores a la atmosférica por medio de bombas de vacío. Después se agregan las sales de potabilización adecuadas. Se ha descubierto hace unos años un yacimiento de vapor húmedo que presenta buenos augurios : El vapor se utilizará primero para producir electricidad y al salir de la turbina se condensa para obtener agua potable. El agua caliente proveniente de la fuente geotérmica , separada del vapor, arrastra minerales útiles que se aprovechan en dos sucesivas concentraciones evaporando el agua.

El uso de agua caliente subterránea en el acondicionamiento de aire se basa en un proceso de refrigeración por absorción que emplea agua como refrigerante y una solución de bromuro de litio como líquido absorbente. El generador de los vapores de fluido absorbente se calienta con agua geotermal. Se trata de aplicar la energía geotérmica en este tipo de refrigeración construyendo aparatos que puedan proveer frío en verano y calor en invierno. En hoteles se usa este tipo de sistemas y según parece el costo de la energía resulta ser la décima parte que con el empleo de un sistema convencional de compresor movido por electricidad.

c) El tercer tipo de campos geotérmicos , llamados campos de baja temperatura, apenas ha empezado a recibir atención. Son campos que tienen grandes cantidades de agua a temperatura entre 50 y 82°C . El agua a las temperaturas mencionadas tienen particular aplicación en climas fríos para calentar viviendas, invernaderos y minas.

4.3 RESERVAS Y VENTAJAS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Las reservas de energía geotérmica aún no se conocen. Exploraciones hechas hasta el momento aseguran que existe un cinturón de reservorios geotermales a lo largo de la parte occidental del continente americano, desde Alaska hasta Chile; en el Oriente Medio (Turquía); en África Oriental, a lo largo del Valle Rift, y en el Lejano Oriente, siguiendo el "Círculo de Fuego" de actividad volcánica que rodea al Océano Pacífico. En Turquía dos tercios del país se considera con potencial geotérmico. Hay también esperanzas de esta fuente energética alrededor del Mediterráneo. Diversos países de Europa también ofrecen posibilidades de explotación de este recurso, América Central tiene mucho más potencial del que puede usar, según los expertos. Se ignoran el monto de las reservas y las posibilidades que ofrece esta fuente de energía geotérmica. La investigación y la exploración se va haciendo donde hay signos de brotes espontáneos pero no se sabe ni la localización ni la magnitud de los reservorios de agua que esconde la Tierra en sus entrañas, calentada por esa inmensa caldera del magma terráqueo.

Tres ventajas fundamentales presenta este recurso de energía geotérmica :

1.- Su uso no produce contaminación ambiental

2.- Es económica en su aplicación, siendo conveniente el desarrollo de una tecnología adecuada para una utilización más integral.

3.- Se puede clasificar como recurso renovable, ya que la fuente del calor (el magma) ofrecerá su energía durante muchos millones de años.

Se está investigando también una forma de aprovechar el calor interno de la tierra perforando varios pozos a distancia muy próxima, a fin de inyectar agua a presión desde la superficie por unos pozos y sacarla caliente por otros pozos. Se están haciendo pruebas perforando hasta 2,500 pies con resultados positivos. La meta final de perforación es 7,500 pies, profundidad que ya se logro en algunos pozos de petróleo.

El uso de la energía geotérmica no produce contaminación ambiental, lo que representa gran ventaja sobre los combustibles. En algún caso se ha observado la aparición de ciertas cantidades de boro (California y El Salvador) que podrían contaminar el agua de corrientes superficiales si se producen descargas del agua geotermal. De momento las descargas se hacen en pozos del mismo campo, con lo que se reduce el rendimiento, pero se evitan problemas. El interés por esta fuente de energía geotérmica se ha acentuado en la última década, debido especialmente a la creciente demanda de energía y la posible carencia de combustible fósiles. Y México no es la excepción tiene un país con un suelo insuperable y con una energía inagotable.

4.4 ECOLOGÍA, INAGOTABLE RECURSO DE SU ENERGÍA.

Desde 1969 a 1990 el consumo energético mundial se expandió en un 164% con una tasa anual de crecimiento de un 3.3% . No se trata sin embargo , de un patrón de consumo uniforme. Existe un gran desbalance entre América Latina y Europa, América del Norte y las potencias asiáticas. En nuestra región el petróleo sigue siendo teniendo un porcentaje alto con respecto a la energía geotérmica. Enfrentamos un gran desafío: atender a todos los sectores poblacionales que no tienen una provisión de energía en condiciones económicas y de seguridad apropiadas.

Se ha dicho que en México tenemos varios lugares que aun no se han explotado como debería ser, en estos momentos no sabemos que en muchos lugares lejanos esos reservorios geotérmicos los utilizan las comunidades como baños o agua termales pero eso no es lo malo , lo malo es que el gobierno no destina grandes cantidades para extraer ese energético , ya sabemos que el dinero no es lo que abunda en el país Mexicano; pero bien vale la pena que podamos explotar este tipo de energético si es que hay demanda de energía y que en un futuro no sabe uno si vamos a tener los mismo privilegios energéticos con los que contamos en este momento.

El incentivo para emprender con mayor interés la perforación de pozos se está poniendo en la posible aplicación de la energía calórica del agua no sólo a la generación de energía eléctrica sino a otros servicios de gran utilidad. El vapor y el agua caliente se pueden emplear para el desalado del agua de mar , la calefacción de viviendas, para lavaderos y albercas y para proveer energía para refrigeración y aire acondicionado. Además, esta agua caliente como ya se ha dicho, es un fuente de minerales de fácil extracción . También puede servir como agua potable, debidamente purificada.

Si vemos que son tantos los beneficios porque no dar más impulso a la investigación y explotación a este tipo de energético. Si bien en México ya tenemos algunas plantas geotermoeléctricas , como hemos mencionado la primera planta de este tipo la de Cerro Prieto, deberíamos tener más y que aparte sean los soportes para generar energía eléctrica , y también porque no para dar los mencionados beneficios , porque si bien lo del agua potable no es para el futuro sino para este momento que desgraciadamente ya estamos carentes de este vital líquido.

Por ello, urge resolver estos déficits de energía en condiciones de sustentabilidad social y ambiental. Es decir, satisfacer las necesidades mínimas de toda la población a precios equitativos y promover un desarrollo social amigable con el medio ambiente. En la última década el esfuerzo regional estuvo centrado en desregular y privatizar. Acciones necesarias pero insuficientes , si no se busca la equidad como resultado del desarrollo energético y no se enfrenta el impacto ambiental del aumento de la oferta energética. Es indispensable coordinar políticas oficiales con el área de recursos naturales renovables, esta alianza energética puede fomentar el cumplimiento de las urgencias del habitante rural . Pero sobre todo concretar una tarea nada utópica: Conciliar el bienestar humano con la sustentabilidad ambiental del desarrollo.

CAPITULO V

LA UNIÓN DE DOS FUERZAS " ENERGÍA ELÉCTRICA "

5.1 LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN MÉXICO.

El aprovechamiento de la energía del agua en México se ha desarrollado fuertemente en las tres últimas décadas y de manera acentuada se manifiesta este desarrollo desde 1960 a la fecha. A principios de 1978 la potencia instaladas era de 12.09×10^6 KW, de los cuales corresponden 4.72×10^6 KW a plantas hidroeléctricas, o sea el 39% y el resto a plantas termoeléctricas. La fuerte demanda ha obligado, dentro de nuestras posibilidades de desarrollo, a la construcción de plantas termoeléctricas a un ritmo más rápido que las hidroeléctricas, cuya realización requiere más tiempo y dinero. Sin embargo, México va realizando a buen ritmo su potencial hidroeléctrico que alcanza aproximadamente la cifra de 20×10^6 KW .

Contamos en nuestro país con saltos de agua de gran capacidad como el de Chicoasén con 2.4×10^6 KW , la Angostura de 0.9×10^6 KW y Malpaso con 1.08×10^6 KW, las tres en cascada sobre el río Grijalva, así como el infiernillo de 1.00×10^6 KW sobre el río Balsas. México realiza un gran proyecto de construcción de obras hidráulicas que puedan duplicar la potencia hidroeléctrica en el término de unos diez años.

| SALTO | RIÓ | POTENCIA $\times 10^6$ KW. |
|-------------|----------|-------------------------------|
| CHICOASÉN | GRIJALVA | 2.40 |
| MALPASO | GRIJALVA | 1.08 |
| INFIERNILLO | BALSAS | 1.00 |
| ANGOSTURA | GRIJALVA | 0.90 |
| PEÑITAS | GRIJALVA | 0.40 |

5.2 IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN MÉXICO.

La energía eléctrica generada en los aprovechamientos hidráulicos representa casi la totalidad de ese 4% de la energía que se consume en el mundo y debida a recursos renovables , pues de los otros recursos (2 a 6) es ínfima. La energía hidroeléctrica podrá ofrecer limitaciones, ya que la cantidad de agua sometida a los ciclos de evaporación y de lluvias es limitada en cada región, pero de todos modos es un recurso energético muy firme que en muchos casos ha servido de base para el desarrollo de importantes regiones. Se calcula que el agua que vierten al mar todos los ríos del mundo es del orden de 4,000 kilómetros cúbicos por año.

Hay muchos países que no tienen carbón ni petróleo ni gas natural, o los tienen en cantidades muy reducidas, y tienen cifrada su economía en los saltos de agua. El costo de instalación por KW es mayor en una planta hidroeléctrica que en una termoeléctrica. A continuación se dan los costos relativos de generación de energía eléctrica por varios sistemas, aunque puede haber ligeras variaciones de acuerdo con la economía de cada país.

| | |
|------------------------------|------|
| 1.- HIDROELÉCTRICA | 1.00 |
| 2.- TERMOELÉCTRICA(PETRÓLEO) | 1.20 |
| 3.- TERMOELÉCTRICA(CARBÓN) | 1.31 |
| 4.- GEOTERMOELÉCTRICA | 1.40 |
| 5.- NUCLEOELÉCTRICA | 1.60 |

Los costos de instalación son más altos para la energía hidroeléctrica varía de 400 a 480 dólares / KW, que para la termoeléctrica es de 250 dólares / KW; sin embargo, se advierten notables ventajas en la explotación hidroeléctrica ya que no hay consumo de combustible, no se contamina el ambiente (entre comillas) y no existen descargas de agua caliente. Las plantas hidroeléctricas se adaptan a una generación continua o alternada según exigencias de la curva de demanda, por su fácil puesta en servicio, permitiendo así estabilizar los sistemas eléctricos. Las turbinas hidráulicas son de larga duración y por último constituyen una forma limpia de producir electricidad.

Todos los países del mundo deben conocer y estudiar sus recursos hidráulicos, realizando proyectos y aprovechamiento integrales, estableciendo presas en cascada a lo largo de sus ríos, con lo que pueden asegurar, en muchos casos, una estabilización económica, ya que estos recursos ofrecen gran seguridad económica y social.

En el mundo hay más de cien saltos de agua con una potencia superior a un millón de kilowatts que revelan la capacidad de generación de energía por medio del agua. El potencial hidroeléctrico mundial se puede incrementar si se realizan ciertos grandes proyectos en perspectiva, como:

1.- Aprovechar los grandes ríos como el Ganges, el Amazonas, el Nilo y otros.

2.- En México aprovechar todos sus saltos de agua, como también una idea bastante fabulosa es utilizar el agua del mar desalinizarla y crear saltos de agua.

3.- En Europa se ha pensado en el Danubio, cuyo potencial de 42 TWH de ellos, Australia cuenta con 9 TWH y el resto corresponde a Checoslovaquia, Hungría y Bulgaria.

4.- En Zaire esta el proyecto de Inga para aprovechar un potencial de más de 30×10^6 KW.

5.- En Siberia hay grandes caudales desaprovechados que generarían un potencial de 100×10^6 KW.

5.3 COSTOS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se ha de hacer notar que los costos de instalación de plantas hidroeléctricas son más elevados que los de plantas termoeléctricas, aproximadamente en la proporción de 2 a 1, esto es 450 a 500 dólares por kilowatt instalado en plantas hidroeléctricas, contra 250 dólares por kilowatt instalado en plantas termoeléctricas. Sin embargo, los costos de mantenimiento son notablemente más altos en las plantas térmicas que gastan combustible, en relación con las plantas hidráulicas que no lo consumen. En las termoeléctricas se requieren aproximadamente 10,000 BTU / KW-h generado, a un costo de 35 centavos por litro de combustible o 25.6 centavos por m^3 de gas natural, lo que unido al costo de amortización, mano de obra y otros gastos de mantenimiento da un gasto de 10 centavos por KW-h generado en planta.

Las plantas hidroeléctricas tiene más elasticidad en la operación ya que se puede poner y quitar del servicio en unos minutos. Las plantas termoeléctricas, sobre todo las grandes, requieren varias horas. Así, la curva de demanda se debe satisfacer en forma continua con plantas térmicas, supliendo los picos con hidráulicas, no obstante que dan precios de generación más bajos. Con excepción de pequeñas plantas de turbinas de gas y motores Diesel, que se pueden poner fácilmente en servicio.

El almacenamiento de energía en grandes cantidades viene siendo una preocupación constante de los ingenieros. El agua ofrece un medio de realizar este almacenamiento, elevándola a un nivel más alto del que después se puede descargar; esto es, haciéndole ganar una energía potencial que puede estar disponible para ser devuelta en el momento requerido. En los sistemas de interconexión eléctrica existen plantas hidroeléctricas y plantas térmicas. Las primeras son fáciles de poner y de quitar del servicio, pero las grandes plantas termoeléctricas con potentes turbinas de vapor y grandes calderas presentan más dificultades y requieren más tiempo para hacer ganar presión a la caldera y para una puesta en operación. Como la curva de demanda de energía eléctrica varía a lo largo de las veinticuatro horas del día, es preciso tener flexibilidad en el sistema de generación de energía de acuerdo con las condiciones de la demanda. Como decimos, las plantas hidroeléctricas sí presentan esta flexibilidad por su fácil puesta en marcha, pero no así las térmicas.

En las horas de baja demanda la situación se presenta crítica con las plantas térmicas, ya que ni se pueden parar ni se halla mercado para la energía; es en esas horas de baja demanda cuando la energía eléctrica, que se está obligando a generar, puede hallar excelente aplicación en levantar agua de un estanque, laguna o río, hasta un embalse situado 300 ó 400 metros más alto. La energía potencial acumulada en el agua puede ser aprovechada moviendo turbinas en las horas de punta de la curva de demanda. Esta doble operación se puede lograr hoy con máquinas reversibles que pueden funcionar como bombas o como turbinas, empleando los mismo ductos de alimentación y descarga. Como el motor-generador es de tipo sincrónico, puede servir para mejorar el factor de potencia de la instalación en las horas en que no es necesario manejar el agua en ningún sentido. El rendimiento en esta doble conversión energética es del orden de 77% .

5.4 LA SABIA DE LA ECOLOGÍA, ALCANZARA EN LA VIDA.

Empezaremos hablando que el vital líquido que en nuestra última década se esta agotando en una manera impresionante, y esto es alarmante , puesto que si nosotros estuviéramos dependiendo de este tipo de energía , en muy poco tiempo no tendríamos ni una gota de energía . Es bueno que hablemos de este preciado líquido pero también de el daño que causa el establecimiento de una presa hidroeléctrica, ya que el impacto ambiental de la energía hidroeléctrica puede medirse, entre otras cosas, por la cantidad de habitantes afectados por la construcción de represas. Veamos los siguientes casos :

| PAÍS | PROYECTO | POTENCIA (MEGAVATIOS) | POBLACIÓN AFECTADA (MÍNIMA) |
|-------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|
| BRASIL/PARAGUAY | ITAIPÚ | 12,600 | 35,000 |
| ARGENTINA/URUGUAY | SALTO GRANDE | 1,890 | 15,000 |
| BRASIL | SOBRADINHO | 1050 | 75,000 |
| MEXICO | MIGUEL ALEMÁN | 154 | 21,800 |

Con este tipo de resultados, pues vemos que Brasil para la cantidad de potencia que genera es mucho el daño ambiental que produce, México es de lo que menos población afecta pero también es el que menos produce , porque al menos Itaipú en relación con la potencia generada es poco lo que afecta. Pero el hecho no es que veamos quién afecta más o menos. El hecho es que uno tenga conciencia de racionalizar el uso de la energía, creó que el NUEVO HORARIO DE VERANO , es una buena opción por parte del gobierno , pero uno como ciudadano debe poner de su parte, porque vital es el líquido que tomamos como el que aprovechamos transformado en energía.

Ya sabemos que México es uno de los países más ricos en ríos lagos y lagunas, pero también sabemos que cuenta con una sobrepoblación , y es realmente alarmante que la energía no se le trate con respeto y se racionalice su uso. Espero que en un tiempo no muy lejano ya que tengamos una idea clara de no solamente usar la energía con moderación sino también que se use el vital líquido de manera considerada y no malgastarla.

Por lo tanto sabemos que en México en la vertiente del Pacífico contamos con cerca de 18 cuencas y en el Golfo contamos con 10 cuencas más, la más pequeña generan 6 MW hasta 4740 MW aproximadamente. El Salto más importante en México es Chicoasén que genera una potencia de 2.40×10^4 KW. Más sin embargo tenemos que generar más energía pero con las diversas opciones que nos ofrece nuestro planeta Tierra.

CAPITULO VI

ELEMENTO QUÍMICO ENERGÉTICO

"EL HIDROGENO "

6.1.- DESARROLLO ENERGÉTICO DE ESTE ELEMENTO.

La asociación americana de hidrógeno es una asociación que involucra tanto personas como instituciones de todo tipo que esta dedicada a la promoción del sistema de energía del hidrógeno limpio. Cada ciudadano debería conocer acerca del hidrógeno , para eso la asociación americana de hidrógeno da un boletín llamado el "hidrógeno hoy" el cual muestra artículos sobre lo que usted quiere saber sobre el hidrógeno como combustible . El propósito de AHA es cerrar la brecha de información entre investigadores, industria y el público , dibujando el mundo ancho que concierne al desarrollo del hidrógeno , poder solar, materiales, conversión de energía , la economía y el entorno.

El objetivo de AHA es estimular el interés y ayudar a la economía energética y sobre todo a la energía del hidrógeno renovable para el año 2010. Para lograr este objetivo , La AHA es una cooperación que trabaja con organizaciones como el IAHE, NHA, NASA, grupos e industrias ambientales , comunidad y escuelas para promover y comprender la tecnología del hidrógeno , y ayudar a crear un mercado para la energía del hidrogeno. El hidrógeno puede estar fabricado utilizando energía solar y agua. Puede también estar producido por la energía del viento o agua y electricidad . Cuando está producido de energía renovable basada en el sol está se llama "Solar -hidrógeno", este es un transportador de energía renovable no contaminador. El hidrógeno se quema como un combustible el cual produce solamente agua y rastros de óxidos de nitrógeno. Ambas son naturales en nuestra atmósfera.

El hidrógeno puede tener un costo competitivo a \$0.75 equivalente a un galón de gasolina . (Esta estimación esta basada en la conversión térmica de energía solar para hidrogeno y producción en gran escala de energía solar enfocada en generadores para conducción de máquinas , los cuales sostienen el registro de energía solar convertida a electricidad. El hidrógeno es más seguro que la gasolina o propano . El hidrógeno es 14 veces más ligero que el aire. Si el Hidrógeno fuera disipado evaporará rápidamente y no dejará contaminación.

El hidrógeno puede estar almacenado en un cuarto con baja temperatura y con poca o ninguna presión , y en un volumen que es menos que si fuera un super liquido frío. La existencia de automóviles que pueden estar quemando combustible de hidrógeno , ya que el arder hidrógeno no contribuye al efecto invernadero . Ir a un Hidrógeno-economía revertirá el efecto invernadero.

6.2.- TIPOS DE CAMPO DEL HIDRÓGENO

El hidrógeno esta producido naturalmente por plantas y animales . El hidrógeno no es tóxico . No deberíamos quemar petrocarburos y negarles a las generaciones futuras la oportunidad de utilizar las reservas fósiles para hacer diamantes y productos de fibra-carbono que son más fuertes que el acero y otros incontables nuevos productos. Es menos caro extraer el hidrógeno a través del continente que obtener una cantidad equivalente de energía eléctrica. Es la opción más económica extraer energía a través de los océanos.

El hidrógeno puede estar almacenado y suministrado a través del mismo sistema que ahora suministra el gas natural. Una convencional central eléctrica puede suministrar solamente cerca de un tercio de la energía en forma de electricidad. Una parte sustancial del gasto en la construcción y operación de una central eléctrica está dedicado a ser calor de la energía desperdiciada. Colocar plantas alimentadas por hidrogeno en el sitio donde la energía esta necesitada a proveer la oportunidad de utilizar gran parte la energía que está lanzada ahora por centrales eléctricas convencionales. Porque el hidrógeno es liberarnos de la contaminación , usar el hidrogeno en centrales pequeñas pueden estar diseñadas para utilizar la energía que ahora lanzamos. Podemos duplicar al menos el uso de la energía comparado con la presente práctica. Estas centrales eléctricas pueden ser producidas de modo que el costo por KW será mucho menor que el de las grandes centrales eléctricas convencionales.

Una central eléctrica de hidrógeno puede suministrar gran parte de nuestros requisitos personales de agua de alta-calidad. Una libra de hidrógeno hace nueve libras de agua. Una bomba de calor Solar suministrada potencialmente en hidrógeno refresca un hogar en verano y calor en invierno. El hidrogeno es el mejor modo de poder poner mover un automóvil eléctrico. Los Estados Unidos pueden hacer la transición de combustible de hidrógeno para el año 2010. El Solar-Hidrógeno es el único combustible que puede hacer el combustible de Estados Unidos independiente y libre de contaminación para un futuro tan brillante como el Sol.

La hidrógeno economía creará millones de trabajos de alta-calidad en los Estados Unidos . Alemania y Japón están hacia adelante de los Estados Unidos en la investigación y desarrollo de combustible de hidrógeno y sus aplicaciones. MERCEDES Y BMW tienen experimentalmente armados automóviles suministrados por hidrogeno. El japonés (automakers) están probando carros suministrados potencialmente por hidrógeno. Utilizando una porción pequeña de nuestra área de tierra, podemos manufacturar suficiente solares-hidrógeno suministrando energía completa para los Estados Unidos. Cualquiera de los estados que conforman a Estados Unidos como por ejemplo Texas, California, con el tiempo puede ser más rico que Arabia Saudita haciendo y vendiendo Solar-Hidrógeno.

El hidrógeno es el elemento más abundante, en la mayoría de los compuestos químicos absorbos. Tiene que estar extraído de estos compuestos y recopilarlo antes de utilizarlo.

Mostraremos a continuación la siguiente carta hidrográfica la cual muestra las propiedades químicas del hidrógeno:

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL HIDRÓGENO

| | |
|--------------------------------------|---|
| ESTRUCTURA DEL ELECTRÓN | SI |
| RADIO COVALENTE | 0.37 A (He = 0.93 A) |
| ELECTRONEGATIVIDAD(Pauling) | 2.1 |
| CALOR ESPECIFICO (Cp) | 3.44 Cal/Gramo |
| Cv | 2.46 Cal/Gramo |
| Cp/Cv | 1.40 Cal/Gramo |
| Densidad del Gas | (DEG.C, 1 ATM) 0.899 Gramo/Litro |
| Gravedad Especifica del gas | (Aire 1.0) 0.0695 Gramo/Litro |
| Constante de Difusión del gas | (DEG.C, 1 ATM) 0.61 Cm²/seg |
| Punto de Ebullición | -252.7 °C |
| Punto de Fusión | -259.2 °C |

El hidrógeno está utilizado extensivamente en el proceso químico y es el abastecedor de combustible en algunas industrias. Muchos generadores de centrales eléctricas están refrescados por el hidrogeno gaseoso , porque provee el más alto calor específico y la mejor combinación de fortaleza dieléctrica y una viscosidad baja. El hidrógeno está utilizado en refrigeración Joule-Thompson y como un medio de transmisión de calor.

Los métodos de producción

Ya que el hidrógeno tiene que estar extraído de otras fuentes, puede estar considerado un transportador de energía más bien que una fuente de energía. La energía que esta produciendo como esta siendo utilizado es simplemente la cantidad de energía que estuvo almacenando, con lo cual hay menos pérdidas. Hay varios y diferentes métodos de extracción de hidrógeno . Mencionaremos los siguientes métodos:

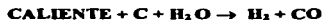
Electro-químico: la electrólisis es el proceso donde la electricidad está pasando a través de un medio , en el caso del hidrógeno esta regado generalmente y por los tanto los elementos básicos están liberados. En el caso del agua sabemos que hay un otorgamiento de agua, o sea un muelle de agua y otro de hidrógeno. Las eficiencias de energía comunes para la electrólisis tienen un 65%, con un 80 o 85% actualmente posibles. El costo de producción es alto , por lo tanto la electrólisis está esperando ya que su comercialización esta limitada . La idea principal al bajar el costo de la electrólisis es el bajar el costo de la electricidad .

En el escenario de los hidrógeno solares, los cobradores solares estarían utilizando electricidad del sol a través de regar y crear hidrógeno . El hidrógeno puede entonces estar capturado y estar almacenado o estarlo utilizando inmediatamente. Por lo tanto el costo del hidrógeno bajaría probablemente en una buena proporción.

Químico: Cada elemento que es menos noble que el hidrógeno desplazará hidrógeno del agua. Una reacción bien conocida está entre un elemento activo tal como el sodio o potasio y agua:



La reacción de "productor" ha estado practicada ya que en su descubrimiento cerca de 1800 , para el hidrógeno productor se necesitaba un donante y agua de carbono:



Desde el descubrimiento de hidrocarburos tal como el aceite y gas natural , el hidrógeno ha estado producido en cantidades grandes por la reacción del vapor con hidrocarburos del petróleo:



Biológico: la bacteria y otros microorganismos (particularmente aquellas que viven en condiciones anaeróbicas) pueden liberar hidrógeno en el proceso de crear hidrocarburos o oxígeno más pesado para asimilación . Todo el metano que ha estado producido de la biomasa involucró probablemente los pasos de precursor de producción de hidrógeno por un microorganismo anaeróbico y a la fijación del hidrógeno con el carbono producido por el dióxido de carbono , como el microorganismo derivó el oxígeno para su propio uso.

Photoconversión : Numerosas bacterias y plantas verdes toda la separan agua en hidrógeno y oxígeno como el primer paso de fotosíntesis . El hidrógeno está retenido para construir tejidos de las plantas por reacciones que combinan carbono del carbono atmosférico (dióxido) con hidrógeno . El oxígeno esta liberado a la atmósfera en el proceso.



Almacenamiento:

El gas : el almacenamiento de gas comprimido y su transportación ha estado ampliamente utilizado por más de 100 años . Los materiales comunes utilizados para la construcción de los botes de almacenamiento son el acero , aluminio y otros compuestos. Las presiones de almacenamiento son de 3,000 a 10,000 PSI son las más comunes.

Líquido: La refrigeración del hidrógeno por debajo del punto de ebullición de -252.7°C permite el almacenamiento líquido sin la necesidad de presurizarlo. El almacenamiento del hidrógeno permite un embarque comercial regular por camión y ferrocarril.

Muchos procesos comerciales tal como fabricación de vidrio, soldadura fuerte, tratado de calor, hidrogenación y fabricación de semiconductores están servidos por la entrega de hidrógeno líquido . El hidrógeno líquido ha facilitado a los Estados Unidos el programa de exploración del espacio.

Untado : Si el hidrógeno líquido está expuesto repentinamente a un vacío que evaporará con una refrigeración posterior de la masa líquida para hacer que la caída de temperatura este debajo de el punto de congelación que es de -259.2°C , el hidrógeno sólido estará producido . Esta mezcla de hidrógeno y sólido está llamado "untar" y provee un almacenamiento más denso de hidrógeno que el hidrógeno líquido.

Hidrógeno metalizado : Este sistema abastece hidrógeno en el interior de los espacios de un metal granular. Diversos metales pueden estar utilizados . El hidrógeno se libera por calentamiento. Estos sistemas son confiables y consolidan , pero pueden ser pesados y caros.

Transportación

El oleoducto : El hidrógeno puede estar transportado a través de oleoductos , en gran medida de la misma manera el gas y el aceite natural están transportados actualmente.

Uso:

Los Motores de Combustión interna:

Las máquinas pueden estar convertidas de gasolina a hidrógeno simplemente. La participación de costos más grande es al comprar el tanque, aunque en muchas ciudades estos tanques pueden ser donados o alquilados. Las máquinas pueden también estar hechas para recorrer con hidrógeno inicialmente. Estas serían más efectivas ya que estarían construidas para sacar ventaja de las rápidas características de combustión pequeña de hidrógeno.

Muchas de las compañías de automóviles han diseñado ya carros y camiones que utilizan hidrógeno, muy notable trabajo, estas son las compañías BMW, Mazda, y muchos otros han hecho carros de prototipo.
Combustible:

La célula combustible, es la manera de obtener energía a partir de una célula y esto no ocasionaría ningún tipo de contaminación. Empezaremos hablando que es una célula de combustible. Esta célula es un dispositivo que convierte energía química directamente en electricidad a través de un proceso de oxidación modificado. El proceso también se producen sub-productos como nitrógeno u óxidos pero están mantenidos a un mínimo debido a las temperaturas de reacción bajas (alrededor de 200 a 500 °C). Adicionalmente la célula combustible crean electricidad a eficiencias más altas que los sistemas mecánicos ya que no tienen moviendo partes y no están limitados por el ciclo de Carnot utilizado en máquinas generadoras de calor. Algunos diseños utilizan sistemas de apoyo tal como generadores y bombas de vapor pero estas no son partes del diseño intrínseco. La ausencia de movimiento de partes también les permiten operar tranquilamente.

Nos preguntamos como este tipo de células hacen su trabajo, bueno este tipo de células operan al revés que la electrólisis. En un combustible de hidrógeno con célula de combustible y un oxigenador las corrientes pasan a través de la separación de las placas de metal poroso. A esta placas le fue dado un baño electrolítico.

Las placas unas a otras tienen una conexión eléctrica única. Las placas de hidrógeno operan como un ánodo convirtiendo las moléculas de hidrógeno en iones y electrones. El flujo de electrones pasa por el cátodo de la placa y los iones migran durante el baño electrolítico. Del lado del cátodo las moléculas de oxígeno están separados en átomos de oxígeno y en el baño electrolítico se combinan con el hidrógeno (iones) y los electrones del ánodo crean H_2O (HOH para los puristas). Del circuito (ánodo/cátodo) la electricidad puede estar capturada y puesta a trabajo útil. El calor está expulsado como vapor que puede estar utilizado separadamente en el combustible. Una nota muy importante. Este no es un plan de movimiento perpetuo. La reacción de la fuerza del vapor a través de los electrodos hace que no gaste acumulando energía.

La historia de la célula de combustible:

Los investigadores han estado trabajando fuertemente cerca de 150 años sobre las muchas variaciones en combustible, electrodos y electrolitos. La primera célula de combustible construida por Sir William Arboledas en 1839 utilizó electrodos de platino poroso y ácido sulfúrico (H_2SO_4) como baño electrolítico. Las células de combustible posteriores tal como aquellos construidos por William White Jaques (que acuñaron incidentalmente la célula de combustible de término) sustituyó ácido fosfórico (H_3PO_4) en el baño electrolítico. La investigación de la célula de combustible significativa estuvo hecho en Alemania durante el año 1920 que colocó el fundamento

para el desarrollo posterior del ciclo de carbonato y células de combustible de óxido sólido.

Quizás la investigación de célula de combustible más importante del siglo XX la hizo el Dr. Francis T. Bacon (es un descendiente directo de Francis Bacon) que desarrolló el Bacon Célula. Bacon sustituyó un electrolito ácido con un electrolito de alkali (hidróxido de potasio (KOH)). El KOH desempeña así como un electrolito ácido y no es corrosivo en los electrodos. El diseño Bacon estuvo elegido por la NASA para la fuente de alimentación de la misión APOLLO y el transbordador de STS.

6.3.- RESERVAS Y VENTAJAS DEL HIDRÓGENO

Realmente tanto sus reservas y sus ventajas son muy grandes, ya hemos mencionado las formas de obtener el hidrógeno y sus aplicaciones, pero en sí lo más importante es saber que ya hay grandes industrias que se encargan de la comercialización, por ejemplo en este caso de la célula de combustible, como son Ballard, Inc. quizá para el mundo el mayor suministrador de unidades de potencia de células de combustible, su producción comercial esperada para vehículos comenzara en 1998. Su dirección es 107 980 Calle 1 de Oeste, Vancouver Norte, Columbia Británica, Canadá, Teléfono: 6049863262.

Las células de combustible internacionales- Windsor Sur, Connecticut. Esta compañía es una subsidiaria de Tecnologías Unidas de Hartford, Connecticut. Hicieron las células de combustible que volaron en las misiones y paseo del Apolo. Comercializan células de combustible bajo su propio nombre y provee componentes para otros fabricantes como TOSHIBA EN JAPÓN Y ANSOLDO EN ITALIA.

El hidrógeno servirá en células de combustible para ómnibus o carros y con el tiempo para los hogares. El generador solar sitúa energía durante el día y un electrificador producirán hidrógeno para estar almacenado para la noche. Esta energía limpia calentará cosas en la cocina y a través de células de combustible que iluminan la casa.

Sabemos que Alemania y Japón le llevan la delantera a los Estados Unidos en investigaciones y el desarrollo de combustible del hidrógeno y sus aplicaciones. Las industrias que están encargadas son entre otras: MERCEDES y la BMW que tienen armados experimentalmente automóviles suministrados por hidrógeno.

Sus ventajas.- el hidrógeno es más seguro que la gasolina o el propano, el hidrógeno es 14 veces más ligero que el aire. El hidrógeno puede estar almacenado con baja o ninguna presión y en un volumen que es menor que si fuera un super-líquido frío. El hidrógeno no contribuye al Efecto Invernadero, pero ir a un hidrógeno-economía revertiría el efecto invernadero. El hidrógeno está producido naturalmente por plantas y animales y no es tóxico.

El hidrógeno reclamado de la biomasa , por plantas de procesamiento estará utilizado junto con otras fuentes de hidrógeno en máquinas de transportación que están sobre 50% de eficiencia y que limpiara el aire cuando operan. Realmente el hidrógeno es un energético del futuro, sabemos por información bastante fidedigna que hay un proyecto de diseñar una ciudad para el año 2010 en Estados Unidos y construir un modelo a escala de una sección de una ciudad. Donde realmente se quiere demostrar que con este tipo de ciudad no habrá contaminación, y todos se verán beneficiados , al grado que si hubiera delincuencia sería mínima, ya que todo contribuye al no haber problemas de cualquier tipo de contaminación, la gente no estará tan nerviosa por el tipo de ambiente que habrá, además con el hecho de crear una hidrógeno-economía todos saldrían beneficiados a tal grado que cualquier estado de los Estados Unidos sería más rico que cualquier país Árabe.

Para mí fue realmente grandioso conocer este tipo de Asociación como es la AHA que es una asociación preocupada por tener un mundo mejor para todos los que habitamos esta tierra , y por lo tanto todos tenemos que hacer que este mundo salga adelante, y no solo los grandes países industrializados, sino también nosotros , que realmente sea el interés no solo de institutos sino también de la industria, ya que sería la única forma de poner en acierto todos los conocimientos e investigaciones que se hacen acerca del hidrógeno el cual he llamado el elemento químico energético.

6.4.- ELEMENTO DAÑINO EN LA ECOLOGÍA?

Claro que no, es la respuesta que dieron los estudiosos de este elemento, realmente ya hemos mencionado todos los beneficios que traería el utilizar este elemento como un energético , pero en este momento, México no tiene las posibilidades económicas para hacer una inversión en cuanto a cambiar alguna parte de su infraestructura en cuestión energética. Sabemos muy bien por lo mencionado en los anteriores comentarios que realmente es muy difícil meter este tipo de energético en el mercado para que venga a sustituir lo que son los petrocarburos (gasolina), ya que muchos de las grandes empresas no se verían para nada beneficiadas económicamente. Pero acaso digo yo no valdría la pena cambiar para tener un mundo menos contaminado.

Ya se tienen coches con tanques especialmente diseñados para que se surtan con el hidrogeno, pero es cuestión de que nuestros institutos de investigación den este tipo de propuestas para que no solamente PEMEX o el IMP , hagan estudios sobre la célula combustible , que es la llave que nos llevara a tener una energía limpia y pura, y que traería muchos beneficios para nuestra Salud y más que nada para que las futuras generaciones tengan un mundo menos sucio y que todavía tenga el privilegio de conocer todo lo bello que nos da nuestro planeta Tierra.

Es por eso que creo que es de suma importancia que no solamente en México se tenga estudios para crear una nueva gasolina que no contamine tanto, o que salgan al mercado coches eléctricos, porque esto no son soluciones a largo plazo, sino para el momento. Fuera del transporte eléctrico no hay combustible limpio, ni siquiera el alcohol y gas, pues tienen niveles de evaporación muy altos. Según PEMEX ofrece como hemos mencionado gasolinas que no contaminen tanto, pero PEMEX no puede contribuir con más ante la evidencia de un parque automotor en mal estado. Según las autoridades petroleras quieren ofrecer una gasolina similar a la usada en California, pero saben ustedes de cuanto es la inversión, es de 2 mil 300 millones de dólares.

Investigadores de la UNAM como es Ricardo Torres que es un experto del Centro de Estudios de la atmósfera de la UNAM, está en desacuerdo en cuanto al papel que ha jugado PEMEX en la ecología ya que su forma semisecreta de manejar el tema de las gasolinas está uno de los orígenes de la contaminación. Desde mediados de 1986 cuando PEMEX añadió a las gasolinas compuestos para sustituir el plomo como potenciador del octanaje, la contaminación por ozono antes mínima y poco frecuente se instaló como uno de los principales problemas de la ciudad. Monitores del Centro de Estudios de la Atmósfera de la UNAM indican que los niveles de ozono se elevaron dos o tres meses después del cambio en el compuesto de las gasolinas, y desde entonces el problema persiste. Más allá de la polémica PEMEX y la UNAM coinciden en señalar con matices diferentes que la contaminación se origina por la combustión de vehículos y que ninguna gasolina podrá evitarla si los autos siguen en mal estado. En Conclusión todos tenemos que actuar de inmediato y no solo ser las instituciones si no también uno porque tenemos derechos a tener un mundo mejor pero también obligación a mantenerlo.

CAPITULO VII

CONOCIMIENTO Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA

“ LA ENERGÍA DEL FUTURO EN MÉXICO ”

7.1.- MÉXICO, DISTRIBUIDOR Y CONSUMIDOR

La base de recursos energéticos de que México dispone es excepcional. Encierra un enorme potencial para generar valor económico que es especialmente evidente en el caso de los hidrocarburos y dentro de este subsector, en los yacimientos de la región marina. Si bien en otros segmentos del sector los niveles de rentabilidad no resultan tan altos, la mayoría de ellos ofrecen oportunidades atractivas de desarrollo.

Las actividades de hidrocarburos han sido apoyo fundamental para que México se convierta de importador neto, al inicio de los años setenta, en uno de los productores con mayores reservas a nivel mundial y en participante destacado en el mercado petrolero internacional, a finalizar el mismo decenio. Los cambios ocurridos en el escenario internacional dieron lugar a ajustes en los objetivos y estrategias de la actividad exploratoria, modular en la industria petrolera, orientándola hacia las áreas de mayor potencial y con mejores perspectivas en términos de tasas de retorno. Consecuentemente, Petróleos Mexicanos (PEMEX) reorientó sus trabajos de exploración y perforación hacia las zonas de mayor potencial productivo y rendimiento financiero. La especialización por líneas de negocio de PEMEX coadyuvó a este propósito. Las reservas probadas de hidrocarburos totales aumentaron a partir de 1976, primero por la revisión de procedimientos de cálculo y la adopción de nuevos conceptos de clasificación y, después por la incorporación de nuevos campos del mesozoico de Tabasco y Chiapas durante 1977, del paleoacáñon de Chicontepec en 1978 y de la sonda de Campeche, que aportó incrementos notables desde 1979, lo que permitió alcanzar el valor máximo de 72,500 MMB al inicio de 1984. A partir de entonces, las reservas han declinado a una tasa media anual de 1.2% y se ubicaron en 63,220 MMB al inicio de 1995. Esta declinación refleja, por un parte, el efecto de restricciones financieras que, en algunos años significaron ritmos de reposición menores a los volúmenes de extracción y, por otra, estimaciones más exactas y confiables que algunas anunciadas en años anteriores. De las reservas actuales, casi 79% -49,775 MMB- corresponden a crudo y condensados y el resto, a gas natural. Estas últimas ascienden, en términos absolutos, a 68.4 billones de pies cúbicos. La explotación de estas reservas se encuentran en una fase inicial, como lo indica su vida media que, a los ritmos de producción de 1994 es de 48 años. En la última década, dada la limitada disponibilidad de recursos para inversión, el objetivo predominante del esfuerzo exploratorio y de explotación ha sido el de mantener los niveles globales de producción de hidrocarburos.

Si se considera la magnitud de los recursos petroleros del país y la fase actual de desarrollo de los mismos, existe un amplio potencial para aumentar tanto las reservas como el nivel de producción. En la última década, dada la limitada disponibilidad de recursos para inversión, el objetivo predominante del esfuerzo exploratorio y de explotación ha sido el de mantener los niveles globales de producción de hidrocarburos.

Si se considera la magnitud de los recursos petroleros del país y la fase actual del desarrollo de los mismos, existe un amplio potencial para aumentar tanto las reservas como el nivel de producción.

El potencial hidroeléctrico se define como la energía que se puede generar anualmente utilizando todos los aprovechamientos hidroeléctricos técnica y económicamente explotables. En las principales cuencas hidrológicas del país, se tienen 204 proyectos en diferentes etapas -operación, desarrollo y estudio- que corresponden a una generación de 82,319 gigawatts hora (GWH). De este potencial económicamente factible se explota anualmente un 34%. Si se incorporan los 373 proyectos que se encuentran en etapa de identificación, el potencial casi se duplicaría, ascendiendo a 160,251 GWH.

Las áreas uraníferas confirmadas y más promisorias se localizan en diversas regiones de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental principalmente en Chihuahua y Durango; en la porción central de Sonora, en la zona limítrofe entre Nuevo León y Tamaulipas, y en la parte centro occidental de Oaxaca. Se estima que las reservas de uranio ascienden a 14.5 miles de toneladas (MT), de las cuales se tienen ubicadas 10.6 MT. El potencial uranífero continúa siendo incierto, ya que la exploración quedó suspendida en los primeros años de la década pasada.

En el campo de la geotermia se han identificado más de 500 focos termales, en sus distintas modalidades, agua caliente, fumarolas volcánicas de lodo, solfataras, pozos de agua o una combinación de éstos. Actualmente se tienen reservas probadas por 700 megawatts (MW) de capacidad equivalente en Cerro Prieto, Baja California, además de 380 MW en Los Azufres, Michoacán y en los Humeros, Puebla. En estos campos se tienen en operación plantas con capacidad de 753 MW y en programa otras con 250 MW para entrar en operación antes del año 2000. Adicionalmente, y de acuerdo con los estudios de exploración actuales, se estima que otros focos, con capacidad equivalente a 1,000 MW podrían entrar en operación durante la primera década del siglo próximo.

El país se encuentra localizado en una de las regiones de mayor intensidad solar, por lo que se han realizado investigaciones orientadas hacia la utilización, térmica y fotovoltaica, de la energía solar.

Los usos principales se orientan al calentamiento de agua, electrificación rural, comunicaciones, señalamientos y bombeo de agua. La disponibilidad de este recurso es amplia y tiene pocas limitaciones regionales y estacionales. Sin embargo, aunque algunos de los sistemas de aprovechamiento ya resultan competitivos desde el punto económico, en ciertas regiones los costos son altos en comparación con las fuentes de energía convencionales.

Respecto a la Biomasa , el uso de la leña y el bagazo de caña se cuantifican dentro del balance de energía, representando el 6.9% del consumo energético nacional. La leña se usa principalmente en la cocción de alimentos, sobre todo en las comunidades rurales. El bagazo de caña es el principal energético utilizado en los ingenios azucareros y participa con el 1.6% del consumo nacional de energía.

En los últimos tres lustros el incremento de la oferta nacional de energéticos ha sido suficiente para satisfacer, con importaciones marginales, una demanda en aumento, con dinámica superior a la del crecimiento de la economía. En el mismo período se consolidó una importante capacidad exportadora de petróleo. Empero, la oferta de energía eléctrica y de combustibles industriales no siempre se ha realizado en condiciones satisfactorias de calidad, oportunidad y confiabilidad y a precios competitivos respecto de los referentes internacionales relevantes. Así, el desarrollo y competitividad de las actividades industriales si bien no se han visto frenados por problemas de insuficiencia, si han resentido este tipo de deficiencia cualitativas en los suministros .

En los primeros años del decenio de los ochenta concluyó la fase expansiva de la producción de petróleo crudo. El mayor nivel se obtuvo en 1982, con 2,746 MBD . La restricción de recursos impidió mantener el ritmo creciente de la extracción . Con excepción de 1986, año en que la producción bajó sensiblemente por la crisis del mercado petrolero internacional , en el período 1983-1994 el perfil de la producción petrolera muestra variaciones moderadas, pasando de un mínimo de 2,507 MBD en 1988, a un máximo de 2,685 MBD en 1994.

La estabilidad relativa de la producción de petróleo crudo contrasta con los cambios significativos en el origen de la misma. La producción costa afuera (región marina) muestra en el período una creciente importancia con relación a la de otras regiones, hasta representar actualmente 75% del total . La extracción en la región norte ha tendido a estabilizarse a un nivel históricamente bajo, alrededor de los 100 MBD . La producción en la región sur ha venido declinando a partir de 1979, aunque a tasas que se desaceleran gracias a nuevos descubrimientos y al desarrollo de campos conocidos. El comportamiento de la producción de la región marina logró compensar gran parte de la declinación de la producción terrestre. El incremento de los recursos asignados al desarrollo de campos en los últimos dos años permitió mantener el nivel global de la producción en el corto plazo.

El comportamiento de la producción de gas natural ha sido similar a la del crudo, toda vez que la mayor parte se obtiene asociado a él. El máximo histórico corresponde a 1992 con 4,246 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD). A partir de entonces, declinó hasta 3,431 MMPCD en 1986, para en los años siguientes fluctuaría entre 3,500 y 3,600 MMPCD. Ha descendido muy significativamente el volumen de gas quemado en la atmósfera.

De la región del sur se obtiene en la actualidad cerca del 50% de la producción total de gas natural. La riqueza gasera del mesozoico de Tabasco y Chiapas explica esta elevada contribución. Sin embargo, la producción de esta región, a partir del nivel máximo alcanzado en 1981, ha declinado a una tasa media anual de 3,2% hasta 1994. En la región marina, la incorporación de campo de campo ligero, que se caracterizan por relaciones gas/aceite mayores a las de crudo pesado, ha permitido una expansión continua, aunque moderada, de la producción de gas natural.

Por otra parte, la región norte registró un nivel de producción elevado en los primeros años de los ochenta y ha venido declinando conforme al patrón propio de una provincia gasera madura.

La elaboración de productos petrolíferos en el sistema nacional de refinación se elevó a partir de 1990, tras un largo período de crecimiento prácticamente nulo. La entrada en operación de diversas plantas permitió incrementar la capacidad de proceso. Los resultados volumétricos supusieron importantes mejoras en la productividad, misma que reflejaron cambios en la estructura de producción y en sus rendimientos, así como avances significativos en la calidad de productos petrolíferos. Durante el período referido, el sistema de refinación buscó hacer frente a los cambios que se dieron en la estructura de la demanda interna. Destacan, entre ellos, la reducción del consumo de combustóleo, el aumento del de la gasolina Magna Sin; la reducción del contenido de plomo en la Nova; la eliminación del diesel de alto azufre y la introducción del diesel desulfurado, denominado Diesel Sin. Otros elementos que se agregaron a estos cambios, fueron un menor crecimiento de las importaciones de gasolinas y una reducción de los desequilibrios regionales de oferta-demanda.

En los últimos tres años predominaron las inversiones que buscan mejorar la calidad de los combustibles automotrices, destruir el combustóleo pesado y bajar sustancialmente el contenido de azufre del combustóleo obtenido. Estas inversiones permitirán contar con combustibles que cumplan con la normatividad ambiental que empezará a instrumentarse en 1998. Una siguiente etapa será la revisión de las inversiones destinadas al incremento volumétrico de la producción que se justifiquen por la evolución esperada de la demanda y su rentabilidad. En este proceso deberán considerarse las ventajas que proporciona el comercio internacional en el marco de una economía abierta.

El comportamiento de las ventas internas (Demanda interna) de productos petrolíferos y gas natural manifestó un lento crecimiento durante varios años en la década de los ochenta — 1.7% como promedio anual entre 1980 y 1986 —, principalmente como resultado de la crisis financiera y económica de 1981-1982 y del programa de ajuste subsecuente. En este último período el producto interno bruto se contrajo, afectando negativamente la producción manufacturera.

En los seis años siguientes, se registró una etapa de rápida expansión vinculada directamente al crecimiento económico logrado en ese lapso. Las ventas totales de combustibles aumentaron a una tasa media anual de 4.5%. En 1992 y 1993 se observó una desaceleración del ritmo de crecimiento del consumo de combustibles. En concordancia con la recuperación económica del país, en 1994 el volumen total de las ventas internas de productos petrolíferos y gas natural creció 7.8%. Una parte importante del crecimiento se debió a la mayor dinámica de la demanda del subsector eléctrico.

Entre 1980 y 1994 se presentó un cambio importante en la estructura de la demanda de combustible dado que los de uso automotriz crecieron a un ritmo sensiblemente mayor que los utilizados por la industria. En la fase de rápido crecimiento, las gasolinas crecieron al 7.6% y los combustible industriales al 3.4% anual. A partir de 1992, las ventas internas de gasolinas han crecido a tasas inusualmente bajas de 1.6% anual en promedio. Este lento crecimiento ha sido acompañado por una mayor penetración de gasolina sin plomo Magna Sin, introducida en 1990, y una reducción significativa en el contenido de plomo de la Nova. Esta sustitución ha aumentado el número promedio de octanos de la gasolina consumida en el país. El proceso de sustitución ha sido estimulado por la reducción en la diferencia de precios entre los tipos de gasolina y por la instalación obligatoria de convertidores catalíticos en vehículos nuevos.

En el caso del diesel, el cambio en la estructura de las ventas ha sido también muy importante. En 1991 se introdujo el diesel desulfurado, con menos de 0.5% de azufre. En abril de 1993 dejó de suministrarse el llamado diesel nacional con 1.0% de azufre. En octubre de ese mismo año, se introdujo el Diesel Sin con 0.05% de azufre, con una oferta inicial de 20 MBD. Su consumo representó a fines de 1993 el 13% del total y se elevó a 44% en diciembre de 1994, superando lo previsto y logrando una mayor cobertura nacional.

Durante los últimos diez años, la elaboración de gas licuado de petróleo (GAS LP) se ha incrementado a un ritmo de 5.3% anual, desde 167.1 MBD en 1985 a 267.6 MBD en 1994.

El mercado interno ha absorbido la mayor parte de esa producción que, teniendo en consideración los volúmenes marginales de gas LP importado o exportado, representaron una oferta total de 179 MBD en 1985 y 253.3 MBD en 1994. De esta última cifra, 251.4 MBD se destinaron a uso doméstico y 3.9 MBD a carburación. Entre el inicio y el fin de dicho período, por lo tanto, las ventas internas crecieron a un ritmo de 4.0% anual. En diversos momentos del mismo lapso se adoptaron medidas, tanto permanentes como transitorias, con objeto de mejorar el servicio de distribución de gas LP.

En materia de política de precios, en los últimos años se avanzó de manera más equilibrada entre consideraciones financieras, aspectos sociales, regionales, políticos y de apoyo a los programas de protección ambiental y de ahorro de energía. La estrategia consistió en la retirada gradual de un creciente número de productos del sistema tradicional de precios administrados, para integrarlos a un nuevo esquema con diferenciales regionales y por tipo de mercado, en el que la determinación de los precios se encuentra vinculada a la evolución de cotizaciones internacionales. Con el nuevo esquema, se modificaron también las condiciones de venta de los productos, estableciéndose precios diferenciales por centro productor y centro embarcador, a fin de considerar explícitamente los costos de la distribución.

Un hecho sobresaliente fue la constitución, en abril de 1991, del Comité de Precios de Productos Petrolíferos, Gas Natural y Productos Petroquímicos —integrados por SE, SINC, SECOFI y SECODAM— PEMEX, que actúa como secretaria técnica cuyo propósito es el de instrumentar la nueva política de precios.

Empero, el gas LP constituyó una excepción importante. Para este producto se ha mantenido un precio administrado y se maneja un complejo sistema de comercialización, con numerosas deficiencias. Se mantienen fuertes subsidios directos y cruzados, que distorsionan el comportamiento del mercado, en el que abundan las prácticas comerciales irregulares. En cambio, en septiembre de 1995 se decidió restituir el amoníaco al esquema de precios con referente internacional, haciendo explícitos los subsidios con los que se entrega a los productos fertilizantes y adoptando providencias para que éstos se trasladen efectivamente a los beneficiarios.

El desarrollo de importantes yacimientos de petróleo a finales de la década de los setenta, permitió disponer de volúmenes crecientes para exportación. En 1983, se exportaron 1,537 MBD de petróleo crudo, la cifra más alta del período 1980-1994. En este año se adoptó la política de mantener relativamente constante el nivel de exportaciones. Sin embargo, el ritmo de crecimiento de la producción no permitió cumplir plenamente esa meta y, al mismo tiempo, satisfacer el incremento de la demanda interna. Entre 1985 y 1994, la producción total de crudo, sólo aumentó 54 MBD en términos absolutos, en tanto que el consumo interno creció 186 MBD y, por lo tanto, las exportaciones se redujeron en 132 MBD.

El valor de las exportaciones de crudo del país se redujo, significativamente de un máximo de 16,400 millones de dólares alcanzando en 1982 , a 6,624 millones en 1994. Esta declinación reflejó las bruscas fluctuaciones de los precios internacionales en los años ochenta. En los últimos años el comercio exterior de productos petrolíferos ha cobrado una importancia creciente . Tradicionalmente, su carácter había sido residual, la colocación en el mercado de productos excedentarios y la adquisición de aquéllos en posición deficitaria. El valor de estas transacciones alcanza ahora una participación significativa en la balanza comercial del país. Entre 1990 y 1994 las exportaciones promediaron 700 millones de dólares anuales y las importaciones 1,200 millones. Todo parece indicar que en el futuro próximo, en el marco de una economía más abierta , aumentarán tanto las exportaciones como las importaciones de productos petrolíferos, contribuyendo a la optimización económica de la producción y la distribución del sistema nacional de refinación.

PEMEX ha venido trabajando intensamente en mejorar su capacidad para hacer frente a los retos de un mercado petrolero internacional cuya reglas de comportamiento, instituciones e instrumentos comerciales, han estado sujetos a profundas transformaciones. Ha buscado también aprovechar el comercio internacional para minimizar el costo del suministro interno de productos petrolíferos, gas natural y productos petroquímicos.

Por estos motivos, **PMI -Comercio internacional (PMI)** participa en alianzas estratégicas en el exterior y realiza una amplia gama de operaciones de administración de riesgos en el mercado petrolero . En 1993 inició transacciones por cuenta de terceros, hace un uso cada vez más extenso de capacidad de almacenamiento en el exterior y fortalece su infraestructura de comercialización internacional.

En el campo de la Energía Eléctrica , la capacidad instalada de generación de este tipo de energía pasó de 14,625 MW a 31, 649 MW durante el periodo 1980-1994 . La capacidad en este último año más que duplicó la instalada en 1980, gracia a una tasa de crecimiento promedio del 5.7% anual. La hidroeléctricidad ha venido perdiendo participación a pesar del considerable aumento en su capacidad instalada, que se elevó en más de 50% en el periodo, y de haber registrado una tasa media anual de incremento de 3.1%. El crecimiento más elevado se encuentra en la capacidad de generación a base de hidrocarburos, que se incrementó en poco más del 100% desde 1980, con una tasa acumulativa de 5.1% anual. Aunque el aumento más rápido correspondió a las plantas de ciclo combinado, la mayor parte de la capacidad instalada continúa correspondiendo a las centrales de vapor.

La instalación de capacidad de generación a base de otras fuentes de energía se inició en diversos momentos del periodo. Tal es el caso de las plantas carboeléctricas , que entraron en operación comercial en 1981, con 300 MW , y que para 1994 alcanzaron los 1,900 MW .

La primera unidad de la planta nucleoelectrónica de Laguna Verde, Ver., entró en el sistema en 1989, con 675 MW de capacidad. En 1995 ésta se duplicó con la entrada de la segunda unidad de la misma central. En 1993 se añadió la capacidad dual, que se amplió en forma significativa el año siguiente. Finalmente en 1994 la planta eólica de La Venta, Oax., se integró al sistema nacional de generación. Entre 1980 y 1994 destacó el importante incremento de capacidad de generación geotérmica.

Como es natural, el patrón de generación bruta por tipo de planta sigue de cerca la estructura de la capacidad de generación. Su crecimiento medio anual en el lapso 1980-1994 fue de 5.9% ligeramente superior a la tasa de aumento de la capacidad instalada. La composición por fuente de energía en 1994 muestra que los hidrocarburos representan cerca de dos tercios (63.1%) de la generación total. Con el uso de combustóleo y gas natural se consiguen eficiencias térmicas de conversión similares: 34.6%. Es ilustrativo advertir la contribución de otras fuentes a la sustitución de los hidrocarburos en la generación de electricidad. La energía hidroeléctrica generada en 1994 representó \$9 MBD de petróleo equivalente; la carboclectricidad, 53 MBD; la geotermia 25 MBD, y la nucleoelectricidad, 19 MBD.

Las importaciones no han sido relevantes en el período considerado, aunque a partir de 1985 han tenido incrementos considerables, llegando a un total de 1,140 GWH en 1994. Las exportaciones de electricidad han sido mayores, principalmente desde la central de Cerro Prieto hacia EUA, por 1,970 GWH en el mismo año.

La demanda de energía eléctrica está determinada por numerosos factores, entre ellos el crecimiento demográfico, el estilo de desarrollo y el ritmo de la actividad económica, las condiciones climáticas y geográficas, los cambios tecnológicos, y los niveles tarifarios. El crecimiento promedio anual de la disponibilidad bruta de energía eléctrica en los últimos 15 años fue de 5.8% en tanto que la población del país creció a un ritmo del 2.0% y el producto interno bruto (PIB) en 1.9%. Así, la demanda de energía eléctrica observó tasas de crecimiento altas, superiores al ritmo de crecimiento poblacional y económico del país, lo que revela la persistencia de índices elevados de intensidad energética.

La diferencia entre la energía bruta generada y la vendida se encuentra en los usos en servicios propios, el consumo en condensadores síncronos, las pérdidas por transmisión y distribución, los usos ilícitos y el desfasamiento en los ciclos de facturación. Durante el período, esta diferencia, pasó de 2,712 GWH en 1980 a 7,051 GWH en 1994, montos que representaron 4.4 y 5.1 % respectivamente, de la primera. Las pérdidas por conversión variaron, entre los mismos años, de 369 petajoules (PJ) a 935 PJ. Este incremento se debió a los mayores volúmenes de combustibles procesados

No obstante, las eficiencias térmicas de conversión mejoraron en 4.6% durante el período, pasando de 30.1% en 1980 a 34.7% en 1994. Las pérdidas en transmisión y distribución solían estimarse como porcentaje de la generación bruta. Actualmente se realizan esfuerzos para contar con mejores estimaciones de acuerdo con las cuales en 1994 se obtuvo una cifra de 19,980 GWH, monto que equivale al 15.2% de la energía neta disponible y que muestra el potencial de mejoramiento existente .

En 1994 las ventas de energía eléctrica ascendieron a 111.5 terawatts hora (TWH) de los cuales 53.8% se destinaron a la industria y a otros usuarios de servicios de alta y media tensión; 25.0% a usuarios residenciales , 8.8% al sector comercial ; 5.8% al riego agrícola, 4.8% a los servicios municipales , tales como alumbrado público y bombeo de agua , y el restante 1.8% a la exportación a empresas de Estados Unidos y Belice. Si bien el número de usuarios industriales representan el 0.4% del total, a ellos corresponden más de la mitad de las ventas , mientras que el número de usuarios residenciales equivale al 88.2% del total y se les destina una cuarta parte de la energía vendida . Ambos segmentos, industrial y residencial , absorben casi cuatro quintas partes (78.8%) de las ventas totales.

Aunque el gobierno ha apoyado en forma decidida la actividad de investigación aplicada y desarrollo tecnológico en el sector de la energía , no se han materializado las acciones suficientes que permitan incrementar y consolidar los esquemas de apoyo y financiamiento adecuado , que a su vez lleven a esta actividad al nivel de prioridad en el esfuerzo nacional , no sólo para la solución de problemas tecnológicos a corto plazo, sino para impulsar su desarrollo en el mediano y largo plazo , y realmente ver los resultados de las investigaciones para tener un México mejor .

7.2 PERSPECTIVA DE MÉXICO EN EL MUNDO ENERGÉTICO.

En 1973, el año del primer reajuste histórico de los precios internacionales del petróleo por parte de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) , el consumo mundial de energía fue de 5,920 millones de toneladas equivalentes de petróleo, aproximadamente 119 millones de barriles diarios (MMBD) de petróleo equivalente. Algo menos de la mitad de este total, alrededor de 56 MMBD , correspondieron directamente a este hidrocarburo . Los países desarrollados miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) , consumieron cerca de dos tercios de la energía primaria del mundo y un poco más de la mitad del petróleo crudo, proveniente en gran parte de la importación.

La crisis petrolera de 1973-74 obligó a los países consumidores a replantear sus necesidades energéticas y a aplicar políticas tendientes a reducir la dependencia del petróleo, en particular del importado.

Estas acciones se vieron reforzadas por un segundo gran reajuste de precios, a finales de ese decenio, y por la recesión económica que desaceleró el crecimiento de la demanda de petróleo y de las demás fuentes de energía primaria. Además, los cambios económicos y tecnológicos de los últimos tres lustros influyeron en la redefinición de los patrones energéticos mundiales.

Para 1985, la conservación y sustitución por otros combustibles había reducido la dependencia del petróleo de más de 50% en 1973 a 43% del total de la energía primaria consumida en el mundo. En los países desarrollados, la participación del crudo importado se redujo de 65 a 42% del consumo total de este producto. Sin embargo entre finales de 1985 y principios de 1986 los precios internacionales del petróleo se derrumbaron —cuando la economía mundial atravesaba por uno de los períodos más largos de crecimiento económico sostenido de la posguerra— con lo que empezó a acelerarse la demanda de todas las formas de energía.

Para 1994, la demanda mundial de energía primaria totalizó alrededor de 7,924 millones de toneladas equivalentes de petróleo (casi 160 MMBD de petróleo equivalente), 34% más que en 1973. En ese mismo año, la demanda petrolera mundial promedio 67 MMBD, en tanto que la participación del petróleo en el total de energía primaria descendió a 40%. En la OCDE, el consumo de petróleo representó únicamente el 44% de la demanda total de energía, aunque las importaciones empezaron a aumentar nuevamente hasta alcanzar alrededor de la mitad de los 36 MMBD de petróleo consumidos en la OCDE.

La participación del gas natural en el consumo mundial de energía aumentó de 18.2% en 1973 a 23% en 1994, aunque continuaron manifestándose algunos problemas que han impedido un mayor crecimiento. A diferencia del petróleo, no existe un mercado global de gas natural, debido principalmente a la dificultad y mayor costo de transportación y al desigual distribución de las reservas de gas en el mundo. Sin embargo, se espera que en el futuro el comercio internacional de este importante combustible y materia prima industrial se incremente significativamente.

El carbón, a pesar del moderado crecimiento de su consumo registrado desde principios de los ochentas, se mantuvo como la segunda fuente de energía primaria en importancia en el balance mundial, con una participación de 27.2% del total de energía consumida en 1994. No obstante que la mayor parte del carbón se utiliza en la misma región en que se produce, en los últimos años se ha observado un crecimiento en su comercialización internacional, tendencia que podría incrementarse en el largo plazo.

Después del acelerado desarrollo y crecimiento de la energía nuclear registrado en los setentas y los ochentas , en el presente decenio su crecimiento ha sido muy modesto. Si bien su participación en el balance energético mundial aumentó espectacularmente :* 0.8% en 1973 a 7.2% en 1994, la mayor parte del incremento se dio en los tres primeros lustros del período.

La hidroeléctricidad observó en 1994 una participación de 2.5% en el consumo total de energía, nivel inferior al de 5.5% observado en 1973. Se advierte que el consumo mundial de energía ha evolucionado en forma vinculada a la dinámica de la economía mundial . Sin embargo, en los años setenta se registró una marcada desaceleración, sobre todo en los países desarrollados, por efecto de las políticas de conservación y las mejoras en la eficiencia del uso de la energía, adoptadas a raíz de las bruscas azas de los precios internacionales del petróleo. A partir de ello, la intensidad energética en esos países disminuyó en los dos siguientes decenios hasta en 30%.

Lo anterior contrasta con la evolución en los países en desarrollo, en los cuales la intensidad del consumo de energía se ha incrementado en proporción similar, como resultado de las mejoras en los niveles de ingreso y la difusión de la urbanización y la industrialización .

En el horizonte del año 2000, el consumo mundial de energía seguirá basando en su mayor parte en los combustibles fósiles, ya que ninguna otra fuente de energía podrá reproducir el rápido incremento que tuvo la energía nuclear durante los dos últimos decenios. En ese año, la participación de los combustibles fósiles se mantendrá en alrededor del 90% del consumo global de energía. De ahí que la evolución de los mercados petroleros seguirá siendo crítica para el desarrollo y uso de otras fuentes de energía y, por tanto para la manera en la que las economías se organicen y se desempeñen. En el largo plazo, los países de la OCDE consumirán menos de la mitad de la energía y del petróleo usados en el planeta y será en las economías más dinámicas de Asia y de otras regiones del mundo en desarrollo donde se observará el mayor incremento en la demanda de petróleo. Para los países de la OCDE consumirán menos de la mitad de la energía y del petróleo usados en el planeta y será en las economías más dinámicas de Asia y de otras regiones del mundo en desarrollo donde se observará el mayor incremento en la demanda de petróleo.

Para los países de la OCDE , cuya dependencia del petróleo importado volverá a alcanzar los niveles de mediados de los años setenta, el ahorro de energía y la diversificación de las fuentes , podrían ser tan importantes como los esfuerzos para asegurar una oferta creciente de energéticos convencionales.

Los factores tecnológicos y ambientales, así como la reestructuración que está en proceso dentro de las industrias de la energía, probablemente provoquen un incremento adicional significativo del uso del gas natural, especialmente en la generación eléctrica y en industrias de alta intensidad energética, lo que tendrá como resultado un incremento de su intercambio internacional. Para algunos productores de hidrocarburos, el gas natural se convertirá en una fuente de ingreso de divisas más importante que el petróleo.

La creciente demanda de energía y la necesidad de expansión de la infraestructura actual requerirán de importantes flujos de inversión, los cuales deberán ser obtenidos en un contexto de fuerte competencia por los fondos financieros disponibles, tanto privados como provenientes de las instituciones crediticias multilaterales. En el caso particular del petróleo y el gas, existiendo amplia disponibilidad de recursos, las limitaciones en la expansión de las capacidades de producción, refinación y procesamiento obedecerán en mayor medida a las restricciones financieras, sobre todo en condiciones de continuo estancamiento de los precios reales.

En este sentido, el capital privado jugará un papel de importancia creciente en el desarrollo del sector de la energía, por lo que muchos países en lo que el Estado ha tenido una participación exclusiva o dominante en el sector, se encuentran en un proceso de diseño de un marco regulador apropiado, que aliente la inversión privada en diversas actividades. Derivado de la mayor actividad económica esperada, el creciente consumo de energía tendrá un impacto significativo sobre el medio ambiente.

Se estima que la emisiones de dióxido de carbono aumentarán casi 30% entre 1995 y 2000, por lo que la transferencia de tecnología y la posibilidad de que los países en desarrollo accedan a fuentes de energía más limpias, así como los esfuerzos para mejorar la eficiencia, podrían resultar en un mejor uso global de la energía. De esta suerte, resultará importante el desarrollo del debate internacional sobre el cambio climático y su naturaleza de largo plazo.

En la mayoría de los escenarios, se estima que la demanda mundial de energía primaria aumentará entre 1995 y 2000 a una tasa promedio anual de 1.5 a 1.7%, dependiendo del uso de tecnologías más eficientes. Esta tasa se compara con el crecimiento anual promedio de 2.4% registrado entre 1973 y 1990. Los mayores incrementos en el consumo de energía se originarán en las dinámicas económicas del sudeste asiático. Más de un tercio del incremento total del consumo de energía corresponderá al petróleo, debido principalmente al crecimiento económico, el proceso de urbanización y la rápida expansión del sector transporte, tanto en los países de la OCDE como, sobre todo, en los países en desarrollo.

De mantenerse competitivo el costo de los combustibles fósiles, el consumo mundial de petróleo aumentará a una tasa anual de 1.5 a 1.7% entre 1995 y 2000 . Se espera que el crecimiento de la oferta mundial de petróleo, que alcanzaría los 75.1 MMBD en 2000, frente a 67.0 MMBD en 1994, sea muy similar al de la demanda, por lo que los precios reales del crudo tenderían a mantenerse estables, con fluctuaciones periódicas originadas en los desbalances estacionales de la producción. La participación del petróleo en el balance energético mundial disminuirá sólo ligeramente hacia el año 2000 para ubicarse en un nivel cercano a 39%, permaneciendo como la principal fuente de energía en el mundo.

A pesar de las perspectivas de aumento de la oferta proveniente de los exportadores ajenos a la OPEP, que podría pasar de 37.9 MMBD en 2000, el mayor potencial para abastecer el incremento esperado de la demanda recaerá en algunos países pertenecientes a esta Organización . Considerando su extensa base de recursos y el potencial para incrementar su capacidad productiva en el mediano y largo plazo, Arabia Saudita, Irak , Irán , Kuwait, los Emiratos Arabes Unidos y Venezuela podrían proveer la mayor parte de los incrementos. Es posible que otros países sean capaces de aumentar su producción de manera significativa , pero en su mayoría dichos aumentos tendrán un carácter temporal. Sin embargo, la futura expansión de la capacidad de producción de la OPEP que en conjunto podría elevar su producción de 29.1 MMBD en 1995 a 35.5 MMBD en 2000 así como su oportuna disponibilidad, dependerá en mayor medida de las posibilidades de inversión que de la existencia física del recurso.

En la mayoría de las proyecciones, la demanda de gas natural crece a una tasa promedio anual de 1.6 a 2.3 % entre 1995 y 2000 , nivel mayor al del resto de los combustibles fósiles, mientras que su participación en el balance energético mundial aumentará de 23 a 25 % en el mismo periodo, en detrimento de algunos combustibles sólidos y del petróleo. Las razones de este crecimiento se hallan en una posición atractiva de precios relativos, en las abundantes reservas y en la preocupación por el ambiente . Así , el gas natural se consolidará como la mejor opción para la nueva capacidad de generación eléctrica.

A nivel mundial, las reservas de gas son abundantes y se espera que la demanda futura puede ser satisfecha en todas las regiones del mundo, sobre todo si los precios aumentan. A pesar de los altos costos de transporte y la lejanía de los mercados potenciales, el comercio de gas tenderá a incrementarse en el largo plazo. Para los consumidores de gas será tan importantes tener fuentes de abasto seguras y confiables como para los productores tener una fuente de ingresos estable. Como se mencionó, para algunos países los ingresos por exportación de gas serán tanto o más importantes que los de la exportación de petróleo.

En el mercado de gas de América del Norte, a partir de la situación observadas en 1994, en que la capacidad de producción rebasó muy ampliamente el nivel de la demanda, lo que ha provocado una caída significativa de los precios, se espera alcanzar, en 2000, una situación mucho más equilibrada.

Empero, la abundancia de reservas explotables a bajo costo parece indicar que en esta región continuará, por los próximos años, una situación de precios deprimidos. Las preocupaciones ambientales han generado la expectativa de una disminución de la participación del carbón en el balance energético mundial, de 27 a 26% entre 1995 y 2000, siendo sustituidos sobre todo por el gas natural, si bien se mantendrá como la segunda fuente de energía a nivel mundial. La tasa de crecimiento esperada para el consumo mundial de carbón durante el período se ubica entre 0.9 y 1.6 % anual. El sector de generación eléctrica será el principal mercado para el carbón, a través de nuevas tecnologías, por lo que aumentará su participación en este uso de 55% en 1995 a casi 58% en 2000. Los países tradicionalmente consumidores de carbón, como los de Europa central y oriental, reducirán su consumo en el largo plazo, mientras que las economías del sudeste asiático y China casi duplicarán su consumo actual, en virtud de la amplia disponibilidad del recurso.

Respecto a la oferta, se espera que la mayor parte de la producción mundial de carbón continúe consumiéndose en los países productores, aunque una porción cada vez mayor será comercializada internacionalmente. A diferencia del pasado, el comercio internacional del carbón se está convirtiendo en parte importante de los mercados energéticos y, de continuar esta tendencia en el largo plazo, se necesitará de una expansión de la infraestructura, particularmente la de exportación.

La participación de la energía nuclear en el balance energético mundial mantendrá los rangos actuales en el resto del decenio, con una demanda que crecerá a una tasa entre 1.6 y 2.2 % anual de 1995 a 2000, debido principalmente a aspectos de financiamiento, de percepción pública sobre la seguridad y problemas relativos al confinamiento de los desechos nucleares. La mayor parte del crecimiento futuro de la energía nuclear se registrará en la región asiática, particularmente en Corea del Sur, Taiwan, India y China, que han preparado importante programas de expansión.

El crecimiento de la hidroeléctricidad y del resto de las fuentes alternas de energía (geotérmica, solar, eólica y otras) presentará tasas mayores al de la demanda total, de entre 2.2 y 2.8 % anual, debido principalmente al permanente apoyo a la investigación de tecnologías de energía renovable en los países de la OCDE y la creciente demanda de electricidad en los países en desarrollo. Sin embargo, la oferta abundante y a costos competitivos de combustibles fósiles, probablemente evitarán el crecimiento de la participación de estas fuentes en el balance mundial de energía, por encima de los niveles observados en 1994.

La dinámica futura del consumo de energía dependerá de diversos factores críticos, en particular el crecimiento económico en los países en desarrollo, el avance tecnológico y sus consecuencias sobre la eficiencia energética y los costos de producción, las normas y regulaciones derivadas del impacto ambiental y los precios relativos de los energéticos.

De estos factores, los relacionados con el cuidado ambiental serán, muy probablemente los que ejercerán mayor influencia en el comportamiento futuro del sector de la energía en el mundo. Las preocupaciones se concentran en dos grandes vertientes : la contaminación atmosférica derivada del uso de combustibles fósiles y el peligro de cambio climático originado en la emisión de los llamados gases de efecto invernadero.

La calidad de los combustibles es , en la primera de dichas vertientes, un tema de particular relevancia, debido a que la legislación ambiental en todos los países tiende a establecer especificaciones más estrictas en los combustibles para transporte (gasolina y diesel , principalmente) y en los combustibles industriales (combustible de bajo contenido de azufre y mayor uso de gas natural). Estos elementos determinarán los futuros esquemas de refinación, a la luz de factores tales como el mercado, la distribución, el marco regulatorio, la selección y disponibilidad de crudos, el mejoramiento operacional, las opciones de mezcla y formulación de combustibles, y la reconfiguración de las refinerías.

La segunda vertiente se orienta a conseguir reducciones netas de las emisiones a la atmósfera de los llamados gases de efecto invernadero, bióxido de carbono entre otros, para conjurar el peligro de cambio climático. Se han diseñado novedosos esquemas de cooperación internacional, como los de implementación conjunta, para compartir la tarea de reducir o absorber este tipo de emisiones. Es importante mantener el principio de que la reducción de emisiones es responsabilidad principal de los países que más contribuyen al problema. Aunque en el horizonte del año 2000 las emisiones de CO₂ de los países en desarrollo (especialmente de la India y China) son las que aumentarán más rápidamente , en términos absolutos el mayor volumen de emisiones seguirá proviniendo de los países avanzados . La necesidad de responder al mayor volumen de emisiones seguirá proviniendo de los países avanzados. La necesidad de responder al peligro de cambios climáticos, puede traer consigo cambios importantes en el uso de combustibles, en los esquemas de generación de electricidad y, más allá del sector energético , en la conservación y extensión de las áreas silvícolas del planeta.

La expansión del sector energético mexicano es sobresaliente. Durante las últimas décadas , México ha construido una industria petrolera que ha garantizado el abasto de la demanda nacional y una infraestructura eléctrica que ha fomentado la incorporación de prácticamente todas las regiones y comunidades del país al desarrollo nacional.

Esa expansión ha permitido impulsar polos de desarrollo regional y contribuir a la industrialización del país. En la rama petrolera en particular, el crecimiento ha sido elemento central para fortalecer las finanzas públicas y captar divisas por exportaciones. En 1994, por ejemplo, el sector energía generó aproximadamente 3.1% PIB. En el aspecto laboral, el desarrollo del sector ha creado numerosos empleos directos e indirectos. En 1995 dio empleo directo a cerca de 225,000 personas.

7.3 ENCUESTA DE LOS TIPOS DE ENERGÍAS EXISTENTES Y DEL FUTURO.

TIPOS DE ENERGÍAS EXISTENTES

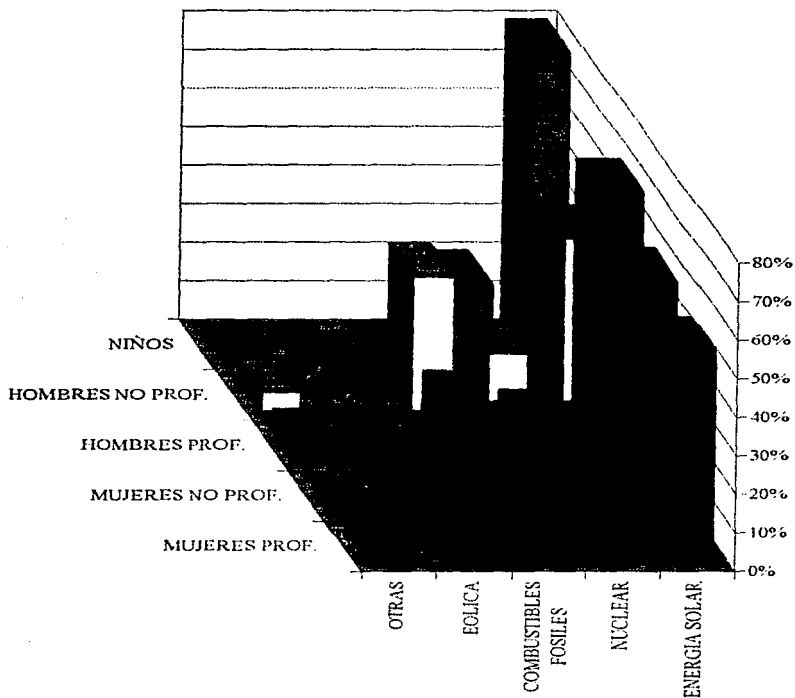
| | MUJERES | | HOMBRES | | NIÑOS |
|----------------------|---------|----------|---------|----------|-------|
| | PROF. | NO PROF. | PROF. | NO PROF. | |
| NUCLEAR | 10% | 2% | 8% | 1% | 10% |
| GEOTERMICA | 15% | 3% | 10% | 5% | 5% |
| EOLICA | 3% | 0% | 2% | 1% | 5% |
| HIDROELECTRICA | 30% | 35% | 35% | 25% | 30% |
| SOLAR | 2% | 0% | 1% | 5% | 20% |
| COMBUSTIBLES FOSILES | 40% | 60% | 44% | 63% | 30% |

ENERGETICOS DEL FUTURO

| | MUJERES | | HOMBRES | | NIÑOS |
|----------------------|---------|----------|---------|----------|-------|
| | PROF. | NO PROF. | PROF. | NO PROF. | |
| ENERGIA SOLAR | 55% | 60% | 70% | 45% | 80% |
| COMBUSTIBLES FOSILES | 10% | 20% | 15% | 35% | 0% |
| NUCLEAR | 25% | 20% | 10% | 15% | 20% |
| EOLICA | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| OTRAS | 10% | 0% | 5% | 5% | 0% |

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TIPOS DE ENERGÍAS DEL FUTURO



■ MUJERES PROF. ■ MUJERES NO PROF. ■ HOMBRES PROF. □ HOMBRES NO PROF. ■ NIÑOS

7.5 MÉXICO, SEGURIDAD EN SUS RESERVAS ENERGÉTICAS.

Para alcanzar el crecimiento económico que demanda el desarrollo nacional, es necesario asegurar la disponibilidad amplia y eficiente de los recursos de hidrocarburos de que dispone el país. Para ello, se requiere contar con instalaciones de producción, transporte y distribución de combustibles adecuadas, modernas y eficientes además de ofrecer un abasto oportuno, competitivo y suficiente para los con sumidores nacionales.

Bajo la coordinación de la Secretaría de Energía (SE), el Grupo de Política de Combustibles(GPC) ha identificado las políticas e inversiones necesarias para satisfacer las demandas esperadas de electricidad, de combustibles industriales y de transportación, al mínimo costo para el país, en términos de costos de oportunidad internacionales y de acuerdo a la evolución prevista de las normas ambientales.

Para definir estas políticas y necesidades de inversión fue necesario acordar una serie de premisas de planeación en relación a los diversos factores que influyen en el comportamiento de la demanda de energéticos, como son el crecimiento esperado de la economía nacional; la evolución de los precios internacionales del crudo, los productos petrolíferos, el gas natural y el carbón, los niveles de emisiones establecidos en las normas ambientales, y las especificaciones de calidad de los combustibles. El drástico cambio en el entorno económico nacional, a partir de diciembre de 1994, ha puesto de manifiesto la importancia de revisar periódica y sistemáticamente los resultados de estos análisis de largo plazo.

La solución económicamente óptima para satisfacer la demanda futura de energía eléctrica y de combustibles del país, cumpliendo con las normas ambientales esperadas, implica una reorientación de la política nacional de combustibles hacia un menor consumo del combustóleo y consecuentemente, un aumento significativo en el consumo de gas natural. Se espera que la demanda total del par energético combustóleo-gas natural, incluyendo los autoconsumos de PEMEX, alcance en el año 2000 la cifra del orden de 1.0MMBD de combustóleo equivalente.

A partir de 1998 la introducción de la norma ambiental para óxidos de azufre se reflejará en una significativa reducción en el consumo de combustóleo del orden del 50% que será compensada por un aumento en la demanda de gas natural seco, la cual se estima que para los usos considerados en el ejercicio de planeación del GFC(fuentes fijas) , podría alcanzar los 3,800 MMPCD en el año 2000. Este incremento reflejará también los siguientes factores:

- El establecimiento del marco regulatorio del gas natural.
- Los avances tecnológicos en la generación eléctrica, con una mayor participación de unidades de ciclo combinado que utilizan gas.

• La existencia de una amplia capacidad de generación eléctrica dual (gas-combustóleo) y el bajo costo de conversión de calderas para el uso del gas en zonas con accesibilidad al suministro.

• La penetración del gas natural en los mercados residencial y comercial, a través de redes urbanas de distribución.

Este importante cambio en la estructura de la demanda de ambos combustibles implica retos de gran magnitud para PEMEX . Es necesario tomar acciones para atender el notable crecimiento en el consumo de gas natural y para disponer en forma económica de los excedentes de combustóleo que se generan, sobre todo en el norte del país. Los planes de negocios de los organismos subsidiarios de PEMEX, toman en cuenta esta discontinuidad en la demanda.

Por lo que se refiere a la demanda de gasolinas, se prevé un crecimiento mínimo durante el periodo 1995- 2000 , de 1.8% en promedio anual, manteniéndose en un volumen ligeramente superior a los 550 MBD. Sin embargo, la demanda de la gasolina sin plomo Magna-Sin continuará aumentando a tasas mayores, estimándose que en el año 2000 su participación en el mercado alcance el 75%. La demanda de diesel registrara en el año 2000 un volumen de alrededor de 250MBD, similar al registrado en 1994, pero la proporción de diesel de muy bajo contenido de azufre pasará de 30% en 1994 a más del 80% en el año 2000.

En cuanto a la demanda de turbosina, para el periodo 1994-2000 se espera un crecimiento ligeramente superior, estimado en 4.8% como promedio anual, rebasando lo 60 MBD al final del periodo. El consumo de gas LP, combustible utilizado básicamente por el sector residencial, experimentará un crecimiento mayor, del orden de 2.7% como promedio anual en el periodo analizado, alcanzando en el año 2000 un volumen cercano a los 300 MBD.

El crecimiento medio anual de la demanda de electricidad en los diez años que culminaron en 1994 fue de 5.1% . Para los próximos diez años, la CFE ha definido dos escenarios en función de diferentes supuesto de crecimiento económico uno moderado, en el que se prevé un crecimiento promedio anual de 3.5% en la demanda de energía eléctrica, y otros más alto, que es el escenario esperado, en el que esa tasa de crecimiento resulta de 4.9%. A partir de la demanda de 111.5TWH registrada en 1994, se espera que las ventas de energía eléctrica hasta el año 2000, alcancen las siguientes cifras, expresadas en TWH:

| ANO | ESCENARIO MODERADO | ESCENARIO ESPERADO |
|------|--------------------|--------------------|
| 1995 | 114.0 | 114.8 |
| 1996 | 114.3 | 117.8 |
| 1997 | 115.8 | 121.1 |
| 1998 | 120.3 | 126.7 |
| 1999 | 125.1 | 132.9 |
| 2000 | 130.3 | 140.2 |

Como se advierte, el escenario esperado prevé para 2000 una demanda de energía eléctrica superior en más de una cuarta parte (25.7%) a la registrada en 1994. Su satisfacción constituye un reto considerable para el subsector eléctrico nacional y hace aún más necesario movilizar de manera efectiva la participación de productores independientes de energía.

La estructura para la reestructuración y desarrollo de la industria petrolera se orienta a conseguir la maximización del valor económico a largo plazo. Para ello, PEMEX debe ser transformado en una organización cada vez más moderna, integrada y eficiente, propiedad del Estado, que se encuentre en condiciones de competir a nivel internacional. En congruencia con el cambio estructura de PEMEX en su conjunto, los esfuerzos de PEMEX Exploración-Producción (PEP) se han enfocado al objetivo de materializar las enormes oportunidades de valor económico de los yacimientos mexicanos de hidrocarburos, a través de una serie de iniciativas estratégicas agrupadas en cuatro ejes básicos de acción: aplicación eficiente de los recursos de inversión, modernización de la estructura organizativa, reducción de restricciones tecnológicas y de recursos humanos, y mejoras en la eficiencia operativa .

Concentrar la inversión en proyectos de alto rendimiento para incrementar la producción, con un enfoque integral del desarrollo de campo que incluye extracción primaria, recuperación secundaria, sistemas artificiales y optimización de instalaciones . Estos proyectos corresponden a los siguientes campos:

| REGIÓN MARINA | REGIÓN SUR | REGIÓN NORTE |
|--|--|--------------------------|
| CANTARELL ABKATUN-POL-CHUC KU CAAN EK-BALAM BACAB | SAMARIA-IRIDE JUJO-TECOMINOACAN GIRALDAS AGAVE CUNDUACAN- OXIACAQUE CACTUS-NISPERO | POZA RICA CHICONTEPEC |

*Desarrollar la Cuenca de Burgos para producir volúmenes incrementales de gas no asociado.

* Realizar sólo los proyectos importantes de incorporación de reservas, que son los siguientes:

| REGIÓN MARINA | REGIÓN SUR | REGIÓN NORTE |
|--|---|--|
| LITORAL TABASCO MARINO. CAMPECHE | LITORAL TABASCO TERRESTRE. JULIVA COMALCALCO SIMOJOVEL MACÚSPANÁ | BACALAO SARDINA CAZONES FALCON CAMARGO |

* Asignar montos de inversión anuales constantes a los proyectos de evaluación de potencial.

Esta cartera incluye actividades a lo largo de toda la cadena de producción del organismo, atendiendo a las necesidades de corto, mediano y largo plazo. Su integración obedece a una estrategia que comprende acciones complementarias en evaluación de potencial, incorporación de reservas, delimitación y caracterización de campos, recuperación secundaria y mejorada, sistemas artificiales de producción, acciones de mantenimiento, seguridad industrial, protección ambiental y ahorro de energía. Los proyectos de incorporación de reservas y evaluación de potencial permitirán que, no obstante los mayores volúmenes de extracción previstos, se mantengan niveles importantes de reservas, que garanticen la seguridad energética de la Nación.

Se han determinado los recursos de inversión que serían necesarios en el período 1996-1998 para llevar adelante los proyectos prioritarios de la cartera de inversiones durante el primer año y financiarlos en los años subsecuentes, además de asignar recursos a los proyectos en ejecución iniciados en años anteriores. Sobre esta base, se han realizado las siguientes estimaciones de montos de inversión que constituyen la base de los proyectos de presupuesto, niveles de producción y resultados.

| CONCEPTO Y UNIDAD | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INVERSIONES (MILES DE MMBD) | 10.5 | 13.5 | 17.7 | 19.6 | 17.7 | 14.1 |
| PRODUCCION DE PETROLEO (M D) | 2,728 | 2,847 | 2,957 | 2,955 | 3,058 | 3,069 |
| PRODUCCION DE GAS NATURAL (MMPCD) | 3,830 | 4,280 | 4,273 | 4,238 | 4,577 | 5,072 |
| UTILIDAD DE OPERACION (MILES DE MMBD) | 98.3 | 104.7 | 107.5 | 106.9 | 111.3 | 114.4 |

Como se advierte, el perfil de inversiones previsto permitirá, en caso de que se aprueben las asignaciones presupuestales correspondientes, alcanzar volúmenes de producción de petróleo que superarán los 3 MMBD, arrojando excedentes exportables superiores a los 1.7MMBD. Permitiría, por otra parte, llevar la producción bruta de gas natural, antes de endulzamiento y eliminación de líquidos, a más de 5,000 MMPCD en el año 2000, consiguiendo excedentes sobre la demanda máxima prevista en 1996 y 1997 y déficit anuales promedio de 138 MMPCD entre 1998 y 2000, equivalentes a entre 2 y 3 % de esa demanda.

En condiciones de limitación de recursos de inversión, se ha definido una jerarquización estricta de los proyectos de inversión de PR, a las siguientes tres categorías:

| MEJORA DE LA CALIDAD DE COMBUSTIBLES. | CONVERSIÓN DE RESIDUALES. | INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PROCESO. |
|---|--|---|
| ALQUILACIÓN EN SALINA CRUZ, TULA Y SALAMANCA. | COQUIZADORA EN CADEREYTA. | NUEVO TREN DE REFINACIÓN CON COQUIZADORA EN TULA O SALINA CRUZ. |
| ISOMERIZACIÓN EN TODAS LAS REFINERÍAS. | DESULFURADORA AL VACÍO DE COMBUSTÓLEO EN TULA. | |
| HIDROTRATADORES DE DESTILADOS EN SALAMANCA Y CADEREYTA. | | |
| DESINTEGRADORA CATALÍTICA EN SALINA CRUZ. | | |

En los segmentos del procesamiento de gas y de la petroquímica básica se presentarán de las demandas de más rápido crecimiento en el horizonte del año 2000. Entre los factores de cambio a los que deberá responder el sector, a través particularmente de PEMEX, GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA (PGPB), se cuentan los derivados del comportamiento esperado de la demanda de gas natural, con un incremento acelerado debido a la reanudación esperada del crecimiento económico, la posible modificación de los precios relativos vis-à-vis el combustóleo, la instalación de ciclos combinados para generación eléctrica y, sobre todo a partir de 1998, la normatividad ambiental, influirá también la posible sustitución de gas licuado de petróleo por gas natural en usos domésticos y comerciales.

Ante el proceso de desincorporación de la petroquímica secundaria, FGPB deberá desarrollar relaciones contractuales con las nuevas empresas y enfrentará mayores requerimientos, en términos de calidad, precios y servicios, por parte de éstas.

Las estrategias definidas para FGPB (PEMEX, GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA) se refieren a sus tres principales ámbitos de operación el que se le reserva de manera exclusiva (monopolio regulado), en el que compete con agentes privados desde una posición dominante en el mercado (competencia regulada) y aquel en que participa en condiciones de libre competencia (competencia no regulada). En cada uno, la estrategia se orienta a superar las brechas de desempeño identificadas. De acuerdo con el plan de negocios de FGPB, esta estrategia se esquematiza como sigue:

| AMBIENTE/ ACTIVIDAD | OBJETIVO | INICIATIVAS ESTRATEGICAS |
|---|---|--|
| MONOPOLIO REGULADO *PROCESAMIENTO | *MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES | *OPERAR LAS PLANTAS CON ESTANDARES ESTRUCTURALES DE SEGURIDAD Y CUIDADO AMBIENTAL |
| | *EFICIENCIA OPERATIVA | *MEJORAR LAS OPERACIONES DE PLANTA EN FUNCION DE ESTANDARES INTERNACIONALES. |
| | *EFICIENCIA FINANCIERA | *MAXIMIZAR EL RETORNO DE LOS ACTIVOS Y PLANEAR NUEVAS INVERSIONES CON CRITERIOS DE UTILIDAD ECONOMICA |
| COMPETENCIA REGULADA. *TRANSPORTE POR DUCTOS | *MECANISMOS DE PRECIOS | *AJUSTAR TARIFAS PARA RECUPERAR COSTOS, ELIMINANDO SUBSIDIOS. |
| | *SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANTENIMIENTO. | *ASEGURAR OPERACIONES SECURAS Y CONFIABLES. |
| | *PROCEDIMIENTOS Y SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE MEDICIÓN Y CONTROL. | *MANTENER EQUIPOS E INSTALACIONES EN CONDICIONES OPERATIVAS OPTIMAS. |
| | *CAPACIDAD SUFICIENTE Y EFECTIVA | *ESTABLECER INFRAESTRUCTURAS Y DESARROLLAR PROCEDIMIENTOS PARA PRESTAR EL SERVICIO DE TRANSPORTE A TERCEROS DE MANERA EFICAZ. |
| COMPETENCIA NO REGULADA. *COMERCIALIZACIÓN | *DEARROLLO DE PRODUCTOS Y DE SERVICIOS. | *INSTALAR CAPACIDAD ADECUADA DE DUCTOS PARA RESPONDER A LA DEMANDA FUTURA. |
| | *FUENTES DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA. | *OFRECER PRODUCTOS Y SERVICIOS COMPETITIVOS |
| | *UTILIZACIÓN DE ACTIVOS. | *DESARROLLAR CAPACIDADES PARA ATENDER A LOS CRECIMIENTOS ESPERADOS DE LA DEMANDA DE GAS NATURAL, GAS LP Y PETROQUÍMICOS BÁSICOS. |
| | *CULTURA MERCADO. ORIENTADA AL | *DEINDEPENDIAR SELECTIVAMENTE ACTIVOS NO ESTRATÉGICOS. |
| | | *DESARROLLAR UNA ORGANIZACIÓN DE COMERCIALIZACIÓN QUE RESPONDA AL MERCADO Y CON UNA ALTA CAPACIDAD OPERACIONAL. |

Este conjunto de iniciativas estratégicas reclama la realización de una serie de acciones, las cuales permitirán una liberalización en el mercado el cual llevara los precios al público, reflejando los costos reales de abastecimiento en cada punto de consumo del país y eliminando los subsidios cruzados que existen.

Se ha señalado que se prevén dos escenarios de crecimiento de la demanda de energía eléctrica en el decenio 1995-2004 : el moderado, con una tasa anual de 3.5% y el esperado, con crecimiento de 4.9% anual. Este último supone necesidades adicionales de capacidad, en nuevos proyectos de generación, estimadas en 13,039 MW. De este total, 4,008 corresponden a proyectos que ya se encuentran en construcción y 9,031 a los que se licitarán entre 1996 y 1999, para entrar en operación entre 1999 y 2004.

Las modalidades que se aplicarán para la construcción de estos proyectos (licitación de la CFE o licitación para producción independiente) serán definidas por la SE. Hecha esta determinación, corresponderá a la entidad o empresa encargada del proyecto decidir la fuente de energía a utilizar que resulte más conveniente, en los términos de las disposiciones legales vigentes.

Para ello, el sector eléctrico deberá realizar inversiones en obras de transmisión y subtransmisión con objeto de conectar plantas nuevas al sistema, reducir cuellos de botella, mejorar la confiabilidad y hacer frente a aumentos en la demanda de energía eléctrica. Se estima que en el período 1995-1997 la CFE instalará más de 110,000 km de líneas de transmisión y subestaciones reductoras por más de 17,700 MVA. Un esfuerzo proporcional será necesario en los últimos tres años del período considerado.

Se estima que los montos de inversión requeridos para los proyectos de generación y transmisión antes señalados se elevan a 175,000 MMNS de 1995. Como existen inversiones para las que ya se han definido los financiamientos necesarios, el monto de inversiones por financiar resultan del orden de 142,092 MMNS, total que se distribuye prácticamente a partes iguales en los períodos 1995-2000 y 2001-2004. Los programas de electrificación rural a pequeñas comunidades y la ampliación del servicio de suministro eléctrico a poblados rurales corresponden a programas de inversiones diferentes, a los que se alude más adelante.

Dentro de los programas prioritarios a desarrollar en el área de influencia de LFC en el período que abarca este programa, se incluye el tendido de 160 km de líneas de 230 kv y 280 km adicionales de líneas de 85 kv. De igual forma se construirán 21 nuevas subestaciones y se ampliarán 18 más. En total se añadirá una capacidad de 7,165 MVA durante el período de referencia.

Lo anterior permitirá una reducción sustancial de pérdidas técnicas, abatiendo el valor actual, superior al 13% para alcanzar niveles inferiores al 10%. Adicionalmente se contempla la automatización creciente de la red de distribución para mejorar la calidad del suministro y la atención a fallas e interrupciones. Considerando el comportamiento previsible de la demanda, la disponibilidad y precios de los combustibles, los costos de inversión y desarrollo tecnológico, para el año 2000 se prevé que el total de la capacidad instalada para generación eléctrica se ubique en torno a los 37,685 MW frente a los 31,649 MW existentes al final de 1994. Así, entre 1995 y 2000 se deberán agregar 6,036 MW a la capacidad instalada. Lo anterior supone concluir proyectos con capacidad de 4,008 MW, que se encuentren actualmente comprometidos o en construcción, de los cuales 1,020 MW son de termoeléctricas convencionales y 2,988 MW son a base de otras fuentes.

| NOMBRE | UNIDAD | TIPO | CAPACIDAD MW | OPERACION COMERCIAL | |
|------------------------------|--------|------|-----------------|---------------------|------|
| | | | | MES | AÑO |
| NOROESTE | | | | | |
| 1.- TOFOLOBAMPO II | U-1 | COM | 160 | JUN | 1995 |
| TOFOLOBAMPO II | U-2 | COM | 160 | JUN | 1995 |
| 2.- L.D.COLOSIO(HUITES) | U-1 | HID | 220 | NOV | 1995 |
| L.D.COLOSIO(HUITES) | U-2 | HID | 220 | NOV | 1995 |
| NORTE | | | | | |
| 3.- SAMALAYUCAII | U-1 | CC | 173 | ENE | 1998 |
| SAMALAYUCAII | U-2 | CC | 173 | ABR | 1998 |
| SAMALAYUCAII | U-3 | CC | 173 | JUN | 1998 |
| NORESTE | | | | | |
| 4.- CARBON II | U-3 | CAR | 350 | NOV | 1995 |
| CARBON | U-4 | CAR | 350 | MAR | 1996 |
| OCCIDENTAL | | | | | |
| 5.- CHILATAN | U-1 | HID | 14 | MAR | 1997 |
| CHILATAN | U-2 | HID | 14 | MAY | 1997 |
| 6.- MARITARO | U-1 | GEO | 25 | MAR | 1997 |
| MARITARO | U-2 | GEO | 25 | JUN | 1997 |
| 7.- SAN RAFAEL | 2US | HID | 24 | NOV | 1996 |
| 8.- F.HERRIART B.(ZIMAPAN) | U-1 | HID | 146 | SEP | 1995 |
| F.HERRIART B.(ZIMAPAN) | U-2 | HID | 146 | DIC | 1995 |
| ORIENTAL | | | | | |
| 9.- A.LOPEZ MATEOS (TUXPAN) | U-5 | COM | 350 | MAR | 1996 |
| A.LOPEZ MATEOS(TUXPAN) | U-6 | COM | 350 | JUL | 1996 |
| 10.- LAGUNA VERDE | U-2 | NUC | 675 | ABR | 1995 |
| 11.- TEMASCAL II | U-1 | HID | 100 | AGO | 1996 |
| TEMASCAL II | U-2 | HID | 100 | NOV | 1996 |
| BAJA CALIFORNIA NORTE | | | | | |
| 12.- TECATE | U-1 | HID | 30 | MAR | 1999 |
| TECATE | U-2 | HID | 30 | JUN | 1999 |
| SUBTOTAL | | | 4,088 | | |

| PROYECTO | UBICACIÓN | FECHA LÍMITE DE CONCLUSIÓN | CAPACIDAD REQUERIDA EN SITIO (MW) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| | | | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| 1.-CERRO PRIETO II Y III | BAJA CALIFORNIA | 1996 | 100 | | | | | | |
| 2.-MÉRIDA III | YUCATAN | 1996 | | 220 | | | 220 | | |
| 3.-ROSARITO 7 Y 8 | BAJA CALIFORNIA | 1996 | 225 | 225 | | | | | |
| 4.-CAMPECHE/TABASCO | TABASCO-CAMPECHE | 1996 | 225 | | | | | | |
| 5.-EL CAJON 1, 2 Y 3 | NAYARIT | 1996 | | | | | | | |
| 6.-LA PAROTA 1, 2 Y 3 | QUERRERO | 1996 | | | | | | | |
| 7.-P.PRIETA 4 Y 5 | BAJA CALIFORNIA S. | 1996 | | 37.5 | | 235 | 510 | | 37.5 |
| 8.-CHIHUAHUA 1 Y 2 | CHIHUAHUA | 1996 | | 225 | | | | | |
| 9.-MONTERREY | NUEVO LEON | 1996 | | 450 | | | 225 | 450 | 225 |
| 10.-COPIALNALI 1 Y 3 | CHIAFAS | 1997 | | | | | | | 240 |
| 11.- LA PRIMAVERA 1 Y 2 | JALISCO | 1997 | 50 | | | | | | |
| 12.-EL CHINO I Y 2 | MICHOACAN | 1997 | 50 | | | | | | |
| 13.-RIO BRAVO 4 Y 5 | TAMAULIPAS | 1997 | | | | 225 | 225 | | |
| 14.-BAJO 1 Y 2 | QUERETARO | 1997 | | | | 225 | 225 | | |
| 15.-CENTRAL 1, 2, 3 Y 4 | VALLE DE MEXICO | 1997 | | | | 450 | | 450 | |
| 16.-ROSARITO 9 Y 10 | BAJA CALIFORNIA | 1997 | | | | 225 | 225 | | |
| 16.-ALTAMIRA | TAMAULIPAS | 1998 | | | | | | 450 | 225 |
| 17.-HERNÁNDEZ 1 Y 2 | SONORA | 1998 | | | | | | 225 | 150 |
| 18.-SALAMANCA 1 Y 2 | QUANAJUATO | 1998 | | | | | | 225 | 225 |
| 19.-LAGUNA 1 | DURANGO | 1999 | | | | | | | 225 |
| 20.-MEXICALI 1 | BAJA CALIFORNIA | 1999 | | | | | | | 225 |
| SUBTOTAL | | | 650 | 1,120 | 1,400 | 1,630 | 2,154 | | 9,631 |
| TOTAL EN EL SISTEMA | | | | | | | | | 13,899 |

Para fin de siglo, la participación relativa de los hidrocarburos se mantendrá en alrededor de 54% tanto en términos de capacidad instalada como de generación. Empero, dentro de éstos, habrá aumentado significativamente el uso del gas natural, disminuyendo correlativamente el del combustible. Se continuarán los esfuerzos de diversificación y, para entonces, se prevé que la participación de las restantes fuentes de energía respecto del total, sea : 27.1% hidroeléctricas, 6.9% carboceléctricas, 5.6% duales, 3.6% nuclear, 2.7% geotermia y una participación estadísticamente no significativa de energía eólica.

Se espera que para integrar la capacidad adicional necesaria en el período 1995-2000, alrededor de la cuarta parte se financiará con inversión presupuestal, mientras que el resto se licitará para que participe la iniciativa privada, sobre todo bajo la modalidad de productor independiente.

Se ha estructurado un conjunto de líneas de investigación y desarrollo tecnológico para dar respuesta a las necesidades tecnológicas del sector eléctrico, en el corto, mediano y largo plazo, que habrán de desarrollarse a lo largo de los próximos años.

Estas se relacionan a continuación:

| APOYO A LA GENERACIÓN | |
|--|---|
| PROGRAMA DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS | PROGRAMA DE CENTRALES GEOTERMOELÉCTRICAS. |
| FÍSICA Y QUÍMICA DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES | EXPLORACIÓN DE RECURSOS GEOTÉRMICOS |
| CONTROL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA | |
| INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL | PROGRAMA DE CENTRALES NUCLEOELÉCTRICAS. |
| ELECTRÓNICA PARA ADQUISICIÓN DE DATOS, CONTROL Y MEDICIÓN. | TECNOLOGÍA DE LA SEGURIDAD |
| DESARROLLO DE SIMULADORES PARA EL ENTRENAMIENTO DE OPERADORES | MODELACIÓN DE PROCESOS NUCLEARES |
| DESARROLLO DE SIMULADORES PARA LA PRUEBA DE EQUIPOS | OCEANOGRAFÍA |
| SISTEMAS INTEGRALES DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL | |
| INFORMÁTICA AVANZADA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO | PROGRAMA DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA. |
| SISTEMAS GRÁFICOS INTELIGENTES | INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA. |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO Y EXTENSIÓN DE VIDA | |
| ÚTIL DE TURBINAS DE VAPOR, GAS Y COMPRESORES. | |
| SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DINÁMICO | |
| MAQUINAS ELÉCTRICAS ROTATORIAS | |
| ESTUDIOS MECÁNICOS DE CENTRALES GENERADORAS | |

| APOYO A LA TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN | |
|--|--|
| PROGRAMA DE TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN | |
| PLANEACIÓN DE LA EXPANSIÓN Y DE LA OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA. | CARACTERIZACIÓN DE MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DE MATERIALES AISLANTES |
| ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA | DINÁMICA ESTRUCTURAL E INGENIERÍA SÍSMICA |
| SISTEMAS DE COMUNICACIÓN | EQUIPO DE INTERRUPCIÓN Y TRANSFORMACIÓN |
| LÍNEAS DE TRANSMISIÓN | DESARROLLO DE MATERIALES Y SU APLICACIÓN EN EQUIPOS ELÉCTRICOS |
| COMPORTAMIENTO DE ESTRUCTURAS | DISEÑO Y OPERACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS |

| OTROS PROGRAMAS | |
|--|---|
| PROGRAMA DE DISTRIBUCIÓN | SERVICIOS DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA |
| REDES DE DISTRIBUCIÓN | SERVICIOS DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO |
| PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA | ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE |
| MÉTODOS DE INGENIERÍA MECÁNICA | PROCESOS DE GENERACIÓN DE VAPOR EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS |
| SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES | DESARROLLO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS GEOTÉRMICOS |

Como se ha señalado, al ININ corresponde llevar las tareas de investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, así como en la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear. En la ejecución de este programa, el ININ buscará la instrumentación de las siguientes estrategias institucionales:

- *Elaboración y revisión periódica de un programa de planeación estratégica.
- *Fortalecimiento de los recursos físicos y humanos del Instituto.
- *Fortalecimiento del Instituto como Laboratorio Nacional e inicio de acciones para que se le considere como Laboratorio Regional en América Latina.
- *Establecimiento de relaciones de colaboración con laboratorios similares en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Las acciones que corresponden a las anteriores estrategias se resumen como sigue:

| | |
|---|---|
| DESARROLLO CIENTIFICO | PROTECCIÓN AMBIENTAL |
| DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES | TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| INVESTIGACIONES DE MATERIALES DE TRANSMISIÓN INTERNA | DIAGNOSTICO DE CONTAMINANTES |
| ESTUDIOS DE FUENTES ALTERNAS DE ENERGÍA | |
| TRANSFERENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA | DESARROLLO DE CENTROS NACIONALES |
| ESTUDIOS Y APLICACIONES DE LA RADIACIÓN | DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES |
| FABRICACIÓN DE ENSAMBLES DE COMBUSTIBLE | DE SERVICIOS DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS |
| ESTUDIOS Y SERVICIOS A LA CENTRAL DE LAGUNA VERDE | DE PRODUCCIÓN DE RADIOISOTOPOS PARA EL SECTOR SALUD |
| SERVICIOS DE IRRADIACIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS | DE METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES |
| ESTUDIOS Y SERVICIOS A LA INDUSTRIA | DE CAPACITACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN |

CONCLUSIONES

Dada la importancia que tiene el sector energético en nuestro país , concluyo que solamente el país saldrá adelante cumpliendo una serie de medidas que a continuación menciono:

La secretaría de energía tendrá que mantener atención a la evolución de los mercados mundiales de energía y tener una participación más activa en los foros y organismos a los que el país pertenece. En especial , tendrán que atender los movimientos de los precios y mercados internacionales del petróleo; la evolución de los mercados del gas natural, sobre todo en Norteamérica, la creciente interacción global de las cuestiones ambientales y el uso de los energéticos , y los avances tecnológicos susceptibles de absorberse y adaptarse a las necesidades de nuestro sector energético. Se deben de dar más seguido consultas e intercambios informales de puntos de vista con los gobiernos de otros países , tanto exportadores como importadores de petróleo y con las empresas líderes en la industria energética.

*El estímulo a la participación de los particulares en las áreas y actividades del sector de energía de acuerdo a la legislación aplicable, que se realice con arreglo a una estrategia de fomento que abarque las acciones de inducción y formulación de proyectos, de promoción de inversiones, y de una aplicación adecuada a nuestro país.

*El otorgar permisos y autorizaciones, conforme a las disposiciones aplicables, se efectúe con una vocación de estimular el desarrollo eficiente y oportuno en las actividades sujetas a esta normatividad, ya sea para las empresas paraestatales o a los agentes privados que participen en diversos segmentos del sector energético.

*La estrategia del ahorro y uso eficiente de energía, que abarque no solo a la secretaría de energía y a las entidades del sector, sino a la sociedad en su conjunto, que debe de instrumentar en forma sostenida la participación de los sectores social y privado, veremos si el horario de verano , ejemplifica el alcance nacional de las acciones que corresponden a esta línea de estrategias.

*Asegurar la colocación de las exportaciones y garantizar el suministro económico de las importaciones.

*Contribuir a optimizar el sistema nacional de refinación, a través de operaciones de comercio exterior de productos petrolíferos, al tiempo que se amplíen las opciones de refinación y exportación, mediante coinversiones y alianzas estratégicas en el exterior.

*Mejorar la capacidad técnica, con apoyo en las tecnologías de punta que ofrecen las empresas internacionales y enriquecer la capacidad gerencial, a través de una mayor y más intensa relación con empresas de reconocido prestigio.

***Planear una coordinación estratégica en los institutos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico petrolero, eléctrico y nuclear maximizando su contribución al desarrollo y eficiencia global del sector.**

***Continuar mejorando la calidad de los productos y servicios ofrecidos por PEMEX , para atender un mercado cada vez más exigente y enfrentar un ámbito de competencia cada vez más amplio y demandante.**

***Otorgar prioridad al cuidado ambiental, al incremento de la eficiencia en el uso de la energía y a la seguridad en operaciones e instalaciones, para responder a las demandas de la sociedad.**

***Fortalecer el cambio de cultura en todos los niveles del organismo. Funcionarios, empleados y trabajadores deben acentuar el cambio en su filosofía de trabajo, para dar mayor énfasis a obtener resultados económicos positivos y responder las exigencias de los mercados.**

***Lograr incrementos de la producción, mediante su canalización al desarrollo y optimización de los campos de mayor rendimiento, en los que se concentran las oportunidades de generar valor económico, y a la eliminación de los estrangulamientos de operaciones existentes.**

***Integrar una cartera de proyectos cada vez de más alta calidad, a través del estudio sistemático de los campos prioritarios y la evolución de las alternativas tecnológicas de explotación, del enlace de las estrategias de exploración y producción; privilegiar la exploración destinada a delimitar reservas ya descubiertas, y atender la exploración de frontera en nuevas áreas geológicas.**

***Identificar los desarrollos tecnológicos disponibles a nivel internacional y fomentar su asimilación por las unidades regionales y las de servicios.**

***Establecer vínculos con universidades y centros de investigación , en México y en el exterior, para estimular su actividad en la investigación tecnológica de avanzada y aprovechar las innovaciones.**

***Otorgar prioridad a los programas de capacitación técnica y directiva de trabajadoras, técnicos y funcionarios, a través de planes de carrera, programas continuos y sistemas incentivos.**

***Realizar estudios de caracterización ambiental de flora, fauna y suelo, a fin de cumplir con la normatividad y con los requerimientos específicos para cada obra. Y no abandonar el programa de reforestación.**

***Si se dispone de oferta suficiente de gas natural para dar cumplimiento a los límites de emisión que establece la norma NOM-085-ECOL-1994 a partir de lo de enero de 1988, la CFE deberá reacondicionar, si así lo quieren, todas las centrales termoeléctricas que se encuentren en las zonas ambientales críticas como Guadalajara, Monterrey, los municipios de Tijuana y Ciudad Juárez, y en los corredores industriales de Coahuila de Zaragoza -Minatitlán, Irapuato-Celaya-Salamanca, Tula-Vitotlán-Apasco y Tampico-Madero-Altamira, para que utilicen gas natural en lugar de combustible. Asimismo, se deberán adecuar las instalaciones para recibir y almacenar el combustible.**

***Profundizar en el conocimiento del impacto real de las descargas térmicas en la fauna y la flora marina (aspectos biológicos, fisicoquímicos, hidrodinámicos, batimétricos).**

***Mejorar el manejo de las corrientes de lavado de precalentadores y limpieza química de calderas en cuanto a su tratamiento y/o disposición.**

***Hacer un manejo adecuado de los lodos de fosas sépticas, plantas de tratamientos de aguas residuales y fosas de neutralización.**

***Sistematizar la información relativa al manejo del agua (explotación, aprovechamiento, descarga, calidad, etc.), para fines de análisis de problemas, control, toma de decisiones y reportes.**

***Ampliar la infraestructura de tratamiento y reuso de aguas residuales.**

***Fomentar el uso eficiente de energía eléctrica, para lograr en el año 2000 un ahorro del orden de 7.3% de las ventas nacionales de energía eléctrica registrada en 1994.**

***Estableciendo el nuevo horario de verano traerá las siguientes mejoras:**

***Ahorro en el consumo de energía eléctrica, tentativamente estimado, a nivel nacional, en alrededor de 1% del consumo nacional.**

***Ahorro de combustible utilizados en la generación de energía eléctrica, tentativamente estimados en 2 millones de barriles de petróleo equivalente.**

***Menor emisión de contaminantes a la atmósfera por efecto de la reducción en la generación eléctrica.**

***Concientización de la población sobre el ahorro de energía.**

***Crear un centro de resultados, con objeto de que CFE tenga una visión empresarial con una orientación de mercado, esto es para obtener un mejor uso de los recursos económicos con la mayor efectividad en el control de los costos.**

***Incorporar los avances tecnológicos que se presentan en diversos campos, como la informática, el diseño, técnicas de optimización , nuevos materiales.**

***Implantar formalmente los sistemas basados en la normatividad internacional ISO-9000.**

***Desarrollar tecnologías de catalizadores y orientar su aplicación a abatir las emisiones de contaminantes de las fuentes fijas de los centros de trabajo y garantizar la ocupación total de las unidades de proceso.**

***Utilizar catalizadores orientados a abatir el consumo energético durante las operaciones industriales para ayudar al mejoramiento de los resultados del negocio.**

***Evaluar e investigar el desarrollo de nuevos materiales (aleaciones, polímeros, cerámicas, sólidos microporosos, materiales compuestos) para catalizadores más selectivos.**

***Proporcionar servicios ecológicos especializados para optimizar el aprovechamiento de los catalizadores y de las unidades industriales y aumentar los márgenes de rentabilidad.**

***Aumentar el nivel de satisfacción de los usuarios en relación a los resultados de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico contratados.**

***Incrementar la proporción de investigadores con posgrados en las diferentes áreas de la secretaría de energía.**

***Incrementar la eficiencia operativa en el desarrollo de proyectos.**

Siendo estas, algunas de las prioridades para que nuestro sector energético salga adelante, no es solo que la secretaría de energía como órgano regulador y el mismo gobierno tengan toda la responsabilidad , pienso que uno como comunidad debe también de concientizarse de que tener cualquier tipo de combustible o energético cuesta mucho al país y por lo tanto repercute en nosotros al ver poco a poco que ya nos cuesta trabajo pagar cualquier tipo de servicio.

Es por eso que teniendo estrategias energéticas, uno pueda sacar poco a poco el país adelante, y saber que no solo los combustibles que utilizamos en este momento son los que nos abastecerán en el futuro, sino que, posiblemente tengamos una gama de opciones para poder utilizar otros tipos de energías , las cuales posiblemente en su comienzo sean caras pero a largo plazo saldrá lo invertido y con ganancia.

Por último quiero comentar que el pensamiento que tiene nuestra niñez es muy alentadora ya que presentan un gran interés y sobre todo conocimiento sobre las alternativas futuras de energéticos y es bueno saber que estos niños son los que guiaran el futuro de nuestro país , y no solo el nuestro sino el de todo el mundo.

TABLAS

COMBUSTIBLE TOTAL MENSUAL DE ENERGIA POR PAIS - 1988-2010*
(Quedados Mte)

| SECTOR ARBITRARIO | 1988 | | 1989 | | 2010 | | PROYECCIONES | | 2010 | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1988 | 1989 | 1988 | 1989 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | |
| | 1988 | 1989 | 1988 | 1989 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | |
| UNIC | 268.9 | 192.8 | 214.4 | 209.3 | 283.3 | 271.4 | 214.7 | 206.0 | 300.0 | 283.3 | 377.4 |
| PETROLEO | 79.7 | 89.9 | 89.6 | 88.3 | 84.3 | 84.7 | 82.3 | 100.3 | 88.3 | 84.7 | 109.6 |
| GAS NATURAL | 34.9 | 37.3 | 45.6 | 48.3 | 47.8 | 48.3 | 43.9 | 35.7 | 33.9 | 48.4 | 38.3 |
| CARBON | 37.3 | 37.3 | 68.3 | 39.7 | 61.3 | 62.4 | 68.9 | 45.6 | 64.9 | 47.3 | 61.3 |
| NUCLEAR | 16.3 | 17.4 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 19.3 | 18.2 | 19.4 | 18.7 | 18.7 | 20.0 |
| RENOVABLES | 15.7 | 16.1 | 15.8 | 16.8 | 20.8 | 21.3 | 20.9 | 23.1 | 24.9 | 21.9 | 26.3 |
| BIOBIOMASA | 96.3 | 88.3 | 88.7 | 81.3 | 88.3 | 88.4 | 88.1 | 78.8 | 78.7 | 88.3 | 81.7 |
| PETROLEO | 31 | 16.3 | 15.8 | 12.3 | 13 | 12.7 | 13.1 | 14.4 | 19.2 | 18.8 | 26.3 |
| GAS NATURAL | 26.7 | 23.3 | 29.1 | 27.3 | 28.9 | 31.8 | 28.3 | 31.8 | 31.3 | 28.1 | 38.7 |
| CARBON | 26.7 | 16.1 | 15.4 | 14.9 | 18 | 15.4 | 14.9 | 16.8 | 14.4 | 13.4 | 15.4 |
| NUCLEAR | 3 | 3.8 | 3.4 | 3.4 | 3.7 | 3.3 | 3.3 | 4.8 | 3.3 | 3.3 | 4.2 |
| RENOVABLES | 3 | 3.8 | 3.1 | 2.9 | 3.3 | 3.4 | 3.1 | 3.3 | 3.8 | 3.3 | 4.4 |
| AREA BIOMASA | 81.3 | 88.8 | 78.4 | 71.1 | 88.4 | 88.1 | 88.3 | 87.8 | 88.3 | 88.7 | 114.8 |
| PETROLEO | 16 | 18.7 | 20.3 | 20.1 | 20.3 | 20.7 | 20.0 | 24.0 | 24.4 | 23.8 | 26.4 |
| GAS NATURAL | 3 | 3.8 | 4.7 | 3.1 | 4.3 | 3.9 | 3.5 | 8.9 | 7.3 | 3.8 | 11.4 |
| CARBON | 29.3 | 28.4 | 39.1 | 33.9 | 44.7 | 45.7 | 34.8 | 31.7 | 32.8 | 40.8 | 47.7 |
| NUCLEAR | 8.9 | 8.9 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 1.9 | 2.3 |
| RENOVABLES | 3.1 | 3.3 | 4.8 | 3.3 | 4.3 | 4 | 3.8 | 6.8 | 7.3 | 6.8 | 11.1 |
| BIOBIOMASA | 17.8 | 12.8 | 18.3 | 14.9 | 16.8 | 18.9 | 14.9 | 18.1 | 18.4 | 18.7 | 21.8 |
| PETROLEO | 7.3 | 7.8 | 8.4 | 9.4 | 9.5 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 11.4 | 11.9 | 11.4 |
| GAS NATURAL | 3.8 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4 | 4.3 | 7.8 | 4.3 | 4.8 | 5.8 |
| CARBON | 6.1 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.2 | 6.3 | 6.3 | 6.2 | 6.3 |
| NUCLEAR | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| RENOVABLES | 6.1 | 6.1 | 6.3 | 6.3 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 6.8 | 6.3 | 6.3 | 6.8 |
| AFRICA | 8.8 | 10.8 | 13.8 | 11.8 | 13.4 | 12.8 | 13.3 | 13.8 | 14.8 | 13.7 | 16.8 |
| ASIA | 4.4 | 4.7 | 5.8 | 5.7 | 6.8 | 6.3 | 6.3 | 6.7 | 6.9 | 6.7 | 7.4 |
| GAS NATURAL | 1.4 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.3 | 1.8 | 2.8 | 3.8 | 3.4 | 1.4 | 3.9 |
| CARBON | 3.3 | 3.9 | 4.1 | 3.8 | 4.4 | 4.3 | 3.8 | 4.7 | 4.4 | 3.8 | 5.8 |
| NUCLEAR | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| RENOVABLES | 8.3 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.8 | 8.8 | 8.3 | 1.1 | 8.9 | 8.3 | 1.3 |
| CENTRO Y SURAMERICA | 13.8 | 14.8 | 17.8 | 18.8 | 18.8 | 18.3 | 17.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 24.8 |
| PETROLEO | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.3 |
| GAS NATURAL | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.1 | 3.1 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 3.4 |
| CARBON | 8.7 | 8.8 | 8.1 | 8.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 3.2 |
| NUCLEAR | 6.1 | 6.1 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.4 |
| RENOVABLES | 3.8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| TOTAL MENSUAL | 248.4 | 247.8 | 282.8 | 281.8 | 324.9 | 324.8 | 282.3 | 277.8 | 277.7 | 484 | 516.6 |
| PETROLEO | 134.8 | 136.8 | 138.3 | 137.8 | 138.8 | 138.8 | 137.8 | 138.8 | 138.8 | 138.8 | 138.8 |
| GAS NATURAL | 73 | 74.3 | 88.3 | 88.3 | 88.8 | 88.1 | 104.8 | 104.8 | 104.8 | 98.3 | 115.3 |
| CARBON | 91.9 | 88.9 | 108.3 | 98.3 | 108.3 | 108.4 | 108.3 | 118.3 | 118 | 108.3 | 131.8 |
| NUCLEAR | 26.3 | 21.3 | 23.7 | 23.7 | 23.7 | 24.6 | 23.7 | 24.6 | 24.6 | 24.6 | 27.3 |
| RENOVABLES | 24.3 | 24.8 | 28.1 | 28.6 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 28.3 | 28.3 | 27.8 | 41.3 |

CONSUMO TOTAL MUNDIAL DE ENERGÍA POR PAÍS *1990-2010*
(RESUMEN)

| INDICADOR ENERGÉTICO | 1990 | | 2000 | | 2010 | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 1990 | 1997 | 2000 | 2007 | 2010 | 2010 | | | | | | |
| | Consumo | Consumo | Consumo | Consumo | Consumo | Consumo | | | | | | |
| | 1990 | 1997 | 2000 | 2007 | 2010 | 2010 | | | | | | |
| USO | 104.9 | 206.7 | 204.3 | 317.7 | 326.7 | 389.2 | 324.6 | 377.4 | | | | |
| PETROLIO | 66.1 | 66.3 | 66.6 | 67.9 | 66.7 | 66.9 | 67.4 | 66.9 | 115.4 | | | |
| GAS NATURAL | 24.8 | 36.9 | 46.3 | 41.7 | 36.3 | 32.3 | 46.3 | 33.6 | 33.2 | 61.4 | | |
| CARBÓN | 36.3 | 39.5 | 41.8 | 41.9 | 44.8 | 44.3 | 46.3 | 46.3 | 46.4 | 46.3 | | |
| NUCLEAR | 17.6 | 16.4 | 19.8 | 19.8 | 36.0 | 36.3 | 36.3 | 36.4 | 19.8 | 31.1 | | |
| RENOVABLES | 16.6 | 17.6 | 36.9 | 19.8 | 21.9 | 32.7 | 31.1 | 34.4 | 33.4 | 23.1 | 27.4 | |
| BIOMASA | 76.4 | 66.7 | 67.2 | 66.7 | 66.9 | 66.3 | 66.7 | 66.3 | 71.8 | 66.1 | | |
| PETROLIO | 22.1 | 17.1 | 13.3 | 13.2 | 13.7 | 14.6 | 14.6 | 14.8 | 17.3 | 26.3 | 19.0 | 21.6 |
| GAS NATURAL | 26.1 | 36.5 | 36.7 | 26.8 | 31.7 | 33.3 | 36.9 | 36.9 | 33.1 | 29.7 | 40.8 | |
| CARBÓN | 31.8 | 17.9 | 16.3 | 16.3 | 17.7 | 16.3 | 15.7 | 16.0 | 15.8 | 15.2 | 16.3 | |
| NUCLEAR | 3.2 | 3.1 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4.3 | |
| RENOVABLES | 3.1 | 3.0 | 3.3 | 3.1 | 3.4 | 3.6 | 3.3 | 3.4 | 4.1 | 3.3 | 4.6 | |
| ÁREA NOROCCIDENTAL | 66.6 | 66.9 | 66.8 | 76.8 | 66.8 | 67.1 | 66.8 | 112.6 | 116.8 | 66.4 | 124.9 | |
| PETROLIO | 16.9 | 19.7 | 31.1 | 26.7 | 31.9 | 34.3 | 33.8 | 33.8 | 34.6 | 33.7 | 36.4 | |
| GAS NATURAL | 3.2 | 3.0 | 3.0 | 3.2 | 4.0 | 4.2 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.7 | 7.0 | |
| CARBÓN | 31.1 | 32.1 | 41.3 | 33.8 | 47.2 | 46.3 | 36.8 | 36.8 | 35.7 | 42.3 | 71.3 | |
| NUCLEAR | 1.9 | 1.9 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | |
| RENOVABLES | 3.3 | 3.3 | 3.6 | 3.5 | 4.1 | 4.4 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 11.7 | |
| BIOMASA ORIENTAL | 13.9 | 15.9 | 16.3 | 16.8 | 17.6 | 17.9 | 18.0 | 18.3 | 19.5 | 16.8 | 22.7 | |
| PETROLIO | 7.7 | 6.2 | 6.9 | 6.9 | 16.0 | 16.0 | 16.9 | 11.1 | 12.6 | 11.9 | 12.3 | |
| GAS NATURAL | 4.0 | 4.0 | 3.6 | 4.3 | 4.9 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.7 | 4.2 | 6.3 | |
| CARBÓN | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.4 | |
| NUCLEAR | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| RENOVABLES | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.4 | 6.4 | 6.2 | 6.7 | 6.3 | 6.1 | 6.9 | |
| ÁFRICA | 16.3 | 11.4 | 13.3 | 13.4 | 14.3 | 14.4 | 14.8 | 13.9 | 13.4 | 13.4 | 17.3 | |
| ACEITE | 4.6 | 4.9 | 6.1 | 4.0 | 6.3 | 6.7 | 4.6 | 7.1 | 7.3 | 7.1 | 7.8 | |
| GAS NATURAL | 1.3 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 3.3 | 1.6 | 3.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 3.3 | |
| CARBÓN | 3.5 | 4.1 | 4.4 | 4.8 | 4.7 | 4.3 | 4.0 | 3.9 | 4.6 | 4.0 | 5.3 | |
| NUCLEAR | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | |
| RENOVABLES | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 1.0 | 0.8 | 0.3 | 1.2 | 0.9 | 0.3 | 1.4 | |
| CENTRO Y SURAMÉRICA | 14.7 | 14.8 | 14.8 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 17.9 | 17.7 | 22.0 | 16.4 | 22.9 | |
| PETROLIO | 7.4 | 7.8 | 10.8 | 9.9 | 10.3 | 10.8 | 10.7 | 11.2 | 11.3 | 11.3 | 12.1 | |
| GAS NATURAL | 3.3 | 3.4 | 3.4 | 3.1 | 3.1 | 3.3 | 3.3 | 4.3 | 3.9 | 3.3 | 3.7 | |
| CARBÓN | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 1.2 | 6.7 | 6.4 | 6.7 | 3.2 | 6.7 | 6.7 | 6.4 | |
| NUCLEAR | 6.1 | 6.1 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.4 | |
| RENOVABLES | 6.0 | 6.2 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 7.1 | 5.8 | 6.4 | 6.4 | |
| TOTAL MUNDIAL | 264.6 | 286.7 | 464.8 | 665.3 | 686.3 | 668.9 | 673.9 | 683.9 | 697.7 | 686.7 | 804.4 | |
| PETROLIO | 143.2 | 142.8 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 201.2 | |
| GAS NATURAL | 76.8 | 76.4 | 94.1 | 66.3 | 67.9 | 63.9 | 93.9 | 109.8 | 107.7 | 103.9 | 131.8 | |
| CARBÓN | 96.7 | 97.9 | 106.1 | 106.8 | 112.0 | 112.5 | 106.8 | 106.1 | 124.6 | 111.0 | 140.3 | |
| NUCLEAR | 21.4 | 21.7 | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 27.9 | |
| RENOVABLES | 27.8 | 28.3 | 28.7 | 28.6 | 31.4 | 34.4 | 33.4 | 41.4 | 43.4 | 39.2 | 48.0 | |

COMUNO TOTAL MUNDIAL DE ENERGIA NUCLEAR POR PAIS "1990-2010"
(DELOSRES DE KILOWATTS PORSA)

| REGION/PAIS | 1990 | | 2010 | | PROYECCIONES | | 2010 | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| | 1990 | | 2010 | | 1990 | | 2010 | |
| | 1990 | 2010 | 1990 | 2010 | 1990 | 2010 | 1990 | 2010 |
| OSCD | 1.283 | 1.498 | 1.288 | 1.281 | 1.217 | 1.213 | 1.498 | 1.288 |
| ESTADOS UNIDOS | 177 | 419 | 432 | 432 | 432 | 432 | 396 | 396 |
| CANADA | 88 | 76 | 88 | 88 | 87 | 87 | 88 | 88 |
| MEXICO | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| JAPON | 182 | 207 | 270 | 286 | 289 | 289 | 324 | 343 |
| OSCD EUROPA | 682 | 736 | 767 | 780 | 772 | 763 | 746 | 823 |
| REINO UNIDO | 62 | 88 | 88 | 88 | 81 | 81 | 24 | 24 |
| FRANCIA | 261 | 281 | 319 | 331 | 344 | 354 | 325 | 262 |
| ALEMANIA | 147 | 153 | 156 | 156 | 156 | 156 | 141 | 141 |
| ITALIA | 13 | 13 | 13 | 13 | 17 | 17 | 17 | 34 |
| PAISES BAJOS | 8 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 7 |
| RENTANTE DE EUROPA | 283 | 303 | 304 | 304 | 186 | 186 | 197 | 162 |
| RENTANTE DE OSCD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESPAÑA | 288 | 265 | 288 | 229 | 288 | 263 | 288 | 288 |
| RUSIA | 197 | 203 | 214 | 237 | 203 | 203 | 210 | 250 |
| EUROPA ORIENTAL | 88 | 82 | 92 | 97 | 84 | 84 | 92 | 125 |
| ASIA IND-OSCD | 88 | 88 | 137 | 147 | 174 | 174 | 198 | 231 |
| CHINA | 8 | 8 | 13 | 13 | 17 | 17 | 21 | 32 |
| RENTO DE ASIA | 88 | 82 | 113 | 124 | 158 | 158 | 171 | 198 |
| RENTO ORIENTE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AFRICA | 0 | 0 | 11 | 14 | 18 | 18 | 12 | 14 |
| CENTRO Y SURAMERICA | 0 | 0 | 17 | 17 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| TOTAL MUNDIAL | 1.284 | 1.517 | 1.288 | 1.281 | 1.212 | 1.212 | 1.498 | 1.288 |

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA HIDROELECTRICA Y OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES POR PAÍS *1990-2010*
(CUADRO/LLEN DE 87U)

| REGIÓN/PAÍS | Historia | | PROYECCIONES | | | | | | | |
|---------------------|----------|------|------------------------|------|--------|------|------------------------|------|--------|------|
| | 1990 | | 2000 | | | | 2010 | | | |
| | 1990 | 1990 | escala de preferencias | | escala | | escala de preferencias | | escala | |
| OECD | 18,7 | 14,1 | 18,8 | 20,8 | 2199,0 | 24,8 | 22,1 | 24,0 | 22,9 | 24,3 |
| ESTADOS UNIDOS | 8,3 | 6,4 | 7,8 | 7,7 | 7,8 | 8,3 | 8,1 | 8,8 | 9,1 | 9,8 |
| CANADA | 3,0 | 2,8 | 4,1 | 2,4 | 4,8 | 4,7 | 2,6 | 4,8 | 3,2 | 3,7 |
| MEXICO | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,1 | 8,4 | 8,4 | 8,1 | 8,7 | 8,3 | 8,8 |
| JAPON | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,4 | 1,8 | 1,8 | 2,4 | 2,8 | 3,8 |
| OECD EUROPA | 4,7 | 3,8 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,7 | 3,4 | 3,9 | 4,3 | 3,7 |
| EURO UNIDO | 8,1 | 8,1 | 8,2 | 8,1 | 8,2 | 8,2 | 8,1 | 8,2 | 8,2 | 8,1 |
| FRANCIA | 8,3 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 8,8 |
| ALEMANIA | 8,4 | 2,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,1 | 8,3 | 8,4 | 8,4 | 8,3 |
| ITALIA | 8,1 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,7 | 8,7 | 8,8 | 8,8 | 8,7 | 8,8 |
| PAISES BAJOS | 8,0 | 8,0 | 8,1 | 8,0 | 8,1 | 8,1 | 8,8 | 8,2 | 8,2 | 8,1 |
| RESTANTE DE EUROPA | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | 3,4 | 3,8 | 3,9 | 3,3 |
| RESTANTES DE OECD | 6,4 | 6,4 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 6,3 | 6,4 | 6,7 | 6,7 | 6,4 |
| BRISAU | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,3 | 2,4 | 2,1 | 2,3 | 2,8 | 2,3 |
| RUSIA | 3,4 | 2,3 | 2,8 | 2,3 | 2,8 | 2,8 | 2,3 | 2,3 | 2,9 | 2,3 |
| EUROPA ORIENTAL | 8,8 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,3 | 8,8 | 8,3 | 8,6 | 7,8 | 7,8 |
| ASIA IND-OCED | 8,1 | 2,3 | 8,8 | 2,8 | 8,3 | 8,8 | 2,8 | 8,6 | 7,8 | 8,1 |
| CHINA | 1,3 | 1,4 | 2,6 | 2,1 | 3,7 | 3,3 | 2,3 | 4,6 | 4,9 | 3,8 |
| RESTO DE ASIA | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 1,3 | 3,1 | 3,4 | 1,3 | 4,9 | 1,4 | 4,9 |
| MEDIO ORIENTE | 8,1 | 8,1 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,4 | 8,3 | 8,8 | 8,4 | 8,8 |
| AFRICA | 8,3 | 8,3 | 8,7 | 8,3 | 8,3 | 8,8 | 8,3 | 7,3 | 8,7 | 8,3 |
| CENTRO Y SUDAMERICA | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,4 | 4,3 | 4,7 | 4,8 | 4,4 | 4,7 |
| TOTAL MUNDIAL | 24,3 | 14,8 | 22,6 | 28,9 | 24,3 | 26,4 | 24,6 | 28,9 | 28,2 | 28,9 |

CONSUMO TOTAL MUNDIAL DE GAS NATURAL POR PAIS "1990-2017"
(MILLARDES DE PIES CUBICOS)

| REGIONES/PAIS | Historico | | PROYECCIONES | | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|-------|-------|
| | 1990 | 1992 | 2021 | | 2025 | | | | |
| | consumo de millones | consumo de millones | consumo de millones | consumo de millones | consumo de millones | consumo de millones | | | |
| OECD | 24.1 | 23.9 | 60.2 | 66.9 | 47.4 | 60.1 | 66.6 | 62.3 | 62.5 |
| ESTADOS UNIDOS | 18.7 | 18.7 | 22.1 | 21.2 | 22.8 | 23.1 | 21.4 | 24.8 | 24.6 |
| CANADA | 2.6 | 2.6 | 2.8 | 2.7 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.8 | 2.7 |
| MEXICO | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 1.4 | 1.1 | 0.5 | 1.7 | 1.2 |
| EUROPA | 1.9 | 2.0 | 3.0 | 1.7 | 4.2 | 3.2 | 1.8 | 3.0 | 2.5 |
| OECD EUROPA | 16.2 | 16.3 | 15.4 | 13.8 | 17.8 | 17.8 | 15.1 | 20.0 | 20.0 |
| EUROPA UNIDO | 2.1 | 2.3 | 4.0 | 3.0 | 3.9 | 4.0 | 3.2 | 4.1 | 3.2 |
| FRANCIA | 2.0 | 1.1 | 1.6 | 1.0 | 2.2 | 1.8 | 0.8 | 2.8 | 2.1 |
| ALEMANIA | 2.8 | 2.7 | 3.8 | 2.8 | 4.7 | 4.2 | 3.8 | 3.8 | 4.0 |
| ITALIA | 1.7 | 1.7 | 2.8 | 1.7 | 2.5 | 2.3 | 1.7 | 2.5 | 2.4 |
| PAISES BAJOS | 1.8 | 1.7 | 3.8 | 1.8 | 3.1 | 2.8 | 1.8 | 2.3 | 2.1 |
| RESTANTE DE EUROPA | 1.3 | 1.3 | 2.8 | 1.3 | 2.3 | 2.6 | 1.7 | 2.4 | 2.3 |
| RESTANTES DE OECD | 6.8 | 6.8 | 6.9 | 6.7 | 1.1 | 1.0 | 6.7 | 1.5 | 1.0 |
| EU/PSU | 28.1 | 28.0 | 28.7 | 28.8 | 28.4 | 28.2 | 28.2 | 28.5 | 28.4 |
| RUSSIA | 22.9 | 24.1 | 27.4 | 22.6 | 29.1 | 29.4 | 28.2 | 32.8 | 28.2 |
| EUROPA ORIENTAL | 3.1 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 44.3 | 3.8 | 2.7 | 3.1 | 4.7 |
| ASIA NO-OECD | 2.9 | 3.2 | 4.6 | 2.8 | 6.8 | 5.7 | 2.1 | 8.6 | 7.0 |
| CHINA | 0.5 | 0.3 | 1.2 | 0.9 | 1.6 | 1.4 | 1.0 | 1.8 | 1.1 |
| RESTO DE ASIA | 2.4 | 3.0 | 3.4 | 2.0 | 4.9 | 4.3 | 3.1 | 4.8 | 5.4 |
| REGION ORIENTE | 2.6 | 4.8 | 5.1 | 4.3 | 6.2 | 5.7 | 4.0 | 7.5 | 6.1 |
| AFRICA | 1.4 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.1 | 2.0 | 1.4 | 2.6 | 2.3 |
| CERTNO Y SUDAMERICA | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 1.9 | 2.8 | 2.9 | 2.0 | 2.9 | 2.9 |
| TOTAL MUNDIAL | 71.3 | 74.7 | 88.8 | 88.2 | 83.4 | 86.7 | 88.8 | 104.7 | 107.2 |

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA POR PAIS *1990-2010*
(HECTAREJULOS)

| BIBOC/PAM | 1990 | | PROYECCIONES | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|---------------------|----------|---------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1990 | | 2000 | | 2010 | | | | | | | |
| | 1990 | 1992 | media de referencia | objetivo | media de referencia | objetivo | | | | | | |
| OCED | 183,9 | 208,7 | 214,1 | 317,5 | 328,4 | 339,9 | 324,5 | 329,3 | 332,1 | 334,6 | 339,4 | |
| ESTADOS UNIDOS | 88,0 | 98,3 | 99,8 | 97,9 | 101,7 | 104,9 | 101,8 | 108,0 | 109,6 | 109,6 | 104,9 | 114,5 |
| CANADA | 11,3 | 11,6 | 14,0 | 13,8 | 13,2 | 13,0 | 13,3 | 14,9 | 13,9 | 13,6 | 13,6 | 18,3 |
| MEXICO | 3,1 | 3,3 | 4,4 | 4,1 | 7,2 | 7,4 | 6,3 | 8,3 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 9,3 |
| JAPON | 19,3 | 20,1 | 24,3 | 21,9 | 27,2 | 26,4 | 23,8 | 26,3 | 27,8 | 27,8 | 23,4 | 27,8 |
| OCED EUROPA | 44,3 | 47,8 | 75,4 | 71,3 | 79,8 | 80,8 | 73,4 | 87,6 | 84,3 | 84,3 | 73,3 | 85,8 |
| EURO AREA | 9,3 | 10,2 | 3,3 | 11,2 | 11,2 | 11,9 | 11,3 | 14,3 | 13,6 | 13,6 | 11,8 | 13,1 |
| FRANCIA | 9,3 | 10,2 | 11,4 | 10,7 | 12,9 | 12,8 | 11,9 | 13,1 | 12,6 | 11,3 | 14,1 | 14,1 |
| ALEMANIA | 13,1 | 14,9 | 16,6 | 13,6 | 17,6 | 17,7 | 14,1 | 19,4 | 18,6 | 14,3 | 20,9 | 20,9 |
| ITALIA | 7,2 | 7,4 | 8,2 | 7,7 | 8,7 | 8,7 | 7,9 | 9,3 | 9,1 | 8,1 | 10,2 | 10,2 |
| PAISES BAJOS | 3,3 | 3,7 | 4,1 | 3,9 | 4,3 | 4,4 | 4,9 | 6,7 | 4,6 | 4,1 | 5,1 | 5,1 |
| RESTANTE DE EUROPA | 10,4 | 11,4 | 21,9 | 22,1 | 21,6 | 24,3 | 22,8 | 22,8 | 23,7 | 23,3 | 20,1 | 20,1 |
| RESTANTES DE OCED | 3,9 | 3,2 | 3,9 | 3,4 | 4,3 | 4,3 | 3,8 | 4,8 | 4,6 | 3,9 | 7,3 | 7,3 |
| EUROPA | 78,4 | 86,7 | 87,8 | 84,7 | 89,9 | 92,3 | 88,7 | 98,1 | 98,8 | 98,8 | 98,8 | 86,1 |
| EUROPA OCCIDENTAL | 41,2 | 34,9 | 32,4 | 30,3 | 34,4 | 37,3 | 34,1 | 38,7 | 41,8 | 36,7 | 46,9 | 46,9 |
| EUROPA ORIENTAL | 17,2 | 12,7 | 14,8 | 13,9 | 13,9 | 14,8 | 14,3 | 17,6 | 17,1 | 13,1 | 19,4 | 19,4 |
| ASIA RD-OCED | 28,4 | 28,9 | 28,8 | 28,8 | 28,2 | 27,2 | 28,4 | 32,6 | 34,0 | 29,4 | 33,9 | 33,9 |
| CHINA | 29,4 | 28,8 | 44,1 | 39,4 | 49,9 | 31,8 | 43,3 | 39,8 | 38,8 | 47,4 | 71,8 | 71,8 |
| RESTO DE ASIA | 36,8 | 29,1 | 29,7 | 33,4 | 44,8 | 48,1 | 39,3 | 23,8 | 31,2 | 45,0 | 42,1 | 42,1 |
| MEDIO ORIENTE | 11,9 | 12,9 | 14,1 | 14,8 | 17,4 | 17,9 | 17,8 | 20,3 | 19,3 | 14,8 | 22,7 | 22,7 |
| AFRICA | 16,3 | 17,4 | 12,8 | 12,4 | 14,3 | 14,4 | 13,8 | 13,8 | 13,6 | 13,4 | 17,3 | 17,3 |
| CENTRO Y SURAMERICA | 14,7 | 13,1 | 14,3 | 14,8 | 19,4 | 20,3 | 17,9 | 22,7 | 22,9 | 18,8 | 22,9 | 22,9 |
| TOTAL MUNDIAL | 264,6 | 264,7 | 454,8 | 482,9 | 488,3 | 488,6 | 483,5 | 589,3 | 497,7 | 498,7 | 588,6 | 588,6 |

COMERIO TOTAL MUNDIAL DE ENERGIA POR PAIS *1960-2010*
(Constantes 1960)

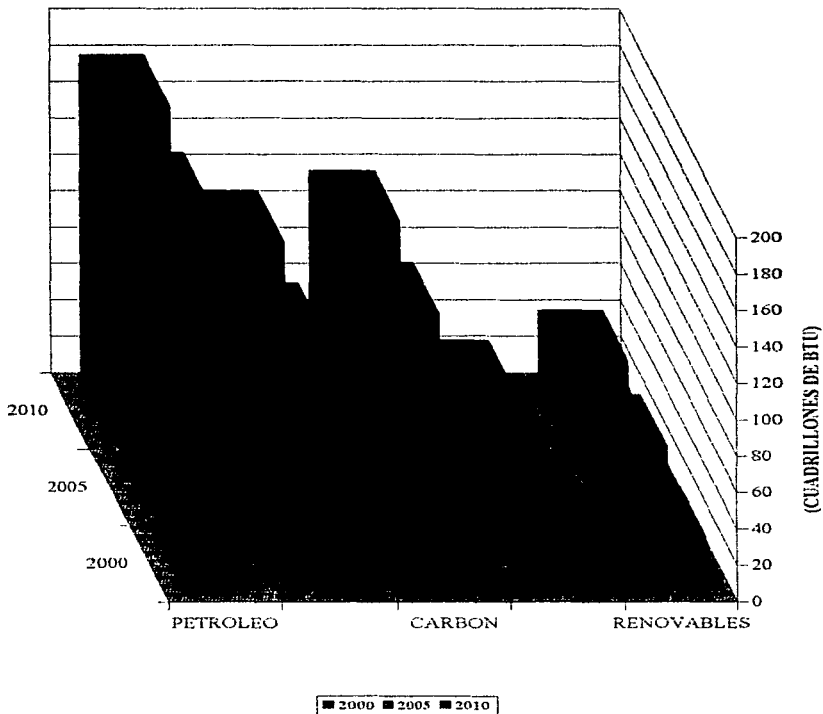
| REGIONES/PAIS | 1960 | | PROYECCIONES | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 1960 | | 1970 | | | | | 2010 | | | | |
| | 1960 | 1960 | 1970 | | 2010 | | | 1970 | | 2010 | | |
| OSCEO | 186,8 | 186,8 | 316,6 | 386,3 | 523,3 | 577,6 | 316,7 | 320,9 | 326,8 | 333,3 | 337,3 | |
| ESTADOS UNIDOS | 84,5 | 84,8 | 86,6 | 89,9 | 86,4 | 89,4 | 86,3 | 100,4 | 103,9 | 96,4 | 108,3 | |
| CANADA | 18,7 | 11 | 12,2 | 12,3 | 14,6 | 14,2 | 12,6 | 16,1 | 12,1 | 12,9 | 17,9 | |
| MEXICO | 4,8 | 5,2 | 4,3 | 3,8 | 6,3 | 7,8 | 4,3 | 7,9 | 3,2 | 6,4 | 6,4 | |
| JAPON | 18,2 | 19,9 | 23,2 | 26,7 | 25,8 | 22,9 | 21,6 | 28,8 | 26,4 | 22,3 | 31,2 | |
| OSCEO EUROPA | 68,9 | 64,3 | 71,2 | 67,6 | 75,6 | 71,8 | 68,5 | 82,5 | 79,8 | 71,3 | 86,9 | |
| REINO UNIDO | 9,8 | 9,7 | 11,3 | 10,8 | 12,6 | 12,3 | 10,9 | 13,7 | 12,8 | 11,1 | 14,7 | |
| FRANCIA | 8,9 | 9,7 | 10,6 | 10,2 | 11,4 | 11,4 | 10,4 | 12,4 | 12,9 | 10,7 | 12,4 | |
| ALEMANIA | 14,4 | 14,1 | 12,8 | 14,8 | 16,7 | 16,9 | 13,2 | 18,4 | 17,6 | 15,7 | 19,8 | |
| ITALIA | 4,8 | 7,8 | 7,9 | 7,5 | 8,3 | 8,2 | 7,5 | 9,9 | 8,6 | 7,7 | 9,6 | |
| PAISES BAJOS | 3,3 | 3,5 | 3,9 | 3,7 | 4,1 | 4,1 | 3,8 | 4,2 | 4,3 | 3,9 | 4,9 | |
| REstante de Europa | 18,4 | 20,3 | 21,8 | 21 | 22,6 | 22,9 | 21,6 | 24,3 | 24,4 | 22,3 | 26,6 | |
| REstante de OSCEO | 4,9 | 4,9 | 5,6 | 5,3 | 5,9 | 5,9 | 5,5 | 6,4 | 6,2 | 5,6 | 7,0 | |
| EEUU | 74,3 | 62,3 | 62,7 | 61,3 | 66,3 | 66,4 | 63,1 | 76,8 | 74,7 | 66,1 | 81,7 | |
| EUROPA | 28,5 | 31,2 | 49,7 | 47,9 | 51,5 | 54,3 | 51,2 | 57,3 | 56,4 | 53,7 | 63,4 | |
| EUROPA ORIENTAL | 14,3 | 13,0 | 14,1 | 13,1 | 13,0 | 13,1 | 13,7 | 16,7 | 16,2 | 14,3 | 18,4 | |
| AREA NO-OSCEO | 37,3 | 26,8 | 79,4 | 71,3 | 84,4 | 81,3 | 78,2 | 107,6 | 106,3 | 84,7 | 124,9 | |
| CHINA | 27,9 | 28,3 | 41,8 | 37,3 | 46,7 | 46,4 | 41,9 | 56,6 | 55,6 | 44,9 | 68,1 | |
| RESTO DE ASIA | 24,7 | 27,5 | 37,6 | 33,8 | 41,7 | 43,7 | 37,3 | 51,8 | 48,9 | 39,8 | 58,9 | |
| MEDIO ORIENTE | 11,2 | 11,2 | 21,3 | 14,6 | 18,3 | 18,9 | 16,9 | 21,3 | 18,4 | 15,7 | 21,8 | |
| AFRICA | 9,8 | 18,8 | 12,6 | 11,8 | 13,4 | 13,6 | 12,3 | 13,8 | 14,9 | 12,7 | 16,6 | |
| CENTRO Y SUDAMERICA | 12,9 | 14,4 | 17,3 | 15,7 | 18,3 | 19,3 | 17,9 | 21,3 | 20,6 | 17,8 | 24,3 | |
| TOTAL MUNDIAL | 246,4 | 247,6 | 486,4 | 521,3 | 624,7 | 626,6 | 482,3 | 677,9 | 671,7 | 621,4 | 826,4 | |

**CONSUMO MUNDIAL DE ELECTRICIDAD POR PAIS "1990-2010"
(BILLONER DE KILOWATTS-HORA)**

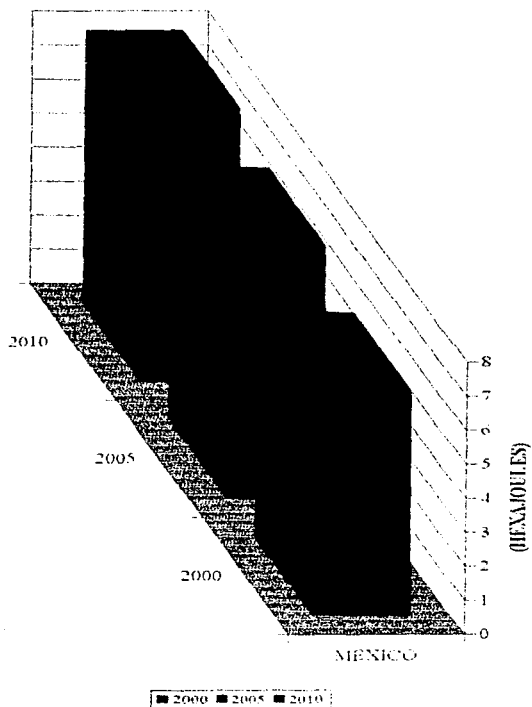
| REGION/PAIS | Milesimo | | PROYECCIONES | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | 1990 | 1997 | 2000 | | 2001 | | 2010 | |
| | | | cantidad de electrificación | costo | cantidad de electrificación | costo | cantidad de electrificación | costo |
| OCDE | 6,390 | 6,833 | 7,281 | 7,363 | 7,977 | 8,161 | 8,816 | 9,190 |
| ESTADOS UNIDOS | 2,713 | 2,757 | 3,107 | 3,062 | 3,174 | 3,288 | 3,177 | 3,400 |
| CANADA | 431 | 432 | 328 | 484 | 373 | 339 | 494 | 431 |
| MEXICO | 111 | 118 | 140 | 128 | 152 | 164 | 144 | 183 |
| JAPON | 748 | 792 | 866 | 866 | 1,033 | 1,108 | 1,074 | 1,264 |
| OCDE EUROPA | 3,113 | 3,269 | 3,641 | 3,496 | 3,793 | 3,832 | 3,598 | 3,880 |
| REINO UNIDO | 373 | 398 | 330 | 321 | 301 | 375 | 334 | 401 |
| FRANCIA | 327 | 360 | 423 | 369 | 447 | 415 | 415 | 409 |
| ALEMANIA | 487 | 520 | 611 | 573 | 648 | 615 | 597 | 700 |
| ITALIA | 325 | 334 | 374 | 328 | 391 | 394 | 368 | 322 |
| PAISES BAJOS | 73 | 77 | 89 | 85 | 95 | 97 | 86 | 103 |
| RESTANTES DE EUROPA | 739 | 761 | 893 | 861 | 927 | 938 | 900 | 1,018 |
| RESTANTES DE OCDE | 188 | 182 | 220 | 208 | 232 | 240 | 231 | 260 |
| EUROPA ORIENTAL | 1,897 | 1,825 | 1,915 | 1,833 | 2,088 | 2,103 | 1,896 | 2,177 |
| RUSIA | 1,488 | 1,437 | 1,493 | 1,439 | 1,530 | 1,575 | 1,485 | 1,666 |
| EUROPA ORIENTAL ASIA NO-OCDE | 418 | 378 | 421 | 394 | 450 | 427 | 45 | 491 |
| ASIA NO-OCDE | 1,208 | 1,489 | 1,188 | 1,088 | 1,238 | 1,213 | 2,132 | 2,543 |
| CHINA | 342 | 482 | 1,150 | 1,008 | 1,262 | 1,347 | 1,143 | 1,579 |
| RESTO DE ASIA | 706 | 910 | 971 | 872 | 1,076 | 1,163 | 900 | 1,171 |
| MEDIO ORIENTE | 196 | 188 | 237 | 219 | 257 | 249 | 237 | 263 |
| AFRICA | 280 | 291 | 326 | 312 | 337 | 328 | 283 | 295 |
| CENTRO Y SUDAMERICA | 464 | 479 | 432 | 379 | 414 | 409 | 411 | 373 |
| TOTAL MUNDIAL | 16,391 | 16,797 | 18,792 | 18,076 | 19,043 | 19,113 | 18,026 | 19,484 |

GRÁFICAS

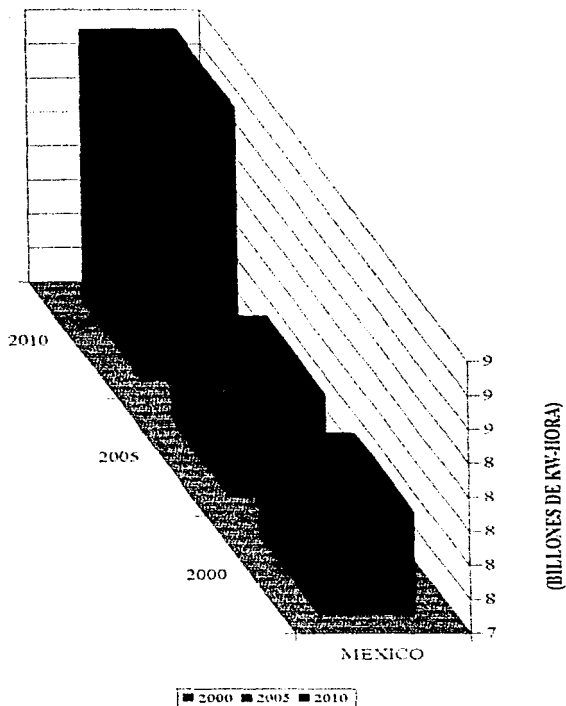
CONSUMO TOTAL MUNDIAL DE ENERGIA



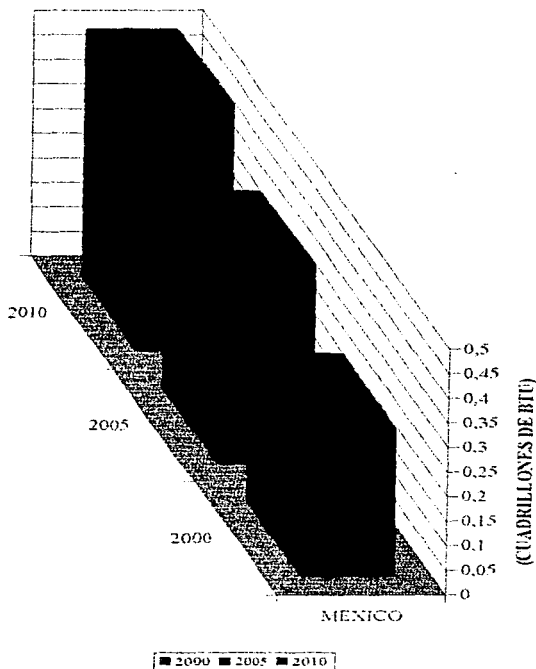
EXPECTATIVA DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EN MEXICO ANTE LA OECD



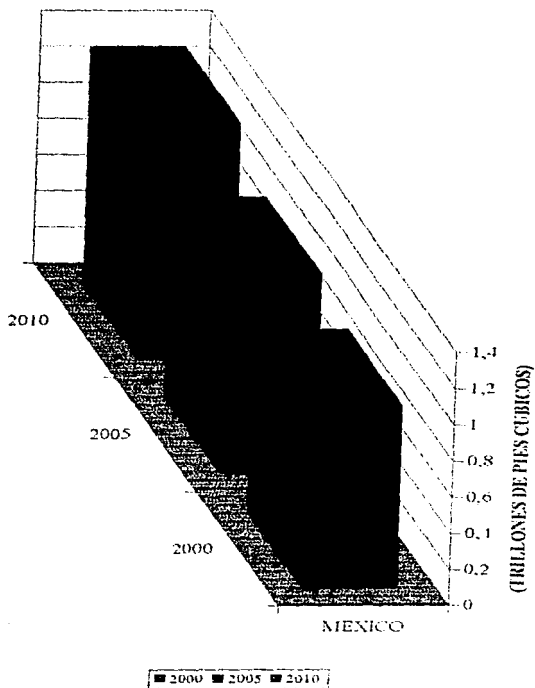
EXPECTATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA NUCLEAR POR MEXICO ANTE LA OEC



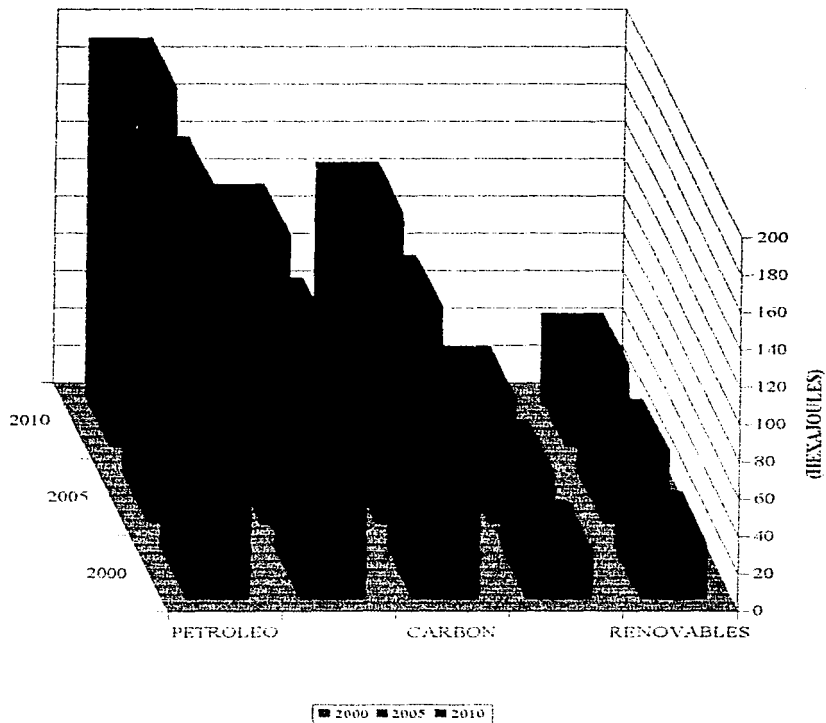
EXPECTATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA HIDROELECTRICA Y OTRAS ENERGIAS RENOVABLES POR MEXICO ANTE LA OECD



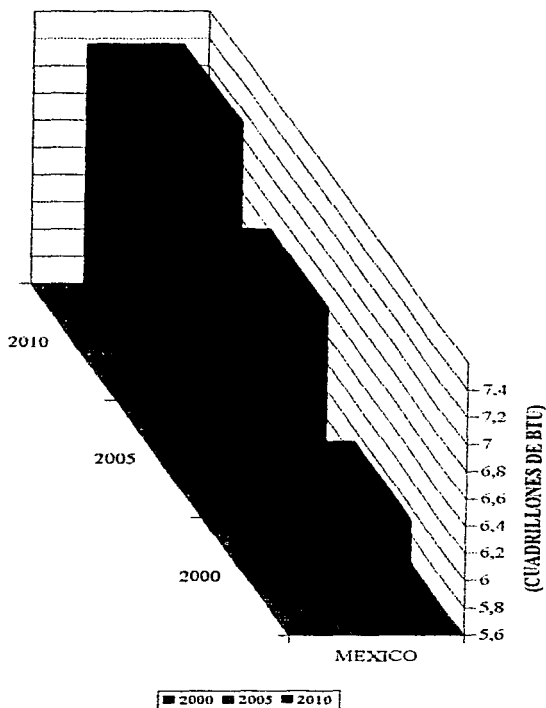
EXPECTATIVA DE CONSUMO DE GAS NATURAL POR MEXICO ANTE LA OECD



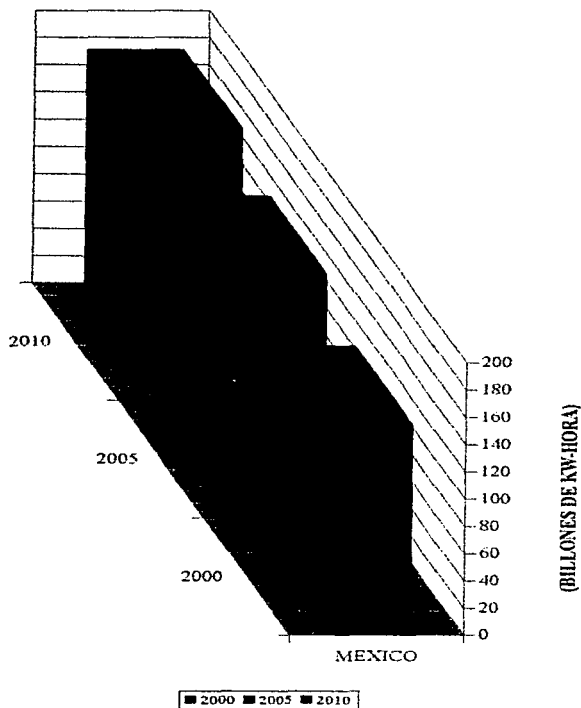
CONSUMO TOTAL MUNDIAL DE ENERGIA



EXPECTATIVA ENERGÉTICA DE MEXICO ANTE LA OECD



EXPECTATIVA DE CONSUMO DE RED ELECTRICA POR MEXICO ANTE LA OECD



BIBLIOGRAFIA.

- 1.- **Energy for a Sustainable World**
José Goldemberg
Thomas E. Johansson
Amulya K. N. Reddy
Robert H. Williams
Editorial : John Wiley & Sons
India, 1987.
- 2.- **Energy Basis for Man and Nature**
Howard T. Odum
Elisabeth C. Odum
Editorial : Mc Graw Hill Book Company
U. S. A , 1991.
- 3.- **Energy forever Power for Today and Tomorrow**
George de Lucenay León
Editorial : Arco Publishing
New York , 1990.
- 4.- **Energy**
Gordon Aubrecht
Editorial : Company A Bell & Hawell Information Company
Columbus, Ohio 1990.
- 5.- **Energía Solar y edificación**
S.V. Szokolay
Traducción : Kyrill Pawlowsky
Editorial : Blume
Barcelona , 1986.
- 6.- **Energía Solar Aplicaciones y Prácticas**
Hans Rau
Traducción : Roberto Fuchs
Editorial : Marcombo
Barcelona, México, 1987.
- 7.- **Alternativas Energéticas**
Antonio Alonso Concheiro
Luis Viqueira Rodríguez
Editorial : Conacyt , Fondo de Cultura Económica
México, 1985.

- 8.- Energía Solar Bases y Aplicaciones**
Carlos Vélchez García
Editorial : Paraninfo
Madrid, 1980.
- 9.- Hidrocarburos y Socio - Economía**
(Aspectos Críticos y Soluciones)
Programa Universitario de Energía
Coordinación de la Investigación Científica
UNAM, 19 Abril de 1980.
- 10.- Selección del Equipo Instalación y Aprovechamiento**
Richard H. Montgomery
Editorial : Limusa
Grupo Noriega , Editores.
Madrid, 1984.