

1987



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ASPECTOS RELEVANTES PARA REFORMULAR LA
ESTRATEGIA ENERGETICA EN MEXICO"

T E S I S

Que para obtener el título de:

F I S I C O

P r e s e n t a n :

Patricia Díaz López y

Víctor Rodríguez Padilla



Esta tesis se realizó en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

México, D. F.

Abril 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

PREFACIO

CAPITULO I

| | |
|---|----|
| ENERGIA Y DESARROLLO ECONOMICO MUNDIAL (HASTA 1750) | 4 |
| I. INTRODUCCION | 5 |
| II. LA SOCIEDAD PRIMITIVA | 7 |
| A. Los primeros energéticos | 7 |
| 1. Las maderas | 8 |
| B. La lucha por la existencia. | 8 |
| 1. Medios para la supervivencia. | 8 |
| 2. Agricultura y ganadería | 9 |
| 3. Aparición de los metales; la edad de bronce | 9 |
| C. Nuevas necesidades energéticas. | 10 |
| 1. Tracción animal | 10 |
| 2. El transporte primitivo | 11 |
| D. Auge y decadencia. | 12 |
| 1. El esclavo: fuente de la energía barata | 13 |
| III. LA EPOCA ESCLAVISTA. | 13 |
| A. Mucha energía disponible: poco avance tecnológico | 13 |
| B. La edad de hierro | 14 |
| 1. Nacimiento de nuevas sociedades | 15 |
| 2. Desarrollo técnico | 15 |
| C. La época helenística | 17 |
| 1. Resurgimiento de la ciencia y la técnica | 17 |
| D. Decadencia del esclavismo | 18 |
| 1. El estatismo romano | 18 |
| 2. Nacimiento de las relaciones feudales de la producción | 19 |
| IV. EL FEUDALISMO | 20 |
| A. Primera etapa feudal | 20 |
| 1. Crisis energética | 21 |
| a) Covertura ideológica. | 21 |
| 2. Resurgimiento del helenismo | 21 |
| B. La energía en la epoca feudal | 22 |
| 1. Reconsideración de la energía animal | 22 |
| a) Revolución de la agricultura. | 23 |
| 2. Hidroenergía | 24 |
| a) La rueda hidráulica | 24 |
| b) Ruedas de madera. | 26 |
| 3. Energía eólica | 26 |
| a) El molino de viento | 26 |
| b) Navegación a vela | 26 |
| 4. La tarea de dominar todas las formas de energía | 27 |

| | |
|--|----|
| C. El feudalismo desarrollado | 29 |
| 1. Inicio de las relaciones de producción capitalistas | 30 |
| D. Hundimiento del régimen feudal | 31 |
| 1. El progreso técnico eleva la producción | 31 |
| 2. Avance de las relaciones capitalistas | 32 |
| 3. Nuevas necesidades energéticas | 33 |
| a) El carbón mineral | 34 |
| V. FASE INICIAL DEL CAPITALISMO | 36 |
| A. La revolución industrial | 36 |
| 1. Lo revolucionario de la revolución industrial | 37 |
| B. Nueva transición energética | 38 |
| 1. Agua y aire contra vapor | 38 |
| 2. El transporte | 41 |
| 3. Lucha por la eficiencia | 42 |
| C. Consecuencias de la revolución industrial | 43 |
| D. Fase final de la revolución industrial | 45 |
| E. Nuevos energéticos y máquinas transformadoras de energía | 45 |
| 1. Evolución de la máquina de vapor | 45 |
| 2. Motores de combustión interna | 46 |
| 3. El petróleo | 48 |
| 4. Las turbinas | 49 |
| 5. La energía eléctrica | 50 |
| CAPITULO II | |
| ENERGIA Y DESARROLLO ECONOMICO MUNDIAL (1750-1980) | 54 |
| I. INTRODUCCION | 55 |
| II. LA LEY PRIMORDIAL DEL SISTEMA CAPITALISTA: LA ACUMULACION DE CAPITAL | 55 |
| A. La acumulación a través de las relaciones capitalistas de producción | 56 |
| 1. Creciente concentración de capital | 57 |
| B. La acumulación a través de las relaciones precapitalistas de producción | 58 |
| III. ETAPA INICIAL DE LA EXPANSION MUNDIAL DEL CAPITAL | 60 |
| IV. CAOTICA DINAMICA DEL SISTEMA | 61 |
| V. ETAPA ACTUAL DEL CAPITALISMO | 63 |
| A. Los monopolios transnacionales | 64 |
| B. El papel del estado | 66 |
| C. El papel de la tecnología | 66 |
| VI. CRISIS ACTUAL DEL CAPITALISMO | 67 |
| VII. LA ENERGIA EN LAS FASES DEL CAPITALISMO | 68 |
| A. Periodo de las fuentes renovables (hasta 1859) | 68 |
| B. La era del carbón | 70 |
| C. La era del petróleo | 70 |
| D. Predominio energético | 71 |
| VIII. MODELO ENERGETICO ACTUAL | 73 |
| A. Hegemonía de los Estados Unidos | 74 |
| B. Bases y características de la estructura de consumo energético | 75 |
| C. Inducción al despilfarro y polarización del consumo | 75 |
| D. Política de energía barata | 79 |

| | |
|---|-----|
| IX. LA LLAMADA CRISIS ENERGETICA | 80 |
| A. Antecedentes | 80 |
| B. Caracterización de la crisis de energía | 81 |
| X. OFERTA ENERGETICA MONOPOLIZADA | 83 |
| | |
| CAPITULO III | |
| MARCO MACROECONOMICO DE LA PLANEACION ENERGETICA EN MEXICO | 88 |
| I. INTRODUCCION | 89 |
| II. EL CAMINO DE LA INDUSTRIALIZACION (1935-1956) | 90 |
| III. EL DESARROLLO ESTABILIZADOR (1896-1970) | 92 |
| A. Los antecedentes del desarrollo con estabilidad | 92 |
| B. La industrialización | 93 |
| C. El estado: pilar de la industrialización | 95 |
| D. Políticas gubernamentales. | 97 |
| 1. Política industrial | 97 |
| 2. Política agropecuaria | 98 |
| 3. Política fiscal | 100 |
| 4. Política financiera. | 101 |
| IV. EL DESARROLLO COMPARTIDO (1970-1976) | 102 |
| A. Medidas inadecuadas e insuficientes antes de la crisis | 103 |
| B. Se derrumba el sistema | 105 |
| V. CONSECUENCIAS DEL DESARROLLO ESTABILIZADOR. | 107 |
| A. Consecuencias económicas | 107 |
| B. Consecuencias sociales. | 118 |
| 1. Distribución del ingreso | 118 |
| 2. Vivienda | 122 |
| 3. Salud | 124 |
| 4. Alimentación | 127 |
| 5. Educación | 128 |
| 6. Marginación | 131 |
| VI. MEXICO: PAIS PETROLERO (1976-1982) | 133 |
| A. El petróleo, "palanca del desarrollo" | 134 |
| B. La salida a la crisis coyuntural | 135 |
| C. Las medidas económicas agravan la crisis estructural | 136 |
| D. Fin del milagro económico | 144 |
| | |
| CAPITULO IV | |
| EL ESTADO COMO ADMINISTRADOR DE LA ENERGIA | 148 |
| I. INTRODUCCION | 150 |
| II. LOS MONOPOLIOS ESTATALES | 150 |
| III. LA INDUSTRIA PETROLERA | 152 |
| A. Desarrollo de Pemex y su importancia en la economía | 153 |
| B. Crisis de la industria | 154 |
| C. Las reservas petroleras mexicanas: reservas del imperialismo | 156 |
| D. El "boom" petrolero | 157 |
| 1. Programa sexenal de Pemex 1977-1982 | 158 |
| 2. Polémica por el programa de Pemex | 160 |
| E. La caída del mercado petrolero | 161 |
| F. México, verdugo y víctima de su propia política petrolera | 162 |
| IV. LA INDUSTRIA ELECTRICA | 163 |
| A. Evolución del sector. | 163 |

| | |
|--|-----|
| V. GIGANTESCA TRANSFERENCIA DE CAPITAL | 167 |
| A. Los precios de los hidrocarburos y sus derivados. | 167 |
| B. Las tarifas eléctricas. | 170 |
| VI. LA ADMINISTRACION DE OTROS ENERGETICOS | 173 |
| A. La industria nuclear | 173 |
| B. La industria carbonífera | 176 |
| C. Geotermia | 177 |
| | |
| CAPITULO V. | |
| PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGIA EN MEXICO. | 178 |
| I. INTRODUCCION | 179 |
| II. PERFIL ENERGETICO DE MEXICO | 180 |
| III. PRODUCCION Y CONSUMO POR FUENTE | 186 |
| A. Combustibles sólidos | 186 |
| B. Hidrocarburos | 189 |
| 1. Exploración | 189 |
| 2. Explotación | 191 |
| 3. Producción industrial | 194 |
| 4. Otros aspectos | 195 |
| 5. Transporte | 195 |
| C. Producción de electricidad | 195 |
| 1. Evolución del sector eléctrico | 195 |
| 2. Estado actual de la generación eléctrica por fuente | 197 |
| a) Hidroelectricidad | 197 |
| b) Hidrocarburos | 201 |
| c) Carboelectricidad | 202 |
| d) geotermoelectricidad | 202 |
| e) nucleoelectricidad. | 204 |
| D. Energías no comerciales y no convencionales. | 205 |
| 1. Biomasa | 205 |
| a) Producción comercial de madera y carbón | 206 |
| b) Consumo no registrado de madera y carbón | 208 |
| c) Bagazo | 210 |
| 2. La energía de la tracción animal en México | 211 |
| 3. Otras fuentes de energía | 212 |
| IV. CONSUMO SECTORIA DE ENERGIA | 213 |
| A. Sector energético | 213 |
| B. Sector industrial | 215 |
| 1. Industria siderúrgica | 215 |
| 2. Industria química | 216 |
| 3. Cemento | 217 |
| 4. Industria azucarera | 217 |
| 5. Celulosa y papel | 218 |
| 6. Industria del vidrio | 218 |
| C. Sector transporte | 219 |
| D. Sector rural | 222 |
| E. Sector doméstico | 226 |

CAPITULO VI

| | |
|---|-----|
| INVENTARIO ENERGETICO NACIONAL | 230 |
| I. INTRODUCCION | 231 |
| II. RECURSOS NO RENOVABLES | 231 |
| A. Combustibles sólidos | 231 |
| B. Hidrocarburos | 236 |
| 1. La incertidumbre de Chicontepec | 240 |
| C. Uranio | 241 |
| D. Otros recursos no renovables | 245 |
| 1. Arenas asfálticas | 245 |
| 2. Pizarras bituminosas | 245 |
| 3. Minerales nucleares | 245 |
| III. RECURSOS RENOVABLES | 246 |
| A. Geotermia | 246 |
| B. Recursos hidrológicos | 248 |
| C. Biomasa | 251 |
| 1. Técnicas para la conversión de la biomasa | 253 |
| a) Digestión anaeróbica | 253 |
| b) Fermentación | 254 |
| c) Pirólisis | 254 |
| d) Gasificación | 254 |
| e) Licuefacción | 254 |
| f) Combustión directa | 254 |
| 2. Recursos forestales | 255 |
| 3. Residuos y desechos | 257 |
| a) Residuos de la explotación forestal y de la industria de la madera | 257 |
| b) Residuos agrícolas | 258 |
| c) Desechos animales | 259 |
| d) Desechos humanos | 260 |
| e) Desechos urbanos | 261 |
| 4. Suelos | 262 |
| D. Energía solar | 267 |
| E. Energía eólica | 270 |
| F. Otros recursos renovables. | 273 |
| 1. Gradiente térmico de los océanos | 273 |
| 2. Energía de las olas | 274 |
| 3. Energía maremotriz | 274 |
| 4. Fusión nuclear | 274 |
| 5. Geotermia de bajas temperaturas | 275 |
| 6. Otros recursos | 276 |

CAPITULO VII

| | |
|---|-----|
| EL PROGRAMA DE ENERGIA | 279 |
| I. INTRODUCCION | 278 |
| II. FILOSOFIA DE LA PLANEACION MEXICANA (1977-1982) | 280 |
| A. El papel del sector energético | 283 |
| III, EL PROGRAMA DE ENERGIA | 284 |
| A. Contexto y realidades | 284 |
| B. Objetivos y prioridades | 286 |
| IV, CONSUMO FUTURO DE ENERGIA | 290 |

| | |
|---|-----|
| V. PLANEACION DEL SECTOR ELECTRICO | 292 |
| A. Proyecciones de la energía eléctrica | 293 |
| B. El programa nuclear | 297 |
| VI. CONSUMO DE ENERGIA EN LAS AREAS RURALES | 301 |
| | |
| CAPITULO VIII | 308 |
| Resumen y conclusiones | 308 |
| | |
| Bibliografía | 314 |
| | |
| Anexo | |

PREFACIO

Esta tesis tiene dos objetivos concretos: 1) obtener el título profesional y 2) penetrar a un tema interdisciplinario que es prácticamente nuevo y sobre el que poco se ha hecho en México.

Después de todas las trabas que se imponen al estudiante a lo largo de la carrera, el último obstáculo es la elaboración de una tesis que en muchas cosas -en éste por ejemplo- no refleja los conocimientos adquiridos en los cursos del plan de estudios. Por si fuera poco suele suceder que la tesis no sirve nada más que para obtener el "papelito" y a los pocos años los autores olvidan lo que hicieron y hasta llegan a arrepentirse de las incoherencias que escribieron.

Pero como la tesis es un requisito obligatorio, se optó por sacar provecho de ella y se escogió un tema de acuerdo a nuestras inquietudes y necesidades, aunque a ciertos profesores les parezca que no es científico y no debía ser tocado por físicos. Nosotros creemos lo contrario, el trabajo de un físico en un país como el nuestro debe estar ligado a la lucha por la transformación de la sociedad y todo trabajo que se encamine hacia esa dirección será bien recibido. Los trabajos interdisciplinarios y más aún los que tocan aspectos sociales o económicos, son mal vistos por la añeja comunidad científica que ve en ellos un atentado contra la ciencia pura, y quiere mantenerse aislada del mundo real. Esa concepción acerca del trabajo científico debe ser desechada y por supuesto la interdisciplina y las concepciones innovadoras seguirán avanzando.

La elección de este tema, que no obedeció a una estrategia concreta en el terreno de la formación profesional ha servido de punto de partida para realizar estudios avanzados y la conformación de un grupo de investigación en el área

El estudio realizado mezcla el trabajo de revisión (lo más) con el de investigación original (lo menos) y cuya importancia radica más en los intereses formativos de los autores que en tratar de hacer innovaciones en el tema. La necesidad de conceptualizar y comprender los sucesos energéticos a escala mundial y nacional nos llevaron a proponer un temario como el que aquí se presenta; por supuesto cada parte merece atención especial y profundas investigaciones, que permitan comprender los complejos mecanismos con que los energéticos y la energía intervienen en el avance económico, técnico y social

En la primera parte se señalan las grandes fases energéticas de la humanidad; la de las fuentes renovables, la del carbón y la del predominio del petróleo y la electricidad. El primer capítulo toca las fuentes renovables y el segundo las dos últimas.

La precaria experiencia de síntesis y lo interesante que nos resultó el conocer los diferentes medios de producción y su forma de usar la energía, y en particular las tecnologías asociadas a ella, nos hicieron profundizar tal vez demasiado en cuestiones un poco ajenas al tema pero que sirvieron para ampliar nuestro espectro cultural y tener una visión más global del rollo. Los lectores nos disculparán lo extenso de algunas partes pero nos gustaron.

En el primer capítulo se mencionan los aspectos más relevantes de los diferentes modos de producción de acuerdo al materialismo histórico y su forma particular de aprovechar la energía disponible. El análisis llega hasta la formación del modelo energético actual (principios del siglo XX) y no precisamente hasta el inicio de la revolución industrial en 1750. En ese sentido los títulos de los dos primeros capítulos no son los más adecuados.

El capítulo dos analiza con mayor profundidad al sistema capitalista, su estructura, desarrollo y crisis cíclicas. Aquí nuestro objetivo fue entender como funciona el mundo capitalista, las relaciones entre el núcleo y periferia del sistema y la división internacional del trabajo. cional y empezamos a visualizar lo simple y complejo del mercado mundial. Se tocan las grandes fases energéticas de la humanidad, el cómo y por qué del modelo energético contemporáneo, la llamada "crisis de energía" y la monopolización de los recursos energéticos. En particular se señala la polarización existente en el consumo mundial de energía y algunos aspectos del despilfarro. El análisis llega hasta años posteriores a la crisis de energía y no se tocan los últimos acontecimientos como son la baja en los precios del crudo la sobreoferta de hidrocarburos, la depresión del consumo, las medidas de conservación y uso eficiente, las fusiones entre empresas petroleras monopólicas y la debacle de la energía nuclear, pues todo esto corresponde al periodo 1980-1984.

Habiendo comprendido mínimamente el funcionamiento de la economía y uso de la energía en la historia, enfocamos toda nuestra atención en el caso de México. En primer lugar tenemos que ubicar la situación socio-económica del país cuestión que no fue fácil por carecer casi absolutamente de conocimientos en el tema. Comprender de manera autodidacta el desenvolvimiento de la economía nos costó mucho tiempo y lamentables errores; pero ni modo, había que entrarle al rollo económico pues es el contexto en el que se desenvuelven los flujos energéticos. En esta parte se hace hincapié en las deplorables condiciones sociales en las que vive el pueblo mexicano, producto de un modelo de desarrollo que sólo genera desigualdad y agravamiento de las contradicciones sociales.

Como fincador de la industrialización del país, el Estado adoptó cierta estrategia energética con el objetivo de fomentar estimular e impulsar el desarrollo del capital industrial. El capítulo cuatro se avoca precisamente al estudio del manejo de los energéticos por parte del Estado, de su política financiera, de precios, de su estilo de expandir del sector etc. Se señala la actuación del país en el mercado internacional del petróleo y el significado de la ascensión de México a la categoría de exportador neto de hidrocarburos.

El análisis de la producción y consumo de energía y un esbozo del inventario energético nacional completan el panorama de la realidad energética del país. Los problemas para encontrar información de los temas anteriores no tienen comparación con las que se tuvieron en esta otra sección. Organismos oficiales y empresas paraestatales contabilizan básicamente la producción de los energéticos comerciales. Las pérdidas y usos propios del sector energético y el consumo final por sector y los niveles de eficiencia no se conocen bien y la información disponible es precaria. Además el manejo de esa escasa información por parte de la burocracia, se realizan de manera confidencial secreta, como si el conocerla fuera a traer como consecuencia el derrumbe del sistema. Los funcionarios son muy dados a creerse más importantes y que pertenecen al status de las altas esferas por conocer datos no publicados aunque éstos no tengan relevancia. Peor aún es la situación que guardan los combustibles no comerciales y los no convencionales. Aquí nuestro trabajo consistió en hacer estimaciones para conocer la producción y consumo de los primeros y el potencial de los segundos que esperan ser explotados en la era poshidrocarburos.

Finalmente analizamos con cierto detalle el Programa de Energía, primero y único documento que estableció explícitamente la estrategia del sector energético. Señalamos el contexto que le dió origen, su filosofía prestada, sus metas y proyecciones, y la viabilidad de algunas de sus políticas. Este capítulo redondea nuestro somero análisis de la cuestión energética mexicana.

La parte final de la tesis presenta la bibliografía usada. Cabe aclarar que no se incluyen todas las fuentes consultadas pues algunas son marginales y otras por ser copias fotostáticas, hojas mimeografiadas etc., no tienen una fuente bien establecida. Tres anexos acompañan al texto, y son tablas de datos diversos referentes a los capítulos III, V y VI. No se incluyeron índices de cuadros y tablas por carecer de tiempo necesario, pero sí el de siglas, abreviaturas y poderes calóricos usados.

ADVERTENCIA AL LECTOR:

Esta tesis debe considerarse como un ensayo y no como un trabajo acabado. En particular es posible que algunas de las afirmaciones establecidas no representen para nosotros lo mismo ahora que en el futuro, lo que no quiere decir que el trabajo haya sido elaborado con poco cuidado y seriedad; el empeño que pusimos no fue despreciable pero estamos expuestos a cometer errores que esperamos nos lo hagan ver pues sobre los temas expuestos se presentan multitud de opiniones que provocan encendidos debates y acaloradas discusiones. Lo novato que somos en el tema de la energía, en algunos casos, pudieran justificar alguna afirmación errónea.

AGRADECIMIENTOS:

Queremos expresar nuestro agradecimiento a las personas que ayudaron a la elaboración de esta tesis, en particular a Silvia Torres que pegó chuecos los cuadros y escribió a máquina, al Moi que se encargó de las reducciones, a Enrique Campos por su apoyo y a Patricia Magaña por la tipografía y las interrupciones.

CAPITULO I

Energía y desarrollo económico mundial (hasta 1750)

I. INTRODUCCION

Para comprender el papel que juega la energía en la transformación de la sociedad hasta los más altos niveles, no basta con señalar cómo y cuándo se consume ni porque medios se genera esa energía. Tampoco es necesario argumentar exhaustivamente que la visión histórica es vital para analizar a fondo esta problema. Basta decir que un análisis histórico puede proporcionar las respuestas a los porqués, del uso de tal o cuál energético, las implicaciones sociales, económicas, culturales y ecológicas desde que se inició su uso hasta nuestros días; sus beneficios y males, tanto en eficiencia como, y esto es lo más importante, el bienestar social. .

Antes de iniciar nuestro análisis debemos aclarar que no se puede separar la tecnología y la energética de la economía. Esto no puede ser de otra manera, la vida y el progreso de las sociedades humanas siempre ha estado determinada por la producción de bienes materiales: alimento, vestido, habitación, y en general, todos los artículos necesarios para el bienestar social. Es ahí donde interviene la técnica y el uso de la energía, en la lucha por conquistar su entorno natural, por crear condiciones externas adecuadas para la supervivencia y el buen vivir, le ha sido necesario crear materiales, utensilios, máquinas y artículos para elaborar esos bienes. A su vez, tanto en la elaboración de unos como de otros ha requerido grandes cantidades de energía, extraída de todos los recursos a su alcance y dando origen a la propia tecnología de la energía.

La tecnenergética es la ciencia de detectar, controlar, transformar, transmitir, almacenar y distribuir la energía proporcionada por la naturaleza, sin importar su origen (bioquímico, solar, fósil etc.) con un objeto específico de acuerdo al tipo de sociedad que la demande, ya sea para ahorrar fuerza de trabajo o satisfacer las necesidades suntuarias inducidas por la publicidad de la sociedad de consumo , en aras de la exacerbada acumulación de capital.

Modo de producción, técnica y energía, están indisolublemente ligadas; la concepción de la energía como simple materia prima sólo puede ser sostenida, en el mejor de los casos , por ingenuos, y en el peor por canallas.

Por otra parte, el desarrollo de la producción es una necesidad objetiva independiente de la voluntad del hombre, es una ley de la vida social condicionada fundamentalmente por las necesidades -reales o ficticias- siempre crecientes del hombre, pero también es causa y efecto del desarrollo tecnológico y cualquier cambio en uno repercutirá en un cambio del otro.

De esa manera, las diversas formaciones económico-sociales que conoce la humanidad vienen determinadas, aunque en forma única, por los instrumentos de trabajo con que se producen los bienes materiales, y por la forma de producirlos. El análisis desde el punto de vista energético resulta, pues, ligado desde el estudio de las primeras sociedades humanas hasta la consolidación del sistema de energía contemporáneo. Las limitaciones, sin embargo son obvias: no se puede desarrollar extensamente los aspectos políticos, culturales e ideológicos, por falta de espacio y tiempo, y, porque el objetivo de esta tesis no es ahondar en todas y cada una de las características de una u otra formación social. A pesar de que en cada etapa histórica la adopción de ener-

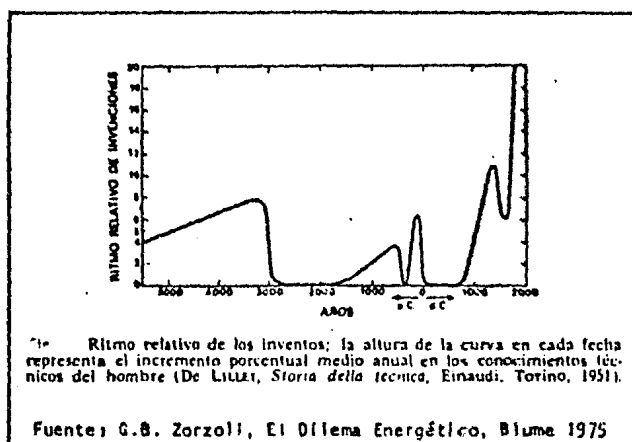
géticos y tecnologías propias no pudieron llevarse a cabo si no hubiera habido condiciones sociales, culturales y los medios políticos e ideológicos adecuados, estos serán tocados muy superficialmente y se enfocará una mayor atención a los aspectos económicos y tecnoenergéticos más relevantes.

Algunos de los aspectos que han sido considerados de particular importancia son la agricultura, el transporte y la metalurgia. La primera constituye la base primordial de toda la productividad pues sin alimento el hombre no puede sostenerse y, gracias a que ha habido un abasto suficiente de alimentos, la sociedad se ha desarrollado hasta nuestros días; por otro lado, un transporte eficiente, es el cimiento de la actividad mercantil y del movimiento de las materias primas y productos del trabajo; por último el perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo no hubiera sido posible sin las técnicas metalúrgicas mejorándose constantemente, de tal suerte, que a cada avance metalúrgico, siguió una generación de nuevos y mejores instrumentos y herramientas, hasta llegar a la fabricación de maquinaria y al gradual reemplazo de la madera.

La interacción de la ciencia con la técnica es otra omisión importante, aunque se puede justificar por el hecho de que el método experimental de la ciencia empezó a tomar importancia hasta el siglo XVI y no fue sino hasta mediados del siglo XIX cuando se incorporó, primero lenta y después rápidamente a la producción. Todas estas omisiones pueden hacer muy parcial lo que aquí se expone pero el estudio y análisis de las complejas interacciones de la ciencia y la técnica con la sociedad en las diferentes etapas históricas, van más allá de los objetivos de este capítulo.

En lo que sí se hace hincapié es en las repercusiones que han tenido las características del suministro de energía: no pocas veces un abasto continuo y permanente de los requerimientos energéticos ha provocado un decaimiento de la inventiva y tenido repercusiones negativas en el perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo. De igual modo la inseguridad y deficiencia del flujo de energía puede motivar inventos para aprovecharla más eficientemente y el diseño de nuevas tecnologías para explotar otras fuentes alternativas. Esto no quiere decir que los inventos dependan exclusivamente del abasto energético, porque si así lo fuera no habría habido época helenística ni el brutal desarrollo tecnológico después de las guerras mundiales (Cuadro 1-1). Estos son dos ejemplos de los cuales las fuentes de energía estaban aseguradas y sin embargo se dió un "boom" inventivo sin precedentes; las razones de ello fueron motivadas por razones culturales y políticas en el primer caso y habría que agregar las económicas y militares en el segundo.

CUADRO 1-1



II. LA SOCIEDAD PRIMITIVA.

A. LOS PRIMEROS ENERGETICOS

Para descubrir los orígenes del aprovechamiento de las fuentes de energía debemos remontarnos al origen mismo de la humanidad.

Como ser vivo el hombre comenzó a aprovechar la energía vital que le ofrecía la naturaleza; la energía bioquímica contenida en los alimentos y la solar para su calentamiento; pronto dominaría la energía química de la madera y las fibras naturales a través del fuego.

El empleo sistemático de instrumentos naturales elevó gradualmente la capacidad creativa del hombre y lo indujo a adaptar, especialmente a sus necesidades, diversos objetos de la naturaleza circundante: la génesis de la tecnología había comenzado. El desarrollo de la técnica se inició con la explotación original del medio salvaje, y la utilización de los objetos formados por la naturaleza -conchas, piedras, tripas de animales- como herramientas y utensilios que fueron esencialmente una extensión del cuerpo humano.

Las incipientes técnicas primitivas ayudaron al hombre en su lucha por la vida y, sin proponérselo, abrieron el camino para la dominación de la energía; Lewis Mumford señala. "En el fondo del desarrollo de los instrumentos y las máquinas, está el intento de modificar el medio ambiente de tal manera que refuerce y sostenga el organismo humano: el esfuerzo es o bien aumentar la potencia de un organismo, por otra parte desarmarlo, o fabricar fuera del cuerpo un conjunto de condiciones más favorables destinadas a mantener su equilibrio y asegurar su supervivencia".¹ Al poseer sólo su fuerza muscular, la energía proporcionada por los alimentos debía ser aprovechada al máximo por lo que resultaba importante mantener el calor corporal y realizar las labores de supervivencia con el menor esfuerzo posible, así, aparecieron el vestido y la palanca como elemento de conservación energética para dominar el medio. Posteriormente se abriría una nueva puerta de beneficio incalculable: el fuego.

El fuego es evidentemente el mayor logro del hombre primitivo en la manipulación de su medio ambiente. Donde pudiera reunir unos cuantos palos secos podía conseguir un hogar y un altar: los gérmenes de una vida social y la posibilidad de un pensamiento y una contemplación libres. La madera empezó, así, a ocupar un lugar importantísimo en la conquista racional del medio ambiente en sus dos aspectos fundamentales, como energético y como material de manipulación básica.

1. Lewis Mumford, Técnica y civilización. (3 ed.; Madrid: Alianza Universidad, 1979) p. 27.

1. La Madera

Desde los montes de las zonas templadas, hasta las partes bajas de los ríos y las zonas selváticas, la madera natural era la cosa más común y visible que el medio ofrecía a los primeros pobladores. Su uso como material y como energético es extremadamente antiguo y aunque se usó originalmente en ese orden siempre se mantuvieron indisolublemente ligados.

La diferencia en dureza, resistencia a la tensión, peso, permeabilidad de varias especies de madera, desde el pino al carpe, del cedro a la teca, dan a la madera un margen natural de adaptabilidad para varios fines que sólo fue igualada por los metales tras una larga evolución de experiencia metalúrgica: el surtido original de los metales y sus aleaciones ofrecían una escasa variedad de posibilidades y hasta el final del siglo XIX la madera presentó una mayor diversidad, pudiendo ser moldeada, ablandada, serrada, esculpida, etc.; fue el material más variado y útil que el hombre haya empleado en su tecnología. Finalmente, hasta mediados del siglo XIX la madera como tal o como carbón vegetal, fue la principal fuente de energía para proporcionar calor.

B. LUCHA POR LA EXISTENCIA

1. Medios para la supervivencia

Con el comienzo de la actividad laborar y la fabricación de los primeros instrumentos de trabajo se inició la formación de la sociedad humana. La vida de los hombres cambió de raíz; el trabajo liberó al hombre de la dependencia respecto a la naturaleza. Con ayuda de los instrumentos de trabajo pudo tomar de ella los bienes antes inaccesibles, así como modificarlos como arreglo a las necesidades de su vida. El hombre aprendió a vencer a los grandes animales, enriqueció su alimentación y protegió su cuerpo contra el frío y la intemperie, además, esos instrumentos le ayudaron a construir viviendas. La producción de bienes materiales pasó a ser la base de la vida de la sociedad humana, pero, desde luego, determinada por las condiciones naturales del medio geográfico y la densidad de población.²

2. El medio geográfico es una condición indispensable para la actividad productiva del hombre pues es de ahí de donde obtienen los medios de subsistencia y pueden influir de manera favorable en el desarrollo social. A pesar de que el hombre ya contaba con la madera como energético, en mucho la fuente vital de energía continuó siendo el sol. De esta manera no es casual que los primeros pobladores vivieran en regiones de climas benignos, además, su progreso y desenvolvimiento hacia la agricultura los empujó a los grandes valles de los ríos, donde podían disfrutar de un adecuado suministro de agua. Desde un principio los ríos proporcionaron tierras húmedas, medios de transporte, comunicación y comercio; más tarde, energía para accionar las ruedas hidráulicas, y ahora, las modernas turbinas. Esta es la razón por la que hasta no hace mucho, casi todas las grandes culturas históricas han prosperado a lo largo de la vía natural de un gran río: Amarillo, Tigris, Eufraates, Nilo, Rhin, Danubio, Támesi entre otros.

Al aprender el hombre a pulimentar y horadar la piedra, los instrumentos se hicieron relativamente ligeros y cómodos y se empezó a combinar en ellos -diversos materiales como piedra, madera, hueso, para fabricar hachas, anzuelos, puntas de lanza, etc. El mayor invento de aquel tiempo fue el arco y la flecha -primer instrumento almacenador de energía- arma potente de mayor alcance que ninguna hasta entonces y que aligeró considerablemente la obtención del alimento. La caza pasó a ocupar un lugar muy importante al proporcionar vestido, carne y materia prima para nuevos utensilios; y a raíz de esto el hombre comenzó a producir un poco más de lo que necesitaba para su uso inmediato, al mismo tiempo, jarras y vasijas le ayudaron a preservar los alimentos. Todo esto indujo al hombre a permanecer más tiempo en el mismo lugar y le dió tiempo para la contemplación más cuidadosa de la naturaleza, así, las condiciones estaban dadas para desarrollar otro tipo de actividades: la agricultura y la ganadería.

2. Agricultura y ganadería

Fué la agricultura³ la que proporcionó los primeros alicientes para experimentar la domesticación a gran escala aunque ésta ya se realizaba desde el neolítico. Las nuevas residencias fijas facilitaron protección del ganado y los excedentes de la producción agraria, un complejo alimenticio además del pastoreo; de este modo se pudo obtener plenos beneficios de la multiplicación del número de animales. Estos tienen un significado especial desde el punto de vista energético: además de proporcionar alimento (rico en proteínas) brindó grasas, o cera en el caso de las abejas, para conservar el fuego encendido y por lo tanto un método efectivo de iluminación; también un medio de transporte, un sustituto de la fuerza de trabajo humana en las pesadas labores agrícolas, pieles para el vestido y materiales diversos como tripas con las propiedades elásticas que permitían elaborar instrumentos almacenadores de energía. En resumen, los animales representaron muchas posibilidades energéticas que el hombre ya estaba en posibilidad de explotar, y así lo hizo.

3. La aparición de los metales; la edad de bronce

Con los inicios de la agricultura y la ganadería surgen multitud de nuevas necesidades; las existencias de una vida social, de una vida más próxima unos de otros y de un suministro limitado de alimentos, llevaron a nuevas adopciones e ingeniosidades que sustituyeron los toscos artefactos que una vez le aseguraron la supervivencia. En la búsqueda de nuevos materiales idóneos para la

3. Esta se logró gracias a los hábitos y experiencias acumuladas en largos años de vida recolectora y la invención de aperos especializados de labranza.

fabricación de utensilios, el hombre dió con el cobre en su estado nativo susceptible de adquirir formas bajo los golpes del instrumento de piedra. Valiéndose de estas propiedades empezó a preparar hachas, cuchillos, puntas de saetas y lanzas de ese metal. El empleo de este metal y otros materiales nuevos - comenzó mas o menos en el sexto milenio a.C. con gran habilidad se elaboraron instrumentos ya no sólo de cobre sino de aleaciones como bronce para trabajar los metales básicos y fabricar toda clase de utensilios. La agricultura tuvo un desarrollo enorme ; la tala de bosques aumentó en el área de cultivo y pronto aparecieron diques, presas y multitud de aperos metálicos; los requerimientos de madera para la fundición se multiplicaron.

En regiones apropiadas ésta se convirtió en la actividad económica principal del hombre desplazando a la ganadería aunque esta última también se especializó y floreció en otras zonas geográficas.

La especialización de las primeras tribus en una u otra esfera de la producción (agricultura y ganadería) marcó la primera división del trabajo en la historia de la humanidad. Esta especialización propició el desarrollo de nuevos instrumentos de trabajo y medios de producción aumentando la productividad en cada rama; pero al intensificar estas actividades, el hombre creó una fauna y una flora independientes, en grado considerable, del medio geográfico pero que sí dependían por completo del trabajo humano. Esto motivó que los requerimientos de energía se elevaron considerablemente.⁴

C. NUEVAS NECESIDADES ENERGETICAS

1. Tracción animal

Hasta ese momento el hombre había satisfecho sus necesidades de energía para el trabajo con su propia fuerza de trabajo muscular y con su inventiva. Cuando la potencia requerida era mayor que la que un sólo individuo podía proporcionar - existían dos alternativas o una combinación de ambas: dispositivos sociales para hacer que la fuerza de muchos hombres se aplicara a un solo objeto e inventos mecánicos que disminuían la energía corporal requerida.

4. En cierto sentido se puede decir que mediante la aportación de energía, un ecosistema estable se ha hecho inestable, para favorecer al hombre. Para mantener esa inestabilidad se requiere una entrada continua de energía. En la actualidad ésta se adiciona como fertilizantes, pesticidas, herbicidas etc.

En mayor o menor grado, los dispositivos sociales habían sido aplicados - en todas las etapas del desarrollo social; la caza, la agricultura, las obras de riego y la construcción son ejemplos de tareas que requirieron durante mucho tiempo, la organización cuidadosa de la energía humana para la terminación de un trabajo urgente en un tiempo limitado. El colectivismo y el trabajo social - constituían la organización básica del hombre en ese entonces. Así mismo, entre los inventos mecánicos que brindaron a la fuerza humana más potencia, la palanca es con mucho el más importante y el principio en el que se basa es fundamento - de casi todas las máquinas. (Posteriormente, se desarrollaron otros cuatro ingenios mecánicos relacionados con la palanca: la cuña, el tornillo, la polea -- compuestas y la rueda con un eje).

Pero ahora las condiciones eran otras: la agricultura y la ganadería al - depender exclusivamente del trabajo humano requerían mayores cantidades de energía.

Los problemas de transporte antes casi inexistentes empezaron a tomar una importancia considerable; las fuerzas productivas requerían de una fuerza ma-- yor a la humana y tracción efectiva para el transporte de materiales y alimentos. Los nuevos medios de producción proporcionaron la solución a las necesidades energéticas crecientes: la energía tractoanimal podía ahora ser aprovechada.

En efecto, en todas las regiones donde se desarrollaron las civilizaciones antiguas, tanto las tribus dedicadas a la agricultura como las dedicadas a la - ganadería, vivían próximas unas a otras contribuyendo así a la difusión de to-- do género de inventos, experiencias y hábitos. Esos contactos condujeron, en - particular, al empleo de los animales (sobre todo los bueyes) como fuerza de - tracción en las faenas agrícolas. La tracción animal creó las condiciones para el invento y la amplia difusión de instrumentos de trabajo más perfectos, como, por ejemplo, el arado de madera que aparece ya en el tercer milenio a. C. en - la zona asentada entre el Tigris y el Eufrates.

2. El Transporte primitivo.

Con el aumento de la productividad en las dos esferas de la producción, enormes cantidades de productos agropecuarios debían ser acarreados del campo a la al-- dea y posteriormente de ciudad a ciudad y de región a región. La existencia misma de las ciudades primitivas dependía de la habilidad para organizar el transporte eficaz de materiales en grandes volúmenes. Era necesario acarrear del campo alimento para millares de habitantes, así como intercambiar mercancías con otras ciudades; los metales, la madera y las piedras tenían que conseguirse en montañas y bosques. Esto obligó a hacer grandes mejoras y radicales innovaciones en los medios de transporte pero que se traducía en dar un uso más eficiente a la energía disponible.

Debido a que las primeras civilizaciones se desarrollaron en los grandes valles de los ríos, lo mismo que en los lagos formados por ella y sus deltas, desarrollaron rápidamente el transporte fluvial espoleados por estas necesidades; a las primitivas piraguas fueron agregándoseles mejoras casi imperceptibles, constantemente probadas en la práctica, hasta convertirlas en embarcaciones capaces de transportar mercancías en grandes cantidades. Del simple dejarse

llevar por la corriente se pasó a los remos accionados por la propia energía humana y luego a la navegación de vela. Este último invento se considera crucial para el aprovechamiento posterior de la energía: "Esta invención aumentó enormemente el alcance de la navegación pero también tiene una importancia primordial, por constituir la primera aplicación de la fuerza inanimada a las necesidades humanas y ser el prototipo de los molinos de viento e hidráulicos, de las máquinas de vapor y de los aeroplanos, que habían de surgir posteriormente".⁵

D. AUGES Y DECADENCIA

Los nuevos aperos agrícolas que mejoraban el cultivo de la tierra y la vasta utilización del ganado en calidad de fuerza de tracción, elevaron considerablemente la productividad del trabajo. La obtención y elaboración del metal, la alfarería y otras ramas de la producción necesitaban equipos más sofisticados: aparece el horno de forjar, el torno del alfarero y el telar rudimentario. Pero esto sirvió para acentuar lo que ya se venía gestando; con la formación de grupos de gente habituada a la fabricación de ciertos tipos de materiales aparecieron los primeros oficios. La segunda división social del trabajo se consumó; la artesanía se separó de la agricultura y la ganadería.

Gracias a este gran auge productivo⁶, no sólo de toda la colectividad -- sino de cada uno de sus integrantes, los hombres ya no necesitaban unirse necesariamente en grandes asociaciones de producción para obtener los medios de existencia indispensables; sus miembros empezaron a producir cada uno por su cuenta y a intercambiar sus productos en el mercado⁷. La expresión del aislamiento material de los productores de mercancías fue la aparición de la propiedad privada. Al convertirse el plusproducto en elemento necesario para la adquisición de productos básicos no producidos por el comprador, éste debía procurar obtener cantidades mayores de plusproducto para satisfacer todas sus necesidades (vía el mercado). La solución más fácil, más inmediata a esta necesidad de aumentar la producción personal venía dada por el aprovechamiento máximo de la energía disponible hasta entonces.

-
5. John Bernal, La historia de la ciencia (México, D.F.: Nueva Imágen, 1979) p. 133.
 6. En el periodo de la primera y segunda división social del trabajo, la productividad de éste se elevó tanto que los miembros de la sociedad, además de asegurarse los medios de existencia, podían producir algo más que lo indispensable: el plusproducto.
 7. Con el intercambio de mercancías más terminadas hubo un intercambio análogo de aptitudes y de conocimientos tecnológicos; se entremezclaron tipos especiales de ocupación y técnicas especiales; el resultado fue un enriquecimiento continuo y una creciente complicación de la cultura misma y de la herencia técnica.

La energía animal no podía ser usada extensamente en las esferas productivas, no así la energía humana; pero para obligar al hombre a trabajar hasta el límite de sus fuerzas había que privarlo de su libertad de decidir, por sí mismo, si quería hacerlo o no. De esta forma, el esclavismo fue la respuesta de la sociedad a la creciente demanda de energía para la elaboración de grandes cantidades de plusproducto y por tanto de mayores artículos para el bienestar privado.

1. El esclavo: fuente de energía barata.

La aparición de la esclavitud fue un fenómeno por completo lógico en aquel tiempo. Cuando el trabajo pudo ya crear el plusproducto, aunque, en un grado considerable, a cuenta del agotamiento extremo de las fuerzas físicas y morales de los verdaderos productores de los bienes materiales. Ahora, en lugar de sacrificar a los prisioneros de guerra se les convirtió en esclavos, trabajadores sin derechos, mantenidos mientras proporcionaban plusproducto y eran ventajosos, sino, simplemente se les daba muerte. Como el continuo aumento de la población, de la vida cultural y religiosa así como de las fuerzas productivas, demandaban cantidades crecientes de "energía" es decir, de esclavos, las fuentes principales de esa "energía" (las guerras, el tráfico de esclavos y la esclavización de deudores insolventes) se explotaron a fondo. Gradualmente todas las comunidades adoptaron ese modo de producción hasta que la sociedad humana en conjunto fincó su desarrollo en el esclavo. El nuevo régimen había comenzado.

III. LA EPOCA ESCLAVISTA.

A. MUCHA ENERGIA DISPONIBLE: POCO AVANCE TECNOLOGICO

La introducción de la institución de la esclavitud, si bien sirvió para satisfacer las necesidades más urgentes, con el transcurso del tiempo actuó de freno para el desarrollo de la sociedad; la disponibilidad de mano de obra (energía) barata redujo los incentivos para estudiar medios de producción aptos para reducir o hacer más eficiente el trabajo humano.⁸ Esto aunado al simple refinamiento del conocimiento tradicional, practicado por las castas de artesanos⁹, y las limitaciones muy estrictas para la concentración de energía animal así como de sus deficientes aperos, trajeron como consecuencia un profundo declive de la inventiva (como muestra el punto A de la figura 1) y el avance de la tecnología se vió seriamente frenado.

8. Por ejemplo el perfeccionamiento de la navegación a vela se estancó a favor nuevamente, de la navegación a remo. Los esclavos harían el trabajo de tracción.

9. Al carecer de métodos impersonales de anotación escrita, la transmisión del conocimiento artesanal tendió a crear una casta de oficios. La conservación de la aptitud por estos medios condujo a un claro conservadurismo; los refinamientos mismos del conocimiento tradicional sirvieron, quizás, de freno a la invención.

A pesar de que el rendimiento de un esclavo era muy deficiente (como - - máximo la mitad que la de un hombre libre) había por lo menos tres aspectos - por los cuales la disponibilidad de esclavos mitigaban los efectos de su falta de potencia: 1) Se podían utilizar en gran escala para la ejecución de obras - gigantes y reemplazarse sin problema: por ejemplo, para construir la pirámide de Keop en 10 años, según Herodoto, trabajaban simultáneamente cien mil esclavos que eran renovados cada tres meses (morían o quedaban inútiles para el trabajo). 2) Al estar la producción asegurada se les utilizó extensivamente en todas las ramas de servicios e hicieron posible un alto grado de lujos; en la -- Roma del Primer Imperio había 200,000 esclavos de una población total de menos de un millón. 3) El trabajo de la minería, base indispensable para el progreso vía la metalurgia era, quizás, el trabajo más incruento de la época esclavista (incluso de la sociedad industrial). En las minas que al mismo tiempo servían de prisión de castigo, los esclavos estaban, inevitablemente, condenados a morir.

La existencia de los esclavos carentes de propiedades y derechos, tenía - que producir un efecto depresivo sobre la situación social de los trabajadores libres. Por su asociación con los esclavos, su trabajo se convirtió en algo -- más ruin y bajo. Los estímulos y oportunidades para mejorar las técnicas eran muy escasas para los trabajadores libres y enteramente nulas para los esclavos, la clase explotadora los despreciaba por igual. Por consiguiente el enfoque -- científico que había sido tan frutífero en las ciencias de la clase dominante - como las matemáticas, la astronomía y la medicina- se apartó de los problemas y de las informaciones que podían suministrar los oficios. No obstante de que era mucho lo que se había perdido u olvidado, algunas actividades científicas se mantuvieron y hasta alcanzaron cierto desarrollo como las observaciones astronómicas, aunque la principal motivación para ello fueron las ideas mágicas y religiosas sintetizadas en la astrología.

Finalmente basta decir que aunque la introducción de la esclavitud proporcionó una fuente casi ilimitada de energía en aquel tiempo el desarrollo creciente - de las fuerzas productivas y las exigencias de las estructuras sociales más -- complejas tenían, por fuerza, que devolver a la inventiva su fuerza de antaño. El hombre se preparaba a vivir un nuevo periodo decisivo en su desarrollo general.

B. LA EDAD DE HIERRO

Tres factores esenciales aceleraron el término del monopolio de la civilización por parte de los antiguos imperios fluviales del Egipto y Babilonia: 1) la amplia distribución del hierro y la facilidad de su tratamiento; 2) la aparición de los jinetes de las estepas con sus caballos más resistentes y ágiles que los asnos, y 3) las mejoras que se implantaron rápidamente en el manejo y construcción de navíos, como resultado colateral de la tecnología del hierro.

Estos factores están directamente relacionados con el uso más eficiente de los energéticos hasta entonces aprovechados. La fundición del hierro requería - mayores temperaturas que sólo se pudieron lograr con la quema eficiente de la leña en hornos perfeccionados. Por su parte de entre los tipos de energía traca

toanimal, el caballo es el más eficiente en cuanto a fuerza, rapidez, movilidad y versatilidad.

1. Nacimiento de nuevas sociedades

La introducción del hierro coincidió con un período de migración de los pueblos. Las tribus más o menos bárbaras del oriente de Europa o del Caspio empezaron a avanzar hacia la región oriental del Mediterráneo a partir del siglo XVIII a. C. En Asia ocurrieron movimientos similares hititas, persas y arios. La gran movilidad de los jinetes y de los pueblos navegantes, junto con la abundancia de armas, nuevas, hizo difícil que los viejos imperios opusieron una resistencia militar eficaz.

La destrucción y las guerras ocurridas al comienzo de la Edad de Hierro no dejaron de tener sus compensaciones. La sustitución de la vieja cultura por la nueva implicó cierta pérdida de continuidad, pero también sirvió para abandonar muchos desprestigios culturales que había acumulado y trajo consigo la posibilidad de erigir estructuras mucho más efectivas sobre los cimientos antiguos.

2. Desarrollo técnico.

Los progresos basados en un metal¹⁰ más económico y abundante, tuvieron una proyección mucho más amplia que en el caso del cobre o bronce no sólo desde el punto de vista geográfico sino entre las distintas clases sociales.

El empleo del nuevo metal mejoró enormemente la agricultura y la artesanía elevando considerablemente la productividad que se extendió también a la minería. Leñadores con sus hachas mejoradas y campesinos con arados de punta de hierro descubrieron nuevos lugares para la agricultura; bosques, pantanos y otras regiones quedaron asimiladas. Las ciudades se convirtieron, casi desde su fundación, en lugares bien situados para el desarrollo de la manufactura y el comercio, capaces de obtener en el exterior sus materias primas y hasta su fuerza de trabajo (los esclavos) a cambio de la venta de sus productos. La producción de mercancías quedó establecida, por primera vez, de manera regular y, en rigor, como parte esencial de la actividad económica; del mismo modo la esclavitud se consolidó como la forma predominante del trabajo.

10. Al parecer, en donde se fundió por primera vez al hierro fue en un lugar situado al sur del Cáucaso por los miembros de la legendaria tribu de los cálibes en el siglo XV a. C. pero no fue sino hasta el siglo XII a. C. cuando se fundió en cantidades suficientes para que su uso resultara económico, técnicamente decisivo y abandonara el papel de simple adorno

Los progresos técnicos logrados al principio de la edad de Hierro, particularmente los que efectuaron los griegos¹¹ antes del periodo alejandrino, aún cuando fueron valiosos por sus efectos, no produjeron innovaciones tan fundamentales como los de la Edad de Bronce. El empleo del hierro llevó directamente al mejoramiento de los utensilios con mango -como las hachas y mazos- y --- también hizo posible la fabricación de otros como la azada. Los progresos más importantes se produjeron después mediante la conjugación de las matemáticas - griegas y sirias las cuales abarcaron multitud de aplicaciones del movimiento giratorio: molinos y prensas, poleas y garrochas, lo mismo que artefactos hidráulicos y neumáticos, bombas y elevadores de agua. El torno de mano, con su movimiento reversible, fue un perfeccionamiento del taladro de arco, inventado en la Edad de Bronce.

Como ya dijimos, los progresos técnicos no afectaron el conocimiento de la misma forma que al principio de la Edad de Bronce, esto se debió, en parte, a que no se trataba de innovaciones radicales, sino mejoras, tal vez para ahorrar fuerza de trabajo, que no producían impactos en la inventiva¹². Además, no se requirieron de muchas técnicas científicas auxiliares; la aritmética y la geometría se bastaban para resolver los problemas planteados. Pero la razón más poderosa fue que se siguió despreciando al artesano. El trabajador manual fue considerado decididamente inferior al trabajador intelectual o al pensador con teplativo. No se trataba de una idea nueva, había sido heredada de la civiliza ción antigua y se fortaleció mucho más.

Este periodo de resurgimiento de la inventiva se extendió desde el inicio de la Edad de Hierro en el siglo XVIII a. C. hasta el auge de la cultura griega en el IV a. C. (corresponde al punto B y C de la figura 111) para luego decaer desalentadoramente por las condiciones sociales e ideológicas. La interrupción en el desarrollo general de las ideas científicas no significó, sin embargo, el fin de la ciencia práctica. La mayor parte de los logros de la matemática, la astronomía, la fisiología griegas provienen del periodo posterior a - - Aristóteles, el de la ciencia alejandrina o helenística.

Estos dos auges, el de la edad de Hierro y el helenístico, debe su razón de ser a las condiciones sociales y políticas que alientan la actividad creado ra y fomentan el trabajo en ciertos campos y no tanto a las necesidades energé ticas (conservación o búsqueda de nuevas fuentes) que tuvieron un papel margi nal, pues la fuente de energía, el esclavo, estaba más que asegurada.

11. Los griegos entre los siglos XII y VI a. C., crearon una cultura sintética de los elementos culturales de los países que eran ocupados o con los cuales entraba en contacto y fueron los que mayor éxito obtuvieron en la explotación de las nuevas condiciones sociales, culturales y económicas de la -- época.

12. "El avance revolucionario de la técnica de la Edad de Hierro no consistió - tanto en el perfeccionamiento de los utensilios, como en hacer que se pu die ra disponer de ellos en todo momento". Bernal p. 182.

C. LA EPOCA HELENISTICA

La decadencia de las ciudades-estado independientes griegas con Atenas a la cabeza fue seguida de la unificación forzada por los macedonios que establecieron los nuevos grandes imperios territoriales.

Estos adportaron simplemente el tipo griego de civilización que fue extendido en el Asia por las conquistas de Alejandro Magno. En su habilidad organizadora, en el conocimiento y en el arte, el modo griego de hacer las cosas se imponía donde quiera que hacía su aparición. Si bien el avance militar fue detenido en el Indo, el arte griego penetró en toda la India e incluso en China. Alejandro hizo que el comercio superara las barreras nacionales; la difusión de la lengua griega a través de los vastos dominios resultó ser más duradera que la mayoría de los éxitos políticos. Esta época fue de una gran actividad industrial facilitada por la existencia de rutas comerciales que cruzaban toda Asia. Todo esto creó las condiciones adecuadas para un explosivo desarrollo de los perfeccionamientos técnicos sobre todo al fusionarse las técnicas griegas con las de Siria, Persia y, en mayor grado, Egipto.

1. Resurgimiento de la ciencia y la técnica

El rápido crecimiento del mercado de los artefactos fabricados para producir ganancias -mecanismos ilusorios en los campos, instalaciones para el abastecimiento de agua y relojes- debe haber tenido un efecto estimulante sobre la inventiva, similar al que tuvieron los entretenimientos palaciegos en el Renacimiento. Esto no sólo llevó a los científicos de entonces a aprender los funcionamiento de la hidrostática y la neumática, sino que los hizo mejorar los propios artefactos e inventar otros nuevos. La polea compuesta, el torno de carga, bombas de agua de doble acción, órganos de viento, etc. Ctesibio (hacia 240 a. C.) y Herón (hacia 100 a. C.) construyeron numerosos ingenios y artefactos que producían efectos engañosos y que funcionaban por medio de aire comprimido, destinados particularmente a ser utilizados en templos. Herón llegó a construir una rudimentaria máquina de vapor (el colipilo) que funcionaba conforme al principio de reacción a chorro.

El ímpetu inicial para el desarrollo de la mecánica provino del lado técnico. Los artesanos griegos, particularmente los metalúrgicos, habían alcanzado ya un alto nivel desde antes de Alejandro, de tal manera, que cuando fueron transplantados a otros países como Egipto y Siria y tuvieron a su disposición mucho mayores recursos, ideas y una tradición tecnológica, introdujeron mejoras radicales en toda la maquinaria, especialmente la de la irrigación, transporte y máquinas militares. El estímulo entre los artesanos hábiles y los cálculos precisos elevaron la calidad de los instrumentos de trabajo a niveles refinados. Otra necesidad aún más imperiosa para la invención de nuevas técnicas provenía del estado casi permanente de guerra en que se encontraban los imperios, lo cual hacía que siempre hubiera demanda de máquinas cada vez más complicadas.

La decadencia intelectual general respecto a la etapa griega anterior con su ciencia y su filosofía abstracta se vió compensada -durante unos cuantos siglos- por el desenvolvimiento de la ciencia natural. La medicina, las matemáticas

cas, la astronomía y la mecánica tuvieron un notable auge creador, pero además, los avances en áreas mecánicas vinieron acompañadas por inventos prácticos con el fin de ahorrar fuerza de trabajo.

Todo el ímpetu helenístico por impulsar la ciencia y la técnica se sintetizó en el Museo de Alejandría que fue el primer intento deliberado y consciente de organizar y subvencionar la ciencia. Con el tiempo y por razones de diversa índole, el pensamiento avanzado de la época helenística se perdió en buena parte.

D. DECADENCIA DEL ESCLAVISMO

1. El estatismo romano

A mediados del siglo II a. C., los imperios helenísticos habían caído en la -- anarquía, y prontamente fueron conquistados o absorbidos por el floreciente -- Imperio Romano. La ciencia y el arte se hallaban en decadencia y el sistema -- económico del imperio estaba ya demasiado consolidado como para que se pudiera hacer un empleo efectivo de los conocimientos helenísticos.

La crisis general de la sociedad clasista, derivada de la acumulación del poder en manos de unos cuantos ricos, el embrutecimiento general de la población de "hombres libres" y esclavos¹³ y la abundancia de fuerza de trabajo esclavo llevaron a la restricción del comercio a las clases acomodadas (por la imposibilidad económica para que las otras pudieran hacerlo y al empobrecimiento gradual de comerciantes y artesanos). Esto no produjo ningún incentivo como para introducir máquinas o nuevas invenciones al proceso de trabajo y, por tanto, nunca surgieron condiciones para el desarrollo de la sociedad más avanzada. Las únicas aportaciones importantes de la tecnología romana fueron en la agricultura y la arquitectura.

Las condiciones económicas, sociales y culturales impuestas por el Imperio Romano condujeron a la gestación del derrumbe del régimen esclavista, al mismo tiempo que la decomposición del Imperio hacia finales del siglo I. Las villas en las cuales se refugiaron los ricos para eludir la carga de los impuestos, se transformaron en centros de producción local y sustituyeron gradualmente a las

13. A diferencia de lo que ocurriera en los estados primitivos en Asia y Africa, así como en la antigua Grecia, en la sociedad esclavista de Roma, los esclavos eran los principales productores de bienes materiales.

Ya en la época helenística se intensificó esta práctica: el mercado de exportación de manufacturas estaba limitado en mucho a los artículos de lujo pero había tal demanda que se crearon poblaciones manufactureras que ocupaban a esclavos para la producción directa. El empleo inusitado del número de esclavos acarreaba la ruina de campesinos y pequeños artesanos; pero estos mismos veían en el trabajo manual una ocupación deshonorrosa e indigna. La lucha entre esclavos y esclavistas asumieron, cada vez más, formas particularmente agudas.

ciudades como núcleos económicos de tal suerte, que el comercio se limitó cada vez más a los artículos de lujo. La economía dineraria fue socavada por la inflación dando lugar al trueque basado en el intercambio de mercancías producidas y consumidas localmente. El ejército que había sido una gran fuente de riqueza en esclavos y pillaje se convirtió en una carga creciente pero necesaria, ya que no se estaban conquistando nuevas tierras y, al propio tiempo, la defensa del Imperio representaba dificultades cada vez mayores.

2. Nacimiento de las relaciones feudales de producción.

Los síntomas de la disgregación fueron agravándose hasta motivar a finales del siglo III, una crisis profunda de la sociedad esclavista romana. La ineficiencia del trabajo de los esclavos hacia cada vez más frecuentes los casos de manumisión. Los libertos obtenían un peculio o se convertían en colonos. Los esclavistas se veían obligados a renunciar, en cierta medida, a la coherción - abierta, para elevar el interés de los esclavos por los resultados de su trabajo y aumentar la productividad. Sin embargo, los colonos se fueron convirtiendo progresivamente de arrendatarios libres en personas dependientes.

Como las ciudades eran una colectividad de propietarios libres el proceso anterior destruían las ciudades. Esto aunado a la ruina masiva de la población urbana contribuyó al proceso de decadencia paulatina de las ciudades.

Los latifundios gigantes absorbían a los pequeños agudizando cada vez más las contradicciones entre grandes propietarios de tierras por un lado y colonos, campesinos libres y pobres de las ciudades por el otro.

Las contradicciones sociales iban acompañadas de las políticas. Arreciaban las tendencias separatistas de las provincias y se intensificaba la lucha por el trono imperial.

En el siglo IV, durante el reinado del Emperador Constantino, se llevó a cabo la adscripción de los colonos a la tierra que cultivaban. Desde entonces, el colono, cualquiera que fuera su origen, tenía que trabajar permanentemente en la tierra del propietario. El colono pasó a desempeñar el papel principal en la finca rústica romana sin tener derecho a abandonarla, ni él mismo ni -- sus descendientes. Esto significaba prácticamente el avasallamiento. La situación de los colonos se asemejaba cada vez más a la de los esclavos. Al mismo tiempo se dictaban leyes cada vez más crueles contra éstos últimos.

Los artesanos agrupados en colegios siguieron en el avasallamiento, al -- final del imperio, los terratenientes se independizaban más rápidamente del -- poder central asegurando protección a los campesinos que lo solicitaban; las -- insurrecciones populares se hacían cada vez más potentes y los pueblos bárbaros desbordaban las fronteras. Las crisis sociales y políticas se fundían en un todo único. El Imperio Romano, finalmente, se dividió en dos: el de Occidente

te y el de Oriente en el año 395. El imperio de Oriente o de Bizancio se transformó en un estado feudal que subsistió hasta mediados del siglo IV¹⁴, el hundimiento definitivo del de Occidente llegó hasta el año 476. Tras las reiteradas invaciones de tribus vecinas ayudadas por esclavos y colonos, y los continuos levantamientos de éstos junto con los campesinos empobrecidos y artesanos, se estableció un estado feudal desplazando definitivamente al régimen esclavista, pero la esclavitud no dejó de practicarse hasta ya bien entrado el siglo XIX y se vió limitada al número de esclavos disponibles. El esclavo, lo había demostrado con creces, siguió siendo una fuente de energía versátil y económica.

IV. EL FEUDALISMO

A. PRIMERA ETAPA FEUDAL

Los rasgos fundamentales que caracterizaron la formación del feudalismo en Europa Occidental se pueden resumir brevemente: se crearon grandes latifundios, sobre la base de la propiedad feudal de la tierra y el avasallamiento de la mayoría de los campesinos libres; se fusionaron los esclavos y colonos, heredados de la época esclavista, con los campesinos y siervos. Como resultado, aparecieron la clase de los feudales (abajo del Rey y la nobleza) y la de los campesinos, dependientes de aquellos, y productores fundamentales de los bienes materiales; los terratenientes feudales detentaban cierto poder político. Los oficios separados de la agricultura en la época esclavista habían vuelto a unirse a aquella. La producción local satisfacía las necesidades del feudal y abastecía de los artículos artesanos indispensables a los campesinos; todo lo producido con muy pocas excepciones, se consumía dentro de la propia hacienda.

Si bien el perfeccionamiento de los métodos de elaboración del hierro dió lugar al arado ligero y pesado como a otros aperos de labranza, y la introducción del sistema de tres campos y la aparición de los molinos de agua y viento elevaron la productividad de los niveles en los que había caído el derrumbamiento del Imperio, la técnica de la producción feudal permanecía estancada. Las fuerzas productivas se desarrollaban con gran lentitud en los albores del medioevo.

14. Tradicionalmente la historia de la humanidad se ha centrado en el Imperio Romano de Occidente (España, Francia, Italia y la región Romana) por razones ideológicas, pero la verdad es que se sabe poco de las culturas de Oriente aunque sí algo más de Bizancio. Este último se desenvolvió más o menos tranquilamente a un estado feudal y a pesar de que el estado de cosas ya no fue el mismo fueron preservados el comercio, la cultura y el saber; incluso durante algún tiempo revivieron con brillo.

1. Crisis energética.

Con la decadencia del Imperio Romano disminuyó la principal fuente de esclavos, constituida por los prisioneros hechos durante las campañas militares victoriosas. Con la extinción de esta "fuente primaria de energía", la sociedad de la época conoce la primera crisis energética de la historia¹⁵. Una crisis gravísima con repercusiones económicas y sociales catastróficas: la muerte por inanición llegó a ser un fenómeno endémico. Las mismas condiciones de la crisis obligó a "importar energía": se introdujo a los bárbaros y mercenarios, como esclavos o siervos para remediar la escasez de fuerza de trabajo producida por la criminal explotación practicada por los terratenientes y los recaudadores de impuestos romanos. Así, los bárbaros no siempre jugaron el papel de invasores directos, sino el propio Imperio reclutó a sus sepultureros.

Covertura ideológica

Un esfuerzo desesperado para restañar las profundas laceraciones de la sociedad imperial y la escasez de mano de obra y así aliviar la crisis, fue la adopción del cristianismo por Constantino el Grande como eficiente religión oficial¹⁶ a principios del siglo IV. La doctrina cristinana cuadraba mejor que alguna otra con los intereses de los esclavistas por distraer a los trabajadores de la lucha social contra los explotadores. Los ideólogos de la época se dieron cuenta rápidamente de que no sería difícil orientar la protesta específica de los cristianos, de manera tal que conviniera a la explotación. La pérdida de humildad y sumisión cristiana, la obediencia completa y el reconocimiento incondicional de los dogmas establecidos serían aprovechados. Paralelamente se abría, en el interior de la visión cristiana de la vida, la mística de la austeridad, de la vida terrena como paréntesis de sufrimiento para la conquista de la salvación eterna. Desde entonces crisis de energía y llamados a la austeridad marcharon juntos.

2. Resurgimiento del helenismo

Si bien el fin de la esclavitud llevó a una crisis energética, ésta no fue total y tardó alrededor de trescientos años en manifestarse con fuerza. Esto se debió principalmente a que las condiciones de producción feudal, encerrada dentro del mismo feudo, redujeron a un mínimo la demanda de ciencia y técnica útil además de que el continuo estado de guerra (por las invasiones bárbaras) no permitía aumentar la producción ni establecer un comercio estable. No obstante lo anterior, a partir del siglo VIII arranca una nueva etapa tecnológica y energética.

15. En realidad la necesidad de mayor fuerza de trabajo o inventos para el mejor aprovechamiento de ella siempre existió pues el número de esclavos en cautividad no se mantenía constante, y en cualquier caso, en cada generación de libertos eran cada vez más numerosos.

16. Se funda así la institución de la Iglesia con toda una serie de dogmas y estructuras que conformarían un estado dentro de otro pues se convirtió en la fuerza política y social dominante. El control de los pueblos a través de la guerra y la intervención se vió forzada en forma más segura con el control y terrorismo ideológico.

Este periodo de resurgimiento tecnológico y energético corresponde a lo que Lewis Mumford llama fase eotécnica de la máquina y civilización y lo sitúa desde el año 1000 hasta 1750 aunque los no pueden ser definidos rígidamente; más bien estos años corresponde al periodo más significativo de esa fase extendiéndose a uno y otro lado según la cultura que se trate.

La gestación de esta etapa se inicia con la crisis del sistema esclavista y a partir de ello los conocimientos técnicos y científicos anteriormente frenados por el exceso de mano de obra barata vuelven a renacer con gran ímpetu; se adaptan invenciones antes despreciadas y se desarrollan nuevas (muchas veces resultan redescubrimientos de adquisiciones ya conocidas en la antigüedad).

"Durante este periodo los adelantos y sugerencias técnicas dispersas de otras civilizaciones llegaron a reunirse, y el proceso de invención y de adaptación experimental siguió con un paso lentamente acelerado. Durante este periodo se favorecieron casi todos los inventos clave necesarios para la universalización de la máquina... Este complejo alcanzó su punto culminante, dicho en términos tecnológicos en el siglo XVII con la fundación de la ciencia experimental apoyada sobre la base matemática, diestra manipulación, medida del tiempo precisa y exacta medición." 17

B. LA ENERGIA EN LA EPOCA FEUDAL

1. Reconsideración de la energía animal.

El mejor aprovechamiento de los recursos energéticos en la época feudal se muestra claramente en el continuo incremento de la energía efectiva de los animales, principalmente la del caballo que fue el eje de la tracción animal, tanto para el trabajo y el transporte como para la guerra. Esto fue posible gracias a los nuevos aparejos para la montura y el arrastre.

El uso generalizado del caballo provino principalmente de la guerra en la que la caballería tomaba un papel cada vez más importante, papel que los romanos no pudieron aprovechar por carecer de los aperos necesarios.

El estribo, al brindar un apoyo lateral aparte del sostén, que por adelante y por atrás ofrecía el pomo y barrén respectivamente, asociaba de manera eficaz el caballo al jinete en una sola unidad de combate capaz de una violencia sin precedentes. La mano del combatiente ya no era la que descargaba el golpe: simplemente lo guiaba. El estribo reemplazó así la energía humana por la fuerza del animal y aumentó enormemente la capacidad del guerrero para causar daño a su enemigo.

17. Mumford, p. 130

El segundo gran paso fue la creación de un arnés o pectoral que junto con la herradura de clavos,¹⁸ convertiría al caballo en una ventaja tanto económica como militar al aprovechar eficientemente la potencia del animal.

La introducción del caballo en todo tipo de climas y trabajos requería la protección de los cascos, sobre todo cuando la caballería tenía una importancia excepcional en el feudalismo. Pero aun el caballo herrado es de escasa aplicación para trabajos de arado o de transporte, a menos que su arnés sea tal que le permita desarrollar toda su fuerza de tracción. El arnés moderno consiste de una rígida collera almohadillada que descansa sobre los hombros del caballo de manera que le permiten la libre respiración y circulación de la sangre. Esta collera va unida a la carga, ya sea mediante tirantes laterales o por medio de varas, de suerte que el caballo puede contribuir con todo su peso a la fuerza de tracción. Este dispositivo permitió aumentar su potencia cuatro o cinco veces más que con el arnés de yugo para bueyes de la antigüedad.

El incremento en el número de caballos se hizo posible gracias a los adelantos cualitativos y cuantitativos en la agricultura con el sistema de rotación de cultivo (y a los consiguientes excedentes en la producción de avena), al uso del arado pesado y por la accesibilidad de las regiones hasta entonces escasamente cultivadas del norte de Europa.

Revolución en la agricultura.- En las regiones densamente boscosas del norte y occidente de Europa, la técnica romana no se desarrolló en el campo práctico de la producción de alimentos. Parece no haber duda de que los mismos bárbaros tenían mejores técnicas agrícolas que los romanos, al menos eran capaces de cultivar las tierras fértiles y gruesas que estos últimos despreciaban. Esto se logró gracias al uso masivo de la energía animal. El empleo del arado pesado tirado por cuatro y ocho bueyes, de origen celta o teutón¹⁹, logró cortar la tierra y voltearla sobre el surco, pero como era difícil dar vuelta al arado, se impusieron los terrenos de cultivo sumamente alargados.

Cuando se contó con el arnés moderno introducidos los caballos en lugar de los ajetreados bueyes²⁰ en las tareas de la arada, rastreado o tracción pesada.

-
18. Las patas de los caballos son particularmente sensibles a la humedad -este es el caso de Europa Septentrional- por lo que los cascos se gastan rápidamente y se deterioran con facilidad; en cambio en climas secos, los caballos pueden galopar sin herraduras aun en terrenos pedregosos. Además para largos recorridos montar es mucho más eficiente que si el animal tira de algún carro.
 19. Esta importante invención al parecer fue realizada alrededor del siglo III a. C. encontrándose un espécimen en Dinamarca; pero no fue utilizado masivamente hasta que las necesidades productivas lo requirieron.
 20. Experimentos modernos revelan que si bien el caballo y el buey ejercen más o menos la misma tracción, el caballo se desplaza con mayor rapidez hasta el punto de rendir 50% más libras/pies por segundo. Por otra parte la resistencia del caballo es mayor que la del buey y puede trabajar una o más horas -por día además de que se transporta más rápido a la labor y se puede montar al ir allí.

Esto impulsó fuertemente la revolución agrícola. Aquí se presenta un excelente ejemplo de como una fuente de energía puede modificar los patrones productivos y sociales. La introducción del caballo en estas faenas modificó el modo de vida campesino agrupándolo en caseríos y lanzándolos a su rápida urbanización. Los bueyes se movían tan lentamente que los campesinos que los utilizaban tenían que vivir cerca de los campos. Gracias al uso del caballo tanto para el arado - como para el transporte la misma cantidad de tiempo que tardaba en ir al campo y en volver le permitía al campesino recorrer una distancia mucho mayor. La relación matemática entre el radio de un círculo y la superficie de éste rigió la redistribución de los poblados. Un ligero aumento de la distancia que era posible recorrer cómodamente desde la aldea hasta el campo más lejano bastaba para ampliar considerablemente el total de superficie arable. Extensas regiones en otro tiempo salpicadas de minúsculos caseríos terminaron siendo terrenos cultivados, dominados por grandes aldeas que en casi todos los aspectos conservaron su economía agraria, pero que arquitectónicamente e incluso su modo de vida, pasaron a ser sorprendentemente urbanos.

Pero mientras la energía del caballo aseguró la utilización de métodos mecánicos en regiones no favorecidas de otra manera por la naturaleza, el mayor progreso técnico tuvo lugar en regiones que tenían un copioso suministro de agua y viento. ²¹

2. Hidroenergía

La rueda hidráulica.- Como consecuencia de la investigación de nuevas fuentes de energía, no orgánica, la rueda hidráulica tan despreciada por los antiguos alcanzó una difusión enorme. Las ruedas hidráulicas para elevar agua en una cadena de cangilones y para hacer funcionar figuras automáticas fueron descritas por Filón de Bizancio en el siglo III a. C., a su vez los molinos de grano accionados hidráulicamente fueron claramente registrados en Roma en el siglo I a. C.

Las primeras ruedas hidráulicas eran horizontales y giraban sobre un eje vertical fijo en la nivela. Vitruvio, siglos después, (alrededor del siglo I a. C.) da instrucciones para la construcción de una rueda hidráulica vertical de admisión inferior, lo cual supone engranajes que conectaban el eje horizontal de la rueda con el eje vertical de la muela. Como estos engranajes permiten una velocidad de rotación mucho mayor en la piedra que en la rueda, el molino de Vitruvio es la primera gran conquista en el diseño de máquinas de fuerza motriz continua. ²²

21. Fue a lo largo de los caudalosos ríos, el Ródano, el Danubio y de los pequeños y rápidos de Italia en el Mar del Norte y las zonas Bálticas, con sus fuertes vientos, donde esta nueva civilización tuvo sus bases más firmes y algunas de sus más espléndidas expresiones culturales.

22. Un molino romano en Venafro del tipo de los movidos en la parte inferior, con una rueda de unos dos metros de diámetro podía moler 180 Kg por hora -- mientras que un molino movido por un burro o por dos hombres, molía escasamente cinco kilos por hora.

Más tarde se descubrió que era más eficiente la rueda movida desde arriba. Pero tales ruedas requieren un equipo auxiliar considerable para promover el necesario suministro de agua. El arroyo se embalzaba para formar una alberca, desde el cual el saetín llevaba un caudal de agua regulando a la rueda. Este tipo de molino suministraba una fuente de energía mayor que ninguna otra disponible con anterioridad. Y no sólo revolucionó la molienda de grano, sino que abrió el camino a la mecanización de otras operaciones industriales.

El molino vitriviano no fue utilizado en forma corriente en el Imperio Romano sino hasta los siglos III y IV d. C. debido a las condiciones sociales existentes. Mientras se pudo disponer de esclavos y mano de obra barata de otra procedencia había pocos estímulos para emprender el necesario desembolso de capital; es más, se dice que el emperador Vespasiano (alrededor del año 79 d. C.) se opuso a la utilización de la energía hidráulica porque podría producir desempleo. - Cuando no se podía disponer de mano de obra era fácil utilizar burros o caballos que construir molinos de agua. En el siglo IV, las cosas habían cambiado considerablemente y existía una gran escasez de mano de obra, por lo que la construcción de molinos se convirtió en asuntos de interés público. En ese entonces se construyeron molinos de agua de tamaño considerable. En Barbegal, cerca de Arlés, hacia el año 310 d. C. se encontraban en uso para moler maíz dieciseis ruedas de arcabuces de tres metros de diámetro y casi uno de anchura. Cada una de ellas movía por medio de engranajes de madera, un par de piedras de molino: la capacidad total era de casi tres toneladas de grano por horas, suficientes para satisfacer las necesidades de una población de 80, 000 personas.

A pesar de la utilidad de la rueda hidráulica y el hecho de que la aún más poderosa rueda hidráulica de admisión superior fue conocida en el Mediterráneo tal vez hacia el siglo IV y sin duda en el siglo V sólo fue aplicada a otros -- procesos esporádicamente; alrededor del año 364 se cortaba mármol con energía hidráulica en las orillas del Rowar, tributario del Mosela pero no se sabe más.

Con el hundimiento del Imperio y la disminución de la población el número de molinos pudo haber decrecido durante cierto tiempo pero las necesidades crecientes de energía en la época feudal lo propagaron rápidamente para la molienda de granos, la elevación de agua y los usos industriales²³ : abatanar las telas (Toscana, 984), hacer funcionar martinetes hidráulicos (Alemania 1010); en las fraguas (Ruán, 1086); proporcionar energía para hacer papel de trapos (Ravensburg, 1290); accionar martillos y máquinas de cortar en una herrería (Lau--sitz, 1320), entre otros ejemplos.

Ya en el siglo XV se empleaban molinos de agua para bombear el agua de las minas y en la trituración de mineral. La industria del hierro fue fuertemente impulsada; utilizando esta energía se logró, accionando los fuelles, alcanzar altas temperaturas, usar hornos mayores, y por consiguiente, incrementar la producción de hierro tanto cualitativamente como cuantitativamente.

23. En 1086 el Domesday Book enumera 5624 molinos en unas 3,000 comunidades inglesas. Hacia el siglo XIV se había hecho cosa corriente para la manufactura en todos los grandes centros industriales: Bolonia, Augsburgo, Ulm entre -- otros.

Rueda de madera.- Un nuevo tipo de molino aparece en el año 537 durante el asedio a Roma por los Ostrogodos que trataron de destruir los acueductos que suministraban agua potable y fuerza motriz para los molinos de grano. El nuevo dispositivo era flotante y consistía en una rueda hidráulica situada entre dos barcas ancladas en un curso de corriente rápida en cada una de las cuales había un molino. La idea, sin embargo, debe provenir, como casi siempre, de tiempos más remotos. Aunque como fuente de energía nunca tuvieron gran importancia, los molinos flotantes fueron ampliamente utilizados en Europa y sirvieron de base para la utilización de otra fuente de energía: la de las mareas.

En el siglo XI aparecen los primeros indicios de interés de nuevas fuentes de energía bajo la forma de molinos accionados por la fuerza de las mareas. Al parecer este tipo de molino representaba tal vez un paso más avanzado que el molino accionado por una corriente de agua, pero de todos modos significa que los hombres que vivían en estuarios pantanosos o en pequeños puertos donde las corrientes eran insuficientes, ya no se resignaban a aceptar su suerte.

En 1044 un molino de marea funcionaba en las lagunas de la parte superior del Adriático y entre 1066 y 1086 se construyó uno en la entrada del puerto de Dover. Debido a la fluctuación estacional de la altura de las mareas, los molinos que utilizaban la fuerza de ésta no daban buenos resultados; sin embargo -- continuaron siendo bastante comunes en toda la baja edad media. En 1582 las bombas de los molinos de Peter Morice movidos por la marea, construídas en Londres, elevaban cuatro millones de galones de agua por día a través de un tubo de 12 pulgadas a un depósito de 128 pies de altura.

Aunque la eficiencia e impacto de esta invención no era muy buena reviste una singular importancia como indicador de la nueva actitud del hombre para aprovechar todas las fuentes de energía a su alcance.

3. Energía eólica

El molino de viento.- Esta máquina ocupa el segundo lugar de importancia en la generación de energía después de la rueda hidráulica y no es tan antigua.

Como fuente de energía mecánica parece haberse originado en Persia en el siglo VII d. C. y se derivó probablemente de las iruedas de oraciones! movidas por el viento que eran utilizadas con anterioridad en Asia Central por los adeptos a la religión chamanista. Estaba firmemente establecido en las provincias persas de Seistán en el siglo X, utilizándose para irrigación y como muy tarde, en el siglo XIII para moler grano.

El primitivo molino persa tenía el eje vertical análogo al de la rueda hidráulica griega o nórdica. El molino de grano era un edificio de dos pisos; en el superior estaban las piedras de molino; en el inferior contenía una rueda -- impulsada por las aspas -- en número de seis o doce y cubiertas de tela -- que movía la piedra superior.

Así como el molino de viento persa parece haber derivado de la rueda hidráulica "nórdica", el tipo occidental (con el eje horizontal) pudo haberse -- inspirado en la rueda hidráulica vitriviana ya que los dos tipos de molino parecen haber constituido inventos independientes.

Cualquiera que fuera la ruta por donde entró, el molino de viento se extendió rápidamente por Europa, y estuvo ya ampliamente difundido a fines del siglo XII²⁴. Durante los cien años siguientes, los molinos se convirtieron en uno de los rasgos más característicos del paisaje de las grandes llanuras en el norte de Europa, donde ofrecía evidentes ventajas en razón de la topografía, además, - y en contrasta con el molino hidráulico, su funcionamiento no se interrumpía en invierno por la congelación del agua. Sin embargo se difundió con mayor lentitud en Europa meridional principalmente por razones climáticas.

aparte de la turbina de viento, descrita en la lejana fecha de 1438 hubo - tres tipos de molinos. En el más primitivo, la estructura se giraba para hacerle frente, y en el tipo más desarrollado solo giraba la torreta. El molino alcanzó su mayor tamaño y su forma más eficiente, en manos de los ingenieros holandeses, hacia el final del siglo XVI (aunque también Italia contribuyó bastante) con el molino de poste hueco. En este tipo, el tamaño de la estructura gírotoria se reduce, y por el centro del poste pasa un eje que mueve la maquinaria situada en un compartimento fijo en la parte inferior.

El continuo crecimiento socioeconómico de los Países Bajos tuvo su base en la producción de energía generada por molinos de viento, pues no sólo se usaron como molinos sino también como fuente energética para su desarrollo industrial y bombeo de agua; gracias a ellos se construyó una impresionante marina mercante, se ganó al mar importantes tierras y el siglo XVI vió el auge del comercio, la agricultura y la manufactura holandesa. Marx estimó aún en 1836, 12,000 molinos de viento que producían seis mil HP, y parece ser que la cifra está por abajo de la real.

4. La tarea de dominar todas las formas de energía.

Si bien el uso de la energía del agua y viento son las que tienen más relevancia en el feudalismo, la crisis permanente de mano de obra conducía al hombre a tratar de buscar todas las fuentes de energía disponible; se creó así una actitud mental destinada a crear artefactos mecánicos de preferencia automáticos, con el principal objetivo de ahorrar fuerza de trabajo. Esto se muestra claramente con la búsqueda de la máquina de movimiento perpétuo en la que el hombre buscaba una fuente ilimitada de energía, independiente de todo agente exterior y eterna. Aunque los redescubrimientos de la energía proporcionada por el vapor, el aire comprimido o la energía química encerrada en la pólvora no fueron utilizadas en ese momento (pues las condiciones técnicas, científicas y productivas no estaban maduras para ello), se les tuvo todo el tiempo en cuenta como posibles generadoras de energía.

24. El primer conocimiento definido del molino de viento procede de un privilegio en 1105 autorizado por el abate de Savigny, la instalación de molinos en la diócesis de Eureux, Bayeux y Coutance.

Como lo muestra el eolípilo de Herón y varios artefactos antiguos, la fuerza expansiva del vapor caliente y del aire comprimido ya era conocida en la época helenística. Posteriormente, en el siglo XIII, el vapor fue aprovechado como fuelle dándosele a la caldera un aspecto exterior en forma de cabeza humana por ser asociada con Eolo, dios griego del viento. Desde ese siglo hasta el siglo XVII se fabricaron multitud de fuelles para producir "viento" en hornitos y fogatas; otros usos fueron sobre todo recreativos. Leonardo de Vinci sugirió que se usara esta clase de fuelle para hacer girar un asador en el hogar, vislumbraba así, la turbina de vapor. También, en 1641 Anastasio Kircher fabricó un pequeño molino de viento accionado mediante chorros de vapor. En 1629 Giovanni Branca dibuja la futura máquina de vapor destinada al trabajo: de la caldera - en forma de cabeza humana - sale un chorro de vapor que hace girar una turbina, la cual a su vez acciona un pistón. Aunque no conocían la naturaleza del vapor, fue considerado, al mismo nivel del agua y el viento, una forma de energía que debía ser aprovechada. Sin embargo, la línea de esfuerzos que se desarrolló para dominar el vapor, resultó de escasa utilidad hasta que llegó más tarde la turbina. El mismo Leonardo, motivado por la fuerza impulsiva de ésta, diseñó un cañón de vapor, pero resultó infructuoso.

Relacionado con la confusión entre vapor y aire, se realizaron experimentos con aire caliente y aire sometido a presión. Luego de advertir el impulso con que el aire caliente es lanzado hacia arriba en las chimeneas, algunas técnicas de finales del siglo XV colocaron en las chimeneas pequeñas turbinas engranadas de tal suerte que hiciesen girar un asador. Branca diseñó un pequeño molino de rodillos accionado por el calor que emanaba de una fragua. Estos experimentos no llegaron a desarrollar una fuente de energía pero originaron un curioso subproducto: el propulsor de hélice de los barcos y más tarde de los aeroplanos. El estudio de la presión de aire tuvo mayor éxito en las escopetas de aire que tienen sus antecedentes en la cerbatana y que además está relacionada con los cañones. Los bizantinos empleaban tubos con los cuales lanzaban el "fuego griego"²⁵ pero estos, mas bien, eran jeringas o protocañones. Las cerbatanas se conocen desde tiempos muy antiguos y disparan dardos, bolitas de madera, metal o arcilla dependiendo de la región y civilización que las han usado.

En la guerra se había empleado desde mucho tiempo atrás sustancias en combustión y humos nocivos (y hasta la fecha se les sigue usando: gas mostaza, napalm, etc.) Cuando poco antes del año 673, el arquitecto sirio Calínico inventó el fuego griego y abrió el camino a las técnicas militares. tanto de oriente como de occidente, para que experimentaran en forma creciente con diversas mezclas combustibles. Algunas consistían en líquidos sumamente inflamables y otros eran polvos. Entre estos últimos llegó a ser la preferida una combinación de carbón, azufre y salitre, es decir, la pólvora; pero tardó mucho en perfeccionarse debido a los deficientes métodos de purificación del salitre. A principios del siglo XIII aparecieron los fuegos artificiales.²⁶

25. El "fuego griego" no tenía una fórmula concreta pero su ingrediente principal parece haber sido la nafta, producto petrolero altamente inflamable.

26. Hay una gran confusión entre si los chinos fueron los que más rápido desarrollaron la industria cohetera de la pólvora, o si la aparición de los explosivos y las armas de fuego han de entenderse como un conjunto de experimentos regionales paralelos.

Entre 1280 y 1295 el sirio Al-Rammah propuso un torpedo propulsado por cohetes o "flechas chinas", sin embargo la propulsión a chorro no se desarrolló - en otra cosa que no fueran flechas de fuego. Al rededor de 1420 Giovanni da Fontana bosquejó un ariete naval y un tanque militar impulsado por dos o tres cohetes respectivamente. Diseñó igualmente un pez nadador, un ave voladora y un conejo corredor, todos ellos impedidos mediante propulsión a chorro, para medir superficies, profundidades en el agua y alturas en el aire. Franciesco di Giorgio diseñó petardos accionados a chorro montados sobre ruedas para atacar fortificaciones y sobre flotadores para hundir barcos.

La practicabilidad de estos artefactos no interesa tanto como la actitud mental que pone de manifiesto, la determinación de explotar las nuevas fuentes de energía.

Una cultura tan consciente de la importancia de la energía como llegó a serlo la de la baja edad media, no podía dejar de explotar al máximo la fuerza de los polvos que habían hecho posible el cohete. Si bien la pólvora y los cohetes fueron al parecer objeto de experimentación internacional, las armas de fuego tienen su origen en Occidente, derivadas de la técnica vizantina del "fuego -- griego" desde tubos de cobre. Los occidentales empezaron a lanzar bolas de piedras y hierro desde esos tubos en vez de fuego, y aparecieron así los primeros cañones que habían de revolucionar la industria de la guerra. El cañón no sólo es importante en sí mismo como artefacto mecánico aplicado a la guerra, sino -- porque es una máquina de combustión interna de un cilindro, y todos nuestros -- más poderosos motores de ese tipo descienden de aquél.

En el primer intento de substituir la bala de un cañón por un pistón (Leonardo da Vinci) utilizó la pólvora como combustible al igual que en el invento planteado por Samuel Moreland en 1661, en la máquina experimental de pistón diseñada por Huygens en 1673 y en una bomba parisiense de aire en 1676. No sería sino hasta el siglo XIX que se substituyeron los combustibles pulverizados por combustibles gaseosos y luego líquidos en los experimentos de este tipo.

C. EL FEUDALISMO DESARROLLADO

La implantación extensiva de los nuevos métodos agrícolas y las nuevas formas de aprovechamiento de las fuentes energéticas, tuvieron por necesidad que desarrollar las fuerzas productivas y elevar la productividad. Los excedentes de la producción, la especialización creciente de los artesanos y la explotación desenfrenada de los productores directos (que produjo levantamientos armados y la evasión de los ciervos del feudo) revitalizó las ciudades como centros de producción artesanal y de comercio. El intercambio comercial con Vizancio y Levante favoreció el crecimiento de las ciudades de Italia y Francia (Venecia, Génova, Marsella y Arles entre otros). Con el tiempo el mercado adquirió una -- fuerza considerable; los feudales tenían que recurrir frecuentemente a él para la compra de artículos artesanos y agropecuarios. La esfera de la producción -- (una hasta entonces) se dividió en dos: la agraria y la industrial. Los productos se transformaron en mercancía, se formó definitivamente la clase social de los mercaderes que revendían los productos de una y otra esfera de la producción. La pugna entre los feudos y las ciudades llegó a su límite y éstas últimas tuvieron que luchar por su emancipación.

Después de estas luchas las contradicciones sociales se agravaron dentro de la propia ciudad ante los aristócratas y los artesanos pobres. Si bien los gremios ayudaron en sus inicios a los artesanos, después sirvieron para oprimirlos.²⁷

El gran crecimiento de las operaciones monetarias mercantiles motivaron la aparición de la banca y la agudización de las contradicciones sociales: por un lado, los aprendices y oficiales, los artesanos arruinados y otros ciudadanos pobres que formaron una capa única de desposeídos; por otro lado mercaderes usureros, artesanos acomodados y aristócratas feudales. En el siglo XIII la forma monetaria de la renta feudal tomaba cada vez más importancia. La percepción y acumulación del dinero pasó a ser el principal objetivo de los señores feudales. Aparecieron tributos por todo: usar un puente, usar un camino, etc. La tierra más frecuentemente era arrendada con pago en metálico; la economía señorial decaía mientras tomaba importancia la hacienda campesina. La unidad económica de los grandes territorios trajeron como consecuencia la unificación política y la formación de estados centralizados. El poder real creció considerablemente - apoyado por los mercaderes y la industria artesanal que necesitaba un mercado interior estable y seguridad en las vías comerciales. Finalmente, la continua monetarización e intensificación de las relaciones mercantiles crearon las premisas para iniciar las relaciones capitalistas de producción: el trabajo asalariado empezó a aparecer en el teatro de la economía.

1. Inicio de las relaciones de producción capitalista.

La primera fase del desarrollo de la producción capitalista en la industria fue la cooperación simple que difería del taller artesano en el mayor número de trabajadores pero donde trabajaban para un comerciante, acaparador usurero o maestro artesano enriquecido (esto es, el capitalista) por un cierto salario. Además no se practicaba la división social del trabajo, pero, de cualquier forma, elevó la productividad en comparación con el taller artesano. El paso siguiente fue la producción manufacturera, es decir, la cooperación capitalista simple basada en la división del trabajo; en su estado avanzado el propio propietario compraba todas las instalaciones y materias primas necesarias y abría un gran taller: esta es la manufactura centralizada y el paso más favorable para el progreso de las incipientes relaciones capitalistas. Las necesidades crecientes de manufacturas y las fuentes trabadas de los gremios en las ciudades para difundir y apoyar la técnica, provocó que los artesanos regresaran al campo creando una industria desperdigada en centenares de aldeas. Esta situación se acentuó cuando los molinos se convirtieron en la principal fuente de energía para los procesos industriales. Los campesinos también se convirtieron en su tiempo libre en artesanos tejedores pero no dejaron la agricultura. Al principio los mercaderes y usureros o pequeños empresarios acaparaban los artículos producidos y proporcionaban la materia prima e instrumentos; al final, el empresario pagaba un salario a los artesanos antes independientes.

27. La consolidación de los gremios artesanales de las ciudades empezaron a frenar el progreso técnico pues los jefes gremiales se oponían a cualquier innovación o perfeccionamiento técnico. Por ejemplo, en los siglos XIII y XIV estuvo prohibido el uso del torno de hilar. El batán para encurtir paños, inventado en el siglo XI estuvo proscrito hasta el siglo XV. Así, el impulso a la invención se vió frenado pero no por mucho tiempo.

D. HUNDIMIENTO DEL REGIMEN FEUDAL

1. El progreso técnico eleva la producción.

El impulso hacia las innovaciones técnicas existía ya desde el comienzo de la edad media particularmente en lo que se refiere a hacer mejor uso del suelo y aumentar el empleo de la maquinaria. La agricultura y las artes prácticas progresaron con los adelantos tomados de oriente (casi siempre a través de los árabes) y a las propias invenciones.²⁸ Esta mejoría se orientó hacia la sustitución de la acción humana por mecanismos y de la mano de obra por la fuerza animal e hidráulica, se necesitaba ejecutar la mayor cantidad de trabajo con el menor número de hombres posible, El molino impulsado por agua o viento aumentó en términos absolutos la cantidad de energía disponible y ayudó a abrir completamente las tierras de Europa Septentrional. La rueda hidráulica de admisión superior se generalizó en el siglo XIV y su uso se extendió a casi todas las ramas de la producción, en particular, permitió pasar al soplado mecánico en los talleres metalúrgicos y apareció el alto horno, con el que se hizo posible el hierro colado y el acero. Todo esto motivó un perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo que a su vez repercutió en toda la sociedad. Los principales inventos hicieron nacer algo que hasta entonces no existía: relojes mecánicos, telescopios, papel barato, la impresión, la prensa de imprimir, la brújula, el método científico, etc.,²⁹ y que eran medio para otras invenciones.

Los nuevos inventos, en la medida que empezaron a ser utilizados, echaron andar una revolución en la técnica, y a su vez, contribuyeron de modo acumulativo a través del incremento de la productividad y del comercio al derrumbe de la organización feudal. Esto en conjunto impulsó la superación de las técnicas de transporte y de manufacturas que arrojaron definitivamente al régimen feudal a una economía mercantil y dineraria. Las relaciones feudales de producción que frenaban las fuerzas productivas fueron desvarrancadas por otras que ya se habían gestado y que estaban más acordes con el progreso económico y social de la humanidad.

Las relaciones capitalistas de producción aparecen en las ciudades Italianas en los siglos XIV y XV y de manera general en el siglo XVI. Así se inicia la formación de la burguesía como clase poseedora de los medios e instrumentos de producción, y el proletariado, la clase de los obreros asalariados, desprovistos de dichos medios de producción y obligados a vender su fuerza de trabajo al capitalista. Este propietario de los medios e instrumentos de producción, hizo trabajar al obrero más de lo que era necesario para mantener la vida del propio obrero y de su familia, creando como resultado, plusvalía de la que se apropiaba el capitalista. Esta es la ley fundamental de este tipo de explotación y diferente a la que había existido hasta entonces.

28. A pesar de los intereses creados de nobles y corporaciones que lo estorbaban, el progreso técnico marchó lentamente pero nunca se detuvo y sus consecuencias acabaron por socavar los cimientos del sistema feudal y el orden medieval del mundo, que era su expresión intelectual.

29. La invención del método experimental de la ciencia fue sin duda la mayor realización de toda esta etapa de la civilización; su efecto completó, sin embargo, en la técnica, no empezó a sentirse sino hasta la mitad del siglo XIX. Tanto su aplicación para producir tecnologías como para comprender la naturaleza revolucionaron el mundo técnico e intelectual.

2. Avance de las relaciones capitalistas

Al finalizar el siglo XV, precisamente en el punto culminante del renacimiento se produjo un rompimiento crítico de los antiguos moldes del comercio. El deseo de monopolizar el mercado de Oriente, la búsqueda de nuevos mercados y el ansia de oro y riquezas condujo a un "boom" naviero para abrir nuevas rutas comerciales diferentes de las tradicionales. Esto llevó a los "grandes descubrimientos geográficos" y a la consiguiente colonización. Las nuevas colonias fueron saqueadas y sus culturas autóctonas destruidas, además, los conquistadores, sin limitarse al simple saqueo, crearon un sistema de explotación rapáz; la esclavitud volvió a tomar fuerza tanto para mitigar la escasez de mano de obra como para robar el plus producto elaborado.

El periodo de las "colonizaciones" fue de gran expansión económica en toda Europa; aumentó la producción agrícola e industrial como consecuencia de la apertura de nuevos mercados, y porque la manufactura -cooperación capitalista simple- empezó a entrar en todos los campos de la producción para satisfacer la demanda y aumentar las ganancias.

Como las relaciones feudales de producción obstruían el avance económico y social, el control ideológico de la iglesia católica no congeniaba con la libertad de la libre empresa y bienestar material de los "fieles", la Reforma no se hizo esperar al igual que la instauración de la monarquía feudal absoluta, - último recurso para conservar el control económico y social.

Durante la segunda mitad del siglo XVI y la primera del siglo XVII en Inglaterra crecieron con rapidez las relaciones capitalistas y se desarrolló el nuevo sistema en la industria. Al mismo tiempo que la pequeña producción mercantil, progresaron las manufacturas de distintos géneros. La gran producción capitalista hizo su aparición, primeramente donde se requería un alto nivel y, por tanto, un gasto mayor de capital (metalurgia, industria, minería, vidrio, seda, armamento, entre otros). El saqueo de las colonias y la expropiación violenta de los campesinos por los señores feudales (apoyada convenientemente por leyes ad hoc) - habían acumulado el capital suficiente para estas invensiones y aceleraban el avance de la economía capitalista.

A toda esta etapa de auge económico se le ha llamado primera revolución industrial pero no se le puede comparar con la del siglo XVIII, ni por las innovaciones técnicas ni tampoco por el empleo de la ciencia. Este prelude sin embargo es esencial para el desarrollo posterior de la sociedad. Las presiones ejercidas por la demanda en este periodo, dentro de los limitados recursos que habían bastado para la economía feudal de la Edad Media, obligó a la búsqueda de nuevas técnicas, recursos y energéticos.

3. Nuevas necesidades energéticas.

Entre la segunda mitad del siglo XV y la del siglo XVIII se realizaron cambios espectaculares en las técnicas metalúrgicas, enmarcadas por el impacto del capitalismo ascendente; las técnicas conocidas y las ya prefiguradas se emplearon en gran escala.³⁰ Esta revolución en la metalurgia se debió principalmente al uso generalizado de los altos hornos y la de la rueda hidráulica para accionar mecánicamente los fuelles en la forja. Las altas temperaturas alcanzadas y el empleo del carbono permitieron obtener mejor hierro colado y mejores aceros que los obtenidos hasta entonces por el método de cementación y crisoles. La nueva siderurgia tuvo una gran demanda para perfeccionar los instrumentos de trabajo e infinidad de artefactos y artículos de la producción, el transporte y el hogar, pero sobre todo para el material bélico pues las continuas guerras y los nuevos medios para emprenderlas demandaban grandes cantidades de hierro fundido.³¹ Este auge requería, sin embargo, del suficiente abasto energético para los hornos, cuestión que estaba a punto de derrumbarse pues el carbón vegetal empezaba a escasear lo que encareció el precio del hierro.

A consecuencia del crecimiento de la población, la construcción de barcos y las necesidades industriales, la madera, debido a la amplia deforestación, empezaba a escasear en casi toda Europa. Esta crisis de la energía básica tradicional motivó el desplazamiento de la industria metalúrgica de región en región e incluso de país en país por lo que en el siglo XVIII Suecia ostentaba el puesto predominante. Ello hizo que el interés se concentrara, especialmente en Inglaterra,³² en la posibilidad de reemplazar el carbón vegetal por hulla, o carbón mineral.

30. No sólo se fundieron los metales tradicionales; ahora se hicieron aleaciones con zinc, plomo, arsénico, antimonio, y bismuto.

31. Se gastaron, por ejemplo, de 12,000 a 18,000 balas de cañón de hierro fundido al día durante dos meses que duró el asedio de Mandeburgo en 1631.

32. Una proclama en 1615 trataba de economizar madera mediante la prohibición de su uso en los hornos de fundir cristal. Un barco grande de guerra de esa fecha con 4 mástiles requería de 2,000 robles: 20 hectáreas de bosque que no volverían a producir hasta un siglo después.

El carbón mineral.- El carbón mineral era ya conocido desde la antigüedad. Se han encontrado restos en fuegos a base de él en ruinas romanas; los antiguos chinos lo usaban para la calefacción, pero su principal uso fue en la industria metalúrgica. Al inicio de la edad de los metales el carbón vegetal se utilizó tanto para reducir al metal a su estado elemental,³³ como para suministrar el calor necesario en la reacción. El primer combustible utilizado fue la madera, pero el carbón vegetal resultó más eficaz para proporcionar calor en forma prolongada e impedir la reoxidación; no sería sino hasta mucho tiempo después que se usara la hulla para ambos procesos.

En los últimos años del Imperio Romano la fundición dependía aún del carbón vegetal, pero ya empezaba a escasear debido a la deforestación de la zona mediterránea. Esta escasez no motivó, sin embargo, un cambio energético y, más aún, el uso de la energía hidráulica para accionar los fuelles, triturar el mineral y mover los martinets hidráulicos (todo ello a partir del siglo XIV) alejó a la industria metalúrgica de las minas de carbón retrasando su uso. En Lieja desde antes del siglo XIII se usaba marginalmente en las herrerías y fundiciones; más tarde en Inglaterra y otros países de Europa, pero nunca a una escala tal que pudiese rivalizar con el carbón vegetal.

Paradójicamente, su uso y su primera importancia fue en las armas productivas. En Inglaterra y Escocia hubo algún consumo de carbón en la baja edad media, principalmente como combustible doméstico y en forma especial en las proximidades de los afloramientos y otros yacimientos de fácil acceso. Del siglo XVI en adelante, la necesidad de nuevas fuentes de energía térmica en un país casi despoblado de bosques, llevó a los ingleses a sustituir el combustible vegetal por el mineral, en una amplia gama de operaciones industriales que necesitaban calor (en la industria textil, por ejemplo, para el tinte). El consumo de hulla creció con gran regularidad, si acaso durante un tiempo se vieron con desagrado los humos sulfurosos y corrosivos de la combustión del carbón, los escrupulos habían desaparecido por costumbre y por necesidad. Los países Bajos explotaron minas de carbón de bastante extensión, con el fin específico de surtir a las industrias de acabados de hierro y otros metales, que hicieron de Lieja en particular, un gran centro de armería especialmente durante la primera mitad del siglo XVI.

33. La fabricación de objetos metálicos requiere básicamente de dos procesos se parados: primero la separación del metal de otros elementos con los que se encuentra químicamente combinados y segundo, la elaboración del metal para obtener artículos útiles. La primera parte requiere de un catalizador -o también llamado reductor- que se combina con los materiales no útiles y deje libre al metal; el carbón es el elemento más satisfactorio para ello, pero se requieren altas temperaturas.

Para finales de ese siglo la escasez de madera era tan crítica que la industria del carbón adquirió gran importancia para usos industriales³⁴: hubo un cierto número de industrias, incluso la de obtención de sal por evaporación, la producción de alumbre y cal, la cocción de ladrillos y la elaboración de cerveza para las que la adopción del carbón como combustible no implicó ningún cambio fundamental, ya que el carbón únicamente suministraba calor.

Fue ahí donde encontró la motivación para mejorar el energético. La combustión de carbón tuvo el efecto de estropear el gusto de la cerveza; cuestión que resulta alrededor de 1700 al seleccionar ciertos minerales de carbón, que fueron literalmente carbonizados de la misma forma que se hacía con la madera para obtener el carbón vegetal. El resultado fue el coque que se consumía sin emitir sulfuros. Esta era una de las principales razones por las que no se utilizaba hulla en la siderurgia: los vapores y sulfuros alteran la propiedad del hierro. Hasta muy entrado el siglo XIX el hierro tratado con carbón vegetal fue mucho mejor que el tratado con el mineral. La hulla por sus bajos costos sustituyó gradualmente al carbón vegetal y a pesar de que tardó un poco en ser utilizado en la metalurgia su uso histórico más importante fue en las calderas de la máquina de vapor.

El inicio de la Revolución Industrial exigió cantidades mayores de carbón, primero para el tinte de la gran producción textil y casi inmediatamente para alimentar las máquinas de vapor (cuestión que elevó más aún la demanda). El nuevo convertidos de energía llevó a una escala tremenda la explotación del energético, aparentemente ilimitado, y que ya no sólo producía calor sino fuerza motriz. El mineral que podía extraerse con mucho anticipo y que se podía almacenar, colocó a la industria casi fuera del alcance de las influencias estacionales y de los caprichos del tiempo.

Hacia 1800 Inglaterra consumía aproximadamente once millones de toneladas de carbón al año y hacia 1870 había alcanzado la meta de 100 millones; la capacidad instalada de las máquinas de vapor proporcionaba cuatro millones de H.P. Finalmente, el nuevo energético proporcionó lo que para la revolución industrial era demasiado útil: sistemas de iluminación. La nueva sociedad industrial había transformado las formas tradicionales de vida, en particular, el horario de las fábricas de hasta trece y catorce horas diarias exigieron trabajar con luz artificial. No bastaban ya los tradicionales sistemas de iluminación usados durante siglos, además el aceite para las lámparas y las velas producidas principalmente por Rusia, sufrían embargos y aumentos de precios de manera frecuente. A finales del siglo XVIII, gracias a los dispositivos de Murdock para producir luz de la combustión de gas, el carbón empezó a ocupar el lugar de las fuentes corrientes de energía para la iluminación. La cera, el sebo y el aceite de esperma fueron desplazados invariablemente por el carbón y sus derivados. En 1806 la hilandería de algodón de Salford contaba con 900 lámparas de Murdock. La purificación y --

34. En los años comprendidos entre 1564 y 1634, los embarques de hulla de Newcastle aumentaron en catorce veces, llegando a cerca de medio millón de toneladas.

lavado del gas intensificaron su uso en grandes instalaciones (en locales pequeños siempre se tuvo problemas con los gases tóxicos), ya para 1815 Londres tenía 42 Km. de conducto para transportar el energético ante la desesperación de los comerciantes de grasa animal -ballena sobre todo- que intentaron desintegrarlas para obtener el producto en estado gaseoso; de cualquier forma, el costo del gas de hulla era sólo un tercio del correspondiente a las grasas animales que proporcionaban la misma iluminación. Para 1860 la mayoría de las ciudades europeas importantes contaban con alumbrado público de gas. Un tipo eficiente de quemador -el manguito incandescente- ideado por Welsbach no apareció hasta que la electricidad estuvo a punto para suplantar el gas de iluminación, pero permitió retardar el final de este tipo de alumbrado, sobre todo en el campo más allá de terminado el siglo.

V. FASE INICIAL DEL CAPITALISMO.

A. LA REVOLUCION INDUSTRIAL

Las relaciones de producción capitalista liberadas de las trabas feudales (en gran medida a través de las revoluciones burguesas) empezaron a desarrollarse con rapidéz, lo que ocasionó el aumento numérico de las empresas que empleaban el trabajo asalariado y el incremento del volumen de producción. Pero la manufactura no sólo elevó la productividad, sino que estableció las bases necesarias para la evolución hacia la producción capitalista mecanizada. Al intensificarse al máximo la división del trabajo en el taller, las manufacturas simplificaron un gran número de operaciones hasta el punto que se pudo comenzar a reemplazar el trabajo manual por máquinas. El desarrollo del sistema manufacturero condujo a la fabricación de instrumentos más especializados y eficaces que reemplazaron al material humano, y a la formación de cuadros especializados en la industria mecanizada en gran escala. Fue en esta época cuando hicieron su aparición las primeras máquinas.

Esta radical transformación de la producción fue el resultado de una revolución tecnológica que se desarrolló en el mismo interior de la revolución industrial. A su vez estos desarrollos tecnológicos fueron provocados por la combinación de dos elementos: una serie de cambios fundamentales en la producción y la distribución de mercancías, acompañada por no pocos cambios culturales y sociales de primera importancia.³⁵

35. Todos los desarrollos técnicos eran independientes, pero no hubieran podido producir jamás una explosión tecnológica si no hubiesen estado estrechamente ligados a factores de orden social y cultural. Estos factores hacen intervenir elementos como capital, la mano de obra disponible, los mercados, un medio político favorable, instituciones, actividades y valores sociales, la posibilidad de movilidad social, el ejercicio de la "libre empresa", etc.

La revolución industrial (RI) revistió su forma más nítida en Inglaterra a mediados del siglo XVIII y de ahí se extendió por todos los países capitalistas en el siglo XIX. Esta comenzó en la producción algodonera que era la menos afectada por las restricciones gremiales y porque los tejidos de algodón competían ventajosamente con los de lana y lino pues su consumo era más amplio y por tanto su mercado más estable. La producción algodonera resultaba incapáz de satisfacer la demanda creciente, de tal manera, que cualquier innovación que incrementase la producción aportaría grandes beneficios. La lanzadora volante de Kay en 1833 elevó considerablemente la industria del tejido, pero agravó el desequilibrio entre el tejedor y el abasto de hilo, de tal suerte que todos los esfuerzos inventivos se dedicaron principalmente a las máquinas de hilar; la máquina "Jenny" (Hargraves, 1764), el telar hidráulico (Arkwright, 1769) y la hilandera (Crompton, 1799) hicieron su aparición. Las ventajas que incluso las primeras de estas máquinas tenían frente a la producción manual, eran enormes: entre 6 y 24 por uno en las máquinas de hilado y de varios cientos por uno en el telar. El tremendo aumento en la producción que resultó de estas innovaciones revolucionó toda la industria textil; el consumo de algodón se multiplicó por doce entre --- 1770 y 1800.

El empleo de la máquina de vapor de Watt en esta industria, a partir de la última década del siglo XVIII, permitió incrementar y extender por todo el país la producción fabril de las ramas afines y de la industria pesada.

La RI produjo avances impresionantes en la producción de bienes materiales y en las relaciones mercantiles, pero a costa del trabajo de los obreros que en vez de beneficiarse con todo esto, cayeron con mayor frecuencia en la miseria. "Los seres humanos se trataban con la misma brutalidad que el paisaje: la mano de obra era un recurso que se había de explotar, de aprovechar como una mina, de agotar, y finalmente descartar".³⁶ Toda una nueva forma de pensar y producir - traería cambios radicales en el modo de vivir de la sociedad.

1. Lo revolucionario de la revolución industrial.

El paso de la fase manufacturera con su técnica manual a la industria mecanizada fue una verdadera revolución, (no solo a nivel tecnológico) pues influyó grandemente en el desarrollo de las relaciones económico-sociales de aquel tiempo y -- determinó el desarrollo subsecuente del capitalismo. Pero, ¿cuál es el alma de esa revolución, cuál es el agente transformador? Frecuentemente, y además con insistencia, se atribuye al mecanismo motor, a la máquina de vapor sobre todo, el carácter revolucionario de la RI; vapor, carbón y acero son los símbolos mágicos de tal transformación. Un análisis cuidadoso, sin embargo, conduce a una conclusión distinta: Marx hace un análisis de la cuestión en el Capital y lo pone de esta manera:

"Toda máquina desarrollada se compone de tres partes esencialmente diferentes: el mecanismo motor, el mecanismo de transmisión y, finalmente, la máquina-herramienta o máquina de trabajo. El mecanismo motor opera como fuerza impulsora de todo el mecanismo: máquina de vapor, máquina electromecánica, rueda hidráulica

36. Munford. p. 191.

lica, etc. El mecanismo de transmisión regula el movimiento, , alterna su forma cuando es necesario, lo distribuye y lo transfiere a la máquina-herramienta. - Esas dos partes del mecanismo existen únicamente para transmitir a la máquina-herramienta el movimiento por medio del cual ésta se apodera del objeto de trabajo y lo modifica con arreglo a un fin. De esta parte de la maquinaria, de la máquina-herramienta, es de donde arranca la revolución industrial en el siglo XVIII³⁷ y... "reemplaza al obrero que manipula una herramienta única por un mecanismo que opera simultáneamente con una masa de herramientas iguales o parecidas a aquella y que es movido por una fuerza motriz única, sea cual fuere la forma de ésta"³⁸

De esta manera, el sistema de producción ya no está adaptado al trabajador (como lo estaba en la manufactura), sino plegado a las exigencias de la máquina. Desde este momento ya no es el obrero quien utiliza la máquina, sino al -- contrario, es la máquina la que impone sus necesidades al obrero. Es una fábrica, la máquina tiene su propia existencia con independencia de los obreros que se convierten en simples complementos. La fábrica elimina las diferencias cualitativas en el trabajo, todo queda nivelado; la división del trabajo consiste solo en repartir los obreros entre las máquinas, de manera que durante toda su vida el obrero no es más que una parte de la máquina. Esta es el carácter revolucionario de la revolución industrial: el hombre ya no es él, es el apéndice de la máquina, un servido de ella, además y ya desde antes, una simple mercancía.

B. NUEVA TRANSICION ENERGETICA.

1. Agua y aire contra vapor.

Con demasiada frecuencia se ha exagerado el papel de la máquina de vapor en la RI al considerar que su invención fue la que dió la pauta para el desarrollo - de todas las ramas de la producción. Sin duda, apreciación errónea. La RI ya - estaba en pleno desarrollo antes de haberse generalizado el uso de la máquina de vapor como fuente mecánica de energía. Cuando las industrias textiles alcan- zaron un volumen desconocido en la producción a finales del siglo XVIII, ello se debió principalmente al uso de la fuerza motriz del agua y del viento con sus escasos 10 caballos de fuerza (HP) y no a la máquina de vapor, que, para- - dójicamente, su uso más común al principio no fue la de mover la maquinaria -- directamente sino el de bombear agua para suministrar un caudal constante a -- las ruedas hidráulicas. Además, la RI en vez de hacer que la rueda cayera rá- - pidamente en desuso, impulsó considerables perfeccionamientos en la misma des- pués de un largo período de cambios relativamente limitados. La primera fuente de energía que superó el pobre cinco o diez por ciento de eficiencia de las -- primeras máquinas de vapor fue la turbina de agua de Fourneyron en 1832. A la

37. Karl Marx, El Capital II (6 vols.; 9 ed.; México D.F.: Siglo XXI, 1981) - p. 454.

38. *Ibid*, p. 457

mitad del siglo XIX las turbinas hidráulicas de 500 HP habían sido construídas.

Si la máquina de vapor se impuso fue por razones un tanto ajenas a la potencia y eficiencia generada. La principal debilidad de los molinos y ruedas no estaba en la ineficiencia sino en su irregularidad; al depender de los fuertes -- vientos continuos y de una corriente regular de agua, la energía a disposición de las máquinas no era programable cuantitativamente ni en cuanto a su distribución en el tiempo. Se hacía económicamente necesario un medio energético más regular; los contratos insistían en el factor tiempo, y los retrasos y paros -- eran costosos. El molino de viento no se vió finalmente derrotado en Holanda por no poder conformarse con los reglamentos de trabajo.

Por su parte, las industrias al depender de la energía hidráulica, se veían limitadas rígidamente a donde existiese un curso de agua con características -- adecuadas desde el punto de vista energético; esto chocaba ya con otras exigencias técnicas y económicas. Hubo zonas que nunca se beneficiarion plenamente -- por estas limitaciones. No obstante todos los defectos, desde el siglo XVI hasta bien entrado el siglo XIX las ruedas hidráulicas fueron la fuente de energía más importante para Europa y América del Norte. Munford, ferviente defendedor de ellas, seguramente tiene razón al afirmar: "Si la rueda hidráulica del siglo XVII se hubiera convertidío más rápidamente en eficiente turbina de agua de Fourneyron, el agua podría haber seguido siendo el principal elemento del sistema -- energético hasta que la electricidad se hubiera desarrollado eficientemente para darle una mayor zona de empleo. Pero antes de que esto ocurriera se había -- inventado la bomba de vapor".³⁹

La máquina de vapor se usó primero para producir un flujo de agua constante en las ruedas hidráulicas (1678) y para bombear el agua de las minas (1712);⁴⁰ esto no podía ser de otra manera pues tenía serias limitaciones técnicas y una eficiencia muy reducida. Pero en la industria del hierro, en rápida expansión a finales del siglo XVIII, se habían creado condiciones favorables para la introducción del nuevo convertidor de energía: se requería un soplado más poderoso en las fraguas, cosa que las ruedas hidráulicas ya no podían proporcionar .

39. Munford, p. 159.

40. Cuanto más carbón se utilizaba para la siderúrgica y otras ramas industriales, más hondo había que escavar en las minas, hasta el punto que a finales del siglo XVII, los pozos habían llegado en muchas áreas debajo del nivel de las capas de agua, y las inundaciones amenazaban con poner fin a las extracciones, -- (las mismas dificultades empezaban a poner en peligro las minas de zinc, plomo, y cobre de Cornvalles). Se diseñaron sistemas ingeniosos para desviar el agua -- cuando era posible o bombearla de los pozos con energía animal e hidráulica, -- pero esa tarea pronto resultó inabarcable.

En 1776 entraron a funcionar las dos primeras máquinas de Watt, una de ellas - para inyectar aire en uno de los altos hornos de Wilkinson.

Para ese entonces la RI ya se había iniciado y requería de una adecuada fuerza motriz no atada al cauce de los ríos o a los caprichos del viento, se necesitaba energía en todos los centros de trabajo para mover la maquinaria, sin importar su localización geográfica. Eso solo podía proporcionarlo una máquina energética universal, autónoma, movable, regulada por el hombre y adaptable a cualquier sitio y necesidad. La RI necesitaba de este dispositivo y espolé la capacidad inventiva del hombre hasta que la consiguió.

Marx apunta sobre ello:

"La propia máquina de vapor, tal como fue inventada a fines del siglo XVII, durante el periodo manufacturero, y tal como siguió existiendo hasta comienzos del decenio de 1780, no provocó revolución industrial alguna. Fue a la inversa, la creación de las máquinas herramientas fue lo que hizo la máquina de vapor -- revolucionada".⁴¹

El carbón y el vapor no hicieron la revolución industrial pero permitieron su extraordinario desarrollo además de una amplia difusión. Para comienzos del siglo XIX se habían inventado las máquinas de vapor de alta presión y la primera locomotora (ambas por Trevithick) que junto con las máquinas de Watt conquistaron la industria.

Al ampliarse las dimensiones de las máquinas de trabajo y el número de herramientas con las que operaba simultáneamente, la industria requirió de un mecanismo motor más potente: las máquinas de vapor tendieron al gigantismo; esto se vió favorecido, además porque estas exigían una constante atención del fogonero e ingeniero, y porque eran más eficientes en grandes unidades. La instalación de máquinas de vapor gigantes que brindaban movimiento continuo a una multitud de máquinas herramientas, se generalizaron rápidamente y contribuyeron a la tendencia de construir, grandes instalaciones industriales. El tamaño grande de instalaciones, máquinas, grupos de obreros, etc., exigido por la RI se convirtió en el símbolo de eficiencia y progreso.

La máquina de vapor favoreció al monopolio y la concentración, pero además, el carbón se volvió caro y las máquinas, en si costosas, lejos de los centros de abastecimiento de carbón barato, resultaban incompatibles; los efectos no se dejaron esperar y los obreros pagaron las consecuencias: se aumentó la jornada de trabajo, se redujeron los salarios, se contrató a más mujeres, y niños, entre otras formas de explotación. Para colmo, las minas, la siderurgia y la concentración industrial iniciaron la contaminación a gran escala; además del hombre, la RI con su máquina de vapor tuvo otras víctimas: el suelo, el aire, el agua, flora y fauna silvestres.

41. Marx, p. 456.

A diferencia de todo esto, no se podía monopolizar o controlar de manera efectiva (a pesar de los muchos esfuerzos que se hicieron para ello) ni la -- fuerza del viento ni la del agua; los pequeños molinos y molinillos para es-- pecies proliferaron desde su aparición. La fuente de energía era libre: una -- vez construido el molino, no añadía nada al costo de la producción, servía para una larga vida, el mantenimiento era nominal y el suministro de energía inago-- table. Los costos de construcción eran reducidos pues se usaba sobre todo la ma-- dera y piedra, y la deteriorización a través del desgaste del tiempo no era tan -- grande como si hubiera sido trarándose del hierro. Finalmente lejos de asolar la tierra y dejar atrás escombros y aldeas despobladas, como ocurriera con la minería, los molinos ayudaron a enriquecer la tierra y a facilitar una agricul-- tura estable, por lo demás, no polucionaban ni el agua ni el aire. Y sin embar-- go, la máquina de vapor se impuso.

Si, el vapor se impuso, y se impuso porque la economía lo exigía: "Sólo -- con la segunda máquina de vapor de Watt, la denominada de efecto doble, se en-- contró un primer motor que mediante el consumo de vapor y agua genera él mismo su fuerza motriz, un motor cuya potencia energética está por entero bajo el -- control humano; que es móvil y un medio de locomoción; urbano y no, como la -- rueda hidráulica, rural; que permite concentrar la producción en ciudades, en vez de dispersarla por el campo, como hacía aquella; universal en sus condicio-- nes tecnológicas; relativamente poco condicionado, en cuanto a su ubicación geo-- gráfica, por circunstancias locales" ⁴² Pero el éxito no fue inmediato. La fuer-- za media de las máquinas de vapor, lejos de revolucionar las condiciones de la industria en los primeros años, no fue significativamente mayor que la produ-- cida por los molinos de viento o por las ruedas hidráulicas, que siguieron uti-- lizándose hasta bien entrado el siglo XIX aunque no pudieron combatir contra -- los monstruos del vapor. A manera de ejemplo citaremos dos industrias, una muy adelantada y otra atrasada en la utilización del vapor en 1850: la manufactura de lana en Inglaterra y Gales ocupaba 12,600 HP de vapor y 6,800 hidráulicos, en cambio para el algodón en toda Inglaterra se usaban 71,000 HP de vapor y -- 11,000 hidráulicos. Incluso en la industria pesada el agua siguió jugando un -- papel mucho mayor del que se acostumbraba pensar: aún en 1844, la manufactura de hierro francés utilizaba motores hidráulicos de 21,710 HP y la máquina de -- vapor tan sólo 5,982.

2. El transporte.

La RI acorde con el disparo de la producción de mercancías --gracias a la meca-- nización-- espoleó más que nunca un desarrollo a la par en la transportación, -- tanto de mercancías como de las materias primas necesarias para su fabricación. Los nuevos medios de transporte creados obraron a un mismo tiempo como causa y efecto de otros innumerables cambios.⁴³ La máquina de vapor como ente autónomo

42. Ibid, p. 459.

43. Los requerimientos de la navegación a vapor repercutió en el diseño de las máquinas; se necesitaba un tamaño reducido, gran eficiencia y seguridad; -- unas salas de máquinas y unos pañoles de carbón de menor tamaño significa-- ban una mayor capacidad para transportar mercancías y pasajeros.

e independiente proporcionó la clave para el transporte eficaz a grandes distancias, tanto por mar como por tierra, además de abrir el camino para el vuelo. El barco de vapor y el ferrocarril se convirtieron en signo de progreso tanto en la transportación de materiales y mercancías como en la de pasajeros lo que impulsó la emigración de la población por todo el mundo.

El primer barco de vapor que navegó lo hizo sobre el Sena en 1775; para 1807 comenzó a funcionar el barco de ruedas de paletas y para 1822 el primer buque de hierro. El "Archimedes" de 237 toneladas fue botado en 1838 y era el primero accionado con hélices, De igual forma Trevithick en 1804 diseñó la primera locomotora sobre rieles de acero y se usó primeramente para la transportación de carbón. A mediados del siglo, las velocidades de 95 Km/h eran ya corrientes. Los caballos y la transportación a vela fueron rápidamente desplazados aunque se resistían a morir: los rápidos "clippers" fueron los últimos estertores de la utilización de una energía gratis e ilimitada pero inprogramable.

El uso de los nuevos medios de transporte dieron otra visión al mundo, los recursos naturales mundiales podían ahora ser ampliamente explotados, el comercio extendido y, por supuesto, el capital. Esto fue el incentivo para el desarrollo tecnológico y permitió abrir nuevas poblaciones, y regiones a la actividad mercantil.

3. Lucha por la eficiencia.

La explotación del nuevo energético el carbón- uno de los símbolos de la RI vino siempre acompañado de un esfuerzo por aumentar la eficiencia de las máquinas que hacían uso de él. Esto es el común denominador que la sociedad había estado adquiriendo desde finales del régimen feudal y no precisamente pensando en ahorrar fuerza de trabajo sino para aumentar las ganancias. El suministro de energía (al ya no ser regalado como lo era el agua o el viento) era parte de los costos de producción por lo que había que aprovecharlo de forma conveniente para lograr gran rendimiento y a su vez incremento del capital;

Las primeras máquinas de vapor eran tremendamente ineficientes y sólo producían el uno por ciento del trabajo representado por los recursos energéticos que utilizaba. No es de extrañar que sólo se utilizara donde el carbón era muy barato⁴⁴. Por otra parte, la industria en sus primeros pasos no requería grandes potencias, las ruedas hidráulicas proporcionaban 10 H.P., al igual que la máquina de doble efecto de Watt, y la diferencia radicaba en que el suministro de energía era gratis para la primera, y desde el punto de vista práctico era mejor la segunda. Hacia 1835 la energía media de las máquinas de vapor en Inglaterra era de 15 H.P.

45. En 1978 el consumo de combustible de una máquina de vapor para una mina de regular tamaño era de \$ 3,000 libras al año y alimentar 500 caballos de -- Warwickshire sólo \$ 900 libras. Evidentemente los costos eran prohibitivos donde no había minas cerca.

El objeto permanente de la tecnología del vapor fué conseguir aumentar la eficiencia en las máquinas para reducir el consumo de carbón más que el de aumentar la potencia, aunque obviamente estaban relacionados, y lo que se lograba en un sentido revertía en favor del otro. La forma de conseguir más energía y eficiencia fue, primero, a partir de la forma de conseguir más energía y eficiencia fue, primero, a partir de presiones más elevadas: en 1850-1860 eran de 40 libras por pulgada cuadrada y para 1870 de 200 y segundo, con expansiones múltiples. Posteriormente fue necesario inventar nuevas máquinas transformadoras de energía que fueran realmente eficientes como la turbina de vapor.

Europa Continental puso mayor énfasis que Inglaterra en el ahorro de combustible. Francia adoptó rápidamente la máquina de compresión de Woolf (1812) que utilizaba altas presiones y permitía ahorros de combustible de 50 por 100 respecto a la de Watt; se preferían también motores más sencillos de mediana o alta presión que gastaban menos combustible.

El mayor costo de combustible, en sí mismo una desventaja, serviría de incentivo para la innovación tecnológica. Mientras Inglaterra desperdiciaba las llamas y los gases de hornos, en el continente se aprovecha esta energía para refinar el arrabio, calentar la carga o alimentar las máquinas de vapor.

La rueda hidráulica fue perfeccionada y su uso se intensificó sobre todo en aquellos países que contaban con un buen suministro de agua o que carecían de suficientes cantidades de carbón. Entre los más afectados por esta escasez estaban los franceses y por ello se dedicaron a mejorar la tecnología hidráulica. Poncelet inventó una noria con paletas curvas e impelidas por abajo y logró una eficiencia superior a la de una noria normal; Fourneyron, el Watt de la hidráulica, diseñó una turbina en 1827. En todos los países que se pudo, el agua fué bien explotada: "Siempre que podían, los fabricantes del continente utilizaban energía hidráulica. En el distrito textil de Normandía, el vapor se utilizaba exclusivamente como pis aller: allí donde los cauces estaban tan ocupados que no cabía ninguna rueda de molino, o cuando hacía falta cantidades de energía muy superiores a los que podía proporcionar".⁴⁵ Los grandes avances en la energía hidráulica y del vapor en cuanto a la eficiencia los proporcionaron las turbinas pero eso no fue sino hasta las últimas décadas del siglo XIX, que se empezaron a usar masivamente.

C. CONSECUENCIAS DE LA REVOLUCION INDUSTRIAL

La RI transformó completamente la sociedad del siglo XIX al grado que se parece a la del siglo anterior tanto como el blanco se parece al negro. Las condiciones de vida, el modo de producir los bienes materiales y todos los aspectos ideológicos y culturales tuvieron una profunda transformación desde sus mismas raíces. Los aspectos más destacados, sin menospreciar las pequeñas y cotidianas

45. Landes David S., Progreso tecnológico y Revolución Industrial; (Madrid: Tecnos, 1979) p. 201.

contribuciones al cambio, están plasmadas al nivel tecnológico con la producción de maquinaria y la de la máquina de vapor; a nivel social con la inmensa masa de la población arrastrada hacia el sistema fabril.

Si bien la RI se inició con la introducción de la máquina accionada con molinos de agua o viento, el sistema industrial prefirió la máquina de vapor por su gran versatilidad. Esta serviría a su vez como causa y efecto para futuras transformaciones; su aplicación en el transporte y en la producción directa revolucionó la industria metal-mecánica; era necesario construir en masa la maquinaria requerida en todas las ramas industriales y eso demandaba resolver los problemas de aumento de potencia, velocidad, precisión y regularidad de funcionamiento; la mecanización de la construcción mecánica era inevitable e iba a ser la base de la industria moderna de la producción en gran escala.

El desarrollo técnico en la esfera de las construcciones mecánicas provocó una gran expansión de la industria metalúrgica. La demanda de metal aumentaba sin cesar a causa de todas las construcciones, las piezas de todas las máquinas eran metálicas. Esto motivó nuevas invenciones y la aplicación de nuevos procedimientos de fundición. Posteriormente se perfeccionaron las técnicas de transformación de hierro en acero. Si bien la industria pesada y la textil son los ejemplos más significativos, no fueron los únicos que se revolucionaron, las industrias subsidiarias como la química, la agricultura, etc., se vieron también arrastradas a la mecanización y al perfeccionamiento de nuevas técnicas.

A la par que la mecanización y el vapor eran símbolos de progreso en la tecnología, el comercio y la producción, también lo eran de la explotación y la esclavitud de la gran masa de la población atada al sistema fabril; la degradación del ser humano llegaría casi a tocar el fondo. Los nuevos medios técnicos fueron utilizados desde el principio por los propietarios de las fábricas contra los intereses de los trabajadores: se alargaron las jornadas de trabajo hasta 14 horas o más, los obreros fueron reemplazados por mujeres y niños a los que se pagaba menos, el trabajo se hizo más penoso, el desempleo se extendió y los salarios bajaron. Munford resume la situación del obrero fabril sin muchos calificativos pero con realismo al afirmar: "El primer requisito para el sistema de la fábrica era la castración de pericia. El segundo, la disciplina de la miseria, el tercero, el cierre a toda ocupación alternativa mediante el monopolio de la tierra y la des-educación"⁴⁶ El hombre pasó a ser es clavo de la máquina, de la fábrica y del capital.

Como resultado de la revolución técnica y de la instalación de fábricas que utilizaban mano de obra asalariada, la productividad aumentó muchísimo; en Inglaterra, por ejemplo, la producción por día de trabajo se elevó en el periodo de 1770 a 1840 en 2,700 por ciento. Pero el nivel de vida no se elevó por eso en 27 veces, al contrario bajó.

46. Munford, p .

El periodo de la RI reveló con claridad las posibilidades del modo de producción capitalista y no es necesario ahondar aquí sobre todas sus repercusiones socio-culturales y económicas de la época, no es el objetivo presente, pero sí es importante destacar la necesidad de estudiar con cuidado y a todos los niveles la consolidación y la esencia de este modo de producción para comprender los cambios y transformaciones actuales pues vivimos aún en él. (Esto se verá en el siguiente capítulo).

D. FASE FINAL DE LA REVOLUCION INDUSTRIAL

Para el último tercio del siglo XIX la sociedad en conjunto había sufrido multitud de transformaciones en su vida cultural, política, económica e ideológica pero aún se preparaba para sufrir nuevas transformaciones y en cierto sentido más radicales que las anteriores. El modo de producción ya había sufrido sus crisis de carácter mundial y sus contradicciones entre el modo de producir y el modo de apropiación tuvieron fuertes consecuencias políticas y sociales; la institución de la ciencia ya estaba tomando una forma sólida y ya no era posible hacer caso omiso de ella, a riesgo de estar lejos de los niveles de la competencia y por tanto de las ganancias. La RI había alcanzado todas las ramas de la producción incluyendo la agricultura que sufrió cambios profundos y la máquina de vapor estaba reciamente enraizada en la vida diaria. El aumento de productividad había alcanzado records sin precedentes.

Esta época que vio gestarse el imperialismo, fase final del capitalismo, tenía otras necesidades diferentes a las del inicio de la RI, la máquina de vapor había ya mostrado sus deficiencias y limitaciones; esta ya no era "la máquina", había enseñado el cobre y era necesario dar alternativas diferentes para satisfacer los nuevos requerimientos, las nuevas condiciones impuestas por una industria siempre en transformación. Se requerían nuevos materiales, inventos y energéticos; todas las formas de energía visualizadas a lo largo de la historia y más aún las que no habían podido ser dominadas debían ponerse al servicio del hombre, la industria, el capital; de igual forma, los elementos recién descubiertos, las "tierras raras" los extraños materiales y minerales debían ser aprovechados. Y si éste no fue el objeto principal al inicio de la RI se gestaría en su propio desarrollo. El capital tenía ahora una nueva visión del mundo, las condiciones ya estaban maduras para ello. Fue precisamente en este período donde las grandes bases energéticas de la sociedad contemporánea tomarían forma: el petróleo y la electricidad empezaría a competir con el carbón y el vapor.

E. NUEVOS ENERGETICOS Y MAQUINAS TRANSFORMADORAS DE ENERGIA:

La máquina de vapor.

Para finales del siglo XIX la máquina de vapor oscilante había llegado al ocaso de sus posibilidades tecnológicas. En 1854 se instalaron por primera vez las máquinas de expansión múltiple en la navegación. Las de triple expansión empezaron a utilizarse durante la década de 1870 (con presiones de 10.5 Kg/cm^2), y para 1900 las de cuadruple expansión eran ya indispensables (17.5 Kg/cm^2).

Las máquinas de expansión múltiple eran construidas para obtener mayor potencia y ahorro de combustible, esto era vital en los barcos pues el ahorro de espacio y tiempo repercutía en mayores beneficios económicos.

El último paso de la máquina de vapor fue el de mover los dinamos de la nascente industria eléctrica, pero se requerían de grandes velocidades, esto llevó al límite de las posibilidades comerciales de estas máquinas, pues la conversión de movimiento oscilatorio en rotatorio tenía limitaciones técnicas. -- El conjunto pistón, vástago, émbolo, biela y cigueñal tenían presiones enormes y acababan por romper la máquina. Aunque se habían alcanzado 1000 pies por minuto, los límites técnicos no podían ser salvados. Si bien las máquinas diseñadas por Westinghouse en 1885 llegaron, a una potencia de 2400 H.P.

Las máquinas con condensación del vapor de escape, triple expansión y vapor recalentado podían desarrollar 2900 H.P. en las proximidades de 1900. Pero el fin de las máquinas de vapor alternativas ya había llegado y empezarían a declinar.

1. Motores de combustión interna.

A pesar de que el motor de combustión interna hizo su aparición efectiva un siglo más tarde que la máquina de vapor, su historia es igual de larga, ya que ambas pueden considerarse derivadas de los experimentos de Huygens y Papin con una máquina accionada con pólvora, La idea fundamental ya había sido concebida mucho antes de que pudiese ser puesta en práctica debido a las limitaciones técnicas.

Los motores de combustión interna no se originaron a raíz de un accidente afortunado sino fueron el objeto de una búsqueda incansable.

Fue el espíritu del hombre hacia la energía lo que le llevó a experimentar con toda clase de materiales para producir ingenios mecánicos y obtener energía ya no para ahorrar fuerza de trabajo, sino para mover la maquinaria de forma más versátil, con mayor economía y potencia que la proporcionada por el vapor, aunque realmente la máquina de vapor era muy adecuada a los ojos de la gente del último siglo XIX.

Los primeros motores de combustión interna se diseñaron de gas pues además de ser un material fácil de adquirir tenía las propiedades de la pólvora -explosivo- y del vapor de agua -manejable-.

En su construcción, parece ser, se trataba de asemejar a la máquina de vapor y seguramente eso fue un obstáculo para su rápido desarrollo; rodavía el modelo presentado por Lenoir en 1859 presentaba muchas similitudes. En 1794 fue depositada la primera patente de un motor de este tipo pero hasta 1859 fueron una realidad práctica.

Si bien el primer modelo comercial no admitía comparación con la máquina de vapor de la misma potencia -consumía demasiado gas- era el primer motor de uso continuo a nivel industrial no movido por vapor de agua. El paso decisivo lo dió B. A. Otto en 1876 que tuvo un éxito completo adaptando la contribución conceptual de Beau de Rochas (en 1864) del cilindro de cuatro tiempos y una precompresión del combustible. Se vendieron 50,000 ejemplares con un total de cerca de 200,000 H.P. durante los primeros 17 años. En 1881 la potencia -- era de 20 H.P. pero en 1917 se usaban de 5000 H.P. Las ventajas en relación al vapor eran ser más eficientes cuando se usaba intermitentemente por debajo de su capacidad máxima (lo que le daba un lugar preferente en la pequeña industria), accionaban de forma limpia y de suministro de combustible automático, sin embargo eran inmóviles pues dependía del tubo de suministro o de un horno productor de gas. La limitación de su movilidad se eliminó con la utilización de combustibles líquidos -sobre todo petróleo- y sus derivados. Estas ardían eficientemente y realizaban cerca del doble del trabajo por unidad de peso que el carbón ocupando solo la mitad de espacio, y aunque al principio el combustible era costoso pronto se hizo rentable sobre todo en la transportación marítima, ya que se redujo espacio para máquinas y combustibles y por tanto se podía transportar mayor volumen de carga, y prescindir de los fogoneros.

Por otro lado los motores a base de líquidos pesados desarrollaron nuevos mecanismos técnicos para convertir el combustible en gas (vaporizando o pulverizando) y luego comprimiendo en el cilindro para obtener una explosión en forma espontánea. Los nuevos diseños exigieron una estructura muy fuerte para soportar las grandes compresiones de manera que eran pesados y no funcionaban bien a bajas velocidades, y aunque no fueron asimilados en automóviles sí lo fueron en los tranapoetes de carga pesados y como grandes motores fijos o marinos; el primero de estos motores apareció en 1873 y fue construido por el norteamericano Brayton; también Dent y Priestman contribuyeron con un modelo de 100 H.P. en 1886. Pero el motor más eficiente por cuidadosa atención prestada en su diseño a los principios de la termodinámica fue el patentado por Rudolf Diesel en Inglaterra en 1892 que lograba grandes compresiones.

Poco tiempo después de haberse utilizado los combustibles pesados aparecieron los primeros motores que usaron los derivados ligeros del petróleo. Los principios básicos de estos motores son los mismos que los de los motores de gas y de aceite pesado, las diferencias estriban en los sistemas de inyección e ignición del combustible.

El primer motor de gasolina patentado en 1805 por el alemán Gottlich -- Daimler consistían de un solo cilindro pero pronto construyó uno de dos. Benz en 1885 introdujo el sistema eléctrico de ignición y su automóvil -el motodo era deliberadamente oara ese uso- de 3.5 H.P. podía moverse a velocidades reducidas. Ya para 1900 todos los problemas más importantes del automovilismo habían sido resueltos.

3. El petróleo.

El uso de los derivados del petróleo es al igual que el carbón muy antiguo -- quizás más todavía-- los primeros escurrimientos naturales y escapes de gas -- eran conocidos desde las primeras sociedades humanas. Los babilonios llamaban nafta ("la cosa que arde") a ese "líquido inflamable y misterioso y sin ninguna utilidad práctica", la roca asfáltica sólida y las filtraciones más espesas eran consideradas útiles para la preparación del llamado betún y que, hasta el siglo XVI, su uso se limitaba a el calafateo de barcos, impermeabilizado de techos, - elaboración de medicamentos y como parte integrante del "fuego griego".

La destilación del crudo en el siglo XVII demostró que además de sus usos medicinales, los distintos subproductos podían utilizarse como grasa para ejes, fabricar pinturas y barnices, curtir cueros y como combustible para lámparas. Antes de 1800 ya se conocía el masticque asfáltico y su uso para pavimentos.

La moderna industria del petróleo, sin embargo, tuvo su origen en la misma necesidad que condujo al nacimiento del gas, esto es, mejorar el alumbrado. Los sistemas de gas eran superiores a los combustibles vegetales tanto en intensidad de luz como en economía, pero los productos de la combustión y la atadura al suministro por tubería restringió su uso a grandes locales y zonas urbanas. Como el gas era obtenido de la hulla, muchos experimentadores andaban a la caza de nuevos materiales y compuestos susceptibles de ser explotados para obtener gas y resina. De este modo utilizaron pizarras bituminosas, torbanita, roca asfáltica, etc., (todas ellas relacionadas con el petróleo) para producir gas o combustibles líquidos. En Inglaterra se produjo comercialmente "petróleo de carbón" en 1850 y el queroseno en los Estados Unidos en 1856. Estos compuestos brindaron una mejor iluminación que las grasas de origen natural.

Las emisiones naturales en muchas partes del mundo y los desucbrimientos accidentales estimularon un análisis más profundo de los compuestos del petróleo crudo y se obtuvo cera, parafina, gas para alumbrado, lubricantes y excelente combustible para la iluminación. Los primeros pozos para la extracción deliberada se perforaron en Hannover y Ploesti, Rumania (ambos en 1857) y en Pensilvania (1859). En 15 años la producción anual, todavía concentrada en este último lugar, alcanzó los 10 millones de barriles. El gran mercado de Europa para el combustible de iluminación norteamericano consolidó la extracción de crudo al mismo tiempo que mejorarían las técnicas de perforación, extracción, almacenaje, transporte, refinado y distribución de los productos finales. En --- 1886 se habían alcanzado perforaciones hasta 1763 m de profundidad y las máquinas perforadoras se perfeccionaban constantemente.

Las diferentes clases de petróleo y los variados lugares en el mundo de donde se extraía hacían demasiado variada la producción como para su uso directo, por lo que los métodos de refinación adquirieron la máxima importancia. De las primeras destilaciones se obtenían gasolina, queroseno y residuos combustibles: la primera se consideraba inútil y peligrosa, no así el queroseno que era el producto más codiciado. Sin embargo la competencia con el gas y la electricidad en las zonas urbanas -a partir de 1880- hizo que cada vez más urgente encontrar una utilidad a las restantes fracciones y subproductos que más tarde se lograrían refinar.

Los primeros intentos por adoptar los combustibles más pesados en lugar del carbón no fueron rentables pues en aquel entonces (1865) el petróleo era más caro al menos en Europa y no había ningún incentivo para el cambio. Hacia 1900 el coste del petróleo oscilaba entre cuatro y doce veces el del carbón en Gran Bretaña. En otros países las cosas fueron más favorables. Los primeros motores de combustible líquido de utilización comercial rentable fueron utilizados en Rusia a partir de 1870. En occidente, a pesar de haberse experimentado amplia y positivamente con motores de este tipo, no cuajaron enteramente hasta que las explotaciones de Borneo (1898) y Texas (1901) hicieron posible un petróleo especialmente adecuado, por su composición química, para ser utilizado como combustible. A partir de 1902 la industria naviera adoptó el petróleo en lugar de carbón para sus nuevos buques.

4. Las turbinas.

La RI con su insaciable sed de energía no desechó la rueda hidráulica sino que la mejoró. Como hemos visto Benoit Fourneyron en 1827 construyó la primera turbina hidráulica centrífuga de la cual uno de sus modelos de 50 H.P. operaba a 2 300 rpm usando un salto de agua de 100 mts. (1832). Los saltos de agua de esa magnitud, sin embargo, no eran comunes en Europa y sólo fue adoptado en lugares montañosos sobre todo en Francia que era la menos dotada de minas de carbón. Para los flujos más lentos, la cosa más común, se usaron turbinas de flujo axial de las cuales la más adecuada era la de Jouner en 1843.

Diversos modelos fueron probados como la centrípeta de Poncelet (1826), mejorada por Francis, la turbina de hélice de Thompson, (1852) y la de Pelton (1870) que con alades cóncavos y chorros a presión logró 500 HP con un salto de 120 mts. Por estas fechas se volvió a dirigir las investigaciones a las turbinas hidráulicas pues las necesidades de electricidad eran cada día más crecientes; si bien los costos iniciales de infraestructura eran elevados, la energía era gratis a diferencia del carbón, pero hacia finales del siglo XIX las máquinas de vapor alternativas, constituían aún la primera fuente de energía -aunque no la más barata- de la industria eléctrica.

Precisamente fue esta industria el principal incentivo para la construcción de las turbinas de vapor⁴⁷, pues las máquinas de vapor alternativas no alcanzaban una gran velocidad de rotación por sus limitaciones técnicas. Este es un punto importante pues precisamente la ventaja de la turbina es que proporciona directamente un movimiento rotatorio lo que permitía reducir las pérdidas de energía y potencia.

47. Como muchos inventos este también tiene sus orígenes muy antiguos; desde Herón hasta Trevitnick que diseñó un eolipo más grande que giraba a 250 rpm impulsado por la salida del vapor a una presión de 7. Kg/cm².

Seguramente después de muchos intentos fallidos, de otros muchos investigadores, A. Person logró un éxito comercial con una turbina axial y donde el vapor movía varias turbinas elementales antes de perder su energía gradualmente. Al igual que Otto con su máquina de gas, las consideraciones teóricas habían ocupado un papel fundamental en el diseño. En 1884 su turbogenerador alcanzaba la velocidad de 18,000 rpm y con las ventajas adicionales de ahorrar vapor (por tanto carbón), espacio, seguridad y estabilidad (no vibraba) sobre las máquinas convencionales de su misma capacidad. Las grandes revoluciones alcanzadas por las turbinas de Person fueron rápidamente asimiladas en los barcos: el "Turbina", en 1897, desarrollaba 2 000 H.P. y alcanzó por primera vez los 34.5 nudos. Al cabo de una década los barcos de línea Cunard iban provistos de turbinas con un total de 70,000 H.P.

Las turbinas centrífugas -de menor eficiencia- que las de Laval (Suecia - 1887) con su "molino de vapor" lograron un buen mercado como máquinas de pequeña potencia.

Es justo señalar que las turbinas de gas o vapor son las que mueven los dínamos de las plantas termoeléctricas actuales, sin importar qué energético sea el encargado de producir el vapor: uranio, petróleo, geotermia o carbón.

5. La energía eléctrica.

Así como la revolución industrial estaba a la caza de un motor de aplicación universal, ajeno a las fluctuaciones de la naturaleza y no atado a sitios específicos -como lo estaban los molinos de agua y viento- los motores eléctricos y de combustión interna surgen como respuesta a los problemas nuevos propiciados por el uso del vapor. La RI al haber empujado a la concentración de las máquinas y al consiguiente uso de una máquina de vapor gigante para toda la fábrica, restringió la capacidad de trabajar las máquinas herramientas a ritmos desiguales y en lugares diferentes de acuerdo a donde se necesita. Los deficientes métodos de transmisión de la energía: correas, engranes, juntas, ruedas etc, disminuían la potencia original, además los materiales pesados (hechos para evitar torciones) hacían necesario vencer grandes fuerzas gravitatorias. Las máquinas herramientas estaban restringidas pues, a tomar posiciones a lo largo de los ejes o en el peor de los casos, anclada permanentemente. Otro problema que crecía en importancia era el consumo de carbón desperdiciado cuando las máquinas no trabajaban: las calderas una vez prendidas no podían ser paradas o varias su energía.

La primera respuesta a estos requerimientos fue la proliferación, nuevamente, de máquinas de pequeña y mediana capacidad. Sin embargo los problemas de carbón desperdiciado, suciedad de humo y carbón, ruido y mantenimiento individualizado no se solucionaron, por otra parte como debían trabajar abajo de su capacidad máxima eran sumamente ineficiente.

A mediados del siglo XIX estos problemas empezaban a causar las disminuciones de las ganancias inglesas pues la mayoría de las potencias europeas ya elaboraban productos a precios competitivos. Había que crear motores más adecuados a las necesidades de la época.

A la par de los motores de combustión interna, los motores eléctricos también se desarrollaron, pero la electricidad ocuparía en el futuro, el lugar más importante, pues no sólo podía proporcionar trabajo mecánico sino también iluminación y comunicaciones, problemas que a la sociedad industrial le urgía resolver.

La industria eléctrica es un producto de la sociedad industrial. nacida gracias a la acumulación cultural y socio-económica de siglos de historia humana. Su nacimiento y desarrollo son consecuencia directa de investigaciones científicas -al igual que en nuestro tiempo lo es la energía nuclear- y no como la mayor parte de los descubrimientos tecnológicos llevados a cabo por los hombres inminentemente prácticos.

Los principios básicos de la conversión de energía mecánica en eléctrica y viceversa logrados por Faraday en 1831 sólo fueron posibles gracias a un siglo de pequeños avances teóricos e innovaciones prácticas: Volta, Galvani, Oersted, Ohm, Ampere y el mismo Faraday son los nombres más conocidos que establecieron las bases teóricas de las grandes invenciones de la actualidad y gracias a los cuales se logró poner la electricidad al alcance de "casi" toda la población. Al principio, los caminos prácticos del electromagnetismo se desarrollaron un poco separados pero posteriormente avanzaron íntimamente ligados. La electricidad estática tuvo su primera aplicación en la telegrafía (1770) y ya para 1800 Volta construye la primera pila que serviría de base a las posteriores investigaciones eléctricas y telegráficas.⁴⁸ También a finales del siglo XVII los principios básicos de la lámpara de arco, la electrólisis y la lámpara de incandescencia eran conocidos. La primera de éstas no tuvo aplicación inmediata pues se requerían grandes corrientes aparte que la luz proporcionada era muy intensa, de tal modo, que sus primeros usos fueron en los faros (1826) y con los reflectores para teatros.

Con los descubrimientos de Faraday en 1827 se inicia la producción de generadores consistentes en bobinas giratorias entre imanes permanentes y que producían corriente alterna (1834). El perfeccionamiento de los generadores y pilas consolidó la telegrafía en la década de 1830, treinta y seis años más tarde la red cubría 240,000 Km. El primer teléfono ya estaba funcionando (1861) cuando la comunicación interatlántica había sido establecida, pero el éxito comercial de Graham Bell se produjo hasta 1876.

48. Desde sus orígenes la corriente continua (por ejemplo la de las pilas) y la alterna (como la de los dinamos) rivalizaron en el mercado, pero al final se impuso esta última por tener menores disipaciones de energía cuando se transmite a largas distancias. De cualquier forma desde 1830 había convertidores de corriente alterna a directa y viceversa.

El perfeccionamiento de los generadores avanzó más lentamente pero con el descubrimiento de la autoexcitación (patente de Varley en 1866) y la introducción de máquinas de vapor para mover los embobinados utilizado por primera vez en 1857 para generar electricidad para las lámparas de arco de los faros- el camino para los dinamos estaba abierto. Los primeros dinamos se calentaban demasiado pero los patentados por Gramme (1870) habían resuelto el problema, y aunque producían corriente alterna rápidamente desplazaron a las pilas, únicas fuentes de energía constante hasta ese momento.

Poco tiempo después el mismo Gramme montó en Viena (1873) una exhibición de dos de sus generadores, de tal forma que uno de ellos servía como dinamo -- para producir la electricidad continua con el mover del otro como motor. No tardaron mucho en aparecer las primeras máquinas herramienta accionadas con motor eléctrico de corriente continua; el mayor éxito fueron los tranvías y trenes eléctricos de finales del siglo.

A la par con el desarrollo de los generadores, las pruebas con lámparas de incandescencia estaban teniendo lugar en todas partes, pues el problema central que la electricidad debía resolver era el de la iluminación limpia segura y cómoda. La lámpara de arco, por limitaciones técnicas y altos costos, no podía usarse más que para grandes instalaciones o en su uso original, lo mismo ocurría a la lámpara de incandescencia que no encontraba el filamento ni el vacío suficiente para las bombillas; el primer modelo de bombilla -aunque deficiente- aparece en 1843 fabricado por Staite en Inglaterra. Con la aparición de la bomba de vacío accionada por mercurio, el problema de este dejó de serlo y sólo restaba el del filamento que resolvería Swan y Edison.

La década de 1880 es muy significativa, pues todos los artefactos eléctricos empezaron a rendir sus frutos al lograr calidad y bajos costos. El uso de los dinamos proporcionaba corriente barata para ser utilizada en miles de bombillas de incandescencia y en lugar de algunas máquinas de vapor que proporcionaban energía mecánica a las máquinas herramientas. La electroquímica y la metalurgia eléctrica, así como la galvanoplastia y electroplastia adquirieron -- más importancia a nivel industrial con el advenimiento de la energía barata, al final la energía de los dinamos podía ser utilizada sin la necesidad de convertidores. Las pilas fueron perfeccionadas y se mejoró la cantidad de corriente por unidad de peso. La tracción eléctrica sería aplicada con gran eficiencia al -- transporte y a la generación siguiente se generalizó en tranvías, trenes suburbanos y sistemas de vía ancha.

Todo esto tuvo un efecto muy importante a nivel industrial y social por primera vez se ofrecía a todas las ramas industriales, comercios, ciudades y hogares una energía limpia, barata y digna de confianza, y además se podía transportar a grandes distancias sin grandes pérdidas y sobre todo que podía usarse a voluntad: regular su potencia, proporcionar luz, calor, movimiento en forma separada o en conjunto y pagar por lo que se utilizara. Sin embargo su adopción se veía controlada por el ritmo de crecimiento de la oferta. De la pequeña instalación accionada por su propia máquina de vapor y su dinamo para uso exclusivo de una fábrica o edificio, se pasó a las grandes instalaciones -- vendedoras de electricidad; las centrales eléctricas proliferaron y la energía

se convirtió en mercancía. En 1889 la Deptford de la London Electricity Supply Co. contaba con 4 máquinas de vapor de 10,000 H.P. que movían alternadores de 10,000 vatios y dos motores de 1,250 H.P. para mover otros de 5,000 vatios; -- esta fue la central prototipo de las instalaciones modernas.

En ese momento la adopción se veía controlada por el ritmo de los servi-- cios públicos de abastecimiento de electricida, es decir, por los dueños de -- las plantas generadoras. Esto al principio no parecía tener importancia: la -- electricidad era vista como una simple mercancía pero con el tiempo esta mer-- cancia sería vital sobre todo para una sociedad como las modernas que llevan -- una vida "electrificada". El paradigma de la electricidad había comenzado.

CAPITULO II

| Energía y desarrollo económico
mundial (1750-1980)

I. INTRODUCCION

México no es un país en "vías de desarrollo", por el contrario es un país capitalista dependiente (casi completamente de los Estados Unidos) al que se le induce, determina e impone cierto crecimiento económico de acuerdo a los intereses y necesidades de los países desarrollados que conforman el núcleo del sistema capitalista. Al ser un país de la periferia, la introducción y desarrollo de las formas capitalistas de producción se han realizado de forma parcial y desfasada. Desde afuera se nos ha determinado o inducido la forma y cadencias de estos procesos y con ello el tipo y carácter de la producción que se realiza, la composición de las exportaciones e importaciones, las fuentes de financiamiento y toda una serie de actividades económicas, matizadas por la política económica y social interna -el nacionalismo revolucionario- aplicada por nuestros gobernantes.

La producción de energía no ha estado ajena a este esquema. Antes de la nacionalización de la industria petrolera México era exportador neto de crudo; en la época posterior las ventas foráneas fueron suspendidas y se destinó la producción a satisfacer las necesidades internas. A finales de la década de los 70, el país volvió a intervenir intensamente en la comercialización internacional de hidrocarburos, trastocando la composición del mercado en favor de los países desarrollados, o dicho en otros términos, como esquirol en contra de la OPEP. Lo mismo se puede decir del consumo interno que sigue los patrones establecidos por el núcleo del sistema. México no estuvo ajeno al modelo energético y tecnológico (intensivo en el uso de la energía) impuesto por los Estados Unidos después de la segunda guerra mundial. En la etapa de industrialización se importó maquinaria y equipo consumidores por excelencia de hidrocarburos.

Estos hechos objetivos nos inclinan a pensar que los patrones y conductas en el uso de la energía en nuestro país debe tener no pocas de sus raíces, en última instancia, en la formación misma del capitalismo a escala internacional en la forma en que el sistema en conjunto explota, transforma, se apropia y usa los recursos energéticos de las metrópolis y de los países de la periferia, guiado por la lógica de la ley de acumulación capital,

Con el objetivo de tener una idea de los factores externos que han contribuido a establecer o modificar los patrones de producción y consumo de energía en nuestro país, en este capítulo se hará un esbozo de lo que entendemos por sistema capitalista (del cual México es parte) y su actitud ante los recursos energéticos.

II. LA LEY PRIMORDIAL DEL SISTEMA CAPITALISTA: LA ACUMULACION DE CAPITAL

El periodo formativo del capitalismo, el cual se extiende desde fines del siglo XV hasta mediados del XVIII, consta como elementos claves, de dos vertientes igualmente importantes que concurren en la formación del capital industrial, el cual va a tomar el relevo del capital comercial como factor dominante y expansivo. Estos dos procesos son:

1) La expansión marítimo-comercial y política de ciertos países de Europa Occidental en los demás continentes que les permiten apoderarse y llevar a las metrópolis gran parte de la riqueza acumulada y la que se sigue creando en

las colonias.

2) El proceso de transformaciones internas, tanto técnica como económicamente, que modifican hasta anular la vieja organización feudal para dar paso a las formas propias del sistema capitalista como modo de producción dominante.

Estos dos elementos claves le dan al capitalismo sus características más relevantes como sistema económico regido por la ley de acumulación de capital. Rosa de Luxemburgo¹ conjunta ambos aspectos de la siguiente forma: "La acumulación capitalista tiene dos aspectos distintos. De un lado tiene lugar en los sitios de producción de plusvalía; en las fábricas, en la mina, en el fundo agrícola y en el mercado de mercancía.

"Considerada así, la acumulación es un proceso puramente económico cuya fase más importante se realiza entre los capitalista y los trabajadores asalariados.

"El otro aspecto de la acumulación del capital se realiza entre el capital y las formas de producción no capitalistas. Aquí reina como método, la política colonial, el sistema de empréstitos internacionales, la política de intereses privados, la guerra... los dos aspectos de la acumulación del capital se hallan ligados orgánicamente por las condiciones de reproducción del capital mismo, y sólo de ambos reunidos surge el curso histórico del capital".¹

A. LA ACUMULACIÓN A TRAVÉS DE LAS RELACIONES CAPITALISTAS DE PRODUCCIÓN.

El capitalismo como sistema económico nació de la reproducción mercantil simple, esto es, de la producción de mercancías para venderlas en el mercado, y comparten como rasgos fundamentales comunes la propiedad privada de los medios de producción y la división social del trabajo. Entre ambas también existe una diferencia fundamental: la producción mercantil simple se basa en el trabajo personal del productor y es a éste a quien pertenece la mercancía; en el capitalismo el productor y el poseedor de la mercancía no son la misma persona, como los instrumentos y medios de producción pertenecen al patrón capitalista (mientras que el obrero no tiene otra cosa más que su fuerza de trabajo) se posesiona de la mercancía. La producción capitalista tiene por base la explotación del trabajo asalariado, ésta es la esencia de las relaciones de producción

De la relación trabajo asalariado-capital, el capitalista trata de obtener el mayor provecho para sí; esto lo logra a través de aumentar la plusvalía² absoluta -aumento de la jornada de trabajo o reducción de salarios- y la plusvalía relativa -elevación de la productividad del trabajo con nuevas técnicas y máquinas más complejas.

1. Rosa Luxemburgo. La acumulación de capital. (Méx.; D.F. Grijalbo, 1967).

2. Bajo el capitalismo el obrero trabaja una parte del tiempo para sí, es decir, para percibir un salario con el que compra los medios necesarios para la subsistencia del obrero y su familia (a eso equivale su fuerza de trabajo), y la otra para crear el plusproducto del que se adueña íntegramente el dueño de los instrumentos y medios de producción. El plusproducto se convierte en plusvalía y ésta pasa a ser capital.

La transformación de la plusvalía en capital y el empleo de ésta con vistas a la obtención de plusvalía constituye el objetivo de la producción capitalista. Los capitalistas procuran siempre obtener la mayor plusvalía posible con el mínimo de gastos, sin detenerse ante nada para alcanzar ese fin, y solo consideran productivo el trabajo que les proporcione plusvalía.

1. Creciente concentración de capital,

La producción capitalista al surgir de la producción mercantil simple, está dedicada a producir mercancías, esto es, productos destinados a la venta en el mercado, pero a medida que avanza y progresa el capitalismo son objeto de compraventa casi todos los medios de producción y artículos de consumo a la vez que la producción de mercancías abarca a casi todas las empresas. En esta fase inicial del capitalismo -premonopolista- rigen la libre competencia en la que los diversos dueños de las mercancías no se conocen entre sí y compiten produciendo para un mercado ignorado y donde los consumidores compran a quien más les conviene,

La libre competencia arruina a unos y enriquece a otros, debido a lo cual se opera rápidamente el proceso de concentración de la producción en empresas cada vez mayores, las que logran obtener mayor cantidad de plusvalía y vender todos sus productos en el mercado con los medios y métodos -cualquiera- que les lleve a lograr sus fines,

Como resultado, aumenta el peso relativo de las grandes empresas en la industria y su porcentaje en la totalidad de la producción, de la mano de obra y del potencial productivo. La concentración de la producción prepara el dominio de los monopolios,

Marx descubrió que el motor del capitalismo a cualquier escala está en última instancia en la empresa, donde se expresa el papel económico de comando directo del capitalismo y naturalmente, la ley principal de la evolución del capitalismo, la de la acumulación, es al mismo tiempo la de la concentración del capital en un número de empresas cada vez menor, a través de una diferenciación y selección realizada por la vía de la competencia. El análisis teórico e histórico de esta cuestión quedó plasmado en su libro "El Capital",³

"El incremento enorme de la industria -como afirma Lenin- y el proceso notablemente rápido de concentración de la producción en empresas cada vez más grandes constituyen una de las particularidades más características del capitalismo".⁴ Además, "el engendramiento del monopolio por la concentración de la producción es una ley general y fundamental de la fase actual del desarrollo del capitalismo".⁵

3. Karl Marx, El Capital (6 vols.; 9a ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 1981).

4. Iván Ilich Lenin, El imperialismo, fase superior del capitalismo (Pekin: Ediciones en Lenguas Extranjeras, 1966) p.12

5. *ibid* p.

Esta peculiaridad, sin embargo, no es la única, también lo son los procesos ocurridos en las colonias y países periféricos. Esta es la otra cara de la acumulación de capital: la reproducción del capital explotando las relaciones no capitalistas o precapitalistas de producción.

"La propiedad privada fundada en el trabajo del pequeño patrono, la libre concurrencia, la democracia, todas esas consignas por medio de las cuales los capitalistas y su prensa engañan a los obreros y a los campesinos, pertenece a un pasado lejano. El capitalismo se ha transformado en un sistema universal de opresión colonial y de estrangulación financiera de la inmensa mayoría de la población del planeta por un puñado de países avanzados".⁶

B. LA ACUMULACIÓN A TRAVÉS DE LAS RELACIONES PRECAPITALISTAS DE PRODUCCIÓN.

El avance incontenible de las relaciones capitalistas de producción van a transformar profundamente las relaciones entre las metrópolis y sus áreas coloniales.

Por un lado los países en donde apareció esta forma de producción propiamente dicha y donde se manifiestan en su versión más pura, avanzada y dinámica, se constituyen en foco, centro o núcleo de todo el sistema, que actúa como motor fundamental del mismo y como concentrador por excelencia de los resultados de la acumulación capitalista de toda clase de recursos estratégicos, medios de producción, tecnología y mecanismos financieros, de control y de poder político.

En la otra cara están los países coloniales, semicoloniales, neocoloniales, estados asociados o simplemente dependientes, es decir, la periferia del sistema capitalista con una actividad económica subordinada e inducida, donde la introducción de las formas capitalistas de producción se realiza en forma parcial y desfasada, determinándose desde el centro las formas y cadencias con que estos procesos pueden ocurrir, y con ello el tipo y carácter de la producción que se realiza, la composición de exportaciones e importaciones, la introducción de nuevas técnicas, nueva forma de distribución y consumo, etc., que le confieren a la evolución capitalista de esos países un carácter retrasado, no acumulativo y por lo tanto no auto-sostenido, precario, sometido a los impulsos y cambios del centro, en un perpétuo reforzamiento y renovación de los mecanismos de subordinación y dependencia que aseguran una continua sustracción de excedentes para ser transferido al centro del sistema y apropiado básicamente por sus empresas más grandes.⁷

En otras palabras: el centro del sistema capitalista induce, determina e impone el crecimiento de la periferia. Sea por la vía política, económica o financiera, frena o restringe la utilización de las potencialidades de crecimiento de las economías subdesarrolladas, estimulando sólo las que son beneficiosas para las metrópolis, de acuerdo a sus requerimientos en cada fase históri-

6. Ibid p 6

7. Francisco Mieres, Crisis capitalista y crisis energética (México, D.F.: Nuestro Tiempo, 1979)

ca del capital.⁸

Este tipo de interdependencia desigual iniciado a partir del siglo XV con la expansión europea hacia los demás continentes se constituye en un rasgo clave para el funcionamiento del sistema y para los cambios que se verificarían en su evolución y que explica además la génesis y desenvolvimiento de los países capitalistas más avanzados. Considerando a escala multinacional, el capitalismo presupone y exige el no capitalismo (subdesarrollo) como requerimiento inherente a su funcionamiento normal. En general puede decirse que desde antes de que existiera el sistema capitalista como tal la explotación interna ha exigido la explotación externa.

Esta descripción del capitalismo como antinomia centro-desarrollo/periferia-subdesarrollo por supuesto no pretende sustituir lo que es esencial al modo de producción capitalista: la extracción de plusvalía, la explotación del trabajo por el capital que ocurre tanto en el núcleo como en los países de la periferia que adoptan o que se les imponen las relaciones capitalistas.

Es claro que no existe la división tajante entre centro y periferia. Una somera consideración del centro hace surgir de inmediato potencias, e incluso superpotencias con la mayor capacidad de decisión y cuyo alcance desborda las fronteras nacionales y afecta la autonomía real de los otros países incluso integrantes del centro pero cuyo menor poder económico y político los lleva a quedar incluidos dentro del área de influencia de una u otra de las grandes potencias. Incluso en distintas fases del capitalismo una u otra de las grandes potencias han tendido a ocupar la supremacía general del área central, ejerciendo un poder hegemónico y constituyéndose centro del centro. Por otro lado, también en la periferia subdesarrollada pueden señalarse regiones o franjas de países que están más o menos estrechamente subordinadas al centro en general o algunos de los países centrales, constituyéndose así como anillo más o menos alejados del centro del sistema.

Al mismo tiempo que el capitalismo se conforma como un sistema orgánicamente mundial, se conforman estados nacionales que se van agregando y sirven al sistema global de diferentes modos. En efecto la historia de todas y cada una de las naciones refleja de un modo particular y diferente la evolución del capitalismo mundial, desde la época misma de su formación. Esto implica, por un lado, la especificidad de cada nación, pero al mismo tiempo la inserta dentro de una referencia global al conjunto del sistema capitalista. "Esta particularidad de cada nación formada en última instancia a la medida de los inte-

8. Por ejemplo, a medida que las actividades dominantes o las tecnológicas en el centro entran en una etapa de rendimientos decrecientes, se hace atractivo trasladar esas actividades y/o tecnologías hacia las zonas menos desarrolladas que tienen mayor abundancia de recursos naturales o de mano de obra, nuevos mercados, privilegios políticos, etc. La revolución técnica rápido se encarga de sustituirlas por otras nuevas y atractivas posibilidades de inversión lucrativa para el capital, que tiende a abandonar las actividades deprimidas o tecnologías viejas!

De este modo, lo que el capitalismo central inclina a desechar o desterrar por obsoleto o poco rentable tiende a ser absorbido por distintas zonas de la periferia como su mejor opción al "progreso".

reses dominantes del capital internacional, en un compromiso de carácter endógeno, termina por expresarse en las peculiaridades de un Estado nacional individualizado. Como ideología de este proceso surgen el nacionalismo 'estrechó' y el patriotismo correspondiente, que cobra rasgos sociológicos y culturales, además de los propiamente políticos, típicos y diferenciados para cada país!"⁹

A fines de la 1a. guerra mundial, el proceso de estructuración del capitalismo se expresa como sistema acabado a nivel enteramente mundial, distinguiéndose varias zonas geográficas supranacionales, cada una de las cuales abarca varios países emparentados por la similaridad de roles que cumplen dentro del sistema y la forma en como se desarrollaron a partir del siglo XIX. Estas áreas del capitalismo podrían ser las siguientes.

1. Zona nuclear del capitalismo: Europa Occidental, (Inglaterra, Holanda, Francia, Bélgica) y los Estados Unidos de Norteamérica. 2. Países de capitalismo tardío: Europa centro-occidental (Alemania, Escandinavia, Italia) y Japón. 3. Países de capitalismo reciente: Canadá, Australia, Nueva Zelanda y África del Sur. 4. Países de Europa periférica: Europa Oriental y Sur, incluyendo la Península Ibérica. 5. América Latina. 6. Asia Suroriental: India, Península Malaya e Indochina y los archipiélagos de Indonesia y Filipinas. 7. Países Arabes. 8. África negra.

III. ETAPA INICIAL DE LA EXPANSION MUNDIAL DEL CAPITAL.

A partir del último tercio del siglo XIX el capitalismo entra en una etapa sin precedentes, ya no le es suficiente el mercado y explotación interna para mantener altas sus tasas de ganancia por lo que se inicia un proceso de internacionalización del capital que no ha cesado aún en nuestra época. Esta situación fue producto de los dos fenómenos que hemos venido analizando: el derrumbamiento del capitalismo de viejo estilo que engendró y vió crecer a los monopolios, por un lado, y la explotación de las antiguas colonias que contribuyó a la formación del capital y que nunca dejó de existir, por el otro.

Después del periodo de industrialización ligera (1750-1860) donde se concentra la atención del capital en la estructura interna del capitalismo en cada país, los capitalistas y sus empresas ahora con un carácter monopolístico vuelven sus ojos hacia el exterior en la fase de industrialización pesada y adquieren un ímpetu imperialista.

"Las asociaciones monopolistas de capitalistas (cártels, sindicatos, trusts) se reparten entre sí, en primer lugar, el mercado interior, apoderándose de un modo más o menos completo de la producción del país. Pero bajo el capitalismo, el mercado interior está inevitablemente enlazado con el exterior. El capitalismo ha creado desde hace ya mucho tiempo el mercado mundial. Y a medida que ha ido aumentando la exportación de capitales y se ha ido ensanchando en todas formas las relaciones con el extranjero y con las colonias y las 'esferas de influencia' de las más grandes asociaciones monopolistas, la marcha 'natural' de las cosas ha determinado el acuerdo internacional de los

mismos, la constitución de cartels internacionales¹⁰

Lenin señala entre otras características de esta fase "superior" del capitalismo las siguientes: a) la concentración de la producción en un grupo cada vez menor de grandes corporaciones monopolistas, b) la necesidad perentoria de estas corporaciones de controlar las fuentes de materias primas y los mercados exteriores para su creciente producción, c) la necesidad creciente de los países centrales de exportar capitales como válvula de seguridad de la tasa de beneficio interno como vía de maximizar por los monopolios en sus respectivos países, lo que le permite abarcar al Estado en su política de dominación mundial.

A partir de entonces el capital no ha dejado de abarcar y penetrar por todos los rincones del mundo, y es que esto le ha permitido sortear las crisis cíclicas, producto de la contradicción entre su forma de producir y el modo de apropiarse los beneficios de ella. Muy especialmente después de la segunda guerra mundial el capital se ha internacionalizado con mayor fuerza y nuevos métodos hasta lograr crear una economía mundial.

Gracias al éxito de la revolución industrial se crea rápidamente, y por primera vez, sobre la tierra, un mercado mundial, a diferencia de lo que había existido hasta entonces y confiere a ciertos países una supremacía tan determinante en su poder de competencia internacional que a partir de entonces las fronteras de los mercados imperiales se derrumban, especialmente los de aquellas metrópolis que no se transformaron en potencias industriales (España y Portugal, por ejemplo). Así, los mercados segmentados se abren, de grado o por la fuerza, ante la invasión del núcleo industrializado entrando en contacto directo con las antiguas colonias, ahora convertidas en semicolonias o incluso en naciones formalmente independientes. Justamente la historia de la independencia latinoamericana se sitúa como parte de este forcejeo entre Inglaterra, Holanda, Francia, y más tarde los Estados Unidos contra la dominación de España y Portugal.

Este género de repercusiones tenderá a propagarse en las demás zonas del mundo aunque de distinta manera en cada una de ellas, de acuerdo a las particulares características como se expresa el desarrollo desigual precedente en las mismas.

IV. CAOTICA DINAMICA DEL SISTEMA

La evolución del sistema capitalista sin embargo no ha sido pareja ni estable, a través de los años se han vislumbrado algunas fases de "desarrollo normal" interrumpidas por fases de crisis o transiciones globales. El movimiento dinámico fundamental procede del área nuclear y tiende a transmitirse desde allí hacia las diversas zonas de la periferia, a menudo a través de mediaciones de las demás zonas centrales que contribuyen a modificar en uno u otro sentido los impulsos nucleares.

Luego de un periodo preparatorio inicial de revolución burguesa agrícola, industrial y política que se extiende durante los siglos XVII y XVIII destacan los periodos siguientes:

1. El periodo de industrialización ligera que se inicia a fines del siglo XVIII y se prolonga hasta mediados del siglo XIX, y conduce al capitalismo a un estadio de desarrollo medio. Las fuerzas productivas se centran en la actividad interna en las metrópolis para estructurar bien su capitalismo y se aflojan las ataduras de los países exteriores.
2. La fase crítica de la industrialización ligera en que ésta se agota y se preparan los elementos técnicos y económico-sociales para el tránsito a la industrialización pesada; este periodo dura hasta los años 60-70 del siglo XIX,
3. Auge de industrialización pesada y sustitución de la competencia "libre" y "atomizada" por el predominio de la competencia oligopólica y monopolística. Esta fase va a comportar un espíritu imperialista, manifestando en un nuevo y más acabado reparto del mundo; la fase comienza a agotarse en la segunda década del siglo XX.
4. Crisis de la industrialización pesada, que se agudiza a fines de la tercera década del siglo XX y dura hasta el periodo de la segunda guerra mundial,
5. Fase de "neocapitalismo" o del "capitalismo monopolista de Estado" cuya expresión en el dominio de las fuerzas productivas es la revolución científico-técnica a partir de los años 50. Aquí el grueso de las inversiones se realiza en el centro aprovechando las oportunidades lucrativas abiertas por la revolución científico-técnica.
6. Crisis del neocapitalismo, que parece iniciarse a principios de la década de los setentas y continúa hasta la fecha.

El carácter, contenido y motor técnico de cada una de las fases "normales" está en relación con los problemas planteados por el agotamiento de la fase precedente y por las revoluciones técnicas y sociales que dan solución a la crisis de la fase anterior. Así, la primera revolución industrial germina en la industrialización ligera; la llamada segunda revolución industrial determina el auge de la industrialización pesada y la revolución científico tecnológica impulsa el neocapitalismo.

En cuanto a las revoluciones políticas y sociales, las del siglo XVII y XVIII -culminando con la revolución francesa- conforman la sociedad de la revolución industrial, las revoluciones europeas de mediados del siglo XIX expresan la transición al esplendor monopolista, en tanto que las revoluciones y guerras de este siglo preparan la emergencia del neocapitalismo.

De continuar el razonamiento podemos preveer una nueva revolución en el futuro cercano, tal vez, una guerra que, en principio, prepare al mundo para un nuevo periodo del que no se puede avisar cuales serán sus características (aunque realmente la guerra moderna no dejaría ni vencedor ni vencido) o también podría ser una revolución social. Una cosa es segura, cada fase re-vienta en una crisis más aguda y se sientan las bases para la transformación a otro modo de producción y apropiación exigido por el avance de las fuerzas productivas.

Esta alternancia de normalidad y anormalidad de conmociones técnicas y políticas seguidas de periodos de paz, muestran a las claras que ni aún en sus zonas más avanzadas el capitalismo se desarrolla en forma lineal, ya que no puede pasar de manera continua de un periodo evolutivo a otro. Los periodos "revolutivos" aparecen, por tanto, como una necesidad objetiva del sistema para preparar un salto a una fase más elevada de su desarrollo. Durante los periodos de transición los mecanismos normales del funcionamiento económico-social pierden mucho de su eficacia, el sistema funciona de manera cada vez más insatisfactorio para grandes capas de la población, cuyo descontento se expresa por vías "anormales" y violentos y que exigen una remodelación del sistema. No pocas revoluciones en la periferia han sido la respuesta a esas críticas condiciones. Son en estas circunstancias cuando el Estado con su imponente maquinaria sale al escenario a cumplir su papel de salvaguardar y fortalecer el orden constituido.

Estas sacudidas e impulsos generados en el núcleo central se difunden a las bandas geográficas que integran el capitalismo, pero su desarrollo resulta demasiado complicado, pues es matizada en cada región y país por factores internos y por las interacciones con las demás zonas. La combinación diacrónica y sincrónica de los impulsos inmediatos y desfasados, estimulantes e inhibitorios, y de las diversas formas e intensidades de los mismos, tenderá a marcar indeleblemente la evolución de cada una de las regiones subdesarrolladas. De cualquier forma las franjas geopolíticas del mundo mostrarán una tendencia a pasar unas tras otras, tarde o temprano, por una fase similar a la seguida por los países del núcleo que será adoptada a sus requerimientos con el matiz nacionalista que se desé y que puede llegar a ser caricaturezca por lo deformada, restringida y dependiente, pero que plantea y resuelve algunos problemas análogos a los que dieron nacimiento al modelo original. Esta es la otra cara del desarrollo del capitalismo global en su polo dominado y subdesarrollado.

Es de insistir, sin embargo, que cada fase crítica del capitalismo ya sea en un país desarrollado o en uno subdesarrollado, al debilitar las fuerzas estabilizadoras e incentivar a los cuestionadores del sistema, hace posible objetivamente la sustitución de la estructura esencial del país por otra polarmente opuesta: el socialismo.

V. ETAPA ACTUAL DEL CAPITALISMO.

Hemos visto que para sobrevivir, el sistema se ha visto en la necesidad de reestructurarse en repetidas ocasiones, esto es, introducir modificaciones en su estructura, que han cambiado aspectos de su anatomía y fisiología para crear un nuevo modelo de acumulación de capital con renovadas formas e inéditas modalidades de la lucha de clases. El periodo posterior a la segunda guerra mundial no fue la excepción. Casi al iniciarse la década de los treinta se agudiza la crisis del periodo de la industrialización pesada; la "gran depresión" hundió a todo el sistema en su cima más profunda y ancha desde el punto de vista económico, social-político y psicológico. La intensidad y complejidad traumática de la crisis se manifiesta no sólo en la fase depresiva sino también en la lentitud de su recuperación y por su incertidumbre que deja sin resolver los problemas de fondo.

La segunda guerra mundial inició el desenlace de este periodo crítico para el capitalismo. Por las inciertas reacciones que le permitieron recuperarse, tuvo que pagar un precio elevadísimo, consistente en la pérdida de varios países del núcleo capitalista y en la reducción del control colonial sobre países de la periferia asiática, africana y árabe, y en el consiguiente ensanchamiento del área "socialista" y su influencia internacional.

A partir de entonces se inició la fase llamada por unos capitalismo monopolista de estado o neocapitalismo¹¹ por otros, que entraría en crisis al iniciarse la década de los setentas y continúa hasta ahora.

Los rasgos característicos de esta última fase del capitalismo y a riesgo de simplificar son los siguientes: exacerbada expansión mundial del capital, crecimiento y diversificación de los monopolios, la revolución científico técnica, creciente ingerencia del estado en la economía, mayor explotación de los trabajadores asalariados del centro y periferia y del conjunto de países subdesarrollados.

Un elemento clave de la fase capitalista actual es el proceso de creciente internacional del capital. Efectivamente, existe una tendencia a la unificación de las diversas actividades económicas que operan en los países capitalistas desarrollados y subdesarrollados en una sola economía multinacional global.

Dos manifestaciones relevantes de este hecho son: 1) la creciente interdependencia entre las distintas economías nacionales a través de la multiplicación del intercambio de productos, servicios, factores productivos, capitales, tecnología, etc., en un proceso de mayor interconexión y especialización. Esto profundiza la irreversible capitalización de la producción y el avance de las relaciones capitalistas, y 2) la aparición de las corporaciones monopolistas multinacionales, que van ampliando incesantemente sus medios de acción directa económica y aprovechando las ventajas comparativas de cada país en cualquier orden o aspecto para maximizar los beneficios.

A. LOS MONOPOLIOS TRANSNACIONALES.

Marx puso de relieve el carácter relativo de las naciones-estado, supeditadas al predominio esencialmente cosmopolita del capital. Desde entonces se sabe que el capital no tiene patria. El capital supera las barreras fronterizas y se extiende a lo largo y ancho del mundo capitalista a través de las empresas monopolistas de funcionamiento multinacional, que tienden a comportarse como poderes independientes de las naciones, incluso de aquellas de las cuales proceden. Estas utilizan a los países desarrollados como simples asientos de esta o aquella actividad y para defender sus intereses autónomos y particulares más allá de cualquier consideración de orden nacional, y escapando a cualquier regulación que el estado nacional quiera imponerles. Incluso los países más

11. Mandel, Ensayos sobre el Capitalismo, 5a. ed. (México, D.F.; Ediciones Era, 1976) 263 pp.

fuertes y avanzados terminan por inclinarse siempre ante los superiores requerimientos de la acumulación de capital. Esta ley principal de la evolución del capitalismo se expresa en un número de empresas cada vez menor, lográndolo a través de una diferenciación y selección realizada por la vía de la competencia.

La acumulación de poder en los monopolios supranacionales llega a ser tal, que a partir de un momento dado, rebasa lo estrictamente económico y se convierte en uno de carácter también político. Esta concentración extraordinaria cobra vigor a medida que las corporaciones monopolistas multinacionales crean o utilizan los medios de comunicación y de transporte surgidos de la revolución científico-técnica, y se convierten además en fabricantes de los gigantescos medios de destrucción también surgidos en dicha revolución.

El poderío de las mayores corporaciones multinacionales es tal que supera por sí solo el de la mayoría de los estados nacionales subdesarrollados¹² incluso algunos desarrollados y a menudo puede actuar por sus propios medios, incluso independiente, de los estados de las potencias imperialistas, llegando por esto a constituirse en entidades al margen de cualquier control estatal, las cuales constituyen sistemas paralelos de organización económica, financiera, cultural y política sin precedente en la historia.

Esto significa que en la evolución de la concentración capitalista se ha llegado a un nuevo estadio en el cual la magnitud de las empresas más avanzadas y poderosas del sistema desbordan las estructuras nacionales-estatales y son capaces de crear estructuras propias de carácter multinacional que interfieren perpendicularmente con aquellas otras. Las nuevas estructuras en que han devenido los monopolios transnacionales comprenden organizaciones especializadas para las diversas actividades financieras y monetarias, tecnológicas, diplomacia, "seguridad", espionaje, etc., que actúan al margen y sin las restricciones de los procedimientos legales.

Esta multiplicación de actividades le da una integración capaz de concederles el máximo grado de autonomía y de impermeabilidad ante los estados nacionales y ante las empresas, real o potencialmente, competidoras, así como de la tendencia a la más perfecta planificación de sus actividades a mediano y largo plazo, en busca de la mayor seguridad y expansión más estable y balanceada posible. De allí el control de las fuentes actuales y potenciales de materias primas (no solo de las que se utilizan normalmente, sino también de las alternativas), el control de las fases de elaboración de los insumos o de los componentes esenciales, el control de los medios de distribución y comercialización hasta el detalle, e incluso más allá, hasta la modelación misma de las

12. "En los tres grandes espacios periféricos en vías de desarrollo -Asia, África, América Latina- sólo dos países tuvieron, en 1979, un PNB superior a la cifra de ventas y activos -conjuntamente- de la primera de las siete grandes empresas transnacionales del petróleo: China y Brasil. El PNB de México y la India fueron superiores también, a la cifra de ventas de la EXXON; menores si se suman a las ventas de sus activos". Enrique Ruiz, La estrategia mundial del petróleo (México, D.F.: Nueva Imagen, 1982) p. 202.

necesidades del consumidos y de sus hábitos de compra. Las corporaciones gurgán-tes se ven obligadas a dominar todo esto para asegurar su éxito en el mercado -- monopolista.

B. EL PAPEL DEL ESTADO.

La internacionalización del capital y sus formas y métodos imperialistas fue pro-pulsada desde un inicio por el Estado, en una alianza que aseguró el éxito de la expansión y el saqueo de los demás continentes y un nuevo y más acabado reparto del mundo. La exportación de capitales industriales, en forma monopolista y bajo la protección del estado metropolitano se efectuó a una escala mucho más vasta, profunda y duradera que en la expansión externa del capital comercial, constituyendo una economía mundial y no sólo un mercado mundial. El personaje del Estado empezó a aparecer en escena en forma preferente a las fases críticas inherentes al capitalismo cumpliendo su papel de salvaguardar y fortalecer el orden esta-blecido para luego hacer mutis de acuerdo a los requerimientos de la clase do-minante. Sin la intervención del Estado, en tanto que la concentración institu-cionalizada de la violencia al servicio de la burguesía, no son concebibles ni el surgimiento ni el funcionamiento del capitalismo. Por supuesto, en cada nueva aparición va creciendo la participación del Estado en la economía y la retirada subsiguiente apenas parcial. El capitalismo de Estado se fortalece paralelamente a los grupos monopolistas privados, estableciéndose entre uno y otro sector una división elaborada del trabajo y sutil, no exenta de tensiones y conflictos.

En la fase actual el Estado interviene aún más en la economía para contra-rrestar la tendencia a la caída de la tasa de ganancia y preservar el orden cá-pitalista a escala nacional e internacional. De esta manera actúa como finan-ciador de la tecnología y generador de demanda efectiva. A tales fines se toma prestado del socialismo la planificación económica pero con un objetivo total-mente opuesto a la de aquel: la de maximizar las ganancias.

Elemento fundamental del nuevo orden de cosas es la militarización de la economía que provoca el surgimiento del complejo militar-industrial como expre-sión auténtica del capitalismo monopolista de Estado.

Hay que subrayar, sin embargo, una de las diferencias cualitativas entre la situación actual y la evolución del pasado hacia la concentración económica en áreas cada vez más extensas. Si bien hasta ahora la expansión de las grandes empresas dentro de un país podrían ser balanceadas por el poder regulador y compensatorio que ejercía el estado en nombre de los intereses fundamentales de toda la clase dominante, ahora la correlación entre ambas ha cambiado de tal modo con la poderosa combinación que estos han logrado de extensión, inte-gración y diversificación a escala planetaria, que se hace prácticamente impo-sible, aún para los Estados más poderosos, ejercer ningún control real sobre las transnacionales. Pese al terreno que ha perdido el Estado, en el último pe-riodo se ha mantenido una especie de equilibrio inestable.

C. EL PAPEL DE LA TECNOLOGIA.

La intervención del Estado también actuó a partir de las dos guerras mundia-les, como catalizador para conjugar ciencia, investigación y empresa. La expe-

riencia del primer proceso tecnológico moderno -la construcción en Estados Unidos de la bomba atómica- fue aprovechado íntegramente por las más poderosas empresas, que incorporando sus fuentes de poder -capital, trabajo, recursos, influencias, etc.- a esta actividad dieron lugar a un impresionante crecimiento de la ciencia y tecnología hasta conformar una verdadera revolución.

Toda la actividad sistemática destinada a convertir los conocimientos científicos -acumulados o en proceso de acumulación- así como las experiencias productivas directas en técnicas productivas, ha sido apropiado y subordinado por los monopolios transnacionales para crear plusvalía, rebasando el tradicional ámbito económico y penetrando en el dominio político, militar, cultural, etc. La tecnología se convierte así en sector dinámico fundamental y queda -bajo estricto control- como actividad regular de las grandes empresas. Lo que antes eran centro de experimentación, talleres o laboratorios más o menos apendiculares, se convierten en grandes empresas filiales destinadas exclusivamente a la producción y comercialización de las técnicas requeridas para la mayor y mejor expansión de capital transnacional.

La multiplicación de los recursos de poder de todo género que la apropiación científico-tecnológica ha puesto en sus manos, les ha otorgado una abrumadora superioridad sobre cualesquier otro centro de poder en el mundo capitalista. La tecnología, desde otra perspectiva se convierte en una de las primeras palancas de inversión transnacional y para los países subdesarrollados en una nueva fuente de su dependencia. En suma la tecnología viene a ser el motor más importante en el surgimiento de la nueva fase de internacionalización del capital, cuando ésta tienda a rebasar y superar netamente los poderes nacionales-estatales.

A través de la tecnología los monopolios ejercen su dominación en todas las esferas de la vida económica, social y política. "La tecnología aparece así como una actividad regular, en proceso continuo e integrado a la esfera económica, para transformar sistemáticamente el conocimiento científico y la experiencia práctica de la producción en técnicas productivas, determinadas tanto por el carácter de los instrumentos y equipo de producción, como por los objetos de trabajo que han de utilizarse prioritariamente, así como el tipo de productos y servicios (...) todo ello en función de la maximización de beneficios monopolistas!" 13

VI. CRISIS ACTUAL DEL CAPITALISMO

Al inicio de los años setentas el sistema capitalista entró en una fase de crisis estructural, de la cual la llamada crisis energética es una parte muy importante. Las manifestaciones más evidentes en la cual se ha expresado son las siguientes:

1. La aceleración del proceso inflacionario. Durante el neocapitalismo se implantó la inflación como una manifestación permanente y crónica de los meca-

13. Mieres, p. 191

nismos de distribución nacional e internacional de ingresos del capitalismo, y como generador de tensiones y luchas sociales en ambos niveles.

2. La existencia de una crisis monetaria internacional generalizada que termina por provocar la quiebra del sistema monetario reorganizado a fines de la segunda guerra mundial, con base en paridades cambiarias fijas, bajo la vigilancia del FMI y el dólar (y la libra esterlina en segundo lugar) como moneda de reserva.

3. El agravamiento considerable de las contradicciones entre los países capitalistas desarrollados y sus monopolios transnacionales, de un lado, y las naciones subdesarrolladas por el otro, la agudización de los conflictos socio-políticos y bélicos en todas las áreas del mundo.

4. La escasez internacional de alimentos que golpeó agudamente a los países subdesarrollados de Asia y Africa.

5. El afloramiento de la conciencia social de los fenómenos de contaminación y deterioro del medio ambiente, por una parte, y de agotamiento acelerado de los recursos no renovables, por la otra.

6. La depresión económica más intensa y generalizada después de la ocurrida en los años 30, con la característica sin precedentes del aumento de precios con estancamiento económico (estaflación).

7. La crisis de los precios del petróleo o mejor conocida como la "crisis energética" y sobre la cual abundaremos más adelante.

Sobre estos aspectos de la crisis estructural ya se ha dicho mucho y no nos detendremos en su análisis detallado. El último punto es para fines de esta tesis el que nos merece particular atención porque trataremos de estudiar sus causas y consecuencias más relevantes.

Para cumplir nuestro objetivo tendremos que analizar la estructura del consumo energético durante las fases del capitalismo y muy especialmente los hechos ocurridos en el neocapitalismo, del que ahora vivimos su crisis.

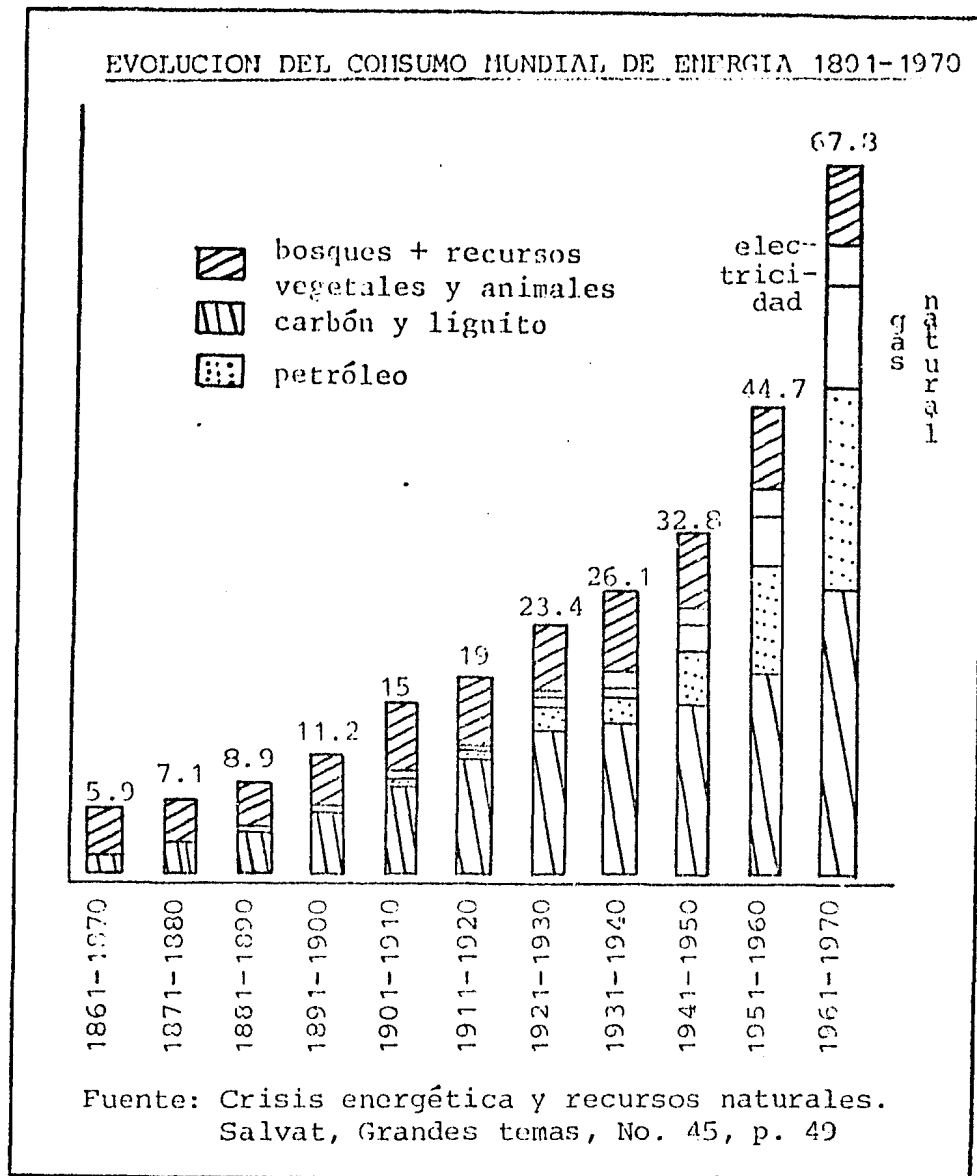
VII. LA ENERGIA EN LAS FASES DEL CAPITALISMO

Desde el punto de vista del uso de la energía, para la producción, el periodo capitalista puede dividirse en tres grandes etapas de acuerdo a la fuente de energía primaria que se ha utilizado de manera dominante. Por supuesto los límites de uno y otro periodo no se pueden definir de manera rígida y no quiere decir que otros energéticos no se hayan aprovechado. La evolución de la participación de los diferentes energéticos se ilustra en el cuadro II-1.

A. PERIODO DE LAS FUENTES RENOVABLES (HASTA 1859).

A mediados del siglo XVIII el hombre poseía un conjunto de conocimientos de toda índole en particular una vasta herencia técnica, sin los cuales no se explica la Revolución Industrial. Entre estos conocimientos destaca el de ciertas

CUADRO 11-1



tecnologías energéticas originadas en diversos países y que se fueron acumulando en las culturas más avanzadas a lo largo de la historia.

Ya para ese siglo se aprovechaba -como fuerza motriz- el agua de las corrientes fluviales con las ruedas hidráulicas y la energía del viento con el molino. El transporte se realizaba a vela, con carros tirados por animales, en monta directa y por supuesto a pie; las necesidades de energía calórica se satisfacía con el uso de madera (en forma de leña o carbón vegetal), residuos de la producción o con energía solar directa. Finalmente, la iluminación la proporcionaban la quema de grasas y ceras de origen animal o vegetal.

Como se deduce de lo anterior, todos los recursos utilizados en este estado histórico son renovables teniendo al sol, en última instancia, como motor de todo el ciclo biológico, climático e hidrológico.

El desarrollo de las fuerzas productivas y las consiguientes características sociales no requerían grandes densidades de energía para la producción y la subsistencia, no así en las etapas posteriores en las que la demanda de energía, recursos y capital creció desmesuradamente.

B. LA ERA DEL CARBON (1850-1950).

En el arranque, la revolución industrial utilizó las fuentes de energía de la etapa precedente, pero el avance incontenible de la producción requería una fuerza motriz más versátil, no atada al cauce de los ríos o a los caprichos del viento; la energía a disposición de las máquinas no era programable ni cuantitativamente ni en cuanto a su distribución en el tiempo.

En la etapa industrial el capitalismo requería energía en cualquier lugar sin importar su localización geográfica y adaptable a cualquier sitio y necesidad. Estos requerimientos los vino a proporcionar la máquina de vapor alimentada con el carbón mineral que rápidamente comenzó a invadir todas las áreas de la actividad económica. Esta máquina espoleó de manera doble el uso del carbón; en su uso directo como combustible e indirectamente para fabricar el acero con que eran construidas. Las otras fuentes de energía primaria no fueron desplazadas de inmediato sino que se perfeccionaron considerablemente y vieron su auge durante gran parte del periodo de industrialización ligera (1750-1840). Al final perdieron la batalla ante la máquina de vapor y el carbón por antieconómicas, esto es, por no propiciar en forma considerable la acumulación de capital.

El uso de la máquina de vapor y la fuerte expansión de la economía -especialmente la industria siderúrgica y textil- impulsó el crecimiento acelerado de la extracción de carbón, energético marginal en la etapa precedente y que ahora constituiría el eje primordial de la nueva sociedad industrial. Como podía almacenarse y transportarse de un lugar a otro, colocó a la industria fuera del alcance de las influencias estacionales y climáticas. Donde más se resintió el impacto de este mineral y su convertidor a energía mecánica fue en el transporte, sector en el que las anteriores fuentes de energía se enfrentaron a un problema irresoluble: los sistemas de comunicación usadas hasta entonces -fuerza humana, animal o del viento- representaban una camisa de fuerza para la expansión del capitalismo que tenía la necesidad de medios más rápidos, masivos y efectivos para el transporte de materias primas y manufacturas. Como se sabe el ferrocarril y el barco de vapor fueron la respuesta al problema y propiciaron un gran aumento en la demanda del energético en boga.

Como hemos visto en el capítulo I, el carbón y la máquina de vapor no iniciaron la primera revolución industrial pero le dieron un gran impulso. Otra cosa ocurrió a partir del último tercio del siglo XIX, cuando habiendo ya desplazado en gran medida a las fuentes de energía renovable, se colocaron como la base energética y tecnoenergética del capitalismo. La segunda revolución industrial o fase de la industrialización pesada vivió la época de oro del carbón.

Sin embargo, al igual que lo ocurrido con el carbón, en el periodo de las fuentes renovables en esta etapa un nuevo energético empezó a utilizarse hasta competir con el carbón y terminar ganándole el mercado de la energía: el petróleo saldría a escena.

C. LA ERA DEL PETROLEO.

Con el uso del carbón se dió un paso adelante en la desvinculación de las instalaciones industriales respecto a la localización de las fuentes energéticas primarias. Respecto a la rueda hidráulica, el carbón había permitido ya una me

nor rigidez, teóricamente al menos era posible instalar industrias en cualquier parte, pero en la práctica la dificultad y el costo del transporte limitaban esa ventaja. Con el petróleo los problemas de transporte disminuyeron; oleoductos y buques tanque permitieron un flujo relativamente rápido y económico del crudo incluso en regiones muy alejadas. Las ventajas eran palpables: los múltiples derivados del crudo ardían de manera limpia, el suministro en las calderas era automático, realizaban cerca del doble de trabajo por unidad de peso que el carbón y ocupaban sólo la mitad del espacio. Todo eso se traducía en menores costos y por tanto más utilidades.

Si bien al principio (1860) el petróleo era mucho más caro que el carbón -al menos en Europa- y sólo se usaba para iluminación, a principios del siglo XX el precio había bajado y sus grandes ventajas hicieron rentable su adopción primeramente en la industria naviera (ahorraba espacio y tripulantes, aumentando con ello el volumen de mercancía transportada) para después generalizarse a todas las ramas productivas. Fue con las máquinas de combustión interna, y precisamente en el transporte, que el petróleo conquistó ampliamente el mercado de la energía. El carbón había liberado al transporte masivo de carga y pasajeros de las ataduras del clima y de la tracción animal, pero no dió solución al transporte de un número reducido de personas y mercancías en distancias cortas. Los combustibles líquidos y el motor de explosión e inyección se conjugaron en los automotores para responder a esta demanda. Además propiciaron una nueva modalidad: el transporte aéreo y posteriormente el espacial. De ahí resulta el por qué el petróleo se ha mantenido indisolublemente ligado a la industria automovilística: la motorización individual en masa garantizaba un mercado en rápida expansión para las gasolinas.

Por otra parte, la presencia casi desde la fase inicial de grandes compañías monopólicas en las áreas energéticas han influido (e influyen todavía) en determinadas elecciones políticas, productivas y de consumo. No es casual que en pocos decenios se hubieran desarrollado y comercializado soluciones técnicas capaces de absorber todos los derivados del petróleo, cuando éste fue desplazado por la electricidad en los sistemas de iluminación.

A comienzos del siglo el futuro del petróleo estaba ya trazado. Desde entonces la expansión del consumo, si exceptuamos el reciente desarrollo de la petroquímica, es un fenómeno cuantitativo que robaría al carbón el mercado, sobre todo a partir de la segunda guerra mundial y con el surgimiento de la tercera revolución industrial o "revolución tecnológica" que colocó a los Estados Unidos a la cabeza del mundo capitalista. Se inicia así una época que se caracteriza por la utilización derrochadora del petróleo y en general de la energía no tanto para la industrialización pesada, sino, por un lado, para la producción de bienes de consumo (duradero o no) como automóviles, electrodomésticos, etc., y plásticos y materias sintéticas por el otro. Para antes de 1973, entre el 60 y el 95 por ciento de la demanda de energía comercial en los países capitalistas evolucionados era satisfecha con hidrocarburos.

D. PREDOMINIO ENERGETICO.

En cualquiera de las tres etapas anteriores el uso dominante de uno u otro energético o fuente de energía, no se trata de una elección determinísticamente inducida por las propiedades del energético que desplaza a su predecesor. Las diferencias entre ellos son un hecho innegable, pero a priori no decisivo en

sí para el triunfo de alguno de ellos. Por ejemplo, la rueda hidráulica perfeccionada (turbina) fue la primera máquina que alcanzó los 500 HP, muy por arriba de la potencia de las máquinas de vapor de su época y sin embargo perdió. Las razones del triunfo no sólo son de orden técnico y puramente económico. Francisco Mieres precisa esta cuestión de la siguiente forma: "Cualquier fase del capitalismo se caracteriza por el aprovechamiento de una forma particular de energía que le es funcional, porque está al alcance de su dominio técnico, porque le permite una cierta organización y jerarquía social, una cierta relación en el medio ambiente y sus recursos, una cierta colocación de los países en la división internacional del trabajo en el área capitalista, amén de las correspondientes derivaciones socio-políticas y culturales".

"El predominio de un sector energético en una fase determinada parece depender de su ventaja comparativa para el logro de la más elevada tasa de acumulación de capital, y por ende de crecimiento del sistema; visto desde otro ángulo esto quiere decir que los costos de obtención del energético deben permitir una más elevada productividad del trabajo y una mayor tasa de plusvalía, pero también debe posibilitar la mayor realización de la plusvalía producida, lo que a su vez es condición de valorización del capital -indispensable para que prosiga la espiral del crecimiento acumulativo del capital!"¹⁴

En la fase actual del capitalismo el petróleo se convirtió en el energético par excellence debido a que compaginó como ninguno otro con los requerimientos señalados. Las propiedades del petróleo eran susceptibles de poder ser usadas para reforzar ciertas tendencias intrínsecas de la dinámica del sistema, en particular la acentuación entre el centro y la periferia como premisa para la parcelación de la sociedad a través de la cual introducir la ideología consumista, a su vez ampliamente basada en la disponibilidad del petróleo.

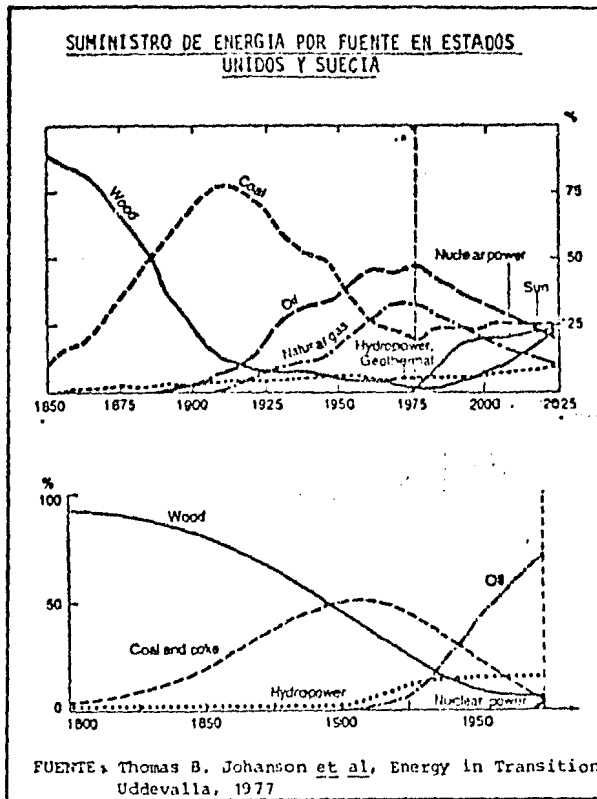
A partir de la primera guerra mundial, los hidrocarburos asientan sólidamente su dominio y comienzan a desplazar inexorablemente al carbón. Este último alcanza su más alto consumo per cápita, en la sociedad americana en 1918 y justamente en el primer año de la segunda posguerra, será sobrepasado por los combustibles líquidos y gaseosos. (Cuadro 11-2). De ahí en adelante, la carrera del consumo de hidrocarburos es vertiginosa y determinante del impulso sin precedentes en la demanda de energía. Este impulso se comunica con mayor rapidez y vigor inusitado a Europa Occidental y a Japón, cuyas economías son lanzadas a una sustitución aún más acelerada del carbón por hidrocarburos.

Como cualquiera puede suponer, ni en el fenómeno norteamericano ni en el de las demás regiones del capitalismo está ausente la "planificación" monopolista del Cártel Petróleo Internacional (mejor conocido como "las siete hermanas"), respaldado por el gobierno de los Estados Unidos.

Análogamente, el "boom" de la electricidad como forma de energía intermedia y final depende de su funcionalidad ante las exigencias del sistema. Las ventajas de la energía eléctrica son innegables: es una energía limpia, transportable a largas distancia, fuente de nuevos procesos industriales, proporcionan una eficiente iluminación, su distribución capilar permite una adecuación

14. Mieres, p. 191.

CUADRO 11-2



instantánea de la potencia y cantidad de energía demandada; puede ser generada por prácticamente todas las fuentes primarias: carbón, petróleo, gas, geotermia, nuclear, hidráulica, maremotriz, solar, energía de la biomasa, etc.

Hay que señalar, sin embargo, cómo también la energía eléctrica satisface plenamente las exigencias de la acentuación de las separaciones sociales, territoriales y productivas del sistema y abre nuevos campos a esa fuente de beneficio que son los bienes de consumo duradero y los suntuarios, y ciertamente no para aprovechar las posibilidades ofrecidas por el transporte colectivo de tracción eléctrica, que absorbe una parte insignificante del consumo respecto al efectuado por el sector privado o el invertido en algunos procesos industriales al servicio del consumo individual.

VIII. MODELO ENERGETICO ACTUAL

El uso de las fuentes primarias y de la energía misma durante el periodo del neocapitalismo tiene tres acontecimientos relevantes: el primero, que enmarca a los siguientes, es el desplazamiento inexorable del carbón por los hidrocarburos; el segundo es el decrecimiento de la elasticidad energía-producto nacional¹⁵ hasta 1966 y su nuevo reapunte a partir de ese año hasta 1973; y el tercero es el incremento acelerado de consumo de energía en los países industria

15. Históricamente se ha deducido que la variación del consumo de energía es proporcional a una potencia de la variación del producto nacional bruto (o producto interno bruto), es decir, $E_n/E_0 = (Y_n/Y_0)^\alpha$ donde E_n representa la demanda de energía primaria en el año n ($n = 0$ indica el año de referencia); $Y_n = \text{PNB ó PIB estimado (o medido) en el año } n$; α es la elasticidad energía-producto. A partir de esa ecuación se deduce que si α se considera constante durante un periodo, puede definirse como la relación entre la tasa de crecimiento del producto, esto es, $\alpha = \Delta E_n/E_n / \Delta Y_n/Y_n$. Evidentemente mientras menor sea el exponente α , mayor es la eficiencia con la que se usa la energía.

lizados.

Estos hechos le han dado al mundo un cierto rostro energético, caracterizado por el derroche y las profundas desigualdades de consumo de energía per cápita. Varios son los factores que han influido en estos acontecimientos pero en última instancia su evolución obedece la ley fundamental del capitalismo, que es precisamente la ley de acumulación de capital. En particular los hidrocarburos ofrecían un conglomerado de ventajas complementarias que aumentaban la rentabilidad monopolista en todo un conjunto de ramas económicas y en especial la construcción de infraestructura. Veamos cuales son los mecanismos que han operado para llegar a este orden de cosas.

A. HEGEMONIA DE LOS ESTADOS UNIDOS.

El por qué de la estructura energética de la actualidad se encuentra en los patrones establecidos por los Estados Unidos como país hegemónico del sistema a partir de su ascenso a la cúspide en las primeras décadas del siglo XX.

Estados Unidos es el país que va a cosechar los frutos más preciados del periodo de la segunda revolución industrial iniciada en el último tercio del siglo pasado. La primera guerra mundial que marcó el inicio de la liquidación de los imperios tradicionales coincide con la coronación del imperialismo norteamericano. Este país no sólo no se vió afectado por las dos grandes guerras mundiales, sino que incluso se benefició de la primera revirtiendo momentáneamente la tendencia al estancamiento de la tasa de ganancia, y de la segunda al salir de la depresión en la estaba inmerso a raíz del crac del 29. En tanto vencedor de ambas guerras y además como único contendiente principal que no fue afectado en su integridad física, Estados Unidos pudo darse el lujo de "llenar el vacío" -aún en términos relativos- dejado por las potencias coloniales en retirada.

Las circunstancias sobre las que se basó la expansión estadounidense son en gran medida sus compañías monopolísticas. De Estados Unidos han surgido, y se han extendido por todo el mundo, la mayor parte de las compañías transnacionales, superando a las de los demás países capitalistas juntos, en cuanto a capital, activos, monto de las ventas y magnitud de los beneficios. La principal razón de este predominio puede situarse en las extremadamente favorables condiciones en las que se iniciaron, a saber: 1) la fase inicial del crecimiento industrial estadounidense fue precisamente durante la segunda revolución industrial, durante la formación de los monopolios, de tal manera que las empresas nacionales tendieron rápidamente desde su propio origen a este tipo de formación económica y 2) el haber dispuesto de un vasto espacio inmediato (el de los indios y parte del territorio mexicano) sin necesidad de conquistas en ultramar.

El enorme crecimiento logrado por las compañías fueron -entre otros- la causa y efecto del predominio de Estados Unidos a nivel mundial; primero hicieron al país un fuerte estado industrial que tomó la supremacía mundial y luego con esa sólida base invadieron todas las ramas de la producción y todos los rincones del mundo. Pero no todas ellas han participado de igual manera: las de mayor peso económico y político fueron las transnacionales de la energía, en concreto las del petróleo, a las que EU debe mucho de lo que ahora es. No es aventurado afirmar que sobre el petróleo se construyó la ascensión norteameri-

cana al primer rango de la hegemonía mundial y a su imperio sobre la presente "paz americana!"

Estados Unidos ha sido hasta hace poco primer conductor mundial del petróleo y si se añade las magnitudes producidas en el exterior por sus compañías el control norteamericano sobre los recursos petroleros capitalistas resulta aplastante.

Después de terminado el segundo conflicto mundial, y con el pretexto de la reestructuración económica de los países afectados por la guerra, los Estados Unidos, por decirlo de una manera, comandan la evolución de la economía mundial. En efecto, tras las banderas del triunfo marchan los dólares. Bajo el plan Marshall las inversiones de las corporaciones americanas apoyadas por un aparato monetario-financiero que tiene el dólar como eje, invaden todos los países, tanto vencedores como vencidos del área central y periferia.

Por su creciente importancia económica, política, financiera y militar, el estado nacional americano se convirtió en gendarme, árbitro y país hegemónico de todo el sistema capitalista, esto es, en centro del centro. Convertido en amo y señor impuso su modo de hacer las cosas, su tecnología, el "american way of life", su ideología y patrón de conducta económica y social y, por supuesto, el ritmo y tipo de energía consumida.

B. BASES Y CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE CONSUMO ENERGETICO.

Si Estados Unidos ha llegado a ocupar el puesto actual en la jerarquía capitalista se debió al implemento de un plan perfectamente diseñado por el gobierno y las gigantescas compañías petroleras integrantes del Cártel Petrolero Internacional dirigido a maximizar las ganancias privadas. En la reposición de las fuerzas productivas destruidas por la guerra, Estados Unidos vió la posibilidad de extender sus mercados y el control de las material primas a todos los confines del mundo. Esto sería posible exportando grandes capitales, imponiendo el estilo tecnológico norteamericano -manufacturado para consumir petróleo- y otorgando bajos precios del crudo. Los Estados Unidos usaron el petróleo barato¹⁶ como arma de penetración para la reconstrucción europea y japonesa bajo el protectorado norteamericano durante el plan Marshall.

La imposición del estilo de consumo energético tiene lugar a partir de 1948 cuando el flujo del petróleo ultrabarato de Medio Oriente requiere abrir un vasto mercado para él a riesgo de inundar los Estados Unidos y poner a peligrar la industria petrolera interna. El reajuste internacional de precios de crudo no se hizo esperar y fue fijado por los norteamericanos a un nivel más alto que en el resto del capitalismo para asegurar la marcha del negocio petrolero interno. Por otro lado la capacidad endógena excedente les permitió un cierto conservacionismo, al mismo tiempo que dejaron de ser exportadores netos de petróleo para ini-

16. El precio del crudo bajó por varios motivos: el principal fue el inmenso torrente de petróleo que afloraba del Medio Oriente; después se coloca la reducción de la demanda como corolario a la terminación de la guerra y finalmente por el otorgamiento de nuevas concesiones a las compañías en Venezuela.

ciar compras foráneas. A partir de entonces todo el centro capitalista se convierte en importador de crudo en proporción y ritmos sin precedentes.

En esta primera etapa energética de la posguerra ocurre que la elasticidad energía-producto nacional tendió a la baja en los países desarrollados¹⁷. Una vez recobradas las economías desmembradas por la guerra, se observa que se requiere menos energía para generar una unidad de producto nacional bruto; esto se explica por un lado debido a la tendencia al mejoramiento en la extracción, tratamiento y conversión de las fuentes de energía primarias. Por otro lado, las modificaciones en la estructura tecnoeconómica que deja atrás la etapa de industrialización pesada y pasa a reforzar el sector comercio, servicios e industrial ligero de menor intensidad energética.

Sin embargo, la tendencia a la reducción de la elasticidad de energía-producto a partir de 1966 se vió contrarrestada y volvió a reapuntar. Al parecer, a partir de cierto momento la tasa de ganancia del período precedente comenzó a decaer por lo que el sistema debió explotar con mayor énfasis los mecanismos de movimiento del sistema y crear nuevas fuentes de beneficio.

Fueron precisamente los monopolios de la energía los más interesados en revertir la tendencia a la reducción del consumo de energía por unidad de producto. Entre las medidas que se adoptaron y los hechos más significativos de esta nueva etapa se encuentran a saber:

- 1) mayor impulso a la economía de guerra permanente. En el neocapitalismo el capital se ha visto en la necesidad creciente de militarizar las actividades económicas sociales para mantener eficazmente en movimiento el circuito económico a escala internacional. Ahora este mecanismo sería operado con mayor vigor.
- 2) Utilización de técnicas productivas y de consumo deliberadamente despilfarradoras de energía que tienen sus efectos en el mercado de bienes de capital, en el de los productos intermedios y en el de las materias primas. En el primero de estos mercados, existe una competencia real que induce el desarrollo de procesos con miras al aumento de productividad, a la automatización de la producción y a la versatilidad y flexibilidad de los equipos. Estos criterios dominantes en la creación tecnológica tienden en general a la sustitución de energía humana por energía inanimada, generando por esta vía, fuertes impulsos a la utilización de los combustibles fósiles. En el mercado de bienes intermedios, se manifiesta la tendencia al dominio de las propiedades físico-químicas con vistas a la especialización de sus usos y para atender a la diferenciación de los productos finales. En cuanto al mercado de las materias primas la repercusión más obvia es la intensificación de la necesidad del control de las fuentes, para lo cual es vital realizar prospección básica multidireccional en todas las áreas del mundo.

Resulta ilustrativo abundar en este nuevo motor del capitalismo. La peculiar manera de actuar de los monopolios -los protagonistas principales del sistema- para asegurarse su "mercado" y con él su derecho a seguir creciendo, ha sido la planificación concentrada de los precios y la orientación de la investigación tecnológica hacia una diferenciación del producto que en gran medida es aparente e imaginaria. Como los bienes de consumo duradero son los que mejor se

17. G.B. Zorzoli, El dilema energético (Madrid: H. Blume, 1978) p. 57.

prestan para este fin, han sido el mercado favorito de los monopolios, en especial el de los electrodomésticos y automóviles. La diferenciación de los productos, en el caso de los primeros, ha conducido a la electrificación total del hogar, la oficina y el comercio, usando la electricidad hasta en proceso que normalmente no requerían ninguna intervención de energía endógena; por otro lado la diversificación en los automotores, se concentra en la potencia y velocidad, que exige cada vez mayores cantidades de derivados del petróleo.

La civilización urbana contemporánea marcada por los automotores y aparatos eléctricos, se ha convertido en un tonel sin fondo que absorbe grandes volúmenes de recursos energéticos espoleada por la competencia monopolista.

3) Presentación, exhibición, promoción y publicidad de los productos diversificados que se traduce en implementar esos mecanismos para las mil marcas y modelos de un mismo producto con el consiguiente dispendio cuantioso y creciente de energéticos.

4) Inducción a la reposición precipitada de artículos que aunque pueden estar en perfectas condiciones de servicio, han quedado "fuera de moda".

Estas acciones motivaron el reapunte del coeficiente elasticidad-ingreso en el ámbito de los países capitalistas desarrollados¹⁸ Las causas sustanciales ya se han delineado, pero analizaremos más en concreto este mecanismo.

El consumo energético depende, de dos factores: de la cantidad de energía requerida para un cierto producto industrial (coeficiente tecnológico) y de la composición de los productos industriales en tipo y cantidad (lista de productos). Estos dos factores componen el coeficiente de elasticidad, pero no se puede detectar en qué porcentaje intervienen en él.

Un estudio para Estados Unidos¹⁹ evidencia que de 1934 a 1954 la industria ha tendido a producir bienes y servicios con mayor intensidad de energía, mientras que el coeficiente tecnológico fue a la baja. Un análisis posterior revela que de 1958 a 1963 los cambios tecnológicos intervienen positivamente para aumentar el consumo, hecho compensado por el efecto opuesto de la lista de productos. En la segunda parte de los años 60 se suman ambos efectos: tecnología adoptada y lista de productos tendieron ambos a una mayor intensidad de energía. Los sectores responsables de esta tendencia al consumo son esencialmente, por orden de importancia, el eléctrico, el de transportes y la petroquímica²⁰, y lo han hecho de dos maneras: primero, con tecnología y productos que consumen en sí

18. De 1929 a 1960 el coeficiente de elasticidad en EU fue de 0.66, pero en los cinco años siguientes subió a 0.72, y en el quinquenio siguiente llegó hasta 1.52, ligeramente inferior que el de principios de siglo. Algo análogo se registra en Europa: comparando los quinquenios 1960-1965 y 1965-1970 el coeficiente de elasticidad sube en Alemania de 0.92 a 1.06, en Holanda de 1.5 a 1.6, en Bélgica de 1 a 1.4. Ibid. p. 57.

19. Ibid.

20. Los años 60 vieron en Europa Occidental la sustitución de la carboquímica por la petroquímica.

grandes cantidades de energía y segundo, presionando a otras industrias intensivas en energía como la de acero, aluminio, fibras sintéticas, papel, cemento, etc.

C. INDUCCION AL DESPILFARRO Y POLARIZACION DEL CONSUMO

El incremento en el uso de la energía en mucho se debe también al tipo de organización de la sociedad, impuesta o inducida por los Estados Unidos: el "American way of life" ha conducido a una mayor demanda de energía: proliferación de pequeños electrodomésticos, en el mejor de los casos familiares y en el peor, individuales y completamente suntuarios; medios de transporte también individual y peor aún de tamaño desproporcionado; abandono del transporte colectivo y ferrocarril; crecimiento de las grandes ciudades; "ciudades dormitorio", fines de semana fuera de la ciudad para volver "a la naturaleza"; transportes, a grandes distancias, de productos superfluos; separación desproporcionada campo-ciudad e ideología del consumo y despilfarro; edificios con calefacción y refrigeración innecesaria e iluminación permanente...

Tal esquema de civilización capitalista, que tiene su más elevada expresión en los Estados Unidos, es lo que ha conducido a este país, con el 65% de la población mundial, a consumir más del 30% de la energía total usada en el mundo, llevando el consumo energéticos per cápita a un nivel que es 5 veces mayor que el del promedio mundial.

Esta forma de vida se consolidó gracias a la educación intensa y armoniosa proveniente de las grandes corporaciones petroleras de electricidad, automovilística y de manufactura, secundada por los organismos del estado norteamericano que instaban a "vivir mejor" gracias a la electricidad y la gasolina. La deliberada inducción de la demanda hacía creer a los ingenios -la mayoría- que mientras estuviese en manos de las compañías, el suministro estaría garantizado, desde luego a precios razonables. De ahí la causa fundamental de que se estuviera consumiendo energía hasta antes de 1973 como si fuera inagotable.

De acuerdo al cuadro 11-3 el consumo mundial de energía (comercial) pasó

de $10,520 \times 10^{12}$ Kcal en 1920 a $52,821 \times 10^{12}$ Kcal en 1970, registrando tasas más elevadas de consumo conforme transcurrió el tiempo. Entre 1920 y 1930 creció con bastante lentitud como consecuencia del estancamiento económico que culminó con la gran depresión; la tasa media de crecimiento fue de 1.5%. En el decenio siguiente la tasa llegó a 2% anual y seguramente los

CUADRO 11-3

| Producción mundial de energía | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| FUENTES PRIMARIAS | Unidad de medida | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 |
| Energía eléctrica primaria | 10 ⁶ kWh | 64 | 128 | 194 | 329 | 691 | 1,250 |
| | 10 ⁶ kcal | 154 | 307 | 466 | 790 | 1,651 | 3,000 |
| Lignito | 10 ⁶ t | 46 | 60 | 96 | 115 | 193 | 245 |
| | 10 ⁶ kcal | 340 | 444 | 710 | 851 | 1,428 | 1,813 |
| Carbón | 10 ⁶ t | 1,193 | 1,217 | 1,363 | 1,431 | 1,863 | 2,113 |
| | 10 ⁶ kcal | 8,825 | 9,005 | 10,086 | 10,591 | 13,739 | 15,636 |
| Petróleo | 10 ⁶ t | 100 | 203 | 299 | 537 | 1,052 | 2,316 |
| | 10 ⁶ kcal | 1,004 | 2,031 | 2,989 | 5,366 | 10,520 | 23,360 |
| Gas natural | 10 ⁶ m ³ | 24 | 54 | 82 | 197 | 469 | 1,099 |
| | 10 ⁶ kcal | 197 | 444 | 671 | 1,615 | 3,848 | 9,012 |
| Conjunto | 10 ⁶ kcal | 10,520 | 12,231 | 14,922 | 19,213 | 31,244 | 52,821 |

Fuente: Zorzoli, El sistema energético, Blume, 1978 p. 44

valores de final de esa década compensaron los ínfimos consumos de principios de los 30. Como consecuencia de la guerra y del reavivido económico posterior se alcanza un consumo de 2.5% de incremento anual, valor aún bajo por el ritmo lento de las economías europeas. Entre 1950 y 1960 el incremento, ya en la carrera del consumo ampliado de energía, llegó a 4.9% anual y a 5.3% en la década siguiente; todavía en los primeros años de los 70 el consumo creció un poco más. Las cifras nos indican en conclusión que el ritmo de la demanda de energía ha sido más que exponencial.

Por supuesto este fabuloso incremento en el consumo de energía no está igualmente dividido entre la población mundial. Como se aprecia en el cuadro 11-4

CUADRO 11-4

| <i>Evolución del consumo per capita de energía en el mundo (tep)</i> | | | | | | |
|--|-------|------------------|---------------|------------------|-------|--------------|
| Años | Mundo | Europa Occident. | Norte-américa | Países Comunist. | Japón | Otros Países |
| 1955 | 0.91 | 1.71 | 5.61 | 0.64 | 0.64 | 0.19 |
| 1960 | 1.07 | 1.85 | 5.78 | 1.02 | 0.96 | 0.22 |
| 1965 | 1.20 | 2.27 | 6.54 | 1.04 | 1.56 | 0.28 |
| 1970 | 1.42 | 2.80 | 7.52 | 1.23 | 2.71 | 0.34 |
| 1971 | 1.44 | 2.85 | 7.83 | 1.29 | 2.87 | 0.34 |
| 1972 | 1.50 | 2.98 | 8.23 | 1.34 | 3.00 | 0.38 |

| Años | C. E. E. (6 países) | C. E. E. (9 países) | Estados Unidos | Canadá | Reino Unido |
|------|---------------------|---------------------|----------------|--------|-------------|
| 1955 | 1.74 | 2.15 | 5.70 | 5.16 | 3.56 |
| 1960 | 1.99 | 2.36 | 5.85 | 5.59 | 3.59 |
| 1965 | 2.54 | 2.84 | 6.54 | 6.82 | 3.87 |
| 1970 | 3.30 | 3.49 | 7.35 | 7.57 | 4.06 |
| 1971 | 3.36 | 3.51 | 7.82 | 7.91 | 4.00 |
| 1972 | 3.55 | 3.67 | 8.23 | 8.35 | 4.03 |

FUENTE: Zorzoli, El dilema energético, Blume 1978 p. 47

Estados Unidos y Canadá en 1972 tuvieron un consumo per cápita de casi cinco veces y media el promedio mundial y los países de la Comunidad Económica Europea 2.5 más. Pero si hacemos la comparación con el resto del mundo los desequilibrios son terribles: los EU consumen 22 veces más energía que los países subdesarrollados. Por ejemplo fue 51 veces mayor que el consumo de Bolivia, 34 mayor que Egipto y 100 mayor que Pakistán.

Los desequilibrios en el reparto de los recursos energéticos es enorme. En 1950 los países "subdesarrollados" y los desarrollados de la periferia -excepto Canadá- consumieron el 21% de la demanda mundial y 24% veinte años más tarde. En el

otro polo, EU consumió el 30.3%, Europa Occidental 21%, Japón 5.7% y Canadá 3.9%. Estos últimos consumen el 60% de la energía del mundo y agregando a la URSS se llega al 74%. De estos datos se infiere que dichos países están en condiciones de imponer al resto del mundo las propias decisiones en materia de desarrollo y por lo tanto también de energía.

D. POLÍTICA DE ENERGIA BARATA.

Los hechos aquí mostrados han tenido uno de sus pilares en los precios de los hidrocarburos y de la electricidad. El precio bajo de la energía es condición básica necesaria para ofrecer un mercado a la industria de electrodomésticos, automóviles y petroquímica. Los gobiernos capitalistas de la posguerra controlaron los precios -que no excluían los beneficios- con instrumentos que fueron (y van actualmente) desde la gestión directa de la industria energética a la política fiscal de precios obligatorios. Gran Bretaña, Francia e Italia, nacionalizaron las sociedades eléctricas como forma de garantizar los intereses del sistema en su conjunto, intereses que exigían la disponibilidad de energía barata en la medida en que los beneficios, de los que dependía el desarrollo, se maximizaba a través de la producción y consumo basados en el despilfarro programado de energía.

En cuanto a los hidrocarburos, ya mencionamos que la sobreoferta del crudo en los mercados internacionales y la estrategia de las compañías mantuvo los precios sin compensar la inflación, de tal manera que decrecieron en términos reales. Estas circunstancias motivaron el descuido tecnológico en dirección de la eficiencia energética, para centrarse en las características de los productos, con el consiguiente impacto en el consumo de energía, y que se reflejó como hemos señalado en la elasticidad energía-producto nacional.

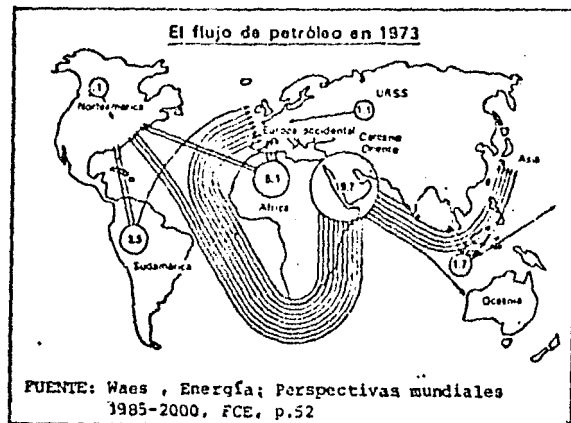
IX LA LLAMADA CRISIS ENERGETICA.

A. ANTECEDENTES.

Como hemos visto, el modelo energético inducido por las compañías transnacionales e impulsado por el gobierno de los Estados Unidos demandaba cantidades crecientes de energía. Al tener como base y eje al petróleo -recurso no renovable- sin embargo, sus cimientos eran endebles.

La necesidad de las empresas multinacionales de diversificar los productos, la revolución tecnológica que exigió constantes cambios en la función de producción; el carácter consumista a ultranza del capitalismo contemporáneo y la economía de guerra, factores todos intensivos en el uso de la energía, pronto enfrentaron serios problemas de ninguna manera coyunturales. La disminución

CUADRO 11-5



progresiva de las reservas mundiales de combustibles líquidos y gaseosos, el proceso de liberación política de los países de la periferia exigentes de cantidades significativas de energía y la toma de conciencia por parte de los productores del crudo que fortaleció poco a poco a la OPEP, fueron algunos de los hechos que enfrentaban día a día a la política energética imperialista²¹. Además la dependencia que más tarde se revelaría como patética ya no sólo comprendía el crudo en sí mismo sino también el de cierta región geográfica. En efecto, su vertiginosa carrera consumista, los países centrales día a día dependían más de los energéticos del Medio Oriente. El mapa del cuadro 11-5

muestra los flujos mundiales del crudo en 1973.

21. En cuanto a éste último punto nos concretaremos a indicar que para principios de los años setenta la contradicción fundamental en el usufructo de la renta petrolera se agudizó notablemente. En la contradicción se presentan por un lado las compañías transnacionales (con siete hermanas a la cabeza) concesionarias que explotan intensivamente los recursos que tienen bajo su control la técnica y el dominio político y financiero y en última instancia el militar de sus países -base y por el otro los países "pozos de petróleo" los verdaderos dueños de los hidrocarburos que se benefician con la fracción de la primera fase de la explotación y cuyas economías dependen fuertemente de las exportaciones de petróleo -crudo y gas natural.

La conjunción de estos hechos hicieron temblar la endeble estructura energética del neocapitalismo siendo inevitable su entrada a un período de reajuste: la "crisis energética" estaba en puerta. El fenómeno no fue un hecho aislado sino que se eslabonó con la crisis estructural del sistema al entrar esa etapa específica de crecimiento del capitalismo -el neocapitalismo- en un período de rendimientos decrecientes.

La extraordinaria coyuntura energética se eslabonó con otras situaciones no menos críticas y conflictivas en sectores estratégicos: escasez de alimentos, derrumbe del sistema monetario internacional basado en el dólar, inflación creciente, crisis ecológica, baja en las tasas de crecimiento económico, conflictos sociopolíticos y bélicos, etcétera.

B. CARACTERIZACION DE LA CRISIS DE ENERGIA.

El 7 de octubre de 1973, cuando los israelíes celebran el día del perdón, el "Yom Kippur", se inicia la guerra entre los países árabes e Israel. Diez días después sobrevino el embargo petrolero árabe. Las naciones productoras de hidrocarburos acordaron disminuir sucesivamente cada mes sus volúmenes de producción en un 5%, así como suspender por completo sus exportaciones petroleras a EU y a Holanda, alegando el apoyo directo que ambos países daban a su adversario. Las cotizaciones del crudo se elevaron 70% para situar en 5.12 dólares el barril de petróleo árabe ligero (Arabian light). En diciembre los precios se vuelven a elevar un 131% de tal manera que el precio se multiplicó casi por 4 en cuestión de dos meses.

A partir de entonces se inicia un proceso objetivo indiscutible al que se le ha dado en llamar "crisis energética" que está replanteando una remodelación crucial de las relaciones internacionales dentro del mundo capitalista contemporáneo en materia de producción, comercialización y consumo de energía -hidrocarburos en primer lugar- y que ha provocado cambios sin precedentes por su magnitud, por su contenido y por su alcance en la estructura, el funcionamiento y la evolución de toda la rama energética en sus aspectos tecnoeconómicos y socioeconómicos claves; en las formas de propiedad, financiamiento, imposición; en los volúmenes y valores de producción, intercambio, consumo, precios, ganancias; distribución de ingresos entre propietarios de los diversos factores; relaciones económicas y políticas entre países, gobiernos y empresas transnacionales a la escala de toda el área capitalista del mundo²²

22. Casi resulta ocioso aclarar que la transformación de las relaciones de propiedad, producción, comercialización, distribución y consumo, utilización y acumulación dentro del sector petrolero y más generalmente dentro del área de la energía a escala internacional, ni se ha generado en el área socialista ni ha afectado significativamente la problemática energética del conjunto de ese sistema. Pero sin duda hay influencia desde y hacia afuera de él en la génesis y repercusiones de la dichosa crisis. Por ejemplo la asesoría y venta de armamentos de la URSS a ciertos países árabes de la OPEP. Recientemente la intervención de la Unión Soviética en el mercado de hidrocarburos se ha acentuado, como lo demuestra el gasoducto eurosiberiano y la decisión de bajar los precios de sus hidrocarburos cuando la OPEP trataba (1984) de mantener fijos los precios y las cuotas de producción.

Contra lo que se cree, el embargo petrolero no se debió exclusivamente a la guerra del "Yom Kippur", sino que fue el punto de explosión de una secuencia de hechos (de los cuales ya hemos mencionado algunos) que en materia de energéticos se venían sucediendo desde comienzos de la década de los setentas y más concretamente en 1970. La declinación de los pozos de petróleo y gas en el territorio estadounidense y la consiguiente dependencia del abastecimiento externo, diversos estudios prospectivos que van a dar lugar a los trabajos y discusiones internacionales tipo Club de Roma, movimientos ecologistas, radicalización de algunos países como Libia y la misma OPEP, etc., indicaban una tendencia a la transformación de toda la estructura del sector energético,

Cabe destacar que lo más sobresaliente de este fenómeno fueron los cambios sustanciales en el precio y la seguridad del suministro de petróleo transado en el mercado nacional, al mismo tiempo que se sabía que no existía una carencia física de recursos energéticos pues las reservas petroleras alcanzaría para varias décadas y las de carbón más aún. Por supuesto todos los protagonistas mayormente involucrados (países petroleros, Estados Unidos, oligopolios industriales, compañías petroleras, miembros de la OCDE y la OPEP) trataron de sacar el mejor partido posible de la coyuntura energética,

Esta última afirmación no es gratis. Han surgido muchas interpretaciones acerca de las causas de la "crisis de energía". El encarecimiento del petróleo será en algunas versiones, el resultado de las decisiones arbitrarias de la OPEP. Otros sostienen que todo obedece a un plan de largo alcance formulado por las compañías petroleras transnacionales. Hay quienes apuntan hacia los EU como los artífices de la perturbación energética.

Nosotros no descartamos ni una ni otra posibilidad. Cada una de las interpretaciones esbozadas aportan elementos valiosos para la comprensión del fenómeno y deben ser consideradas como complementarias. En lo que parece no haber duda es en que la guerra del Yom Kippur fue la situación coyuntural por la que los países productores recuperarían parte de los beneficios conseguidos hasta ese momento por los países consumidores. Es claro que el precio del crudo ha sido manipulado siempre, independientemente de la marcha de los costos de extracción y de la demanda. Baste recordar que en 1971 se habían reducido los ingresos reales de los países productores en 73% respecto a 1955.

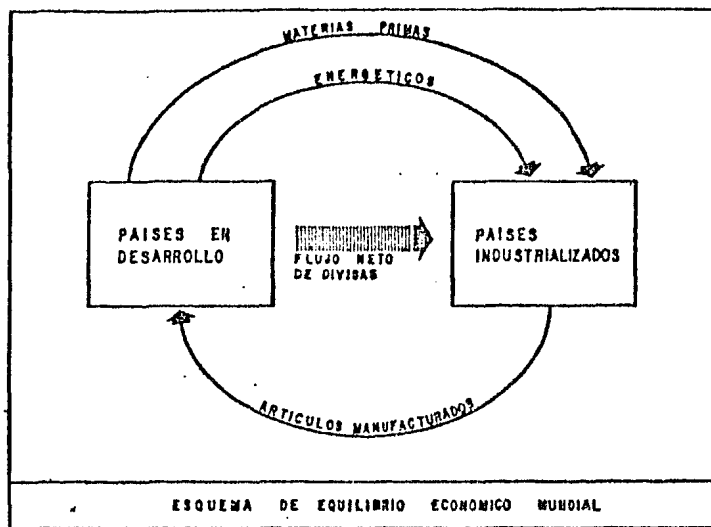
También es cierto que a los EU les convenía un incremento en los precios del crudo con la finalidad de restringir sus crecientes importaciones petroleras, establecer el equilibrio de su balanza de pagos, estimular la producción interna de hidrocarburos y otras fuentes energéticas y finalmente reducir la ventaja comparativa de Europa y Japón en el comercio internacional con menores costos de adquisición de su petróleo interno, para así retomar las riendas del mundo capitalista. Del mismo modo la elevación de los precios incrementaría considerablemente las ganancias del Cártel Petrolero Internacional y permitiría reforzar la extensión de su control a otras fuentes de energía, en el camino de convertirse en un oligopolio energético horizontalmente integrado.

Nosotros no descartamos ninguna de estas interpretaciones e independientemente de cual se crea que es la causa de la "crisis" una cosa es clara: los agentes que con su actuación han determinado la "crisis de energía" lo han hecho guiados por la lógica de la dinámica capitalista, la cual ha impuesto un modelo energético acorde con la ley de la concentración capitalista, el cual debe ser remodelado para continuar con el proceso acelerado de acumulación de capital. La remodelación necesaria en la extracción y consumo, por supuesto, no

estará ajeno a la estrategia de los monopolios que seguirán, hasta donde puedan, controlando las fuentes de energía primaria tradicionales y hasta donde sea posible la tecnología de las no convencionales. Esta es una de las características más notables en el área de la energía, su control por parte de grandes monopolios privados o estatales,

Antes de pasar a describir ese control monopolístico es adecuado aclarar que el equilibrio económico de antes del embargo petrolero no se vió alterado en lo fundamental. Tal equilibrio ilustrado en el cuadro 11-6 "...consistía esencialmente en que las naciones industrializadas obtenían materia

CUADRO 11-6



prima y energéticos a precios muy bajos, les incorporaban tecnología y los exportaban como artículos manufacturados a precios muy altos comparados a los insumos, condenando a los países no industrializados a una permanente dependencia económica!²³ Lo que ha ocurrido después de la "crisis" es que los países que exportan cantidades sustanciales de energéticos se encuentran ahora en una situación menos precaria. Los países industrializados se dividen entre aquellos que cuentan con energéticos propios y aquellos que dependen mayoritariamente de las importaciones. Los primeros han incrementado su dominio económico y los segundos han per-

dido terreno. Por su parte, los países pobres importadores de energéticos, que son la mayoría son los que más han sufrido el impacto del aumento de precios, tanto así que muchos de ellos iniciaron en 1973 su camino hacia la bancarrota económica.

X OFERTA ENERGETICA MONOPOLIZADA

La industria del petróleo y la electricidad son las dos ramas principales de la energía usada en la actualidad y su desarrollo ha modelado el rostro de la sociedad en un grado considerable.

La importancia de estas ramas industriales se aprecia en el hecho de que su control está bajo los mayores monopolios del mundo tanto privados como estatales. Fueron precisamente las compañías petroleras las primeras transnacionales en el orbe y su grado de diversificación no tiene precedentes.

23. Antonio Ponce, "Sobre una política energética" en la Memoria del Foro Nuclear Nacional, México, D.F., julio 1978, p. 15.

Una característica sobresaliente en el desarrollo de estas industrias energéticas es que desde su nacimiento prácticamente fueron manejadas por grandes compañías verticales. El nacimiento de esta rama de la industria ocurrió durante la segunda revolución industrial coincidiendo precisamente con el periodo de formación de los trusts y monopolios, y no es sorprendente que esta monopolización ocurriera precisamente en las ramas nuevas de la industria (electricidad, máquinas y comunicaciones eléctricas, petróleo) en las nuevas naciones industriales (Estados Unidos, Alemania) y no en las ramas 'viejas' (textiles, carbón) y en los 'viejos' países (Inglaterra, Francia)²⁴ (Cuadro 11-7).

CUADRO 11-7

| LAS 10 MAYORES EMPRESAS TRANSNACIONALES DEL MUNDO EN 1981 DE ACUERDO CON EL VOLUMEN DE SUS VENTAS (en millones de dólares) | | | |
|---|-------------------------|---------|--------------------|
| | País | Ventas | Ganancias netas |
| Exxon | Estados Unidos | 108 108 | 5 667,5 |
| Royal Dutch/Shell Group | Holanda-Gran Bretaña | 82 292 | 3 642,1 |
| Mobil | Estados Unidos | 64 488 | 2 433,0 |
| General Motors | Estados Unidos | 62 698 | 333,4 |
| Tesaco | Estados Unidos | 57 628 | 2 310,0 |
| British Petroleum | Gran Bretaña | 52 200 | 2 063,3 |
| Standard Oil of California | Estados Unidos | 44 224 | 2 380,0 |
| Ford Motor | Estados Unidos | 38 247 | -1 060,1 |
| Standard Oil of Indiana | Estados Unidos | 29 947 | 1 922,0 |
| International Business Machines | Estados Unidos | 29 070 | 3 308,0 |
| TOTAL | | 568 902 | 22 999,2 |

FUENTE: Revista Fortune, mayo y agosto de 1982.

La más grande compañía petrolera, la Standard Oil Co., la primera compañía transnacional del orbe, surgió en 1870, gracias al control integral sobre el ciclo del petróleo: extracción, transporte, almacenaje, refinación y distribución de los productos finales y rápidamente dominó a sus contrincantes. De 1889 a 1907 esta compañía produjo más del 10% del petróleo crudo de los Estados Unidos. El control monopolístico no sólo quedó en el país de origen, sino que rápidamente se extendió a las demás regiones del mundo. En 1885 el 70% de los movimientos de esa compañía los realizaba con el exterior, exportando a Europa, Medio Oriente y Asia. Pronto controlaría la producción de muchos países por todo el mundo.

Al otro lado del océano, en 1890 se constituyó la Royal Dutch Shell en Holanda que al fusionarse con la compañía inglesa Shell and Transport Co, formaron la Royal Dutch que en 1900 explotaba yacimientos en Egipto, Venezuela, Trinidad, Rumania y Argentina.

La Standard Oil (Exxon o ESSO) y Royal Dutch se transformaron en las principales compañías petroleras mundiales que luchaban por el control del mundo. La primera, debido a las leyes estadounidenses antitrust se fraccionaría en varias compañías para dar origen al grueso de las "siete hermanas" que controlarían hasta 1973 la mayor parte de la explotación del crudo a todos los niveles. En 1963, el 91% de la producción mundial de crudo estaba en manos de las compañías transnacionales, nueve años más tarde 50% y en 1975 el 30%. En 1963, el 91% de la producción mundial de crudo estaba en manos de las compañías transnacionales, nueve años más tarde 80% y en 1975 sólo el 30%. En cuanto a la comercialización de los productos petrolíferos, no se quedan atrás, en ese último año controlaban el 79% del mercado, 10% menos que en 1967. En cambio la OPEP en 1979 controlaba el 3% de la flota petrolera mundial y el 6.6% de refinación de crudos (8.9% en 1960).

El cuadro 11-8 revela que las compañías han tenido que traspasar, en los últimos años, la propiedad de los recursos petroleros a los países verdaderos dueños del crudo. Las compañías sin embargo, no han perdido el control sobre

CUADRO 11-8

| Evolución del grado de integración de la industria del petróleo a nivel mundial | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|--------------------|-------|------------------------------|--------------------|-------|------------------------------|--------------------|-------|
| | 1955 | | | 1960 | | | 1970 | | |
| | Grandes Compañías americanas | Compañías europeas | Otras | Grandes compañías americanas | Compañías europeas | Otras | Grandes compañías americanas | Compañías europeas | Otras |
| Producción | 37,5 | 18,4 | 44,1 | 38,8 | 21,4 | 39,9 | 43,8 | 27,1 | 29,1 |
| Transporte | | 39 | 61,0 | 37,3 | | 62,7 | 35,4 | | 64,6 |
| Refino | 38,9 | 20,1 | 41,0 | 37,1 | 20,6 | 42,3 | 34,6 | 21,0 | 41,4 |
| Distribución | 42,1 | 23,6 | 34,3 | 43,0 | 25,5 | 31,5 | 41,6 | 29,3 | 29,1 |

Fuente: Zórzoli, El dilema energético, 31une p. 82.

la refinación: en 1963 controlaban el 86% del procesamiento del crudo, en 1973 83% y en 1975, 76%. Es ostensible que la división internacional del trabajo funciona como un todo coherente. Los países "pozos de petróleo" no fueron especializados para refinar y transformar las materias primas. Las formaciones sociales industriales se reservan, en principio, las técnicas que hacen factible una mayor plusvalía.

Actualmente las transnacionales del petróleo, movilizadas por la intensidad de la acumulación económica, en el uso del capital y en el uso de la organización del trabajo han penetrado ramas estratégicas de la industria y extienden su control a las otras fuentes de energía. No existe sector de las energías clásicas -petróleo, gas, carbón- donde su predominio mundial no sea ostensible, pese a las liquidaciones e indemnización que han sufrido por parte de los países productores. No han dejado al margen, a su vez, ningún segmento industrial relacionado con las nuevas reservas energéticas: nuclear, solar, geotermia...

Esto de ninguna manera es casual, las compañías, apoyadas por el gobierno de los EU jugaron un papel principal en la imposición de la política de precios bajos de la energía. Su actuación hasta antes de 1977 se ha orquestado perfectamente. A través de una disminución en los precios las grandes compañías aumentan su control sobre el mercado energético, favoreciendo la consolidación de los hidrocarburos como energético principal en el consumo de los países, desplazando al carbón y condenando al monoconsumo petrolífero a gran parte de los países industrializados y retrasando la introducción en el sistema energético de la energía nuclear.

La crisis de precios de 1973 -de la cual las compañías no son ajenas- ayudarían a consolidar el objetivo de controlar vertical y horizontalmente el mercado mundial de la energía. La subida de precios rentabilizó la explotación de

petróleo de capas profundas y de regiones polares, impulsó a las fuentes no convencionales de energía cuyas investigaciones fueron monopolizadas e hicieron costosa la carboquímica y el uso "nuevo" del carbón del cual ya se habían apoderado cuando esa industria, debido a los bajos precios del crudo, estaba en ruinas. En resumen: el control de la energía requiere no solo del dominio en la investigación de la energía nuclear, solar y geotermia, sino también la monopolización de los recursos energéticos tradicionales. La diversificación en esta etapa se trata de una estrategia a largo plazo, con lo que se pretende aumentar el nivel de los beneficios, obtener una mayor seguridad frente a posibles variaciones de precios y aplicar tecnologías sofisticadas en todos los sectores industriales, a fin de poder manipularlos. El cuadro 11-9 señala a las

empresas energéticas controladas por las sociedades petroleras en 1979.

Al igual que el petróleo, la electricidad surgida en el último tercio del siglo XIX rápidamente fue monopolizada. La industria eléctrica surgió inicialmente para satisfacer las crecientes necesidades de iluminación en fábricas, calles y ciudades, pero rápidamente fue adaptada en el trabajo. Si bien al principio las propias fábricas tenían sus máquinas generadoras de acuerdo a sus necesidades, pronto se vio la conveniencia de producir electricidad en grandes unidades, pues la eficiencia y estabilidad de los sistemas aumentaba considerablemente. Así surgen las compañías dedicadas específicamente a generar electricidad.

Construir grandes generadores, requería, sin embargo, densidades considerables de capital, dominio adecuado de la técnica

y por supuesto, poseer las patentes. Hoy en día la tecnología de la generación eléctrica con los métodos convencionales -excepto con reactores nucleares- no es muy complicada y puede considerarse prácticamente sencilla; esto no ocurriría de este modo a finales del siglo, cuando el nivel tecnológico implicado se consideraba sofisticado y sólo las grandes empresas podían adquirir las patentes y disponer de capital suficiente para la creación de infraestructura.

CUADRO 11-9

| EMPRESAS ENERGÉTICAS CONTROLADAS POR LAS SOCIEDADES PETROLERAS | | | | |
|--|--|--|--|---|
| Petroleras | Solar | Nuclear-Uranio | Carbón | Gas |
| EXXON | Solar Power Daystar Corporation | Exxon Nuclear General Electric | Utah Int. | |
| SHELL | Solar Energy Systems | General Atomic (50 %) Ultra Centrifuge Need (10) | Sesway Coal Shell Coal Int. Overseas Coal Dev. (25 %) | Gasco (15 %) |
| GULF OIL | | General Atomic (50 %) H.R.B. Westinghouse Mori Taylor Gulf Minerals Canada | Pittsburg Midway | |
| MOBIL OIL | Tyco Laboratories | | Mobil R. & D. Corp. | |
| GETTY OIL | | Denzon Mines Shirley Basin Nuclear Fuel Services | | |
| OCCIDENTAL PETR. | | | Island Creek | |
| ASHLAND OIL | | | Arch Minerals (49 %) | |
| SOCAL | | | Ammax (25 %) | |
| CONOCO | | | Consolidation | |
| SOHIO | P.P.G. Industries | L. Bar Ranch | Mountain Co. | Carbon |
| BRITISH PETROL. | | | Clutha (100 %) General Mining Ermelo | Develop. B.P. Gas Ltd. (100 %) Ruhrgas (25 %) |
| ELF | | ELF-EDF | | |
| C.F.P. TOTAL | Sofrates-Mengin (20 %) Photon Power (51 %) Hutchinson | Minetome (50 %) | | Gasco (15 %) Alberta Topna (50 %) |

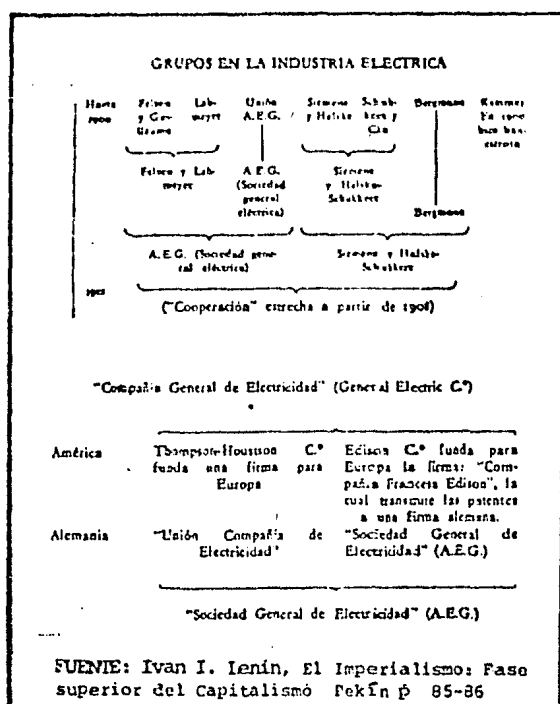
FUENTE: Vicenc Fisas, Despilfarro y control de la energía, El Viejo Topo

Al parecer la complejidad técnica está estrechamente relacionada con la tendencia al monopolio; siendo entre otros factores causa y efecto del desenvolvimiento de las compañías monopolísticas. La complejidad técnica implica grandes sumas de capital, tanto en su implementación comercial como en investigación básica que solo pueden invertir las grandes compañías y los gobiernos de los países desarrollados. A su vez, la complejidad técnica es la base para el dominio de los mercados.

El cuadro 11-10 ilustra el proceso de concentración de la industria eléctrica alemana que en 1912 establecía el dominio sobre 175 ó 200 sociedades y

tenía sucursales en más de diez países, fabricando desde cables aisladores hasta automóviles y aeroplanos. La Sociedad General de Electricidad (Alemania) y la Compañía General de Electricidad (USA) a partir de 1907 se repartieron el mercado mundial.

CUADRO 11-10



CAPITULO III

Marco macroeconómico de la planeación energética en México

I. INTRODUCCION

Si bien México es un país capitalista dependiente, su nivel de desarrollo industrial es superior al de muchas naciones de la periferia del sistema capitalista. El mediano desarrollo industrial que le ha valido el epíteto de "país - en vías de desarrollo" (que no es otra cosa que un término de consolación al - fabricado por los países imperialistas, el cual pretende ocultar el detrimento paulatino pero constante de la vida económica y social de los países subdesarrollados) ha demandado cantidades crecientes de energía. La disponibilidad -- de energéticos comerciales a precios bajos fue el primer pilar levantado por - el gobierno mexicano para sostener e impulsar la industrialización. Esta se -- vió favorecida por las necesidades del capitalismo en su etapa "neocapitalista" que situó a países como Argentina, Brasil e India en un nuevo plano de la di-- visión internacional del trabajo.

La comprensión cabal de la evolución de la economía mexicana es la pauta - para establecer cualquier estrategia energética. El uso de la energía no se da en el terreno abstracto, con unos consumidores y usos no identificables.

Hasta ahora la energía ha sido usada para consolidar cierto modelo de de-- sarrollo (que a su vez a modelado el sector energético hacia los hidrocarburos) con unos pocos consumidores que demandan la mayoría de la energía producida y - hacen uso dispensioso de ella. La estrategia energética -cualquiera que esta sea- debe analizar a la luz de los resultados del pasado (y los actuales) el papel - futuro que debe jugar la energía en satisfacer las necesidades reales de la ma-- yoría de la población y del consuente desarrollo económico.

II. EL CAMINO DE LA INDUSTRIALIZACION (1935-1956)

Después de la Revolución Mexicana (1910-1917), al amparo de lo que incluso jurídicamente se convierte en un capitalismo de estado, el Gobierno Mexicano interviene directamente en el proceso económico y social. A partir de 1925 Plutarco Elías Calles, presidente electo, emprende un ambicioso plan económico que establece las bases institucionales y materiales para el futuro crecimiento del país; el eje del proyecto sería una red de carreteras, los fundamentos del sistema financiero y un programa nacional de riego. El dinámico crecimiento de la red de caminos representó un elemento fundamental para integrar el mercado nacional, propiciando la movilidad de bienes y factores. Por su parte las obras de riego constituyeron un vigoroso impulso de la producción agrícola que, al generar excedentes importantes, abrió el terreno para el proceso de industrialización observado a partir de la Segunda Guerra Mundial.

Posteriormente, las reformas Cardenistas (1934-1940) sentaron las posibilidades de un desarrollo industrial que estaba limitado hasta entonces por las condiciones políticas y sociales existentes. Al desarrollar la infraestructura básica y abrir el mercado interno mediante las reformas sociales y políticas, las condiciones del proceso acelerado de sustitución de importaciones de bienes de consumo estaban creadas.²

-
1. Reforma agraria, nacionalización del petróleo, creación de Petroleos Mexicanos (Pemex) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) -y por lo tanto apertura de un nuevo sector de la economía-; apoyo al transporte e industrias varias; creación de bancos de financiamiento (Nafinsa); organización de centrales obreras y campesinas, participación creciente del Estado en la economía mediante un plan sexenal y una serie de medidas de fomento industrial.
 2. La sustitución fácil de importaciones también surgió como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial y, en menor medida, de la Gran Depresión.

Esta fase del desarrollo de la economía mexicana fue impulsada por el auge agrícola que siguió a la etapa activa de distribución de tierras y de inversiones en obras de fomento agropecuario. Al producir más rápidamente que los cambios de la demanda interna, se aumentó en forma considerable las exportaciones de productos agrícolas. En efecto, desde 1935 hasta 1956 las ventas aumentaron a una tasa media anual de 8.9% y de significar 31.6% de las exportaciones totales en 1910-1911 pasaron a 3.3% en 1920, 7.6% en 1935 y 20.3% en 1945.

Muchas fueron las causas que desencadenaron el proceso de industrialización; desde las condiciones intrínsecas de la estructura productiva, cuyo origen se remonta a fines del siglo pasado, hasta el sentimiento nacionalista de la época del Gral. Lázaro Cárdenas. Restringir las causas del proceso a las condiciones de acumulación interna sería limitar el desarrollo de los pueblos a la dinámica de la economía. La industrialización llevada a efecto a través de las medidas económicas adoptadas por el Estado, también fué motivada entre otras razones por 1. La potencialidad de los recursos naturales. 2. Los deseos de autosuficiencia e independencia económica. 3. Los beneficios de la innovación y del progreso técnico. 4. La expectativa de que mejorase el nivel de vida de la población. 5. La importancia del sector manufacturero dentro del producto total.³ 6. El hecho de que la mayoría de la población económicamente activa se encontrara en el campo con la productividad claramente menor que la población urbana. 7. La alta dependencia de los ingresos derivados de la exportación de productos primarios.

Las políticas económicas gubernamentales se orientaron hacia la sustitución de importaciones y a estimular el desarrollo de la industria infantil mexicana. Los estímulos se transmitieron a través de la política comercial y fiscal, el subsidio de los principales insumos y energéticos y la mayor flexibilidad hacia la inversión extranjera. Los resultados no se dejaron esperar; entre 1940 y 1950 la industria de la transformación adquiere una gran importancia; se consolidan ramas importantes de bienes de subsistencia, se inicia un desarrollo de las industrias metal-básicas y las de construcción de máquinas y accesorios (sobre todo agrícola, eléctrica y para el transporte).

El proceso de industrialización mediante la sustitución fácil de importaciones se agotó prácticamente al finalizar el decenio⁴ para dar lugar a la sustitución de bienes intermedios y de capital que requerían progresivamente de tecnologías más complejas, grandes densidades de capital y un mercado relativamente diferenciado y en rápida expansión. Estas necesidades aunadas a las condiciones antes expuestas hicieron posible una nueva etapa de desarrollo conocida como el "Desarrollo Estabilizador".

3. Alimentos, textiles, ropa, calzado, vidrio, cemento, papel, hierro, etc., llenaban gran parte de los requerimientos del mercado interno de bienes de subsistencia antes de que la crisis impusiera su producción interna por substitución de importaciones.

4. El índice de sustitución de importaciones de consumo no duradero se reduce 68% al pasar de 0.22 en 1939 a 0.07 en 1950.

III. EL DESARROLLO ESTABILIZADOR (1956-1970)

A. Los antecedentes del desarrollo con estabilidad

La estrategia de crecimiento económico que comienza a instrumentarse a mediados de los años cincuenta y que continúa através del decenio siguiente calificada como "desarrollo estabilizador" es el corolario del crecimiento industrial previo, esto es, del modelo sustitutivo de importaciones de bienes de consumo, que se había venido implementando desde un par de décadas atrás como estrategia de crecimiento.

El desarrollo estabilizador (1956-1970) se parece muy poco al período anterior, pues mientras en el segundo se realizó un desarrollo ascendente, a pesar de la inflación, y en el cual se fortaleció la agricultura, crecieron las exportaciones agrícolas y donde el sistema se volvió muy abierto y orientado hacia afuera, en el primero, el avance de la agricultura y las exportaciones fue muy lento y la capacidad de importar dependió más del turismo y del endeudamiento externo.

Al casi no exportar manufacturas se produjo un fuerte crecimiento industrial desplazándose la sustitución de importaciones de bienes de consumo final hacia los bienes intermedios y de capital.

Las medidas económicas del Estado orientaron el crecimiento de la economía "hacia adentro". Mediante la utilización de una política comercial proteccionista, cuotas de importación, aranceles elevados, exenciones fiscales para el fomento de nuevas industrias, tasas de interés preferencial para la promoción de la industria y, en fin, todo un concierto de estímulos a la industrialización - que se logró que el mercado interno se convirtiera en el principal motor del crecimiento económico. Por otra parte hubo una estabilidad relativa de los precios y se mantuvo la paridad del tipo de cambio en condiciones de libre convertibilidad.

El desarrollo industrial se vió alentado por los resultados del modelo económico del período anterior. La investigación y obras de riego iniciadas en años anteriores habían comenzado a influir en el aumento del producto agrícola, de tal manera que hacia 1952 la elasticidad de la oferta había aumentado. Esto aunado a que la demanda crecía a una tasa menor que la del producto global (mientras que la oferta lo hacía más rápido) produjo un aumento en las exportaciones agrícolas y la baja de los precios de los productos agropecuarios para la industria. Asimismo el bajo costo de los insumos proporcionados por el sector público y la mayor accesibilidad al crédito fortaleció las expectativas de grandes utilidades y coadyuvó a sostener un alto nivel de inversión industrial que hizo flexible la oferta productiva.

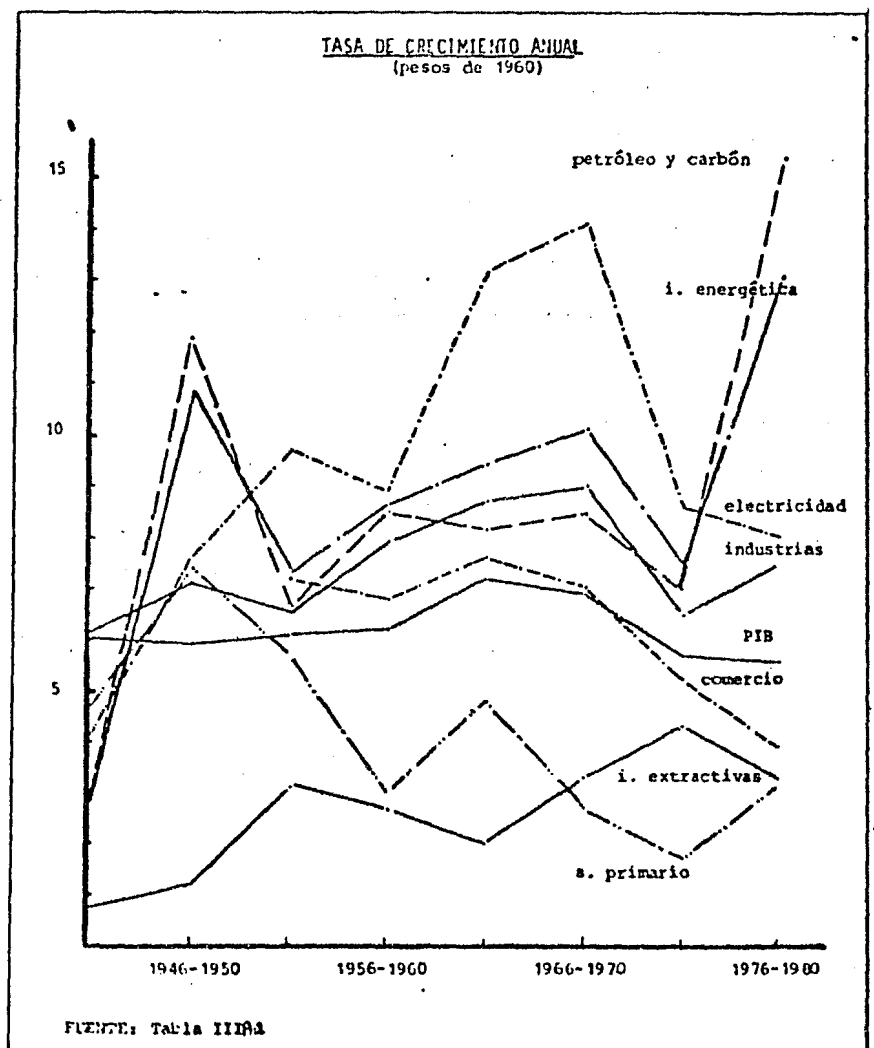
A estos factores se sumó un uso más amplio del crédito externo para aumentar las importaciones y la oferta global sin que se produjeran trastornos mayores (a pesar del aumento de la inversión pública). La deuda era bastante baja por esas fechas. La reacción al alza del ahorro en las instituciones financieras y la estabilidad de precios, iniciada en 1958, facilitó el financiamiento de los nuevos déficits gubernamentales con ahorros privados como complemento del endeudamiento externo. El régimen mantuvo además una política flexible respecto a la inversión extranjera que permitió expandir la industria, pero a costa de la apropiación de ramas estratégicas de las manufacturas, por parte del capital monopolista extranjero.

Finalmente, la inversión pública tuvo como consecuencia un ensanchamiento de la infraestructura productiva, mejores transporte, amplia disponibilidad de combustibles y energía, y mayor elasticidad de la oferta agrícola. Aunque el período de gestación de las obras públicas fue prolongado, claramente sirvió para hacer más flexible la oferta de bienes y servicios.

B. LA INDUSTRIALIZACION

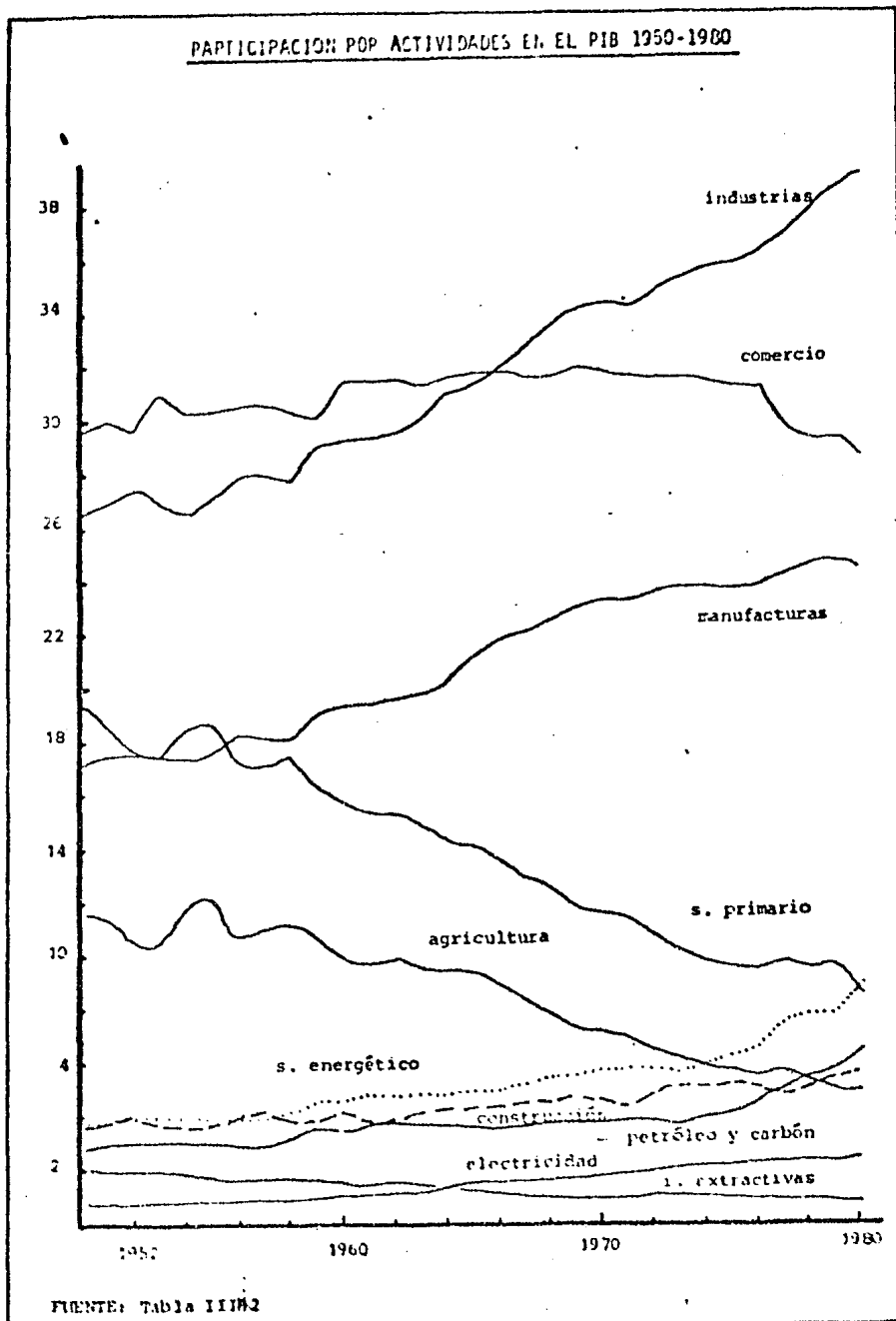
CUADRO III-1

Como ya se mencionó antes, el período 1940-1955 fue una época de fuertes inversiones en obras de riego y en apertura de tierras y en consecuencia el sector más dinámico fue el primario. En cambio de 1956 a 1970 el sector de desarrollo más rápido fue el industrial (electricidad, petróleo y manufacturas). En efecto, en el período previo la agricultura creció al 7.4% promedio anual y las manufacturas al 6.9%, la electricidad y el petróleo al 6.8%. En el período estabilizador la agricultura disminuyó su tasa de crecimiento a 3.4% anual, por debajo del incremento de la población (3.8%), en cambio las manufacturas aumentaron a 8.8% mientras la electricidad y el petróleo y carbón, impulsados por el gobierno para fortalecer la infraestructura productiva, subieron 12.15% y 8.4% respectivamente. (Cuadro III-1).



5. Durante el período que se ha denominado "década de auge agrícola" (1946-1955) el crecimiento de la producción agrícola fue aun más notable: 9%.

CUADRO 111-2



Entre los años 1970 y 1975, la agricultura registró una tasa de crecimiento de 1.7% anual y nuevamente fueron la electricidad y el petróleo los sectores más dinámicos con 8.6% y 7.9% de crecimiento anual respectivamente. La minería continuó estancada, sobre todo por factores institucionales, por la oscilación de los precios internacionales de los metales y los gravámenes fiscales a la producción y exportación de sus productos.

Todos los elementos se conjugaron para que la participación relativa de los distintos sectores en el total del Producto Interno Bruto (PIB) acusaran los siguientes cambios de acuerdo al Cuadro 111-2.

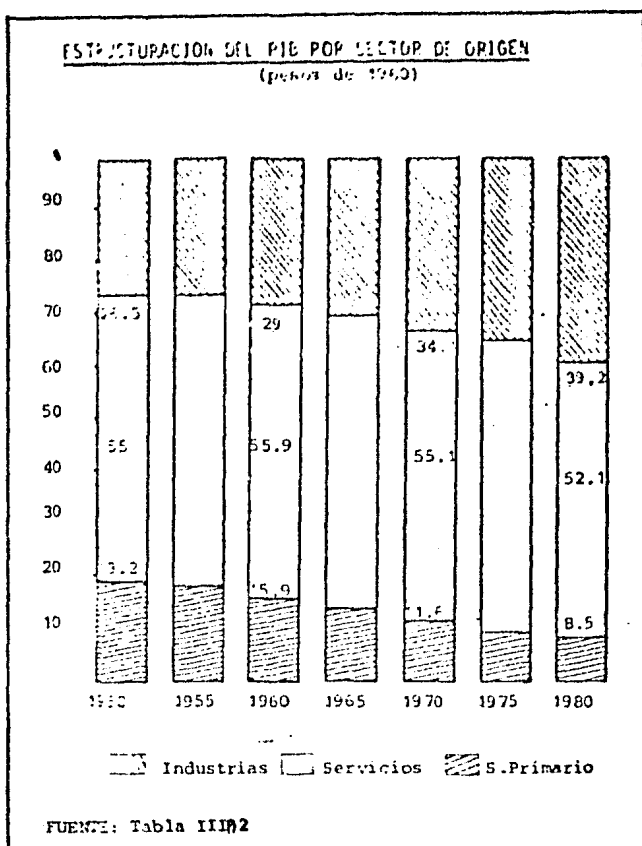
La evolución industrial en México en el período 1955-1975 se realizó en forma creciente hacia bienes cada vez más alejados del consumo final⁷; estos pasaron del 62.4% del total de manufacturas en 1950 a 44.9% en 1970 y a 39.5% en 1979, en tanto que los bienes de producción⁸ ascendieron de 35.5% en 1950 a 52.8% en 1970 y a 68.4% en 1979. En conjunto estos movimientos aumentaron la importancia relativa de toda la industria

6. Los incrementos son considerando pesos de 1960. En adelante solo se consideraron pesos de ese año salvo aclaración explícita.

7. Alimentos, bebidas, tabaco, textiles, calzado, prendas de vestir, etc.

8. Productos químicos, siderúrgicos, cemento, materiales para la construcción, metales no ferrosos, etc.

CUADRO III-3



dentro del PIB, pues paso de 25.1% del total en 1940 a 36.5% en 1980. (Cuadro III-3)

C. EL ESTADO: PILAR DE LA INDUSTRIALIZACION.

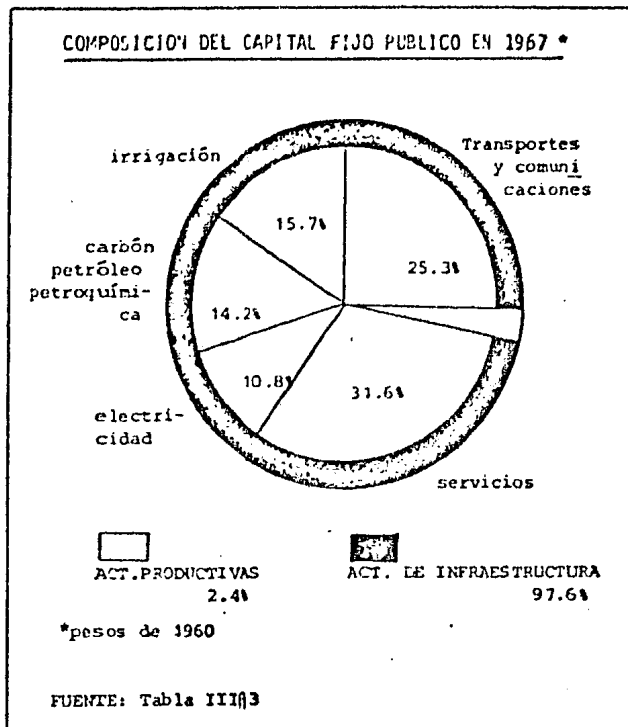
Para el periodo del desarrollo estabilizador, el intervencionismo estatal había subordinado su gestión al logro del crecimiento económico nacional al ritmo más elevado posible, quedando comprometido entre dos líneas opuestas de acción: el imperativo de modernizar la economía sin conceder prioridad al costo social que conlleva y al imperativo político de mantener su legitimidad frente a las mayorías. El fortalecimiento del poder político se consiguió tras de encuadrar a las organizaciones masivas de trabajadores y formar el PNR a finales de la década de los veinte, hasta llegar a conformar un esquema cada vez más definido en el que el crecimiento económico se cumple sí y sólo sí, existe un marco de control político. Tres décadas más tarde se logró la estabilidad económica para

asegurar vincular la economía del sector externo sobre nuevas bases, orientar las actividades productivas, ampliar la infraestructura física, establecer una legislación de fomento, crear instituciones de apoyo al crecimiento económico a largo plazo, propiciar el desarrollo vertiginoso del sistema financiero, y extenderse cada vez más a las esferas de la producción, la distribución y el consumo. Tal estabilidad, expresada en los precios y por el mantenimiento de la paridad cambiaria, facilitó al Estado orientar, más tarde, su política económica en favor de la industrialización a ultranza, canalizando excedentes y divisas hacia ese sector, fortaleciendo el mercado interno y asegurando el alimento a la inversión privada y extranjera en las condiciones de más alta rentabilidad.

El Estado brindó también a las empresas un apoyo decisivo, cuando no directo, al funcionar como abastecedor de insumos, materias primas y energéticos baratos (en algunos casos vendidos a precios inferiores a los costos marginales).

La distribución sectorial del capital fijo ilustra claramente la política de entrega seguida por el Gobierno. Según los datos de 1967 (Cuadro III-4) mientras que la iniciativa privada (IP) absorbe el 69% del capital fijo de la nación, el sector público participa con 31% lo que muestra claramente que si bien este último interviene crecientemente en la economía como corresponde a un régimen

CUADRO III-4



capitalista de estado- la propiedad de los medios de producción está fundamentalmente en manos de capitalistas privados, pues en última instancia son éstos la clase dominante, la que detenta el poder político y la riqueza económica en un sistema social como el imperante.

Un desglose adicional permitiría ver que la participación del Estado es del 95% en el caso de los energéticos (petróleo, carbón y electricidad) y de sólo 1% a 2% del capital en la industria de la transformación. Pero como mejor se advierte la naturaleza, y por consiguiente en carácter y el papel de la inversión pública, es cuando se divide el valor acumulado de ésta en el aspecto propiamente productivo y las actividades de infraestructura.

De esta estimación resulta que, mientras las actividades productivas sólo absorben el 24% del capital público, las llamadas de infraestructura (o sea aquellas que proveen a las primeras de ciertas instalaciones, productos o servicios auxiliares) concurren con el 97% del total. Actividades muy lucrativas como el comercio son dejadas al pleno disfrute de los capitalistas.

La forma en que se reparten el capital público y el privado corresponden a un sistema de relaciones de producción donde se obliga al poder público a realizar todas aquellas inversiones que, siendo necesarias para el aparato económico resultan inatractivas para los inversionistas privados por ser demasiado costosas⁹, por imponer grandes riesgos y ofrecer rendimientos muy modestos o porque operados por el capital privado no podrían ser fuente de estímulos y de generosas "economías externas", como lo son en manos del gobierno, que en verdad han llegado a convertirse en pilares de las empresas privadas¹⁰.

9. Aún una modesta industrialización requiere una costosa y moderna infraestructura: comunicaciones telegráficas y telefónicas, caminos, puentes, puertos, transportes marítimos y aéreos, ferrocarriles, obras hidráulicas, energéticos y todos los aspectos de servicio social como escuelas, hospitales, centros comerciales y recreativos.

10. En el período de la Revolución industrial los países europeos y los Estados Unidos construyeron esa infraestructura como un negocio de las grandes empresas. En México no hubo en general capitalistas privados capaces de hacerlo y las grandes transnacionales no se interesaron, pues su objetivo fundamental fue el saqueo de las materias primas.

Podemos decir en resumen que el desarrollo económico del país se ha devuelto hacia un sistema económico donde se socializan los riesgos y se privatizan las ganancias, camino que el gobierno ha alentado y promovido con todos los recursos a su alcance.

D. POLITICAS GUBERNAMENTALES

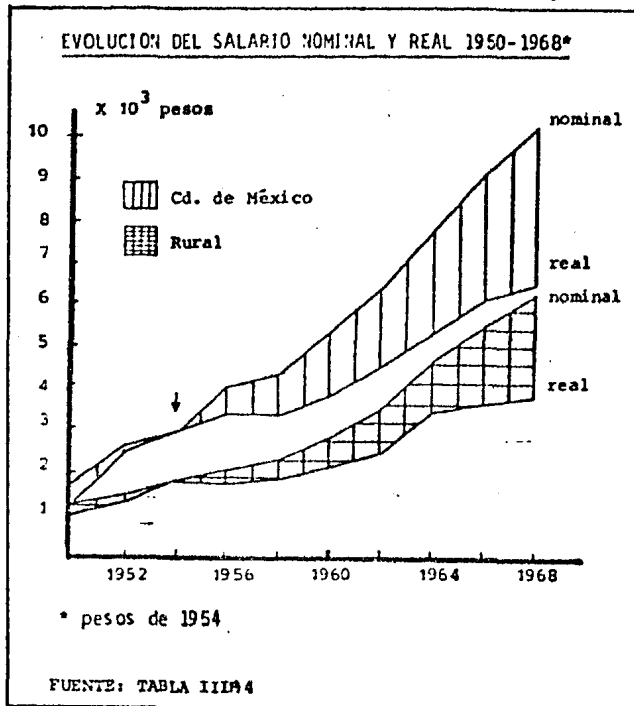
1. Política industrial

La política de industrialización acelerada durante el desarrollo estabilizador ubicó en el eje al proteccionismo destacando como instrumento fundamental los permisos de importación que sustentan en la mayoría de los casos a los aranceles.

En este esquema de crecimiento, la introducción acelerada e indiscriminada al país de los paquetes de inversión y tecnología extranjeros -al optar únicamente por el criterio de rentabilidad- es dirigida principalmente a los sectores que mantenían mayor dinamismo. Esta tecnología importada, al no sufrir ninguna modificación para incorporarla a las condiciones locales, continuaba encareciendo en términos relativos el factor trabajo y abaratando artificialmente el capital para el empresario, dadas las facilidades a la importación de maquinaria, los estímulos fiscales y a la capitalización intensiva de las unidades industriales, que durante el desarrollo estabilizador no cesaron de incorporarse.

Los incentivos fiscales fueron ampliamente utilizados para apoyar la formación de capital, renovar el capital fijo e incentivar la producción. Diversas leyes conformaron una política de protección, abrigo y fomento a los inversionistas. Para proteger a la industria infantil de la competencia externa se establecieron barreras arancelarias que a pesar de haber cumplido su objetivo se siguieron manteniendo. La política económica en favor de la industrialización también tuvo expresiones evidentes en los incrementos sucesivos del gasto público en la infraestructura urbana, en las bajas tarifas sobre los servicios proporcionados por el sector paraestatal y en el subsidio directo a actividades industriales específicas acentuando la concentración y la centralización industrial.

CUADRO III-5



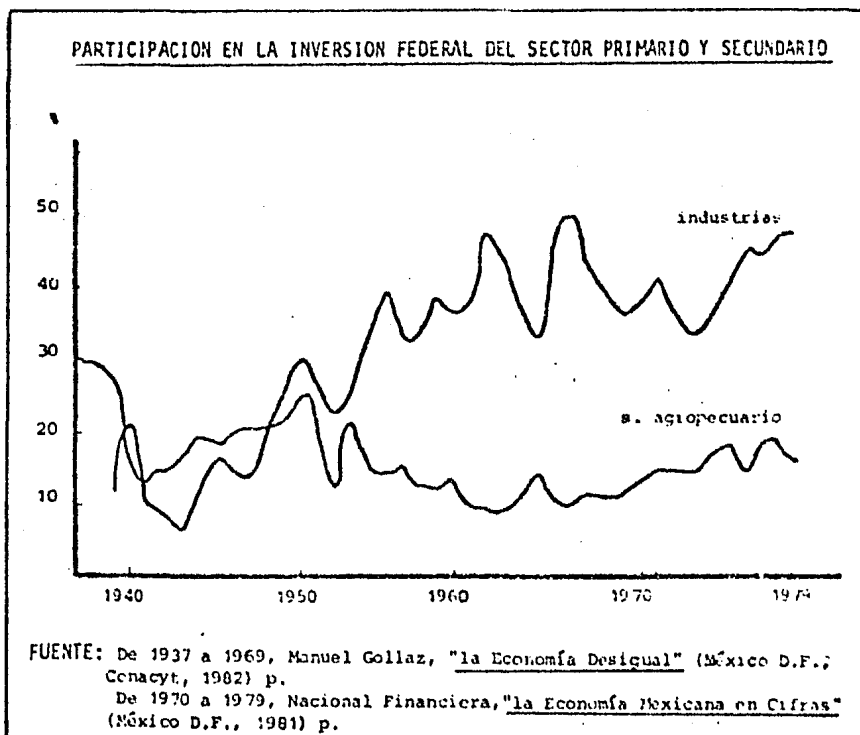
Por su parte el control político - de la fuerza de trabajo y su propio --- crecimiento físico mantuvieron bajos los salarios: así, mientras la política pro- teccionista abarataba el factor capital a los inversionistas, las políticas sin- dicales ejercidas por las centrales --- obreras charras no permitieron el enca- recimiento real de la mano de obra (Cua- dro III-5).

2. Política agropecuaria.

Tras el inicio de la reforma agrar- ria, a partir de 1935 y hasta 1960, el - sector agropecuario cumple la función -- de pilar del desarrollo económico para - iniciar, después, una decadencia que se convertiría en dramática en el presente. Esta situación tendría lugar por una var- riedad de factores. La orientación en -- favor de la política de industrialización ocasionaría una tendencia decreciente de la inversión pública en el sector prima- rio (Cuadro III-6). Por su parte las me- didas legislativas después de Cárdenas -

motivarían el rompimiento del modelo agropecuario: el ejido pasa de ser una - eficiente unidad producti- va a un medio de concen- tración de la lucha de - clases; a su vez se permi- tió crecer a la mediana - propiedad; la agricultura neolatifundista comercial de exportación, finalmen- te, desplazó al ejido al mismo tiempo que era pul- verizado por la división, la renta, el arrendamien- to, la venta etc.

CUADRO III-6



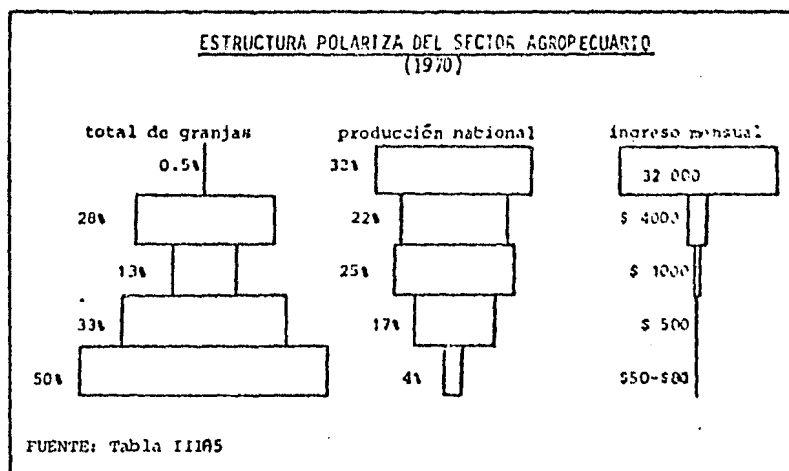
La estrategia de desarro- llo capitalista en el --- campo definió dos fenóme- nos: una agricultura bi-- polar y una nueva estruc- tura de clases en el cam- po definió dos fenómenos: una agricultrura bipolar y una estructura de clases

en el campo. El desempleo y la agricultura de consumo aparecen en un polo, y en el otro el latifundio o monopolio de la agricultura comercial de exportación (Cuadro III-7)

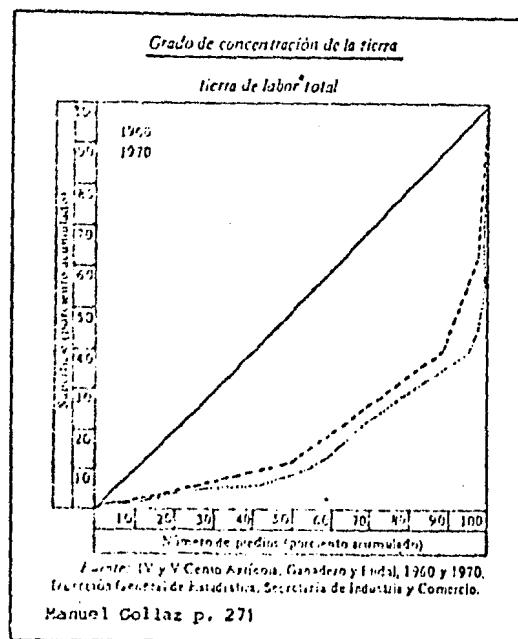
En cuanto a la estructura de clases, en la base de la pirámide podemos encontrar una clase trabajadora agrícola que no posee tierra (más de 3.5 millones) y un minifundio de subsistencia. Al centro de la pirámide están los propietarios medios - quienes explotan la fuerza de trabajo del proletario agrícola (subproducto del nuevo modelo de desarrollo) que cuentan con el 15.8% de los predios y producen el 47% de la producción. En la parte alta de la pirámide están los grandes propietarios, quienes concentran la técnica (62% del capital) así como los más altos volúmenes de producción (53.5%), y el más alto ingreso con el menor número de hombres ocupados¹¹. Esta relación se acerca al grado de concentración de la agricultura porfirista, en la que el 2% de los agricultores llegó a tener en su poder 70% de la tierra (Cuadro III-8).

Si bien la nueva agricultura bipolar cumplió una parte de los requerimientos de la industria en la etapa de sustitución fácil de importaciones, la inhabilitación del sector agrícola para soportar el proceso de industrialización mediante la sustitución compleja de importaciones, se ha revelado en forma patética en la segunda mitad de la década de los setentas. Por su lado la agricultura de exportación no está interesada en la reinversión y controla las transferencias de ganancias hacia otros sectores, además, la política del gobierno federal no ha hecho nada por asegurar ese propósito.

CUADRO III-7



CUADRO III-8



11. Carlos Perzabal, Acumulación capitalista dependiente y subordinada: el caso de México (1940-1978). (2 ed.; México: Siglo XXI, c1981) p.24.

La composición de los cultivos contribuyeron, también, a alterar el panorama agrícola del país durante la década de los setentas. Los precios de garantía aplicados por la Conasupo por encima de los precios internacionales --- subordinaron la producción a los criterios del precio y no coincidieron necesariamente con las necesidades nacionales de alimentos e insumos. De esta manera la ventaja comparativa regional del país fue distorsionada en vez de responder a los rendimientos por hectárea o a los criterios de identidad para producir, respondían más a las políticas de los precios, con un impacto negativo sobre la competitividad en los mercados externos.

La inmovilidad de tales precios de garantía hasta 1972 revela que la política sustitutiva de importaciones no se preocupó por aumentar el producto agrícola o el ingreso de los agricultores, y que en aras de incentivar la industria se subordinó a la agricultura como tributaria de aquella.

La política comercial no frenó la creciente intermediación agrícola; así - mientras la tierra se entregaba al campesino (cuando sucedía) no se le ofrecía alternativas para su producción se le entregara el último eslabón de de una -- cadena de intermediarios y coyotes.

Los resultados son contundentes: de 1960 a 1970 el sector crece a un volumen sólo de 3.6% promedio anual mientras que la economía lo hace al 7%; de 1965 a 1975 la agricultura se expande a sólo 1% anual promedio mientras la economía lo hace a 6.3% y la población al 3.4%, dando como resultado que México se convirtiera por primera vez en importador de productos agrícolas. Así, de ser un medio - de incremento del coeficiente de importaciones a través de exportar y de atraer divisas, el sector agrícola devino en una producción destinada a cubrir la insatisfecha demanda interna.

3. Política fiscal

A diferencia de otros países, en México la política fiscal no tuvo como objetivo garantizar al sector público un creciente monto de recursos para que siguiera cumpliendo cabalmente su función el aparato productivo, ni fue utilizada -- tampoco como instrumento redistributiva del ingreso que garantizara cierto dinamismo al mercado interno; antes bien, la política fiscal se caracterizó por su rezago que limitó crecientemente el papel del Estado y estrechó la demanda efectiva efectiva hasta reducir las propias alternativas del modelo de desarrollo adoptado.¹²

12. Luis Angeles, Crisis y coyuntura de la economía mexicana. (3 ed.; México, D.F.: El Caballito, 1982) pp. 22

Si bien el régimen de López Mateos, se planteó una modernísima reforma fiscal, se estableció un mecanismo que limitaba la subsecuente acción del Estado, al establecer que en lo sucesivo las propuestas serían previamente negociadas con los grupos privados afectados. En el siguiente sexenio ni por asomo se intentó establecer ningún cambio en el sistema tributario.

Los ingresos públicos vía fiscal sufieron constante deterioro a lo largo del desarrollo estabilizador y su participación en el financiamiento del gasto público resultó cada vez menor. La estructura impositiva benévola y la política de precios subsidiados seguida por las empresas públicas repercutió en un insuficiente nivel de ingresos, decreciendo en consecuencia el margen de ahorro corriente disponible para el financiamiento de la inversión.

La creciente necesidad por parte del sector público de allegarse recursos y su limitada capacidad para conseguirlos así como el objetivo de mantener la estabilidad y paridad cambiaria, condujeron a acelerar el desequilibrio presupuestal y de manera dramática la deuda pública externa, la que se incrementó de 574.8 millones de dólares para mediados de 1969 a 4263.0 en 1970.

4. Política financiera.

El crecimiento del ingreso nacional y los sucesivos aumentos de la tasa de interés en condiciones de estabilidad de precios, alentaron el ahorro interno y el dinamismo del sistema financiero; de tal forma que la participación de sus activos pasó del 20% del PIB al 33% durante la década de los setentas.¹³ Sin embargo las altas tasas de interés (9% promedio ante una inflación de 2 ó 3%) a los depósitos a corto plazo y a la vista, imprimieron a toda la estructura bancaria una liquidez y una volatibilidad altamente peligrosa por la facilidad del retiro de fondos en caso de pánico bancario como el de años más tarde.

Las unidades de más alta productividad industrial y las actividades comerciales fueron las más respaldadas por el crédito, marginando a las que producían bienes de consumo generalizado y a las actividades agrícolas, absorbedoras por naturaleza de fuerza de trabajo. Los financieros debieron cumplir cada vez más el papel que en otras circunstancias había cumplido la banca comercial. La política financiera, además, no estimulaba la competencia directa de las empresas por captación de ahorro mediante la emisión en el mercado de acciones.

La Nacional Financiera llenó el vacío dejado por la banca privada y fue la intermediaria de la mayor parte del crédito externo a plazos mayores de un año. Su apoyo se dirigió fundamentalmente a las industrias básicas.¹⁴ En 1960 el apoyo a las industrias básicas fue de más de 50%. En 1975 estas industrias representaron el 56% de los créditos y las obras de infraestructura el 31%.

13. Leopoldo Solís, La realidad económica mexicana: retrovisión y perspectivas. (11 ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 1981, c1970) pp. 173

14. Petróleo, electricidad, hierro y acero, transportes, cemento y materiales para la construcción, metales no ferrosos y minería.

IV. EL DESARROLLO COMPARTIDO (1970-1976)

En el inicio de la década de los setentas se manifestaron los primeros síntomas de la crisis estructural a la que tarde o temprano tenía que llegar el desarrollo estabilizador. Para ese entonces del desarrollo con estabilidad sólo quedan sus efectos desequilibradores.

La política económica emprendida por el naciente sexenio de Luis Echeverría guardaba una dualidad en sus objetivos: por una parte el Estado mantuvo las metas de antaño: estabilidad de precios y la balanza de pagos (representada por un tipo de cambio fijo y constante) y rápido crecimiento del producto real. Por la otra, intentó cambiar el énfasis del crecimiento industrial a toda costa ha cia las contradicciones por él acumuladas: en lograr aumento en el empleo y 15 mejorar el perfil de la distribución del ingreso y las condiciones de vida.

El voluntarismo con que se hicieron y ejecutaron los planes y programas, - sin embargo, frecuentemente olvidaron que dichas metas eran incompatibles entre sí, y que el logro de un objetivo llega a significar sacrificios de otros.

Para lograr estos fines se agregarían a los mecanismo implementados en el desarrollo estabilizador algunas políticas comerciales correctivas. De esta manera se agregaría al adecuado nivel del gasto público, el control del circulante y el endeudamiento externo, adiciones orientadas a bajar el proteccionismo. mejorar la eficiencia industrial, eliminar el sesgo antiexportador; fortalecer la competitividad internacional del país para reducir el endeudamiento externo, y una reforma fiscal vinculada al objetivo de redistribuir el ingreso. Con el gasto se propuso atender el desempleo, la baja productividad, los estrangulamientos de la industria básica y de los energéticos, los flujos industriales, el deterioro del sector agrícola y prácticamente todos los objetivos inimaginables de política económica, aún cuando fueran excluyentes.

Se orquestó, asimismo, una serie de cuestionamientos a la estructura productiva orientada a satisfacer las necesidades de una sociedad de consumo y no a las necesidades de las mayorías. Se empezaron a contemplar diversos factores para la planeación económica como el costo social, dependencia del capital extranjero

-
15. Las medidas tendientes a reducir las tensiones sociales y hacer menos injusto el proceso de desarrollo, no eran deseo personal del presidente en turno sino que representaban un imperativo impostergable, pues de no hacerlo los estallidos sociales violentos no se dejarían esperar. Y en efecto, la inestabilidad política estuvo presente durante todo el sexenio: zo nas de guerrilla, sindicalismo independiente, insurgencia estudiantil y - popular, etc.

endeudamiento, crecimiento de la población, urbanización, concentración y centralización del ingreso y de la actividad económica, transferencia de tecnología y la asignación de recursos.

A esta política de transformación no le quedó otra alternativa más que construir un sector público vigoroso que recuperara para sí la iniciativa perdida, que reorientara el rumbo e inyectara al crecimiento económico un nuevo impulso. Su principal instrumento fue el gasto público.¹⁶

Los nuevos propósitos del régimen echeverrista quedarían en intenciones pues los factores internos y externos se conjuraron para ampliar la crisis, ampliando la brecha de los desequilibrios económicos y sociales. La inflación se convertiría en un fenómeno cotidiano.

A la crisis estructural se agregó la del capitalismo internacional en uno de sus ciclos. La inflación con recesión a nivel mundial, la crisis de energéticos y la de alimentos¹⁷, la crisis monetaria y el abandono del patrón oro, así como los cambios en el comercio exterior internacional, condicionaron la marcha de la economía nacional.

En los años setentas todos los programas de desarrollo que el país propone se enfrentan a la restricción de la balanza de pagos como obstáculo y a la insuficiencia de ingresos corrientes de divisas como las principales limitaciones.

A. MEDIDAS INADECUADAS E INSUFICIENTES ANTE LA CRISIS

Si bien a partir de 1971 el Estado orientó su gasto a renglones estratégicos de la producción, esos proyectos, fundamentalmente de infraestructura; son de un largo proceso de maduración del capital y no fueron actividades que dieran una rápida respuesta para hacer menos graves los vigentes problemas del país; pero si no se hacía de esa manera, propiciaría serios estrangulamientos en la producción y con ello elementos para la inflación sostenida.

16. La participación del sector público en el PIB pasó del 11% en 1970 al 17.2% en 1975 y del 38% de la inversión bruta fija al 45% de ese mismo período. El sector paraestatal en 1975 contaba con 71 organismos descentralizados, 47 juntas de mejoras materiales, 351 empresas de participación estatal minoritarias. El sector aportaba 10.4% del PIB, 10.2% del total de ingresos tributarios, 12.3% de los sueldos y salarios, 11.7% de las exportaciones, 38% de la inversión bruta fija y 4% de la ocupación generada. - Luis Angeles p. 85.

17. La gravedad de la crisis ocurre en la escasez local de alimentos y de materias primas frente a la mayores alzas de precios en el mercado internacional de esos productos.

La orientación de la inversión pública (Cuadro III-9), dedicó sus recursos al gasto corriente, al sector servicios -materialmente improductivo-, a la infraestructura de apoyo a la inversión privada¹⁸ (continuando de esta manera el apoyo a la demanda de las clases media y alta) y no a la producción de bienes de consumo básico que demandaba la mayoría de la población. De esta manera a pesar de que el Estado recuperó su papel dirigente en la economía, lo que permitió derramar cantidades de dinero que aumentaron la capacidad de demanda efectiva de amplios sectores de asalariados, no se tuvo contrapartida en la producción de bienes y servicios.

CUADRO III-9

| DESTINO DE LA INVERSIÓN PÚBLICA 1970-1976 (porcentajes)* | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----|-------------------------------------|-------|---|----------------|---------|---|-------|----|--|------------------|-------|-------------------------------|------|---------------|-------|
| <table border="1"> <tr> <td>Financiamiento</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>agricultura, obras de riego y otras</td> <td>12.7%</td> </tr> </table> | Financiamiento | 16% | agricultura, obras de riego y otras | 12.7% | <table border="1"> <tr> <td>Comunicaciones</td> <td>21.5%</td> </tr> <tr> <td>ferrocarriles, caminos, puentes, puertos...</td> <td></td> </tr> </table> | Comunicaciones | 21.5% | ferrocarriles, caminos, puentes, puertos... | | | | | | | | | |
| Financiamiento | 16% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| agricultura, obras de riego y otras | 12.7% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comunicaciones | 21.5% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ferrocarriles, caminos, puentes, puertos... | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>SECTOR INDUSTRIAL</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>petróleo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>petroquímica</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>energía</td> <td></td> </tr> <tr> <td>otras</td> <td>4%</td> </tr> </table> | SECTOR INDUSTRIAL | 40% | petróleo | | petroquímica | 36% | energía | | otras | 4% | <table border="1"> <tr> <td>Beneficio Social</td> <td>19.5%</td> </tr> <tr> <td>salud, vivienda, educación...</td> <td>9.3%</td> </tr> <tr> <td>ser. públicos</td> <td>10.2%</td> </tr> </table> | Beneficio Social | 19.5% | salud, vivienda, educación... | 9.3% | ser. públicos | 10.2% |
| SECTOR INDUSTRIAL | 40% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| petróleo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| petroquímica | 36% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| energía | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| otras | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beneficio Social | 19.5% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| salud, vivienda, educación... | 9.3% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ser. públicos | 10.2% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transportes, turismo, administración y defensa correspondiente al 22.9% del Presupuesto Federal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FUENTE: Tabla III-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Al sobrepasar la demanda a la oferta en el corto periodo en que ocurrió se retroalimentó el proceso inflacionario.

Desde los primeros años de la década de los setentas la contracción de la inversión privada se sumó a los problemas estructurales acumulados¹⁹. La tasa de ganancia empresarial había manifestado una reducción debido a que la baja en la demanda efectiva por la regresividad de la distribución del ingreso -dejaba ociosa una fracción importante de la capacidad instalada, aumentando los costos de producción. Para mantener e incrementar las ganancias se aumentaron los precios contribuyendo a la espiral inflacionaria.

A pesar de que las utilidades asociadas a la influencia fueron crecientes, éstas no fueron reinvertidas, y cuando se hizo no se canalizaron hacia nuevos pro-

18. La política proteccionista del Estado no consiguió impulsar significativamente a la inversión privada en las ramas productivas que se caracterizaron por tener crecientes requerimientos, mayores densidades de capital, altas economías de escala y gran complejidad tecnológica; así como por períodos más largos de maduración de la inversión y mayores riesgos e incertidumbres. El agotamiento del proceso de sustitución de importaciones copó las posibilidades de inversión fácil. Por su parte la inversión pública nunca invirtió en ellas para no hacer la competencia a la inversión privada.
19. La inversión pública contrarrestó ciertamente en términos agregados la retractación de la privada, significando incluso que el total se incrementara. Sin embargo, no fue capaz de reactivar el proceso de expansión, por lo que la recesión no se vió aminorada efectivamente con el dinamismo desplegado ni con las modalidades que asumió el sector público hacia la superación de estrangulamientos.

yectos de inversión productiva, ni siquiera a la elaboración de bienes socialmente necesarios o a la construcción como se hacía antes, sino fundamentalmente a las actividades comerciales y servicios especulativos (conversión de recursos en moneda extranjera a plazo fijo o en inversiones en bienes raíces -- no nacionales, ocultamiento de mercancías etc.).

En cuanto a los instrumentos de la estrategia económica tenemos que a pesar de los grandes anuncios y amenazas, el crecimiento del gasto público no se acompañó de una verdadera reforma tributaria no de sustanciales modificaciones a los precios y tarifas del sector paraestatal²⁰, por lo que los recursos resultaron insuficientes para financiar los programas de inversión, además de -- acentuar la descapitalización de algunas empresas públicas. Esta situación hizo que el Gobierno Federal otorgara crecientes subsidios y aportaciones al capital.

La reforma fiscal necesaria para sanear las finanzas públicas y distribuir el ingreso fracasó en 1972 por lo que el gobierno se vió obligado a recurrir al tradicional endeudamiento externo e interno, entorpeciendo la consecución de -- los objetivos iniciales del régimen. Para agravar la situación, el crédito externo se tornó escaso y difícil de obtener, esto debido principalmente a la crisis mundial y porque México no tenía con que respaldarlos. El déficit tuvo que financiarse, también, con sucesivos aumentos del encaje legal, de convenios especiales con la banca privada y la cada vez más frecuente emisión primaria.

Esto rebasó las fuentes disponibles de financiamiento no inflacionario -- mientras el PIB creció en el sexenio 36% el medio circulante lo hizo a 381%).

B. SE DERRUMBA EL SISTEMA

El fracaso de la etapa del desarrollo compartido era inminente. Las medidas no fueron ni adecuadas ni suficientes para abatir la crisis²¹, además de que el sector privado no cumplió con el papel en la estrategia empleada. La política populista (a los ojos de la burguesía) de LEA produjo primero desconfianza y luego enfrentamientos entre la burguesía y fracciones del Estado. Esto retrajo más la inversión privada y al final del mandato se sucedió una fuga masiva de capitales calculada en 5,000 millones de dólares. Finalmente, la devaluación fue -- inminente y la crisis desembocó en un debacle de mayores proporciones.

21. En cuanto a las medidas de carácter social se tuvieron algunos logros pero la distribución del ingreso solo benefició a las clases medias y no a los trabajadores. Si en 1971 los pagos de sueldos y salarios representaron 28% del PIB, cuatro años después recibieron solo 26%.

20. Las alzas de precios y tarifas del sector paraestatal que por razones de descapitalización fue necesario hacer, dieron oportunidad a las grandes -- industrias de transferir a sus precios los aumentos en los costos, política que no pudieron seguir las más pequeñas que se descapitalizaron hasta salir del mercado o ser absorbidas, favoreciendo la concentración y monopolización industrial.

La escasez de opciones contra la recesión y el estancamiento, las limitaciones a la política económica interna, la vulnerabilidad del país frente a los acreedores, la presión por el abandono de las metas sociales; la reducción de posibilidades para la disposición de las divisas o alternativas crediticias, las restricciones al uso de los recursos nacionales y finalmente la fuga de capitales orillaron al Estado a contraer créditos con el Fondo Monetario Internacional (FMI) en septiembre de 1976 y que fueron ratificados con el nuevo gobierno.²²

La intervención directa del imperialismo en la economía sería el costo que México tenía que pagar por los créditos concentrados. El gobierno mexicano se comprometió entre otras cosas a:

1. Controlar la inflación mediante el congelamiento de salarios.
2. Disminuir el déficit del sector público (menos del 2.5% del PIB) y del endeudamiento externo (menos del 1.0% del PIB de 1979).
3. Eliminar progresivamente las barreras no arancelarias a las importaciones así como los estímulos (artificiales) e incentivos a la exportación.
4. Evitar que el empleo total del sector público aumentara en más del 2% en 1977.
5. Aceptar el establecimiento de directrices sobre el funcionamiento del sector paraestatal.
6. Abandonar la agresividad política internacional: el tercermundismo.

El convenio calendarizaba la utilización de los derechos de giro e imponía recomendaciones mediante compromiso cuyo cumplimiento sería verificado periódicamente por el Director Administrativo del Fondo, y por el mantenimiento del flujo de información que permitiera al personal de esa institución vigilar la marcha de la economía nacional y determinar previamente contratiempos, además de que se obligaba a consultar al FMI la adopción de medidas fundamentales de estrategia económica.

Los programas de la nueva administración debería ajustarse a estos lineamientos y efectivamente así se hizo y hasta más.

22. Un resumen del documento básico de tal compromiso se publicó en la revista Proceso número 19, 1977.

V. CONSECUENCIAS DEL DESARROLLO ESTABILIZADOR

A. CONSECUENCIAS ECONOMICAS

El resultado de la política económica durante el período del desarrollo estabilizador mostró dos características importantes: insuficiencia dinámica para crear empleos y una clara tendencia hacia el desequilibrio externo acompañado por un déficit creciente de las finanzas públicas.

El aparente auge de la economía tenía tras de sí una gran contradicción²³: mantener el equilibrio interno, es decir, el mercado de trabajo -entendido éste como la capacidad del sistema para absorber el incremento de la fuerza de trabajo- demandaba una tasa anual no menor de 7.5% del PIB, pero si ésta era superior al 6.5% se vería en serios aprietos la balanza de pagos.²⁴ O dicho sea de otra forma, si el déficit en cuenta corriente aumentaba en exceso, se tornaría difícil la obtención del suficiente crédito externo para poder beneficiar lo comprometiendo el tipo de cambio. Usualmente cuando se presentaba el dilema se optaba por reducir la tasa de crecimiento -tal es el caso de los años 1965, 1969 y 1971- y éste fue, quizás, el error más grave de este modelo de desarrollo: crear un desequilibrio creciente en el mercado de trabajo y el consiguiente deterioro de la distribución del ingreso.

Entre las características más relevantes de esta estrategia de desarrollo -sus consecuencias (de las cuales la mayoría persiste, y más aún, actualmente se han agravado) podemos mencionar las siguientes:

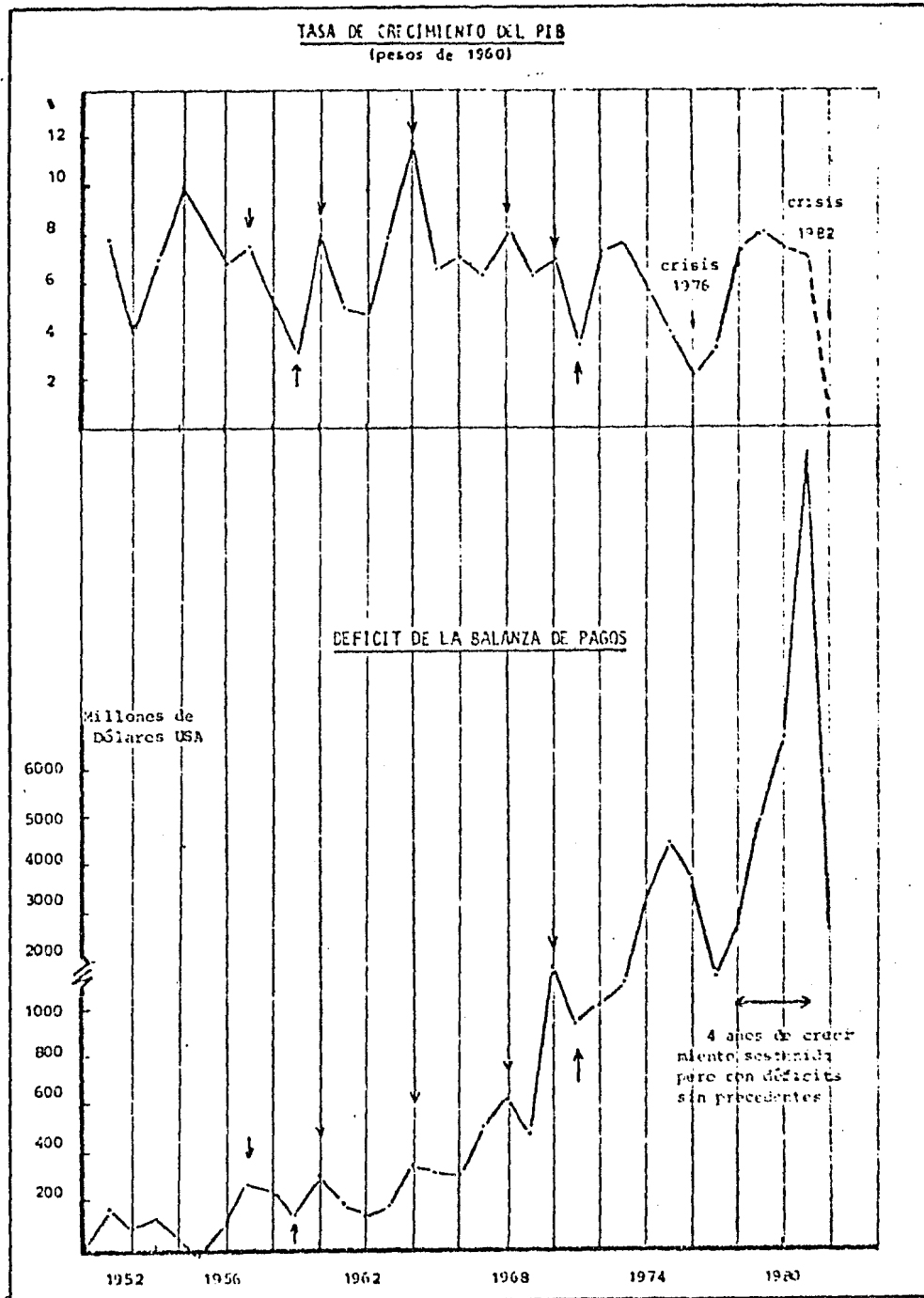
- El excesivo proteccionismo creó una producción industrial con altos costos, la cual necesitó de materias primas y medios de producción importados. Esta política, al no hacer competitivas las exportaciones, no pudo responder a la dinámica importadora; cada nueva adquisición en el exterior de bienes de producción requería de otras más²⁵. El aparato productivo empezó a depender en forma creciente de las compras al exterior generando la rigidez de toda la economía. Además, los bienes industriales resultaban frecuentemente más caros que los comprados en el exterior.

23. Leopoldo Solís, p. 105.

24. Cada vez que la tasa de crecimiento sobrepasaba 6% anual real, el déficit se acentuaba; en 1964, por ejemplo el PIB creció al 11.7% y el déficit se duplicó respecto a 1963; en 1968 el PIB alcanzó el 8.1% y el déficit se duplicó respecto a 1965 y 1966, tales desequilibrios tendieron a mantenerse una vez ocurridos. Cuadro III-10.

25. En 1975, por ejemplo, de cada dólar gastado en importaciones solo 29 centavos (dólar) se dedicaban a expandir la planta industrial productiva del país, y 64 a atender las necesidades de insumos importados de la planta existente. En 1960 se usaron 48 y 34 centavos respectivamente.

CUADRO III-10



- A raíz del aceleramiento de la industrialización, la balanza de pagos ha reportado saldos negativos, y muestra la rigidez del aparato productivo a las importaciones y a la dependencia.²⁶
- El sector agropecuario que debería jugar un papel importante en el desarrollo industrial en el período de sustitución compleja de las importaciones ha sido incapáz, debido a su estructura bipolar, de cubrir los requerimientos del sector industrial y, hoy en día, las necesidades básicas de la población.²⁷
- Tras la insuficiente entrada de divisas por exportaciones, el mecanismo con que se pudo cubrir el déficit de la cuenta corriente fue mediante la aceleración de la inversión extranjera directa y la contratación de préstamos a largo plazo²⁸ (inversión extranjera indirecta). La primera sin ser inflacionaria promueve ciertamente el crecimiento pero a un precio!. En menor medida ayudaron las divisas generadas por el turismo.²⁹

- 26. A partir de 1951 los saldos en cuenta corriente han sido negativos. En 1950 las exportaciones significaron el 82.7% de las importaciones, en 1960 el 62.3% y en 1970 solo el 55.4%.
- 27. En el quinquenio 1965-1970 el producto per capita de productos propios de la dieta nacional fue de -2.1 para 1965 y -3.5 en el lapso 1970-1977. Luis Angeles p. 71.
- 28. La deuda externa creció de 1327 millones de dólares a principios de la década de 1960 a 4200 en 1970; para ese último año 26.3% de los ingresos del sector externo se destinaban al pago de los servicios de la deuda.
- 29. La inversión extranjera; en 1950 resultó ser 9% del valor de las importaciones, en 1960 de 5.7% y diez años más tarde de 7.9%. Por su parte el turismo aportó en los mismos años 18.6%, 13.1% y 17.8% del valor de dichas importaciones. Estos últimos beneficios se ven acaparados por las compañías hoteleras y de aviación extranjeras, y por si fuera poco, la mitad del valor de esos ingresos son anulados por las erogaciones de los turistas nacionales en el exterior.

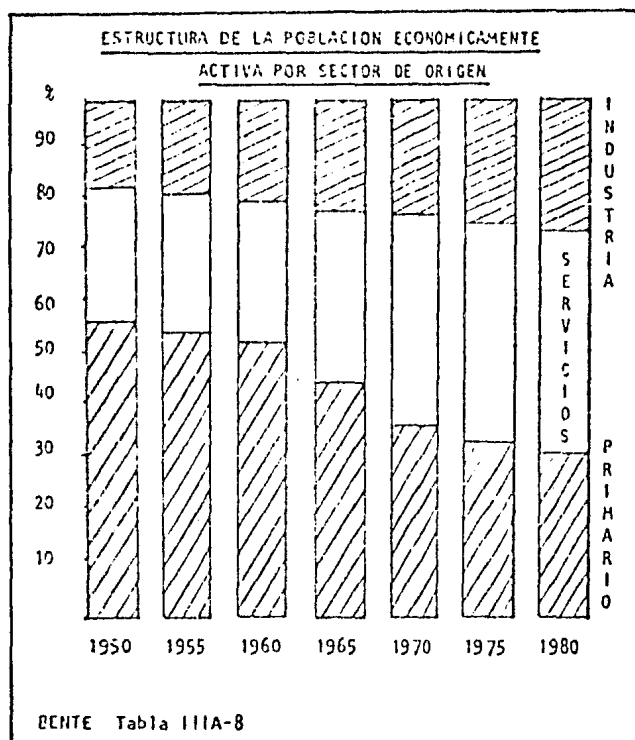
- La inversión extranjera directa generó un proceso de descapitalización -- creciente porque las ganancias de las empresas extranjeras remitidas al exterior resultaban mayores que su inversión³⁰. Además que provocaban -- una acelerada desnacionalización de la industria en virtud de la absorción mediante la compra o liquidación de las empresas mexicanas por parte de la gran empresa, fundamentalmente transnacional³¹.
- El tipo de cambio fijo concebido como valor supremo de la política económica no permitió que los precios relativos (internos-externos) se movieran en favor de las exportaciones; así, el tipo de cambio, pegado, significó un subsidio indirecto para el sector privado, porque el déficit derivado de importaciones baratas se financiaba con deuda pública.
- La política económica de desarrollo altamente proteccionista distorsionó el uso del capital y el trabajo, usándolos incluso a la inversa respecto

30. Sin duda, invertir en México es un gran negocio. De 1960 a 1965 por cada dólar invertido se obtuvieron de utilidades 1.62 dólares. En los siguientes cinco años se pasó a 1.87 dólares y de 1975 a 1980 a 2.39 dólares de utilidad por cada dólar invertido.

31. La estrategia de desarrollo coincidía con la del gran capital, en virtud de que podía aprovechar mejor el mercado interno y otras ventajas comparativas con el país de origen, como mano de obra barata y la posibilidad de eliminar la tecnología obsoleta en el país industrial. Carlos Perzabal nos comenta: "Para 1970 la industria de la transformación absorbe el mayor peso específico de la inversión extranjera: en la industria alimenticia de las 500 mayores empresas, 22 de ellas (48% del capital) son extranjeras, en las que Estados Unidos tiene un 90% del total. De las 337 empresas productoras de bienes de consumo, 13% son extranjeras. De las 500 -- grandes empresas productoras de bienes de capital 18 de estas, dedicadas a la construcción de maquinaria y equipo, son extranjeras y el 90% en manos de gringos. De las 938 empresas más grandes del país, 116 son productoras de bienes de capital y 53% son extranjeras." Carlos Perzabal p.56.

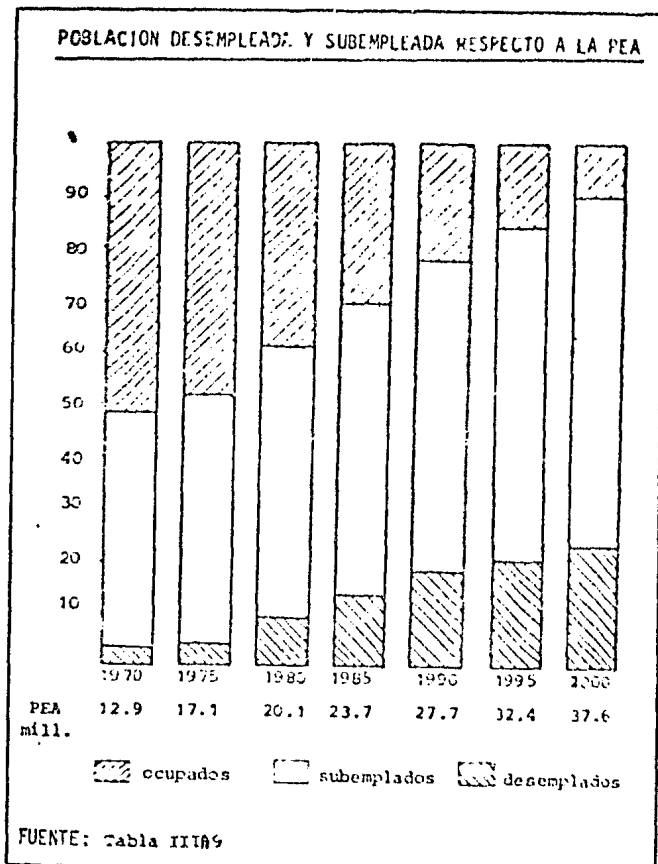
a la dotación nacional de factores. Se usó abundantemente el factor escaso, el capital, y poco el factor abundante, la fuerza de trabajo. De esta manera el proceso de modernización incrementó la densidad de capital y redujo la capacidad de absorción de mano de obra en las actividades industriales³². La mayoría de los empleos que se creaban eran en el improductivo sector de servicios (Cuadro III-11).

CUADRO III-11



32. Según el Censo General de Población de 1970 existía un déficit de 600 000 ocupados en la industria de la transformación; 3 484 300 campesinos (de los 5 millones en promedio de 1940-1970) permanecían subocupados, es decir carecían de tierra y/o ingreso mínimo de subsistencia. En ese año el comercio tenía un déficit de 373 000 empleos y los servicios de 842 000 puestos 30.8% y 16% de la PEA ocupada en esas áreas. En la década de los 60 el ritmo de crecimiento de la PEA del sector agrícola era de 3.7% anual y sólo absorbía 0.4%. De seguir estas tendencias, y tal parece que así sucederá, para el año 2000 sólo tendrá trabajo el 10% de la PEA (cuadro III-12).

CUADRO III-12



- Relacionado con lo anterior, el Estado favoreció a las ramas de la manufactura que mostraban mayor dinamismo, -- precisamente, las más intensivas en el uso de bienes de capital³³; aunque el tipo de bienes creados se dirigieron a estratos sociales privilegiados.

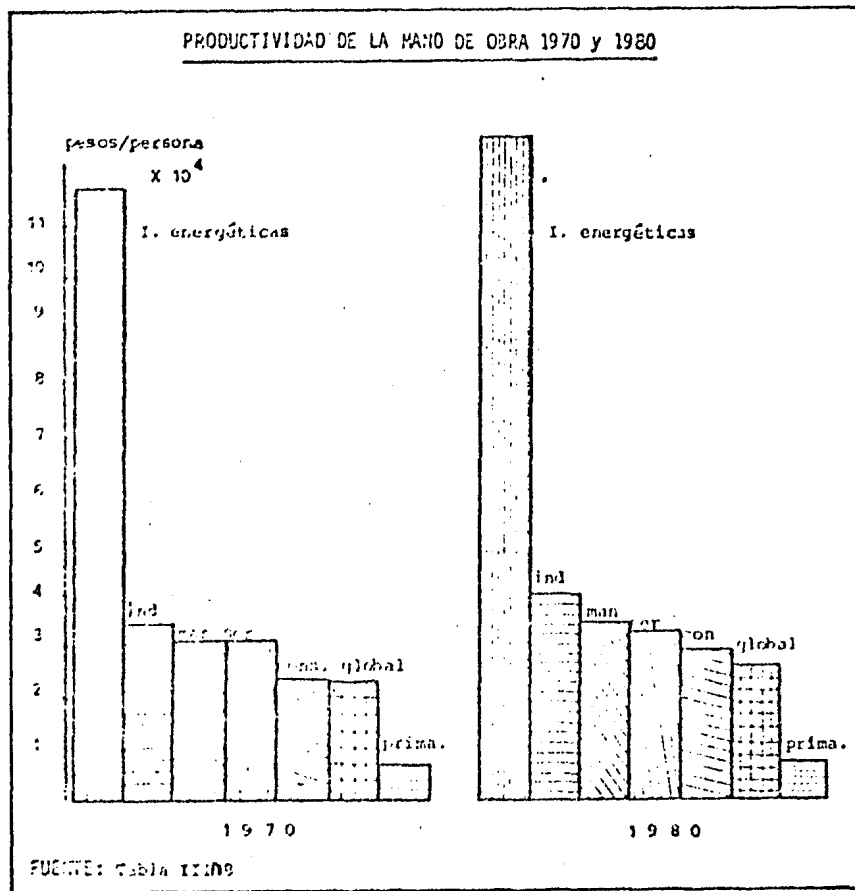
- Las empresas más dinámicas se localizaron en actividades altamente capitalizadas, en ramas como la petroquímica y química, artículos electrodomésticos, industria automotriz y en otros bienes de consumo duradero propios del nivel de vida de las clases medias y altas. - El capital financiero apoyó vigorosamente a las grandes, crecientes, modernas y productivas industrias de artículos sofisticados.

- El modelo de desarrollo sofisticado -- técnicamente y excluyente socialmente fomentó la concentración del ingreso y que apenas se vio atenuada por la participación relativamente constante de los estratos medios y aun creciente de los medios superiores, pero claramente en contra de las clases con ingresos más bajos.

- La necesidad de mantener el equilibrio social indujo al Estado a hacer -- concesiones a los trabajadores en el terreno económico que encarecieron -- desde el punto de vista de los empresarios pequeños y medianos, artificialmente el trabajo. Las grandes empresas fueron las que obtuvieron mayores -- alicientes y las que mantuvieron un ritmo de crecimiento mayor, favoreciendo la tendencia al monopolio y a la concentración.

33. Se profundizaron las diferencias en los niveles de productividad por hombre ocupado en los diversos sectores. Si para 1960 la productividad anual promedio por trabajador dedicado a las actividades primarias equivalía a poco más de la quinta parte de la que generaba un hombre ocupado en el -- sector industrial o el de los servicios, para 1970 la productividad de un trabajador agrícola era veinte veces más pequeña que la de un trabajador de la industria eléctrica y doce veces menor que en el comercio (cuadro - III-13).

· CUADRO 111-13



- El estilo de desarrollo subordinó a todos los niveles la vida económica del país y la hizo más dependiente. Las transferencias de riqueza a los países altamente industrializados, que controlan con sus inversiones sectores estratégicos de la economía³⁴, han sido mayúsculos. Por si fuera poco sus capitales financieros conforman los organismos de crédito internacionales a los que México recurre para solventar sus necesidades de capital. Por tanto, dependemos del sistema y condiciones de crédito internacional para financiar la acumulación de capital al interior de nuestra economía.
- La tradicional dependencia con los Estados Unidos lejos de diluirse se -- profundizó aún más³⁵. El modelo no pudo diversificar el mercado del sector externo imponiendo una rígida estructura en las importaciones y exportaciones lo que ayudó a predeterminar el carácter de la estructura productiva y por lo tanto de los bienes que se produjeran a través de las tecnologías impuestas.
- La industria aunque cubrió buena parte de los bienes de consumo, dejó fuera de la economía a la producción de bienes de capital, y dependió para el reemplazo de dichos bienes de importaciones en aumento³⁶. Con ello se subordinó la estructura del PIB y de los productos que exportamos.

-
34. Mientras en 1940, la inversión extranjera se concentraba principalmente en las comunicaciones, energía eléctrica y minería, para 1950 las manufacturas adquieren el principal destino con 25% de ellas; la energía eléctrica el 24.2%, la minería 19.8% y las comunicaciones y transportes con 13.3%. En la década de los 60, la manufactura concentra 55.8% de la inversión y el 74.2% en 1968. La minería declinó hasta el 6% en ese último año. Carlos Perzabal p. 57.
35. La dependencia comercial con los Estados Unidos siempre ha sido enorme, - nuestro comercio exterior es un cautivo de las economías dominantes y principalmente de los EU. En 1940 controló el 78.8% de las importaciones y el 89.4% de las exportaciones; en 1950 el 84.4 y 86.3 respectivamente. A pesar de esta participación ha disminuido. En 1970 hasta colocarse en 63.6 y 60.7 respectivamente, ha aumentado la dependencia con el mercado común europeo. De 10.4% de las exportaciones y 5.5% de las importaciones en 1950 a 15.6 y en 1970. Así en 1970, México efectuó más del 80% de su comercio externo con los países mas desarrollados del mundo capitalista, por tanto, la reproducción de su capital social y el establecimiento de las proporciones de la estructura económica dependen del intercambio con las economías dominantes.
36. En 1970 las importaciones de bienes de consumo, gracias al proceso de sustitución, significaron el 21.4% mientras que los bienes de producción constituyeron el resto. De 1970 a 1973 se mantuvo esta tendencia para situar la participación de estos últimos en 78.5, 80.3, 77.6 y 75.6% respectivamente. De estas 30%, aproximadamente corresponde a materias primas y 45 a 48% a bienes de inversión (máquinas para agricultura, la construcción, industria productos intermedios, herramientas, refacciones). Existe además una creciente importación de máquinas de impulsión mecánica: en 1960 se importaron con valor de 52.3 millones de dólares, en 1970 por 179.8 y en 1973 por 242 millones de dólares. Banco de México informes anuales.

- La producción interna de bienes de capital nunca fue suficientemente alentada en razón de que se mantuvieron bajos los precios respecto a la demanda, lo cual propició que los inversionistas optaron por importarlos. Además, nunca se elaboró una política industrial que promoviera la integración del aparato productivo con la producción de bienes de capital, pues hubiera sido contraria a la idea de estimular la capitalización fácil de las -- empresas privadas.
- La estructura de las exportaciones³⁷ responde al carácter de la estructura y a la naturaleza que le imprime el producto y como en México se orientó fundamentalmente la producción al mercado interno, no se cubrieron, en costos y calidad, las características de las condiciones del mercado mundial. Tal estructura es una característica del país dependiente y subdesarrollado cuyo aparato productivo es desigual y se liga a los requerimientos im--puestos por el mercado mundial capitalista.
- No se contempló factores esenciales en el proceso sustitutivo de importa--ciones: la generación o adaptación de tecnologías, las economías a escala y la estrechez del mercado, el proceso oligopolítico y sus consiguientes efectos sobre los niveles de eficiencia y uso de la pnata industrial; de la misma manera tampoco se consdieró un proceso paralelo de producción -- de productos exportables. "Así, esta etapa del viejo modelo de desarrollo hacia adentro se desarrolló de espaldas a los cambios que se produjeron en el resto del sistema efonómico mundial".³⁸

37. El sector productor de bienes de consumo en las tres décadas (1950-1970) ha contribuido a las exportaciones en forma predominante con más del 50% en promedio, en 1960 con el 44.7%, en 1970 con el 55%; si tomamos en cuenta el sector agropecuario en lo referente a semillas y animales, el porcentaje se eleva un poco más. Las materias primas y auxiliares (agrupadas en la fuente que cita como bienes de inversión) representan el segundo -- orden de importancia: fueron de 53.1% en 1960, 46.2% en 1965, 36.7% en -- 1970 y 36.2% en 1972. Los bienes de producción: materiales de construcción herramientas, accesorios, refacciones y partes sueltas, maquinaria, equipo y vehículos, representan un nivel insignificante: el 2% en 1960, 3.4% en -- 1965; 7.5% cinco años después y 8% en 1972. La exportación de maquinaria -- es incipiente (0.5% en 1960, 1.8 en 1970 y 3% en 1972). Banco de México, -- informes anuales, citado en Carlos Perzabal p. 60.

38. Luis Angeles p. 55.

- Se conformó un aparato fiscal sumamente benigno para el factor capital de tal manera que el sistema tributario resultaba casi el paraíso. Esto debido principalmente al trato favorable a los sectores de mayor capacidad contributiva, los objetivos estabilizadores y la abrumadora existencia de estímulos fiscales, así como la no afectación al potencial tributario y al patrimonio.
- El deterioro de las finanzas públicas³⁹ y las bajas tarifas de los bienes y servicios estatales impidió al gobierno seguir manteniendo el papel de promotor del desarrollo. Sus endeble finanzas propiciaron el atraso de la producción en ramas claves como la siderurgia, el petróleo, la electricidad, la petroquímica, los fertilizantes; el estrangulamiento en el sistema de transporte ferroviario y portuario, el deterioro severo del sector agrícola y el rezago del gasto público en bienestar social.

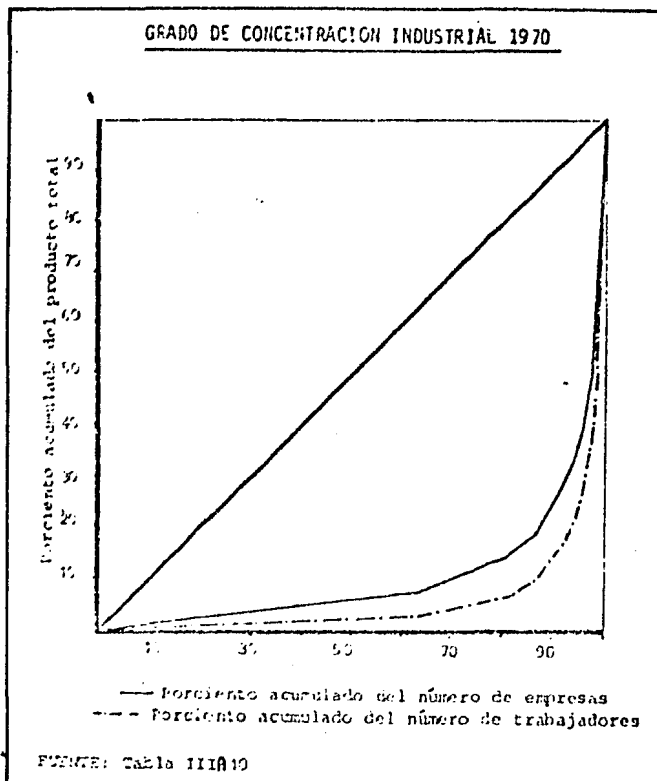
39. De ser un importante generador de ahorro, el sector público vio disminuída esa capacidad; en 1965 su relación ahorro-inversión era 83%, 51 en 1970 y 15 en 1974, para hacerse cero en 1975. Luis Angeles op. cit.

- La inversión pública no respondió a una estrategia de largo alcance sino a una política de corto plazo, y tampoco al propósito de tomar la iniciativa en el proceso de acumulación sino más bien al de suplir y compensar las diferencias de la inversión privada.
- Una importante característica de las recientes tendencias de la industrialización es el alto nivel de concentración y centralización que ha resultado de la monopolización de los principales sectores de la economía.⁴⁰ La presencia del capital monopolista nacional y extranjero no permitió -- que el aparato comercial, financiero y productivo creciera condicionado -- por la libre competencia (forma clásica del capitalismo), de manera que se impuso un desarrollo desigual y concentrado, un mercado con formas monopólicas de realización y una alta concentración de los sistemas financieros. (Cuadro III-14).

40. En 1960, 407 empresas con una producción mayor a los 50 millones de pesos se apropiaron del 28.5% del capital y contribuyeron con el 33.3% de la -- producción bruta; en 1965 esas mismas empresas controlaban el 46.3% y el 46.6% respectivamente. Según los datos censales de 1970 el 0.6% de las empresas (771) controlaban el 56.1% de la producción, 55.4 del capital invertido, 29.5 del personal ocupado y 47.7% de las remuneraciones totales. En contrapartida el 97% de los establecimientos representaban únicamente 18.1% del valor de la producción y un porcentaje similar del capital invertido, 44.9 del personal ocupado y 24.6% de las remuneraciones totales. (Datos de Gustavo Aguilera citados por Carlos Perzabal op sit).

Si se hace un desglose por rama de actividad se aprecia con mayor claridad hacia donde se dirige la monopolización; en 1967 el 90% de -- los predios dedicados a actividades agropecuarias solo absorbían 5.6% del capital destinado a la maquinaria y equipo mientras que el diez por ciento restante concurre con el 94%; el 3.3 de las granjas participaba con alrededor del 75% del capital, y más aún, el 1.6% de los predios acapara el -- 67.2% de la riqueza agrícola (terrenos, construcciones, instalaciones, ma -- quinaria y equipo, etc.). En el comercio 4.7% de los establecimientos e -- xistentes en 1965 manejaban más del 84% del capital y el 1% de ellos el -- 50%. En los servicios ocurre algo similar: menos del 1% de las empresas -- disponía del 57% del capital de su actividad. En la industria existían -- ese año 136 mil establecimientos, pero la industria del hierro y del ace -- ro era controlada por 9 empresas, la del cemento por el mismo número, la automotriz por seis; la de tractores agrícolas por dos, la minería por -- seis, el vidrio por una, etc. En 1967 operaban 105 bancos pero los ocho -- principales absorbían 60.3% del capital. (Datos de Alonso Aguilar op sit).

CUADRO III-14

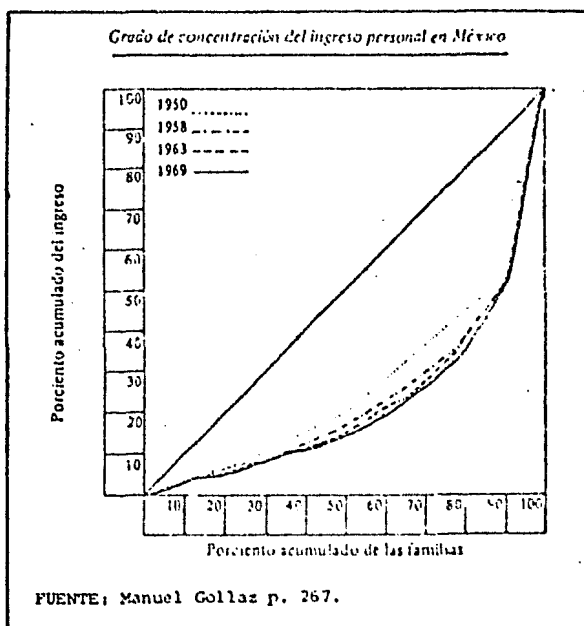


B. CONSECUENCIAS SOCIALES

La política de crecimiento además de distorcionar la planta industrial y toda la economía tuvo graves implicaciones de tipo social. La industrialización basó su desarrollo cualitativo en la excesiva concentración del ingreso, en la subsecuente explotación de los trabajadores del campo y de la industria, y en el deterioro de los salarios reales. El fomento de los servicios asistenciales y educativos, que fueron concebidos como forma distributiva, fueron insuficientes, inadecuados y localizados en determinadas zonas urbanas. Las medidas emprendidas por LEA no cambiaron la situación y en algunos casos la empeoraron.

Después de setenta años de lo que la jerga del PRI ha sido una revolución "ininterrumpida" con justicia social y más objetivamente seis décadas de rápido, turbulento y contradictorio desarrollo del capitalismo mexicano la distribución del ingreso y sus consiguientes resultados sociales nos señalan el verdadero carácter del "desarrollo revolucionario".

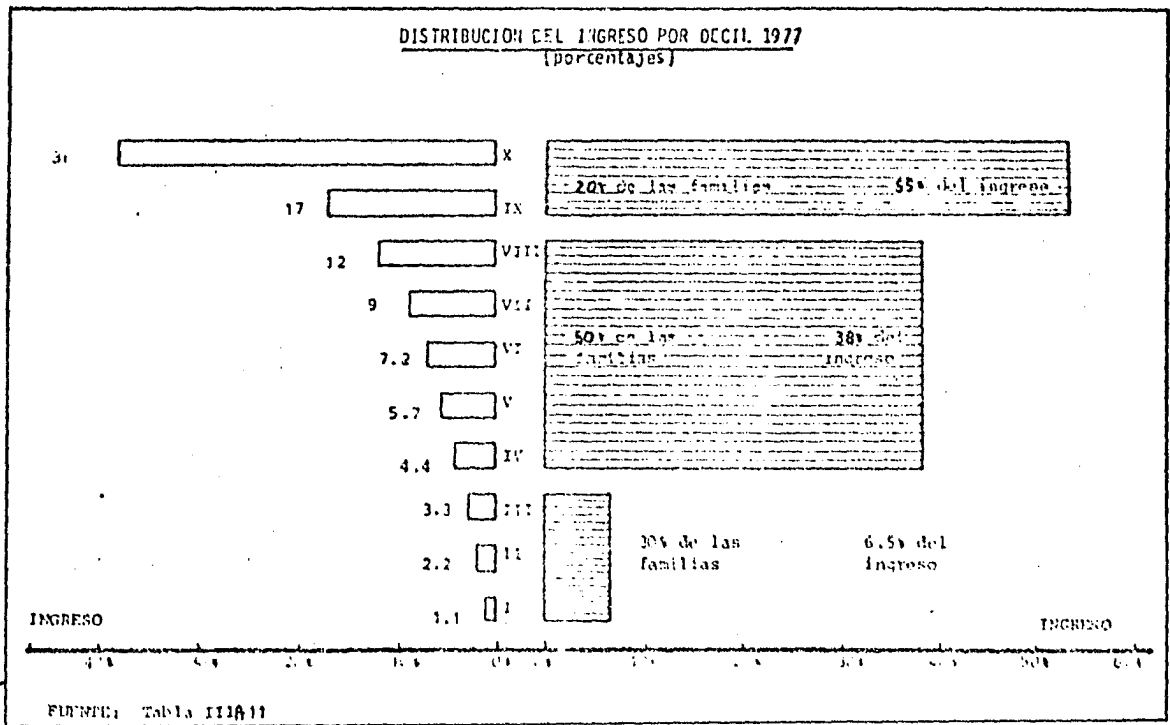
CUADRO III-15



1. Distribución del ingreso

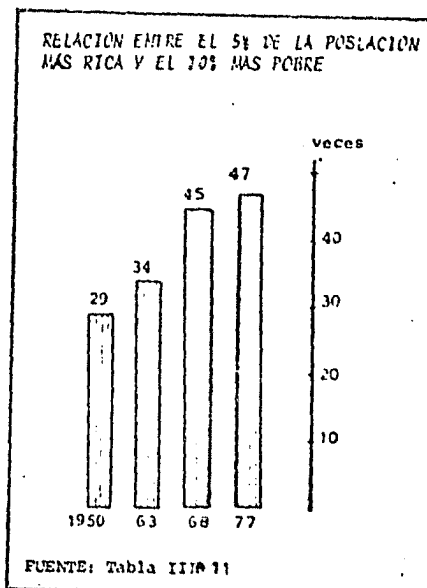
- México es uno de los países con más alta concentración del ingreso personal. Este se ha ido empeorando año con año (Cuadro III-15).
- En 1977 el diez por ciento de las familias más pobres (decil I) percibían un poco más del 1% del ingreso familiar del país. Los cuatro estratos de más bajos ingresos (decil I a IV) alrededor del 11%.
- El diez por ciento de las familias más ricas (decil X) se apropiaba del 39%. (Cuadro III-16).

CUADRO 111-16

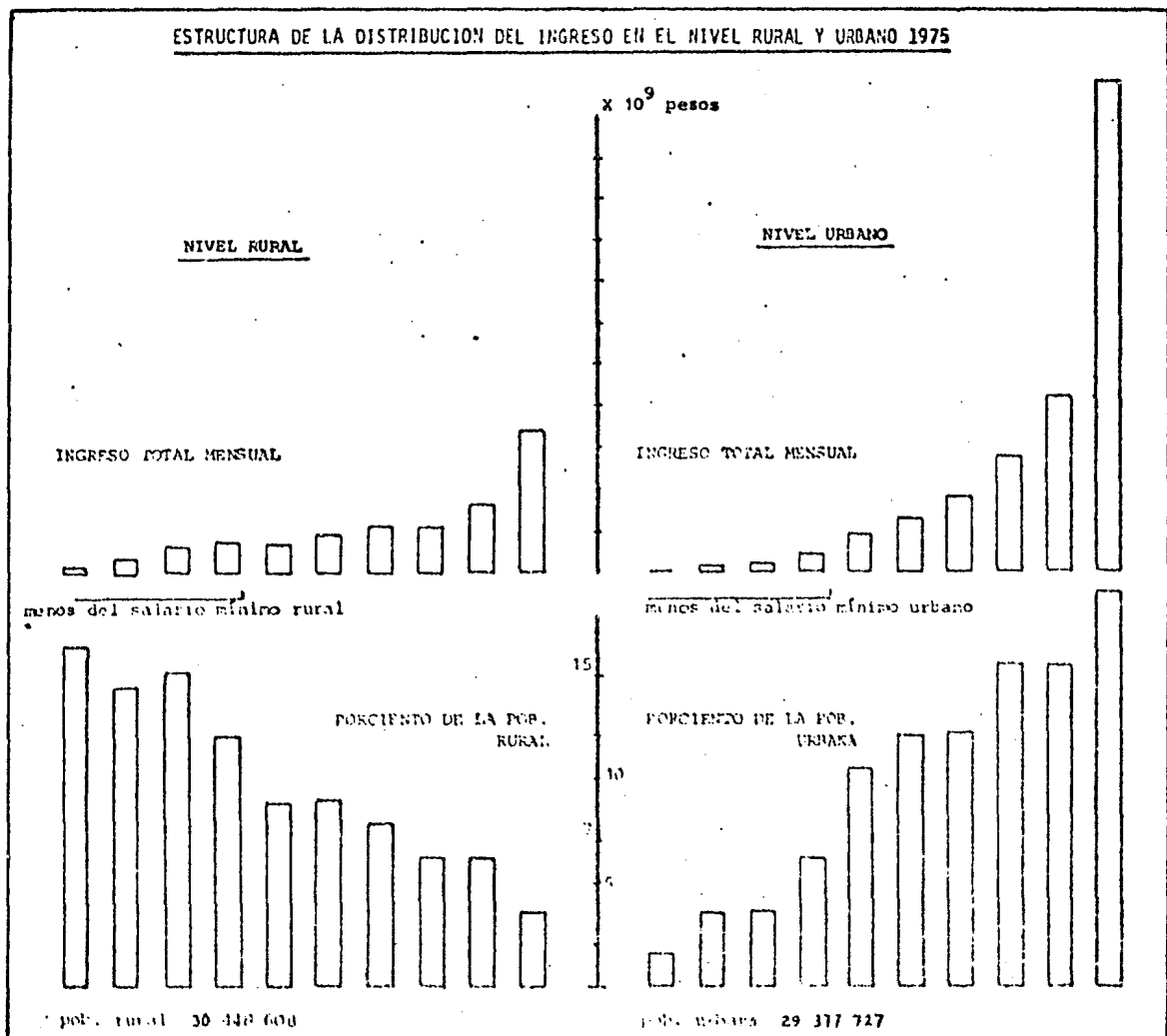


- En ese mismo año el 5% de las familias de mayores ingresos (deciI X_b), alrededor de 500 000 familias se apropiaban del 25% del ingreso.
- En 1958 el 5% más rico tenía un ingreso 22 veces mayor que el 10% más pobre; en 1970 esta relación era 39 veces. En 1968 la relación entre unos y otros era 44 y nueve años después, 47 veces. Así, el decil X_b tiene un ingreso casi 50 veces superior al percibido por el diez por ciento de las familias más pobres. (Cuadro 111-17).

CUADRO 111-17



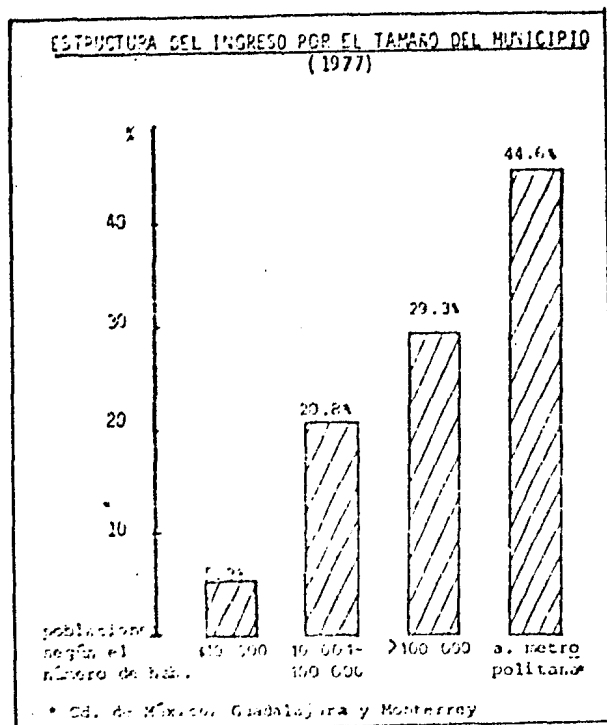
CUADRO III-18



- En 1977 el 70% de las familias mexicanas⁴¹ tienen un nivel de ingreso inferior al promedio nacional.
- En términos per cápita, en 1958, el ingreso urbano fue dos veces mayor que el rural, mientras que para 1970 esa relación fue 2.65 veces. Cinco años después la situación había empeorado más aún (Cuadro III-18).

41. Enrique Hernández (y) Jorge Córdoba, La distribución del ingreso en México (Cuadernos del CIIS, 5; México, D.F.: Centro de Investigación para la integración social, c1982) pp.

CUADRO III-19



- Hasta antes de 1970 entre el 40 y el 50 por ciento de la población se encontraba altamente marginada. En este contexto se define como marginado a aquel que no percibe el ingreso medio rural de su área. Un 70% de los marginados del sector rural (donde se encontraba poco más del 45% de la población de 1970) y cerca de un 30% en el área urbana (con el 55% de la población) da un total de marginados entre 40 y 50% de la población total.

- Entre 1963 el 70% de las familias rurales no percibió ni siquiera el ingreso medio rural, ya de por sí bajo.

- Entre el 70% y 80% de las familias dedicadas a alguna rama de actividad no ganaban el ingreso medio del sector. Entre el 50 y el 79% de las familias en 1968 no sobrepasaban el ingreso medio del sector en 1963.

- En 1970 entre el 70 y 80% de las familias no devengaban el ingreso medio del estado al cual pertenecen,

- El 10% más pobre de los hogares mexicanos, corresponde al 0.89% del ingreso y un 1.17% del gasto monetario de 1977. El 10% más rico reciben 36.7% del ingreso y gastan el 35.3% del gasto. Sus ingresos promedio son 3.7 veces superiores al promedio nacional y su gasto promedio 3.5, el de referencia para todo el país.

- El 20% de los hogares más pobres reciben sólo 3.9% del ingreso, el 30% de las familias de más bajos recursos llega sólo a recibir el 6% y, más drásticamente, el 50% de los hogares a nivel nacional, es decir la mitad de la población del país en 1977 le corresponde apenas el 16.2% del ingreso corriente monetario semestral.

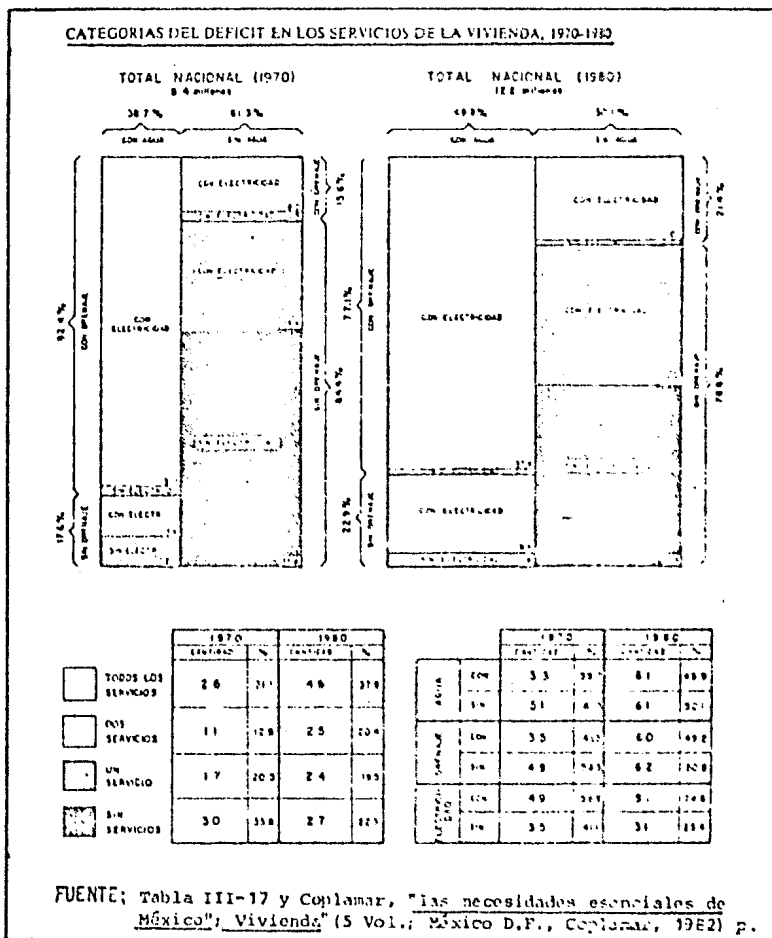
- Los hogares de altos ingresos se concentran en las áreas metropolitanas, lo que indica que un alto porcentaje de los beneficiarios de la actividad nacional se ubican en áreas urbanas. Mientras que el 12.5% de los hogares se localizan en municipios de hasta 10 000 habitantes y reciben 5.3% de los ingresos, en las áreas metropolitanas (Cd. de México, Monterrey y Guadalajara) se concentra el 26.7% de los hogares y el 44.6% del ingreso. Sólo la Cd. de México absorbe el 35% del ingreso monetario semestral (Cuadro III-19).

2. Vivienda (1970)⁴²

Del total de viviendas (8.4 millones), el 58.7% fueron urbanas y el 41.3% rurales. Los ritmos de crecimiento de las primeras en el período 1960-1970 fue 4.5% anual y 0.5% en las segundas, tasas menores a sus correspondientes poblaciones.

- Existen 17 millones de cuartos (11.8 urbanos y 5.2 rurales); esto es, en promedio, dos cuartos por vivienda (2.4 en la vivienda urbana y 1.5 en las rurales); 2.2 millones de cuartos se usaron como cocina y dormitorio (estos últimos no se contabilizaron dentro de los 17 millones).
- El 75% de las viviendas, que albergaban 38 millones de habitantes, tienen uno o dos cuartos. Las viviendas con un cuarto albergaban, en promedio, 5.6 ocupantes y las de dos cuartos 3.2 personas.

CUADRO III-20



- El 73% de las viviendas rurales sólo tienen un cuarto.

- El 44% de las viviendas estaban construidas con muros de tabique y ladrillo, el 30% de adobe, 15% con madera, 5% con barro y 4.8% con otros materiales. El 80% de las viviendas construidas con el primer tipo de material se localizaban en localidades mayores de 2,500 habitantes.

- El 61.2% de las viviendas no contaban con agua potable entubada (toma domiciliaria), es decir, 31 millones de personas (61.2% de la población) no contaban con el líquido vital. En 1980 ascendía a 34.3 millones de habitantes (50.7% del total de viviendas). (Cuadro III-20).

- El 82.9% de las viviendas rurales no contaban con toma domiciliaria, mientras que el 54% de las viviendas en localidades mayores de 2,500 habitantes contaban con el elemento.

42. Coplamar "Las necesidades esenciales de México; vivienda" III(5 vols.; México D.F.: Siglo XXI, 1982).

- El 58.5% de las viviendas no contaban con drenaje, es decir, 29.8 millones de personas (58.8% del total) carecían del servicio. En 1980, 50.8% de las viviendas (34 millones de habitantes).
- En 86.2% de las viviendas rurales y el 6.39% de las urbanas no tenían drenaje.
- El 20.5 millones de personas no tenían energía eléctrica (40% de la población y 41% de las viviendas).
- 15 millones de pobladores rurales no tenían energía eléctrica (72% de las viviendas en el área rural) mientras que el 80% de las viviendas urbanas sí se veían favorecidas con el servicio.
- En el medio rural 19.8 millones de personas habitaban viviendas con capacidad real para 2.2 millones de personas. En el medio urbano la capacidad era 6.1 millones pero las habitaban 25.1 millones.
- Casi dos millones de familias (11% de la población) no tenía vivienda. Del total de familias sin vivienda, la mayor parte, 1.41 millones habitaban en el medio urbano y 0.55 millones en el medio rural.
- El 40% de las viviendas rurales además de estar hacinadas y en mal estado, carecen de los tres servicios indispensables; agua, luz y drenaje. En ellas habitaban 10 millones de personas (46% del total del área).
- La proporción de viviendas abajo de los requerimientos mínimos de bienestar (les falta algún servicio) ascienden a 88.6% en el área urbana y 98% en el área rural.
- Mientras que en el área urbana 45.9% de las viviendas contaban con los tres servicios en el área rural 9.9% de sus locales de habitación disponían de ellos.
- En el área urbana, 8.7% de las "casas" no cumplían con ningún requisito de bienestar y albergaban a un millón de gentes.
- Las viviendas muy malas, esto es, que muestran de 1 a 5 carencias (los tres servicios más hacinamiento y deterioro) consideradas como fundamentales y que imponen serios niveles de riesgo, insalubridad e incomodidad a las familias que las habitam, asciende al 74% de las viviendas en el área rural.
- En conclusión: las viviendas que no reunían las normas mínimas de bienestar en 1970 fueron 7.7 millones (92% del total de viviendas) y albergaban a cerca de 57.8 millones de personas (94% de la población).

3. salud⁴³

De 100 000 nacidos vivos en México sólo 93 000 siguen vivos al año. Para la edad de 5 años se ha perdido el 10% de la población.

- Las probabilidades para un nacido vivo en México de llegar a los cinco años de edad son inferiores que las de un nacido vivo en Cuba de llegar a los 45.
- Del total de 432 mil muertes en 1974, 43% eran evitables, es decir, la insatisfacción de las necesidades sociales esenciales y la falta de acceso a adecuados servicios de salud de una parte importante de la población, generó 184 mil muertes que no deberían haber ocurrido. Dejamos morir diariamente a 500 mexicanos.
- De las 184 mil muertes evitables, el 42% corresponden a menores de un año.
- Del total de muertos menores de un año en 1974, el 63% no debieron morir, de los niños de 1 a 4 años, el 80%, del grupo de 5 a 24 años, el 58% del grupo de 25 a 64 años, el 40%.
- Las muertes por infecciones respiratorias agudas y neumonías, y por enfermedades diarreicas, que representaban el 14% y el 12% de las muertes totales, se podían haber evitado en 76% y 90% respectivamente. Estas en conjunto representan el 48.6%, prácticamente, la mitad de las muertes evitables. También se podían haber evitado el 89% de las muertes por desnutrición, el 88% de las muertes maternas, el 78% de las provocadas por tuberculosis, 34% de la mortalidad perinatal y el 61% de los fallecimientos por diabetes.
- De las muertes totales en 1974, el 83.7% correspondió a la población marginada de los servicios de salud.
- El 70% de los partos en México no son atendidos en instituciones de salud.
- El 90% de la población sufre parasitosis.
- La primera causa de mortalidad en el grupo escolar son las muertes violentas (26%), de las cuales la mayoría son por maltrato y abandono de los padres. En un estudio retrospectivo (1956-1970) se señala que el 63% de los agresores son menores de 30 años; 69% el padre, la madre o los padrastros. El 9.7% de los agresores estaba alcoholizado o drogado y el -

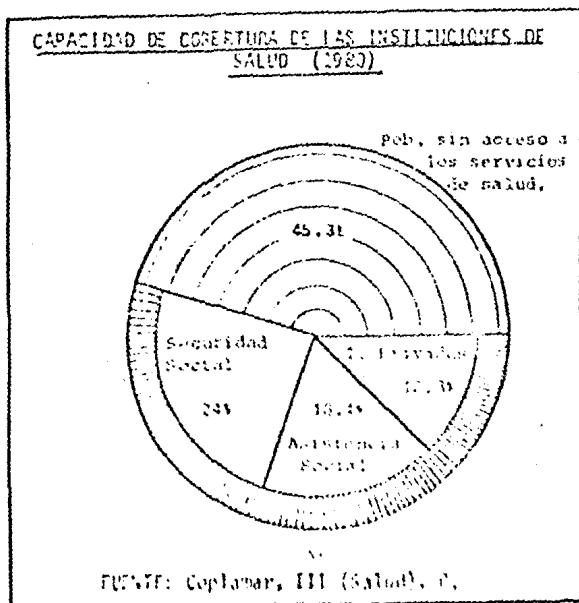
43. Coplamar "Las necesidades esenciales de México; salud" IV(5vols.; México, D F.: Siglo XXI 1982)

90,3% restante totalmente consciente de sus actos. El 89,5% estaba ---
desempleado. El 76% de los niños maltratados era miembro de familias -
de 5 ó más hijos y el 86,9% vivía en viviendas de un sólo cuarto. De -
los niños agredidos 25% eran del grupo infantil, 19% preescolar y 57% -
escolares; del total de ellos el 55,2% de los casos conocidos por la --
muerte del niño. De los que sobrevivieron 33% sufrieron quemaduras, el
27% azotes y 18% inanición.

- El grupo de los trabajadores industriales y de transportes aportaron el 83% de la morbilidad laboral en 1970.
- Los riesgos laborales ha ido constantemente en aumento desde 1958 hasta 1976, elevándose en 23%. La tasa de accidentes aumentó en 22,8% y las -- enfermedades laborales 127,8%.
- Las incapacidades debidas a riesgos laborales significaron 8,3 millones de días que se dejaron de trabajar en 1976.
- El aumento de enfermedades laborales desde el punto de vista de la salud pública alcanza niveles epidémicos ya que en un sólo año (1975-1976) la tasa se elevó de 0,23 a 0,41 por 1 000 trabajadores, un incremento de 78,3%; mientras que de 1958 a 1975 el aumento fue de sólo 27,8%.
- De los invalidos menores de 20 años, el 21,8% eran analfabetas y el 46,9% no tenían primaria completa. El 53,6% carecía de ocupación. El 50,8% de los invalidos eran por accidente o enfermedades.
- Los riesgos de trabajo registrados por el IMSS que produjeron incapacidad permanente de 1969 a 1977 revelan un crecimiento anual de 6,5%. En 1977, el 87,7% de los incapacitados permanentes se debía a accidentes de trabajo, el 7,2% a enfernedades laborales y el 5,1% a accidentes de tránsito.
- Los recursos físicos, humanos y financieros de las instituciones de salud alcanzaba a atender sólo al 5% de los incapacitados del país.
- En 1978, el 58,2% de la población padeció de alguna enfermedad transmisible. Las instituciones de sa-ud tuvieron capacidad de atender 68,5% de - los casos-
- La escacez de agua potable y la falta de accesibilidad a ella elevaron el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales; estas quitaron la vida en 1974 a 50,852 personas 12% de la mortalidad general, además 55% eran menores de un año. Aproximadamente 4 millones de casos de morbili-- dad conocidos por el IMSS y la SSA (tifoidea, poliomiélitis, salmonelo- sis, hepatitis, escabiasis etc.) tenían su origen en la falta de agua o su ingestión en estado contaminado.

- En el área de las cuencas hidrológicas (28% de la superficie del país) en las que se asienta el 50% de la población y produce el 76% de la producción industrial carga con el 54% de la contaminación del país. El 99% de las aguas continentales presenta algún grado de contaminación.
- Se calcula que en 1970, en el Valle de México, los vehículos motorizados produjeron 3 745 toneladas diarias de contaminantes: monóxido de carbono anhídrido carbónico y sulfuroso, y peróxido de plomo básicamente.
- De las 2.023 654 empresas existentes en el país en 1975, la tercera parte es responsable de toda la contaminación de humos y polvos.
- El 24% de los casos de rabia humana registrados en el mundo en 1972 ocurrieron en México. El 87% son producidos por perros sin dueño. El 95% de los casos ocurrió en el D.F. Los tratamientos preventivos son muy escasos, ejemplo, en Guadalajara en 1975 sólo se cubrió al 2% de la población canina.
- En 1978 las instituciones de seguridad social (IMSS e ISSSTE) tenían una capacidad de cobertura real para atender a 17.6 millones de personas y una capacidad real para 15.8 millones. La cobertura nominal es de 24.6 millones. Así los recursos de que dispone sólo permite atender realmente al 63% de la población derechohabiente (71.2% en forma potencial). -- Por concentración geográfica se pierde capacidad para atender a 1.8 millones de personas equivalentes a 11.7% de

CUADRO III-21



la capacidad real. En camas la cobertura real representa 71% de la nominal; en gabinetes radiológicos, 67,3%; en laboratorios clínicos, 18,3% en quirófanos, 50,2%; en enfermeras, 85,8% y en médicos 90,7%.

- La capacidad real abierta a cualquier persona y sin barrera económica de acceso (es decir excluyendo a los particulares) es sólo el 18,4% de la población en 1978.
- La capacidad de atención de las instituciones de población abierta es sólo del 40,4% de la población demandante que no está afiliada a instituciones de seguridad social. Esta capacidad está formada en 16,2% por instituciones privadas, 17% asistenciales y 7,2% otras (Cuadro III-21).

- En el nivel nacional en 1978, la capacidad de cobertura real de todas las instituciones que prestan servicios personales de salud era de 54.7% de la población nacional (24% de seguridad social; 18.4% la asistencia social y 12.3% las instituciones privadas). Esto significa que 45.3% de la población, cerca de la mitad, quedaban sin posibilidades de recibir servicio médico, pero tenían a su alcance los remedios caseros, la medicina tradicional, el consumo directo de fármacos y las medicinas paralelas.
- En 1978 el 45.3% de la población, casi 30 millones de mexicanos, no tenían acceso a los servicios de salud; el 29.2% de la población (más de 18 millones) no tenían posibilidad de ser atendidos por médicos; el 39.7% (más de 25 millones) no tenía acceso a enfermeras; el 40% a camas de hospital; el 40.3% a gabinetes radiológicos; el 81.3% a laboratorios clínicos y el 41.7% a quirófanos.
- El D.F. y el Edo. de México concentraron en 1978 el 89% del superávit de médico y el 88.3% de enfermeras.

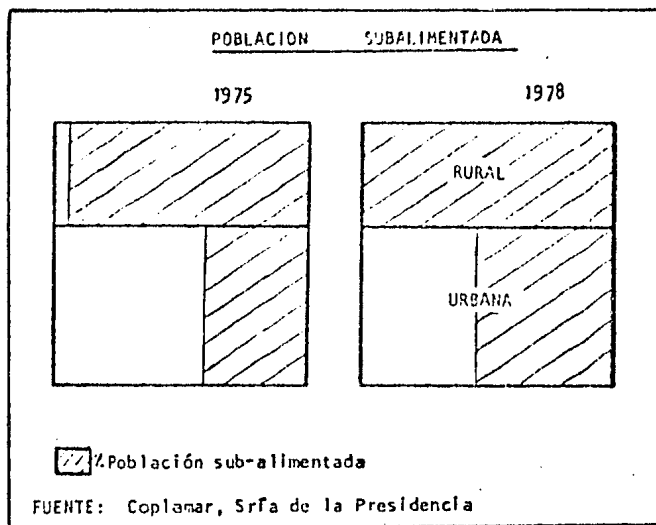
4. Alimentación⁴⁴

- Mientras la Organización Mundial de la Salud plantea que el consumo mínimo de agua por día para satisfacer las necesidades higiénicas y fisiológicas de la población debe ser de 200 lts. por persona, en México 19.7 millones de habitantes no contaban con agua potable entubada (1970).
- El 25% de la población (11 millones de personas) no consumía pan de trigo; 8.2% en el área urbana y 15.2% en la rural.
- En 1979 20.1% de la población no consumió carne; 23.2% no consumió huevo; 38.1% no tomó leche y 70.2% no consumió pescado.
- El 53.9% de los mexicanos consumió carne por debajo del mínimo (del 0 a dos días a la semana).
- En 1975, el 57.4% del total de personas agrupadas en los seis estratos de ingresos más bajos, tenían ingresos calóricos-proteínicos de origen animal por debajo del promedio nacional.
- El estrato más rico (decil X) consumió en 1975 631 Kcal y 41.5 de proteínas de origen animal, frente a un consumo de 112 Kcal y 6.6 de proteínas de la población más pobre (decil I).

44. Coplamar "Las necesidades esenciales de México: alimentación". I(5 vols.; México D.F.: Siglo XXI 1982).

- Por lo menos el 64.6% de la población nacional en 1975 no cubre los requerimientos de proteínas y calorías medios, esto es, más de 3/5 partes de la población (39 millones) no contaban con una dieta suficiente y -- equilibrada que les garantizara una buena cobertura nutricional y están subalimentados. (1975).

CUADRO III-22



- En 1978 la población subalimentada en el medio urbano incluía un estrato más y la población rural los diez estratos de su área. En el nivel nacional, 74% de la población está subalimentada -- (Cuadro III-22).

- En 1975 la población no subalimentada le "sustrajo" a la otra parte, 13.2% de las frutas y legumbres, 15.7% de los aceites y mantecas, 20.7% de los productos de origen animal y 21.3% de las -- frutas frescas, que en una distribución equitativa les hubiera correspondido.

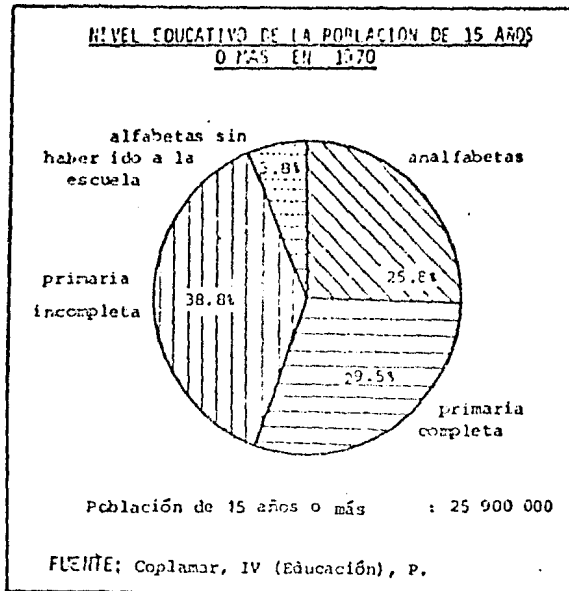
- Una de cada 10 personas entre 15 y 60 años es alcohólica, En 1970 se consumían 0.9 litros de alcohol o vino por persona y 24 lts. de cerveza; para 1980 el consumo ascendía a 2.31 y 38 lts. -- por persona respectivamente.

5. Educación ⁴⁵

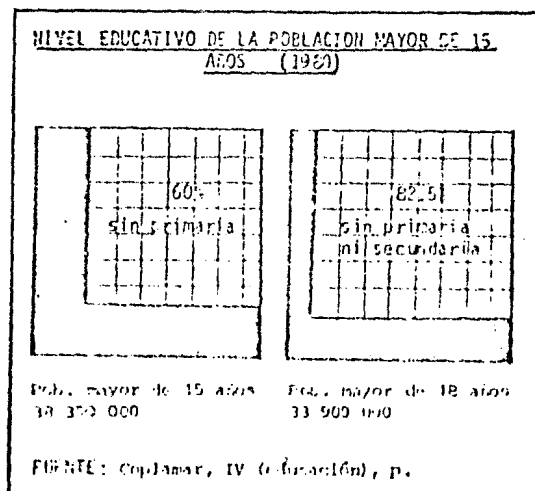
- En 1970 la UNESCO recomendó que los países de América Latina debían destinar cuando menos un 4% del producto nacional en educación. México dedicó en 1958 el 1.3% del PIB y en 1970 el 1.9%, ya para 1976 ascendió a -- 3.4%.
- De la población de 15 años o más en 1970 (25.9 millones) el 25.8% eran analfabetos, 5.8% no tenían ninguna instrucción pero sabían leer y escribir, 38.8% no tenían la primaria completa y sólo el 29.5 sí la tenían. Así, el 70% (18.3 millones) no tenían el mínimo de educación primaria; -- para 1980 ascendía al 60% del grupo de edad, esto es, 23 millones de -- personas. (Cuadro III-23).

45. Coplanar "Las necesidades esenciales de México: educación". II.(5vols.; México, D.F.: Siglo XXI, 1982).

CUADRO 111-23



CUADRO 111-24



- En 1970 de un total de 22.3 millones de personas de 18 años o más el 91,5% (20.9 millones no tenían el equivalente a la educación básica completa. Para 1980 eran 28 millones de personas (82.5% de la población de 18 años o más) (Cuadro III-24).
- En 1970 casi tres millones de niños de entre 6 y 14 años quedaron sin escuela; en 1980, a pesar de las declaraciones oficiales, más de un millón.
- El gasto de la población con menores ingresos dedicada a la educación era menor en 43 veces que la gastada por los estratos de mayores ingresos (1977).
- En las escuelas bilingües y biculturales el 63% de los alumnos desertan entre el primero y segundo grado (1978). Estos servicios son para pequeñas comunidades rurales.
- De cada 100 niños que ingresan en primaria, egresan sólo uno de la enseñanza superior.
- En el campo la deserción en la enseñanza primaria es del 90%, por su parte en las ciudades es de 54%.
- El 56% de las primarias rurales, cuando existen, sólo imparten del primero al tercer grado de primaria.
- En 1970, la enseñanza media es casi inexistente en las poblaciones iguales o menores a 10 mil habitantes.
- El 22 % de los egresados de la UNAM en 1973 son licenciados en administración de empresas; 17% son licenciados en derecho. Egresan 110 licenciados en administración por cada licenciado en trabajo social; 15 de los primeros por cada egresado en ciencias sociales y 21 por cada físico, matemático o biólogo.⁴⁶
- El 60% de los padres de los alumnos de educación media superior técnica son trabajadores manuales o supervisores manuales; el 33% son trabajadores no manuales en trabajos de rutina y sólo el 7% ocupa puestos de dirección. De los alumnos egresados el 68% se ocuparon en la misma actividad o un inferior intergeneracional.

46 Flavio Cocho y Luis Fueyo El libro negro (Fac. de Ciencias, mimeo. México, D.F.: 1976) sp.

- Mientras que en 1978 al Estado pertenecían el 86.4% de las escuelas primarias sólo le pertenecen el 22.6% de las escuelas secundarias, 35.3% de las escuelas de bachillerato y el 44% de las normales.

6. Marginación⁴⁷

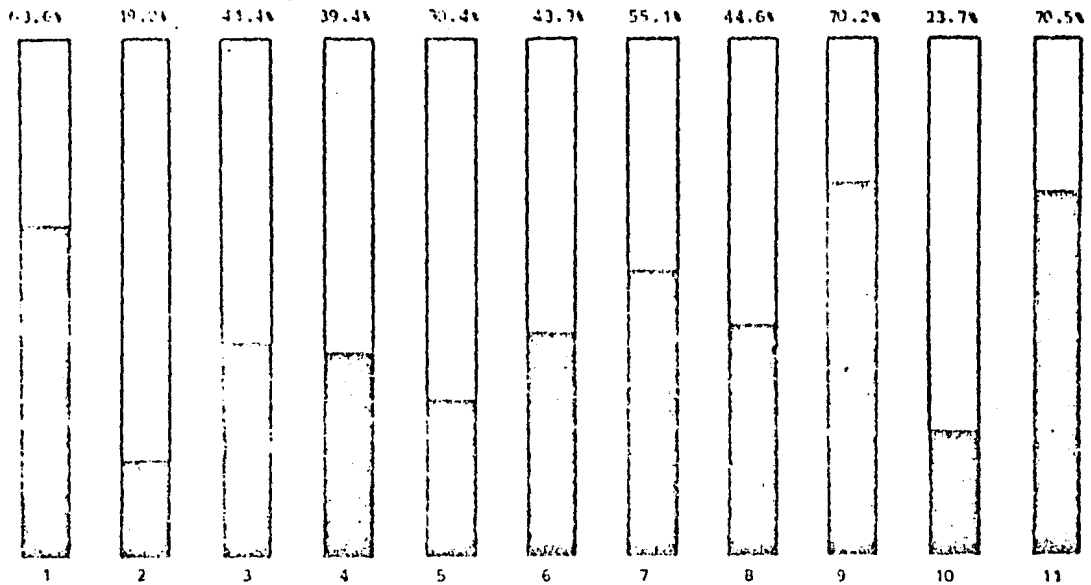
- De los 1848 municipios del país (municipios, delegaciones del D.F. y distritos de Oaxaca), el 59% integraba las 111 zonas y núcleos marginados (ZNM), esto es, su grado de marginación es "muy alto" y "alto". La población de éstos lugares asciende a 14.8 millones de personas, a 30% de la población total, 57.3% de la población rural, 54% de la PEA ocupada - en el sector agrícola, 49% de la población que subconsume leche; 43.8% de la población sin primaria, allí se encuentran 52.9% de las viviendas sin agua, y los médicos locales solo representan el 6.2% del total de médicos del país.
- En Oaxaca y Chiapas el 77.9% y 76% respectivamente de la población vive en zonas y núcleos marginados; le sigue Puebla, Veracruz, Michoacán, Hidalgo, Guerrero, S.L.P., Guanajuato con proporciones entre el 70 y 50% de la población vive en esas condiciones.
- De los 14.8 millones de habitantes de las ZNM, 69.3% viven en zonas de muy alta marginación (10.3 millones) y el resto en las de alta marginación.
- La mayoría de la población indígena (83.5%) viven en ellas.
- La población de las áreas marginadas tienen pésimas condiciones de vida: casi el 77% de la PEA recibe ingresos inferiores al salario mínimo; alrededor del 75% de la población no consume regularmente carne y leche; el analfabetismo asciende al 40%, casi el doble del porcentaje nacional; la población adulta sin primaria completa representa más del 90%, la mortalidad de los menores de 1 a 4 años llega a una tasa de 17.5 defunciones por cada mil niños, el doble que en el promedio del país; las viviendas sin agua entubada, hacinadas sin electricidad y sin drenaje fluctúan entre el 67 y 85% y cerca del 40% de las viviendas no dispone ni de radio ni televisión; existe un médico por cada 6 687 habitantes (en la zona Mixe uno por cada (Cuadro III-25).

47. Coplamar "Las necesidades esenciales de México: Marginación". V.(5vols.; México D.F.: Siglo XXI, 1982).

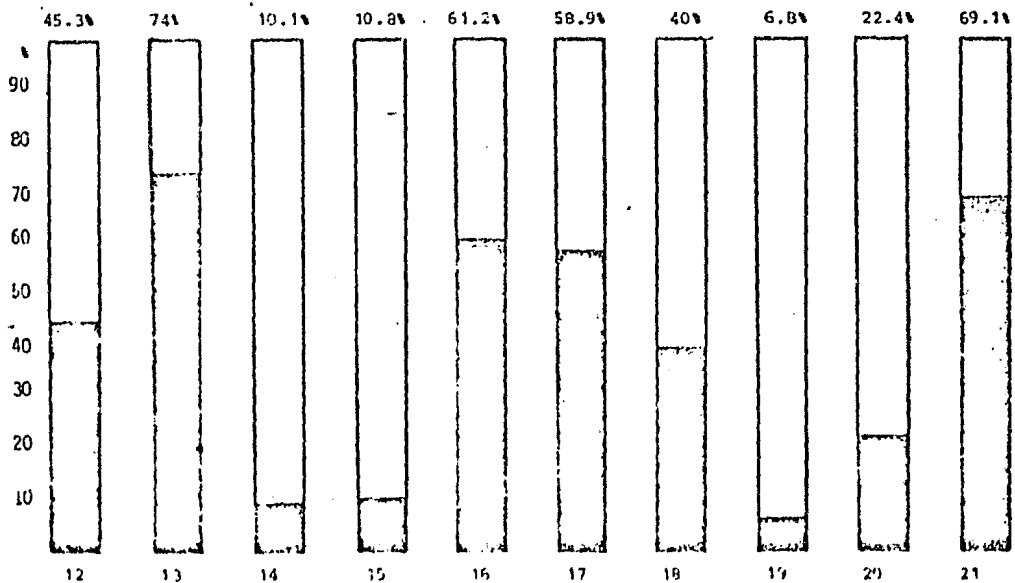
CUADRO III-25

INDICADORES SEGUN ESTRATO DE MARGINACION EN EL NIVEL NACIONAL
(1977)

POBLACION TOTAL 48 225 238 hab.
POBLACION RURAL 19 945 634 hab.
PEA TOTAL 12 955 057 hab.
VIVIENDAS TOTALES 8 286 369 hab.



- 1. PEA que recibe salarios por debajo del mínimo
- 2. PEA subempleada (trabajo menos de 9 meses)
- 3. Población en localidades menores a 2500 hab.
- 4. PEA en el sector agropecuario
- 5. Población rural incommunicada
- 6. población que consume leche < 2 días/sem
- 7. Población que consume carne < 2 días/sem
- 8. población que consume huevo < 2 días/sem.
- 9. Población que no consumió pescado
- 10. Población analfabeta de 10 y más años de edad
- 11. Población de 15 años o más sin primaria



- 12. Población sin ningún servicio médico; 1978
- 13. Población analfabeta; 1978
- 14. Tasa de mortalidad general de funciones; total x1000
- 15. Tasa de mortalidad porcentual de funciones de niños entre uno y cuatro años dividido entre la población entre uno y cuatro años
- 16. Población sin servicios de agua potable en su casa
- 17. Población sin servicio de drenaje
- 18. Población sin servicio eléctrico
- 19. Pobl. que no usa ningún calzado
- 20. Viviendas sin radio al IV
- 21. Viviendas de uno o dos cuartos

FUENTES: Cuadros II y Costuras, V
Marginalización p. 15 y 16.

- En 1970 existían 98 millones de familias pero sólo hay unas 1 000 familias cuyos miembros son en realidad los grandes propietarios del capital del país. Estas familias constituyen la oligarquía mexicana que tienen el -- control político, económico y militar del país. Por su parte el 30% -- de la población marginada se encuentra como tal en un "muy alto" y "alto" grado, esto equivale a 14,8 millones de personas, o bien 3 millones de familias. Así el 1/10 000 de la población es particularmente dueña del país⁴⁸ mientras que un 1/3 de la población vive en condiciones de vida infrahumana.

VI. MEXICO: PAIS PETROLERO (1976-1982)

El régimen de José López Portillo se inició en un contexto de crisis aguda ante el cual el Estado se planteó un programa de acción por etapas; en la primera se incrementarían medidas urgentes anticrisis que reactivaran el proceso de acumulación de capital; en la segunda se perseguiría la consolidación de lo logrado y en la tercera, un crecimiento sostenido.

El planteamiento estratégico podría resumirse en primero se crece y luego se distribuye, o dicho de otra forma, una vez resuelto el problema económico se habrían sentado las bases para impulsar el desarrollo social.⁴⁹

En la primera etapa de gobierno las medidas fueron moduladas por los acuerdos contraccionistas firmados con el FMI. El Estado se debió mover en ese estrecho marco para sañor del atolladero. La política de arranque se iniciaría con apoyos e incentivos al capital y "sacrificio y esfuerzo" de la clase trabajadora. En efecto, se buscó la estabilidad económica en el marco de la Alianza para la Producción, "un proyecto basado en la gran alianza de todos los mexicanos para producir, distribuir y consumir conforme a nuestro propio modelo⁵⁰". Esta habría significado compromiso -sin cumplir- de la Iniciativa Privada (IP), control de precios -luego negociado- sobre más de 90 artículos básicos y de consumo popular, acuerdos con las centrales obreras que moderarían sus demandas salariales y compromisos del gobierno federal de no hacer una reforma fiscal que afectara los ingresos del factor capital.

48. De ellas unas sesenta poseen fortunas de más de 30 a 40 millones de pesos de 1970 (6/100 000 de la población); otras 3 000 poseen capital por centenares de millones de pesos (3/100 000); las 100 restantes tienen fortunas incalculables. Todavía estas últimas se dividen en nivel "A" "B" "C". -- Las familias nivel A son muy conocidas (Aleman, Azcárraga, Garza Sada, Espinoza Iglesias Larrea Truyet etc.) y junto con las de los otros niveles constituyen el 1/ 100 000 de la población. Alonso Aguilar op. cit. -- p 66.

49. Magdalena García H. 'La marcha de la economía en 1980' en Economía Petrolizada (Taller de coyuntuta, Facultad de Economía, UNAM 1981) pp. 63+

50. Ricardo García Saínz Srio. de SPP en 1977 citado por Carlos Ramirez en -- Planes sin planificar (2 ed.; México D F. Proceso c1981) p 33.

Por su parte, los objetivos planteados en la estrategia global rebasaron los marcos sexenales y al igual que la pasada administración pretendió atacar todos los objetivos inimaginables de política económica; buscó, como en su -- tiempo su antecesora, reorganizar el aparato institucional de fomento y el -- instrumental de apoyo a las actividades productivas; se reinventaron todos -- los objetivos, y la totalidad del aparato estatal. Los objetivos generales -- podrían resumirse en: a) reducir la dependencia económica política y cultural del exterior; b) impulsar un crecimiento alto, sostenido y eficiente; c) re-- solver los problemas de empleo y garantizar, al menos, mínimos de bienestar -- para toda la población; mejorar la distribución del ingreso sectorial, factorial y personal. En términos generales ello significaba a) desarrollar ramas de alta productividad; b) integrar mejor la estructura industrial impulsando ramas productivas de maquinaria y equipo; c) incrementar la estructura industrial impulsando ramas productoras de maquinaria y equipo; c) incrementar exportaciones e importaciones de manera eficiente y d) reorientar la producción hacia bienes de consumo básico. Con estas directrices se lograría "terminar con la economía ficción..

Los elementos adicionales del paquete instrumental serían, entre otros, el proceso de liberación de precios y del comercio exterior; incentivos de todos e tipos al sector empresarial; modificaciones legislativas importantes en el sector financiero y agropecuario; política de contracción salarial y un fuerte gas to público que daría prioridad al sector energético, básicamente el petróleo.

Los ejes centrales de la nueva estrategia económica fueron la explotación de los "recién descubiertos" campos petroleros y la recomposición de la confianza de la IP a través de un nuevo pacto social que retirara los aspectos "popu-- listas" de la pasada administración.

A. EL PETROLEO "PALANCA DE DESARROLLO"

Reestablecida en buena medida la estabilidad financiera y la confianza empresa rial (topes salariales y grandes incentivos) el gobierno pudo darse a la ta-- rea de planificar un desarrollo que tendría como pivote el petróleo: el proble-- ma, se anunciaba, sería administrar con sabiduría la abundancia ("debemos prepa rarnos para ser ricos" porpalaban los agoreros del Estado).

El esquema era sencillo y en apariencia factible; el país se encontraba en una coyuntura económica favorable: un mercado petrolero dominado por los pro-- ductores, con una cotización unitaria en continuo ascendo y una reserva nacio-- nal considerable y creciente. Esto permitiría no sólo captar una parte importan te de la renta petrolera, sino también contratar créditos cada vez mayores de la banca internacional que garantizaba sus intereses en las reservas de hidro-- carburos.

Bajo el supuesto, petrolero se pensaba superar no sólo las restricciones generadas por la escasez de divisas que siempre se habían presentado en el sec tor externo mexicano (y que en buena medida explican la crisis que postró a la economía entre 1976 y 1977) sino también los eternos problemas de financiamiento del gasto público para sostener con ello el ritmo de expansión de la economía.

Habría recursos para importar lo necesario y dinamizar al sector manufacturero, de modo que estaría en condiciones de competir en el mercado internacional. Según esta misma lógica, la diversificación de exportaciones (en mercados y productos) permitiría ir sustituyendo la exportación de crudo, de modo que la actividad de PEMEX se volcaría hacia el mercado interno. Las divisas provenientes del petróleo, en fin, lanzarían al país a su integración acelerada al mercado internacional, (objetivo primordial de la estrategia económica) y México saldría del subdesarrollo.

El reapunte de la inversión bruta fija generaría un fuerte aumento en el nivel de empleo. El control salarial y la expansión del gasto público serían las condiciones que asegurarían la rentabilidad de los proyectos de inversión privada. La contradicción clásica del crecimiento económico mexicano⁵¹ se vería resuelto con un recurso propio que generaría empleo y sin endeudamientos. Todos los males se resolverían y JLP pasaría a la consagración y realmente lo hizo -- pero no como lo quería.

B. LA SALIDA A LA CRISIS COYUNTURAL

La primera etapa de programación económica resultó exitosa en el período programado. Los acuerdos con el FMI estaban cumplidos. Ya en 1978 la economía observaba un fuerte crecimiento en la mayoría de los indicadores económicos: baja de la inflación y de los déficits; alza en el producto, el empleo, etc.⁵²

El surgimiento del país como potencia petrolera además de reactivar la economía con las divisas generadas creó expectativas (tanto en el país como en el extranjero) de grandes ganancias. Los créditos del exterior, ante una amplia oferta, se volvieron accesibles para el sector público y privado. Estos dos factores hicieron factible un aumento sin precedentes de la capacidad de importar. El alza de los precios de nuestras exportaciones no petroleras experimentados hasta 1980 aportaron lo suyo para el crecimiento acelerado.

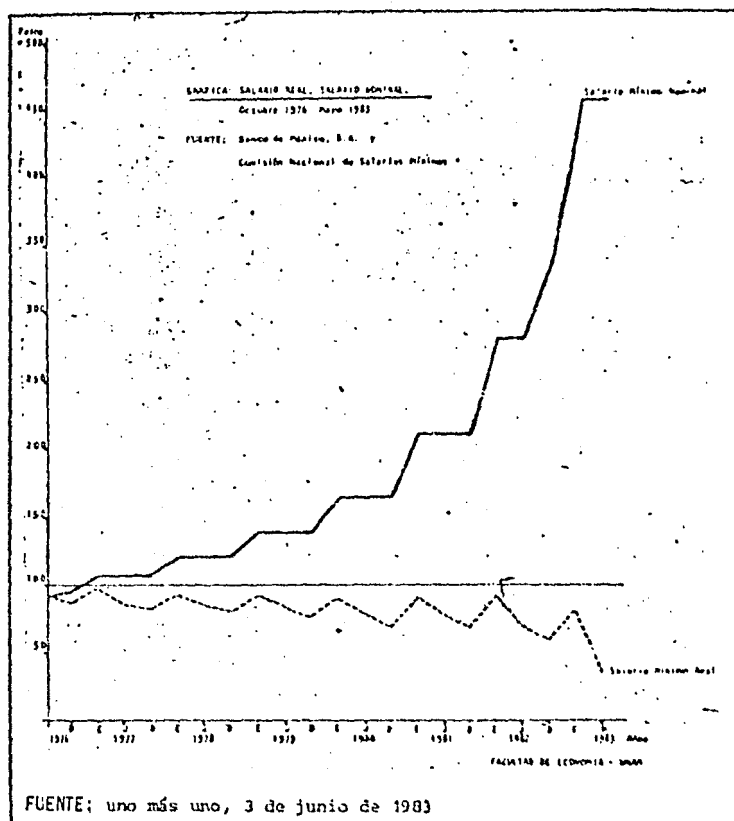
Por su parte el nuevo pacto social daba resultado. La política de liberación de precios, los fuertes incentivos al sector privado y la contención salarial, modificaron sustancialmente la tasa de ganancia empresarial, modificando

51 ver apartado VA

52. La inflación bajó en 1978 al 14.9% contra el 19.1% del año anterior; el PIB creció en 1977 al 3.3% en 1978 al 7%, en 1979 al 8% y en 1970 al 7.4%. El crecimiento promedio de esos últimos tres años fue de 7.6% superior a la tendencia histórica

sustancialmente la tasa de ganancia empresarial y creó las bases para el impulso de la actividad económica⁵³. El deterioro del precio relativo del factor -- trabajo (Cuadro III-26) posibilitó un aumento en su demanda. No cabe duda que la salida de la crisis recayó básicamente en los hombros de la clase trabajadora y el saqueo de los recursos nacionales.⁵⁴

CUADRO III-26



Sin embargo, fueron precisamente -- algunos de los factores internos y externos que habían impulsado y sostenido el -- dinámico comportamiento de la economía mexicana de 1977 a 1980 los que en buena -- parte explican la magnitud de los desajustes económicos y financieros de 1982.

C. LAS MEDIDAS ECONOMICAS AGRAVAN LA CRISIS ESTRUCTURAL

A pesar de los éxitos logrados en 1978, -- en la siguiente etapa ("consolidación de lo logrado") se decidió a contunarse con los instrumentos característicos de una política económica anticrisis pues habían dado excelentes resultados y la situación del mercado internacional era favorable. La -- orientación económica, sin duda, fue errónea.

A finales de 1979 la situación interna y externa comenzó a cambiar y la economía a derrumbarse. En la producción se manifestó rigideces sectoriales: se agotaban las posibilidades de expansión de la oferta en algunas industrias mientras que

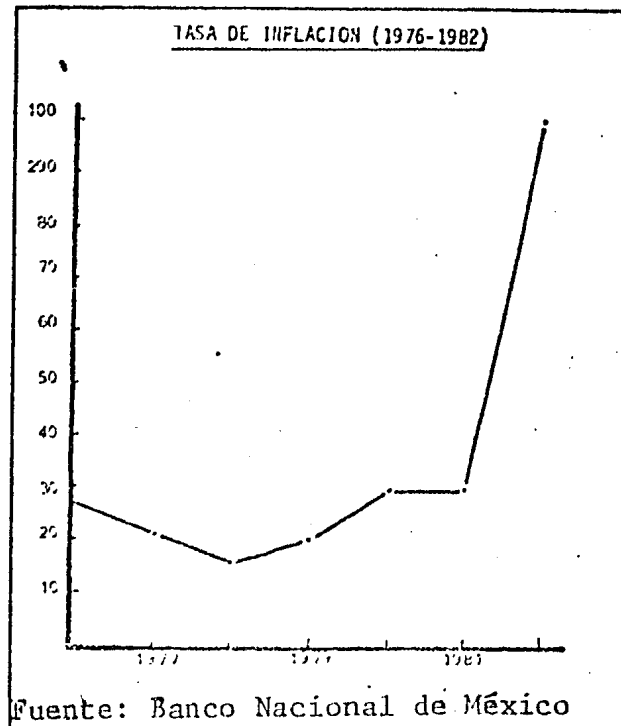
en otras la capacidad quedaba ociosa. La infraestructura básica del país era -- insuficiente para sostener el paso del crecimiento. En lo internacional la saturación del mercado petrolero movió los precios a la baja (1981) y estableció el franco retroceso del control de mercado por parte de los productores. Las -- materias primas exportadas por México (como la plata y el café) también iniciaron su caída. El aumento de las tasas de interés internacionales hicieron muy pesado el servicio a la deuda externa.⁵⁵

53. La inversión pública y privada creció en el periodo 1978-1981 al casi 15% -- anual real. esto permitió crear cerca de 4 millones de nuevos empleos. Datos del Banco de México

54. La favorable actitud del gobierno hacia la iniciativa privada fue tal que un miembro del clan Garza Sada comentó sin tapujos a la prensa nacional -- en 1982: "si el sucesor de JLP es como él, ya la hicimos".

55. En 1980 el servicio de la deuda pública se pagó con el 64.5% de los ingresos por la venta externa del petróleo y gas. En 1981 fue el 71.2 y un año después 76.6%.

CUADRO III-27



Los signos de la nueva situación fueron menospreciados (o simplemente ignorados) por el Gobierno y adoptó medidas correctivas tibias. El gasto público continuó su expansión y también los déficits, la deuda y la inflación ⁵⁶. (Cuadro III-27). La difícil situación externa y la errónea política económica lanzaron al país a su postración.

56. El déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos creció 2.7 veces entre 1978 y 1980. La relación entre el volumen del déficit económico del sector público y el PIB creció de 6.6% en 1979 a 7.4% en 1980, 14.5% en 1981 y 15.9% en 1982. Datos del Banco de México.

Al privilegiar hacia el sector petrolero la orientación del gasto público se contribuyó a ampliar los desequilibrios estructurales de la economía nacional de manera directa o indirecta, Directamente por cuanto significó el descuento de sectores básicos (siderurgia, electricidad y transporte) e indirecta porque no fue posible traducir la rapidez del crecimiento de ese gasto en impulsos que apoyaran el desarrollo integral de la industria, hecho que se tradujo en fuertes tendencias a la transnacionalización de la economía.⁵⁷

No obstante la decisión de no ingresar al GATT liberó a la economía -- hacia el exterior hasta sus últimas consecuencias⁵⁸. El objetivo principal era depurar la estructura industrial de empresas ineficientes, además de su objetivo tradicional de completar la oferta interna. Ambos los cumplió con creces. La competencia internacional golpeó fuertemente a la pequeña y mediana industria favoreciendo a los grupos oligopólicos que las absorbieron, núcleo del --

57. Pero contra lo que se pudiera creer la inversión extranjera no es "fresca" Desde 1970 cuando menos 75% de las nuevas inversiones son por adquisiciones de empresas ya existentes y por lo tanto no expanden la planta productiva. La burguesía asociada al hacer inversiones conjuntas con las transnacionales transnacionaliza las empresas pues los capitales extranjeros -- primero apoyan y luego rebasan a los nacionales. Existen en total 5029 empresas con participación extranjera. En 405 de ellas la proporción de IE llega al 24,9% en 179 casos la proporción oscila entre 25 y 49.9% y en -- 2829 supera el 50%. Ramas claves de la producción están siendo absorbidas Hasta 1976 las transnacionales dominaban seis de once ramas de la industria en México; 64% en los productos de hule, 64% en equipos para la transportación, 52% en la maquinaria no eléctrica; 51% en la química, 49% en los derivados del petróleo y coque, 47% en los metales básicos; cobre 79.9%, metales no ferrosos 92.3%, aluminio 79.7%. Los porcentajes restantes se distribuyen entre la industria privada mexicana y el Estado. En -- los productos alimenticios participaba con el 22% y controla plenamente -- cuatro ramas (chicles, leche, café y té y concentrados y jarabes).

Por otra parte según un estudio de Antonio Chumacero, el déficit comercial de las empresas con IE son responsables del 40% del déficit comercial del país en el período 1970-1979.

58. Las importaciones de bienes se incrementaron a una tasa anual de 43.5% en promedio de 1977 a 1981 de modo que al terminar el período el valor de -- las importaciones de mercancías fue más de cuatro veces mayor que en su -- principio.

cual las empresas transnacionales constituyen un grupo privilegiado⁵⁹. Esto no significó que la reasignación de recursos garantizara la mejor integración de la estructura productiva industrial ni mucho menos su orientación hacia la producción de satisfactores que elevara el nivel de vida de la mayoría de la población. Antes bien, las características estructurales del sector (bajos niveles de productividad, concentración, falta de integración, etc.) se agudizaron notablemente.

Por otra parte el aumento masivo de las importaciones compitieron con la producción nacional en todas las ramas de la producción manufacturera y no solamente en aquellas que presentaban problemas de oferta⁶⁰. Los artículos importados, además, no siempre fueron necesarios al país y en muchos casos fueron objetos suntuarios que sólo satisfacían las necesidades de despilfarro de los sectores privilegiados, llegando incluso a vender agua mineral francesa en las tiendas de autoservicio.⁶¹

59. En 1977 las inversiones de los EU en México sumaron 3230 millones de dls. La cifra de ventas de las filiales (solo aquellas donde el capital estadounidense es mayoritario) en el país fueron, a su vez, de 10 833 millones de dls. Esto es por cada dólar invertido se obtienen 3.4 dls. por ventas. Considerando las inversiones directas de EU en México en 1977 y el PNB de México en ese año (calculado por el Banco Mundial) en 73 720 millones de dls., resultaría, en síntesis que las inversiones representaban el 4.38% del PNB, mientras las cifras de venta llegó ya al 14.7%. Se trata sin duda, de una ándisputable capacidad de presión y de incidencia sobre el conjunto económico. Todo permitiría pensar que en los últimos años esos porcentajes han sido superiores. En efecto, en 1981 ascedió a 6972 millones de dls. mas del doble que en 1977. Juan María Alponete, Las inversiones extranjeras y su signo en México y América Latina, uno mas uno 12 de enero de 1983.

60. Los déficits de la balanza externa de la industria abarcan prácticamente a la totalidad de las manufacturas y donde éramos superavitarios con amplio margen como la rama de alimentos, bebidas o textiles, hoy vamos en franca picada. Vamos, sin más, rumbo al estatus de país comprador.

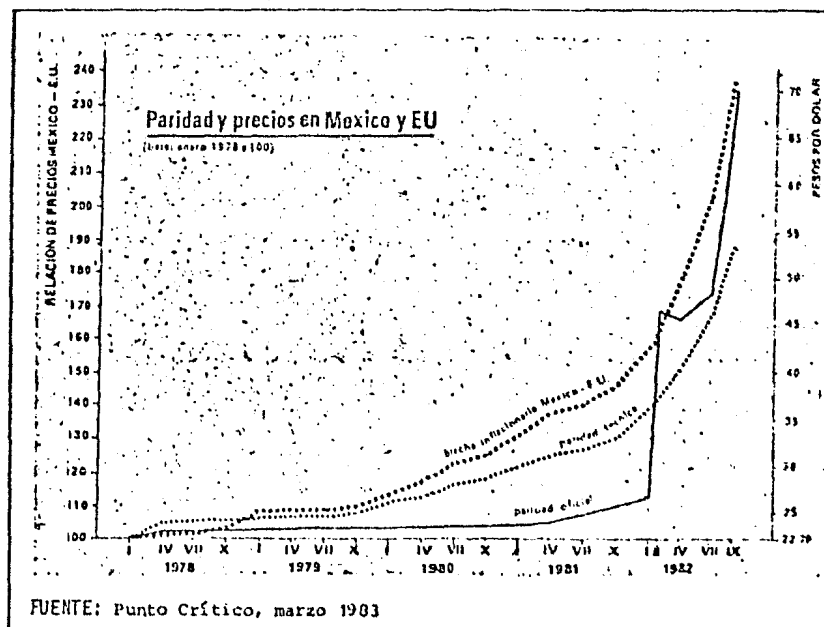
61. Antonio Ponce, Informe de la Secretaria de Gestión Industrial (1982) en IV Congreso General ordinario del SUTIN, (México, D.F.:SUTIN, mimeo, 1983) p.1

La acentuación en la regresividad de la distribución del ingreso provocó modificaciones en la estructura de la demanda, que contribuyó a su vez al --⁶² agravamiento de los desequilibrios al afectar la producción de ciertas ramas (Tabla IIIA 20). El contenido social de la estrategia perteneció en su totalidad al campo de lo declarativo. Las ventajas atribuibles a la bonanza petrolera sólo llegaron a las capas de la población más favorecida.

La mayor inflación experimentada en el país respecto al exterior --debido al aumento exagerado de las tasa de ganancia⁶³ provocó la subvaluación creciente del peso que tuvo varios efectos: pérdida de la competitividad de las exportaciones no petroleras; subsidios indirectos a las adquisiciones externas de todo género (como bienes raíces y activos financieros) uso imprudente de las fuentes de financiamientos externo para financiar inversiones, maquinaria, -- equipo y hasta insumos importados; mayores ventajas para la salida al extranjero de turistas nacionales y baja en la captación por conceptos de transacciones fronterizas (Tabla IIIA-21).

El gobierno protegió esa subvaluación (gracias a la magnitud de los recursos petroleros) sin hacer caso del movimiento de precios entre México y EU (Cuadro III-28). La inflación del país en ese periodo fue de dos dígitos mientras que en el vecino país no alcanzaba 10%. El tipo de cambio sobrevaluado -- favoreció que en México se acelerara el círculo vicioso inflación-devaluación que tenía que llegar a una aguda crisis sin precedentes.

CUADRO III-28



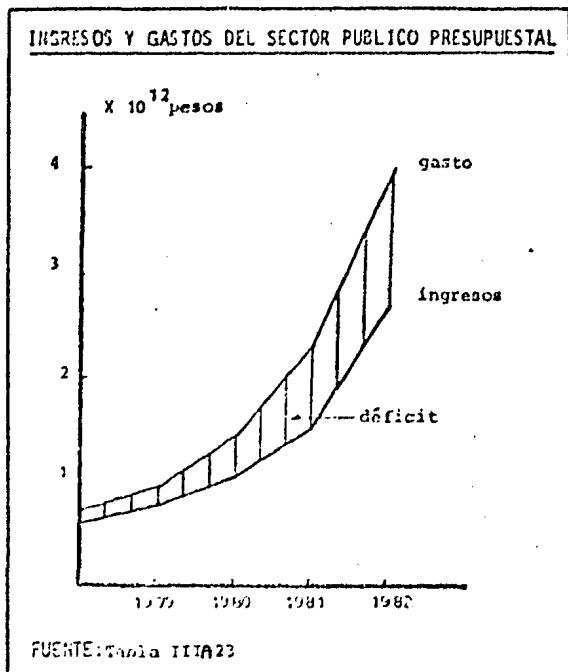
62. La población no tiene capacidad de compra de otros bienes que no sean los alimenticios. Los indicadores de demanda de productos textiles, vestuario calzado y bienes duraderos dan cuenta de ello. No se ha mejorado el nivel de bienestar y ni siquiera se esta cubriendo lo que antiguamente se logra ba.

Lejos de cambiar el criterio de rentabilidad de las empresas paraestatales como se pretendió al iniciarse el sexenio (por rentabilidad social y rentabilidad económica) los subsidios fueron crecientes. Las grandes empresas serían fundamentalmente las beneficiadas⁶⁴. En parte los rezagos financieros de las empresas se produjeron en virtud de que de los ingresos por la venta de petróleo permitía posponer decisiones de aumentos de precios y tarifas (la permanente sobrevaluación del peso fue posible por esta misma causa). Esto también fue factible por la utilización intensa de la deuda externa y de la base monetaria como fuente de financiamiento.

Por crecimiento del sector público y el deterioro, en términos reales, de los ingresos internos, de sus empresas, los requerimientos del financiamiento se multiplicaron. Asimismo el desmesurado aumento del gasto público (70.4% en promedio anual, de 1977 a 1981) hizo menos flexible la estructura del presupuesto. (Cuadro III-29). Las reformas fiscales fueron muy pobres y sólo beneficiaron, de nuevo a los empresarios.⁶⁵

-
63. "...es falsa la teoría de la relación mecánica de la inflación por los costos si el trabajo no representa nada mas que el 30% del valor final de la mercancía y la inflación la ha precedido. La inflación importada -subterfugio y pretexto tradicionalmente esgrimido- es verdad en una parte -- concreta pero reducida y, por lo tanto, nos quedamos, de lleno, con la inflación estructural, es decir, la inflación generada por el modelo económico y político que permite la expropiación violenta del trabajo..." Juan María Alponete, Salarios, la lógica del fracaso social, uno mas uno 12 de junio de 1983.
64. Como muestra tenemos el caso de los energéticos y el maíz. Clemente Ruiz calculó para 1979 que la transferencia vía precios al sector petrolero al resto de la economía ascendió a 26 164.3 millones de pesos y esto considerando solo la evolución de los precios. Francisco Colmenares calculó una transferencia similar del sector eléctrico al sector industrial de - 1962 a 1977 por 49 085 millones de pesos. Según, una noticia del periódico uno mas uno, el subsidio de Conasupo al maíz en 1980 fue 1000 mill de pesos de los cuales 30% se destinan a la industria de las frituras. Las ganancias de Kellog's y Sabritas, que controlan el 30% del mercado nacional, llegan al 300%.
65. En 1980 los ingresos tributarios del Gobierno Federal ascendieron a 651 500 mill de pesos. De estos 248 200 (38.1%) correspondieron al impuesto sobre la renta, 116 600 (17.9%) al IVA; los impuestos sobre la producción y el comercio solo 63 400 millones de pesos (9.75%). De esta manera la populación contribuyó directamente con 56% de la recaudación. Pemex contribuyó con 163 700 mill de pesos (25.1%). A lo mas los empresarios (incluyendo exportaciones e importaciones) aportaron el 19% del total.

CUADRO III-29



Las medidas adoptadas no tuvieron los resultados esperados y en cambio hicieron surgir a partir de 1980 todas las contradicciones del proceso de acumulación; se distorsionó dicho proceso y propició un crecimiento productivo aún más desequilibrado y endeble que el mostrado por las tendencias del pasado. No se logró un crecimiento económico sostenido ni mucho menos eficiente, tampoco una distribución de los beneficios que pudiera traer las ventas de petróleo. En 1980 se adudizaron los desequilibrios sectoriales a tal grado que en ese año y en el siguiente, por primera vez en la historia estadística de México, en un año no recesivo el crecimiento del PIB no petrolero, no es acompañado por un crecimiento aún mayor del PIB del sector manufacturero⁶⁶. En 1982 la caída del sector fue más grave que la de la economía en su conjunto superada solamente por la industria de la construcción (-2.4% y -4.2% respectivamente a precios de 1970; Tabla IIIA-22)) Tampoco se lograron sentar las bases para alcanzar una mayor integración de la --

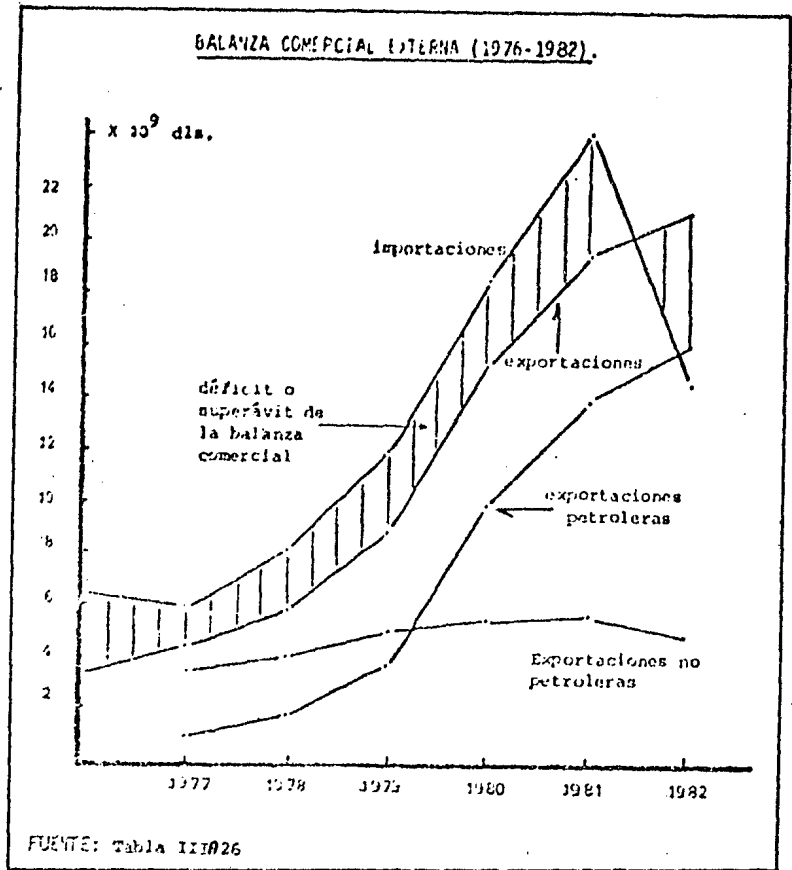
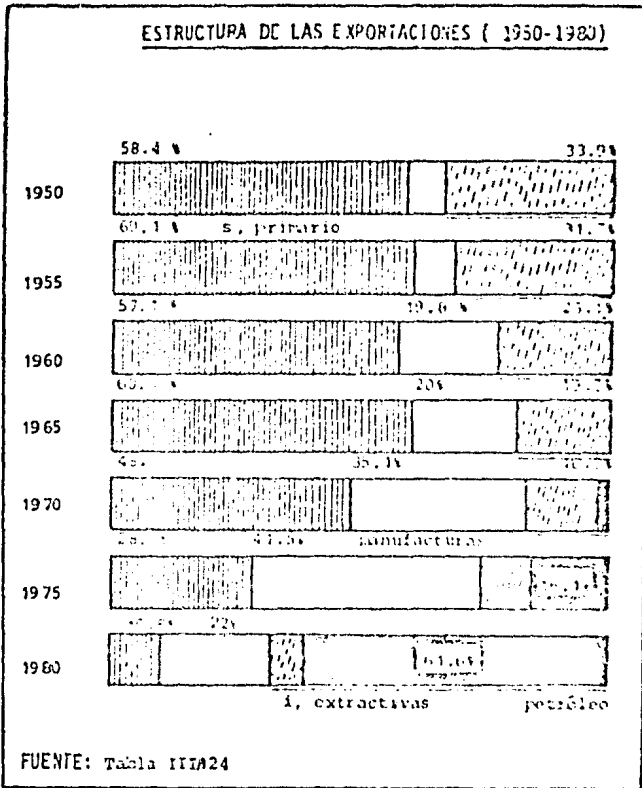
industria, ni desarrollar ramas de alta productividad; tampoco se dió un impulso a las ramas productoras de maquinaria y equipo; no se han incrementado las exportaciones no petroleras⁶⁷ (Cuadros III-30 y III-31) ni se ha contribuido al proceso de sustitución compleja de importaciones, antes bien, se caminó hacia atrás al aumentar las importaciones de bienes de consumo⁶⁸.

67. Las exportaciones no petroleras prácticamente se estancaron; su crecimiento anual fue de 1978 a 1982 de 17.7, 24.6, 7.8, 3.0 y -12.2 por ciento respectivamente a cada año. Ya para 1982 el petróleo constituía el 76.6% del total de exportaciones.

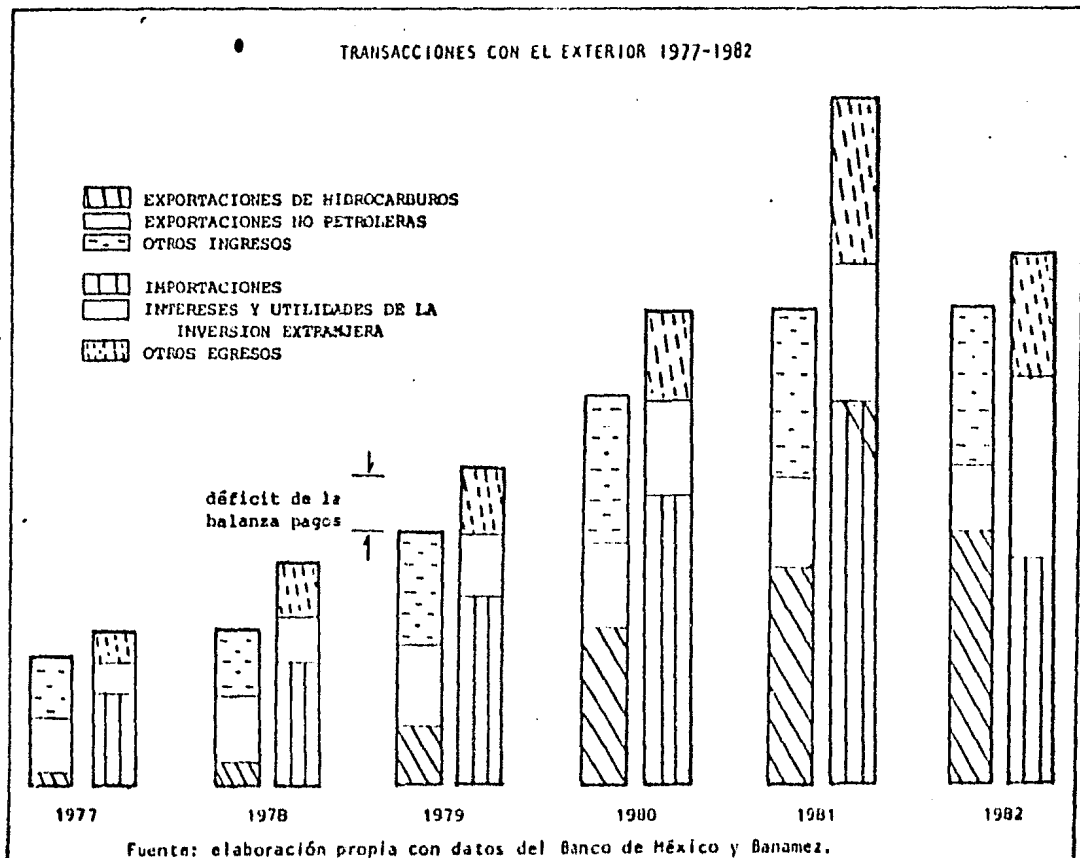
68. El valor de las importaciones de bienes de consumo aumentó en 69.3% anual - promedio en el periodo 1978-1981; los productos agrícolas y de silvicultura 47%; leche 69.5%, maíz 102.2%, trigo 60.6% los alimentos manufacturados 75.2 por ciento etc. En los últimos años del periodo considerado las importaciones de frijol crecieron 305%. Y eso que hubo SAM, si no...

CUADRO 111-31

CUADRO 111-30



CUADRO 111-32



La opción petrolera a ultranza fue equivocada. Para aumentar la capacidad de producción de hidrocarburos al ritmo requerido por los compradores hubo que hacer graves inversiones con dinero prestado. Cambiamos oro por espejitos como en el tiempo de la conquista. Se endeudó al país y el petróleo ahora sólo sirve para pagar las deudas (Tabla IIIA-24). Para colmo de males el producto de las ventas de los hidrocarburos y los préstamos se manejaron con extrema desonestidad. Sin duda el sexenio del "boom" petrolero también lo fue de la --- corrupción.⁶⁹

D. FIN DEL MILAGRO ECONOMICO

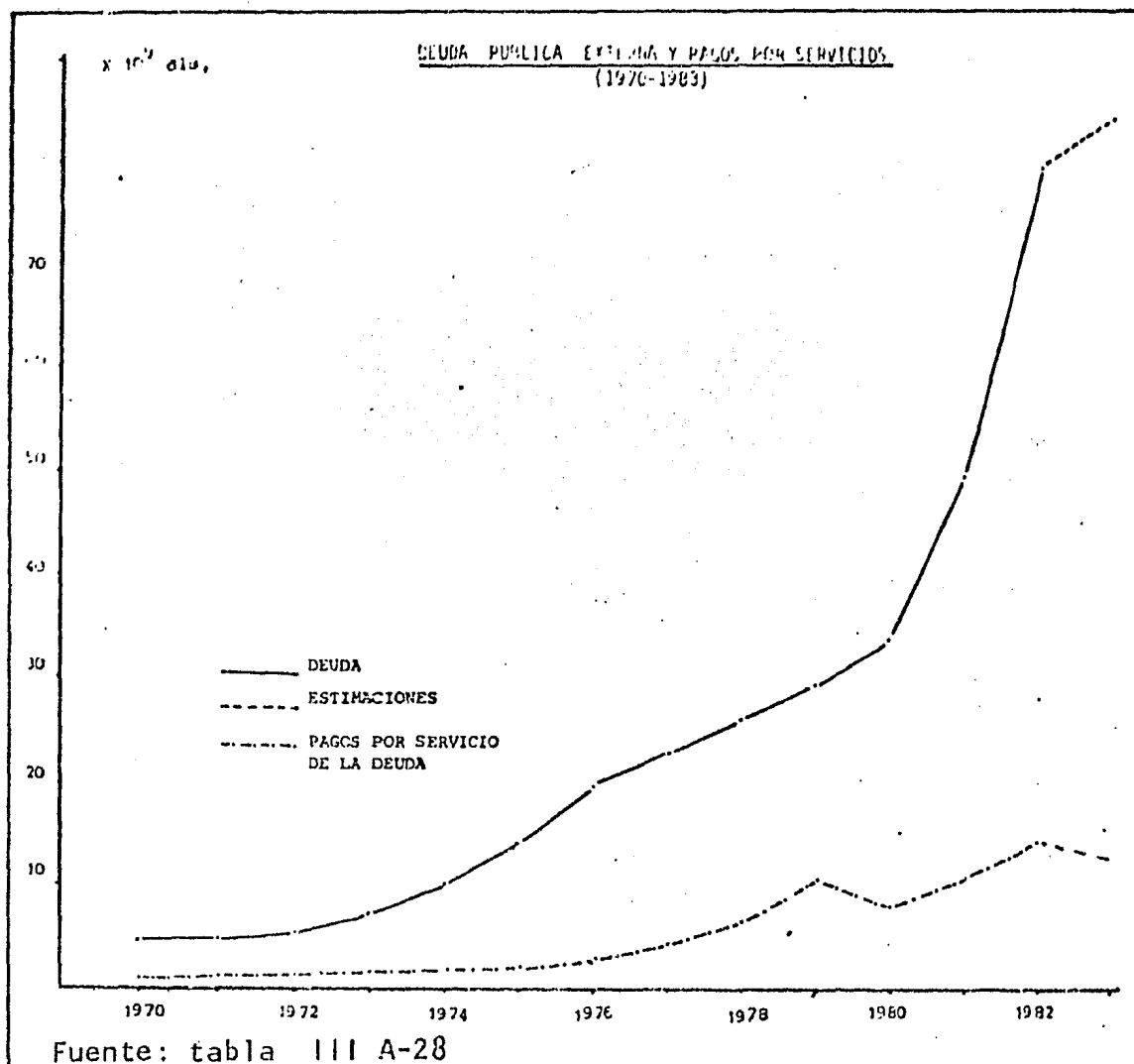
El último año de la administración de JLP se convirtió en una larga pesadilla, que combinó al petróleo como la cura de todos los males con el mayor auge especulativo que haya en la memoria nacional⁷⁰; y la conjugación de la crisis estructural de la economía mexicana arrastrada desde inicios de los 70 con la -- propia crisis del modelo adoptado por la administración en turno, que hizo del endeudamiento su forma de financiarse, de los bajos salarios su forma de capitalizar⁷¹, del déficit comercial su forma de relacionarse con el exterior (Cuadro III-32, y de su política petrolera su propio verdugo.

69. Hasta el 26 de julio de 1982 las denuncias oficiales publicadas en la prensa nacional fueron 150 fraudes de responsabilidad cuyo monto ascendieron a 81 597 millones de pesos, de los cuales, según Javier Coello Trejo, fiscal - especial del gobierno para casos de peculado, se recuperaron apenas 11 000 millones y dijo: "...yo creo que no es ni el uno por ciento de lo que han robado" 700 funcionarios y exfuncionarios de la actual y anteriores administraciones. (Proceso 299, 26 de julio de 1982). Después de finalizado en sexenio más cabezas han caído o al menos se han denunciado: Lerma Candelaria, Barragan Camacho? Durazo, Hanck González, "El trampas", Jesús Chavarria, Diaz Serrano ... Expresamente el PMT demandó el esclarecimiento del destino de 317 millones de barriles de petróleo faltantes en la contabilidad de Pemex de los años 1977 y 1978 y de otros turbios manejos de la dirección de la para estatal, como la compra de equipo, los pagos asociados al Ixtoc I y otros "negocios" que en conjunto ascienden entre 10 000 y 15 000 millones de dólares (Proceso 333, 2 de marzo de 1983)

70. La fuga de divisas en los últimos años se ha calculado en más de 50 000 millones de dólares, de los cuales a Estados Unidos fueron enviados 26 600, inventidos en la compraventa de inmuebles 10 000 millones y 12 500 depositados en los bancos internacionales dentro del cuadro de la ley. La fuga al mar gen de la ley, por supuesto, no se tiene registrada. Juan Maria Alponete, Las inversiones extranjeras op sit

71. Según los datos oficiales que maneja el Congreso del Trabajo la participación del recurso trabajo en el PIB pasó de 41.6% en 1976 a 35% en 1981.

CUADRO III-33

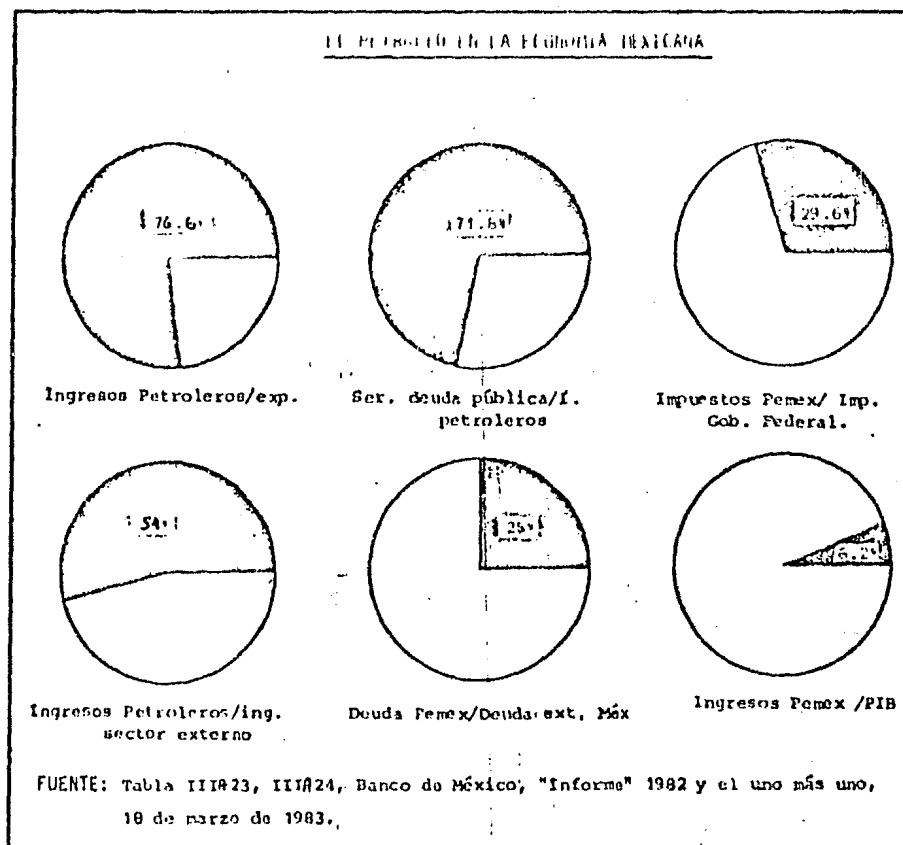


Los cinco años de política empresarial y de absurdos manejos de los recursos naturales y financieros cayeron por su propio peso dando inicio a un proceso de especulación-devaluación-especulación⁷², que sólo se detuvo con la nacionalización de la banca y el control integral de cambios (negociado a finales del año por el nuevo mandatario).

Los cinco años precedentes acumularon todos los males financieros y sociales que le darían perfil a la aguda crisis de finales de sexenio.

72. El 18 de febrero se inició un periodo de flotación del peso que lo colocó a finales del mes a 45 pesos por dólar, lo cual significó una devaluación del 67%. Después del establecimiento de varias paridades y varias salidas del Banco de México del mercado de divisas se estableció el 20 de diciembre un tipo de cambio controlado de 95 pesos por dólar con desliz de 13 centavos diarios y el del mercado libre a 150 pesos por dólar. Esto significó una depreciación con respecto a febrero de 3.5 y 5.6 veces respectivamente.

- Una deuda externa que como bola de nieve fue creciendo hasta hacerse in manejable, (Cuadro III-33).
- una brújula inflacionaria que por sí sola crecía saludablemente y dio un gran salto con el tónico especulativo⁷³.
- un déficit comercial que volvía a colocar en el exterior las divisas que ingresaban por la vía petrolera,
- un deterioro en el poder adquisitivo de los trabajadores que hizo posible pedir otro sacrificio,
- una fuerte sobrevaloración del peso que limitaba toda competitividad ex terna y que obligaba a substituir a los grandes compradores de dólares.
- una fuerte adición a los petrodólares - aunque sólo sirvieran para pa- gar los servicios de la deuda, y la consiguiente petrolización de las transacciones con el exterior y de los ingresos fiscales. (Cuadro III-34).



CUADRO III-34

73. "Solo los muy grandes disfrutaban de la riqueza que les produce la crisis y la inflación. Son 500 mil cuando más, empresarios privilegiados que producen el 50% del total que se produce en México. Son aquellos lo que han logrado ganancias del 350% anuales en los últimos años, como dice un estudio de la CTM." Heberto Castillo, Proceso No. 334

Las cifras son apabullantes: el PIB disminuyó por primera vez en 50 años; las reservas en dólares se desplomaron en 63%; el gasto neto presupuestal ascendió a 42.8% más de lo previsto y el déficit gubernamental llegó a un billón de pesos; el déficit financiero fue poco más del 16% del PIB, algo nunca visto; el empleo se fue a pique, bajó 4.2%, en la construcción, 3.1% en las manufacturas, 2.4% en el campo y 1.4% en el comercio; la deuda creció 25 millones de dólares hasta sumar 80; el peso se devaluó a la sexta parte de su valor de 1981; el petróleo se fue a la baja y la inflación llegó al 100%.

La política petrolera de JLP no sólo fue equivocada, antinacional y anti-patriótica, sino que durante los seis años de su gobierno hubo múltiples evidencias de malos manejos. Muchas cosas oscuras hay en las estadísticas oficiales en esos años que sugieren que hubo un desenfrenado saqueo del patrimonio popular.

Al finalizar 1982 el país se encontraba en la bancarrota y de nuevo se debió recurrir al FMI para contratar nuevos créditos que nos salvaran de los acreedores. Las reservas petroleras prácticamente han sido hipotecadas y vendemos a como quieren los EU, nuestro principal socio comercial.

El nuevo sexenio se inicia en condiciones peores que el anterior. La solución a la crisis será nuevamente la explotación feroz de los trabajadores y el saqueo de los recursos naturales. Pero las contradicciones sociales se agudizan hasta el límite de la paciencia del pueblo mexicano. De continuar la situación no está lejano el día en que los explotados retomen la salida del proceso revolucionario como los países hermanos de Centro América.

CAPITULO IV

**El estado mexicano como
administrador de la energía**

I. INTRODUCCION

Al promover la industrialización del país el Estado se encargó de proporcionar a precios bajos y de manera abundante, petróleo, gas y electricidad a la industria mexicana. Como representante de las clases dominantes en su conjunto, el Estado debía nacionalizar las industrias del sector energético -aún a costa de algunos grupos o transnacionales- para responder de manera oportuna a la creciente demanda. Los fuertes gastos de capital y expansión sólo podían ser sufragados por empresas estatales cuyo objetivo dejó de ser el de beneficio económico para pasar a ser el de fuente de empleo y traslado de la plusvalía generada por los trabajadores hacia los grandes consumidores de energía.

El manejo de los energéticos por parte del Estado no ha estado exento de contradicciones y no pocas veces en aras de supuestos intereses nacionales y de ayuda a las mayorías ha convertido ese manejo en descapitalización crónica, saqueo indiscriminado de la riqueza del subsuelo, o acaparamientos de fortunas personales y poder económico y político.

El sindicato de Petróleos Mexicanos es el más corrupto del país y se ha convertido en una verdadera mafia controlado por un "padrino" al que el propio gobierno le teme.

Con el "boom" petrolero el manejo de los energéticos ya no sólo se enfocó en beneficio de la burguesía nativa sino de la imperialista al inundar el mercado con el crudo del sureste, bajar los precios, vender a futuro, llenar las reservas estratégicas de los Estados Unidos y, en fin, servir de esquírol de los países desarrollados en contra de la OPEP. México al final sería víctima y verdugo de su propia política energética.

II. LOS MONOPOLIOS ESTATALES

En nuestro país la explotación de los energéticos (excepto parte del carbón y la totalidad de los no convencionales) se encuentra propiamente en manos del Estado. La generación de electricidad y la producción de hidrocarburos es llevada a cabo por dos monopolios estatales: la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Petróleos Mexicanos (Pemex), los cuales absorben gran parte de los recursos del Estado. En 1979 las inversiones de ambas industrias significaron el 40% del total de la inversión pública federal (a precios corrientes) y el 90% de la inversión pública en la industria. Sus ingresos en 1980 ascendieron a \$ 591 387 millones de pesos (Pemex, \$ 422 234 millones; CFE y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, \$ 169 153 millones) equivalente al 63.2% de los ingresos de los organismos y empresas sujetas a control presupuestal.

La participación del sector energético en la economía ha sido creciente y de significar el 6.1% del PIB en 1970 pasó al 9.3% en 1980 (precios de 1960). La tasa de crecimiento de la industria eléctrica siempre ha sido superior a la del PIB y en general, la rama más dinámica de la economía hasta 1974, año en que dejó su lugar a la industria petrolera. En cuanto a la recaudación de impuestos, el sector contribuyó en 1970 con el 5.3% de la captación total del Gobierno Federal, en 1979 con el 16.7% y más aún en los años siguientes. El personal ocupado totalizaba en 1980, 349,000 personas equivalentes al 6.7% del proleta-

riado industrial y al 1.7% de la PEA.

Grande es su participación en la economía, y se explica por la importancia que tiene un abasto continuo y suficiente de energía para fincar cualquier desarrollo industrial. En fechas recientes su participación ha sido aún más relevante a raíz de la inclusión del país entre los grandes exportadores de petróleo. En casi todas las naciones el sector está en manos del Estado, o se ejerce un estricto control sobre las empresas privadas que tienen o son concesionarias de los recursos. México está en el primer caso, pero dado el carácter y papel que se le ha asignado a las empresas energéticas estatales, estas se enfrentan a serios problemas de financiamiento que les impide llevar a cabo su crecimiento con recursos propios. El proceso de acumulación, como con el de otras empresas del Estado, se enfrenta permanentemente a la contradicción de ampliar sus plantas productivas para hacer frente a la creciente demanda y no poder hacerlo con la plusvalía producida por sus trabajadores.¹

Desde la posguerra, el estado mexicano asumió íntegramente su función de administrador capitalista; se preocupó de administrar los principales energéticos del país, sin obtener ninguna utilidad importante, incluso acumulando pérdidas en su operación y en detrimento de su solvencia para financiar sus gastos de inversión.² Pero eso sí, abasteciendo puntualmente la demanda energética que exigía el capitalismo en su expansión.

Las empresas de la energía necesitan contratar créditos tanto internamente como con los organismos internacionales y los bancos privados de los países poderosos, para financiar su crecimiento.³ La transferencia de plusvalía se convierte así, en uno de los agentes más activos en el afianzamiento de la dependencia estructural de estas empresas. Los principales beneficiados con las transferencias, a través de una estructura clasista de precios y tarifas, son los monopolios de la petroquímica, minería, siderurgia, y en general, los grandes empresarios. La dependencia también es comercial y tecnológica. A pesar de la creación desde 1965 del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Pemex obtiene las tres cuartas partes de su maquinaria y equipo en el extranjero, ya que es dependiente en exploración, perforación, procesos de refinación complejos y petroquímica básica.⁴ La CFE importa todos los principales medios de trabajo, re

-
1. "Energéticos, capitalismo y contradicciones de clase", Estrategia: revista de análisis político, II, 9 (mayo de 1976) pp. 35-46.
 2. El sector eléctrico consolidado ha tenido incluso pérdidas acumuladas de 12,921 millones de pesos (1973-1979). En 1980 se tuvieron ganancias por 5,695 millones ante un patrimonio de 151,227 millones de pesos (3.8%). Pemex por su parte en ese mismo año tuvo resultados netos de mil millones de pesos ante un patrimonio de 372,000 millones; para 1981 las ganancias fueron las mismas, pero el patrimonio llegó a los 546,000 millones de pesos.
 3. La industria eléctrica y Pemex contrataron en 1970 créditos (internos y externos) por un total de 9,738 millones de pesos lo que significa el 103.6% de sus gastos de inversión (9,398 millones). Para 1980 los créditos ascendieron a 232,188 millones de pesos, esto es, 135.1% de sus gastos de inversión (171,919 millones). Los créditos se han estado usando, pues, para sufragar parte del gasto corriente y servicios de su deuda.
 4. Pemex importa principalmente equipo para la perforación, refacciones para turbinas y motores de vapor, refacciones y accesorios para compresores y laboratorio. La CFE: turbinas, generadores, transformadores de potencia y conductores de cobre y aluminio.

facciones e ingeniería que necesita⁵; del equipo, para la termoeléctrica de Salamanca sólo el 13% fue de origen nacional (1971). Según la CFE en 1977 la componente nacional de las plantas hidroeléctricas fue 70% y en las termoeléctricas 55%.

Además de los problemas de dependencia con el extranjero, Pemex y CFE sufren los problemas típicos de la mayoría de las empresas paraestatales, sobresaliendo la mala administración, la gran dosis de corrupción que las aqueja y el charrismo sindical. Entre otras deficiencias producto de la burocracia podemos citar⁶: 1. Los directores son personas sin experiencia como empresarios y desconocen las actividades que aceptan dirigir, además, desplazan a funcionarios competentes por amigos, ayudantes, parientes, etc., y esto cada seis años, si antes no ocurren "reajustes" de gabinete; 2. las nóminas de sueldos incluyen aviadores, plazas superfluas (sobre todo de funcionarios altos e intermedios); 3. el equipo y maquinaria suele subutilizarse en alta proporción al igual que el equipo de transporte; 4. el síndrome de la burocracia se halla patente: impuntualidad, interrupciones injustificadas, papeleo, trámites lentos, falta de atención al público, incumplimiento de programas y calendarios, o bien, obras al vapor para que el titular del ejecutivo en turno las inaugure lo antes posible; 5. la organización contable es defectuosa, no existen auditorías externas, los datos frecuentemente son alterados para agrandar a los superiores sobre todo en lo que se refiere a costos y resultados; esto dificulta el control de las instalaciones, equipos, existencias, personal, presupuestos, producción e ingresos; 6. con frecuencia, y este es principalmente el caso de CFE, ante la incapacidad de las empresas para responder a sus compromisos financieros, el Estado las apoya y subsidia; 7. tanto la selección de métodos de producción como en general el costo de la tecnología son frecuentemente inadecuados y demasiado costosos, en parte porque se carece de estudios previos, porque el peso de la dependencia tecnológica es muy grande y porque las opciones suelen responder a la conveniencia de los propios funcionarios y no la de los procesos o empresas de que se trate; 8. las empresas relacionadas con la energía son grandes compradoras de insumos por lo que una manera de enriquecerse de los funcionarios es cobrar una comisión (10 ó 15%) por las compras que se hacen, o también, por la venta de contratos para la prestación de servicios o la construcción de obras, o creando empresas fantasmas que actúan como intermediarios para abultar las facturas, o con la venta de plazas; 9. dilapación del presupuesto por parte de los funcionarios en viajes de "negocios", comisiones, gratificaciones a periodistas, comidas, fiestas, guaruras y hasta en gastos domésticos.

III. LA INDUSTRIA PETROLERA

Con la expropiación de la industria petrolera en 1938 y la nacionalización un año después, el estado mexicano terminaría con uno de los enclaves económi-

5. Antonio Ponce, "Principales problemas de la industria eléctrica" en El economista mexicano, XIX (nov-dic de 1980), p. 6.

6. Alonso Aguilar, "Capital monopolista y empresas estatales" en Estrategia: revista de análisis político, II, 14 (marzo-abril de 1977) pp. 32-49

cos más importantes heredados del porfiriato; pero esta acción no impidió que continuara siendo un elemento importante en el proceso de acumulación de capital. Si bien las compañías quedaron excluidas de las decisiones concernientes a la operación y comercialización del crudo, la estructura económica volvió a recompensar a las metrópolis con bajos precios a sus empresas que operaban en otras ramas industriales⁷

Petroleos Mexicanos, organismo descentralizado, en quien recaerían adelante las funciones básicas de exploración, extracción, refinación de petróleo y gas natural y la producción de petroquímica básica no sería la punta de lanza de medidas que debilitaría la estructura capitalista del país, sino por el contrario, la industria petrolera se orientó más enérgicamente como un instrumento de apoyo a la industria infantil mexicana.

Para que esto se realizara sin problemas fue necesario someter a los trabajadores petroleros quienes serían los primeros en oponerse a los proyectos estatales⁸. Los enfrentamientos de finales del gobierno cardenista se intensificaron con Avila Camacho, pero con el gobierno de Miguel Alemán se emprende una verdadera ofensiva para acabar con toda oposición dentro del sindicato y someterlo al proyecto del Estado. El cerrojo sobre los petroleros (tanto económico como sindical) constituía una necesidad fundamental para una industria a la que se le había impuesto un papel clave dentro del proyecto capitalista del país, realizando una impresionante transferencia de valor en beneficio de los dueños del capital. Se congelaron los precios de los productos petrolíferos y se persiguió toda oposición dentro del sindicato. Y los planes se cumplieron. El desarrollo de la industria petrolera ha sido un factor clave para el desarrollo del país, pero de ninguna manera en un sentido nacionalista. En esos años, el proceso de industrialización basado en la sustitución fácil de importaciones recayó principalmente en la burguesía nativa, pero al término de la Segunda Guerra Mundial, las metrópolis imperialistas estuvieron en condiciones de volcar nuevamente sus inversiones hacia el exterior, y la industrialización sustitutiva fue finalmente controlada por el capital extranjero. De esta manera los cambios en el capitalismo a escala internacional hicieron que empresas (como Pemex), que en un principio buscaban alentar una utópica industrialización capitalista independiente, acabaron subordinándose a los intereses de los monopolios nacionales y extranjeros, que desde la época de los cincuenta, extienden su control sobre las ramas más importantes de la economía mexicana⁹.

A. DESARROLLO DE PEMEX Y SU IMPORTANCIA EN LA ECONOMIA.

El inicio de las actividades de la empresa petrolera nacional estuvo lleno de dificultades; mantuvo un lento crecimiento agobiada por el bloqueo financiero y tecnológico ejercido por las compañías transnacionales expropiadas, y también porque el crecimiento industrial interno no fue capaz de aumentar significativamente la demanda a pesar de los bajos precios con que se ofrecieron los

-
7. De cualquier forma las indemnizaciones a las compañías fueron muy generosas y hasta con desventaja para Pemex y el Estado, pero no para Miguel Alemán y sus colaboradores siendo vehículo incomparable para volverlos millonarios.
 8. Francisco Colmenares, "Petróleo y lucha de clases en México 1864-1982" (México, D.F.: El Caballito, 1982) p. 133.
 9. "La industria petrolera, ¿Al servicio del pueblo?", en Estrategia: revista de análisis político, I, 4 (septiembre de 1975)

derivados del petróleo, Sin embargo, y pese a los pronósticos, Pemex pudo superar los obstáculos; firme y paulatinamente la empresa fue aumentando su producción y ampliando sus ramas: de 1940 a 1950 la producción creció a una tasa anual de 7%, en la década siguiente fue de 7.4% en el caso de los hidrocarburos y del gas 18.5% en promedio anual. Entre 1960 y 1970 la producción creció en un 7.5% y la incipiente industria petroquímica alcanza una tasa del 41.5%. La importancia de la industria se aprecia en el hecho de que los productos petroleros concurren con el 86.4% de la energía convencional consumida en 1970 y 95% en 1982. Prácticamente casi todas las ramas industriales utilizan los productos de Pemex y su uso es básico en la generación eléctrica: en 1977 el 56.6% de la electricidad era producida quemando gas y derivados del petróleo, en 1980 ascendía a 70.3%.

Su participación dentro del PIB ha aumentado sensiblemente: 3.4% en 1960, 4.3% en 1970, 4.6% en 1976 hasta 7% en 1982. Además absorbe volúmenes crecientes de la inversión pública federal: 14.9% en 1950, 18.7% en 1960 (y a partir de entonces incluye a la petroquímica), 18.6% en 1970, hasta alcanzar la cifra sin precedentes del 29.5% en 1979, casi duplicando la inversión para el fomento agropecuario y ocupando un primerísimo lugar muy por arriba de las otras ramas de la producción. Pemex es una de las empresas que ocupa mayor número de trabajadores: en 1970 daba empleo a 71,062 obreros, técnicos, personal administrativo e investigadores del IMP, ya para 1979 se contrataba a 103,270 personas y 107,272 en 1980 sin contar a los obreros de la construcción ni los de las empresas contratistas. Pero si bien estas cifras son respetables es necesario mencionar que de esos trabajadores el 39.4% eran eventuales en 1970, nueve años después el 43.4% era transitorio y eso que no se contabiliza a los trabajadores en la rama de proyectos y construcción que suman varias decenas de miles de personas.

B. CRISIS DE LA INDUSTRIA.

No obstante el gran crecimiento petrolero, la política de subsidios al resto de la economía impuesta a Pemex, comenzó a provocar a partir de 1960 graves fisuras en la situación financiera y operativa de la industria. La exploración e incluso la refinación se empezó a rezagar respecto al consumo interno. En tanto éste creció a una tasa de 5.6% en el periodo 1938-1970, la producción se expandía a sólo 5.3% por lo que se tuvo que recurrir a un creciente nivel de importaciones, las cuales se habían incrementado a una tasa anual de 7.6%.

Si bien la política de precios de los hidrocarburos (al igual que la política de las tarifas eléctricas) coadyuvó al desarrollo acelerado de la economía también produjo serias distorsiones en el mercado de la energía; comparados con los hidrocarburos, los recursos hidroeléctricos, carboníferos, geotérmicos, nucleoelectrónicos y otros, resultaban poco atractivos para invertir en ellos.

De igual manera constituyó un auxilio generoso en la consolidación de la industria automotriz y en la deformación del sistema de transporte: se alentaron los medios individuales en detrimento del transporte colectivo; el ferrocarril, eficiente y barato, fue paulatinamente desplazado por los tractocamiones y en general el transporte vía carreteras. Los bajos precios y la abierta política de subsidio a la industria y el transporte influiría en los niveles de despilfarro hasta llevar al país a ocupar los primeros sitios del mundo en derroche.

La demanda de petróleo presionó a la producción a tal grado que Pemex, obligado a efectuar inversiones en condiciones de costos crecientes y precios fijos, vió disminuir su capacidad de inversión con recursos propios y aumentar, a la par, su endeudamiento¹⁰. La escasez de recursos forzaría a la empresa para estatal a descuidar el renglón de exploración, lo que determinó el descenso alarmante de las reservas. La relación reservas/producción pasaría de 18 años en 1970 a 15 cinco años después. En el momento en que se desencadenaba la peor crisis de precios, a raíz del embargo petrolero decretado por los países árabes, la producción mexicana de crudo registraba una grave desaceleración. En 1971 la producción era inferior a la de 1970, en 1972 se incrementó en 3.6% y en 1973 en sólo 3.1%. La producción crecía a una tasa tan baja que no alcanzaba a satisfacer la demanda interna. Esta situación obligó a que por primera vez desde la nacionalización se importara crudo durante el período 1971-1974. El impacto de los precios fue evidente: en 1972 se importaron 11,554 millones de barriles con un valor de 401.2 millones de pesos; en 1974 se importaron 6,184 millones de barriles y se tuvieron que pagar 993.7 millones de pesos, es decir, a pesar de que el volumen de las importaciones había disminuido a la mitad, su valor se duplicó!

El gobierno mexicano atezado por la insuficiente producción interna y la crisis capitalista mundial que debilitaba el crecimiento de la economía, se empeñó silencioso y vacilante en la empresa de extraer petróleo, y lo lograría. En 1972 afloraron los primeros pozos del cretácico en el área de Reforma, Chiapas-Tabasco. Ya desde la época de las compañías (1916) se había rastreado la enorme riqueza petrolera de esta región (y del país)¹², si entonces no se logró cuantificar, fue porque las perforaciones no rebasaban los 3,500 metros, y los estratos petroleros más profundos se encuentran entre cuatro y seis mil metros de profundidad. En ese entonces la producción de las capas superficiales (menos de 2,000 mts) era abundante -en México y en todo el Mundo- y no había necesidad de perforar más profundo¹³.

Para encontrar nuevos yacimientos fue necesario llevar a cabo elevadas inversiones. En 1971, los gastos por este concepto se incrementaron en 103.8% respecto a 1970; las tasas de inversión se mantuvieron muy altas durante todo el

10. Desde los años 50, la empresa no ha dejado de contratar créditos externos. Mientras en 1960 el total de créditos externos conseguidos ese año fue de 875 millones de pesos, en 1974 se contrataron por 3,740 millones. El total de esta última cantidad fue superior a la entrada de inversiones extranjeras directas (3,405 millones de pesos) o sea más que todo el nuevo capital que recibieron del exterior las empresas transnacionales instaladas en el país. Estrategia, I, 4, p.

11. Colmenares, p. 153.

12. Ibid, p. 154.

13. Los nuevos precios de 1973 rentabilizaron la explotación de los yacimientos de Alaska, los del Mar del Norte y por supuesto los de México. La crisis energética -de precios- fue un impulso poderoso para redescubrir la riqueza petrolera; la moderna tecnología sería un factor clave para su localización y extracción.

sexenio. Esta expansión de la industria petrolera fue sostenida por subsidios y aportaciones del gobierno federal, con créditos externos e internos y por sus propias utilidades (en 1973 y 1975 el gobierno subsidió a Pemex con 3,921 y 3,162 millones de pesos, equivalentes al 55% de los gastos de capital). La magnitud de los gastos de inversión al final de ese sexenio determinó un acelerado crecimiento de la deuda externa de Pemex. En ese periodo aumentó de 508.3 a 2,221 millones de dólares (el 11.2 y 11.3% de la deuda total del sector público). Los profundos cambios en el desarrollo de la industria petrolera incidieron notablemente sobre la estructura financiera de la empresa¹⁴.

El éxito en la producción permitió al gobierno manejar con relativa independencia y flexibilidad el endeudamiento. La industria petrolera fue sobresaliente como pilar del acelerado endeudamiento externo e interno del sector público, aunque a diferencia del sector eléctrico, el alza de los precios y los nuevos y ricos campos de producción le permitieron mantenerse dentro de la atención de los banqueros. A pesar del endeudamiento, México apostó a la opción petrolera que ofrecía una vía de progreso único. La banca imperialista también hizo su elección: apoyar a Pemex pero con un objetivo distinto al que buscaba el estado mexicano,

C. LAS RESERVAS PETROLERAS MEXICANAS: RESERVAS DEL IMPERIALISMO¹⁵

Como vimos en el capítulo II a raíz del conflicto árabe-israelí (1973) se presentó la coyuntura de orden político y militar que permitió a los países árabes imponer el embargo petrolero y la cuadruplicación de los precios del crudo¹⁶. Los energéticos revelaron toda su potencialidad como factor estratégico para mantener con vida la economía del mundo y principalmente la de los países industrializados. Esto ya se había tomado muy en cuenta desde el siglo pasado, en la era del carbón, pero ahora esa conciencia cobraba mayor fuerza y dimensión.

La dependencia de los países imperialistas a los hidrocarburos se reveló patética y en ascenso: en 1978 Estados Unidos importaba el 47.2% de su consumo total, Alemania Federal 96.5%, Japón 99.8%, Italia 98.6% e Inglaterra 43%. El control de la oferta de ese energético cobró mayor viveza y se convirtió en un factor clave de negociación pasando a ocupar un renglón primordial en la política exterior de los países industrializados. Las cuestiones del precio se desplazaron a un segundo lugar ante las acciones para garantizar un abasto creciente y oportuno. La dependencia energética de los países nucleares y la crisis social y política de los países árabes del Medio Oriente empujaron a los gobiernos de los países desarrollados a buscar fuentes alternativas de energía a bajar su consumo o a llegar a acuerdos duraderos con los productores que les aseguraran el control de la producción de los pozos.

14. En 1938 el pasivo representó el 9.5% de los activos totales y el 27.2% en 1962. Para 1971 sus pasivos totales representaban el 50.3% de los activos totales.

15. Este apartado tiene su principal sustento en el capítulo VI del libro de Francisco Colmenares, op. cit.

16. Aunque no hubo embargo como tal, pues las compañías se las ingeniaron para enviar petróleo e EU a través de intermediarios.

De esta manera la región petrolera del Medio Oriente, que abasteció con regularidad buena parte del consumo de los países desarrollados durante más de cuarenta años, se ha venido convirtiendo en un centro energético cuyo papel estratégico escapa cada vez más a su control y con posibilidades muy remotas de ser reconquistado, a pesar, para estos países, de que en esa región y en la URSS se localizan los principales yacimientos de gas y petróleo por descubrir. En estas circunstancias, no es casual la preocupación y febril investigación por parte de los Estados Unidos para cuantificar los campos petroleros mexicanos, y su interés en volver a desempeñar un papel determinante en la producción petrolera de México. Tampoco es de extrañar que en los círculos oficiales y militares de ese país se ubique esta producción como una reserva estratégica,

Esta concepción no es nueva, ya que en 1944 Roosevelt consideraba a nuestros recursos como una reserva para sus necesidades militares, Truman fijó la opción de mantener la producción petrolera mexicana como propia en caso de una "emergencia" en relación a la defensa del hemisferio. Los reportes de la CIA referentes a los campos petroleros gigantes y supergigantes y el viejo conocimiento de las enormes riquezas potenciales de México, empujó a James Carter a diseñar una estrategia para lograr la ansiada reintegración energética entre nuestro país y los Estados Unidos.¹⁸ La estrategia de este país hacia los recursos mexicanos quedaron plasmados en un documento oficial del gobierno estadounidense. El memorandum fue elaborado por Zbigniew Brzezinski, consejero de Carter para "asuntos de seguridad" y publicado en México por la revista Proceso¹⁹. En él se indicaba que el surgimiento de México como país petrolero serviría para dos propósitos básicos, primero, impactar al mercado mundial a partir de la abundante producción de crudo, y apoyándose en la reiterada negativa a participar en la OPEP, chantajear a esa organización en lo referente a precios y producción, y segundo, someter a México como la fuente principal más estable y segura -y algunos esperan la más barata- de sus importaciones petroleras.

Las presiones que seguirían para lograr sus propósitos -y que fueron continuadas y ampliadas por la administración de Ronald Regan- serían presionar al gobierno mexicano sobre el problema de los braceros, los aranceles a los productos mexicanos de exportación, turismo, préstamos, etc., o con métodos más violentos como las amenazas de invasión para asegurar el suministro de crudo y las presiones de la dictadura militar guatemalteca.

D. EL "BOOM" PETROLERO

El "milagro petrolero" -como dió en llamarlo la pasada administración- en realidad fue articulado en el sexenio de Luis Echeverría y fue propiciado por el interés en la supervivencia y reproducción del sistema. Sin embargo sería la administración lopezportillista la que le imprimiría una tónica de creciente integración a la economía capitalista mundial al propiciarse la expansión de la industria petrolera dentro del proyecto de integración global que tratan de consolidar los países imperialistas (apoyados por las compañías petroleras) en con

18. Colmenares, p. 177

19. Proceso, No. 111, diciembre, 1978,

tra de los países petroleros y en favor del control energético mundial,

El manejo del "boom" petrolero a su vez no estuvo ajeno a contradicciones en el seno del gobierno y que reflejaban los intereses de los grupos que controlan el país²⁰.

"Por una parte -nos explica Francisco Colmenares- un sector tiene interés en evitar una producción y exportación semejante a los países árabes...su objetivo es estimular la consolidación de una fuerte burguesía financiera industrial asociada con el imperialismo no exclusivamente estadounidense sino alemán, japonés, etcétera. José Andrés de Oteyza, titular de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (SEPAFIN), es uno de los exponentes dentro del Estado de esa corriente capitalista mexicana"²¹. El otro sector, representante de los intereses estadounidenses pretendió la venta acelerada del petróleo y la integración mexicana a los proyectos económicos y energéticos de ese país. Su principal exponente era el Ing. Jorge Díaz Serrano, Director General de Pemex que impulsaba sin cortapisa la estrategia energética de los Estados Unidos, tratando por todos los medios de abrir las puertas a ese país.

Desde principios del periodo presidencial la primera tendencia empezó a entrar en contradicción con los lineamientos sobre política petrolera y energética que sostenía la administración de Pemex. Hasta su destitución el Ing. Díaz Serrano ganaría muchas batallas a sus adversarios.

Sin embargo, Francisco Colmenares tiene razón al afirmar que "uno y otro proyecto no son antagónicos; son contradictorios en la medida precisamente que ambos tratan de fortalecer el proceso de acumulación de capital. Uno propiciando una mayor dependencia del imperialismo estadounidense, el otro diversificando 'el riesgo', al ampliar la dependencia a otros sectores del capital financiero internacional, pero ambos disminuyendo las posibilidades de maniobra y autonomía respecto al imperialismo en su conjunto"²².

1. Programa sexenal de Pemex 1977-1982.

A escasos días de iniciado el sexenio (22 de diciembre de 1970), Díaz Serrano anunció la casi duplicación de las reservas de hidrocarburos, pasando éstas de 6,300 millones de barriles a 11,200 millones de barriles²³. Con esta base y la expectativa de que las estructuras recién descubiertas guardaban considerables

20. Colmenares, p. 177

21. Ibid, p.

22. Ibid, p. 181

23. Esta duplicación se debió a las nuevas técnicas de cuantificación y certificación desarrolladas en la explotación de los yacimientos petrolíferos de Alaska y del Mar del Norte.

volúmenes de hidrocarburos, Pemex diseñó un ambicioso programa de producción, inversión e industrialización para el sexenio, con el fin de convertir al petróleo en la eficiente palanca de desarrollo que necesitaba el país para salir de la crisis y crecer a un ritmo acelerado.

El programa se propuso lograr en 1982, la duplicación de la producción de crudos y de la capacidad de refinamiento, así como triplicar la capacidad el sistema productivo de petroquímicos básicos. Alcanzar las metas anteriores, implicaba la inversión de 310,000 millones de pesos dentro de un presupuesto total de 900,000 millones; en el sexenio de LEA la inversión había sido de 119 mil millones de pesos y el presupuesto de 240,300 millones. Se planeaba perforar 3,476 pozos de los cuales 1,324 serían de exploración y 2,156 para desarrollar los campos recién descubiertos. Para duplicar o triplicar los volúmenes recuperables se daría énfasis en la aplicación de sistemas de recuperación secundaria. Conforme al programa presentado, en 1981 la producción de líquidos del gas sería de 2,242,000 barriles por día y la del gas natural de casi 4,000 millones de pies cúbicos diarios. Dicha producción permitiría un incremento considerable en las exportaciones de crudos y productos refinados ya que se estima pasarían de 153,000 BDC en 1976 a 1,100,000 BCD en 1982. Se calculó que los ingresos totales de la institución llegarán a 1,271,000 millones de pesos, iguales a casi 18 veces los ingresos obtenidos en 1977, mientras que los egresos totales de operación excluidos los impuestos federales sumaran 328 billones, iguales a 8 veces los egresos de 1977. Lo anterior permitiría reducir el endeudamiento de Pemex en 20,000 millones de dólares, a pesar de que para realizar las nuevas inversiones, la compañía pediría préstamos por un total de 16,500 millones de dólares²⁴.

Cinco meses más tarde, el plan sexenal se vió complementado al anunciarse la construcción de un gasoducto, de Cactus, Chiapas a Hidalgo, Texas, para exportar los grandes volúmenes de gas que venían asociados con el petróleo explotado en el sureste. Según cifras dadas a conocer por Díaz Serrano, los nuevos yacimientos producían gas a razón de 3,600 pies cúbicos por cada barril de petróleo extraído²⁵. Al argumentar sobre la construcción del gasoducto, el Director de Pemex informó que durante los últimos veinte años se había quemado gas en la atmósfera por un valor de 126 mil millones de dólares y calificó la construcción del gasoducto como "un eslabón clave de la política petrolera en desarrollo" ya que su construcción permitiría continuar con el programa petrolero del sexenio.

Las críticas no se hicieron esperar. A partir de entonces, el gobierno mexicano comenzó a hacer un hábil manejo de las cifras de las reservas y del programa petrolero, con un doble propósito, hacer que la opinión pública tuviera confianza en el futuro del país y calmar las inquietudes que la banca internacional había comenzado a manifestar a raíz de la devaluación. Y lo logró; López Portillo se convirtió, por el momento, en el salvador del país, al menos eso se hizo creer, y nuevos créditos del exterior fueron concedidos.

24. Los datos acerca del plan sexenal se obtuvieron de Jorge Díaz Serrano, Informe del Director General de Pemex, 18 de marzo de 1977, prensa nacional.

25. Jorge Díaz Serrano, Intervención en la Cámara de Diputados, El Día, 27 de octubre de 1977.

2. Polémica por el programa de Pemex,

Los ambiciosos planes de Pemex, para los cuales las reservas de 11,000 millones de barriles era francamente insuficiente tuvieron una rápida impugnación por el Ing. Heberto Castillo, dirigente del Partido Mexicano de los Trabajadores (PMT), quien inició y encabezó una fuerte corriente de opinión en contra de la política petrolera del gobierno. Las cosas se veían claramente; de continuar el ritmo de explotación de 1976 (1.2 millones de BDC), las reservas se agotarían no en 25 años sino en 14.5 años. Por medio de artículos, declaraciones a la prensa, panfletos, manifiestos, etc., el Ing. Castillo y su partido señalaron los costos económicos, políticos y estratégicos que acarrearía la decisión del gobierno y tacharía la medida como "una salida burguesa a la crisis"²⁶ Sus comentarios, siempre documentados, ponían en serios aprietos a la dirección de Pemex y atraerían poco a poco, la atención de la opinión pública.

Los meses de agosto, septiembre y octubre de 1977 fueron los más álgidos de la polémica (en la cual varios intelectuales apoyaron al Ing. Castillo en sus arremetidas contra el gobierno) que se centró básicamente sobre el proyecto del gasoducto y en forma muy colateral sobre el programa sexenal petrolero²⁷. Sobre este punto, que fue el de mayor difusión, aún hasta la prensa más reaccionaria comenzó a ver con simpatía los planteamientos que criticaban la actuación de Pemex²⁸. Los líderes de diversos partidos de oposición también se pronunciaron en términos similares a las del dirigente del PMT²⁹.

Los círculos gobernantes responderían a través de una intensa campaña publicitaria en donde intentaron mostrar la bondad de las políticas adoptadas. La prensa diaria comenzó a tratar con más detalle y de una manera favorable las actividades de Pemex; se repartieron folletos y la televisión transmitió una serie de "spots" que explicaban el monto de las reservas y los programas petroleros en marcha. El punto culminante llegó cuando el director de Pemex se presentó en la Cámara de Diputados para explicar las razones por las que se construía el gasoducto, el monto de las reservas y la conveniencia para el país de aumentar sus exportaciones de hidrocarburos. En su intervención Díaz Serrano además de manifestar su confianza en EU como paladín de los derechos humanos manipuló las cifras al asegurar que dados los niveles actuales de consumo, nuestras reservas tendrían duración de 280 años y justificó el desinterés por ingresar a la OPEP por no ser grandes productores de crudo y porque no necesitábamos defendernos de las transnacionales.

-
26. Las censuras del Ing. Heberto Castillo a la política petrolera del régimen, fueron publicadas a partir de marzo de 1977 en la revista Proceso, en diversas entrevistas concedidas a la prensa, en el libro "Huele a gas" que escribió junto con Eduardo del Río (Rius), en el folleto "Los energéticos, el petróleo...¿y nuestro futuro? junto con Jacinto Viqueira y en "Pemex sí, PEUSA no".
27. Una buena narrativa de la polémica en cuanto a la venta del gas y a la construcción del gasoducto se puede encontrar en José A. Gómez, "Las reservas petroleras mexicanas y sus repercusiones en las relaciones bilaterales México-Estados Unidos", tesis, El Colegio de México, 1979
28. Ver por ejemplo la página editorial de Excelsior del 17 de septiembre de 1977.
29. Las opiniones de los partidos de oposición fueron recogidas en el periódico El Día, los días 26 y 27 de octubre de 1977.

Si a un nivel popular las declaraciones resultaron satisfactorias, en los sectores más informados de la opinión pública no ocurrió lo mismo. La magnitud de las críticas amenazaron con destruir la imagen nacionalista de Pemex y del Gobierno, lo que obligó al mismo Presidente a responder a los comentarios desfavorables.³⁰ Las críticas trascendieron a los sectores de la opinión pública nacional y provendrían, así mismo, de los organismos internacionales con interés en nuestro país. Una misión del Banco Mundial que visitó el país en 1977 publicó un documento en donde se tachaba de exagerado el programa de inversión de Pemex. Consideraba que "produciría ganancias considerablemente mayores a las que México necesitaba" y que la economía se saldría de control.³¹

Pese a lo anterior, no sólo no se detuvo los planes de desarrollo de la industria petrolera sino que se procedió a acelerarlos. En marzo de 1978 Díaz Serrano informó en el segundo informe de labores que las metas fijadas para 1982 serían alcanzadas en 1980, "lo que demuestra la eficiencia de Pemex". Según el director de la paraestatal, la política de exportación la determinaban "tres factores de primerísima importancia": 1) la magnitud de las reservas petroleras; 2) la necesidad de ampliar las inversiones para crear nuevos empleos y 3) la posibilidad de vender convenientemente la producción excedente al exterior. El dominio de los medios de comunicación que le permitieron reducir la voz de sus oponentes, las expectativas de bienestar que había despertado en la población y la información ininterrumpida sobre el aumento de nuestras reservas de hidrocarburos fueron algunas de las circunstancias que permitieron al gobierno acelerar sus planes sin mayores problemas.³³

E. LA CAIDA DEL MERCADO PETROLERO.

Con base en los recursos abundantes del petróleo redescubierto y con un ciclo de precios reales a la alza en el mercado internacional, las decisiones de política económica partieron durante el sexenio de JLP, del supuesto que las tendencias en el mercado petrolero continuarían, y que los precios y los volúmenes de exportación serían crecientes. En efecto, si bien después de las extraordinarias alzas de 1973-1974 los precios presentaron reducidos incrementos, en los últimos meses de 1978 estos se aceleraron. La causa se debía tanto a factores de oferta como de demanda: ese año las masas derrocaban al Sha de Irán y la producción de crudo se redujo en un 40%; al año siguiente la demanda crecía al 3.6% y las exportaciones de la OPEP en sólo 2.6%. El alza de los precios fue inminente.³⁴

La estrategia de financiamiento cuya fuente era el petróleo, no obstante partía de supuestos fijos. Con la participación creciente de México en el mercado mundial de hidrocarburos se había creado una variable exógena al modelo que internamente se había puesto en marcha. Como exportadores habíamos contribuido

30. José López Portillo y Pacheco, Primer Informe de Gobierno, 1977, Prensa Nacional.

31. Proceso, número 39, 17 de julio de 1978.

32. Las reservas probadas aumentaron de 6,300 millones de barriles al inicio del sexenio a 11,200 (22 de diciembre de 1976), 14,000 (junio de 1977), 16,800 (noviembre de 1977), 40,000 (enero de 1979) y para fines del sexenio a , 72,000 millones.

33. Arturo Guillén, Excelsior, 18 de octubre de 1977.

34. En enero de 1974 el precio del barril de petróleo crudo fue de 11.65 dls, cuatro años más tarde era de 14.81. En julio de 1979, el barril se cotizaba a 18 dls; en mayo de 1980 en 28 y 30 dls en septiembre. Al terminar el año, llegó a 34 dls el barril de petróleo crudo ligero.

a saturar el mercado y crear las condiciones necesarias para que los compradores volvieran a comandar las expectativas del mercado. En enero de 1981 se produjeron las últimas alzas en los precios del crudo y simultáneamente empezaba la contraofensiva imperialista contra la OPEP. Los países industrializados enfrentados nuevamente a una aguda fase recesiva disminuían su consumo de petróleo y se saturaba el mercado. El proceso tecnológico que aumentó la eficiencia en el consumo energético también contribuyó notablemente a la conservación de la energía en esos países. Como resultado, la falta de demanda inclinó los precios a la baja o mejor dicho a su caída³⁵.

La OPEP no tardó en establecer en mayo de 1981 medidas dirigidas a dar respuesta a las presiones: se acordó reducir la producción y congelar los precios. Finalizada la reunión del cártel y el mismo día que JLP reiteraba que el gobierno mexicano "no es ni será esquirol de la OPEP" un cable de Tel Aviv anunciaba que Israel había obtenido una baja de dos dólares en el precio del barril de petróleo que compraba a México³⁶. La decisión mexicana golpeó a la OPEP favoreciendo la intensidad de la contraofensiva imperialista. Después de esa "primera victoria" la presión se concentró en las otras partes débiles: Ecuador, Perú, Inglaterra, Nigeria y Libia.

Para reducir los efectos de la indignación de los países de la OPEP y las turbulencias que empezaron a desatarse y desviar la responsabilidad presidencial de haber colocado a México a la cabeza en la baja de los precios del crudo, Díaz Serrano es destituido como director de Pemex el 6 de junio. La destitución, sin embargo, no podía volver a México al punto en que se encontraba su posición antes de que se autorizara la baja del precio, ya que había influido a desarticular la política de precios de la OPEP; de este modo se aumentó la dependencia mexicana a las compañías petroleras y debilitó la imagen, formal al menos, de "aliado natural de la OPEP". El siguiente golpe de la política petrolera mexicana a los otros productores sería la venta a Japón de más de un millar de barriles de crudo por encima de la cuota mensual. El 20 de agosto se firmó un contrato con EU para venderle 110 millones de barriles adicionales para su reserva estratégica. El tercer golpe estaba dado.

F. MEXICO, VERDUGO Y VICTIMA DE SU POLITICA PETROLERA

La crisis de los precios cayó implacable sobre nuestro país adicto a los petrodólares. Lo peor de todo es que México aparece como víctima de su propia política petrolera, luego de contribuir en gran medida a los desequilibrios internacionales. Por vender a toda costa, por ganarle clientes a la OPEP, por desligarse de la estrategia de producción y exportación moduladas para no abatir los precios, Pemex inundó el mercado, ocupó los espacios de la OPEP, otorgó descuentos y facilidades, vendió petróleo a futuro, ofreció el precio más bajo del mundo, robusteció las reservas estratégicas de los EU, y al final sintiéndose aje-

35. Estados Unidos, por ejemplo, que consumía 18,5 millones de barriles de petróleo en 1979 disminuyó su consumo a 17 en 1980 y a 15 en mayo de 1981. En cuanto a la eficiencia, el uso del barril que se estimó en 3.2% en el período 1973-1976, para el período 1973-1981 fue de 27.6%.

36. Colmenares, p.

no a sus trayesuras lloró amargamente las consecuencias³⁷. Cuando los precios de la OPEP estuvieron al alza, México -al igual que Inglaterra y Noruega- aprovechó oportunamente la carrera alcista elevando sus precios por arriba de los de la OPEP sin comprometerse en negociaciones ni adquirir compromisos de producción, cuando el mercado se cayó siguió su propio camino, bajó los precios por debajo del cártel petrolero y lo esquiroleó de todas maneras, el objetivo era obtener la mayor cantidad de petrodólares posibles para solucionar la crisis interna de la cual ellas mismas eran una de las principales causas.

El Ing. Castillo caracterizó la situación de la manera siguiente: "el pantano petrolero es de arenas movedizas. Mientras más se mueve la víctima dentro de él más se hunde. México -al igual que los países productores con población abundante como Nigeria, Venezuela, etc.,- necesitan divisas para financiar su desarrollo; cuando se agotan las posibilidades de préstamos y se requiere obtener más divisas hay que vender más petróleo pero eso hace bajar los precios. Para igualar los ingresos hay que producir y vender más. Tratar de salir de la trampa vendiendo más petróleo es hundirse más en el pantano. Eso pasa en México y el gobierno se niega a buscar otra salida"³⁸

Tras de muchos años al servicio del imperialismo (principalmente de EU) México convertido ya en una pieza más en el ajedrez petrolero, sin influencia para fijar los precios, acudió a la protección de la OPEP. La desdeñó, la sabotó, la denigró, pero ahora tenía que esperar a que la OPEP y los grandes consumidores ajustaran cuentas y precios. La política petrolera mexicana debió subordinarse, finalmente y con la cabeza baja a las leyes de los mercados internacionales.³⁹

IV. LA INDUSTRIA ELECTRICA

A. EVOLUCION DEL SECTOR,

Con "El objeto de organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales", el general Lázaro Cárdenas creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 1937⁴⁰. El propósito cardenista, sin embargo, no se lograría en forma amplia (aunque no exactamente en beneficio del interés social) sino hasta la nacionalización de la industria eléctrica por Adolfo López Mateos veintitres años después.

37. Proceso 323, 13 de marzo de 1983.

38. Heberto Castillo, "La salida al pantano petrolero" en Proceso 337, 18 de abril de 1983.

39. Proceso 326, 31 de enero de 1983.

40. Francisco Guzmán, La electricidad en México, en El economista mexicano, XIV, 6 (nov-dic de 1980) p. 15.

La CFE tuvo en sus inicios un crecimiento muy lento pues contaba en su fundación con menos de un MW instalado contra los 680 MW que había en todo el país⁴¹. Las cosas tomarían otro matiz mas adelante. La decisión del estado mexicano después de la segunda guerra mundial de seguir un modelo industrial de desarrollo exigía un suministro creciente de energía eléctrica, cuestión que se veía obstaculizada por la diversidad de los prestadores del servicio, los monopolios regionales y, el desinterés que las compañías privadas habían manifestado en impulsar y desarrollar esta industria. En este último punto cabe aclarar que fue la CFE la que prácticamente estuvo encargada de incrementar la capacidad eléctrica instalada⁴², sin tener posibilidad de concurrir en forma directa a los mercados consumidores, vendiéndole en bloque la energía generada a las empresas concesionarias las cuales sólo generaban una tercera parte de la energía que vendían. Esta situación obstaculizaba la acción del Estado cuyo papel es asegurar la reproducción y acumulación del capital en su conjunto. Para 1960 la CFE contaba con el 42% de los 3,021 MW instalados en el país.

La nacionalización de la industria eléctrica fue la solución más viable al problema de la creciente demanda, y para eliminar los estrangulamientos en la expansión industrial. Si los monopolios aceptaron vender sus activos fue por la baja tasa de ganancia de esta rama y los altos costos de operación y expansión que era necesario desembolsar. Esta actitud incluso, estaba en retraso con respecto a otros países en los que desde el período de posguerra, los monopolios se habían desprendido de industrias como la eléctrica, y de los ferrocarriles o se abstendían de participar en servicios tales como la comunicación para dejarla en poder del Estado y dirigir sus inversiones a proyectos más redituables⁴³. De cualquier forma los monopolios multinacionales seguirían controlando la industria a través del financiamiento, la tecnología y la maquinaria.

La industria eléctrica, a partir de la nacionalización, inició un crecimiento acelerado, con tasas anuales de 12% pero con tres problemas congénitos -los mismos de Pemex- que socavarían su desarrollo sano, y que a la fecha la han llevado a un estado de crisis: la estructura tarifaria, la dependencia tecnológica y la corrupción sindical. Además de estos problemas crónicos, Francisco Guzmán señala entre otros: 1) los numerosos cambios de política al más alto nivel de la dirección; 2) el exceso de rotación del personal técnico altamente calificado y del nivel medio que se traduce en un incremento de los gastos de operación; 3) los períodos de agresión a grupos de trabajadores que provocaron fuertes pérdidas materiales, altas ineficiencias operativas y grandes resentimientos entre trabajadores del mismo gremio; 4) el retraso en las obras de ampliación del sector, que provocaron tiempos muertos, gastos adicionales de inversión y retrasos en la recuperación de éstas y en la disponibilidad de nuevos bloques de energía; 5) abandono de la aplicación de soluciones técnicas encaminadas a incrementar la productividad de los recursos utilizados.

41. Ponce, p.

42. De 1940 a 1950 la capacidad instalada nacional se incrementó en 81.4%. Para ese último año la CFE contaba ya con el 14% del total nacional.

43. Francisco Colmenares, "La acumulación del capital monopolista en la crisis del sector eléctrico", en Investigación económica: revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979), pp.311-326.

A fines de 1960, año cero de la nacionalización, los resultados integrados de lo que era ya el sector eléctrico consolidado determinaron una utilidad neta de 406 millones de pesos. A principios de enero de 1962 se fijó la primera estructura tarifaria que substituía a 180 tarifas diferentes y fijaba el precio promedio del KWH en 0,258 pesos, ésta no fue modificada sino hasta 1973. En la administración de Luis Echeverría la capacidad instalada creció en 87% al pasar de 6.1 GW a 11,5 GW. Las ventas de energía, sin embargo, sólo crecieron en un 76% lo que significa que se empezó a perder la eficiencia conseguida en el manejo de la capacidad instalada durante la década anterior. Los costos de operación y demás gastos empezaron a crecer rápidamente a partir de 1972 por lo que en octubre de 1973 fue necesario elevar nuevamente las tarifas en un 29,3%. A pesar de ello, desde ese año el sector empezó a registrar resultados negativos en sus estados financieros. Lo anterior ocurrió aún tomando en cuenta que además de las nuevas tarifas, se empezó a aplicar en agosto de 1975 un factor de ajuste que representó un aumento en los ingresos de 23%. Así mismo se aplicó un régimen de cuotas de contratación que en su versión atemperada ayudó también a generar ingresos adicionales. En noviembre del año siguiente se volvieron a ajustar las tarifas con un incremento de 52%.

De esta manera, las ventas crecieron de 1962 a 1977 en un 195% al pasar de 2,156 a 6,434 millones de pesos mientras que la capacidad instalada real pasó de 2,612 a 12,100 MW, esto es, con un incremento de 363%. Como las pérdidas continuaron en julio de 1978 se empezó a aplicar una tasa de 1.5% acumulado mensual durante un plazo de 24 meses a todas las tarifas. Con todas estas medidas en el ejercicio de 1980 se tuvieron utilidades después de siete años de acusadas pérdidas (alrededor de 13,000 millones de pesos). Pero no bastó porque a raíz de la devaluación de febrero de 1982 se decretó un nuevo aumento a principios del mes de agosto de ese año.

Por su parte, la consistencia financiera y contable de los balances del sector plantea serias dudas. "En septiembre de 1976 el sector eléctrico llegó al punto más crítico como consecuencia de la devaluación, en virtud de que su pasivo referido a moneda nacional resultó superior al importe en libros de sus activos totales. Técnicamente el patrimonio de la industria nacionalizada había desaparecido. Para neutralizar este negativo esquema, a fines de 1976 se procedió a revaluar los activos totales del sector eléctrico en la cantidad de 25,087 millones de pesos con lo que se elevaron de 93,824 a 118,911 millones de pesos suficientes para redefinir, por diferencias con el importe del pasivo, un nuevo patrimonio del sector de 23,356 millones de pesos!"⁴⁴ Cambios adicionales se han efectuado a partir de 1976 pero dejan muchas dudas en su honestidad.

Como se desprende de lo anterior el sector eléctrico está en un estado de semi-crisis (o crisis oculta) y el Estado no se preocupa por sacarlo de donde se halla inmerso, por el contrario, intenta dejarlo sometido a la misma función que ha desempeñado hasta ahora y en consecuencia a una creciente enajenación bajo los intereses monopólicos de la industria nacional y extranjera. Las voces se levantaron para oponerse a esa política como la Tendencia Democrática del sindicato electricista (SUTERM) fueron despiadadamente perseguidas. El objetivo de aplastar y desarticular completamente a la disidencia fue realizado sin detenerse ante los costos que podía acarrear. A los dirigentes charros del SUTERM se les

44. Colmenares, "La acumulación..." p. 20.

proporcionaron enormes sumas de dinero; se contrataron esquirolles sin ninguna calificación técnica para desplazar a los electricistas de la Tendencia; los centros de trabajo fueron ocupados en 1976 por soldados y halcones, interrumpiendo el servicio en muchas regiones o dañando costosas instalaciones. Se ha llegado incluso a cerrar plantas hidroeléctricas como la boquilla en Chihuahua para eliminar a los disidentes, pero,,, la resistencia continúa,

Desde otra perspectiva el crecimiento de la capacidad instalada se realizó en forma empírica, alejando de todo principio de planeación y obedeciendo básicamente a las presiones de la demanda del sector industrial, Sin recursos necesarios para financiar el desarrollo, las deudas hicieron presa fácil de la industria eléctrica. Los gastos de capital siempre han sido de la misma magnitud de los financiamientos, es decir, se crece con dinero prestado de la banca imperialista pues los capitales nacionales no se interesan en ello. Sin incluir los intereses, en 1977 se adeudaba 71 cts por cada peso de activo; la deuda creció de 6,019 millones de pesos en 1964 a 142,323 millones de pesos en 1978. El financiamiento externo del sector registró tal crecimiento que en ese último año llegó a representar 18.5% del endeudamiento externo del sector público contratado a plazo de un año o más ⁴⁵

Al 31 de diciembre de 1981, la CFE tenía una deuda total de 276,540 millones de pesos, de los cuales el 55.9% correspondían a créditos obtenidos en el exterior, el 40.6% a créditos nacionales y 3.5% no especificados. Sin embargo, de los créditos nacionales, el 90.5% estaban contraídos en divisas extranjeras, por lo que se pueden considerar como créditos externos a través de intermediarios nacionales. Tenemos entonces una deuda en divisas de 256,034 millones de pesos con la paridad de 26.33 pesos por dólar. Olvidándonos de los créditos de origen no especificado y de la deuda contraída a lo largo del año (estimada en 3,000 millones de dólares), con la nueva paridad del peso la deuda debió alcanzar en 1982 un monto de cuando menos 638,276 millones de pesos. De acuerdo al Índice Libor promedio, que indica el nivel de las tasas de interés que en los préstamos internacionales se está pagando, la CFE debió pagar en 1982 alrededor de 16.5% de interés sobre su deuda. De acuerdo a ello, el pago anual de intereses sería del orden de 112,740 millones de pesos y muy probablemente mayor. Si comparamos esta cifra con el producto de toda la energía vendida en 1980 por el sector eléctrico nacional, que fue de 43,957 millones de pesos, entenderemos la magnitud del problema. ⁴⁶

"Considerando el aumento de las ventas y considerando las nuevas tarifas, podemos pensar que en 1982 la CFE llegue a captar unos 64,000 millones de pesos como máximo, lo que apenas representa la mitad de lo que debió pagar por intereses por la deuda en divisas, mucho menos podríamos haber esperado que con los

45. Datos extraídos de "El perfil económico de México, 1980 y 1982. Banamex.

46. Antonio Ponce y Arturo Whaley, "La evolución de la industria energética en México" en Energía: del fuego al átomo, 46-47 (octubre-noviembre de 1982) p. 14

ingresos se pagase el combustible, la operación y mantenimiento, la transformación y distribución, la amortización de plantas y equipo, la administración y mucho menos la expansión del sistema.⁴⁷

V. GIGANTESCA TRANSFERENCIA DE CAPITAL

El Estado ha brindado a las empresas privadas, nacionales o no, un apoyo decisivo al proporcionar energía ilimitada y barata para las actividades industriales y de comercio,

En los precios de los productos de la industria petrolera y las tarifas de la industria eléctrica se aprecia claramente el papel que se le ha asignado al sector energético favoreciendo la reproducción del capital. Con sus transferencias se le ha hecho participar activamente en la redistribución de la plusvalía social, en beneficio abierto de la acumulación capitalista. No podría ser de otra manera, es parte de un sector estatal subordinado y de poca significación con respecto a las ramas de punta. Este aspecto sería capitalizado ampliamente por la burguesía para su consolidación económica y política, aunque el monto de la transferencia no ha sido plenamente aprovechado debido al irracional desperdicio.

A. LOS PRECIOS DE LOS HIDROCARBUROS Y SUS DERIVADOS.

La principal transferencia se dió a través de los productos petrolíferos (sobre todo combustóleo) pues además de proporcionar el 70% de los requerimientos energéticos de la industria eléctrica, sirvieron de materia prima y fuente de energía calorífica para una multitud de procesos. Electricidad primaria, carbón y gas natural también estuvieron (y están) fuertemente subsidiados. El barril de combustóleo se vendía en promedio en 1938 a 2.55 pesos, registrando en los años siguientes reducidos incrementos siempre debajo de la tasa inflacionaria. En treinta años (1940-1970) el precio aumentó de 2.57 a 2.92 pesos el barril, esto es, un incremento de sólo 0.6% anual.⁴⁸

Los bajos precios de los productos usados para el transporte (gasolina, diesel y turbosina) estimularon un crecimiento acelerado de su consumo, superior al de muchos países industrializados. A excepción de 1940 y 1941 los precios reales de la gasolina no se recuperaron al nivel de 1938. Ni siquiera en los años en los que se aprueban aumentos a los precios; lo mismo sucedió con el diesel. Haciendo una comparación entre el aumento de los precios de los productos petroleros y el índice de precios del PIB Samuel Villar⁴⁹ encontró que entre 1940 y 1953 la mexolina aumentó su precio en un 139% mientras que el índice de

47. Ibid p. 16

48. Colmenares, "Petróleo y lucha..." p.

49. Samuel I. del Villar, México país petrolero. Perfiles históricos y problemas futuros, Conferencia dictada en El Colegio de México,

precios del PIB lo hizo en 267%; a partir de 1953 y hasta 1975 (fecha de la desaparición de ese producto) se mantuvo congelado a pesar que en esos 22 años el índice aumentó en 217%. Gasolmex 90 aumentó en 11% durante los tres años posteriores a su aparición, mientras el índice aumentó 21%; a partir de 1959 y hasta su desaparición en 1972 se mantuvo congelado. Pemex 100 permaneció congelado durante toda su existencia. Nova elevó sus precios en un 100% desde su aparición en el año de 1970 hasta 1973 mientras que el índice de precios del PIB aumentó alrededor de 175%; esta gasolina que costaba 2.80 pesos el litro en 1973 era vendida a la Alianza de Camioneros de México "el pulpo" a 0.52 pesos el litro y la mexolina a 0.35.50

Respecto al total de las gasolina Manuel Aguilera G., presidente del Colegio Nacional de Economistas en 1980 calculó el subsidio en 170,000 millones de pesos mientras que los cálculos muy conservadores de Antonio Ponce ascendían a 80,000 millones durante 1980. Esto último supone producir un litro de gasolina (tomando precios internacionales del crudo) en 7.25 pesos por lo que el subsidio sería de 4.45 pesos por litro.⁵¹ El diesel que durante tres años (1976-1979) costó un peso litro fue el combustible más fuertemente subsidiado, pues su precio en el mercado internacional varió entre 6 y 11 pesos el litro durante 1980. Tomando en cuenta el valor promedio internacional (9 pesos) y dado que la producción total llegó a 89,392 millones de barriles, o sea algo más de 14 billones de litros, el subsidio fue de aproximadamente 112,000 millones de pesos de los cuales al sector eléctrico correspondió 8.3% (además de que se le vendió a precios aun más baratos que en el mercado nacional).

Así como no existe un precio unitario de las gasolinas tampoco existe para el gas natural. Mientras que México siempre ha tenido la política de venderlo -a otros países- a un precio inadecuado al de su equivalente energético en crudo (tomando en cuenta esto, el precio debía ser 5.11 pesos por m³ en 1980) a los EU se le vendió ese año a 3.81 pesos y a los industriales -sobre todo a los de Monterrey que son los principales consumidores- en 31 centavos. Como la producción llegó a 191,446 millones de barriles en ese año, siendo el total de exportaciones 21,527 millones de barriles los subsidios fueron los siguientes: 1) si consideramos que se debería vender el metro cúbico a 4.11 pesos el "subsidio" al gas de exportación sería de 4,000 millones de pesos y al de consumo interno (exceptuando el gas usado por Pemex mismo) de 68,000 millones; 2) si a pesar de todo consideramos el precio de gas de exportación como justo, que no es el caso, el subsidio por metro cúbico sería de 3.50 pesos equivalente a 50,000 millones de pesos.

Por su parte el gasto total de combustible y lubricantes de la industria en 1965 representaba 1.9% de sus insumos totales; en 1970 disminuyó su participación relativa a 1.5%. Aquí se aprecia nítidamente que los precios reales iban en descenso.

50. Antonio Gershenson, "Implicaciones del carácter estatal de los energéticos en México" en Investigación económica, Revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149, (abril-sept, 1979), p. 301.

51. Antonio Ponce, Tarifas, precios y subsidios, ponencia presentada en el foro "Sector Público Nacional" el 24 de abril de 1981 en el Colegio Nacional de Economistas.

Antonio Ponce ha hecho varios estudios sobre los precios de los energéticos y la consiguiente transferencia de capital a las empresas. Uno de estos⁵² examina los aumentos a los precios de los combustibles fósiles ocurridos en enero de 1979. El cuadro IV-1 muestra algunos datos sobre la magnitud de los

CUADRO IV-1

| SUBSIDIO A LOS ENERGETICOS 1978 | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| | Precio | | Reservorios principales | Costo del combustible para generar en kWh (c) |
| | Internacional | en México | | |
| Combustóleo | 2.55-5.03 \$/l | 0.26-0.31 \$/l | Industria | |
| Diesel | 2.18 \$/l | 1.00 \$/l | Transporte | |
| Diesel | 2.18 \$/l | 1.00 \$/l | Industria | |
| Gas natural | 2.40 \$/m ³ | 0.26-0.31 \$/m ³ | Industria | |
| | | Tarifa Promedio | | |
| | | Pequeño consumidor | Empresas más grandes | |
| Electricidad | Febrero 1979 | 0.81 | 0.13 | 0.65 |
| (\$/kwh) | Junio 1980 | 1.07 | 0.54 | |

FUENTE: Antonio Ponce, Características y aspectos centrales de la política energética para México. Inv. Económica FEUNAM

subsidios. Antes de ese año el combustóleo se vendía casi diez veces más barato que en el mercado internacional, el gas nueve veces y el diesel a menos de la mitad de su precio externo.

Un estudio de Samuel del Villar⁵³ señaló por su parte que en 1977 el crudo mexicano se exportaba a un precio promedio de 13.35 dls. por barril; el mismo crudo una vez refinado y encaminado a las gasolinerías o estacionamientos de venta, se entregaba al público a un precio promedio de 6.65 dls. De esta manera Pemex subsidió en 1977 al conjunto de consumidores internos con 6.80 dls -cerca de 154 pesos de aquel entonces por barril. Con respecto a

otros artículos refinados el autor señala que el litro de combustóleo que Pemex importaba a 1.72 pesos lo vendía a 0.26, el gas avión importado a 2.78 pesos se vendía a 2.17 y la turbosina comprada al exterior a 2.38 se vendía a 1.90 pesos.

Para 1980 las cosas continuaban igual y en algunos casos peor. Ponce calculó para ese año un subsidio al combustóleo de 4.69 pesos por litro (el precio internacional era de 5.00 pesos y el nacional de sólo 0.31); como ese año Pemex produjo 112,903,000 bbl (algo muy cercano a 18,000 millones de litros) el subsidio ascendió a cerca de 84,000 millones de pesos. CFE, el principal consumidor del producto absorbió el 48.2% de la producción y lo pagó aún más barato, transfiriendo el subsidio a la industria vía tarifas eléctricas mínúsculas. En suma, las compañías transnacionales y el sector industrial privado recibieron como "contribución a su desarrollo" a través de subsidios en los energéticos aproximadamente 326,000 millones de pesos, el 8.7% del PIB de ese año.

Otra forma de transferencia es el elevado volumen de impuestos que Pemex paga al fisco. La empresa es el contribuyente más importante del país. Si en 1970 pagaba 1,572 millones de pesos (a precios corrientes), en 1979 aportó 48,385 millones de pesos y de significar el 4.3% de la recaudación tributaria

52. Antonio Ponce, "Características y aspectos centrales de la política energética en México" en Investigación Económica, Revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-159 (abril-sept, 1979), p. 253.

53. Del Villar, Samuel, op. cit.

total del gobierno federal pasó a representar el 12.2%.⁵⁴ Con esos recursos, a través de una política de gasto público orientada esencialmente a apoyar la inversión privada, el Estado refuerza de múltiples maneras el sistema: logra elevar la inversión pública, puede aumentar sus compras a las empresas privadas, subsidia directamente a los sectores privados y a las empresas estatales que a su vez vuelven a subsidiar a los primeros.

La plusvalía creada por los trabajadores también es trasladada a los proveedores de materias primas y contratistas, mediante el establecimiento de contratos en condiciones muy ventajosas para ellos. Además una parte importante de esa plusvalía se translada a los países imperialistas a través del intercambio desigual al que están sometidos los países subdesarrollados: pagos que por concepto de derechos, patentes, regalías, etc., realizan las empresas energéticas mexicanas. Los préstamos contratados en el extranjero que son el principal instrumento de financiamiento de las inversiones de CFE y Pemex, son devueltos a los países de origen con grandes beneficios vía jugosos intereses.

También las transferencias aunque en este caso más personalizadas, se dan por los fraudes y peculados de los funcionarios. Notable es el caso de Pemex. La corrupción se halla presente en todos los rincones de la empresa, está presente en las actividades del sindicato, no es el más grande de México pero sí el de mayor control y corrupción: venta de plazas, concesión de gasolineras a grandes o pequeños burgueses privados o públicos; contratos a los proveedores clientes y empresas constructoras; concesiones para el transporte de los productos petroleros, contratos de perforación y un sin número de raterías. Año con año la prensa nacional denuncia multitud de los casos de peculado y demás corruptelas que socavan el funcionamiento que la misma burguesía ha asignado a la empresa. El periodo de Jorge Díaz Serrano dejó una profunda huella, los fraudes crecieron tanto como las exportaciones de petróleo; muchos funcionarios en 1983 cayeron o escaparon al extranjero, pero los peces gordos, José López Portillo, Joaquín Hernández Galicia "la Quina" y Salvador Barragán Camacho..., son intocables.

B. LAS TARIFAS ELECTRICAS.

Si Pemex hace enormes transferencias de capital en beneficio de unos pocos, la CFE no se queda atrás. A pesar de hacer un análisis superficial de las tarifas eléctricas, los subsidios multimillonarios saltan a la vista. La venta de energía por parte del Estado, está muy por debajo de los precios internacionales y esto obedece a diversos motivos. La primera política tarifaria establecida

54. Los impuestos pagados por Pemex sumaron 45,300 millones de pesos equivalentes a 10.9% de los ingresos totales del gobierno federal. En 1980 se incrementaron 261.4% y llegaron a 163,700 millones de pesos (24.1% del total); el año siguiente llegaron a 233,900 millones y para 1982 creció 95.7% para sumar en total 457,800 millones de pesos, aumentando su participación en el total de ingresos al 29.6%. La relación entre los impuestos pagados por Pemex y el PIB pasaron del 0.0365 en 1981 al 0.0615 en 1982. Cifras del Banco de México, Informe Anual, 1980 y 1982

en el arranque de la nacionalización estuvo orientada a consolidar el modelo de desarrollo "estabilizador", fijando las tarifas más bajas para los consumidores industriales más grandes, a manera de generar capital que se utilizaría, iOh, suposición errónea para crecer rápidamente. Desde 1962 la estructura tarifaria llevaba implícita la política de promover la acumulación del capital. Mientras que el precio de KWH se estableció en 41.7 centavos para el consumidor doméstico, para los industriales en general quedó en 19.7 y para los grandes industriales en sólo 11.3 centavos, la tarifa más baja, incluso que aquella para riego agrícola. En los siguientes once años las tarifas no se modificarían a pesar de la inflación. Después de varios aumentos, en 1977 la tarifa para servicio doméstico había sufrido un aumento de 91%, la de riego agrícola de 53%, la de consumo general en la industria en 156% y la del consumo para los grandes industriales de 115%. Pese a las diferencias, la estructura original se sigue conservando en lo esencial. Los precios del KWH de 1962 a 1977 se incrementaron en promedio 115.2% y los precios al mayoreo 255.3%. Así, el precio real de la energía eléctrica por KWH en lugar de subir, disminuyó considerando precios constantes de 25.7 centavos en 1962 a 15.6 en 1977. Francisco Colmenares⁵⁵ estimó la transferencia en 49,085 millones de pesos al consumo industrial en ese periodo.

El ajuste de 1978, equivalente al 19.6% anual no cubría ni siquiera la pérdida del valor real del peso que oficialmente se reconoció en 1979, pasó de 20%. Esto significa que en términos reales las tarifas son cada vez menores. A tal grado estos ajustes no modificaron la estructura tarifaria que en el mes de junio de 1981 cuando los aumentos mensuales llegaron a su fin, los grandes consumidores estaban pagando 61 centavos por cada KWH consumido contra 1.08 centavos que estaban pagando por la misma energía los consumidores domésticos. Esto haría señalar a Ponce y Whaley ¿De dónde sale entonces el argumento de que los subsidios son para beneficio de las clases desprotegidas?⁵⁶

Si simplemente a los usuarios de la tarifa 12 se les hubiera aplicado una tarifa promedio igual que la aplicada a los usuarios domésticos, la industria habría recibido, en 1980, un ingreso adicional de 5 mil millones de pesos, cantidad de dinero que se quedó con los grandes industriales. Si a todo el grupo industrial (tarifas 4, 8, 11 y 12) se le hubiere aplicado una tarifa similar a la doméstica en promedio los recursos adicionales hubiesen sido de 10,771 millones de pesos.⁵⁷

Es necesario aclarar que aún dentro de la propia industria hay sectores más favorecidos: los grandes consumidores entre los que destacan filiales de los monopolios transnacionales. Según estadísticas del sector eléctrico publicadas por SPP⁵⁸, en 1980 los usuarios domésticos (tarifas 1 y 1A) que conformaban el 86.5% de todos los usuarios, consumieron el 19.1% de la electricidad facturada. En contraposición, los usuarios que pagaron con tarifa 12 (grandes consumidores industriales), los 91 usuarios más grandes del país (el 0.0009% de todos) consumieron el 20.2% de toda la electricidad facturada, es decir, más que el consumo de los 8.4 millones de usuarios domésticos juntos.

55. F. Colmenares, "La acumulación..." p. 321

56. Ponce y Whaley, p.

57. Ibid.

58. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 1982.

Una pretendida rectificación en la política de subsidios planteó el Ejecutivo Federal en el Programa de Ajuste de la Política Económica (aparecido en el Diario Oficial el 21 de abril de 1982)⁵⁹, "tendiente a sanear las finanzas públicas, a disminuir las presiones sobre el aparato productivo nacional y a combatir la inflación". En esa oportunidad se dijo que debido a los problemas financieros del país y a los compromisos adquiridos por el gobierno, se debería impulsar un vigoroso programa de inversiones para crear miles de empleos y un aprovechamiento más racional de los recursos, y que para ello se debería adoptar entre otras medidas la reducción de subsidios a los diversos servicios y bienes ofrecidos por el gobierno. El programa de ajuste en cuanto a tarifas eléctricas no se llevó a cabo sino hasta el primero de agosto cuando por medio de un comunicado de prensa la Secretaría de Comercio anunció un alza en el precio de los combustibles y en las tarifas eléctricas.

Al parecer se decretaron los aumentos con una nueva política, pero como para quebrantar los intereses ya establecidos: "La política de precios debe alentar la inversión y la producción para evitar el encarecimiento especulativo que surge de la escasez y garantizar niveles de precios justos al consumidor (...). La política de precios y tarifas está orientada por los criterios de costo-precio-utilidad razonable, permitiendo sólo los ajustes estrictamente necesarios, para una adecuada relación precio-salario",⁶¹ rezaba dicho comunicado.

No es necesario ser un consumado impugnador del régimen para darse cuenta que alentar la producción equivale a seguir otorgando subsidios millonarios, además de no especificar cuantitativamente qué quiere decir criterios "razonables": (¿20, 30 ó 200% de ganancia?) "estrictamente necesarios" (léase muy limitado) o "adecuada relación precio-salario". Las medidas se tradujeron, sin duda, en permitir grandes acumulaciones de capital vía subsidios y precios libres. De cualquier forma el consumidor doméstico típico pagó (a los nuevos precios) a partir de ese mes de agosto 2.16 pesos en promedio el KWH, mientras que la industria lo hacía a 1.34 y los grandes industriales a 0.87 pesos. Si bien en junio de 1980 por cada peso pagado por el consumidor pequeño el industrial pagaba 0.64 pesos y la gran industria sólo 0.48, ahora el industrial pagaba 0.62 pesos y el último 0.40 pesos. Esto es lo que el Estado entiende por "política de tarifas orientada". Hay que hacer la consideración extra de que a los consumidores domésticos que consumen más se les cobra más caro el KWH, como debe de ser, pero a los industriales no; entre más consuman menos se les cobra. Los aumentos mensuales, por supuesto también dejaron prácticamente igual la estructura tarifaria. Después de 16 meses de aumento acumulado las tarifas domésticas serían de 48.5% más altas y las industriales, en sus dos componentes más importantes, habrían aumentado 26.9 y 38.8% respectivamente. Estos datos someros dan una idea de la inmensa desigualdad en el consumo eléctrico y la gigantesca transferencia de capital. La propia Secretaría de Comercio reconoció que pese al aumento (30% de crecimiento más 2.5% mensual acumulado para el consumo doméstico, y 50% de aumento más 2.5% en el mismo lapso para el consumo industrial) anunciado en el boletín de prensa antes citado, el subsidio anual en las tarifas eléctricas llegaría a 98,000 millones de pesos para 1982.

59. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación, 21 de abril, 1982.

60. "Cambios en los precios de la energía en México" en Energéticos, 7 (julio de 1982), p. 4

61. Ibid, p. 5

Un cálculo de los subsidios a los grandes industriales vía tarifas eléctricas fue hecho por Antonio Ponce⁶² en abril de 1980: "generar un KWH en una planta termoeléctrica a base de combustóleo requiere 0.27 litros de ese derivado del petróleo, lo que actualmente a precios internacionales, tiene un costo de 1.20 pesos. Por los costos de amortización en los términos usuales al KWH le corresponden otros 40 ctvs.; por operación y mantenimiento otros 7 ctvs. El costo de generación es entonces de 1.67 pesos por KWH. Esto no incluye los gastos de administración ni de transmisión. A los grandes industriales se les vende a 54 ctvs. Esto significa que a esos grupos no se les está cobrando ni siquiera la mitad de los combustibles que se están utilizando para generar la electricidad que se les entrega".

De acuerdo a esto, la CFE vendió un KW eléctrico a los industriales de la tarifa 12 a sólo la mitad del costo del combustible necesario para la generación; a los usuarios domésticos que consumen 101 KWH por mes se los vendió ligeramente más alto que el costo de los combustibles y a un consumidor doméstico con una demanda mensual de 250 KWH (la mayoría) se los vendió aproximadamente a una y media veces el costo del combustible. Esto explica por sí solo la creciente demanda de recursos para financiar la producción de energía eléctrica y la continua descapitalización de esta industria.

VI. LA ADMINISTRACION DE OTROS ENERGETICOS.

A. LA INDUSTRIA NUCLEAR.

El control gubernamental, de la producción y distribución del uranio y demás elementos radioactivos, así como la incorporación de los yacimientos de éstos a las reservas minerales nacionales, se inicia con la declaratoria que expide el Secretario de Economía el 22 de agosto de 1945. La motivación de esta medida fue, obviamente, el impacto mundial que tuvieron las explosiones nucleares que devastaron Hiroshima y Nagasaki. Un año después se expide un decreto que reservaba al ejecutivo la exclusividad para explotar las sustancias radioactivas. Otra reforma en 1949 dispone que este poder federal podría poseer y transferir cualquier título, explotar e importar las sustancias de las cuales se obtuvieran isótopos hendibles y pudieran producir energía nuclear.

En diciembre de 1955 nació la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), sin que supiera exactamente qué debía hacer, pero con el ánimo de cubrir todos los aspectos relacionados con el empleo pacífico de la energía nuclear en México. La Comisión contrató a un buen número de científicos -sobre todo físicos de la Universidad Nacional- cuyo conocimiento de energía nuclear en la mayoría de los casos se suscribía a la física de los libros y a lo que leían en la prensa.

"Poco después de creado, la CNEN contrató a una empresa privada de geología para que diera inicio a la exploración en busca de Uranio. El resto de los

62. Ponce, "Tarifas, precios..." p. 5

programas de la CNEN se definieron fundamentalmente por los intereses profesionales de los científicos iniciales, y muy excepcionalmente, por una visión de largo plazo que contemplase el uso de la energía nuclear. En esta primera etapa se ideó y se inició el Centro Nuclear de México, también bajo concepción muy científica, sin dar cabida a la ingeniería." 63

De esta manera independiente, la Comisión Federal de Electricidad ya estudiaba formalmente la introducción de plantas nucleoelectricas al sistema nacional. En 1968 ya se rastrea un posible sitio para construir una planta de este tipo, escogiéndose la zona denominada Laguna Verde, sobre la costa del Golfo de México, aproximadamente 60 Km al norte de la ciudad de Veracruz. Cuatro años más tarde se iniciaron los trabajos para la construcción en el sitio de dos unidades nucleares de 654 MW cada una.

La decisión de iniciar un proyecto nucleoelectrico transformó las condiciones en toda el área nuclear. La CNEN no podía hacer frente al avance tecnológico, al mayor conocimiento de esta materia en el medio nacional y a los programas de colaboración internacional. Permanecer en el espacio etéreo y lejos de una realidad concreta la hacían completamente rígida a los nuevos requerimientos, y tuvo que ser sustituida. Fue así como surgió el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) en 1972 cuyas funciones abarcaron la programación, coordinación y promoción de las aplicaciones de esa energía, incluyendo los usos no energéticos: industriales, agrícolas y médicos entre otros.

"El nacimiento del INEN coincidió en el tiempo con dos hechos que a la postre influirían en su suerte: la crisis política de Medio Oriente, que modificó los esquemas energéticos tradicionales, y el surgimiento de un sindicalismo vigoroso, ajeno a las estructuras de control. Este sindicalismo, con una gran influencia de los exalumnos que participaron en las acciones de 1968, se desarrolló muy rápidamente entre los trabajadores nucleares." 64

Con el nacimiento de SUTINEN se inicia una etapa efervescente del sindicalismo independiente que hizo temblar las añejas formas de control. Una de las tareas de lo que después sería el SUTIN fue la de analizar en forma colectiva y crítica las funciones que al INEN correspondían y a los programas en que se estaba trabajando.

La inclusión de los problemas sociales en la actividad científica impulsa da por el SUTINEN cayó como balde de agua helada a los científicos de mayor antigüedad dentro de la energía nuclear pero también en todos los científicos-funcionarios y científicos de las instituciones educativas (particularmente de la UNAM) que se sintieron amenazados y cuestionados. Los ataques al sindicato no se hicieron esperar. Para coartar la libertad a tan molesto opositor que al ingresar al Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM) abría la posibilidad de agitar y sacar de su marasmo a otros

63. Antonio Ponce. "Raíces de un futuro independiente" en Página Uno (suplemento), Uno más Uno, 14 de noviembre de 1982.

64. Ibid, p. 4

sindicatos controlados, el gobierno trató de integrar a los trabajadores nucleares en el apartado B del Artículo 123 Constitucional, pero la iniciativa se echó abajo. En cambio se inscribió en el artículo 27 Constitucional un nuevo párrafo: "Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos". En otro párrafo del mismo artículo se incluyó a los minerales radiactivos como no concesionables a particulares. La iniciativa privada no presentó ninguna oposición debido a que siempre había sido ajena a la naciente industria nuclear, excepto en los contratos de explotación de uranio, de donde el SUTINEN ya la había expulsado también.

Posteriormente, durante la lucha de la Tendencia Democrática, la dirección espuria del SUTERM expulsó en bloque a los nucleares y como parte de la represión se les volvió a mandar al apartado B; el Estado no estaba dispuesto a dejar la administración de la energía en manos de los trabajadores.

Con el inicio del sexenio de JLP se iniciaron una serie de medidas enfocadas a "readecuar" la industria nuclear a los objetivos y metas del gobierno, y en última instancia de la burguesía de la cual éste es su representante. Las metas eran sobre todo políticas: disgregar a los trabajadores nucleares que se habían convertido en la punta de lanza del movimiento sindical independiente y que además trataba de inmiscuirse en los planes de desarrollo del organismo estatal. Conjuntamente con las acciones gubernamentales otros grupos opositores al sindicato atacarían: la iniciativa privada al percibir la importancia de la industria nuclear en el contexto de la "crisis energética" ambicionaba los posibles negocios que el desarrollo nuclear podía generar y para los cuales los trabajadores y la ley eran un estorbo; un sector miope de la "comunidad científica" que añoraba la época en que el Centro Nuclear era el "paraíso de los científicos", sin contaminación política; y el movimiento obrero oficial que no hacía mucho había pasado un trago amargo con la Tendencia Democrática y no quería que otra cosa así volviera a suceder.

Todas esas fuerzas confluyeron para que se lanzara una iniciativa presidencial de Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia nuclear, con el objeto de abrir el régimen de concesiones, darle un carácter netamente científico al organismo de investigación que a su juicio debía sustituir al INEN y destruir la organización sindical y la posibilidad de que surgiese otro sindicato de lucha.

La iniciativa de "ley nuclear" como dió en llamársele no fue aprobada tal cual: la lucha del SUTINEN, organizaciones sindicales independientes, organizaciones políticas de izquierda, organizaciones sociales y profesionales; las opiniones desfavorables de connotados intelectuales, juristas y científicos, y hasta un mismo sector nacionalista del Estado forzaron a los legisladores a modificar la iniciativa original.

Finalmente la "Ley Nuclear" entró en vigor el 27 de enero de 1979. En relación con el intento nacionalizador, la ley aprobada fue un rotundo fracaso: en su artículo 3o. se dice: "Es facultad exclusiva del Estado Mexicano llevar a cabo la explotación y beneficio y comercialización de los minerales radiactivos y no podrán ser objeto de concesión o contrato". En muchos otros artículos se cierran resquicios por donde la iniciativa privada pudiera llegar a tener intervención y con ello las empresas transnacionales, que son las que

en todo caso pudieran suministrar tecnología en el área nuclear. Igualmente, el artículo 18 prohíbe la explotación de minerales radiactivos en tanto no se hayan cubierto las necesidades internas por un período mínimo de 15 años.

B. LA INDUSTRIA CARBONIFERA.

Las primeras noticias sobre la explotación comercial del carbón se remontan al siglo pasado. El porfiriato favoreció grandemente la extracción de carbón, minerales e hidrocarburos, y no es de extrañar que los que aprovecharon tales medidas fueran los inversionistas extranjeros. De 1905 a 1950 las empresas que controlaban el mercado eran de capital foráneo: Consolidada de Coahuila, Compañía de Combustibles Agujita, The New Sabinas Company Limited y Compañía Carbonífera de Sabinas, junto con las minas particulares La Rosita, Lampacitos,, Doete, Palau, Esperanza y Saltillo, operaban 880 hornos de colmena con producción de coque para la exportación y la incipiente demanda interna.

Aún después de la promulgación de la Constitución de 1917 los legisladores no dieron importancia al carbón y lo desligaron de la economía nacional de jándolo en manos extranjeras. En 1930 se promulgó una nueva legislación (la Ley Minera) más favorable al interés nacional, en ella se introdujo el concepto de Reservas Minerales Nacionales, y se creó la Comisión Nacional de Fomento Minero, se dió condiciones excepcionales a la propiedad del suelo, la del carbón subyacente. En virtud de esta ley se autorizó la expedición de títulos con firmatorios de derechos a favor de 14 personas físicas y morales que en la zona carbonífera de Coahuila abarcarían una extensión de más de 1,300,000 hectáreas. Gran parte de los títulos se expidieron por tiempo indefinido y se exceptuó a los beneficiarios de la obligación constitucional de efectuar trabajos regulares de explotación, así como de las causas de caducidad previstas en la legislación secundaria. No sería sino hasta 1962 cuando se decidió aliminar el tipo de concesiones establecidas en 1930, pero se volvieron a otorgar siempre y cuando el capital nacional significara el 51% de las empresas carboníferas.

A pesar de que se considera el carbón patrimonio nacional hasta la fecha el Estado no se ha reservado para sí su explotación como el caso del petróleo o uranio. La concesiones a particulares se han otorgado a través de la extinta Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial y se le sigue considerando como un mineral más, despojándolo en la práctica de su valor estratégico como fuente alternativa. A este abandono ha contribuido la preferencia de los consumidores desde muy temprano hacia los combustibles líquidos, gas natural y electricidad. Esto ha motivado en los últimos años un rezago en la producción y cuantificación de reservas del energético, pues las compañías privadas ante los altos costos de explotación y extracción preferían importar el material antes de invertir grandes sumas de capital en localizar y explotar nuevos yacimientos.⁶⁵ El ocultamiento de información mantuvo muy bajas las reservas de carbón, y fue siempre el recurso de las compañías para justificar su compra externa hasta que la SEPAFIN los obligó (en lo que cabe) a rendir cuentas sobre ello so pena de perder la concesión.

65. Es cosa común que las empresas siderúrgicas tengan la concesión de la explotación carbonífera, de la producción se dedica a calentar los hornos de esa industria.

No existe un organismo o centro que estudie exclusivamente el aprovechamiento y explotación de este energético, quedando suscrito a la jurisdicción del Consejo de Recursos Minerales todo lo relacionado con él. Sólo a partir de 1976 ese Consejo junto con Pemex y CFE iniciaron el Programa Nacional del Carbón con el objetivo principal de evaluar las reservas de las diferentes cuencas carboníferas del país y diversificar la oferta energética sobre todo en la generación eléctrica. En cuanto a la explotación y beneficio que pueda traer, las cosas al parecer, seguirán como hasta ahora.

C. GEOTERMIA.

Al igual como lo venía haciendo con otros energéticos o fuentes de energía, el gobierno federal se reservó el derecho de aprovechar el vapor endógeno de los yacimientos geotérmicos del subsuelo. Las primeras investigaciones en el área se iniciaron en 1949; en 1955 se creó un fideicomiso para llevar a cabo estudios y trabajos quedando como único beneficiario el estado mexicano. A partir de 1957 de manera constitucional se le otorgó preferencia a la CFE para la producción de energía eléctrica con el uso del agua del subsuelo en estado de vapor, y de aguas a temperatura natural superior a 80°C. Al Comité Técnico del Fideicomiso se le denominó Comisión de Energía Geotérmica, y a partir de 1971 se integró a la CFE.

Sobre otras fuentes de energía no existe ningún control gubernamental ni legislación al respecto.

CAPITULO V

Producción y consumo de energía en México

1. INTRODUCCION.

El análisis de la oferta y la demanda de energía no es un problema fácil de atacar y menos aún con la poca información que se cuenta en el país. Desde el punto de vista de la oferta, México tradicionalmente ha sido un país que ha satisfecho sus necesidades de energía comercial a base de hidrocarburos y electricidad. No es de extrañar pues, que la información más abundante sobre los flujos energéticos provenga de dos fuentes; Pemex y la Comisión Federal de Electricidad que ofrecen información más o menos detallada sobre sus actividades. De los combustibles sólidos se lleva una precaria contabilidad debido, en gran parte, a que están concesionados a particulares.

Los problemas que se tuvieron para establecer la fase de producción y de transformación primaria de las fuentes de energía, no tienen comparación cuando nos enfrentamos al análisis de la oferta energética no comercial, de la que no se lleva ningún registro a pesar de que gran parte de la población y algunas industrias usan de alguna manera la energía solar, eólica, tractoanimal y la biomasa para satisfacer alguna o todas sus necesidades de energía. El registro de la oferta comercial de madera para combustible no guarda ninguna proporción con el consumo de leña de las zonas rurales y semirurales. Veinte millones de mexicanos en 1980 no tenían acceso a la energía eléctrica y sus necesidades energéticas debieron ser cubiertas con algún recurso. en su mayoría no comercial.

Desde el punto de vista del consumo de energía la desinformación es aún más aguda. En la fase de transformación secundaria existen multitud de pérdidas técnicas y de otro tipo que no se registran. La eficiencia en los procesos de transformación deja mucho que desear y el sector energético es el principal consumidor de energía. La contabilidad del consumo no permite discernir a quien, con qué fin y con qué eficiencia se usan los productos petrolíferos, la energía eléctrica, y menos aún los energéticos no comerciales que son de apropiación directa, por ejemplo, la oferta del bosque.

Los únicos sectores en los que se puede desglosar el consumo son la industria, transporte y el sector doméstico. El agropecuario se establece por diferencias cuya validez es cuestionable; el consumo del comercio y del gobierno son prácticamente imposibles de contabilizar. Los pocos datos disponibles, además no permiten establecer series de tiempo y comparación intersectoriales.

Por otra parte se puede afirmar que el uso que se da a la energía es muy ineficiente y las políticas de precios han hecho que se haga un uso dispendioso de ella y todo parece indicar que esta situación continuará por mucho tiempo.

II. EL PERFIL ENERGETICO DE MEXICO

El perfil energético de México ha mostrado grandes variaciones en los últimos siete años. Aunque el sector energético ha sido la rama de la actividad económica más dinámica, ha acelerado su crecimiento en forma notable a raíz del segundo "boom" petrolero, y no sólo en la producción y el consumo, sino también en el despilfarro. Estas conclusiones se extraen del balance de energía de 1970 y los de 1975 a 1982¹, que son los únicos con los que se cuenta (Cuadro V-1). Los balances permiten evaluar la dinámica de la producción y el consumo de energía nacional y de ellos se extraen conclusiones por demás interesantes.

La producción nacional bruta de energía ha mantenido un ritmo de crecimiento alto de 13.2% como promedio anual durante el período 1970-1982. En la tabla VA-1 se puede apreciar que la producción energética en términos absolutos se ha

CUADRO V-1

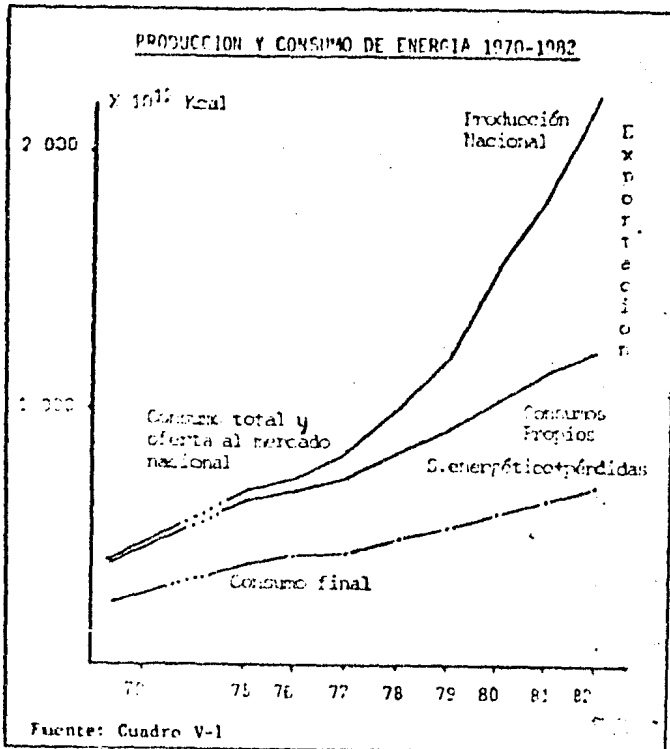
| BALANCE DE ENERGIA (1970 y 1975-1982) | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
| PRODUCCION NACIONAL * | 675.668 | 678.712 | 730.818 | 830.563 | 1 008.755 | 1 201.119 | 1 547.859 | 1 637.871 | 2 121.450 |
| IMPORTACIONES | 16.208 | 35.833 | 21.417 | 10.346 | 21.772 | 20.652 | 14.465 | 13.708 | 39.898 |
| EXPORTACIONES | -38.393 | -62.857 | -67.545 | -113.253 | -200.441 | -295.464 | -512.934 | -692.881 | -812.308 |
| VARIACION DE INVENTARIOS | +0.326 | -10.622 | 0.184 | -0.134 | 3.327 | -8.082 | -9.119 | -12.194 | -1 059 |
| ENERGIA PARA EL MERCADO NACIONAL | 653.115 | 641.126 | 684.404 | 718.522 | 833.333 | 920.445 | 1 040.271 | 1 146.502 | 1 227.926 |
| OFERTA AL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| Petróleo crudo | 216.953 | 306.216 | 427.659 | 471.515 | 516.458 | 571.841 | 674.359 | 722.146 | 737.906 |
| Gas natural | 144.336 | 163.978 | 185.150 | 178.082 | 233.876 | 270.113 | 250.406 | 329.119 | 355.848 |
| Carbón | 12.546 | 21.226 | 17.127 | 21.035 | 24.857 | 24.076 | 24.359 | 22.054 | 27.048 |
| Energía hidroeléctrica | 48.342 | 47.233 | 51.557 | 56.059 | 46.577 | 51.472 | 47.374 | 69.377 | 63.551 |
| Electricidad importada | 0.160 | 0.327 | 0.243 | 0.046 | 0.046 | 0.052 | 0.264 | 0.288 | 4.4 |
| Centrales | 0.000 | 1.630 | 1.781 | 1.746 | 1.734 | 2.340 | 2.617 | 2.754 | 3.613 |
| Total | 453.115 | 641.126 | 684.404 | 718.522 | 833.333 | 920.445 | 1 040.271 | 1 146.502 | 1 227.926 |
| CONSUMO EN EL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| CONSUMO PROPIO Y PERDIDAS DEL SECTOR ENERGETICO | | | | | | | | | |
| Pérdidas por conversión en plantas termoeléctricas | 61.503 | 93.463 | 98.410 | 98.158 | 108.027 | 117.354 | 123.769 | 135.821 | 140.006 |
| Pérdidas en refinación | 12.563 | 6.304 | 7.564 | 29.800 | 8.828 | 24.329 | 46.629 | 38.548 | 32.326 |
| Consumo propio más pérdidas | 112.348 | 147.239 | 153.800 | 159.833 | 210.348 | 231.900 | 274.119 | 314.660 | 345.008 |
| Total | 164.813 | 247.506 | 259.754 | 287.645 | 337.204 | 375.583 | 444.567 | 489.229 | 518.320 |
| CONSUMO FINAL DEL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| Industria | 100.932 | 139.393 | 151.352 | 150.456 | 174.817 | 186.057 | 174.156 | 204.358 | 247.142 |
| Transporte | 102.508 | 154.172 | 166.814 | 175.458 | 190.436 | 215.723 | 241.883 | 269.436 | 271.320 |
| Otros sectores | 46.464 | 68.844 | 74.575 | 76.756 | 86.040 | 93.422 | 102.659 | 110.735 | 118.854 |
| Usos no energéticos | 18.261 | 29.812 | 35.047 | 37.118 | 44.574 | 49.425 | 55.867 | 71.750 | 74.127 |
| Total | 268.165 | 392.221 | 427.808 | 440.048 | 495.835 | 544.617 | 583.515 | 656.319 | 707.843 |
| DEFERENCIA ESTADISTICA | 0.152 | 0,799 | 1,718 | -3,191 | 0,234 | 0,258 | 0,139 | 0,354 | 1,863 |

FUENTE: Reelaboración de Jacinto Viqueira con datos de los balances de energía de SEPAPIN

más que cuadruplicado en ese lapso. Considerando el intervalo 1975-1982, observamos que la tasa de crecimiento es aún mayor (17.3%), básicamente como resultado de la gran dinámica que experimentó en ese tiempo la producción de hidrocarburos. La oferta al mercado nacional creció en los últimos doce años a una tasa de 8.7% anual y en los últimos siete, 9.7%. El incremento en las exportaciones modificaron la relación consumo-producción pues pasó del 95.3% en 1970 a 58.4% en 1982. Esto se aprecia en la gráfica del cuadro V-2.

1) El balance de 1970 y los de 1975 a 1981 fueron elaborados por la comisión de energéticos de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial siguiendo la metodología de la OCNF. El de 1982 por la Gerencia de Economía Energética de Pemex siguiendo parcialmente la metodología de la OLADE. Los balances aquí presentados se reformularon de acuerdo a la metodología del Ing. Jacinto Viqueira Landa

CUADRO V-2



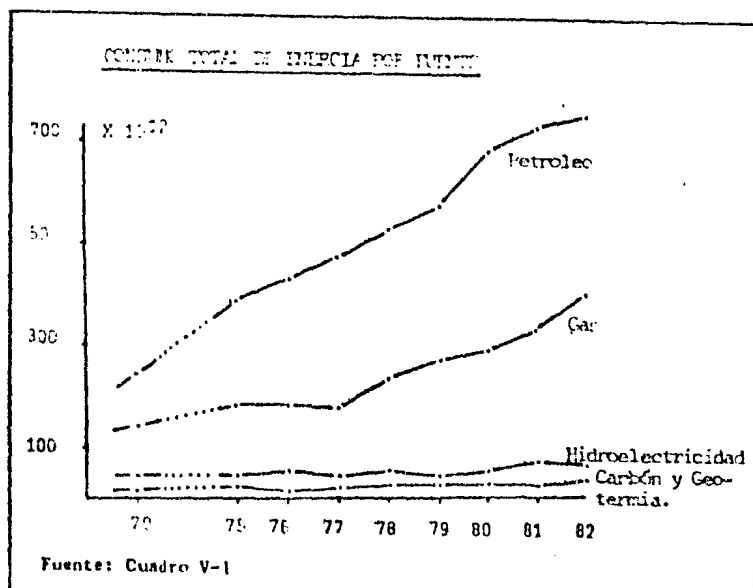
La estructuración de las fuentes de energía primaria en la producción nacional se muestra en la tabla VA-2 de la cual se desprende que la participación del petróleo ha crecido aceleradamente. En 1970 contribuía con 55.2% del total mientras que en 1982 lo hizo con 70.8%. En conjunto, los hidrocarburos han pasado de representar el 87.8% de la producción nacional en 1970 al 95.8% doce años después. Sin embargo, la estructura de la energía primaria en la oferta nacional ha evolucionado más lentamente pero de manera firme hacia los hidrocarburos pues de significar el 86.4% en 1970, representa 93.3% al final del periodo considerado. La gráfica del cuadro V-3 ilustra la evolución del consumo nacional por fuente.

El avance del petróleo y ha ido en detrimento de las otras fuentes de energía; la hidroenergía ha caído paulatinamente del 10.6% en oferta primaria de energía al 5.2% en 1982; los combustibles sólidos de 3.0% a 1.9% en 1981, aunque se empiezan a recuperar básicamente por la puesta en marcha de la carboeléctrica de Fuentes-Río Escondido². La Geotermia por su parte ha mantenido más o menos igual su participación en la oferta nacional con 1.2-1.3 por ciento en la oferta nacional de energía. (Tabla VA-1).

De esta manera, México ha acentuado las dos características que se venían gestando a partir del "boom" petrolero: primero, como país cada vez más polarizado hacia los hidrocarburos y segundo, en el sexenio del "despegue", como país exportador neto de energía.

Las ventas foráneas de energía crecieron a una tasa anual promedio de 44% anual de 1975 a 1982; para este último año se exportó

CUADRO V-3



- Esta situación contrasta notablemente con la de los países industrializados en los cuales la fracción de la electricidad y el carbón ha ido en continuo aumento, además la contribución de la energía eléctrica es mucho más alta que la observada en el caso de México.

43.4% de la energía total producida en el país, y de esas exportaciones, el 94.6% correspondió a las ventas de petróleo crudo, como se muestra en la tabla VA-3. Las importaciones de energía han mantenido una trayectoria errática y se destacan las compras de combustibles sólidos y productos petrolíferos. De los primeros, es un lugar común que depende de manera acusada de las Importaciones de carbón y coque para satisfacer la demanda interna de esos productos. En la tabla VA-4 se aprecia que en términos absolutos, las importaciones de petrolíferos han disminuido a algo menos de la tercera parte de las compras originales. Los productos no energéticos, lubricantes especialmente, son los que en mayor escala se compran en el exterior.

Las importaciones de energía eléctrica se ha visto notablemente abatidas a partir de 1980, año al que llegan a un máximo debido a problemas de generación. La cifra alcanzada en 1980, de 600 GWH contrasta notablemente con los 9 GWH importados dos años después. Tanto en el caso del gas licuado como en la electricidad, las importaciones están determinadas por el abastecimiento a comunidades de la frontera norte del país.

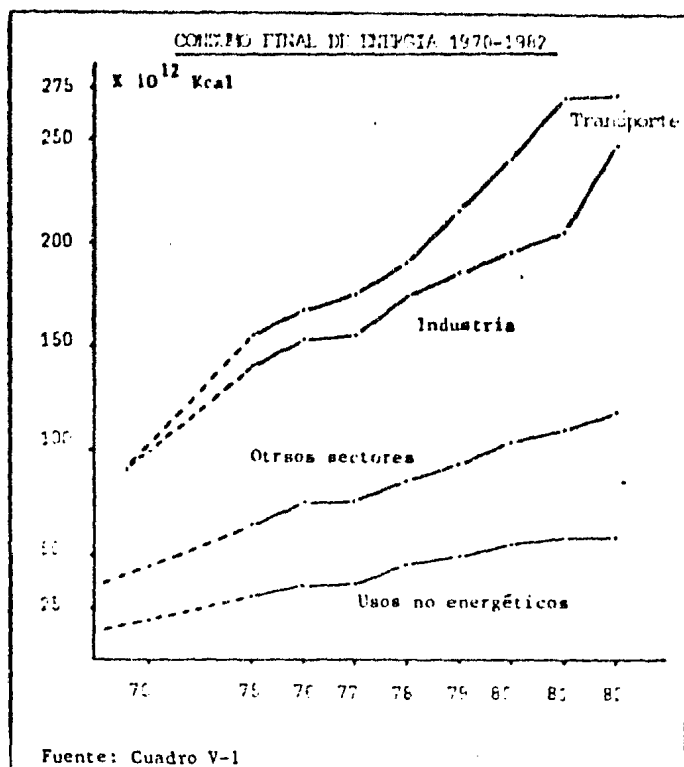
El consumo propio y las pérdidas del sector energético se han mantenido muy elevados, hecho que se agudiza en el último sexenio con la explotación desenfrenada de los hidrocarburos. La tasa de crecimiento de este rubro -después del consumo de combustibles para usos no energéticos- ha sido la más elevada llegando al 13.4% anual de 1975 a 1982. Este último año representaron 518.3×10^{12} Kcal que corresponde al 42.2% de la oferta de energía al mercado nacional; en 1970 representaron 40.8%. (Tabla AV-4).

Una de las causas de estos valores tan elevados es la quema de gas natural en la atmósfera por no contar oportunamente con las instalaciones necesarias para aprovecharlo. De acuerdo con el Informe de Labores 1982 de Petroleos Mexicanos, en ese año la cantidad de gas enviado a la atmósfera fue de 232.907 millones de pies cúbicos y representó el 15% del total de gas natural producido; al precio de exportación de 4.94 dólares por millar de pies cúbicos eso significa una pérdida de 1,150.5 millones de dólares.

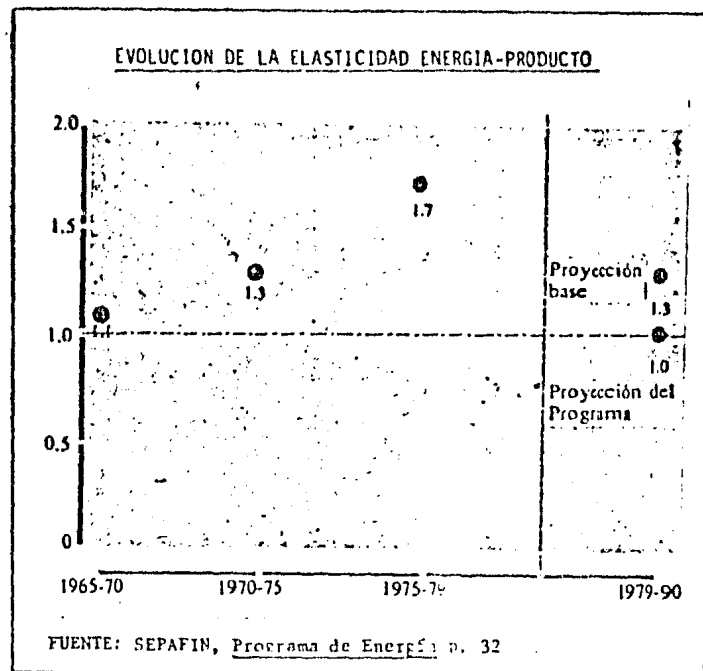
La rigidez estructural que se observa en la oferta nacional de energía por fuente también se aprecia en la estructura del consumo final (Tabla AV-1). Aproximadamente tres cuartas partes del consumo final está centrado en la industria y el transporte. Este último ha incrementado su participación de 38.2% en 1970 a 41% en 1981 aunque al año siguiente bajó a 38.3% lo que se explica por los aumentos a los precios de los combustibles y a la disminución del transporte de mercancías por la crisis económica. La petroquímica básica, por su parte, ha venido aumentando su participación en este renglón a una tasa de crecimiento de 12% durante el periodo considerado, hasta situar en 11% su participación en el consumo final de energía. El consumo de los otros sectores (residencial, comercio y agricultura) ha crecido más lentamente, pero a un ritmo mayor que la economía y ha bajado su participación del 17.3% al 16.7% en esos años. Las tendencias se ilustran en el cuadro V-4.

Una idea global de cómo han respondido los consumos de energía a la dinámica general de la economía mexicana la proporciona la evolución del coeficiente de elasticidad energía-producto interno bruto. En la figura del cuadro V-5 se presenta la evolución de dicho coeficiente de 1965 a 1979, y la tabla AV-5 lo detalla en los últimos años para el consumo total (incluido el sector energético) y el consumo final. De acuerdo con esta información nos encontramos con el hecho alarmante de que no sólo no ha tendido a disminuir el coeficiente elas

CUADRO V-4



CUADRO V-5



ticidad energía-producto a medida que avanza la industrialización del país, si no ha aumentado aceleradamente, lo que indica que cada vez se usa más ineficientemente la energía, alcanzando dicho coeficiente el valor de 1.7 en el periodo 1975-1982, el doble del correspondiente a los países industrializados³. Más notable resulta aún el hecho de que en 1982 el consumo total y final creció con respecto al año anterior 7.1% mientras la economía decreció 0.2%.

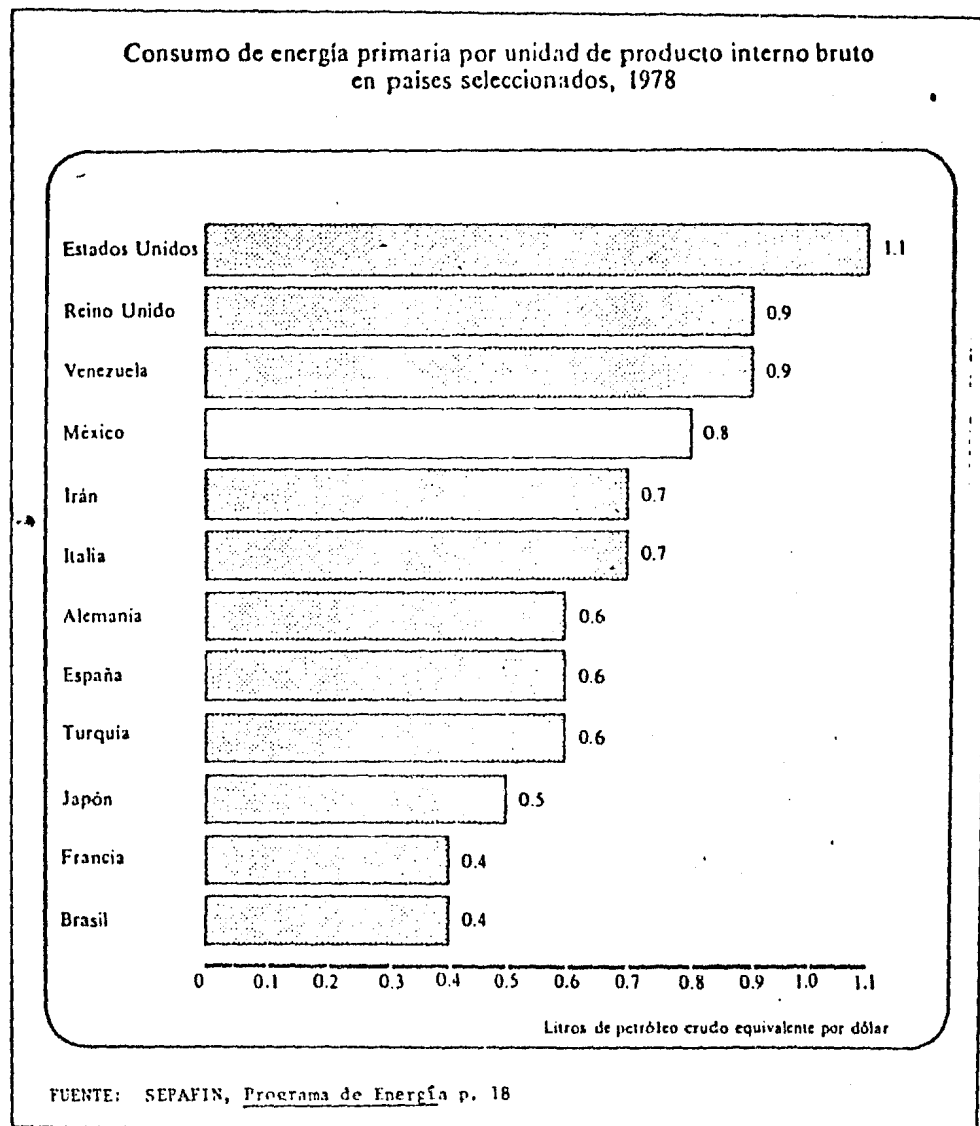
A precios de 1970, la mayoría de los sectores de la actividad económica, en particular los intensivos en el uso de la energía, vieron contrido su producto en 1982, (incluso a tasas mayores que la del PIB) pero no así sus consumos de energía; la industria cayó 2.3% y su consumo creció 21%; el transporte declinó 2.8% y su consumo subió ligeramente, 0.7% y el sector comercial bajó 2.4% mientras su consumo energético creció 6.8%. La recesión aumentó considerablemente el uso ineficiente de la energía. Este rápido incremento en la tasa del uso de la energía se debe: a toda una serie de factores interrelacionados, tales como la abundancia física de energía en variadas formas, y la política de precios del sector energético por un lado, y los cambios en la composición sectorial así con las elecciones de tecnología al interior de los distintos sectores por el otro.⁴

Como lo señala el Programa de Energía; "México, al igual que otros países,

- De acuerdo con un estudio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (1976), la elasticidad energía-producto es del orden de 0.85 para las regiones industrializadas del mundo.
- Véase por ejemplo Thomas Sterner, Technology and structure in mexican industry (Sweden: University of Gothenburg, mimeo, 1983) 43 p.

hace un uso ineficiente de sus energéticos. Ello se refleja en la elevada intensidad en el consumo de energía por unidad de producto interno bruto¹⁵. En el

CUADRO V-6



cuadro V-6 tomado de dicho programa, muestra el consumo de energía primaria por unidad de producto para varios países en 1978. La constante de proporcionalidad entre la energía requerida para producir una unidad de PNB o PIB, es una medida global de la eficiencia con que la sociedad utiliza la energía y como se extrae del cuadro, Brasil que tiene un desarrollo económico comparable al de México, consume la mitad de la energía por unidad de PIB que nuestro país, lo que ilustra el derroche que se hace de nuestros recursos energéticos.

En el cuadro siguiente se muestra* la jerarquización de la pérdidas de energía por sector y consumo final en 1981, del cual se extrae el enorme potencial de ahorro que tiene el país en materia de uso eficiente y conservación de la energía, al que puede considerarse como un recurso energético adicional y como la mejor inversión en el área de la energía.

| Jerarquización de Pérdidas de Energía en Sectores Energéticos y de Consumo Final de acuerdo al Balance Nacional de Energía 1981 | | |
|---|-------------------------|---------------|
| CONCEPTO DE PERDIDA | P E R D I D A | |
| | Kcal x 10 ¹² | % |
| 1. Transporte | 202.077 | 30.45 |
| 2. Centrales Eléctricas | 135.821 | 20.47 |
| 3. Energía No Aprovechada | 74.949 | 11.23 |
| 4. Pérdida en Sector Industrial | 51.249 | 7.72 |
| 5. Pérdida en Manejo de Petróleo Crudo | 44.110 | 6.65 |
| 6. Pérdida por Transformación en Planta de Gas | 40.954 | 6.17 |
| 7. Pérdida por Transformaciones en Refinerías | 38.948 | 5.87 |
| 8. Pérdidas en Sector Residencial, Comercial y Público | 22.304 | 3.36 |
| 9. Pérdidas por Manejo en Petróleo Refinado | 21.395 | 3.22 |
| 10. Pérdida en Sector Agropecuario | 16.139 | 2.43 |
| 11. Pérdida en Redes Eléctricas | 7.538 | 1.14 |
| 12. Pérdida en Manejo de Gas | 6.104 | 0.92 |
| 13. Pérdida en Manejo de Coque | 0.806 | 0.12 |
| 14. Pérdida en Manejo de Usos No Energéticos | 0.647 | 0.10 |
| 15. Pérdida en Manejo de Carbón Mineral | 0.351 | 0.05 |
| 16. Pérdida en Transformación de Coque en Alto Horno | 0.271 | 0.04 |
| T O T A L: | 663.663 | 100.00 |

* Fernando Shultz Uso eficiente y conservación de la energía en México (Cuernavaca: Conacyt-IEE 1982).

III. PRODUCCION Y CONSUMO POR FUENTE.

A. COMBUSTIBLES SOLIDOS.

La producción nacional de carbón ha sido históricamente poco importante y enfocada sobre todo a la extracción de carbón "coquizable" insumo básico de la industria siderúrgica. La primera producción comercial se inició en 1884 en San Felipe, Coah., y se utilizó para fundir cobre y en los primeros ferrocarriles.

A principio del siglo su uso principal se ubicó en la naciente industria del hierro y el acero, y hasta la mitad de la década de los setenta su evolución se mantuvo atada a la expansión de esa industria. De 1921 a 1940 proliferaron las pequeñas compañías carboníferas y algunas de mayor importancia, siendo la producción acumulativa de 32 millones de toneladas, casi todo coquizable y proveniente del estado de Coahuila. En el periodo 1960-1970 la producción fue de 30 millones de toneladas; en la década siguiente se extrajeron 44 millones de toneladas.⁶

Debido a su uso casi exclusivo en la siderurgia, la producción de carbón se ha centrado en la explotación del mineral coquizable. De 1970 a 1980 que es cuando los carbones térmicos comienzan a adquirir importancia, ni siquiera han representado el 5% de la producción total, siendo su mejor año 1980 con 4.6% de la producción. El resto -que sí es coquizable- no ha sido suficiente para satisfacer la demanda interna y ha sido necesario recurrir a las compras externas. En los últimos 7 años la siderurgia "Lázaro Cárdenas-Las Truchas", ha operado casi en su totalidad con carbón importado de diversos países.⁷

En la gráfica del cuadro V-7 se ilustra la producción mexicana de combustibles sólidos de 1960 a 1979.

El crecimiento promedio de la producción de mineral "todo uno" fue de 9.8% anual en el periodo considerado mientras que las importaciones de carbón lo hicieron al 72%. Las compras foráneas de coque (metalúrgico, de brea y de petróleo) crecieron al casi 10% anual.⁸ (Cuadro V-8).

De acuerdo a las estimaciones de las reservas, el carbón puede jugar un destacado papel en el futuro, sobre todo si se considera que la exploración a nivel nacional ha sido francamente pobre.

Las reservas probadas de carbón in situ del tipo coquizable (1,500,000 de toneladas en 1980) y las probables (800-1,400 millones de toneladas) "aseguran ampliamente la demanda creciente de la industria siderúrgica poco más allá del año 2010".⁹

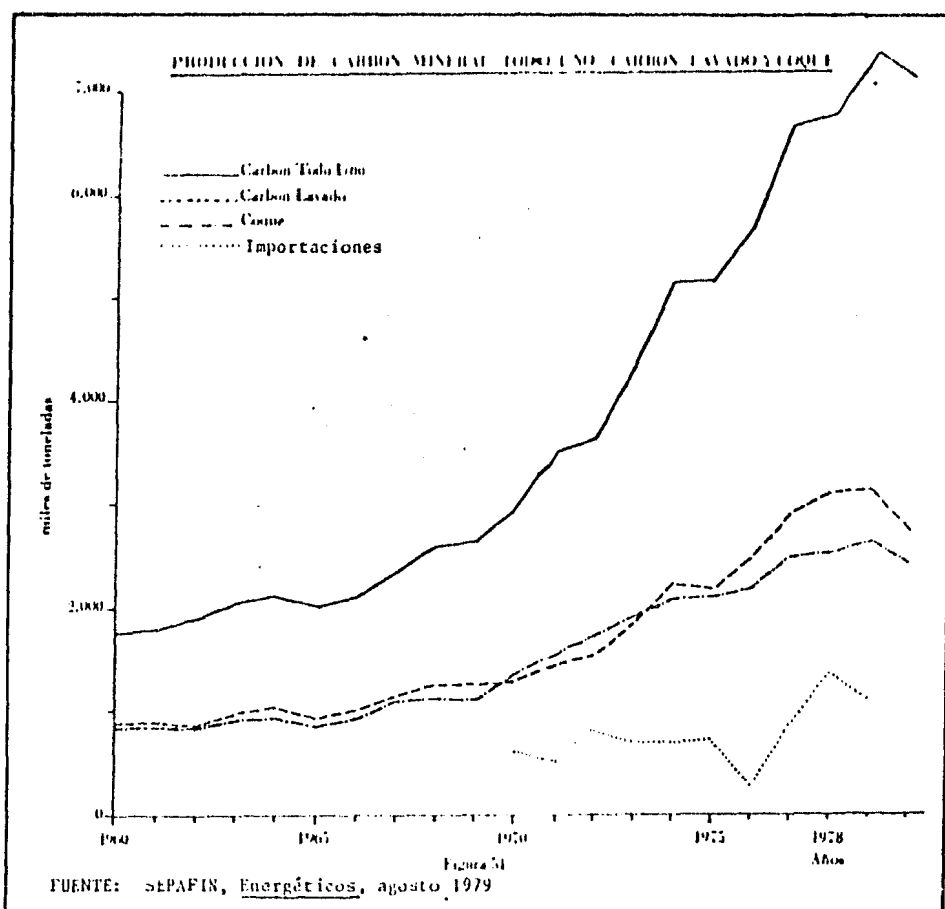
6. "Perfil Energético de México" en *Energéticos*, año 3, 8 (agosto 19, 79) p.37

7. *Ibid*, p. 33

8. En el año de 1976 se aprecia una baja notable en las importaciones debido a la crisis económica y devaluación de ese año; los requerimientos de mineral se sustituyeron con la oferta interna en moneda nacional.

9. Miguel Castañeda y Roberto Iza, "El carbón en México", en *Energéticos: boletín informativo del sector energético*, año 6, 11 (noviembre 1982) pp. 1-9.

CUADRO V-7



"Con las reservas probadas a la fecha se estima que la industria siderúrgica puede satisfacer sus necesidades al año 2000; por lo tanto, cuenta con 18 años para evaluar el potencial probable especulativo por medio de programas de exploración, incrementando sus reservas a un ritmo de 35 millones de toneladas anuales".¹⁰

El Programa de Energía considera también que las reservas son suficientes para seguir la expansión "acelerada" de la industria siderúrgica, pero señala la necesidad de aumentar la capacidad de extracción y reestructurar la minería de ese energético.

En lo que respecta a los carbones de tipo no coquizable o térmico la situación también es alagadora. Además de producirse electricidad con carbón térmico también se puede obtener de la operación de lavar el carbón "todo uno" y de manufacturar el coque. De acuerdo a un estudio elaborado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, "se consideró que si la industria siderúrgica continúa lavando carbón "todo uno" para obtener un producto lavado con 15 a 18% de cenizas y se obtuvieran dentro de las plantas lavadoras mixtas hasta con un 45% de cenizas, se podría obtener 1,116,864 toneladas de estos, con un poder calorífico de 4,500 Kcal/Kg con la producción de carbón coquizable de 1979. "Con esta

10. Ibid, p. 6

CUADRO V-8

| México: producción e importaciones de carbón y sus derivados, 1970-1980 | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
| Producción carbón | | | | | | | | | | | |
| Producción de carbón no coquizable | 121,000 | 85,000 | 110,000 | 118,000 | 101,255 | 176,839 | 156,152 | 247,863 | 154,006 | 61,234 | 330,830 |
| Producción de carbón coquizable | 2,838,024 | 3,427,595 | 3,503,929 | 4,145,137 | 4,983,784 | 5,013,709 | 5,493,476 | 6,362,360 | 6,600,750 | 7,291,696 | 6,792,000 |
| Otros | | | | | 700 | 2,900 | | | | | |
| Total | 2,959,024 | 3,512,595 | 3,613,929 | 4,263,137 | 5,165,739 | 5,193,448 | 5,649,628 | 6,610,223 | 6,755,556 | 7,356,696 | 7,122,830 |
| Coque | | | | | | | | | | | |
| Producción de coque metalúrgico | | | | | 2,034,011 | 2,057,703 | 2,151,523 | 2,014,660 | 2,007,530 | 2,589,338 | |
| Producción de coque imperial | | | | | 16,885 | 12,400 | 20,775 | 12,069 | 11,195 | 13,444 | |
| Producción de coque fino | | | | | 19,711 | 17,821 | 15,559 | 65,051 | 87,190 | 61,588 | |
| Total | 1,297,553 | 1,608,344 | 1,755,519 | 1,934,471 | 2,070,607 | 2,088,004 | 2,187,857 | 2,091,700 | 2,905,923 | 3,052,899 | 2,409,228 |
| Importaciones carbón | | | | | | | | | | | |
| Importación de carbón lavado | 151,018 | 262,173 | 379,829 | 229,963 | 365,459 | 447,030 | 88,460 | 624,991 | 759,801 | 733,540 | 823,000 |
| Importación de lignitos y aglomerados | 2,096 | | 2,391 | 7,340 | 2,613 | 3,315 | 3,000 | 4,195 | 5,290 | 7,539 | |
| Importación de turbas | 140 | | 313 | 838 | 433 | 245 | 91 | 550 | 1,944 | 403 | |
| Importación de carbón de retorta | 614 | | 3 | 226 | 784 | 3 | 273 | 245 | 455 | 202 | |
| Importación de carbón activado | 820 | | | | 1,437 | 120 | 260 | 1,356 | 6,213 | 313 | |
| Importación carbón activado (granular) | | | | | | 394 | 1,608 | 4,203 | 30,888 | 1,611 | |
| Total | 154,688 | 263,359 | 388,604 | 238,367 | 370,726 | 451,107 | 93,652 | 635,540 | 804,591 | 743,608 | |
| Coque | | | | | | | | | | | |
| Importación coque metalúrgico | 340,322 | 68,156 | 132,467 | 140,232 | 171,444 | 105,835 | 96,045 | 41,370 | 249,238 | 126,781 | 110,000 |
| Importación coque de brea | | | 1,474 | 9,793 | 15,008 | 7,176 | 212 | 587 | 11,661 | 14,937 | |
| Importación coque de petróleo | | | | | 133,472 | 166,682 | 97,652 | 177,267 | 321,471 | 188,103 | |
| Otros | | | | | | | | | | | |
| Total | 460,322 | 249,235 | 435,648 | 475,308 | 319,924 | 279,692 | 193,909 | 219,224 | 582,370 | 329,821 | |
| IMPORTACIONES TOTALES | 615,010 | 512,594 | 824,252 | 713,675 | 690,650 | 730,789 | 287,561 | 854,764 | 1,073,429 | 1,388,901 | |
| FUENTE: SEPAFIN, <u>Energéticos</u> , agosto 1979 | | | | | | | | | | | |

producción de mixtos se podría alimentar una planta carboeléctrica cuya capacidad instalada sería de 300 MW consumiéndose 2,960 Kcal/KWH generado, y trabajando con un factor de carga de 70%¹¹

Bajo este orden de magnitud si se decidiera la conveniencia de producir mixtos a futuro se podrían instalar carboeléctricas con 730 MW en 1985, 1,200 en 1990, 1,800 en 1995 y 2,650 cinco años más tarde. De esta manera la generación en el año 2000 con estas plantas operadas con "desechos" sumarían 16,225 GWH anuales.

Como se dijo anteriormente el carbón puede jugar un papel importante en el futuro en la generación eléctrica: si se recupera el 80% de las reservas probadas in situ al mes de junio de 1982, en la región de Fuente-Río Escondido (576 millones de toneladas), serían suficientes para operar las plantas Carbón I y Carbón II (2,600 MW) y otras más con 2,010 MW operando con un factor de planta de 0.36 y una vida económica de 30 años.

11. Ibid, p. 9

Si las reservas totales del país (excluidos los recursos adicionales) gracias a los programas de exploración pueden en el futuro alcanzar el rango de reservas probadas, y si se recupera el 80% del energético in situ, se podrían operar carboeléctricas con una capacidad de 11,220 MW trabajando en las mismas condiciones ya descritas para la planta Carbón I. Esta capacidad equivale al 77% de la capacidad instalada en el país por CFE en 1980 y podría proporcionar 74,000 GWH al año, más de vez y media la generación del sector público en 1980.

"Pero como un programa energético nacional no puede estar basado en suposiciones, es inminente que deben realizarse estudios exploratorios con mayor intensidad a fin de conocer con precisión la situación real de cada cuenca y no sólo eso, sino conocer el potencial energético del país explorando todas sus lo calidades carboníferas.¹²

B. HIDROCARBUROS.¹³

1. Exploración.

Petróleos Mexicanos ha venido realizando en el sureste de México entre 1977 y 1982 el programa de exploraciones más intenso de su historia. La actividad exploratoria de campo dió atención a lo que se ha dado en llamar "áreas prioritarias", debido a "...sus posibilidades petrolíferas más próximas, con el propósito... de lograr incrementos sustanciales e inmediatos de reservas de hidrocarburos..."¹⁴

Las áreas prioritarias son:

1) Chiapas-Tabasco descubiertas en 1972 y con 7,000 Km² de extensión; actualmente, se obtiene de ella el 33% de la producción nacional de crudo y 50% correspondiente a la de gas. Destaca por su magnitud el campo supergigante Antonio Bermudez y los campos gigantes Cárdenas-Mora e Iris-Giraldas.

2) Sonda de Campeche, localizada en la plataforma continental del Golfo de México, descubierta en 1976 y con una extensión de 8,000 Km². Es actualmente la provincia petrolera más importante. En ella se habían terminado en 1981, 38 pozos de exploración con un éxito de 82%, "cifra muy relevante comparada con los índices de otros países". Aquí se localiza el complejo Cantarell, que constituye el campo supergigante más importantes hasta hoy descubierto en México.

3) El Golfo de Sabinas, ubicado en los estados de Coahuila y Nuevo León; abarca una extensión de 40,000 Km² y produce gas natural.

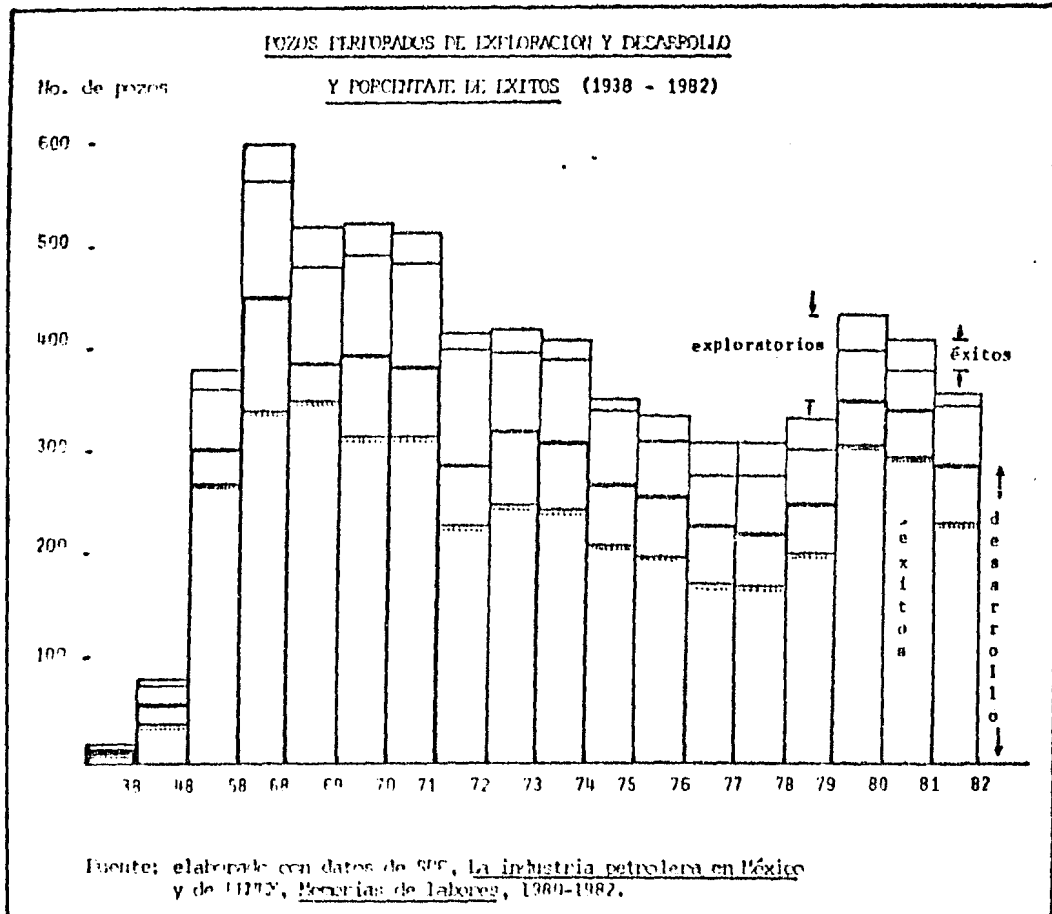
Otra área importante, según Pemex, es el Paleocañón de Chicontepec y el Golfo de Baja California, sitios a los que se le ha dedicado cierto esfuerzo exploratorio.

12. Francisco Verdugo, Estado actual del potencial carbonífero, (Piedras Negras, Coah.: CFE, mimeo) s.p.

13. Los datos expuestos se extrajeron de las siguientes fuentes:
Pemex, Memoria de labores, 1980-1982 (México, D.F.: Pemex, 1980, 1981, 1982)
Pemex, Anuario estadístico 1980-1982 (México, D.F.: Pemex, 1980-1982)
Secretaría de Programación y Presupuesto, La industria petrolera en México (México, D.F.: SPP, 1980) 560 p.
"El perfil energético en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 3, 8 (agosto 1979) 44 p.

Hata 1981 se tenís evaluado exhaustivamente un 15% de la superficie nacional, incluyendo sus plataformas continentales hasta la isobata de 500 mts, que dando un 65% (1,625,000 Km²) de territorio con algún potencias petrolífero.

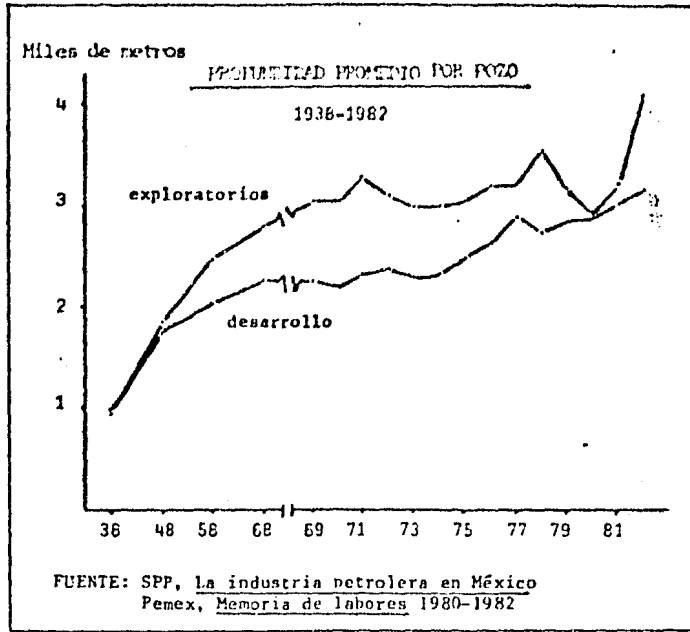
CUADRO V-9



La perforación exploratoria ha tenido entre 1960 y 1975 un porcentaje de éxitos de 25%, equiparable al promedio mundial, y en la perforación de desarrollo ha sido aproximadamente de 75%. En el cuadro V-9 puede observarse el número de pozos perforados por Pemex y contratistas de 1960 a 1982 y el porcentaje correspondiente de éxitos.

La profundidad media de los pozos perforados se ilustra en el cuadro V-10 y se puede apreciar que ésta se efectúa cada vez más profundo; en 1982 la profundidad media de los pozos exploratorios fue de 4,107 mts y los de desarrollo de 3,180 mts.

CUADRO V-10

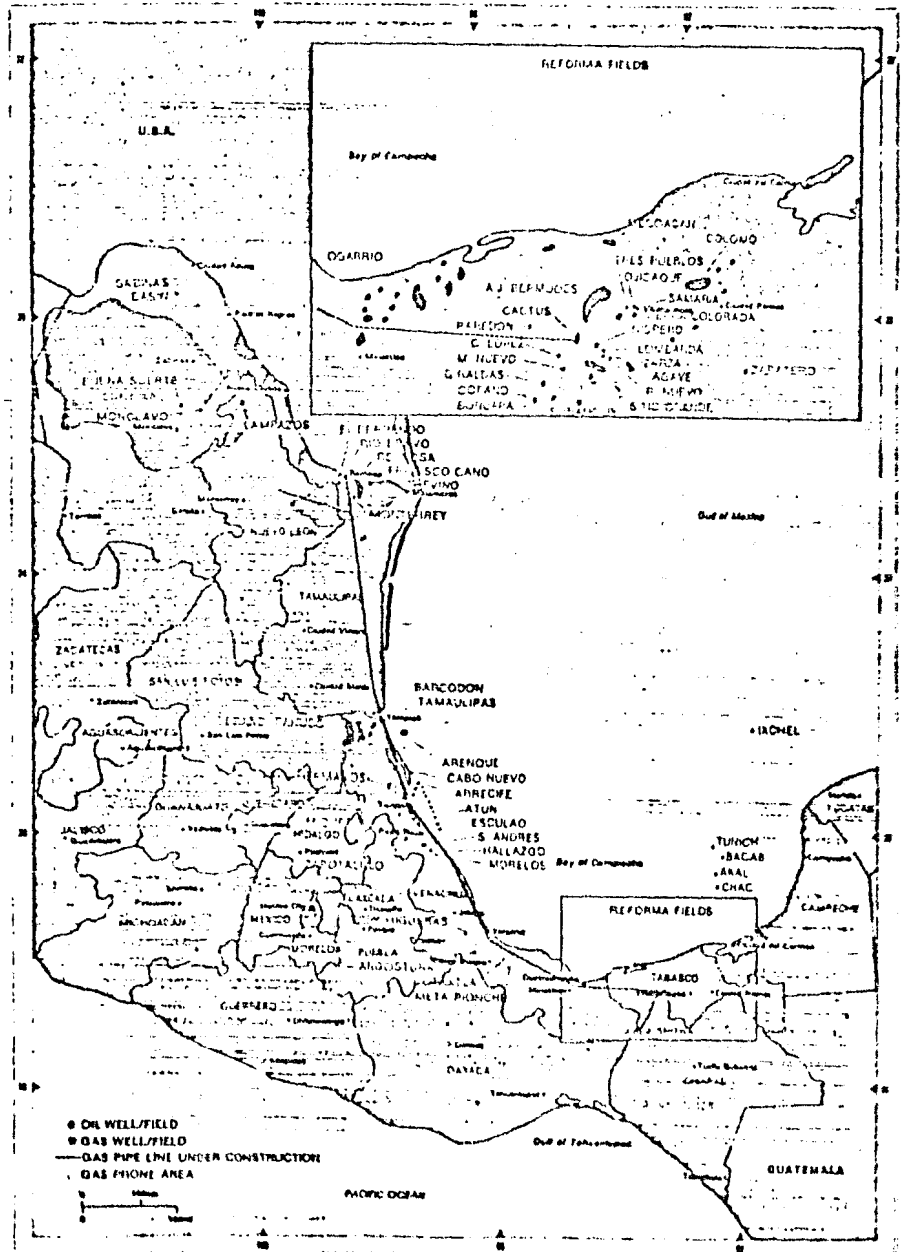


Por otra parte, la producción de hidrocarburos por pozo entre 1965 y 1975 se mantuvo a un nivel promedio de 125 barriles diarios, hasta alcanzar los 501 barriles en 1982.

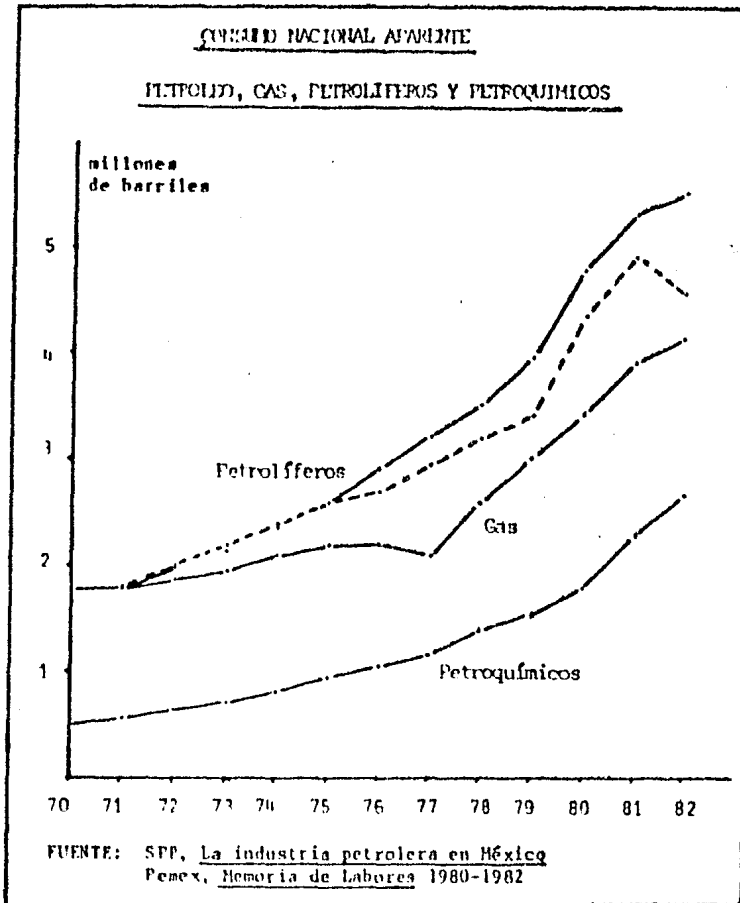
2. Explotación.

En los últimos años se han registrado incrementos importantes en la producción de aceite, condensados, gas natural y sus líquidos extraíbles. Las áreas tradi-

CUADRO V-11



CUADRO V-12



cionalmente productoras están situadas en la planicie costera del Golfo de México, destacando el área mesozóica de Chiapas-Tabasco, el distrito de Poza Rica y la zona de Tampico. Las zonas productoras de gas se encuentran en el noroeste, en Reynosa fundamentalmente y en la zona sur, en Ciudad Pemex, así como en el área mesozóica de Chiapas-Tabasco. (Cuadro V-11).

El consumo nacional aparente de hidrocarburos se muestra en el cuadro V-12. En los treinta años siguientes a la nacionalización la producción de crudo, condensados y líquidos del gas creció en promedio 4.8% anual. En los años de 1969 y 1970 la producción creció a un ritmo mayor que ese promedio, pero en los cuatro siguientes bajó hasta el nivel de tener que importar petróleo crudo. 1971 ha sido el único año con un crecimiento negativo. A partir de 1974 y con los nuevos descubrimientos del sureste y área marina, la producción se incre-

mentó notablemente (24%) aunque las grandes tasas de crecimiento se detuvieron en 1976 como consecuencia de la crisis de ese año.

México convertido en país petrolero elevó la producción de crudos al 22% en promedio anual, las tasas más altas de toda la economía. Con el tope de exportación al final del período los incrementos han tendido a estabilizarse indicando exclusivamente el crecimiento de la demanda nacional.

En 1982 la producción de crudos y condensados se elevó a de estos (% crudos, % condensados) de los cuales el 50% se envió a exportación.

Por su parte, la producción de gas llegó a 43,890 millones de pies cúbicos. A diferencia del crudo, la producción de gas no ha crecido espectacularmente, registrando un aumento de 13.8% anual. La mejor época de este energético fue durante la industrialización en el "desarrollo estabilizador", durante el cual la producción creció al 22.1% anual de 1948 a 1958.

Cabe señalar que la zona sureste aportó en 1982 el 31% de la producción de crudo y la zona marina (Golfo de Campeche) el 59%. En cuanto al gas natural, la primera aportó el 60% y la segunda el 20% de la producción total nacional. La producción de Chicontepec fue prácticamente cero. Es importante mencionar, además, que el 15% de la producción de gas natural se envió a la atmósfera, esto es, se quemó por falta de infraestructura para aprovecharlo.

Finalmente comentaremos que las reservas probadas totales de hidrocarburos en 1982 ascendieron a 72,008 millones de barriles y la producción ese año llegó a 1,372 Mb, por lo que la relación reservas/producción fue mayor de 52 años. A partir de 1976 esta relación había aumentado en forma considerable: mientras en 1975 era de 14 al año siguiente se elevó a 22 y de ahí en adelante ha pasado considerablemente a 29, 60, 57, 62, 60, y 52 años en los años siguientes; como referencia, los países desarrollados tradicionalmente han mantenido una relación de 10 años para sobreinvertir en exploración y dirigir sus inversiones a otros proyectos.

La elevada relación reservas/producción se justifica por diversos motivos, el principal, creemos, es mantener la imagen de México como país rico en recursos petroleros, suficientes más que para asegurar un flujo continuo de crédito y divisas para, en el mejor de los casos, fincar un pretendido desarrollo nacional, y en el peor, justificar la explotación y exportación desenfrenada en aras de los intereses de los países "amigos necesitados", Estados Unidos, principalmente.

CUADRO V-13

| CAPACIDAD DE REFINACION Y PRODUCCION DE LAS REFINERIAS DE PEMEX (1981) | | | | |
|--|--|--------------------------|---------|---|
| PLANTA | CAPACIDAD DE REFINACION (Miles de barriles diarios) | | TOTAL | PRODUCCION (Miles de barriles diarios) |
| | Materia prima | | | |
| | CRUDO | LIQUIDOS DEL GAS NATURAL | | |
| Azacapatzalco | 105 | | 105 | 88.1 |
| Cadereyta | 235 | | 235 | 194.1 |
| Madero | 185 | 1 | 186 | 160.6 |
| Minatitlán | 200 | 90 | 290 | 258.3 |
| Salamanca | 200 | | 200 | 177.0 |
| Salina Cruz | 170 | | 170 | 135.0 |
| Tula | 150 | | 150 | 128.2 |
| Toza Rica | 16 | 22 | 38 | 28.0 |
| Reynosa | 9 | 11.5 | 20.5 | 8.5 |
| Cactus | | 82.5 | 82.5 | 82.5 |
| Canigrejera | | 46.6 | 46.5 | |
| TOTAL | 1,270 | 253.5 | 1,523.5 | 1,260.2 |

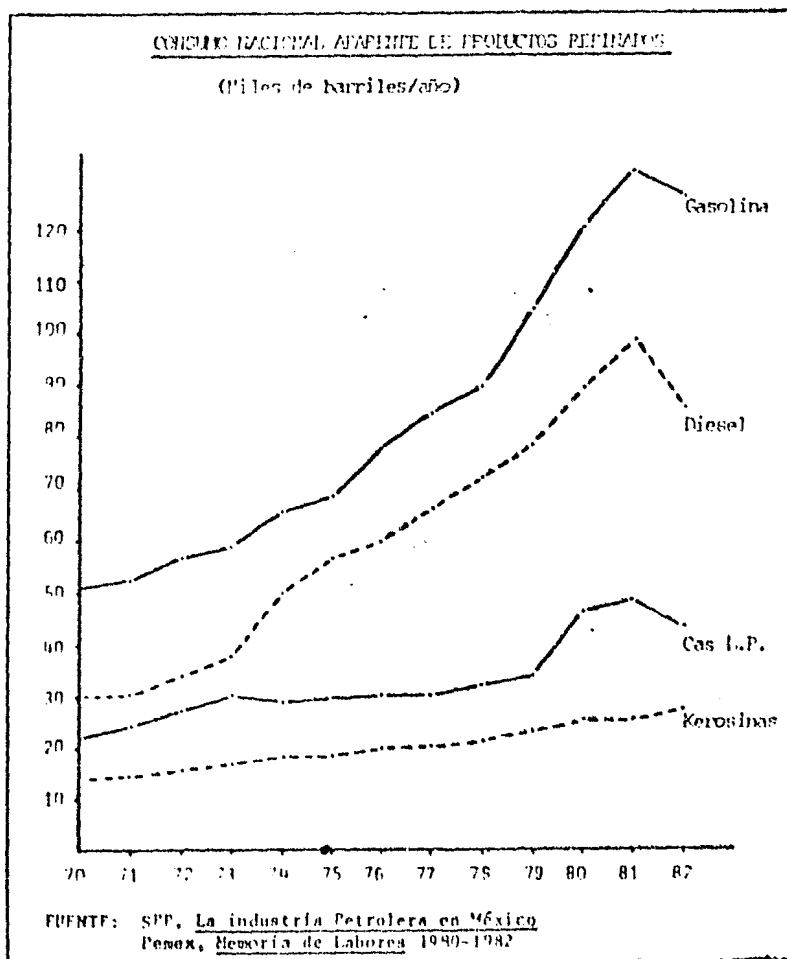
FUENTE: Pemex, Memoria de labores 1981

3. Producción Industrial,

En el cuadro V-13 se presenta la capacidad de refinación de hidrocarburos al año 1981, medida en miles de barriles diarios para cada una de las plantas de Pemex así como la producción de petrolíferos. En 1982 la capacidad de refinación era de 1.650 MMBD, refinándose 1.199 MMBD. Como resultado del crecimiento económico del despilfarro en el sexenio de JLP la capacidad de refinación creció 57.3% al pasar de 968,500 bd en 1976 a 1,523,500 en 1981. La refinación por desintegración y reducción de viscosidad sufrieron los aumentos más significativos con un 90% de incremento en ese periodo.

Las ventas de productos destilados crecieron mucho más; de 1976 a 1981 la producción de gas licuado, gasolinas, querosinas y diesel mostraron crecimiento conjunto de 76.9%, destacándose los dos primeros con un crecimiento de 143.3% y 69.8% respectivamente. La producción de combustóleo se elevó 73.5% (Cuadro V-14).

CUADRO V-14



En 1981 se procesaron 464 mb de petróleo crudo y líquidos de gas natural. En comparación con los 305 MB en 1977 y los 270 MB en 1976. Aumentos sorprendentes se registraron en el gas procesado y petroquímica con un incremento de 232%. El primero pasó de 1,395 a 3,241 MMPCD de 1976 a 1981 y el segundo de 3.9 millones de toneladas a 9.2 al final de ese último año.

En 1982 las cosas fueron diferentes: la producción de gas licuado disminuyó 11.3%, la de gasolinas 3.9%, la de diesel 13.1%, la de lubricantes 17.4%, la de negro de humo 2.5%, la de coque de petróleo 29.6% y las de parafina 0.7%. Los únicos productos que registraron aumentos fueron las kerosinas; 8.3%, los residuos: 1.3% y las grasas: 43.4%, estas últimas para substituir las importaciones que se hicieron prohibitivas con los precios del dólar.

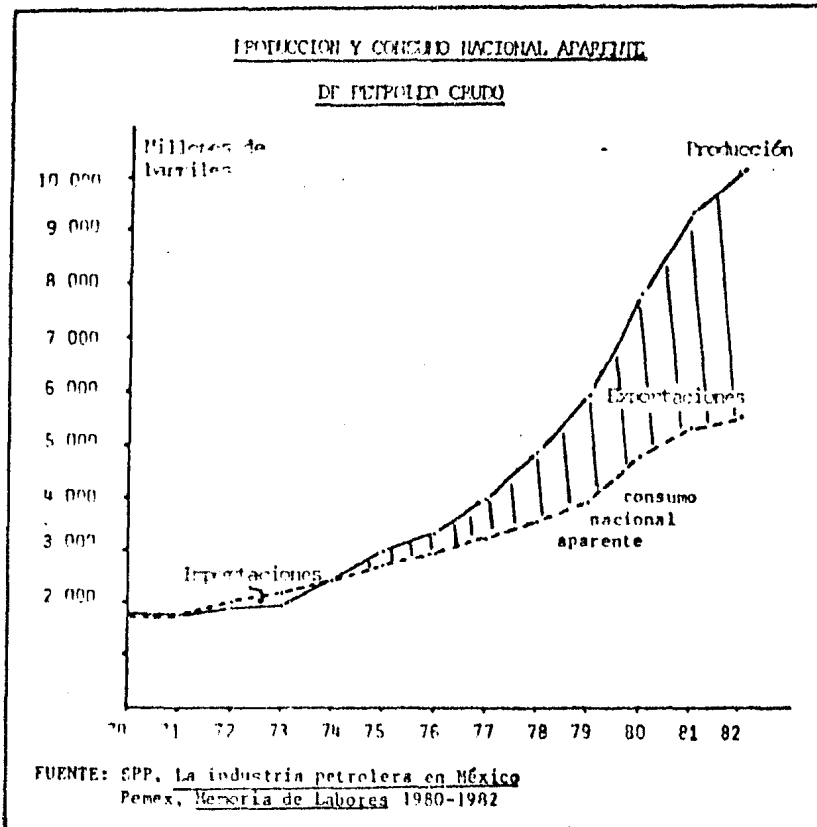
La petroquímica procesó 4.7% más gas que en el año precedente y la producción llegó a 10.6 millones de toneladas, esto es, un incremento de 15.6%. Al anhídrido carbónico 23% al amoníaco, 14.6% al etano y

correspondió el 33% de la producción total, 4.0% al azufre. Otros productos importantes fueron el etileno, propileno, oxígeno y dicloroetano.

4. Otros aspectos productivos,

Entre los aspectos relevantes de la comercialización de los productos extraídos o elaborados por Petróleos Mexicanos destaca que el 49% de la producción de crudo se exportaba (Cuadro V-15) y el resto se orientó al mercado nacional. Las

CUADRO V-15



ventas foráneas se enviaron a 25 países destacándose Estados Unidos con una participación del 49%, Europa 26.2%, Lejano Oriente 9.7%, Canadá 3.2%, Israel 4.3%, Brasil y Uruguay 4.0%. En suma, el 92% de las ventas fueron a los países desarrollados.

Debido a la tremenda demanda interna de gasolinas en 1982 se maquilaron en el exterior 38 millones de barriles de crudo, el equivalente al 4% de la refinación en las plantas nacionales.

5. Transporte.

Para la conducción del petróleo crudo y del gas natural de los campos de producción a las plantas de proceso, se utilizaron diversos medios de transporte: ductos, vía carretera y ferrocarril. En 1981 los sistemas de transporte movieron 202 millones de toneladas de petróleo crudo, gas y derivados (que re-

presenta el 96% de la carga), y equipo y material constituyeron el resto. De esta carga, la red de ductos transport  el 75%, 10% la petroflota y el resto por ferrocarril y carretera. Las redes de ductos en operación construcción, diseño y estudio arrojaron un global de 34,132.5 Km: gasoductos en operación 8,744.9 Km, oleoductos 4,878.2 Km, poliductos 533.3 Km y los ductos de petroquímicos 1,676 Km.

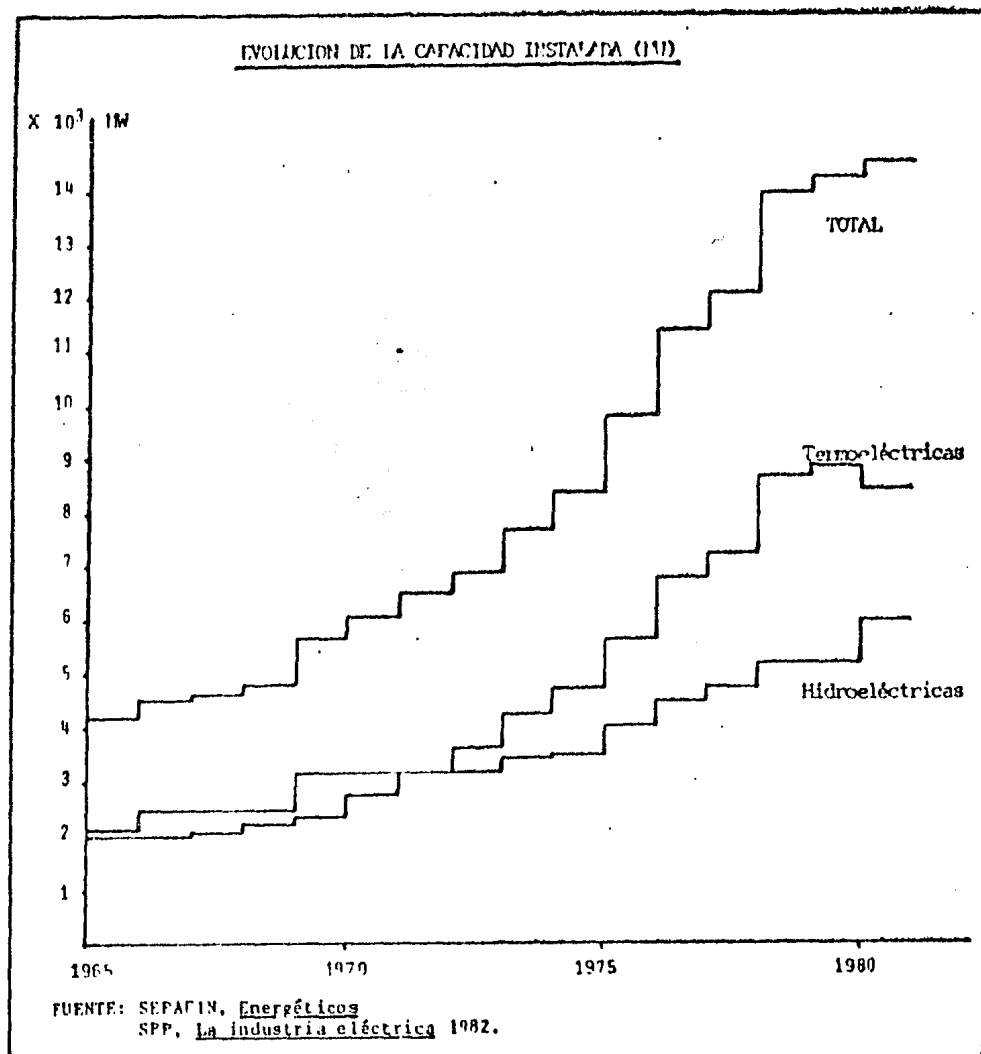
La petroflota estaba constituida por 35 buquestanque con una capacidad de 6.8 millones de barriles y pudieron satisfacer el 41% de las necesidades de transporte de la empresa.

C PRODUCCION DE ELECTRICIDAD.

1. Evolución del sector eléctrico.

Después de una época inicial en que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizó con éxito numerosas plantas hidroeléctricas, en los años 60 el número de estos proyectos se fue reduciendo y se dió preferencia a las plantas termoeléctricas que utilizan derivados del petróleo como combustible, pues requieren

CUADRO V-16



menos inversión y se construyen en poco tiempo. Esta tendencia se ilustra en el cuadro V-16.

Los hidrocarburos penetraron inconteniblemente en la generación de electricidad por ser la época del petróleo abundante y barato. El primer choque petrolero de 1973 y el subsecuente de 1978 hicieron cobrar conciencia que los inventarios de los combustibles fósiles eran finitos, y no flujos inagotables; en particular, el petróleo podría escasear a fines del siglo y agotarse en los primeros años del próximo. En el caso de México, la crisis se adelantó y el país pasó a ser importador neto de petróleo crudo de 1970 a 1973; los posteriores hallazgos de hidrocarburos en el sureste devolverían al país la autosuficiencia.

A partir de esa época de crisis petrolera mexicana, el enfoque puramente económico para elegir los medios de expansión eléctrica debió ponderarse con un programa de diversificación energética.

En 1976 se sugirió no utilizar más hidrocarburos para la generación eléctrica a la vez que la estrategia de desarrollo estaría basada en un programa nuclear eléctrico de gran magnitud (140,000 MW para el año 2000i). Las decisiones fueron más prudentes y se inscribieron en el programa de obras varias termoelectricas

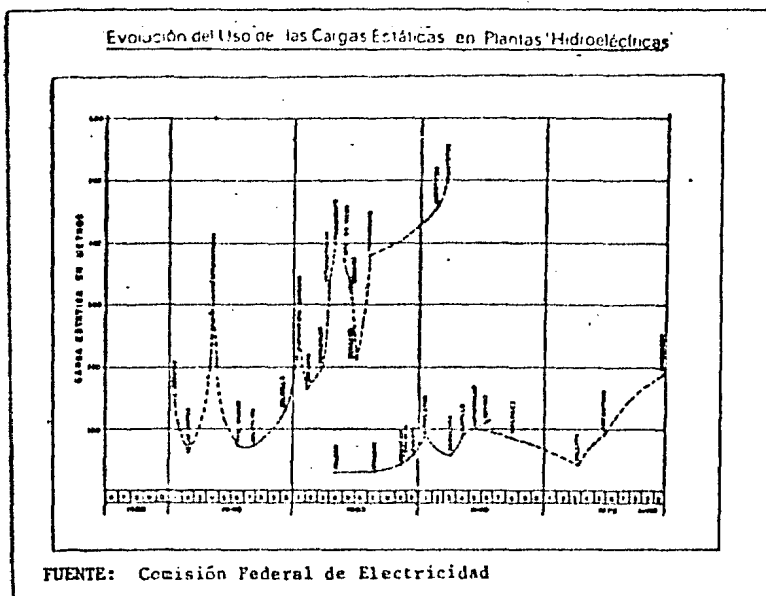
convencionales, la carboeléctrica de Río Escondido, la continuación de la planta nuclear de Laguna Verde y la ampliación de la geotérmica de Cerro Prieto.¹⁵

En cuanto a las hidroeléctricas, se decidió realizar Chicoasén y Peñitas en el Grijalva y el Caracol en el río Balsas. Estas obras de gran magnitud reforzaron la estrategia que se venía adoptando desde principios de la década de los sesenta: el aprovechamiento de grandes caudales en la parte baja de los ríos, en detrimento de los recursos hidráulicos de alta caída y los de las partes intermedias de las cuencas.¹⁶

2. Estado actual de la generación eléctrica por fuente.

a) La hidroelectricidad. - Un somero análisis de la evolución de la potencia instalada en las plantas hidroeléctricas construidas por CFE indica la existencia de dos periodos bien definidos separados abruptamente por un cambio en la estrategia de construcción. En el primero se aprovecharon las partes altas de los ríos con plantas de caída estática importante, y de bajo gasto turbinario. Durante esos años (1940-1964) se construyeron 41 plantas con una potencia instalada total de 1,302 MW, que corresponde a un promedio de 31.7 MW por planta.¹⁷

CUADRO V-17



En el segundo periodo se pasó a realizar centrales ubicadas aguas abajo, en la desembocadura de corrientes con caudal importante, tales como las plantas de Infiernillo, La Villita y Malpaso. De 1964 a 1977 sólo se construyeron ocho plantas con un promedio de 339.4 MW por cada una de ellas casi once veces mayor que en la etapa anterior.

El cambio brusco en la estrategia se ilustra en el cuadro V-17 donde la gráfica representa la evolución del uso de las cargas estáticas en la hidroelectricidad

construidas hasta la fecha. La explicación a este hecho puede tener su base en dos cosas: 1) las plantas localizadas en la parte alta de las cuencas no tuvieron una generación y/o potencia instalada suficiente para responder durante varios años a la demanda en la fase intensa de industrialización de los últimos veinte años, y 2) la economía de escala favorece los proyectos de gran magnitud.

15. Jacinto Viqueira, "La planeación del sector eléctrico y la política nacional de energía" en Ingeniería; órgano oficial de la Facultad de Ingeniería, UNAM, 4 (1982) pp. 55-67
16. Javier González, "Estado actual de la evaluación del potencial hidroeléctrico nacional" en Ingeniería; órgano oficial de la Facultad de Ingeniería, UNAM 3 (1980) pp. 17-41
17. Ibid, p. 19

Los esfuerzos de diversificación energética a partir de 1973 fueron notables, pero de ninguna manera compensaron el gran crecimiento de las plantas que operan con hidrocarburos, de tal manera que "la energía hidráulica que representaba el 60% de la generación bruta total a finales de los sesentas, contribuye actualmente con sólo el 28 por ciento," 18.

CUADRO V-18

| | CAPACIDAD INSTALADA EN OPER. (MW) | | | | | GENERACION BRUTA ANUAL (GWH) | | | | | FACTOR DE PLANTA | |
|------|-----------------------------------|----------------------|-----|-------|--------|------------------------------|----------------------|------|-------|--------|------------------|---------|
| | HIDRO | TER/PET ¹ | GEO | CARB. | TOTAL | HIDRO | TER/PET ² | GEO | CARB. | TOTAL | P.P.HIDRO | TERM/P. |
| 1965 | 2 149 | 1978 | --- | 37.5 | 4 169 | 8 638 | 6 079 | --- | n.d. | 14 717 | 46.0 | 34.4 |
| 1966 | 2 482 | 1995 | --- | 37.5 | 4 515 | 9 954 | 6 208 | --- | n.d. | 16 162 | 45.8 | 34.8 |
| 1967 | 2 511 | 2093 | --- | 37.5 | 4 642 | 10 855 | 7 080 | --- | n.d. | 17 935 | 49.3 | 37.9 |
| 1968 | 2 509 | 2249 | --- | 37.5 | 4 796 | 12 408 | 7 611 | --- | n.d. | 20 019 | 56.4 | 38.0 |
| 1969 | 3 229 | 2391 | --- | 37.5 | 5 658 | 13 303 | 9 762 | --- | n.d. | 23 065 | 47.0 | 45.9 |
| 1970 | 3 228 | 2802 | --- | 37.5 | 6 068 | 14 805 | 11 225 | --- | n.d. | 26 030 | 52.4 | 45.1 |
| 1971 | 3 227 | 3233 | --- | 37.5 | 6 498 | 14 269 | 14 214 | --- | n.d. | 28 483 | 50.5 | 49.6 |
| 1972 | 3 228 | 3657 | --- | 37.5 | 6 913 | 15 246 | 16 287 | --- | n.d. | 31 533 | 53.9 | 50.4 |
| 1973 | 3 446 | 4267 | 75 | 37.5 | 7 726 | 16 081 | 18 002 | 161 | n.d. | 34 214 | 53.3 | 48.9 |
| 1974 | 3 521 | 4737 | 75 | 37.5 | 8 375 | 16 602 | 20 943 | 463 | n.d. | 38 008 | 53.8 | 50.0 |
| 1975 | 4,044 | 5673 | 75 | 37.5 | 9 830 | 15 016 | 25 345 | 518 | n.d. | 40 879 | 42.4 | 50.7 |
| 1976 | 4 541 | 6806 | 75 | 37.5 | 11 460 | 17 087 | 26 966 | 598 | n.d. | 52 977 | 35.1 | 47.7 |
| 1977 | 4 723 | 7256 | 75 | 37.5 | 12 092 | 13 035 | 29 129 | 592 | 189 | 48 945 | 46.0 | 45.9 |
| 1978 | 5 225 | 6692 | 71 | - | 13 992 | 16 066 | 36 313 | 598 | - | 52 977 | 35.1 | 47.7 |
| 1979 | 5 219 | -928 | 150 | - | 14 298 | 17 839 | 39 212 | 1019 | - | 58 070 | 39.0 | 50.1 |
| 1980 | 5 992 | 8483 | 150 | - | 14 625 | 16 740 | 44 213 | 915 | - | 61 868 | 31.9 | 39.5 |

1.- Incluye centrales de vapor que queman combustóleo, de ciclo combinado, turbinas y de combustión interna (diesel).

2.- Incluye también la generación de la planta carbonífera de Nava, Coah., excepto en 1977.

3.- En 1980, se indica la potencia instalada real. En los años anteriores se reportó la capacidad de placa de las unidades generadoras.

FUENTE: CFE. El sector eléctrico nacional; estadísticas 1965-1980

De 1965 a 1980 la capacidad instalada en las plantas térmicas de petróleo (PTP) creció a una tasa anual promedio de 10%, mientras la instalada en plantas hidroeléctricas (PHE) lo hizo a 7.1%. Esto modificó la estructura de participación de las diferentes unidades generadoras, en particular las PHE que en 1965 representaron el 52% de la capacidad, pasaron al 41% quince años más tarde. (Cuadro V-18)

En otro aspecto comparativo, la hidroelectricidad bajó su participación en el consumo nacional de energía, de 10.1% en 1970 a 3.8% en 1981 a pesar de que este último año fue excepcionalmente bueno en la generación, pues llegó a 25 TWh cifra sin precedentes.

El abandono de los proyectos hidroeléctricos modestos se aprecia también en la evolución de la generación bruta; en 1965 los aprovechamientos hidráulicos generaban el 59% de la electricidad producida por el sector público, y más tarde (1980) sólo el 27%; durante ese periodo la tasa media de crecimiento anual fue de 14% en la PTP y 4.5% en las PHE, ésta muy por abajo de la generación total que se desarrolló al 10% anual. De esta manera la hidroelectricidad duplicó su generación mientras las PTP se multiplicaron más de siete veces.

La generación geotérmica empezó a funcionar a partir de 1973 pero su aporte es aún marginal (1-2%).

El aumento desproporcionado de la generación a base de hidrocarburos con respecto a su capacidad instalada a partir de 1977, lo justifica CFE por "la necesidad de tratar de conservar por ese único medio disponible, la energía almacenada en las grandes hidroeléctricas, toda vez que se registraron dos años de muy bajas apropiaciones".¹⁹ El factor de planta de estas plantas ha tendido a disminuir a partir de 1974, pues se les está utilizando para responder a los picos e incrementos de carga, mientras que el de las térmicas ha aumentado y se les usa para satisfacer la base de la curva de carga.

El Programa de Energía reconoce el deterioro de la participación de la energía hidráulica en la generación de electricidad en favor de los hidrocarburos, pero se manifiesta incapaz de revertir esta tendencia: "... con las acciones planeadas hasta ahora para los próximos diez años, no será posible abatir apreciablemente esta dependencia".²⁰ Reconoce, también que "la dependencia creciente frente a esta fuente no renovable tiene repercusiones sobre el propio sector eléctrico, en el balance de energía, y en las reservas de dichos combustibles".²¹

Más adelante indica que "existe una relación de 5:2:1 entre las reservas identificadas, las que se estima posible desarrollar al año 2000 y las que se plantea explotar para 1990 respectivamente".²² Como el potencial identificado, de acuerdo con el estudio de la CFE de entonces, permitió una generación media anual de 171,866 GWh/año (mediante el desarrollo de 541 aprovechamientos) el PE estimaba posible desarrollar para 1990 la quinta parte, o sea una capacidad instalada capaz de generar 68,746 GWh anuales y para el año 2000 las dos quintas partes, es decir, 68,746 GWh anuales.

CUADRO V-19

| POTENCIAL HIDROELECTRICO IDENTIFICADO DE MEXICO. | | | | | |
|--|---------------|--------------|----------------|--------------|------------------|
| DICIEMBRE DE 1979 | | | | | |
| | POTENCIA | | ENERGIA ANUAL | | FACTOR DE PLANTA |
| | MW | % del total | GWh | % del total | % |
| En operación | 5,219 | 14.5 | 17,839 | 10.4 | 39.0 |
| En construcción | 2,070 | 5.8 | 6,855 | 4.0 | 37.8 |
| En programa | 1,889 | 5.3 | 6,452 | 3.7 | 39.0 |
| Pendiente de desarrollar | 26,716 | 74.4 | 140,720 | 81.9 | 60.0 |
| TOTAL | 35,894 | 100.0 | 171,866 | 100.0 | |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

19. Comisión Federal de Electricidad, Un análisis retrospectivo del comportamiento de la generación termoeléctrica a base de hidrocarburos en el sistema eléctrico nacional, periodo 1977-1980 (México, D.F.: CFE, 1981) p. 6

20. SEPAFIN, Programa de Energía, p. 52.

21. Ibidem

22. Ibid, p. 53

En el cuadro V-19 se indican las características más relevantes de los aprovechamientos hidroeléctricos al 31 de diciembre de 1979: capacidad en operación, construcción y en programa; la generación y el potencial identificado pendiente de desarrollar en esa fecha.

b) Hidrocarburos.- La generación anual y la capacidad instalada en las plantas termoeléctricas que trabajan a base de hidrocarburos en el periodo 1965-1980 tuvo la evolución que se muestra en el cuadro V-20. En 1980 representaron el 71.5% de la generación y el 58% de la capacidad instalada del sistema eléctrico estatal. Mientras que el incremento en la generación fue de 14.1% anual, la capacidad aumentó sólo en 10.2%, lo que indica que se han venido usando intensivamente este tipo de plantas.

CUADRO V-20

| | GENERACION BRUTA (Gwh) | | | | | CAPACIDAD INSTALADA (Mw) | | | | |
|-------|------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------|--------------------------|-----------------|----------|--------------|-------|
| | VAPOR ¹ | CICLO COMBINADO | TURBOGAS | COMBUSTION INTERNA | TOTAL | VAPOR ¹ | CICLO COMBINADO | TURBOGAS | COMB INTERNA | TOTAL |
| 1965 | 5 690 | - | - | 389 | 6 079 | 1 737 | - | - | 241 | 1 978 |
| 1966 | 5 742 | - | - | 466 | 6 208 | 1 733 | - | - | 262 | 1 995 |
| 1967 | 6 601 | - | - | 479 | 7 080 | 1 825 | - | - | 268 | 2 093 |
| 1968 | 7 078 | - | - | 533 | 7 611 | 1 895 | - | - | 354 | 2 249 |
| 1969 | 8 974 | - | - | 788 | 9 762 | 2 001 | - | - | 391 | 2 341 |
| 1970 | 10 360 | - | - | 865 | 11 225 | 2 315 | - | - | 487 | 2 802 |
| 1971 | 13 321 | - | - | 456 | 14 214 | 2 633 | - | 318 | 276 | 3 233 |
| 1972 | 14 780 | - | 1 060 | 447 | 16 287 | 2 660 | - | 619 | 368 | 3 657 |
| 1973 | 15 462 | - | 2 070 | 470 | 18 002 | 3 011 | - | 866 | 290 | 4 267 |
| 1974 | 17 915 | 198 | 2 068 | 762 | 20 943 | 3 247 | 130 | 971 | 389 | 4 737 |
| 1975 | 19 562 | 1 646 | 3 403 | 734 | 25 345 | 3 393 | 610 | 1 419 | 251 | 5 673 |
| 1976 | 22 128 | 1 932 | 2 366 | 540 | 26 966 | 4 974 | 610 | 948 | 274 | 6 806 |
| 1977 | 25 250 | 2 045 | 1 537 | 456 | 29 129 | 5 023 | 720 | 1 266 | 247 | 7 256 |
| 1978 | 30 322 | 2 488 | 3 027 | 476 | 36 311 | 6 456 | 720 | 1 267 | 249 | 8 692 |
| 1979 | 33 098 | 2 317 | 3 343 | 454 | 39 211 | 6 716 | 720 | 1 259 | 234 | 8 928 |
| 1980* | 37 012 | 3 267 | 3 623 | 311 | 44 214 | 6 616 | 540 | 1 190 | 137 | 8 483 |

¹ Incluye la generación de la carboeléctrica de Nava, Coah, pero su aporte es marginal (menos de 0.1%). La planta operó hasta 1977

* En 1980 se indica la potencia real instalada, mientras que en los años anteriores se reportó la capacidad de placa de las unidades generadoras.

Para la expansión de las termoeléctricas se han preferido las plantas de vapor operadas a base de combustóleo pues son más grandes, eficientes y económicas para satisfacer la base de la curva de carga. Las plantas de vapor representaron el 78% de la capacidad total en plantas termoeléctricas y el 84% de la generación.

Las turbinas de gas, que son redituables para cubrir las horas de máxima demanda, han sido mal utilizadas, sobre todo en los últimos años. Su factor de planta aumentó drásticamente desde 1978, "política de operación que se hizo necesaria para evitar el rápido abatimiento de la energía almacenada en los grandes vasos!"²³

La generación de turbogas creció de 1972 a 1980 en 16,6% mientras la capacidad respectiva sólo lo hizo al 8.5%. Los últimos tres años han sido de despilfarro económico y energéticos; la producción de electricidad quemando gas prácticamente se triplicó, mientras que el aumento de capacidad correspondió a 32%. El factor de planta pasó de 14% en 1977 a 30% en los años siguientes. La CFE calcula que en esos tres años se generaron 4,000 GWH adicionales con turbinas, respecto a una operación exclusivamente de picos, emergencias y respaldos en ciertas áreas. "Este sacrificio necesario representó una inversión adicional con respecto a la operación deseable para picos, de alrededor de 12,000 millones de pesos..."²⁴

En cuanto a la eficiencia de las plantas, la Comisión Federal de Electricidad considera que se han logrado algunos avances al disminuir el consumo específico de combustibles, pasando de 2,920 Kcal/KWH en 1977 a 2,866 Kcal/KWH en 1980, reducción equivalente a 1,8%.

La eficiencia en la operación general, calidad y seguridad del servicio, sin embargo, ha dejado mucho que desear: a mediados de 1980 se hicieron restricciones de energía (equivalentes a 538 GWH) a los consumidores en una cantidad que la CFE estimó en uno por ciento del consumo esperado ese año. La empresa estatal justifica estos debido a que "falta capacidad en el sistema eléctrico.

A partir de 1977 ha aumentado la frecuencia y duración de las fallas de las unidades termoeléctricas, especialmente las del tipo vapor y ciclo combinado. La capacidad efectiva total ha estado fuera de servicio por fallas 28.4% del tiempo.

La indisponibilidad promedio por salidas forzadas de corta y larga duración por tipo de generación fue la siguiente (periodo 1978-1980)²⁵

| | % tiempo | días/año |
|---------------------|----------|----------|
| Vapor mayor (75 MW) | 28.6 | 104.4 |
| Vapor menor (75 MW) | 22.8 | 83.1 |
| Ciclo combinado | 39.6 | 144.5 |

Para dar una idea de la intensidad con la que han venido usando las unidades, basta señalar que se han reducido los mantenimientos programados, esto es, se han omitido o realizado de manera incompleta, lo que repercute en la eficiencia y desgaste de las unidades, y por salir del problema inmediato, se expone a consecuencias graves a mediano plazo.

La indisponibilidad teórica y real por mantenimiento programado se ilustra a continuación:

| | Teórica (días/año) | real (días/año) |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| Vapor | 38.0 | 26.6 |
| Ciclo combinado | 49.4 | 12.8 |

Es aquí donde se explica el mayor uso de las plantas térmicas: la indisponibilidad de las plantas de vapor y ciclo combinado ha sido substituida en orden ascendente de costos por KWH por 1) turbinas de gas con combustible diesel, 2) vaciado excesivo de vasos y 3) restricciones en el suministro.

23. CFE, Un análisis... p. 15

24. Ibid, p. 9

25. Ibid, p. 13

Es evidente que todo esto repercute en la pérdida de seguridad en la operación en el corto plazo, pérdidas de economía para la empresa estatal y pérdidas económicas y sociales en los consumidores.

c) Carboelectricidad.- "En el sector eléctrico, el carbón en México comenzó a utilizarse en 1932, fecha en la cual dió comienzo la operación de la planta termoeléctrica Franke, ubicada en Gómez Palacio, Durango, la que utilizaba exclusivamente carbón como combustible".²⁶ Posteriormente fue sustituida por una de combustóleo.

A partir de 1960 la Comisión Federal de Electricidad inició los trabajos exploratorios y de factibilidad en la cuenca carbonífera Fuente-Río Escondido que culminó con la cuantificación de las reservas suficientes para abastecer una planta termoeléctrica de 37.5 MW en la población de Nava, Coah., y que inició la generación eléctrica en 1964 con un consumo de carbón de 140,000 toneladas al año. La planta operó hasta 1977.

Las exploraciones en esa cuenca continuaron y a fines de 1976, las reservas alcanzaron 172 millones de toneladas, suficientes para ser viable una gran central carboeléctrica. Los siguientes éxitos exploratorios han incrementado progresivamente las reservas y abren toda una expectativa para instrumentar un amplio programa de construcción de centrales de carbón.

A fines de 1981, la CFE puso en operación la primera de cuatro unidades generadoras de 300 MW cada una, de una gran carboeléctrica ubicada a 29 Km. al sur de Piedras Negras, Coah. La planta, de 1,200 MW y con 30 años de vida económica, tendrá cuando trabaje a toda su capacidad, un consumo anual promedio de 4.5 toneladas de carbón térmico, generando 8,000 millones de KWH anuales (F.P.= 0.76), lo que permitirá un ahorro de 12.5 millones de barriles de combustóleo anuales para generar electricidad.²⁷

Actualmente se está trabajando para materializar una segunda central eléctrica, Carbón II de 1,400 MW cuya primera unidad, se pensaba, entraría en servicio en 1985, aunque los plazos obviamente se han pospuesto por la crisis. Cuando trabajen a toda su capacidad ambas plantas se requerirán un promedio de 10 millones de toneladas de carbón térmico, vez y media el volumen total que logró obtener el país en 1980. Los dos proyectos más un tercero de 1,400 MW "permitirán explotar un recurso que hasta ahora no se utilizaba y sustituir cerca de 120,000 barriles diarios de combustóleo en 1990"²⁸ y eso sólo en la región noreste pues hay grandes posibilidades de encontrar este recurso en el estado de Oaxaca.

d) Geoelectricidad²⁹.- Las investigaciones en geotermia comenzaron en 1949 cuando los ingenieros de CFE detectaron algunos sitios con gran potencial aprovechable en el centro de país. El primer sitio para el estudio de la generación de energía eléctrica a base de vapor endógeno se realizó en Ixtlán de los Hervores, Mich., en 1951 pero no se concretó ningún proyecto. En cambio un año después se

26. Francisco Verdugo, op cit.

27. "Primera carboeléctrica en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 5, 12 (diciembre, 1981) p. 16

28. SEPAFIN, Programa de Energía, p. 54

29. "Cerro Prieto: energía geotérmica en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 6, 11 (noviembre, 1982) pp. 19-23

perforaba en Pathé, Hgo., para obtener el vapor del subsuelo del campo geotérmico de dicho lugar y que accionó la primera planta geotermoeléctrica experimental con capacidad de 600 KW en 1959.

A partir de 1955 se iniciaron exploraciones sistemáticas en la parte central del país a lo largo del eje volcánico, en la Sierra Madre del Sur y especialmente el área de Cerro Prieto en la Península de Baja California, y que a la postre sería el campo de energía geotérmica más importante de México. Cerro Prieto produjo electricidad por primera vez en 1973, mas de 10 años después de haberse iniciado los trabajos exploratorios en esa región. La capacidad inicial fue de 75 MW, misma que se duplicó en 1979. A principios de 1981 se agregaron otros 30 MW parra totalizar 180 MW.

Esta región de Cerro Prieto constituye uno de los campos geotérmicos más grandes y de más potencia en el mundo: la temperatura de los pozos varía de 250 a 350°C y el área explorada en detalle es de 12 Km² aunque los límites del campo pueden extenderse a 60 Km². Hasta principios de 1982 de 150 pozos exploratorios perforados en el área, 40 eran de producción y 30 de esos últimos alimentaban la planta energética Cerro Prieto I con 4 unidades de 37.5 MW y una de 30 MW. La producción total de los pozos que alimentan la planta es de 5,000 toneladas de fluido y vapor por hora, y la producción promedio de cada uno de los 30 pozos es equivalente a 6 MW de electricidad. La generación actual de electricidad de esta planta permite ahorrar aproximadamente 3 millones de barriles de combustóleo al año.

Los éxitos exploratorios y la cuantificación de los inmensos recursos de la región noreste de la península de Baja California han motivado que la CFE diseñe un ambicioso proyecto exploratorio en la zona que pretende elevar la capacidad de generación eléctrica a 1,000 MW en los próximos años. Para consolidar los proyectos, actualmente se encuentra en construcción la primera unidad de la planta Cerro Prieto II que tendrá dos turbogeneradores de 55 MW cada uno. Posteriormente se duplicará su capacidad. Cerro Prieto III tendrá la misma capacidad -dos unidades de 110 MW- y se pensaba que entraría en operación en 1984 pero las condiciones del país retrasaron las fechas del proyecto original.

Los pozos de estas plantas son más profundos que los que abastecen la planta Cerro Prieto I (1,500 metros promedio) y tienen una tasa de producción más elevada ya que promedian 8.8 MW por pozo y en alguno hasta 25 MW.

Después de que entren en operación las tres plantas se tendrá una capacidad instalada de 620 MW, que es precisamente la meta mínima que plantea el Programa de Energía para esta fuente energética para 1990.

A la fecha no es posible establecer cuándo ocurrirá el agotamiento del depósito pues se desconoce la relación recarga-extracción, pero efectivamente hay indicios de que se produce una recarga. En las condiciones actuales de operación se considera que Cerro Prieto producirá vapor geotérmico por lo menos durante los próximos 30 años mediante aquellos pozos carentes de recarga hidráulica. Mientras el reservorio esté proveído "natural o artificialmente" de agua y la relación extracción-recarga sea menor a uno, la fuente energética es prácticamente un recurso renovable. Además, el actual sistema que separa el vapor y el fluido en la cabeza del pozo es económico pero poco eficiente, ya que solamente el 10% de la energía total del pozo entra en la turbina. El mejoramiento de

la tecnología correspondiente deberá aumentar la eficiencia y así se prolongará la vía del depósito.

Cerro Prieto IV y V aportarán otros 400 MW, pero la zona en que se localizan no ha sido totalmente explorada.

e) Nucleoelectricidad. - La política de diversificación llevada a cabo por la Comisión Federal de Electricidad incluyó entre las diferentes opciones la nuclear para la generación eléctrica. Los primeros estudios preliminares para construir la primera nucleoelectrica se iniciaron en 1966 y el diseño tomó cuerpo en 1972 cuando se hizo la selección de proveedores. En ese año, aproximadamente, se iniciaron los trabajos para la construcción de dos unidades nucleares con capacidad de 654 MW eléctricas cada una, en la zona denominada Laguna Verde, sobre la costa del Golfo de México y a 60 Km al norte de la ciudad de Veracruz. A partir de entonces ha habido retrasos diversos, los cambios en la dirección de la CFE desde que se inició el proyecto Laguna Verde I -Villarreal, Carabante, López Portillo, Farrell, Cervantes del Río, Escofet e Hiriarte y la crisis económica de 1976 y de 1982 retrasaron la construcción que debía estar terminada en 1977. "En particular cada director cambiaba la estructura administrativa lo que siempre hacía empezar de nuevo el proyecto."³⁰ Con Arsenio Farrell, en virtud de sus disputas con las compañías constructoras, la construcción se paró tres años.

El avance de la obra en diciembre de 1976 era de 7% y seis años más tarde ya se habían construido tres cuartas partes. A mediados de 1982 se suspendió con fecha indefinida (posiblemente hasta 1987) el proyecto Laguna Verde II y se aplazó la terminación del primer proyecto hasta 1985 fecha en la que se contabilizarán 8 años de retraso.

Tal situación tiene por fuerza que repercutir en el costo de la obra. El presupuesto original de 5,729 millones de pesos (458 millones de dólares) se estableció cuando arrancaba el proceso generalizado de inflación al que se ha visto sometido el país desde entonces. Así, en 1981 se habían invertido en Laguna Verde 29,244 millones de pesos agregados sin considerar su valor en el tiempo (esto es a precios constantes). Se estima que entre 1982 y 1985 se deberán agregar otros 14,931 millones de pesos (a precios de 1982) para terminar con el proyecto.

"Esto significa, dice la CFE, que lo invertido cada año en moneda corriente desde 1976 hasta 1981, más lo presupuestado en moneda constante de 1981, sería 44,175 millones, que a la paridad de ese mismo año significa 1,840 millones de dólares".³¹ Una diferencia de 1,328 millones de dólares de incremento respecto al proyecto original. En 1982 el costo de la obra llegó a 130,000 millones de pesos.

30. Antonio Ponce, "La energía nuclear en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 5, 12 (diciembre, 1981) p. 16

31.

A los permanentes problemas económicos se suman los relacionados con la política de dependencia. Laguna Verde no ha significado experiencia nuclear alguna desde que se construyó en 1979, pues se vetó la participación de los organismos oficiales directamente interesados: INEN, primero, y luego ININ, URAMEX y la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. A partir de 1978, la compañía estadounidense EBASCO tiene poderes absolutos en la administración, arquitectura, ingeniería y supervisión de Laguna Verde I. Además, el convenio que se firmó con la General Electric para adquirir el equipo nuclear, no comprendió la transferencia de tecnología, a la vez que se optó por un reactor de uranio enriquecido que requiere de combustible comprado en el exterior pues no poseemos la tecnología de enriquecimiento. Lo que nos interesa ahora mencionar es que la energía nuclear no participa en la oferta nacional de energía y no puede estarlo en los próximos años.

D. ENERGIAS NO COMERCIALES Y NO CONVENCIONALES,

1. Biomasa.

El panorama estadístico de los combustibles de origen vegetal es negro. No se sabe con precisión qué cantidad de biomasa se usa en la industria y en el sector residencial. La contradictoria y escasa contabilidad del país en ese rubro se centra en la leña y carbón y considera que sólo se consume la producción maderable destinada, precisamente, a fines energéticos y no toma en cuenta la recolecta de desechos del bosque, con un volumen considerablemente mayor a la cantidad de madera que se industrializa cada año. Además le es indiferente si la leña se usa en pequeñas industrias o en usos domésticos, como la cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, etc. El aprovechamiento energético de otros residuos como el bagazo de caña no es tomado en cuenta en la contabilidad energética.

Según los datos de la CEPAL³² la participación de los combustibles vegetales en el consumo bruto total de energía en México, bajó del 15% en 1940 a 8% en 1950, a 6% cinco años después y estima un 3.9% en 1972, aunque esta última cifra se refiere sólo al sector doméstico. Por su parte G. Sánchez y A. Umaña de la OLADE³³, sitúan la participación de la "biomasa" (solo leña) en $11,959 \times 10^3$ TEP y $11,959 \times 10^{10}$ Kcal lo que representa el 15% de la oferta de energía al mercado nacional y 25.4% del consumo final energético en 1978. A su vez, un estudio de J.R. Frish de Electricidad de Francia³⁴ indica que el consumo de leña y desechos vegetales ha bajado de 32.5% del total nacional en 1960 al 11% en 1976; específicamente la leña tuvo una tasa de crecimiento negativa de 0.85% anual y disminuyó su consumo de $2,959 \times 10^3$ TEP en ese primer año a $2,583 \times 10^3$ TEP en 1976. Los desechos tuvieron una tasa positiva de 2.7% anual, y llegaron ese último año a $4,395 \times 10^3$ TEP. (Cuadro V-21)

La secretaría de la Presidencia³⁵ calculó para 1980 un aprovechamiento de

32. CEPAL, ONU, "La energía en América Latina", México 1956, p. 70.
33. Gabriel Sánchez y Alvaro Umaña, "Análisis cuantitativo de la participación de la biomasa en el consumo energético en América Latina (OLADE, Boletín Energéticos No. 21, jul-agt, 1981) p.
34. J.R. Frish, "L'évolution des consommations d'énergie dans le monde. Une retrospective 1960-1976", Electricidad de Francia, París, 1980. Citado por Jacinto Viqueira en "Energía y desarrollo económico", mimeo, Fac. de Ingeniería, UNAM, México, 1982.

CUADRO V-21

| EVOLUCION DE LA ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA EN MEXICO. | | | | | |
|---|---------------------|--------|---------------------|--------|----------------------------|
| | 1960 | | 1976 | | Tasa de crecimiento anual. |
| | 10 ⁶ TEP | % | 10 ⁶ TEP | % | |
| Combustibles minerales sólidos | 1.279 | 4.91 | 4.072 | 6.47 | 7.51 |
| Petróleo | 13.867 | 53.28 | 35.671 | 56.71 | 6.06 |
| Gas natural | 3.790 | 14.56 | 12.212 | 19.41 | 7.59 |
| Electricidad primaria | 1.246 | 4.79 | 3.969 | 6.31 | 7.51 |
| Leña | 2.959 | 11.37 | 2.583 | 4.11 | -0.85 |
| Desechos vegetales | 2.887 | 11.09 | 4.395 | 6.99 | 2.66 |
| TOTAL | 26.028 | 100.00 | 62.902 | 100.00 | 5.67 |

Fuente: Frish, J.R. "Evolution des consommations d'énergie dans le monde. Une rétrospective 1960-1976". Electricité de France. Paris, 1980.

biomasa de 278×10^{15} J ($6,318,2 \times 10^3$ TEP) de los cuales a la leña correspondió la mayor parte con $5,227,3 \times 10^3$ TEP y al bagazo $1,091 \times 10^3$ TEP. Según es to la contribución a la oferta total de energía se situó en mas de siete por ciento.

a) Producción comercial de madera y carbón. - De acuerdo con el "Vademecun Foresta Mexicano, 1980"³⁶ la producción forestal maderable en 1980 llegó a 9,048,380 m³. Los estados de Chihuahua, Durango, Michoacán, Jalisco y Oaxaca produjeron el 76% del total nacional. La composición por especie se estableció en; pinus 82,5%, oyamel 3,5%, encino 4,4%, preciosas 1,3%, corrientes tropicales 7,4%. El resto, algunas coníferas y latifoliadas y árboles de las selvas contribuyeron con 0,9%. A su vez la producción fue realizada en 33,8% por particulares, 11% comunales, 37,2% ejidos, empresas del estado con 0,1% y unidades campesinas con 16,9%.

Del volumen producido, se destinó el 52,7% a la industria del aserrío, 29,1% a la producción de celulosa para papel, 4% a la fabricación de durmientes y necesidades ferrocarrileras, 3% a postes para electricidad y telefonía, 2,2% para empaques, 3,6% a la fabricación de tableros (chapa y triplay) y 5,3% a combustibles vegetales tanto para leña como para la elaboración de carbón.

Tradicionalmente la producción silvícola se ha dedicado a satisfacer las necesidades del mercado interno. Se estima que el 40% de los productos forestales se dedican a ello. Pero no ha sido suficiente para satisfacer la demanda y se ha recurrido a las compras foráneas, incluso de materia prima en bruto. En 1980 la balanza de comercio interior respectiva para los productos del bosque fue deficitaria en 12,803 millones de pesos, siendo EU nuestro principal vendedor con

36. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Vademecun Forestal Mexicano 1980 (México, D.F.: SARH, 1980) p.

con 70% del total de importaciones,

CUADRO V-22

| PRODUCCION COMERCIAL DE PRODUCTOS FORESTALES. | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------|--|--------|-------|-------|
| AÑO | NO MADERABLE (Miles de toneladas) | Prod. total | MADERABLE (miles de m ³ rollo) | | | |
| | | | Usos energéticos leña | carbón | total | |
| 1950 | | 4,422 | 275 | 156 | n.d. | n.d. |
| 1955 | | 3,560 | 311 | 117 | n.d. | n.d. |
| 1960 | | 4,054 | 250 | 96 | n.d. | n.d. |
| 1965 | | 4,734 | 166 | 597 | 263 | 3,970 |
| 1970 | | 5,917 | 222 | 547 | 769 | 5,148 |
| 1975 | | 6,933 | 182 | 387 | 569 | 6,364 |
| 1980 | 51.9 | 9,048 | | | 485 | 8,563 |
| 1981 | 61.4 | 8,954 | | | 550 | 8,404 |

FUENTE:

- De 1950 a 1975: Nafinsa, *La economía mexicana en cifras*, 1981.
De 1980 a 1981: SPP, *Agenda estadística*, 1982.
- De 1950 a 1960 la producción de carbón está en miles de toneladas.
- A partir de 1977 la contabilidad nacional mezcla ambos rubros, pues su volumen se transformó a su equivalencia en materia prima.

En el cuadro V-22 se ilustra la producción comercial de productos forestales dedicados a usos energéticos e industriales. En el cuadro V-23 se ilustra la oferta y la demanda de madera de acuerdo a Salvador Vázquez³⁷. Estas estimacio-

CUADRO V-23

| PRODUCCION-MADERABLE-DESTINO-OFERTA-DEMANDA | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Miles de m ³ en rollo. | | | | | |
| CONCEPTO | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 2000 |
| 1. Producción industrial | 8,165 | 8,700 | 11,200 | 12,500 | 26,000 |
| aserrío | 4,835 | 5,151 | 6,100 | - | - |
| celulósicos | 2,144 | 2,303 | 3,900 | - | - |
| tableros | 360 | 410 | 600 | - | - |
| postes | 184 | 156 | 200 | - | - |
| combustibles | 642 | 600 | 400 | - | - |
| 2. Consumo rural | 8,000 | 8,200 | 8,500 | 10,000 | 15,000 |
| 1 + 2 | 16,165 | 16,900 | 19,700 | 22,500 | 41,000 |
| 3. Corta potencial | 17,000 | 57,500 | 19,000 | 22,000 | 45,000 |
| 4. Oferta bosque | 55,500 | 53,300 | 48,000 | 47,000 | 45,000 |
| coníferas | 28,500 | 28,300 | 28,000 | 27,000 | 25,000 |
| latifoliadas | 27,000 | 25,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| 5. Demanda | 18,200 | 18,900 | 20,900 | 24,500 | 45,000 |
| industrial | 10,200 | 10,700 | 12,400 | 14,500 | 0,000 |
| consumo rural | 8,000 | 8,200 | 8,500 | 10,000 | 15,000 |

FUENTE: Salvador Vázquez Retz, *Recursos forestales, uso actual, crecimiento, rendimiento y residuos*, SAM-SARH, 1981

37. Salvador Vázquez, *Recursos forestales, uso actual, crecimiento, rendimiento y residuos* (México, D.F.: SAM-SARH, mimeo, 1981)

nes son sólo eso pues no se cuenta con datos confiables. De acuerdo a este autor a un ritmo de crecimiento anual del 5% la producción maderable puede alcanzar los 26 millones de m³ en rollo, cifra muy cercana a los 28 millones de m³ que registra el aumento anual de coníferas -pino y oyamel- (El Vademecun Forestal estima aproximadamente lo mismo: 27 millones de m³). Si se considera un aumento similar en especies hojosas de climas templados y especies tropicales, se tiene una disponibilidad de corta potencial de 45 millones de m³ de madera en rollo para el año 2000, sin considerar medidas de conservación y reforestación de bosques.

El consumo no registrado -recolecta directa en el bosque- no se registra en las estadísticas oficiales, pero algunos autores estiman que es equivalente a la producción maderable, estimación por demás arbitraria como veremos enseguida.

b) Consumo no registrado de leña y carbón.- Evaluar el consumo físico de leña y carbón, o su equivalente en unidades de energía no es fácil, además, las evaluaciones existentes no coinciden. La mayoría de las estimaciones oficiales señalan que se consumía para fines energéticos entre el 6 y 16% de la producción maderable como se aprecia en el cuadro V-24 o sólo lo directamente registrado por

CUADRO V-24

| PRODUCCION COMERCIAL DE LEÑA Y CARBÓN. | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|-------------------------------|---------------|-----------------------|--------------|-------|------------|-----------------|-----------------------------------|
| (miles de m ³ en rollo) | | | | | | | | | | | | |
| | anuario est. SPP 1980 | IV Inf. Gob. (Guzmán) | Nafinsa 1974 | Nafinsa 1981 | Las Act. Ec. en Méx. SPP 1980 | S. Laga rraña | Man. Est. Básicas SPP | S. Váz. Retn | Milás | R. NE Pue. | Inst. Ing. UNAM | Agenda Estadíst. SPP 1981 y 1982. |
| 1970 | - | 939 | 222 | 769 | 573* | - | 428 | - | - | - | - | - |
| 1975 | - | 606 | 182 | 569 | 387* | - | 289 | - | - | - | - | - |
| 1976 | - | - | - | 593 | - | - | 608 | - | - | - | - | - |
| 1977 | 598 | - | - | 598 | 601 | - | 591 | - | - | - | - | - |
| 1978 | 598 | - | - | 598 | - | - | - | 642 (8000) | - | - | 612 | - |
| 1979 | 536 | 560 | 536 | 536 | - | 9200 | - | 600 (8200) | - | - | - | 536 |
| 1980 | 485 | - | - | - | - | - | - | - | 485 | 352 | - | 485 |
| 1981 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 361 |
| 1982 | - | - | - | - | - | - | - | 400 (8500) | - | - | - | - |

Nota: Las cifras entre paréntesis indican consumo rural doméstico no comercial.
m³ rollo = 0.2696 TEP = 753.1 Kj/leña.

FUENTE: Elaboraciones propias con datos de diversas fuentes

la venta de raja o troza para combustible y carbón vegetal. Esto último es precisamente la producción "comercial" de leña/carbón y se consume principalmente en panaderías, caleras ladrilleras, pequeñas industrias como la alfarera, etc. Las evaluaciones dejan de lado el uso de la leña como combustible en el sector doméstico rural pues éste se satisface con la recolecta de desechos del bosque por medio de la apropiación directa y no se contabiliza en la producción nacional,

S. Larrañaga³⁸ y S. Vázquez R.³⁹ y otros investigadores consideran en cambio que dicho sector consume un volumen equivalente o cercano al que se industrializa, esto es, entre 9.2 y 8.2 millones de metros cúbicos de madera en rollo. Esta cantidad se aproxima a un consumo diario por habitante sin servicio eléctrico de 1.2 Kg. de leña, una estimación baja si consideramos un estudio del CECODES-IIE⁴⁰.

Otras estimaciones (Cuadro V-25) consideran un consumo de leña que va de $11,954 \times 10^3$ TEP (OLADE, 1975)⁴¹ hasta $1,098 \times 10^3$ TEP (SIC, 1975)⁴². Las cifras que consideran un consumo igual a la producción maderable se aproximan mucho a la estimación de la OCDE⁴³ para 1976 ($2,043 \times 10^3$ TEP) y la de Electricidad de Francia⁴⁴ para sólo el consumo de leña ($2,583 \times 10^3$ TEP) en ese mismo año. Esta última fuente señala un consumo de biomasa (leña, desechos vegetales) de $6,552 \times 10^3$ TEP.

Recientemente alumnos de la Facultad de Ciencias, UNAM⁴⁵, han hecho censos energéticos en cuatro comunidades rurales, encontrando un consumo de leña por habitante que va de 1.5 a 6 Kg. diarios. La Secretaría Forestal y de la Fauna por su parte, lo hizo en la región noroeste de Puebla y encontró un consumo rural de 4.2 Kg., y de 3 Kg., para el promedio urbano-rural. Si estos consumos se multiplican (metodología sugerida por Ana María Martínez)⁴⁶ por el 80% de los pobladores que no tenían acceso al fluido eléctrico en 1980 (15.69 millones de personas) tenemos un consumo anual que va de 12 a 3.4 millones de TEP. No deja de ser significativo que las localidades censadas en Michoacán, Chiapas y Puebla registren consumos similares de 3 a 4 Kg de leña por día y por habitante. A su vez la proyección de consumo de 6 Kg en los Reyes, Ver., coincide con la que proporciona la OLADE.

En este momento resulta conveniente hacer unas aclaraciones sobre los valores del cuadro V-22.

1) Asignar un consumo doméstico rural igual a la producción industrial maderable como lo hacen Sergio Larrañaga y Salvador Vázquez en sus respectivos trabajos, es arbitrario y no se justifica con sondeos de campo. Lo mismo sucede con las proyecciones de la Secretaría de Industria y Comercio.

2) La estimación oficial del IV Informe de Gobierno de JLP se mantuvo mañosamente baja. Se consideró sólo la baja producción comercial sin duda para aparecer "menos subdesarrollados".

3) El valor proporcionado por la OLADE al parecer mezcla el consumo de todos los combustibles vegetales como lo es el bagazo de caña.

38. Sergio Larrañaga 'Balance de Energía en México'. Simposio Internacional: la biomasa forestal recurso natural renovable y fuente de energía SARH-SFF, (México D F. 28 30 nov.. 1981

39. Vázquez op. cit

40.

41 Sánchez y Umaña. op cit

42. O Guzmán, op. cit.

45

46. Ana Ma Martínez Economía y tecnología de la biomasa conferencia dictada en la División de Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería UNAM.

CUADRO V-25

| CONSUMO DE LEÑA EN EL SECTOR RURA. ¹ | | | | | |
|---|------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Kg/hab-día | Kg/hab-año | Kcal/hab-año X 10 ⁷ | X10 ³ TEP año | X 10 ¹² Kcal |
| 1. Sergio Larrañaga ² | n.d. | n.d. | n.d. | 2,070 | 20.7 |
| 2. Prom. América Latina ONU | 3.0 | 1,095 | 0.38 | 5,458 | 59.6 |
| 3. SIC | 0.58 | 212 | 0.07 | 1,098 | 11.0 |
| 4. Los Reyes, Ver. | 6.00 | 2,190 | 0.77 | 12,074 | 120.7 |
| 5. La Guacamaya, Mich. | 3.5-4.0 | 1,369 | 0.48 | 7,526 | 75.3 |
| 6. San Jerónimo Tullija, Chis. | 3.0-4.0 | 1,278 | 0.45 | 7,056 | 70.6 |
| 7. Amatlán, Mor. ³ | 1.5-2.0 | 639 | 0.22 | 3,450 | 34.5 |
| 8. Noreste de Puebla | | | | | |
| Urbano-rural | 3.0 | 1,095 | 0.38 | 5,458 | 59.6 |
| Rural | 4.2 | 1,531 | 0.54 | 8,467 | 84.7 |
| 9. Ana María Martínez | 3.3 | 1,200 | 0.42 | 6,586 | 65.4 |
| 10. OCDE | n.d. | n.d. | n.d. | 2,043 | 20.4 |
| 11. IDEE (1975) | n.d. | n.d. | n.d. | 4,853 | 48.5 |
| 12. IV Informe JLP | n.d. | n.d. | n.d. | 151 | 1.5 |
| 13. CIADE (1978) | n.d. | n.d. | n.d. | 11,954 | 119.5 |

1. Las proyecciones del 1 al 9 se hicieron considerando que el 80% de la población que no contaban con energía eléctrica en 1980 usaba la cantidad de leña indicada. (15.68 X 10⁶ hab). Se adoptó que 1 Kg leña = 3,500 Kcal.

2. Se consideró un consumo de 9.2 X 10⁶ m³ de madera en rollo, donde 1 m³ = 2.25 X 10⁶ Kcal y 1 TEP ≈ 10⁷ Kcal.

3. También se consumía gas L.P.

Fuente: Elaboraciones propias con datos de diversas fuentes.

Para conocer el consumo total de leña y carbón, se debe sumar la producción comercial maderable con el consumo rural no registrado -siguiendo la metodología de Ana María Martínez-. Haciendo esto resulta un consumo anual que va de 73 X 10¹² Kcal a 96 X 10¹² Kcal.- Esto se obtuvo al considerar 1) un consumo de leña de 3 a 4 Kg diarios por habitante (del 80% de la población sin electricidad) 2) la producción comercial de 485,000 metros cúbicos de madera en rollo y 3) un equivalente calórico de la leña de 4,163 Kcal/Kg.

Otra estimación gruesa podría obtenerse si consideramos la población total registrada en censos que consume leña; se desglosa por habitante rural, urbano-rural, y urbano, asignándoles un consumo promedio al día. Sin embargo, no se cuentan con datos confiables para hacer esa estimación.

c) Bagazo⁴⁷. - El bagazo es un subproducto o residuo de la molienda de caña de azúcar y es una fibra leñosa que sirve de combustible para la generación de vapor en los ingenios productores de azúcar. En promedio, un tercio de la caña que se muele en el mundo queda reducida a bagazo. La comparación de los valores caloríficos de bagazos en todo el mundo muestra una uniformidad sorprendente:

47. Los datos se obtuvieron de diversas fuentes o comunicaciones personales y no tienen referencia exacta.

entre 4,578 y 4,700 Kcal por kilogramo. El promedio es de 4,640 Kcal por Kg. en el bagazo libre de cenizas, pero éste nunca carece de cenizas por lo que para México, Rafael Moreno adoptó 4,250 Kcal/Kg.

En el cuadro V-26 se indica la cantidad de caña molida, el bagazo obtenido

CUADRO V-26

| UTILIZACION DEL BAGAZO DE LA CASA DE AZUCAR PARA | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| LA PRODUCCION DE ENERGIA. | | | | |
| AÑO | CASA MOLIDA (toneladas) | BAGAZO (toneladas) | BAGAZO QUEMADO (toneladas) | ENERGIA (Kcal x 10 ¹³) |
| 1961 | 15,307,131 | 5,246,510 | 4,721,859 | 2.00679 |
| 1962 | 15,765,050 | 5,403,470 | 4,863,123 | 2.05690 |
| 1963 | 17,719,597 | 6,073,390 | 5,466,051 | 2.32307 |
| 1964 | 19,798,556 | 6,785,950 | 6,107,355 | 2.59562 |
| 1965 | 22,430,983 | 7,688,210 | 6,919,389 | 2.94074 |
| 1966 | 23,132,676 | 7,928,720 | 7,135,848 | 3.03273 |
| 1967 | 25,555,951 | 8,759,300 | 7,883,370 | 3.35043 |
| 1968 | 24,382,744 | 8,357,180 | 7,521,462 | 3.19662 |
| 1969 | 27,046,729 | 9,270,260 | 8,343,234 | 3.54587 |
| 1970 | 24,524,437 | 8,405,750 | 7,565,175 | 3.21519 |
| 1971 | 25,985,198 | 8,906,420 | 8,115,778 | 3.40670 |
| 1972 | 26,254,352 | 8,998,670 | 8,098,803 | 3.44199 |
| 1973 | 29,849,272 | 10,230,800 | 9,207,780 | 3.91328 |
| 1974 | 30,492,129 | 10,451,100 | 9,405,990 | 3.99754 |
| 1975 | 28,949,147 | 9,922,320 | 8,930,880 | 3.79562 |
| 1976 | 27,236,961 | 9,335,460 | 8,401,914 | 3.57081 |
| 1977 | 27,947, | 9,578,950 | 8,621,055 | 3.66394 |
| 1978 | 32,342,669 | 10,629,300 | 9,566,370 | 4.06570 |
| 1979 | 33,865,116 | 11,507,000 | 10,356,300 | 4.40142 |
| 1980 | 31,342,989 | 11,032,700 | 9,929,430 | 4.22 |
| 1981 | 28,677,093 | 10,097,700 | 9,087,930 | 3.86237 |

+ Promedio (1978-1979-1980-1981) 34.275%

- Aproximado 90% de la cantidad de bagazo producido.

* Poder calorífico del bagazo seco 4,250 Kcal/Kg.

Fuente: Rafael Moreno y Albarrán. Mimeo

molida, el bagazo obtenido y quemado y su equivalente energético. El promedio de la fibra por unidad de caña molida es 34%. El bagazo no quemado se dedica básicamente a la ganadería y a la industria del papel. La producción nacional de bagazo en los últimos años no ha bajado de 9 millones de toneladas y en promedio por lo que se puede decir que contamos con esa cantidad de de secho como recurso energético renovable cada año. Esta cantidad equivale a 38.25×10^{12} Kcal o bien 25.8×10^6 bpce (1 barril = 1,484,449 Kcal, 1982).

Existen fuertes discrepancias en relación al bagazo quemado en los ingenios: la Secretaría de la Presidencia calculó para 1980 un consumo de la fibra equivalente a 11.472×10^{12} Kcal, mientras la SEMIP obtuvo 17.193×10^{12} Kcal para la zafra 1980-1981. La Comisión Nacional de la Industria Azucarera por su parte, menciona 9.1 millones de toneladas de bagazo que aportaron 38.6×10^{12} Kcal. Según la misma fuente el año anterior a esa fecha la energía obtenida con ese producto llegó a 42.2×10^{12} Kcal.

2. La energía de la tracción animal en México.

Los tractoanimales son relativamente abundantes en México. A nivel estatal y regional existe una geografía muy precisa para cada tipo de animal de tiro. Por ejemplo, para la agricultura se utilizan los bueyes en la meseta central y parte occidente; el caballo en el norte; la mula en el centro y sureste. Sin embargo, es factible encontrar cualquiera de las especies en prácticamente todo el territorio nacional.

CUADRO V-27

| POBLACION TRACTOANIMAL | | |
|------------------------|------------|------------|
| ESPECIE | 1978 | 1980 |
| Caballar | 6,299,209 | 6,205,876 |
| Asnal | 3,232,419 | 3,218,238 |
| Mular | 3,110,191 | 3,219,208 |
| Boyal | n.d. | 2,800,000 |
| TOTAL | 12,641,819 | 15,443,322 |

FUENTE: Javier Ibarra, Los energéticos en el proceso revolucionario mexicano, 1982 (d. DGEA y SARH)

De los datos proporcionados por la SARH, la SPP y el Censo General de Población y Vivienda 1980, se infiere que la población actual de los animales de tiro es de aproximadamente 15.4 millones de cabezas. Si estimamos que en promedio, cada animal desarrolla una potencia mínima de 0.375 KW (0.5 HP), el potencia disponible de energía mecano-animal en México es de 5,775 MW.

Las poblaciones se ofrecen en el cuadro V-27.

De acuerdo con las cifras dadas a conocer por la Dirección General de Economía Agrícola de la SARH, se ha determinado que la superficie de riego está 100% mecanizada; en 1980 existían 60,000

tractores; y de los 13 millones de hectáreas que corresponden aproximadamente a zonas temporaleras, poco más de 6 millones no utilizan maquinaria para realizar labores de cultivo, por lo que se supone que un 80% se hace a través de tracción animal y el resto a base de fuerza humana. Esto se debe en gran parte a que la topografía no permite en ciertos sitios la introducción de tractores u otros equipos mecanizados. Esto sucede principalmente en algunas regiones de la Mesa Central, de la Sierra Madre Oriental y Occidental, así como en otras regiones de fuertes pendientes. En las zonas donde no se utiliza la energía animal es por la carencia de ella, pues la alimentación de los animales no puede ser sufragada por las economías de infra y subsistencia. En esos lugares la agricultura y el transporte dependen de la mano de obra humana, especialmente de las mujeres y los niños.

Conforme a las cifras proporcionadas por los Servicios Nacionales de Estadística entre el 18 y 23% del transporte rural al mercado se realiza utilizando animales de carga. Por su parte el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM ha efectuado estimaciones en el sentido de que las carretas tiradas por animales son escasas comparadas con la cantidad de animales disponibles, esto es, cerca de 30×10^{12} kcal.

La energía suministrada por estos animales en 1980 equivale aproximadamente a 20 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Por último podemos decir que no necesariamente una mecanización rápida y en gran escala de las operaciones agrícolas es la mejor opción pues tiene un alto costo energético y tecnológico. La energía tracto animal puede ser una alternativa energética viable en ciertas regiones geográficas y bajo adecuadas condiciones económicas y sociales de los usuarios.

3. Otras fuentes de energía.

En México también se aprovechan otras fuentes de energía no comerciales como la solar, eólica, biomasa de desechos y residuos, sin embargo, su consumo no es registrado y resulta muy difícil hacerlo. Se sabe que operan cientos de aerobombas en el norte, noreste, península de Yucatán y algunas zonas centrales, pero no se ha hecho inventario de los mismo. Funcionan también algunos calentadores so-

lares e incluso hay algunas pequeñas factorías dedicadas a la construcción de dispositivos para calentar el agua de albercas. La energía solar se aprovecha extensivamente en forma directa para secar granos y algunos residuos de la producción se queman. El estiércol no se utiliza con fines energéticos pero sí como agente energético secundario, esto es, como fertilizante. La basura se quema en espacios abiertos para eliminarla pero el calor generado en la mayoría de los casos se desperdicia; en los calentadores de agua domésticos es donde sí se aprovecha su potencial energético.

Actualmente no existen cultivos con fines energéticos y se aprovechan las plantas salvajes de hidrocarburos con otros fines: lubricantes, medicinas, productos químicos y farmacéuticos, etc. Algunas boyas funcionan con la energía del oleaje y sólo se sabe de menos de diez turbinas de viento que producen energía eléctrica.

IV. CONSUMO SECTORIAL DE ENERGIA⁴⁸

A. SECTOR ENERGETICO.

La función primordial de las ramas del sector energético es la transformación de energía de una forma a otra por medio de tres fases: extracción, transformación o refinación y distribución. Para cumplir esa función primordial el sector energético consume a su vez energía y México no se caracteriza por su eficiencia al hacerlo: de acuerdo al balance de energía de 1980, el sector energético absorbió el 42.2% de la oferta nacional de energía; 260.4×10^{12} Kcal en consumo propio más pérdidas en transformación, distribución y almacenamiento; 123.8×10^{12} Kcal en pérdidas en conversión de energía en plantas termoeléctricas y 58.2×10^{12} Kcal en pérdidas en refinerías. Todo esto fue superior al consumo de energía en la industria y el transporte.

En la rama petrolera, Petróleos Mexicanos realiza las tres fases de la siguiente manera: la extracción se refiere a las actividades de explotación, extracción, recolección, separación y tratamiento del crudo y gas en los campos; refinación: se refiere al tratamiento del crudo para obtener productos para la petroquímica básica y otras ramas industriales, así como también al procesamiento del gas en las plantas de absorción y criogénicas; distribución: son actividades relacionadas con el transporte de materias primas y productos terminados.

En la actividad de explotación no se cuentan con suficientes datos pero se sabe que las pérdidas son grandes; es aquí donde se contabiliza el gas quemado en la atmósfera y los derrames. La refinación es la fase productiva más intensiva en el uso de energía con 76.5% del total, le sigue la fase de campo con 22.0% y finalmente la distribución con 1.5 por ciento.

De acuerdo al mismo balance se perdieron 79.9×10^{12} kcal en la producción de refinados, donde se incluyeron los líquidos del gas natural. Ese mismo año la producción de refinados fue de $1,260.2 \times 10^3$ bbl promedio, lo cual representa aproximadamente 460 millones de bbl al año; de los valores anteriores se desprende una eficiencia de 173,700 Kcal/barril como el consumo específico a nivel nacional.

Por otra parte a nivel internacional se considera que se requieren 105,300 Kcal/barril⁴⁹ en aquellos casos en que no se incluyen los procesos para producir lubricantes, ceras y asfaltos; en el caso de incluir estas operaciones, los consumos pueden pasar a 130 Kcal/barril. De los resultados anteriores y considerando que se incluyen todas las operaciones de la refinería, se deduce que en esta fase Pemex opera con una eficiencia del 25% por abajo del nivel internacional. De seguir el crecimiento en la refinación a un 7% anual, Fernando Schutz estimó que para el año 2000 la eficiencia habrá caído al 32% por abajo de los patrones internacionales y eso al considerar que el consumo específico nacional baje ese año a 147,000 Kcal/bbl.

Las pérdidas en transportación, distribución y almacenaje de petróleo crudo llegaron a 44.1×10^{12} Kcal, las de petróleo refinado a 21.395×10^{12} Kcal y las de gas a 6.10×10^{12} Kcal, que constituyen el 6.7, 3.2 y 0.1 por ciento de las pérdidas totales de la oferta energética.

Por su parte, la Comisión Federal de Electricidad también efectúa las fases de transformación de la energía en la industria eléctrica pero aquí la extracción no queda tan claramente definida como en el caso de Pemex, sin embargo, en plantas termoeléctricas representa la adquisición del energéticos (gas, combustóleo y diesel), mientras que en plantas hidráulicas y yacimientos geotérmicos constituye la localización, exploración y uso de aprovechamiento del agua o del vapor extraído de la tierra. En lo que se refiere al carbón, la empresa MICA RE es la responsable de su extracción para usos termoeléctricos y la deficiencia que se dió para Pemex también se le aplica en este caso. La transformación incluye dos fases diferentes de conversión de un energéticos hasta obtener energía eléctrica: 1) la quema de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos para obtener vapor o gas a alta presión y proyectarlo a una turbina generadora y 2) la calización del vapor endógeno o una corriente de agua también para mover una turbina. La distribución es la transmisión del fluido eléctrico por líneas aéreas o subterráneas desde las plantas generadoras a los centros de consumo y a los usuarios directos.

La operación general del sistema eléctrico, expresada a través del factor de utilización es muy baja en comparación con los valores internacionales: 43.2% contra 60%.

Como en el sector petrolero, la fase más intensiva en el uso y pérdidas de energía es en la parte de transformación: la energía eléctrica comercial se produce en generadores síncronos -que operan a 60 Hz- movidos por turbinas o motores de combustión interna. Estos mecanismos reciben la energía de la quema de combustóleo, gas, carbón, diesel, vapor endógeno y aprovechamientos hidroeléctricos. En estos últimos las eficiencias son muy altas y es en las plantas termoeléctricas en donde se consume intensivamente energía. La capacidad y generación de éstas constituye el 62.4% y 64% respectivamente del total nacional.

La eficiencia de las plantas termoeléctricas va incrementándose con el aumento de potencia. Se estima que una unidad de 300 MW debe operar con un 38% de eficiencia. Para una unidad de éstas, las pérdidas que se presentan en el proceso de conversión se indican en el cuadro V-28; destacándose las pérdidas del condensador y de las calderas.

49. Haynes, Energy use in petroleum refineries. p. 12

CUADRO V-28

| PERDIDAS EN TERMOELECTRICAS | |
|---------------------------------|--------|
| Etapa del proceso de conversión | % |
| Pérdida en caldera | 12.00 |
| Pérdida en condensador | 44.60 |
| Pérdidas diversas | 3.00 |
| Servicios auxiliares | 2.00 |
| Pérdidas en generador | 0.15 |
| Pérdida en transformador | 0.25 |
| Energía aprovechable | 38.00 |
| TOTAL | 100.00 |

FUENTE: Fernando Shultz, Uso eficiente de la energía en México, Conacyt-IEE 1980

La eficiencia del sistema eléctrico nacional ha pasado de 25.2% en 1965 a 30% en 1984 y se calcula dividiendo los kilowatt-hora disponibles después de los transformadores antes de ser enviados a la red, entre las kilocalorías de los combustibles consumidos para producir esa energía. Así en 1981 se generaron 42.17 TWH en plantas termoeléctricas -sin incluir la geotérmica- y se necesitaron 121.14×10^{12} Kcal para esa generación, lo cual representa 2,872 Kcal/KWH y una eficiencia de 29.94%.

A nivel de comparación, Francia tuvo una eficiencia de 35.8% en 1976; una comparación más precisa se realiza a nivel de las grandes plantas; en este caso los valores estimados son 38.5% en países seleccionados (Alemania, EU, Italia y Francia) y 29.9% para México. En cuanto a las operaciones de transmisión en líneas en 1981 se tuvieron pérdidas por 41×10^{12} Kcal equivalentes al 13.4% de la electricidad generada por la Comisión Federal de Electricidad.

B. SECTOR INDUSTRIAL.

En el cuadro V-29 se presenta la estructura o distribución del consumo en el sector industrial en 1981.

CUADRO V-29

| CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA | | |
|------------------------------------|-------------------------|-------|
| SECTOR | Kcal X 10 ¹² | % |
| Siderúrgica | 56.00 | 27.52 |
| Química | 23.00 | 11.22 |
| Cemento | 20.00 | 9.76 |
| Azúcar | 10.00 | 4.88 |
| Celulosa y papel | 10.00 | 4.88 |
| Vidrio | 6.5 | 3.17 |
| Otros | 79.498 | 38.77 |
| TOTAL | 204.498 | |

1. En este consumo no queda incluida la energía proveniente del bagazo.

FUENTE: Fernando Schutz, "Uso eficiente de la energía en México". IIE-CONACYT, México, 1982

La industria siderúrgica, la química, del cemento, del azúcar, celulosa y papel, y vidrio representan el 61.23% de la energía que se consume en la industria. Analizaremos cada una de estas industrias.

1. Industria siderúrgica.

Esta industria obtiene acero y productos laminados principalmente en altos hornos por reducción directa y en horno eléctrico con chatarra. Las principales empresas, el tipo de proceso y su participación porcentual en aceros en 1981 se muestra en la tabla AV-6.

Durante los últimos diez años, la industria siderúrgica creció a una tasa media anual de 7.12%. Sin embargo la tendencia de dicha tasa es decreciente ya que de 1976 a 1981 el crecimiento experimentado fue de solo 6.3%. De acuerdo a los diversos factores que inciden en el

desarrollo de este sector (capital, energéticos, etc.) todo parece indicar un crecimiento en los próximos quince o veinte años a través del proceso de reducción directa, lo que se traducirá en consumos importantes de gas y electricidad fundamentalmente.

El consumo específico de coque se mantuvo constante entre 1960 y 1978, mejorando ligeramente con la entrada en operación de SICARTSA en 1978-1979; en 1981 el consumo fue de 18.0×10^{12} Kcal. Los consumos de gas y combustóleo se han reducido por la eliminación de los hornos de hogar abierto en favor del horno básico de oxígeno siendo en 1981 de 34.0×10^{12} Kcal. En cambio el consumo específico de la energía eléctrica se ha incrementado con tasas de 2,2% y en el mismo año fue de $3,0 \times 10^{12}$ Kcal.

El consumo específico nacional para la industria siderúrgica en 1981 fue de 6,800,000 Kcal/ton de acero mientras que el internacional es de 4,250,000 Kcal/ton de acero. Comparando estos dos valores se ve que se podría ahorrar un 37.5% de lo que se consume actualmente de energía,

De acuerdo a las tendencias internacionales, se espera un consumo específico de 3,400,000 Kcal/ton de acero al año 2000. Por otro lado, de acuerdo a las tendencias observadas en México se calcula que para finales del siglo el consumo específico será de 5,440,000 Kcal/ton de acero, lo cual establece un consumo de un 37.5% abajo de los estándares internacionales,

2. Industria química.

Las principales ramas que se consideran de esta industria son productos básicos inorgánicos, productos orgánicos básicos, fibras artificiales y sintéticas, fertilizantes, plaguicidas, elastómeros, resinas sintéticas, plastificantes y jabones y detergentes,

En la tabla AV-7 se ilustra la capacidad de producción y la producción, las tasas de crecimiento y el número de empresas de las principales ramas de la industria química.

En el cuadro V-30 se da la distribución de consumo de energía en la industria química en 10^{12} Kcal y la distribución porcentual para 1981.

CUADRO V-30

| CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA QUIMICA | | |
|--|----------------|-------|
| RAMAS | 10^{12} Kcal | % |
| Prod. inorgánicos básicos | 6.0 | 26.08 |
| Prod. orgánicos | 5.5 | 23.91 |
| Fibras sintéticas y artificiales | 5.10 | 21.74 |
| Fertilizantes y plaguicidas | 4.0 | 17.4 |
| Elastómeros y prod. relacionados | 1.0 | 4.35 |
| Resinas sintéticas y plastificantes | 0.5 | 2.17 |
| Jabones y detergentes | 0.2 | 0.87 |
| Otros | 0.8 | 3.48 |
| TOTAL | 23.10 | |

FUENTE: Fernando Shultz op sit.

Destacan los consumos de la química orgánica e inorgánica básica, así como las fibras artificiales y sintéticas.

El energético principal que se emplea en la industria química es el gas que representa un 80% de los energéticos consumidos. Le siguen con un 10% la electricidad, el combustóleo y el diesel con un 8% y 2% respectivamente.

Aunque parte de los procesos fueron concebidos cuando los energéticos eran baratos, en general su eficiencia es buena.

De acuerdo a las tasas medias de crecimiento observadas en las diversas ramas de la industria química durante los últimos años, es posible pensar en un crecimiento con tasas medias anuales de 7.5% hasta el año 2000. Estas tasas implican producciones cuatro veces superiores a las actuales. Se estima que para el año 2000 existirá un consumo de energía de 25% abajo del estandar internacional.

3. Cemento

Esta industria se consolidó en los años 50 y ha sostenido altas tasas de crecimiento. Esto ha hecho que haya una mejora sistemática en los consumos específicos de energía. En especial cabe destacar que la tasa de consumo específico de la energía eléctrica es inferior al 1%.

En el cuadro V-31 se ilustran los datos más relevantes de esta industria en el año 1981,

CUADRO V-31

| INDUSTRIA DEL CEMENTO | |
|--|-------------------------------|
| Plantas productivas | 28 |
| Capacidad de producción * | 18,920,000 ton |
| Producción | 17,921,000 ton |
| Crecimiento de producción en los últimos diez años | 8.8% |
| Consumo específico actual | |
| nacional: | 1,100 Kcal/Kg |
| internacional: | 900 Kcal/Kg |
| Consumo total de energía | 20.00 Kcal X 10 ¹² |

* = estimación

FUENTE: Fernando Schutz, op cit.

La industria cementera ha observado tasas medias de crecimiento anual de 8.8% durante los últimos diez años. Esta tasa será difícil de mantener en el futuro. Si se considera un crecimiento de 7% medio anual, se llegaría a una producción de 66 millones de toneladas al año 2000 (en 1981 fue de casi 18 millones de toneladas).

Para la industria mexicana y de acuerdo a las tasas históricas del consumo específico de combustibles se considera que para el año 2000 será de 800 Kcal/Kg de cemento. Pero a nivel internacional se espera tener consumos específicos de 620 Kcal/Kg de cemento, lo cual implica un consumo de un 22.5% sobre los estándares internacionales para ese año.

4. Industria azucarera.

La materia prima fundamental de esta industria es la caña de azúcar, insumo del que se derivan otros productos como melaza y alcohol.

Esta es la principal agroindustria del país desde el punto de vista económico debido tanto al tamaño de su mercado como a los usos múltiples que tiene como materia prima en diversas ramas de la industria alimentaria.

En la tabla AV-8 se muestran los datos principales que reflejan la estructura actual y evolución de la industria. En ella observamos que: la capacidad instalada en el sector industrial creció con una tasa media anual de 1% en el periodo 70-79 y que la producción de azúcar creció a una tasa media de 1.6% anual en

el periodo 70-80,

La industria azucarera es poco eficiente en el uso de energía; en 1960 se requerían 8×10^6 Kcal/tonelada de azúcar, mientras que en 1973 se requerían 12×10^6 Kcal/tonelada de azúcar. Actualmente no ha variado este consumo,

A nivel internacional se obtiene azúcar con consumos específicos de 5×10^6 Kcal/ton, lo que da un consumo de un 58% sobre los estándares internacionales.

Si la tasa de crecimiento continúa al 1% se llegará al año 2000 con una producción de 3,100,000 toneladas mientras que las necesidades serán de 7,200,000 toneladas con tasas de 5%; esto significa una diferencia de más de 4,000,000 de toneladas. Todo indica que los patrones actuales de consumo de energía en la industria azucarera continuarán en los próximos años, por lo cual el consumo aumentará sobre el 60% que se tiene en el momento,

5. Celulosa y papel.

Esta industria está formada por una serie de actividades y empresas en las que, a partir de fibras de diversas plantas, maderas, coníferas y residuos agrícolas e industriales se obtiene la celulosa que es la materia prima fundamental de la industria del papel.

La capacidad instalada para producir celulosa se mantuvo constante de 1970 a 1976; hasta 1980 creció con una tasa media anual de 6,7%.

Por otra parte, la producción creció con tasa media anual de 4,9% entre 1971 y 1980.

Análogamente la capacidad productora de papel se mantuvo constante en el periodo 1970-1977 y de 1977 a 1980 creció con una tasa media anual de 9.7%. Por otra parte, en el periodo 1971-1980 la producción creció al 8,3%.

En la tabla AV-8 se muestra la evolución de la capacidad y producción de la celulosa y en la tabla AV-9 para el papel, ambos en el periodo de 1971 a 1980.

En 1980 la producción de celulosa fue de 731,700 toneladas y de 1,852,000 toneladas de papel, con un consumo de energía estimado de 10.9×10^{12} Kcal al año; la industria de la celulosa y papel tienen consumos específicos estimados de 6.52×10^6 Kcal/ton y de 3.30×10^6 Kcal/ton respectivamente. A nivel internacional los consumos específicos son de 4.5×10^6 Kcal/ton de celulosa y de 2.3×10^6 Kcal/ton de papel. De estos valores se deduce que una estimación de la eficiencia actual de esta industria está por debajo de las comparaciones internacionales en un 31.4% en celulosa y 30.3% en el papel.

Se estima que la industria de la celulosa crecerá a tasas de 4% mientras que la del papel será a 6%. Los patrones de consumo de energía han mostrado poco cambio en los últimos 20 años. Por lo tanto se estima que para el año 2000 el consumo de energía será superior al 30%, tanto en celulosa como en papel.

6. Industria del vidrio.

Esta industria está formada por empresas que fabrican envases de vidrio y vidrio plano.

La producción de botellas dentro de la industria de los envases creció con

una tasa media anual de 9,4% en el periodo 1970-1980, mientras que toda la rama evolucionó con una tasa media anual de 8,9%. La producción de vidrio plano creció a una tasa media anual de 7,4% en el periodo 70-79,

La producción de vidrio consta de los siguientes pasos: preparación de materiales, fundición, formado y postformado. La fundición es la etapa que más energía requiere puesto que se hace en hornos regenerativos que consumen del 75% al 80% del total de la energía requerida para obtener el producto final.

La producción estimada en el año 1980 fue de un millón de toneladas, un consumo energético de 6×10^{12} Kcal/tonelada de vidrio. El consumo específico a nivel internacional es de 4.4×10^6 Kcal/tonelada de vidrio. De lo anterior se deduce que esta industria consume energía 26,7% arriba de los estándares internacionales.

La tasa de crecimiento de esta industria está determinada por el crecimiento del número de envases y por el vidrio plano. Ambas ramas han crecido en los últimos años con tasas cercanas al 9%. Para el año 2000 se estima que las tasas se reducirán al 7% con lo que la producción nacional del vidrio crecerá.

Se han hecho mejoras en las plantas como por ejemplo aumentar el tamaño de los hornos y mejorar el aprovechamiento de vidrio reciclado lo que posiblemente permita sostener una mejoría de 1.5% en el consumo específico de energía llegando así a un 4.4×10^6 Kcal/tonelada de vidrio.

El ahorro para el año 2000 será del 25%, al pasar de un consumo específico del 4.4 Kcal/tonelada a uno de 3.3 Kcal/ton.

C. SECTOR TRANSPORTE.

Este sector está constituido por centros urbanos, redes de carreteras y ferrocarriles, aeropuertos, puertos marítimos y por los ductos que conducen hidrocarburos y derivados. Los medios de locomoción más importantes en México son los automóviles y camiones de carga, siguiendo los camiones de pasajeros y por último y en forma marginal están los aviones, ferrocarriles y transporte marítimo. (Cuadro V-32).

En el año 1981 el transporte consumió 269.436×10^{12} Kcal y sus pérdidas fueron de 202.077×10^{12} Kcal siendo éstas las más importantes y representan el 30.46% de la oferta nacional de energía.

Transporte de pasajeros y carga.

En el cuadro V-33 se presenta la condición actual de consumo de energía para los diferentes medios de locomoción. El automóvil particular es el medio más ineficiente energéticamente y le siguen los camiones de carga que constituyen la forma más ineficiente de mover carga excepto por los aviones como se observa en el cuadro V-34.

Los energéticos baratos y la baja eficiencia de los servicios complementarios de transporte ha dado como resultado que el sector transporte tenga un fuerte crecimiento.

En el cuadro V-35 se presentan las tasas de los incrementos anuales de las

CUADRO V-32:

MEDIOS DE TRANSPORTE (1970-1980)

| | AERONAVES ¹ | LOCO MOTORAS | CARROS DE | | MOTO CICLETAS ¹ | TRACCION ¹ ANIMAL | CARROS Y CARRETAS ¹ | BICICLETAS ¹ |
|----|------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | | CARGA ¹ | PASAJEROS ¹ | | | | |
| 70 | 2 534 | 1 075 | 28 087 | 1 602 | 136 948 | 11 779 | 78 282 | 617 619 |
| 71 | 2 680 | 1 114 | 28 539 | 1 660 | 159 891 | 11 251 | 76 317 | 640 132 |
| 72 | 2 846 | 1 151 | 28 813 | 1 556 | 168 312 | 13 167 | 72 278 | 662 817 |
| 73 | 3 017 | 1 207 | 29 396 | 1 561 | 185 372 | 7 855 | 84 002 | 700 216 |
| 74 | 3 395 | 1 270 | 32 686 | 1 336 | 216 793 | 14 330 | 72 009 | 730 953 |
| 75 | 3 640 | 1 361 | 37 792 | 923 | 246 519 | 17 223 | 72 447 | 726 993 |
| 76 | 3 763 | 1 448 | 40 115 | 723 | 261 005 | 18 914 | 81 944 | 689 923 |
| 77 | 3 560 | 1 354 | 41 314 | 854 | 283 178 | * | * | 715 269 |
| 78 | 3 601 | 1 352 | 41 228 | 812 | 309 437 | * | * | 700 295 |
| 79 | 4 305 | 1 440 | 41 685 | 817 | 317 861 | * | * | 688 861 |

| | AUTOHUVILES ¹ | CANCHONES DE | | LANCHAS ² | CHALANES ² | BUQUE PARQUES ² | REMOLCA- DORES ² | EMBARCACIONES PEQUEÑAS ³ |
|----|--------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
| | | PASAJEROS ¹ | CARGA ¹ | | | | | |
| 70 | 1 233 824 | 33 059 | 524 305 | 35 | 117 | 22 | 27 | n.d. |
| 71 | 1 312 231 | 34 353 | 560 262 | 40 | 116 | 22 | 29 | 17 091 |
| 72 | 1 520 144 | 35 723 | 592 372 | 40 | 115 | 21 | 29 | 18 436 |
| 73 | 1 766 504 | 37 043 | 645 323 | 39 | 113 | 22 | 29 | 20 271 |
| 74 | 2 053 241 | 41 053 | 728 945 | 39 | 113 | 25 | 30 | 23 235 |
| 75 | 2 400 930 | 50 762 | 987 912 | 39 | 113 | 26 | 30 | 24 340 |
| 76 | 2 580 426 | 52 093 | 967 999 | 42 | 113 | 27 | 28 | 25 452 |
| 77 | 2 829 110 | 61 631 | 1 037 844 | 40 | 114 | 30 | 25 | 27 039 |
| 78 | 3 359 971 | 73 772 | 1 278 419 | 40 | 114 | 31 | 28 | n.d. |
| 79 | 3 818 548 | 80 734 | 1 133 050 | 39 | 113 | 34 | 28 | n.d. |
| 80 | | | | 37 | 113 | 35 | 28 | n.d. |

* NO SE PROPORCIONA ESTA INFORMACION, DEBIDO A QUE NO SE CAPTO A PARTIR DEL AÑO 1977.

1. ECONOMIA MEXICANA EN CIFRAS, DAFINSA, 1981.

2. CENSA, ANUARIO ESTADISTICO, 1980.

3. LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS EN MEXICO, S.P.P., 1980.

Fuente: Recopilación de David Cervantes con datos de diversas fuentes.

CUADRO V-33

| PARTICIPACION DE LOS MEDIOS DE LOCOMOCION EN EL TRANSPORTE | |
|--|------------|
| MEDIO DE LOCOMOCION | PORCENTAJE |
| Automóvil | 43.5 |
| Camiones de carga | 40.5 |
| Camiones de pasajeros | 9.0 |
| Ferrocarriles | 2.5 |
| Aviación | 3.5 |
| Marítimo | 1.0 |

FUENTE: Fernando Shultz, op sit.

CUADRO V-34

| CONSUMO ESPECIFICO PARA DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA ¹ | |
|---|-------------|
| MEDIO DE TRANSPORTE | Kcal/ton-Km |
| Ductos | 80 |
| Marítimo | 95 |
| Ferrocarril | 120 |
| Camión de carga | 405 |
| Avión | 6,400 |

1. valores estimados
FUENTE: Fernando Shultz op sit

CUADRO V-35

| AÑO | GASOLINA | | | DIESEL |
|------|----------|------|--------|--------|
| | TOTAL | NOVA | EXTRA | |
| 1977 | 6.0 | 7.0 | (7.4) | 2.7 |
| 1978 | 9.2 | 9.6 | 2.6 | 11.7 |
| 1979 | 15.0 | 14.0 | 45.2 | 7.8 |
| 1980 | 14.1 | 14.1 | 25.6 | 6.0 |
| 1981 | 13.2 | 19.4 | (50.0) | 9.0 |

FUENTE: SEPAFIN, energéticos

ventas internas de gasolina automotriz y diesel en el periodo de 1977 a 1981; se observan tasas hasta de 19.4% de aumento anual, lo cual implica tener que duplicar la producción cada cuatro años.

En el cuadro V-36 se da el volumen de carga transportada por el servicio de autotransporte público federal y por ferrocarril. Se observa que el uso del ferrocarril ha venido disminuyendo.

El motor de combustión interna y en particular el de gasolina es el mecanismo de conversión con menores pérdidas. En 15 años se pudo mejorar la eficiencia del motor al pasar de un 22% a un 25%, sin embargo no se ha ahorrado en energía puesto que los embottellamientos y los fuertes arranques contrarrestan esa mejora. El ahorro de energía a corto plazo podría ser de un 20% para el transporte particular y de 15% para el de carga.

Se debe reorientar la estructura de consumo tanto en la parte de transporte de pasajeros como en la de carga o se tendrán que enfrentar las dificultades para satisfacer el mercado.

El transporte creció con tasas medias anuales entre 5.5% y 6.5% entre los años 1950 a 1960 y 1960 a 1970, y a partir del crecimiento petrolero de 1977 a 1981 se observó un fuerte incremento en este sector. Al reestructurar la economía, el crecimiento del sector transporte podrá mantenerse dentro del crecimiento observado, esto es, tasas de 6.5%. Bajo estas características en el cuadro V-37 se presenta el consumo energético.

CUADRO V-36

| MEXICO: VOLUMEN DE CARGA TRANSPORTADA POR EL SERVICIO DE AUTOTRANSPORTE PUBLICO FEDERAL Y POR FERROCARRIL. | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|
| AÑO | AUTOTRANSPORTE PUBLICO FEDERAL | | FERROCARRIL | |
| | Miles de tons | Millones de tons/km | Miles de tons | Millones de tons/km |
| 1970 | 140,467 | 42,864 | 47,379 | 23,701 |
| 1975 | 174,023 | 53,158 | 63,226 | 34,443 |
| 1978 | 201,133 | 62,637 | 69,354 | 37,714 |
| 1979 | 224,387 | 70,140 | 67,807 | 38,197 |
| 1980 | 253,169 | 82,247 | 69,163 | 41,408 |

FUENTE: NAFINCA: Estadísticas nacionales, 1980

CUADRO V-37

| CONSUMO FUTURO DE ENERGIA EN EL SECTOR TRANSPORTE DE ACUERDO A PATRONES ACTUALES Y TASA DE CRECIMIENTO DE 6.2%. | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| AÑO | CONSUMO Kcal X 10 /año | CONSUMO Millones de barriles/año | CONSUMO Millones de barriles/día |
| 1975 | 343 | 270.3 | 0.74 |
| 1980 | 474 | 370.0 | 1.01 |
| 1985 | 650 | 507.8 | 1.40 |
| 2000 | 891 | 696.0 | 1.92 |

FUENTE: Fernando Schutz E. Uso eficiente de la energía en México, 1982.

D. SECTOR RURAL.

Cuando se habla del medio rural de México viene a la memoria, inevitablemente, la crisis agrícola de los últimos años con sus secuelas negativas para el país. Referirse al agro no puede dissociarse de marginación, desempleo, agotamiento del suelo y esterilidad; migración a las ciudades, bracerismo, monocultivo del maíz, neolatifundio, tomas de tierra, agricultura de subsistencia, etcétera, y todo ello como consecuencia del papel de soporte que le tocó jugar en el modelo de crecimiento adoptado en la década de los 50, mejor conocido como "desarrollo estabilizador".

El deterioro del panorama agrario ha sido paulatino pero constante. En efecto, la agricultura no ha escapado a la dinámica general del desarrollo del país (crecimiento acelerado de la población, activo proceso de industrialización, aumento de la productividad, etc.) pero su movimiento ha ido en constante retroce

so, En 1950, las actividades agrícolas participaron con casi el 12% del PIB, en 1960 con el 9.8%, en 1970 el 7.1% y nueve años más tarde con el 5.0%. Del mismo modo la importancia de los productos agrícolas en las exportaciones nacionales, que durante la década de los cincuenta fue el soporte de la industrialización, se retrajo del 47% del total en 1950 al 21,5% en 1975.⁵⁰

Como ha seguido siendo el sector con mayor porcentaje de población económicamente activa (PEA), su productividad es la menor de todas las actividades económicas llegando, incluso a presentar un decrecimiento del 3.8% entre 1970 y 1975. Para ese último año la productividad de ese sector llegó a 6,641 pesos anuales per cápita, cinco y media veces menor a la del sector industrial y casi cinco veces menor a la del sector terciario.⁵¹

Esta baja productividad explica el abandono de una actividad que ya no produce lo suficiente para el autoconsumo familiar y, por lo tanto, la magnitud del éxodo rural. Al mismo tiempo explica también las crecientes importaciones de granos y oleaginosas que en 1981 ascendieron a 7 millones de toneladas.

La participación del Estado lejos de contribuir al desarrollo general del agro ha favorecido su desequilibrio, puesto que ha reforzado áreas agrícolas privilegiadas en las que es mayor la acumulación del capital. Los precios de garantía, la Secretaría de la Reforma Agraria, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el Sistema Alimentario Mexicano, etc., han dejado mucho que desear para resolver los problemas del campo. En donde el concurso gubernamental ha sido efectivo es en la creación de obras de infraestructura, riego básicamente, que han beneficiado a unos pocos.

Por otra parte, las grandes empresas multinacionales controlan la industria alimentaria y la de los alimentos balanceados y determinan en gran parte el patrón de la producción agrícola. Los beneficios de los avances agrícolas como fertilizantes, semillas mejoradas, herbicidas, maquinaria y equipo, infraestructura y capital se concentran en áreas agrícolas comerciales destinadas en la mayoría de los casos a la exportación de sus productos o a las necesidades industriales y de los grandes centros urbanos.

A su vez, el espacio rural se distingue por una ocupación irregular: en ciertas zonas, las características ecológicas del entorno impiden o limitan la práctica agrícola. El 29% del territorio nacional es terreno montañoso con pendientes de más de 25° y otro 17% son desiertos y semi-desiertos.

Desde otro punto de vista y tomando en consideración que son pocos los estudios realizados para conocer la oferta y demanda de energía, así como los recursos energéticos disponibles en las áreas rurales de México, es un lugar común que el consumo de energía en el campo es bastante bajo comparado con otros sectores. De acuerdo a los datos de la Comisión de Energéticos⁵² se destinaba a la agricultura en 1977, 4.96×10^{12} Kcal, 0.7% de la oferta de energía al mercado nacional y 1.1% del consumo final.⁵³ En 1965 absorbía 3.15×10^{12} Kcal, al-

50. Datos de La economía mexicana en cifras, Nacional Financiera, 1982.

51. Ibid.

52. SEPAFIN, Boletín del sector energético, febrero 1978, año 2, No. 3

53. No se tomó en cuenta el consumo de diesel y gasolina, pero sí el de electricidad y kerosinas.

rededor de 1.1% de la oferta al mercado nacional,

Los escasos análisis del consumo de energía en las áreas rurales tradicionalmente se han realizado desde dos puntos de vista; el relacionado directamente con la producción y el efectuado en las actividades domésticas. Esta separación, no necesariamente la mejor, ha obedecido principalmente a la disponibilidad de información sobre el tema.

En ambas perspectivas no se cuenta con datos suficientes y confiables que permitan hacer un análisis ya no digamos profundo, sino superficial pero objetivo del asunto. La mayor cantidad de información se refiere a la contabilidad de los energéticos "comerciales" (electricidad y combustibles derivados de los hidrocarburos) sobre los cuales se han registrado algunas estadísticas aunque no del todo confiables. La energías "no comerciales", como la leña, el carbón y los desechos o residuos vegetales han sido dejados de lado a pesar de que satisfacen un gran porcentaje (entre el 80 y 95%) de los requerimientos rurales, sobre todo los domésticos.

Las estadísticas de las dependencias y empresas del gobierno sobre energéticos comerciales, además de ser frecuentemente contrapuestas, no permiten decir cómo y por quién se consumen los combustibles fósiles y la electricidad. No se sabe cuánta gasolina, diésel, turbinas o naftas se usan para accionar tractores y maquinaria agrícola; cuánto petróleo diáfano o tractolina o gas se usa para cocinar o para iluminación. Tampoco se sabe cuánta electricidad se consume en el sector residencial urbano y rural, no con qué fin específico; la única estadística confiable se refiere al consumo de electricidad para accionar las bombas de agua en los distritos de riego. Los censos generales de población y vivienda sólo permiten hacer estimaciones en el sector doméstico y los agropecuarios y forestales por su parte lo hacen en el aspecto productivo, y a pesar de que no son consistentes nos brindan una aproximación en mayor o menor grado a la realidad.

Una primera recopilación de los escasos datos con que se cuenta ha sido realizado por Oscar Guzmán del Colegio de México⁵⁴. En el cuadro V-38 se muestra el consumo aparente del sector agrícola y su participación en el consumo total. Sin embargo, el autor señala más adelante que la estadística se refiere a los sectores mecanizados (agricultura bajo riego y la que usa medios mecánicos). Por supuesto no se contabiliza la energía tractoanimal usada en forma mixta junto con los tractores y maquinaria agrícola.

"Durante el decenio de los setentas -señala O. Guzmán- el consumo de energía de este sector creció a un ritmo menor que la demanda total del país (3.8% anual y 7% anual respectivamente entre 1970 y 1978) con lo cual se acentuó su baja participación en el consumo nacional. Esta característica se modifica ligeramente cuando se consideran por separado los derivados del petróleo y la electricidad. Así, mientras la demanda de ésta última creció rápidamente en el mismo periodo

54. Oscar Guzmán, "Energía y el sector agrícola de subsistencia", Cuadernos de prospectiva energética, El Colegio de México, 1981.

CUADRO V-38

| CONSUMO APARENTE DE ENERGIA DEL SECTOR AGRICOLA Y SU PARTICIPACION EN EL CONSUMO FINAL NACIONAL (en miles de TEP y en %) | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----|--------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|------|---|-----|
| | DERIVADOS DEL PETROLEO | | ELECTRICIDAD | | CONSUMO TOTAL COMERCIAL | | ENERGIA NO COMERCIAL (1) | | CONSUMO TOTAL COMPRENDIDA LA ENERGIA NO COMERCIAL (2) | |
| | mil TEP | % | mil TEP | % | Mil TEP | % | Mil TEP | % | mil TEP | % |
| 1970 | 246 | 1.3 | 116 | 5.1 | 362 | 0.8 | 2280 | 74.2 | 2642 | 6.4 |
| 1973 | 239 | 0.9 | 150 | 5.0 | 389 | 0.8 | 2140 | 69.8 | 2529 | 5.1 |
| 1975 | 193 | 0.7 | 194 | 5.5 | 387 | 0.7 | 2043 | 69.4 | 2430 | 4.4 |
| 1976 | 184 | 0.6 | 210 | 5.6 | 394 | 0.7 | 2043 | 69.5 | 2437 | 4.2 |
| 1978* | 233 | 0.5 | 253 | 5.3 | 486 | 0.7 | n.d. | | n.d. | |
| TASA 1970-1978 | -0.7 | | 10.2 | | 3.8 | | -1.8 | | -1.3 | |

* Datos preliminares.

1) El balance de la OCDE atribuye estos consumos a los sectores agrícola, comercial, servicio público y residencial.

2) Se considera que el consumo de energía no comercial corresponde a las áreas rurales. Este total se obtiene de la suma del consumo total de energía del sector agrícola con la energía no comercial.

Fuentes: Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
 - Estudios sobre programación industrial 2. El sector de energéticos; estadísticas básicas y balances de energía, 1970-1977, México, 1978.
 - Boletín Energéticos, No. 8, Vol. 3, año 1979.
 - OCDE Statistiques et Bilans Energetiques, 1970.

y representó el 5.3% del consumo total de electricidad en 1978⁵⁵, la de derivados se estancó e incluso disminuyó en términos absolutos,"

En la producción agrícola los derivados del petróleo accionaron según el censo de 1970, 46,633 motores fijos de diesel, gasolina u otros combustibles, con una potencia total de 886 MW. También se registraron ese año 27,457 motores accionados con corriente eléctrica y con una potencia instalada de 281 MW. (Estas cifras contrastan con los 3,485 MW que representaban el total de tractores ese año).

Cuando se agregan los consumos energéticos correspondientes a la producción agropecuaria y al sector doméstico rural, el consumo de energía en la población rural se sitúa entre el 4 y 5% del consumo final del país. (Cuadro V-38).

Los rubros de uso de electricidad y combustibles como hemos visto no se pue

55. En las estadísticas del sector eléctrico se consigna en 1975, 21,120 usuarios de electricidad para el riego agrícola con un consumo de 2,257 GWH; para 1980 los usuarios ascendían a 38,450 y las ventas en 3,747 GWH. Esto significa que en 1975 el riego agrícola absorbía 6.4% del consumo total y 7.1% en 1980. En ese mismo lapso, los usuarios con este tipo de contrato significaron el 0.3% y 0.4% del total de usuarios del sistema eléctrico nacional. La tasa de variación en ese periodo fue de 10.7% para el consumo y 12.7% para los usuarios. Secretaría de Programación y Presupuesto, "El sector eléctrico en México", SPP, México, D.F., 1982. p.

den desagregar más, pues la contabilidad nacional no permite diferenciar entre consumo doméstico urbano y rural, al igual que el destinado a la producción en este último sector.

E. SECTOR DOMESTICO.

Sin duda no es posible establecer fielmente cuál es el nivel de consumo de energía total o por formas en el sector doméstico. De cualquier forma, la característica principal de la composición del consumo rural está dada por el uso de la leña. De acuerdo a un estudio del Instituto de Economía Energética de Bariloche, Argentina⁵⁶ en 1975 el uso de la madera, los residuos vegetales y animales en el consumo doméstico rural de México era de alrededor del 81% del consumo energético total del sector mientras que el carbón de leña participaba con el 6.4%. (Cuadro V-39). Los combustibles comerciales representaban, en promedio 11.6% del consumo total y entre ellos predominaba el petróleo diáfano, usado básicamente para cocinar, pues su precio ha sido permanentemente inferior al del gas licuado.

Según una estimación de la Secretaría de Industria y Comercio, el porcentaje de la población que consumió leña o carbón para el consumo doméstico disminuyó del 64.8% en 1960 a 43.1% diez años después. (Cuadro V-40). No obstante en

CUADRO V-39

| CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR DOMESTICO RURAL DE MEXICO EN 1975 (miles de TEP) | | | | | |
|---|-------|-------|------|-------|--|
| Zona | Bajo | Medio | Alto | Total | Población Rural estimada (miles de personas) |
| Zona 1 | 1,832 | 885 | 85 | 2,802 | 10,977 |
| Zona 2 | 1,106 | 503 | 46 | 1,655 | 8,294 |
| Zona 3 | 815 | 228 | 40 | 1,083 | 5,187 |
| TOTAL | 3,753 | 1,616 | 171 | 5,540 | 24,458 |

| | Leña, residuos vegetales y animales | Combustibles comerciales convencionales | Electricidad | Carbón | TOTAL |
|--------|-------------------------------------|---|--------------|--------|-------|
| Zona 1 | 77.2 | 14.8 | 1.7 | 6.3 | 100 |
| Zona 2 | 79.1 | 14.0 | - | 6.9 | 100 |
| Zona 3 | 87.2 | 6.0 | 0.8 | 6.0 | 100 |

NOTA: Las tres zonas comprenden los siguientes estados:

Zona 1: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, México y Morelos.

Zona 2: Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Yucatán.

Zona 3: Veracruz, Tabasco, Campeche y Quintana Roo.

FUENTE: Instituto de Economía Energética. Información preparatoria para estudio sobre los requerimientos futuros de fuentes no convencionales en A.L. Bariloche 1979

CUADRO V-40

| Combustible | 1960 habitantes ('000) | % | 1970 habitantes ('000) | % |
|----------------------------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Madera o carbón de leña | 22 617 | 64.8 | 21 379 | 43.1 |
| Queroseno* | 6 180 | 17.7 | 5 669 | 11.4 |
| Gas licuado o electricidad | 6 126 | 17.5 | 21 308 | 43.0 |
| Gas natural | - | - | 1 261 | 2.5 |
| Total | 34 923 | 100.0 | 49 617 | 100.0 |

* Localmente a éste se le agrega petróleo diáfano.
Fuente: México, Secretaría de Industria y Comercio, VIII y IX Censos de Población, 1960 y 1970, México, D.F.

CUADRO V-41a

| Años | Población (Miles de habitantes) | | Consumo Estimado ¹⁾ | |
|------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| | Total | Que consume combustibles vegetales | Miles de toneladas | Miles de MGPCE |
| | | | Cantidad | % |
| 1960 | 34,923 | 22,617 | 65 | 2,091 |
| 1970 | 48,225 | 21,253 | 44 | 1,555 |
| 1982 | 75,015 | 19,772 ²⁾ | 28 | 1,813 |

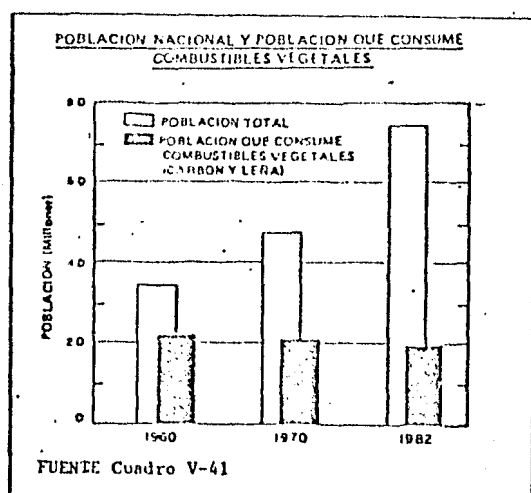
Tasa media anual de crecimiento: 1960-1970: 3.5; 1970-1982: -0.8.

1) Se calculó considerando que el consumo por persona es de 212 Kg. de carbón de leña y 1919 cúbica se multiplicó por el número de personas consumidoras; el volumen obtenido se transformó a MGPCE utilizando el poder calorífico de la leña, que es de 3,500 Kcal/Kg.

2) Se estimó suponiendo la misma tasa de crecimiento del período 1960-1970.

FUENTE: S.I.C., Dirección General de Estadística-Censos Generales de Población, 1960 y 1970.

CUADRO V-41b



términos absolutos la diferencia era de sólo 5.8% ya que el número de usuarios de esos combustibles sólo había pasado de 22,6 millones en 1960 a 21,3 millones en 1970.

En general el consumo doméstico de combustibles comerciales ha evolucionado en favor de la electricidad decayendo el uso del petróleo diáfano. Según la misma fuente, en 1982 la población que consumiría leña o carbón seguía disminuyendo a una tasa de -0.6% para llegar al 26% de la población total. En ese año se habrían consumido, según la proyección, $4,192 \times 10^3$ Tn. Este consumo como hemos visto está subestimado. El cuadro V-41 resume estos resultados.

Por su parte, la SEPAFIN consideró que en 1970 la composición del consumo doméstico se caracterizaba por el predominio del gas licuado (50% del total) y del petróleo diáfano (34% del total), participaciones que habían variado ligeramente hacia 1977 por el desarrollo del gas natural y de la electricidad, así como por el menor ritmo de crecimiento de la demanda de diáfano. (Cuadro V-42).

A pesar de los "espectaculares" avances en el consumo de electricidad, el Programa de Energía señala que en 1980 el 28% de la población "en términos absolutos 20 millones de personas, cifra equivalente a la población total del país en 1940, no la consume en sus hogares".⁵⁷

El X Censo General de Población y Vivienda registró sin servicio eléctrico al 25,4% de las viviendas particulares, (Cuadro V-43). Los estratos más faltos del servicio coinciden con las estimaciones de Coplamar de los de mayor marginación.

CUADRO V-42

| CONSUMO DOMESTICO DE ENERGIA SEGUN LOS BALANCES ENERGETICOS | | | | | | |
|---|----------------|---------------------|----------------|------------------|-----|------------------------|
| | GAS LICUADO | PETROLEO DIAFANO | GAS NATURAL | ELECTRI CIDAD | % | X 10 ⁹ Kcal |
| 1965 | 47 | 42 | 6 | 5 | 100 | 3.263 |
| 1970 | 50 | 34 | 8.3 | 7.7 | 100 | 3.972 |
| 1977 | 49 | 30 | 9 | 12 | 100 | 5.252 |

FUENTE: SEPAFIN, *Energéticos*, No. 3 marzo 1978.

Según un estudio de CFE el 32% de los habitantes del campo, alrededor de 10 millones de personas quedaban fuera de la red de distribución (Cuadro V-44). Los diez millones restantes es de suponerse que vivían en localidades urbanas y semiurbanas. El 96% de las localidades sin servicio son poblados con menos de 500 habitantes diseminados de manera irregular en las regiones del país.⁵⁸

CUADRO V-43

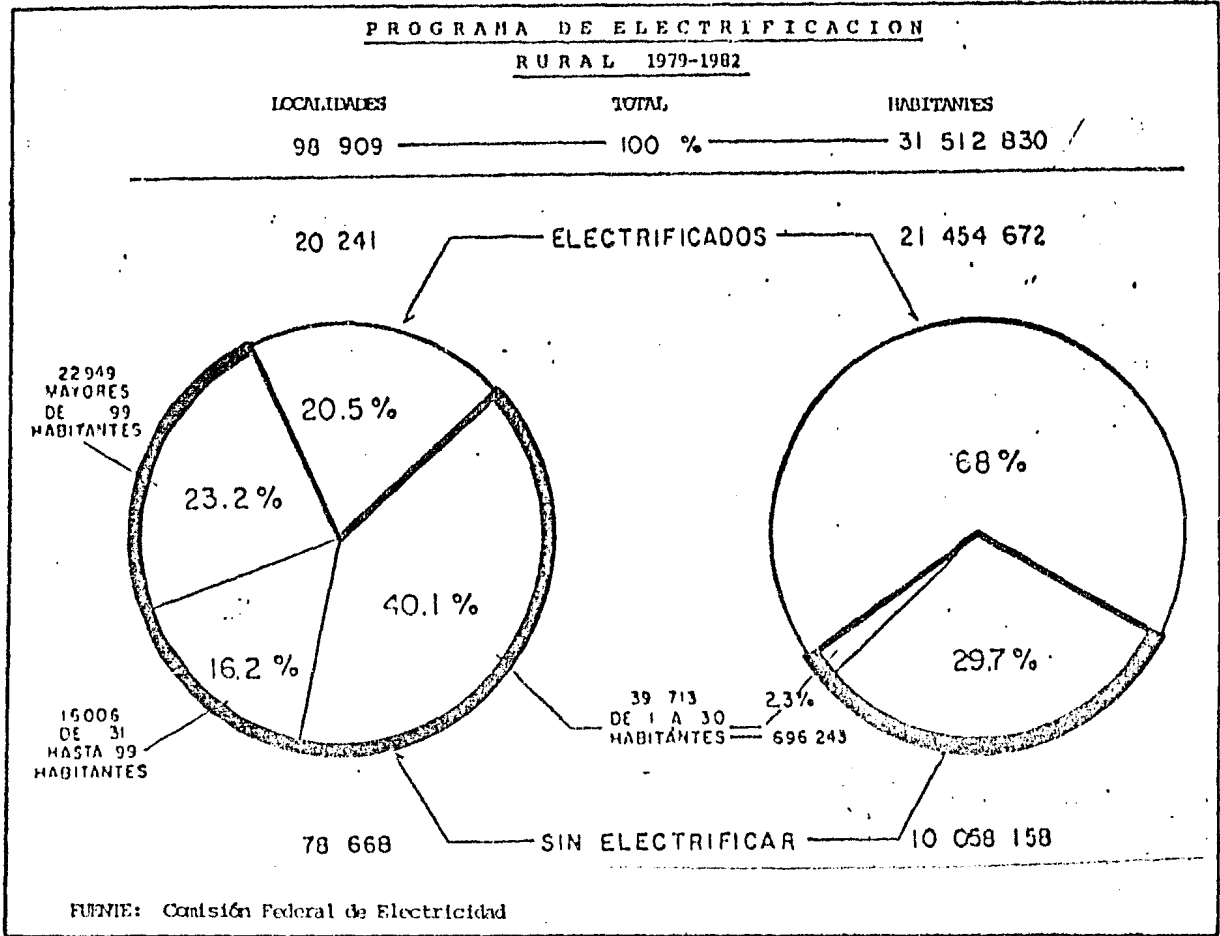
| México: proporción de viviendas particulares con suministro de energía eléctrica, 1980 (en porcentajes) | | | |
|--|----------------|-----------------------|------|
| | Total nacional | 74.6 | |
| Chiapas | 36.2 | Quintana Roo | 74.9 |
| Tlaxiaco | 44.6 | Durango | 74.9 |
| San Luis Potosí | 48.5 | Guanajuato | 76.0 |
| Oaxaca | 50.5 | Chihuahua | 77.0 |
| Zaragoza | 55.3 | Yucatán | 79.7 |
| Guerrero | 58.7 | Tlaxcala | 82.7 |
| Michoacán | 58.9 | México | 84.2 |
| Veracruz | 59.7 | Nayarit | 84.5 |
| Hidalgo | 62.6 | Jalisco | 84.8 |
| Campeche | 64.9 | Coahuila | 85.4 |
| Querétaro | 64.4 | Morelos | 85.6 |
| Sonora | 68.8 | Agascalientes | 86.7 |
| Sinaloa | 69.6 | Colima | 88.3 |
| Puebla | 71.4 | Nuevo León | 88.6 |
| Tamaulipas | 72.7 | Baja California Norte | 89.7 |
| Baja California Sur | 74.3 | Distrito Federal | 97.4 |

Fuente: X Censo General de Población y Vivienda, 1980.

Al igual que la distribución mundial de energía también la interna está fuertemente polarizada. En los cuadros V-45 y V-46 se ilustra el gasto promedio de energía de acuerdo al nivel de ingreso y número de habitantes. Como en 1968 las tarifas se mantuvieron constantes, podemos decir que el 2% de la población consumió el 45% del gas y de la electricidad consumida en el sector doméstico total. Más aún, el 5.6% de la población consumió el 74.8% de la electricidad y el 74.2% del gas destinado al sector doméstico, (Cuadro V-47).

58. Guzmán, p.

CUADRO V-44



CUADRO V-45

CUADRO V-45: INGRESOS ANUALES EN COMESTIBLES EN EL SECTOR RURAL MEXICANO (precios corrientes)

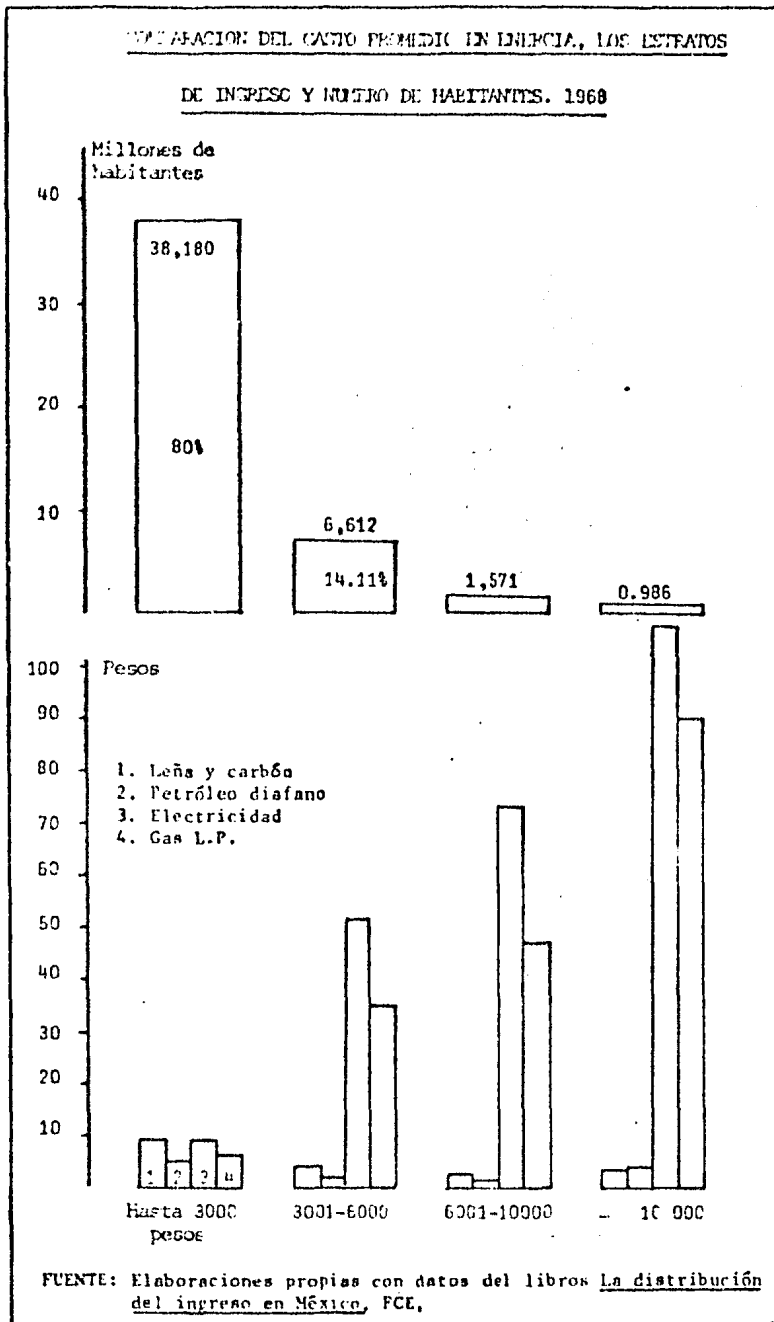
Ingreso Anual (pesos)

| | Total | < 100 | 101-200 | 201-300 | 301-400 | 401-600 | 601-1000 | 1000+ |
|--------------------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|
| No. Familias | 8 251 | 438 | 1257 | 1625 | 3 125 | 1061 | 375 | 197 |
| No. personas | 47 524 | 2065 | 6922 | 9316 | 17 027 | 1682 | 1671 | 410 |
| Energía eléctrica | - | 1.29 | 3.15 | 11.34 | 27.31 | 51.54 | 71.33 | 104.14 |
| Combustibles | - | 11.59 | 15.97 | 22.85 | 34.91 | 41.43 | 51.31 | 80.25 |
| Gas | - | 0.31 | 1.54 | 5.48 | 17.24 | 35.29 | 41.05 | 72.10 |
| Petróleo | - | 3.38 | 4.91 | 6.22 | 5.89 | 2.01 | 1.56 | 4.07 |
| Leña y carbón | - | 8.07 | 9.71 | 11.17 | 9.95 | 4.12 | 2.73 | 3.57 |
| AGRICOLA | | | | | | | | |
| No. Familias | 3 051 | 318 | 879 | 815 | 890 | 307 | 22 | 18 |
| No. personas | 18 027 | 1497 | 5139 | 4418 | 5400 | 863 | 144 | 104 |
| Energía eléctrica | - | 1.34 | 3.97 | 4.77 | 11.54 | 27.95 | 42.63 | 81.07 |
| Combustibles | - | 11.39 | 14.75 | 22.35 | 32.31 | 52.17 | 62.45 | 81.17 |
| Gas | - | 0.10 | 0.91 | 3.65 | 11.10 | 33.01 | 55.07 | 60.58 |
| Petróleo | - | 2.76 | 4.65 | 6.26 | 6.05 | 5.11 | 0.65 | 0.58 |
| Leña y carbón | - | 8.42 | 8.99 | 12.44 | 15.07 | 14.03 | 2.79 | - |
| NO AGRICOLA | | | | | | | | |
| No. Familias | 5 012 | 120 | 378 | 810 | 2135 | 754 | 253 | 189 |
| No. personas | 29 497 | 568 | 1783 | 4498 | 14347 | 5849 | 1527 | 878 |
| Energía eléctrica | - | 1.84 | 5.15 | 16.39 | 26.77 | 54.60 | 70.61 | 113.05 |
| Combustibles | - | 12.35 | 19.25 | 23.39 | 30.49 | 43.04 | 49.78 | 83.91 |
| Gas | - | 1.02 | 3.22 | 7.40 | 19.73 | 35.59 | 45.36 | 74.54 |
| Petróleo | - | 4.55 | 5.07 | 6.18 | 5.54 | 1.61 | 1.69 | 4.74 |
| Leña y carbón | - | 6.77 | 10.34 | 8.82 | 5.22 | 2.04 | 2.72 | 4.21 |

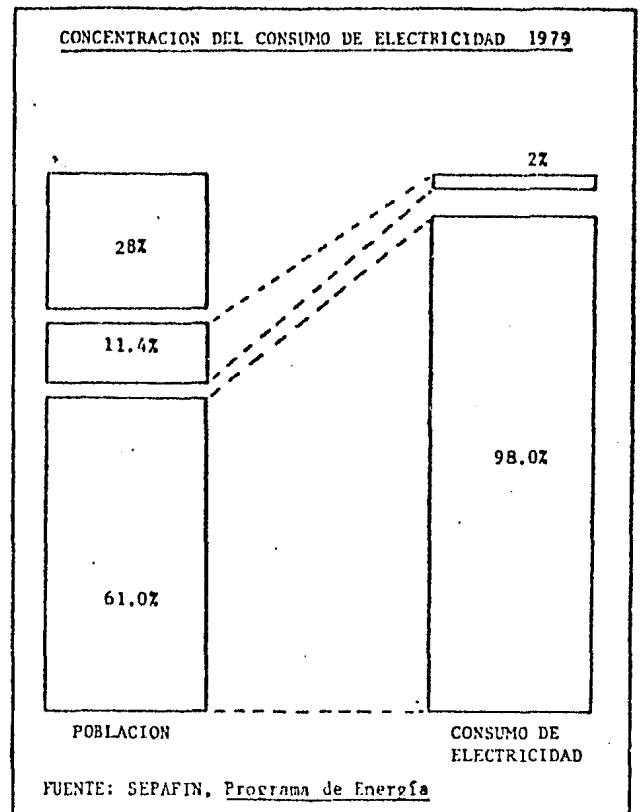
Salario mínimo rural mensual \$03.8 Salario mínimo general mensual \$26.3

Fuentes: La distribución del Ingreso en México F.C.E. Cuadros IV-1 y IV-2

CUADRO V-46



CUADRO V-48



Veinte años después las condiciones polarizadas del consumo no habían variado; el Programa de Energía señala que el 28% de la población (alrededor de 20 millones de personas) no tienen acceso a la electricidad y un 11% sólo consume el 2% de la generación eléctrica (cuadro V-48)

¡ Los comentarios sobran !

CUADRO V-47

CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y GAS POR NIVEL DE INGRESO. 1968

| NIVEL DE INGRESO (pesos) | X de la POBLACION TOTAL | PARTICIPACION EN EL CONSUMO DE | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|
| | | ELECTRICIDAD | GAS |
| más de 10 000 | 2.1 | 44.6 | 45.0 |
| 6 001 - 10 000 | 3.5 | 30.2 | 29.2 |
| 3 001 - 6 000 | 14.5 | 21.2 | 21.9 |
| hasta 3 000 | 80.3 | 3.9 | 3.8 |
| | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

FUENTE: Elaboraciones propias con datos de La Distribución del Ingreso en México, FCE.

CAPITULO VI

Inventario energético nacional

I. INTRODUCCION

La condición fundamental del establecimiento de una política o de la definición de líneas de política energética, está enmarcada en la disponibilidad de energía que tenga el país. No es pensable diseñar una planeación sin evaluar todos los recursos energéticos existentes y las que puedan ser importantes en el futuro; planear correctamente significa, entre otras cosas, conjugar de manera armónica la utilización de todos y cada uno de los recursos disponibles en el territorio nacional de acuerdo a los objetivos sociales, económicos y de bienestar de la población.

Al pretender planificar el sector energético con el objetivo de abastecer, racionalizar y diversificar la oferta y la demanda, el Programa de Energía debió hacer un inventario de todos los recursos energéticos nacionales para conocer las potencialidades del país en esa área. Por lo que se sabe, sin embargo, esto fue hecho sólo con los energéticos de origen fósil y, salvo la hidroelectricidad, se omitió, ya no un inventario, sino una simple evaluación de los recursos energéticos renovables, lo que demuestra por un lado el poco o nulo interés que tuvieron los creadores del Programa de Energía en la biomasa, la eólica, la energía solar, etc., y por el otro lado el gran vacío de información que impide establecer el monto de esos recursos.

De esto resulta que el Programa de Energía hace una planeación trunca, donde el término diversificar las fuentes de energía primaria se restringen a la hidroelectricidad, geotermia y carbón y hace a un lado, por ejemplo, a la leña, energético consumido por la tercera parte de la población y que satisface gran parte de los requerimientos de energía de esos consumidores.

En esta parte se esboza lo que sería un inventario energético, incluyendo, hasta donde la información disponible lo permitió, los energéticos renovables usados con fines, precisamente energéticos, y los que no tienen ese fin pero que pudieran en forma potencial proporcionar energía para el consumo doméstico e industrial. Se hace referencia también a futuros aprovechamientos energéticos que en el largo plazo pudieran satisfacer cierto porcentaje de la demanda. El cuadro VI-1 resume las energías consideradas para estimar nuestros recursos comerciales y los no convencionales.

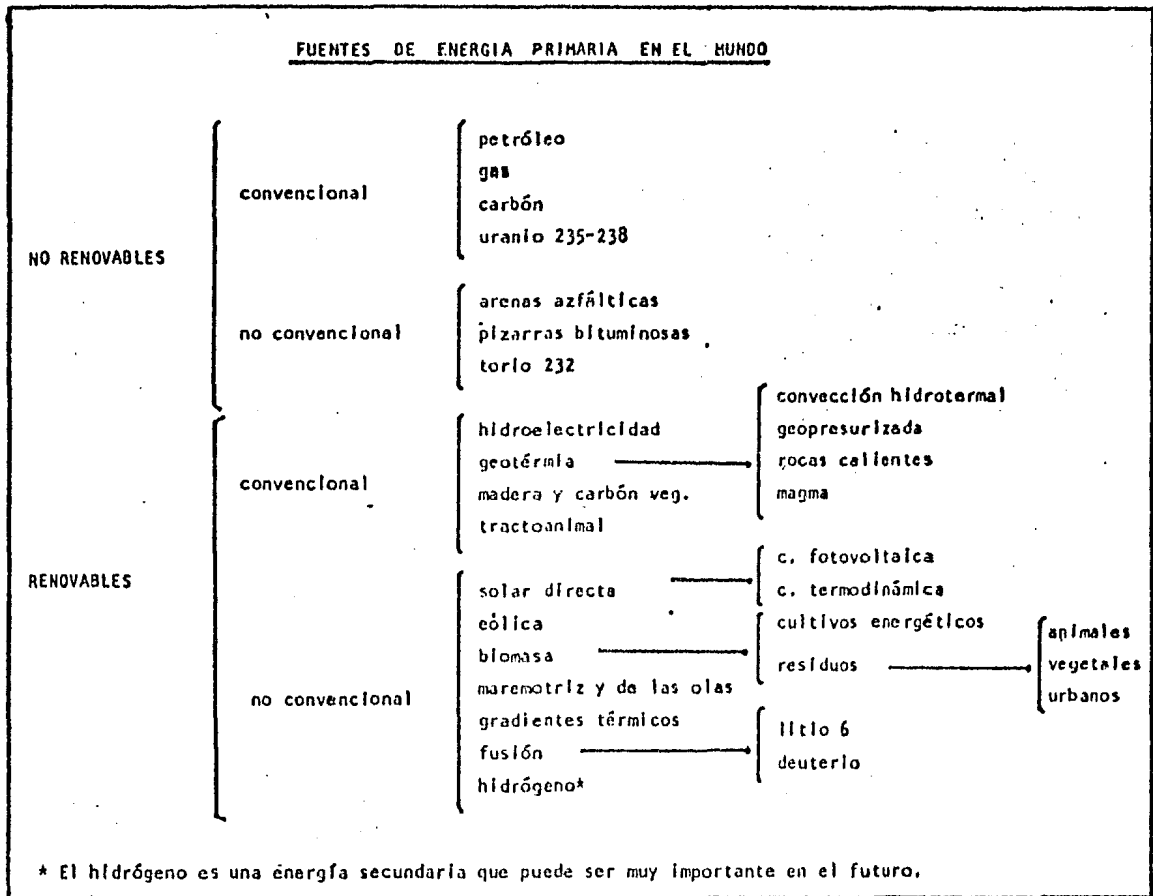
II. RECURSOS NO RENOVABLES

A. COMBUSTIBLES SOLIDOS.

Los compuestos carboníferos minerales son rocas de origen orgánico gestadas por un proceso de alteración y compactación de material -principalmente vegetal- depositado en ciénegas y pantanos que datan de las primeras eras geológicas. Esta variedad de sustancias orgánicas (helechos, licópodos, fanerógamas, coníferas entre otros) le otorgan una marcada influencia a la cantidad y calidad del carbón.

Cuanto más viejo es el carbón, mayores son los cambios sufridos por la materia vegetal original. Las primeras formaciones de carbón corresponden al período geológico del Devónico (hace 400 millones de años) pero el más prolífico

CUADRO VI-1



fue el Carbonífero (de 345 a 280 millones de años) durante el cual se acumularon los depósitos de la mayoría de los carbones antracitosos y bituminosos del planeta. Los depósitos posteriores, durante el Cretácico (136 a 65 millones de años) y el Terciario (de 65 a 2.5 millones de años), dieron origen al lignito negro y pardo; la mayoría de los depósitos de turba se formaron en los últimos millones de años.¹

El proceso mediante el cual los depósitos cambian de turba, después a lignito, para finalmente devenir a carbón piedra bituminoso y, finalmente, antracita, se conoce como "carbonización". Sus condiciones determinantes son la temperatura y la presión.

Los carbones se subdividen de acuerdo a la mayor o menor cantidad que contengan de sustancias tales como: bióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, compuestos aceitosos como alquitrán y brea, que a su vez contienen ácido nítrico, azufre, amoníaco, tolueno, nafta y creosota entre otros.

1. Geral Foley, La cuestión energética (Barcelona: Ediciones del Serbal, 1981), 310 p.

Estas sustancias dan al carbón características propias que lo diferencian de uno a otro yacimiento y le otorgan cierta calidad como fuente de energía fósil. Las características más importantes son el grado o rango de carbonización, contenido de humedad, contenido de materias volátiles o carbono fijo, porcentaje de carbono total, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre; propiedades calóricas, comportamiento durante la extracción y carbonización a baja temperatura; capacidad de endurecimiento y coquización y características petrográficas.

Diversos sistemas de clasificación del carbón son aceptados mundialmente. En México se adopta generalmente los criterios de la American Society for Testing Material (ASTM), los cuales se basan en la relación del carbón fijo y materiales volátiles y en las características de aglomeración; además para carbones de alto rango toma en cuenta el contenido de carbón fijo y materiales volátiles sobre base seca y libre de cenizas; para carbones de bajo rango considera el poder calorífico sobre base húmeda y libre de cenizas.²

Basándose en las relaciones mencionadas anteriormente, el carbón se clasifica de la siguiente manera de acuerdo al cuadro VI-2.

CUADRO VI-2

| Tipo de carbón | Contenido de carbono fijo en % | Contenido de materias volátiles en % |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Antracita | | |
| a) Meta-antracita | 98 a 100 | 0 a 2 |
| b) Antracita | 92 a 98 | 2 a 8 |
| c) Semi-Antracita | 86 a 92 | 8 a 14 |
| Bituminoso | | |
| a) Bajo en materias volátiles | 78 a 86 | 14 a 22 |
| b) Medio en materias volátiles | 69 a 78 | 22 a 31 |
| c) Alto en materias volátiles | 69 | 31 |
| Lignito | 50 a 69 | 40 a 50 |

Fuente: SEPAFIN, Energéticos; nov 1982

Las condiciones ASTM y el grado de humedad indican el poder calorífico del carbón, es decir, la cantidad de energía liberada durante la combustión. Por ejemplo, una antrasita promedio (2.8% de humedad) toma un valor de 7.4 calorías, un semibituminoso (2% de humedad) 7.8; el lignito (43.5% de humedad), 4 y la turba sólo 2 calorías pues su humedad es muy alta (58%).³

Desde otro punto de vista, los carbones se dividen en función de sus propiedades y características de aglomeración, en coquizables y no coquizables; los primeros que se aglutinan o endurecen al calentarse, guardan una relación hidrógeno-oxígeno mayor a 55.6 y se reservan en México exclusivamente como insumo de la industria sidero-metalúrgica. Los segundos son usados en la industria química, en la generación de electricidad y en general usos energéticos. A estos también suele llamarse los carbones "térmicos".

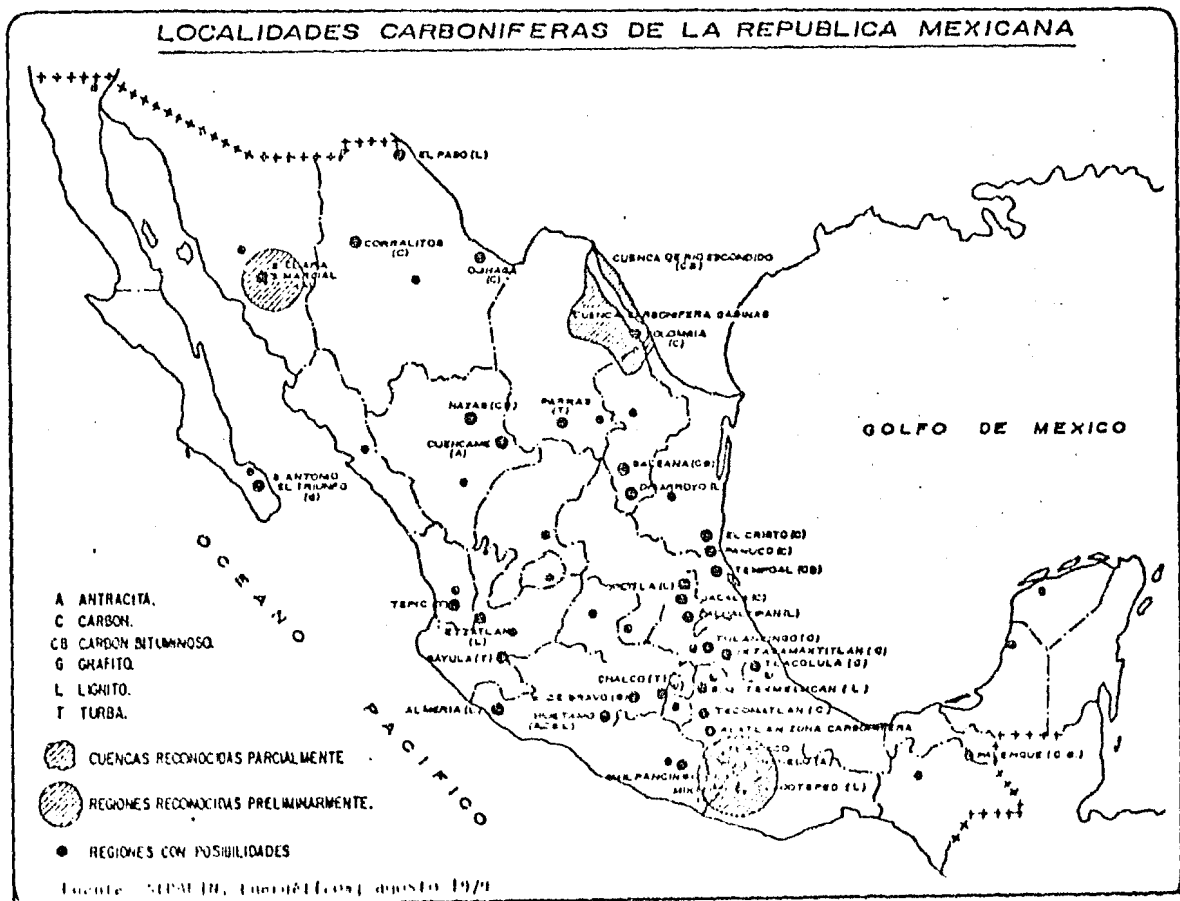
La información disponible sobre los yacimientos de carbón en México tradicionalmente ha sido incompleta y en ocasiones contradictoria. Esto refleja el

2. Miguel Castañeda y Roberto Yza, "El carbón en México" en Energéticos, 11 (noviembre de 1982) p. 5
3. Javier Ibarra, Los energéticos en el proceso revolucionario mexicano, ((s.l., s.e.) 1982).

poco interés que se tuvo en el pasado por la utilización de este mineral como energético, viéndose desplazado por los hidrocarburos desde muy temprano y limitándose su uso casi exclusivamente a la industria siderúrgica. Debido a esto, no existen mapeos detallados y criterios establecidos para su cuantificación y rentabilidad. Las localidades con indicios de la existencia de carbón en el país son muchos, pero en muy pocas se ha realizado un programa exploratorio adecuado.

Los estudios exploratorios han estado enfocados a cuencas coquizables principalmente y alguna de carbones térmicos. Las cuencas mejor estudiadas son las del noroeste del país localizadas en el estado de Coahuila y donde se localizan las principales minas de carbón de ambos tipos. Para el caso del carbón térmico siguen en importancia los yacimientos que se encuentran en los estados de Tamaulipas y Oaxaca. En el mapa del cuadro VI-3 se ilustran los sitios más relevantes hasta 1982 donde se localizan yacimientos carboníferos.

CUADRO VI-3



En el cuadro VI-4 se reproduce la información de la "Encuesta sobre recur

CUADRO VI-4

| COMBUSTIBLES FÓSILES SÓLIDOS | | | | | | | |
|-------------------------------|------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|--|--|
| Recursos Energéticos | | Reservas Probadas | | | | Recursos Adicionales 10 ⁶ Tn | Producción en 1978 10 ⁶ Tn |
| | | In situ 10 ⁶ Tn | recuperables 10 ⁶ Tn | coqueizables % | antracita % | | |
| Carbón Bituminoso y Antracita | 1979 | 1 500 | 1 200 | 96 | 4 | 1 300 | 6.61 |
| Carbón sub-bituminoso | 1979 | 480 | 384 | | | 500 | 0.0 |

| CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE LAS RESERVAS | | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | Reservas Probadas | | | Recursos Adicionales | | |
| | profundidad máxima mts | espesor mínimo del manto mts | factor de recuperación % | Profundidad máxima mts | espesor mínimo del manto mts | factor de recuperación % |
| Carbón Bituminoso y Antracita | 500 | 0.9 | 80 | 700 | 0.8 | 80 |
| Carbón Sub-bituminoso | 300 | 0.9 | 80 | 700 | 0.8 | 80 |

Fuente: XI Conferencia Mundial de Energía, Munich, RAF.

energéticos, 1980⁴ referente a los combustibles fósiles sólidos de México y los criterios utilizados para la evaluación de estas reservas y recursos (no aparece en la encuesta ningún dato sobre lignito y turba).

El boletín "Energéticos" reprodujo parcialmente el "Plan Carboeléctrico Nacional" elaborado por Miguel Castañeda y Roberto Yza en septiembre de 1982.⁵ El cuadro VI-5 consigna los datos más relevantes sobre este energético, pero tiene el defecto de no establecer cuáles son las cantidades recuperables. En ella se han adoptado los términos que se explican a continuación.

Reserva probada: es la cantidad de carbón que se calcula existe, a través del conocimiento que aportan las obras directas desarrrolladas y/o los barrenos que se han dado con un espaciamiento tal, que las características geológicas,

4. Esta encuesta fue realizada por el Instituto Federal de Geociencias, y Recursos Naturales, de la República Federal de Alemania, para la XI Conferencia Mundial de Energía. Los cuestionarios fueron contestados por los países participantes y ponderados por el Instituto para desinflar y normalizar los datos. Estos datos son más confiables que las estadísticas mexicanas oficiales.

5. Castañeda, op. cit.

realizar un programa energético del carbón, es necesario la ejecución de un programa de exploración nacional, del cual y dependiendo de sus resultados, se derivaría el programa energético. Las localidades donde se iniciaría el programa exploratorio, serían donde existen reportes de la existencia del energético...¹⁶

Hasta ahora esas localidades (1982) con indicios del mineral pero con rango desconocido y que no se mencionan en el mapa del cuadro III-2 son : en Chihuahua: Manuel Benavides; en Durango: San Pedro del Gallo; en Jalisco: Concepción de Buenos Aires; en Hidalgo: Temascalitlán; en Veracruz: Ayuquila; en Tlaxcala: Huilapan, Huexoyucan y Tenetzontlán; en Puebla: Tecomatlán y Mazatepec y finalmente Chinicuilá, Zanatepec y Tonalá en Michoacán, Oaxaca y Chiapas respectivamente.

B. HIDROCARBUROS.

La palabra petróleo (aceite de roca) designa hoy una amplia variedad de hidrocarburos, desde el simple metano (o gas natural) hasta los líquidos de mayor viscosidad y las ceras sólidas de parafina.

El origen de la vasta mayoría del petróleo procede del material orgánico marino, depositado como parte del proceso de acumulación mediante el cual se formaron las cuencas sedimentarias rocosas del mundo. Las primeras formaciones de petróleo fueron encontradas en lechos del Paleozóico Inferior (hace 570 millones de años) o incluso en algunos estratos del Precámbrico (más de 600 millones de años de antigüedad), y anteceden a la formación del carbón en millones de años.

Mientras que los depósitos de carbón siempre se encuentran en los estratos geológicos en los que se formaron, el petróleo normalmente migra de su lugar de origen. Bajo la presión de las capas superiores, hidrocarburos líquidos y gaseosos se desplazan de las rocas madres a través de los estratos permeables hasta que quedan atrapados en una barrera impermeable. Si no ocurriera esto, el petróleo viajaría hasta la superficie y allí sería descompuesto en sus constituyentes originales; este es el origen de las chapoteaderas y escapes de gas natural. De ahí que los líquidos y gases que emergen de un pozo no posean, necesariamente, un origen común.

La formación de un depósito de petróleo depende, por lo tanto, de la existencia de estratos geológicos adecuados hacia donde puede emigrar para quedar ahí acumulado. Pero fallas, torciones o intrusiones ígneas pueden destruir esos almacenamientos de tal manera que sólo una de veinte estructuras identificadas como geológicamente adecuadas para contener petróleo, realmente lo tiene en cantidades recuperables.

El petróleo se encuentra pues en los poros de ciertas rocas sedimentarias, como las piedras areniscas o en carbonatos, como las piedras calizas o dolomitas. El volumen de los espacios porosos que puede ser ocupado varía entre el 35 y 5% del volumen total de la roca. "Extraer petróleo guarda más semejanza con la idea de obtener melaza exprimiendo un ladrillo que con la de sacar cubos llenos de un pozo."¹⁷ Detectados los yacimientos a través de diversos métodos (geo

6. Francisco Verdugo, Estado actual del potencial carbonífero. (Piedras Negras, Coah, CFE, mimeo) s.p.

7. Foley, p. 120

CUADRO VI-5

| RESERVAS Y RECURSOS DE CARBÓN A JUNIO DE 1982 | | | | | |
|---|----------|-----------|----------|-------------------------|-------|
| (millones de toneladas in situ) | | | | | |
| | Reservas | | | Recursos Adicionales | TOTAL |
| | probadas | probables | posibles | | |
| CARBÓN TÉRMICO | 643 | 244 | 515 | 1 750 | 3 152 |
| Coahuila (SB) | 576 | 140 | 185 | 350 | 1 251 |
| Tamaulipas | 44 | 65 | 100 | 320 | 509 |
| Sonora (SA y SB) | 6 | 9 | 160 | 330 | 675 |
| Chihuahua (SB) | - | - | 40 | 420 | 440 |
| Oaxaca (SB;SA,A,MA) | 17 | 30 | 30 | 230 | 277 |
| CARBÓN COQUIZABLE¹ | | | | | |
| Coahuila | 1 500 | | | 800-1400 ² | |

1. al 31 de diciembre de 1980; y no contabiliza para usos energéticos futuros
2. se considera como potenciales posibles
SB = sub-bituminoso; SA = semi-antracítico A = antracítico MA = meta-antracítico
Localidades: Coahuila: Fuentes-Río Escondido y Sabinas; Tamaulipas: Colombia y Nuevo Laredo; Sonora: San Marcial, Santa Clara, San Enrique y Cabullona; Chihuahua: Ojinaga-San Carlos y San Pedro-Corralitos; Oaxaca: Tezoatlán y Tlaxiaco

Fuente: SEPAFIN, Energéticos, nov 1982

el tamaño, forma y composición del área estudiada, quedan perfectamente establecidas con una seguridad de más o menos 20 por ciento,

Reserva probable: es la cantidad de carbón definida por un control de extensión y corrección, en el área estudiada, y que se basa además en evidencias definidas por estudios de campo y/o barrenación, cuyo espaciamiento no permite incluirla dentro de las reservas probadas.

Reservas posibles: es la cantidad de carbón estimada, basada en controles estratigráficos y estructurales, en interpretaciones indirectas (geofísicas), en evidencias dispersas, en los resultados de barrenos aislados, catas, etc., cuya precisión es menor que las estimaciones hechas en el caso de las reservas probables.

Recursos adicionales: este concepto se refiere a la cantidad que se supone o se especula que existe, basada en estudios preliminares desarrollados, en informaciones recabadas, en manifestaciones geológicas propias para la deposición, en la presencia de afloramientos, en correlaciones estratigráficas con las otras regiones, etc.

Recursos recuperables o aprovechables: es la cantidad de carbón que se estima es susceptible de extraerse a la superficie y aprovecharse como materia prima, bajo las condiciones tecnológicas y económicas en el momento de su evaluación, basados en estudios de prefactibilidad, de detalle, en experiencias regionales, etc.

Potencial carbonífero: es la suma de las cantidades estimadas en los conceptos anteriores.

El estudio de Castañeda e Yza menciona además reservas probadas en mantos de 0.7 y 1.0 metros del orden de 225 millones de toneladas, que se ubican dentro de las áreas concesionadas a las empresas siderúrgicas y áreas que fueron motivo de desistimiento por parte de aquellas y ahora se encuentran bajo el patrimonio de la Comisión de Fomento Minero.

Finalmente podemos decir que sobre el carbón hay mucho que hacer, pues "... el potencial carbonífero del país puede considerarse como desconocido, dado que existen muchas localidades sin evaluar su potencialidad. Por lo tanto para

físicos, geológicos, gravimétricos, etc.) se procede a perforar, Si se obtiene éxito, se procede a extraer el crudo.

La recuperación "primaria" es la extracción de petróleo mediante la utilización de la presión natural del colector. De ahí que antes, se abandonarían los pozos cuando el líquido cesara de fluir. Posteriormente se descubrió que podía reinyectarse gas natural o agua para mantener la presión original de pozo; este gas de inyección bien puede ser el que sale asociado con los líquidos. Esto es lo que se conoce como recuperación "secundaria". Existe todavía otra fase de recuperación "terciaria", en la que se utiliza vapor, solventes o combustión subterránea alimentada desde la superficie con aire u oxígeno, con el fin de reducir la viscosidad del petróleo en el depósito y facilitar que fluya libremente. El porcentaje de petróleo recuperable con la recuperación "primaria" llega al 30% de la cantidad original del depósito; con la "secundaria" se puede llegar al 40 ó 50%.

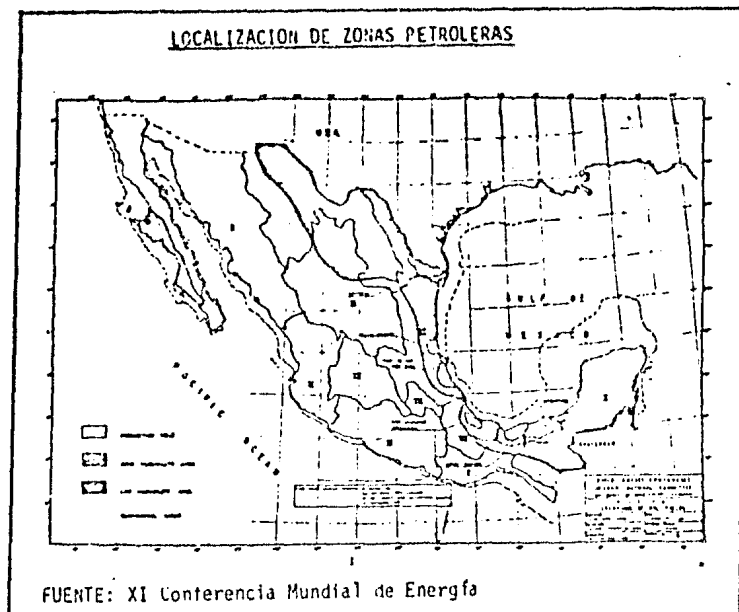
Junto con el petróleo crudo (mezclado a presión o formando una capa sobre de él) siempre se encuentra una mezcla de gases que normalmente se dejan escapar a la atmósfera y se designan con el concepto genérico de gas "asociado". Su composición varía, pero su principal elemento es el metano (CH_4), que a veces constituye entre el 85 y 95% del total. El resto está compuesto por hidrocarburos tales como el etano, propano, y el butano. El sulfuro de hidrógeno (H_2S) no es hidrocarburo pero también se haya presente en el depósito, causa grandes problemas de contaminación y deterioro del equipo; pues el azufre se mezcla con el vapor de agua para formar ácido sulfúrico. El gas asociado tiene que ser separado antes de enviar el petróleo en un oleoducto o de cargarlo en los buques-cisterna. La decisión de recuperarlo, quemarlo o reinyectarlo depende de la cantidad de gas y de los costos de distribución o reinyección. Si se decide recuperarlo, pero posee sulfuro de hidrógeno, se dice que es gas "amargo" y se debe "endulzar" para su transporte y consumo. El gas puede transportarse en forma líquida pero hay que licuarlo previamente, enfriándolo a bajas temperaturas (-170°C) y sometiéndolo a presiones elevadas.

También existen yacimientos que contienen exclusivamente gas natural o una mezcla de éste con pequeñas cantidades de un grupo de productos muy ligeros del petróleo que pueden estar en forma líquida o condensarse del gas cuando éste es liberado de la fuerte presión del depósito. Con el término "húmedo" se designa aquel gas en el que el contenido de hidrocarburos líquidos recuperables supera el litro por cada 25 m^3 de gas; en caso contrario se denomina gas "seco".

Los trabajos exploratorios efectuados en la República Mexicana desde finales del siglo pasado hasta nuestros días, permitieron descubrir más de 1,100 yacimientos en 434 campos, en la planicie costera del Golfo de México, en el área de Sabinas, Coah., en la Sonda de Campeche, frente a las costas de Tabasco y Campeche y en Vizcaino en la Península de Baja California. Aún así, tan sólo se ha explorado de modo suficiente $250,000 \text{ Km}^2$ de un total de $2,500,000 \text{ Km}^2$ de zonas sedimentarias (del territorio y plataforma continental hasta la isobata de 500 Mts) con que cuenta el país⁸. (Cuadro VI-6).

8. "La explotación petrolera en México" en El petróleo en México y en el Mundo (2a. Ed.; México, D.F.: CONACYT, 1979), p. 235.

CUADRO VI-6



El creciente potencial petrolífero de México descansa actualmente sobre dos pilares: el área cretácica terrestre de Reforma, entre los estados de Tabasco y Chiapas (7,000 Km²) y la Sonda de Campeche (10,000 Km²). Por otra parte, existen dudas acerca de la importancia de los hallazgos de Chicontepec, en la planicie costera central. Es difícil que esta tercera área se convierta en productora de importancia mundial, debido a su baja productividad por pozo.

A partir de 1977, Pemex hace las evaluaciones de los diferentes tipos de reservas con base en las siguientes definiciones.⁹

Recursos: es el volúmen total de hidrocarburos existentes en las rocas del subsuelo también conocido como volúmen in situ o volúmen original.

Reserva: es la porción recuperable del recurso.

Reserva probada: es el volúmen de hidrocarburos medido a condiciones atmosféricas, que se puede producir económicamente con los métodos y sistemas de explotación aplicables en el momento de la evaluación, tanto primaria como secundaria. Dicho volúmen incluye la reserva probada perforada y la no perforada.

a) Reserva probada primaria: es el volúmen de hidrocarburos que pueden recuperarse, sin proporcionar energía adicional al yacimiento.

b) Reserva probada secundaria: es el volúmen de hidrocarburos que pueden recuperarse adicionalmente al volúmen de la reserva primaria, como resultado de suministrar energía al yacimiento por inyección de agua, gas u otros métodos secundarios, o de recuperación mejorada.

c) Reserva probada no perforada: es la existente en áreas aún no perforadas de un yacimiento, en las que se puede inferir, con razonable certeza, la existencia de iguales condiciones de productividad económica a las de las áreas perforadas.

Reservas probables: es el volúmen recuperable de hidrocarburos calculado a condiciones atmosféricas, estimado en trampas definidas por métodos geológicos, localizados en áreas donde se cuenta con factores geológicos y de éxitos de perforación exploratoria, que permiten definir que existe más de 50% de probabilidad de obtener, técnica y económicamente, producción de hidrocarburos.

Reserva potencial neta: es el volúmen recuperable de hidrocarburos calculado a condiciones atmosféricas, inferido en áreas o provincias en donde la formación geológica y geofísica disponible indica la presencia de factores favorables para la generación, acumulación y explotación de hidrocarburos, con la exclusión de

9. Jorge Díaz Serrano, "¿En qué consiste una reserva petrolera?" en El petróleo en México... p. 223

los volúmenes de la reserva probada y la probable, así como de la producción acumulada.

Reserva potencial total; es la cantidad de hidrocarburos obtenida de sumar los volúmenes de la producción acumulada y los correspondientes a la reserva probada, la probable y la potencial neta.

En la tabla VI-7 se dan los datos de las reservas de hidrocarburos en México en 1982, tomados del informe "Memoria de Labores 1981". Con estos montos, México ocupa el cuarto lugar mundial por sus reservas de petróleo crudo y séptimo por las de gas natural.

CUADRO VI-7

| RESERVAS TOTALES DE HIDROCARBUROS AL 31 DE DICIEMBRE DE 1982 (millones de barriles) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|----------|-------|--|--|-------|----------|------|--|--|------------------|---------|------|--|--|----------|----------|------|--|--|-----------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|---------------------------------------|-----------|--|--|--|
| Ubicación / Producto | Crudo | Líquidos del gas | gas seco equivalente a crudo | Total de hidrocarburos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona Norte | 432.0 | 294.9 | 2 249.6 | 2 976.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona Centro | 1 410.0 | 195.9 | 756.4 | 2 362.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona Sur | 35 312.0 | 7 101.6 | 6 659.2 | 49 072.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chicontepec | 10 929.8 | 1 322.3 | 5 344.7 | 17 596.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 48 083.8 | 8 914.7 | 15 009.9 | 72 008.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table> <tr> <td>A. Reservas Probadas</td> <td>72 008.4</td> <td>100 %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> crudo</td> <td>48 083.8</td> <td>67 %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> líquidos del gas</td> <td>8 914.7</td> <td>12 %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> gas seco</td> <td>15 009.9</td> <td>21 %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B. Reservas Probables</td> <td>58 650.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C. Reserva Potencial Neta (A + B - D)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D. Producción Acumulada</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E. Reserva Potencial (A + B + D)</td> <td>250 000.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | | A. Reservas Probadas | 72 008.4 | 100 % | | | crudo | 48 083.8 | 67 % | | | líquidos del gas | 8 914.7 | 12 % | | | gas seco | 15 009.9 | 21 % | | | B. Reservas Probables | 58 650.0 | | | | C. Reserva Potencial Neta (A + B - D) | | | | | D. Producción Acumulada | | | | | E. Reserva Potencial (A + B + D) | 250 000.0 | | | |
| A. Reservas Probadas | 72 008.4 | 100 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| crudo | 48 083.8 | 67 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| líquidos del gas | 8 914.7 | 12 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gas seco | 15 009.9 | 21 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B. Reservas Probables | 58 650.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C. Reserva Potencial Neta (A + B - D) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D. Producción Acumulada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. Reserva Potencial (A + B + D) | 250 000.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FUENTE: Petroleos Mexicanos, Memoria de Labores 1982. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

No se descarta la posibilidad de que las cifras estén infladas por razones diversas -políticas sobretodo-. Este hecho se apreció con claridad en la segunda mitad de 1983, cuando los pozos de gas del norte del país comenzaron a declinar rápidamente y se debió recurrir a las compras foráneas. La misma empresa -Pemex- declaró que se contaba con menos gas que el manejado como reserva. Otro hecho significativo es que las reservas en

1982 fueron exactamente las mismas que en 1981, y se justificó diciendo que el descubrimiento de nuevas reservas había compensado la producción.

1. La incertidumbre de Chicontepec.

La cuenca de Chicontepec se encuentra entre la planicie costera del Golfo de México y las inmediaciones de la Sierra Madre Oriental y que incluye porciones de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Hidalgo y Puebla. (Cuadro VI-8). El área de esta cuenca es de 11,300 Km² y dentro de ella se localizan la zona del Paleocanal del Terciario con una superficie de 3,300 Km². Pemex declara que en el área se calcula que existen 106,000 millones de barriles in situ, de los cuales es posible recuperar 17,597 millones de barriles. El petróleo de aquí es pesado, aproximadamente de 18 a 23 grados API, más o menos igual al de Campeche.

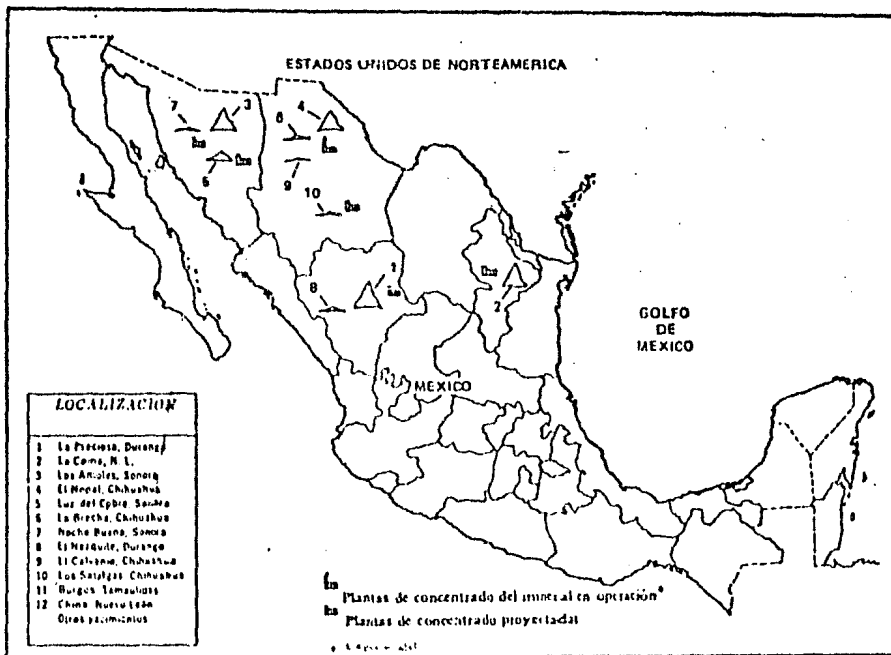
Sin embargo, el examen cuidadoso de la información geológica disponible sobre esa área indica que la producción será costosa. La formación de Chicontepec es, ante todo, una secuencia alternativa de arenas y esquistos. En estas circunstancias, es poco probable que el área ocupada por la arena sea particularmente extensa o de gran espesor.

Los minerales de uranio se hallan muy distribuidos en las rocas de la tierra, y en México, el 63% de las reservas se encuentran en rocas calizas cretácicas y el resto en areniscas y arkosas de origen sedimentario. Su extracción también puede provenir de la explotación de la roca fosfórica siendo un subproducto de esta práctica; en particular la Península de Baja California es un área prometedora para una explotación de este tipo.

La dispersión del mineral de uranio reviste un significado económico concreto: para que su extracción resulte costeable es preciso encontrar y explotar yacimientos con una concentración de óxido de uranio (U_3O_8) aceptable. El uranio que se extrae a cielo abierto o de las minas está en proporción muy baja con los demás minerales (del orden de 0.2%) y dada la pobreza del elemento en esos compuestos, se procede a separar el óxido de uranio de sus acompañantes. Este tratamiento incluye una purificación química para concentrar aún más el uranio en un compuesto conocido como "torta amarilla", que contiene 50 a 70 por ciento de uranio natural. Este concentrado es una mezcla de uranatos de amoníaco, sodio y manganeso. Posteriormente se refina aún más.

El desarrollo de los recursos uraníferos en México es relativamente reciente. En este campo las actividades se iniciaron en 1955 con la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Hasta 1981 se habían explorado 460 Km² del territorio nacional con el método de espectrometría sistemática y 118,000 Km² con el de reconocimiento radiométrico. Los pozos exploratorios ascienden a 12,275, pero se han limitado a yacimientos superficiales (menos de 200 mts.),¹¹

Las principales zonas con yacimientos de uranio están localizadas en siete estados principalmente al norte del país. Para 1979 solamente el 8% del territorio nacional estaba explotado en forma intensiva a pesar de que las áreas geológicamente favorables a la formación de uranio y que merecen una investigación regional más a fondo comprende más de la mitad de la República. (Cuadro VI-9).



En el cuadro VI-10 se muestra en forma detallada las reservas nacionales de un uranio al primero de enero de 1981, y que fueron publicadas por el boletín "Energéticos" en su número de mayo de 1982. En total 8,993.8 toneladas de uranio es ligeramente mayor que el de 8,300 toneladas reportada

11. "Uranio en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético (mayo 1982) pp. 2-3

en la "Encuesta sobre recursos energéticos, 1980" mencionada anteriormente.¹²

CUADRO VI-10

| México: reservas nacionales de minerales de uranio, enero 1981 | | |
|--|--|-------------------|
| Sitio | Grado Promedio % de U ₃ O ₈ | Toneladas de U |
| Chihuahua | | |
| El Nopal | 0.29 | 311.5 |
| Margaritas - Puerto III | 0.12 | 1,062.4 |
| | 0.12 | 1,324.9 a/ |
| Nopal III | 0.10 | 176.9 |
| La Domitila | 0.25 | 52.6 |
| Otros: (depósitos minerales) | 0.20 | 325.4 |
| (lotes y concentrados) | 0.05 - 0.2 | 87.2 |
| | | 62.1 |
| Sonora | | |
| Los Amoles | 0.19 | 409.9 |
| | 0.05 | 493.6 a/ |
| Noche Buena | 0.06 | 178.6 |
| Luz del Cobre | 0.04 | 178.6 |
| Otros | 0.07 | 122.5 |
| Durango | | |
| La Preciosa | 0.06 | 181.2 |
| | 0.06 | 193.3 a/ |
| El Mezquite | 0.05 | 77.6 |
| Otros | 0.06 | 78.5 a/ |
| Nuevo León | | |
| La Coma | 0.20 | 1,134.0 |
| Buenavista | 0.20 | 1,221.1 |
| El Chapote | 0.08 | 684.4 |
| Otros | 0.07 | 437.5 |
| | | 8,993.8 |

a/ Indicado
FUENTE: SEPAPIN, Encuestas Mayo 1982

CUADRO VI-11

| NOMBRE DEL YACIMIENTO | TONELADAS DE MINERAL PROBADAS | TONELADAS DE MINERAL PROBABLES | POSIBLES | LET U ₃ O ₈ | TONELADAS DE U ₃ O ₈ | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| MARGARITAS | 777,340 | 194,460 | | 0.0967 | 748.18 | |
| MARGARITAS | | | | 0.0967 | 187.04 | |
| MARGARITAS No. | 5,263,320 | | | | | LET No. 0.1505 Ton. Con. 7928.4 |
| MARGARITAS No. | | 3,015,860 | | | | LET No. 0.056 Ton. Con. 3431.6 |
| PUERTO III | 646,878.91 | | | 0.0972 | 629.89 | |
| PUERTO III | | 213,799.18 | | 0.0972 | 209.37 | |
| NOPAL I | 772,642.04 | | | 0.1027 | 778.65 | |
| LAGUNA DE CUERVOS | 195,359.28 | | | 0.0495 | 96.72 | |
| LAGUNA DE CUERVOS | | 99,759.89 | | 0.069 | 69.73 | |
| NOPAL III | 201,000 | | | 0.02 | 40 | |
| NOPAL III | | 201,000 | | | | LET No. 0.0644 Ton. 169 |
| CERROS DEL CAJADO | 268,000 | | | 0.0122 | 35 | CHIHUAHUA |
| SANTO DOMINGO | 13,500 | | | 0.0372 | 5 | CHIHUAHUA |
| LEONES | | | 773,500 | 0.04 | 309.40 | CHIHUAHUA |
| PASTORIAS EL NUEVO | | | 600,000 | 0.02 | 120 | CHIHUAHUA |
| LA COMA | 660,000 | | | 0.1000 | 660 | REYNOSA |
| LA DIANA | | 700,000 | | 0.0500 | 350 | REYNOSA |
| DOS ESTADOS | | 850,000 | | 0.0477 | 400 | REYNOSA |
| LOS ANGELES I | 1,018,000 | | | 0.0516 | 525 | SONORA |
| LOS ANGELES II | | 1,500,000 | | 0.0350 | 56 | SONORA |
| CAANADITAS | 4,700 | | | 0.06 | 3 | SONORA |
| CAANADITAS | | 9,720 | | 0.06 | 6 | SONORA |
| NIASABAS | | | | | | SONORA |
| SANTA ROSALTA | | 100,000 | | 0.0274 | 27 | SONORA |
| TEJILLAS | | | 472,100 | 0.0302 | 141.93 | SAN LUIS POTOSI |
| BAGON | | | 60,000 | 0.0200 | 10 | SAN LUIS POTOSI |
| CONITO BUENAVISTA | | | | | | TOTAL PROBADA 2811.42 |
| MEZQUITE | | | | | | TOTAL PROBABLE 1864.14 |
| PERLA | | | | | | TOTAL POSIBLE 846.23 |

Para establecer las reservas, importa mucho el precio del costo de obtención de un kilogramo de óxido de uranio, que en 1972 variaba de 25 a 38 dólares. Por supuesto el mismo criterio se usa con los demás energéticos: dependiendo del precio las reservas, no los recursos, se agrandan o empobrecen.

Para finales de 1982 y principios de 1983 había, al parecer, concenso en que las reservas se habían casi duplicado debido a nuevos hallazgos. En el IV Congreso General Ordinario del SUTIN (1983) se dan como reservas probadas 14.036 millones de toneladas de mineral con uranio; además otros 7.684 millones de toneladas como probables y 1.895 millones de toneladas como posibles; y estimando las reservas probadas de óxido de Uranio en 2,941.42 toneladas, las probables en 1,864.0 y las posibles en 584 toneladas.¹³ (Cuadro VI-11).

Uramex publicó un documento en mayo de 1983 asegurando que las reservas nacionales se habían cuantificado en 14,500 toneladas equivalentes de óxido de uranio; sin embargo y ya en plena campaña para desaparecer a esa empresa estatal, el propio director de ella, A. Escofet, afirmó "es falso que

(Referencias a la vuelta)

el país tenga 15,000 toneladas de reservas probadas de uranio... tenemos menos de la mitad... estas ascienden a sólo 7,000 toneladas",¹⁴ Por su parte el SUTIN se sostuvo en la otra evaluación de 15,000 toneladas. Esto contrasta con la cifra oficial que llevó México a la Conferencia Mundial de Energía en 1981 que indica que las reservas probadas llegaban ese año a 28,000 Tn.¹⁵

CUADRO VI-12

| RECURSOS DE URANIO 1980 | |
|--|-------|
| (toneladas) | |
| Recursos Razonablemente Seguros. Hasta 80 dls/Kg | 8 300 |
| Recursos Adicionales Estimados. Hasta 80 dls/Kg | 2 400 |
| No hay estimaciones hasta 80-130 dls/Kg | |
| Fuente: "Survey of energy resours 1980" XI Conferencia Mundial de Energía | |

A la fecha, pues, no se sabe con certeza el monto de las reservas y como una planeación a largo plazo no puede basarse en especulaciones es mejor atenerse a las cifras filtradas y ponderadas por los organismos internacionales, esto es, a las proporcionadas por la XI Conferencia Mundial de Energía (Cuadro VI-12).

Esta situación no debía de extrañarnos, al Estado mexicano, en el sexenio del "despegue" le dió por inflar las cifras de todo lo que consideró positivo para su estrategia de desarrollo, minimizando lo negativo. En este marco se encuadra la afirmación de los técnicos, científicos y burócratas partidarios de la energía nuclear, de que las reservas potenciales del país ascienden a 250,000 toneladas de óxido de uranio. Por supuesto esta cifra está más que inventada o en el mejor de los casos se infiere de la superficie con posibilidades geológicas de contener uranio, pero de ninguna manera con trabajos exploratorios.

sibilidades geológicas de contener uranio, pero de ninguna manera con trabajos exploratorios.

Considerando que las reservas probadas fueran de 8,300 toneladas y recursos adicionales por 2,300, el contenido energético fisionando el uranio en reactores térmicos donde se utiliza U_{235} que corresponde a 0.7% de uranio natural¹⁶, sería de $1,249 \times 10^{12}$ Kcal para las reservas probadas y 360×10^{12} Kcal para los recursos adicionales.

A su vez si las reservas fueran de 28,000 toneladas, el contenido energético sería de $4,200 \times 10^{12}$ Kcal.

Si el uranio fuera utilizado en reactores de cría las reservas habrían que multiplicarse por 70. Estos reactores aún no funcionan y están en la etapa de comprobación experimental de la teoría.

12. Ver referencia número 4.

13. Informes y Ponencias, IV Congreso General Ordinario del SUTIN (febrero de 1983) p. 85

14. Alberto Escofet, "Mitos y realidades sobre Uramex" en Uno mas uno, 14 de julio de 1983.

15. Comité Nacional Mexicano, Datos de Energía; México 1981 mimeo, (documento presentado en la XII Conferencia Mundial de Energía).

16. Mil Kg de uranio natural = 63×10^{12} J = 15×10^{10} Kcal.

D. OTROS RECURSOS NO RENOVABLES.

1. Arenas asfálticas.

Las arenas asfálticas son arenas o piedras areniscas impregnadas con petróleos pesados y conforman un material grueso, pesado, con una textura pegajosa. En el suelo están mezclados, en diferentes capas, con arcilla, arena simple y asfaltos, de ahí que presenten dificultades en su extracción y procesamiento.

Los geólogos aún no se han puesto de acuerdo sobre el origen de estas arenas; algunos creen que este material se formó ahí donde se encuentran hoy; en cambio otros consideran que emigró desde los lechos del Devónico (365 millones de años) o incluso desde los depósitos erosionados del Cretácico (136 millones de años). El petróleo original puede haber sido parecido al petróleo crudo convencional, pero todos los elementos volátiles han desaparecido. Para producir un barril de petróleo hay que remover, aproximadamente unas dos toneladas de este material.

La extracción de las arenas impregnadas es una operación bastante parecida a la minería a cielo abierto, pero la escala de operaciones necesaria para extraer cantidades significativas de petróleo es gigantesca. En México no se cuenta con datos sobre este tipo de yacimientos.

2. Pizarras bituminosas.

Las pizarras bituminosas son unas rocas sedimentarias bastante comunes; de textura fina, que contienen kerógeno. Dado que se formaron a lo largo de diferentes eras geológicas, varían considerablemente en su composición y riqueza. Al calentarlas hasta 300-400°C se aglutinan en una retorta; el kerógeno que contienen se descompone en hidrocarburos líquidos y gaseosos que pueden ser extraídos. En algunos aspectos, los líquidos se parecen bastante al petróleo crudo, pero no pueden ser usados en una refinería convencional y se requiere un proceso preliminar que eleve su calidad.

Al contrario de lo que ocurre con las arenas asfálticas, las pizarras bituminosas son rocas duras y su extracción, por lo tanto, discurre a través de un proceso parecido a la minería del carbón, pues los depósitos más ricos se encuentran a profundidades medias. El contenido orgánico de las pizarras bituminosas varía, por ejemplo las de Colorado, Estados Unidos, van desde dos barriles por tonelada hasta casi cero.

3. Minerales nucleares.

Otro elemento natural que puede transformarse para integrar el combustible para los reactores nucleares es el Torio, elemento más abundante que el Uranio en la naturaleza. La principal fuente industrial de este energético es el mineral de mozanita, denso y duro que es un fosfato de torio y de tierras raras, -conteniendo de 3 a 9 por ciento del elemento.

Tampoco se cuenta con datos sobre este recurso en el país.

III. RECURSOS RENOVABLES

A. GEOTERMIA,

La energía de la geotermia aprovecha el calor interno de la Tierra. Entre 30 y 40 Km de profundidad en tierra firme empieza el manto en el que roca se halla en estado fundido o semifundido a 1,800°C. El estado de esta masa se debe a la tremenda presión (a la que la desintegración radioactiva del uranio, torio y derivados) y del calor residual de la formación de la tierra.

En algunas áreas, el manto empuja hacia arriba, contra la corteza, aumentando el índice del flujo térmico local; otras veces consigue romper la superficie en áreas de actividad volcánica o, simplemente, genera "lugares térmicos".¹⁷

Para que el índice del flujo térmico se convierta en una fuente de energía aprovechable, debe formar un depósito geotérmico, el cual sólo puede existir en determinadas condiciones geológicas; éstas son similares a las descritas para el almacenamiento del petróleo y el gas natural: una roca o depósito permeable cubierta por un estrato de roca impermeable; el agua subterránea, calentada por su contacto con la roca caliente se filtra hasta el depósito, donde queda atrapada. Si en el estrato impermeable hubiera grietas, parte del agua termal, del vapor o de ambos, saldrán a la superficie formando un manantial o géiser. En estos casos el sistema subterráneo se renueva constantemente por las filtraciones de más agua. El índice de pérdida de calor de la roca es muy similar al que se regenera, por lo que el sistema puede permanecer activo largo tiempo aunque su intensidad disminuya gradualmente (2,000 a 10,000 años). Sin embargo, lógicamente, el ritmo de extracción promedio y la capacidad de una central geotérmica dependerá, del ritmo de extracción de su energía.

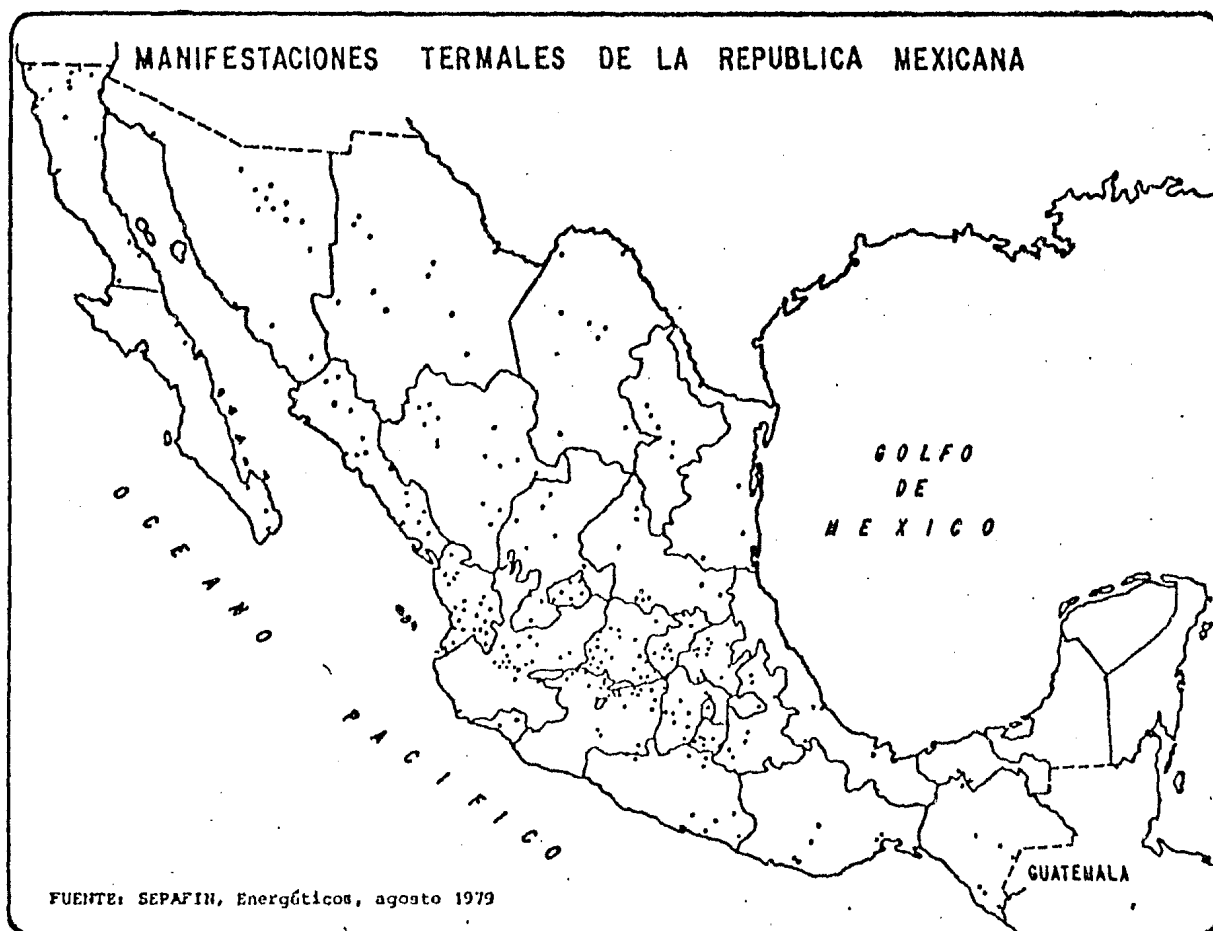
Nuestro país cuenta con más de 310 focos termales distribuidos a través del territorio nacional (Cuadro VI-13). Las zonas más importantes para el estudio geotérmico son Cerro Prieto, Baja California Norte y el área denominada "Eje Neovolcánico" en el centro del país. En ambas zonas la fuente de energía es muy semejante y está ligada a las propias estructuras tectónicas que la originaron. Sin embargo, las condiciones de los yacimientos son muy diferentes.

La localización e inventario de sitios termales se desarrolla a través del Departamento de Geotermia de la Comisión Federal de Electricidad; en 1977 se publicó la "Evaluación preliminar de los recursos geotérmicos de México" por la propia CFE y el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Hasta ahora la explotación de la energía geotérmica en Cerro Prieto y los Azufres, y en general en el mundo, se ha limitado a los sistemas de convección hidrotermales y no se ha explorado otros tipos de formaciones que podrían cons-

17. Foley, p. 200.

CUADRO VI-13



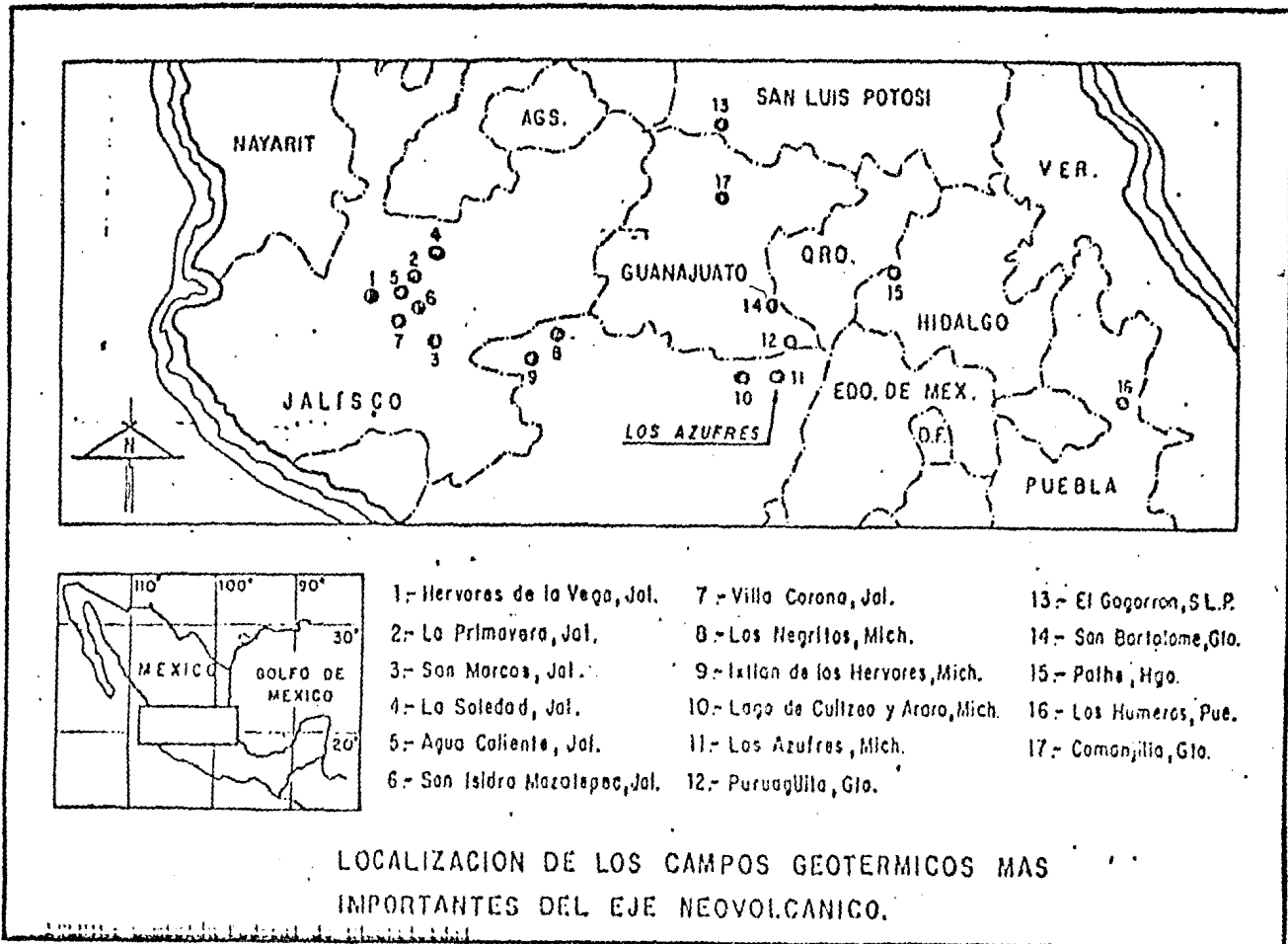
tituir fuentes de energía importantes, como los constituidos por rocas calientes secas o los depósitos subterráneo de agua a alta presión que contienen gas disuelto, o sea los denominados recursos de agua geopresurizados, a profundidades de cuatro a seis kilómetros de profundidad.

El cálculo del potencial energético de los reservorios del tipo de convección hidrotermal está basado en la extracción de una fracción del calor almacenado en el volumen de roca porosa y permeable considerando despreciable la recarga de calor por conducción o movimiento de agua, o sea, que se considera, con servadoramente, la energía del reservorio geotérmico como no renovable. El factor de recuperación, que indica la fracción del calor almacenado que puede recuperarse en forma de energía eléctrica, varía según las características del reservorio; un valor típico es de 0.02.

Para 1982 las zonas exploradas para detectar la factibilidad de aprovechamientos geotérmicos eran considerables e incluían la Península de Baja California, los estados de Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, Hidalgo, Puebla, México, Oaxaca y Chiapas. Los sitios más importantes del eje neovolcánico se ilustran en el cuadro VI-14. Actualmente se aprovecha la energía de los campos geotérmicos de Cerro Prieto, BCN y Los Azufres, Mich.

En el Informe del grupo técnico sobre la energía geotérmica de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre energías nuevas y renovables elaborado a fina-

CUADRO VI-14



les de 1980, se estimó que el potencial estimado en todo el país¹⁸ es del orden de 411,860 GWH que a su vez se traducen en 240 millones de barriles anuales de petróleo.

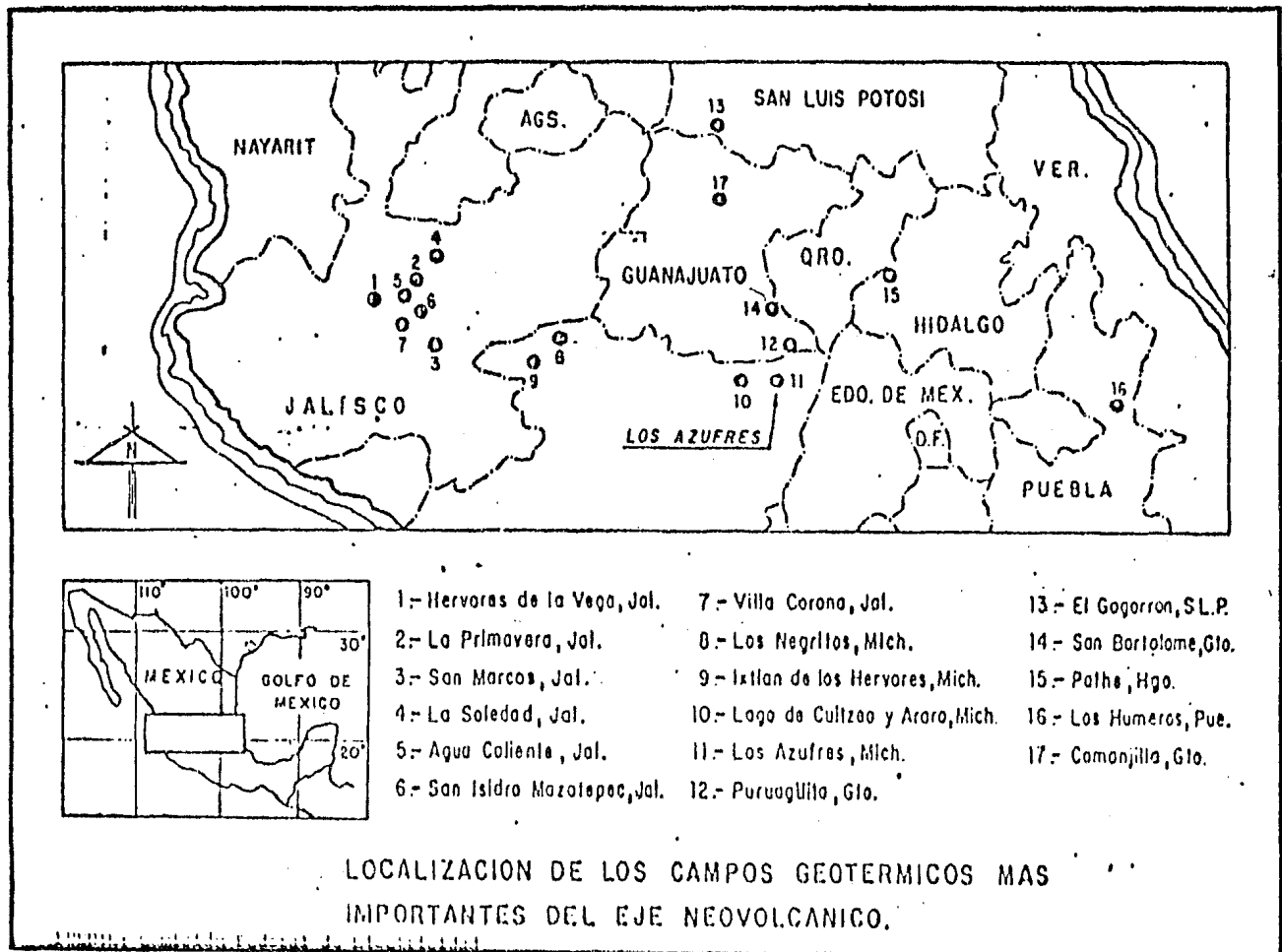
B. RECURSOS HIDROLOGICOS.

Alrededor del 23% de la energía solar interceptada por la tierra está destinada a mover el ciclo hidrológico: el agua evaporada de los océanos y mares cae en los continentes en forma de agua o nieve que es devuelta al mar a través de los ríos. La cantidad teórica que puede extraerse de cualquier sistema fluvial está dada por el volumen de agua multiplicado por la altura a la que se encuentra. Por supuesto, no toda esta energía es recuperable. Los diques no pueden construirse en cualquier parte, además las pérdidas por filtración, evaporación y absorción son grandes.

La cuantificación de los aprovechamientos hidroeléctricos la realiza la Co

18. Citado por Jacinto Viqueira, Recursos Energéticos de México, notas de clase México, D.F.: División de Estudios de Posgrado, Fac. de Ingeniería UNAM.

CUADRO VI-14



les de 1980, se estimó que el potencial estimado en todo el país¹⁸ es del orden de 411,860 GWH que a su vez se traducen en 240 millones de barriles anuales de petróleo.

B. RECURSOS HIDROLOGICOS.

Alrededor del 23% de la energía solar interceptada por la tierra está destinada a mover el ciclo hidrológico: el agua evaporada de los océanos y mares cae en los continentes en forma de agua o nieve que es devuelta al mar a través de los ríos. La cantidad teórica que puede extraerse de cualquier sistema fluvial está dada por el volumen de agua multiplicado por la altura a la que se encuentra. Por supuesto, no toda esta energía es recuperable. Los diques no pueden construirse en cualquier parte, además las pérdidas por filtración, evaporación y absorción son grandes.

La cuantificación de los aprovechamientos hidroeléctricos la realiza la Co

18. Citado por Jacinto Viqueira, Recursos Energéticos de México, notas de clase México, D.F.: División de Estudios de Posgrado, Fac. de Ingeniería UNAM.

misión Federal de Electricidad, para lo cual lleva adelante varias etapas de estudio: identificación, gran visión, prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, puesta en servicio y operación. Las cuatro primeras evaluaciones¹⁹ son las que nos interesan desde el punto de vista de los recursos.

Identificación. Define probables sitios de aprovechamiento a nivel nacional. Se trabaja en gabinete con topografía a escala 1:50,000, estimando aproximadamente el volumen de agua y -por medio de las estaciones hidrométricas- y carga aprovechable; se hacen recorridos de campo para verificar la existencia de los sitios y las características topográficas y geológicas básicas.

Gran Visión. Define cuáles son las mejores alternativas de aprovechamiento a nivel nacional. El trabajo de gabinete se desarrolla en topografía con escalas de 1 : 50,000 a 1 : 10,000, detallando el análisis hidrológico e identificando conflictos con el uso del agua. En el campo se estudian las características regionales como geología, condiciones socioeconómicas, etc. Además se jerarquizan económicamente los proyectos para orientar el uso de los recursos.

Prefactibilidad. Define el mejor esquema de aprovechamiento para una alternativa seleccionada en el nivel de gran visión. La topografía para el trabajo de gabinete debe ser escala del 1 : 2,000 a 1 : 1,000, a fin de plantear esquemas alternativos en el sitio. Como apoyo de campo, se efectúan estudios de geotécnica (métodos indirectos y recorridos de campo), impacto ambiental y levantamientos topográficos específicos. Se dimensionan aproximadamente las componentes del aprovechamiento y se revisan de igual modo las componentes del aprovechamiento y se revisa nuevamente la bondad económica del proyecto.

Factibilidad. Define la factibilidad técnica, económica y social de un proyecto. Para el trabajo de gabinete se emplea topografía 1 : 2,000 y 1 : 500, efectuando el anteproyecto de las obras, estimando costos y realizando una evaluación de los resultados. Para ello, en el campo se llevan a cabo estudios de geotécnica (exploraciones directas para definir zonas con posibles problemas), impacto ambiental y topografía; con apoyo de ingeniería experimental se define la calidad de bancos de materiales, características de los macizos rocosos y el funcionamiento general de las obras hidráulicas.

El estudio más reciente del potencial identificado²⁰ data de febrero de 1983 y en él se estiman 597 proyectos que presentan una generación de 172,193 GWH por año. En el inventario sólo se consideraron prospectos con una generación mayor o igual a 40 GWH, por lo que los proyectos no pueden considerarse de microgeneración, pues el promedio de la categoría más pequeña (40-100 GWH) corresponde -con un factor de planta de 0.3- a proyectos con 27 MW instalados (Cuadro VI-15).

En el cuadro VI-16 se ilustra el número de proyectos identificados a nivel nacional donde la potencia instalada para la generación correspondiente se estima en 63,197 MW, más de cuatro veces la del país en 1980.

En el mapa del cuadro VI-17 se indica la distribución espacial del potencial

19. Comisión Federal de Electricidad, "Potencial hidroeléctricos de la República Mexicana, documento interno (México, D.F.: CFE, 1983) p. 2

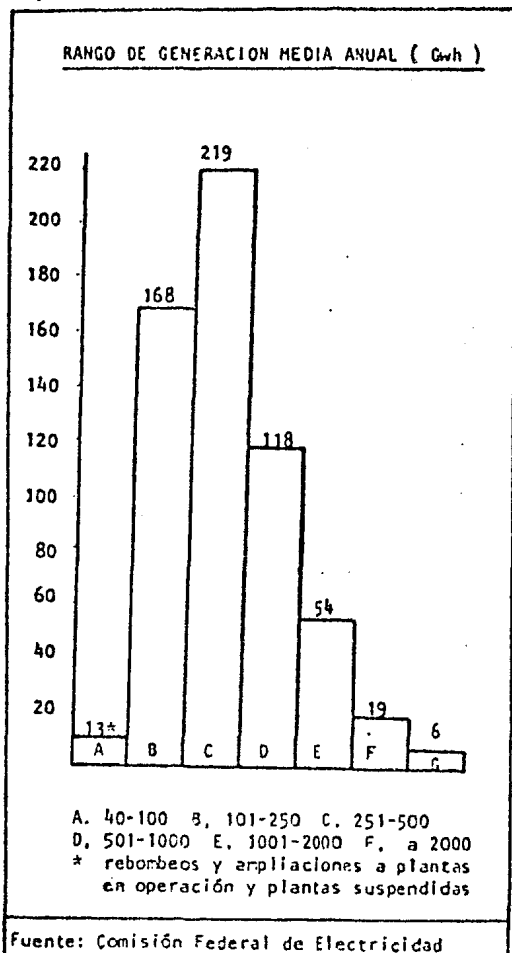
20. Ibid.

CUADRO VI-16

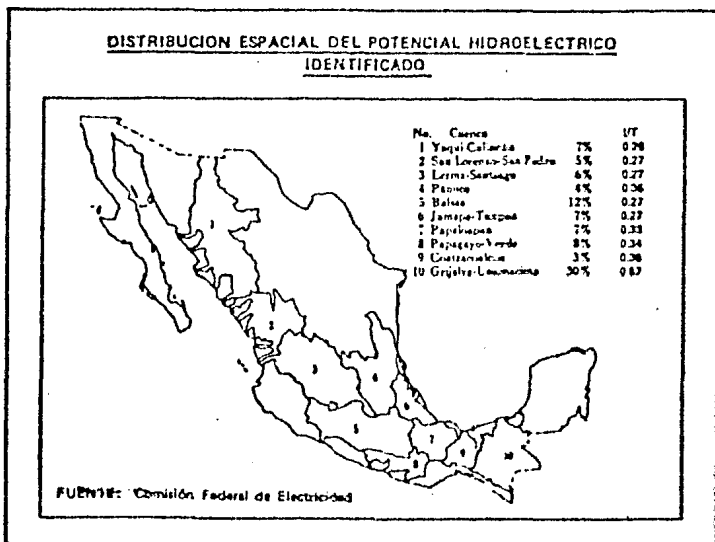
| PROYECTOS HIDROELECTRICOS 1983 | | |
|--------------------------------|-----|---------|
| | No. | G w h |
| TOTAL | 597 | 172 193 |
| OPERACION | 40 | 124 774 |
| CONSTRUCCION | 7 | 6 209 |
| OPERACION SUSPENDIDA | 3 | 406 |
| ESTUDIO | | 140 804 |
| Identificación | 451 | 90 280 |
| Gan visión | 59 | 28 880 |
| Prefactibilidad en proceso | 17 | 10 249 |
| Prefactibilidad terminada | 4 | 2 524 |
| Factibilidad en proceso | 3 | 3 563 |
| Factibilidad terminada | 6 | 3 795 |
| Diseño | 3 | 1 175 |
| Factibilidad SARH | 1 | 62 |
| Construcción SARH | 3 | 275 |

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad

CUADRO VI-15



CUADRO VI-17



identificado de acuerdo a un estudio anterior²¹, según las cuencas hidrográficas y su relación con el potencial bruto teórico para cada cuenca. Del total, el 30% se localiza en el complejo Grijalva-Usumacinta, el 7% en la cuenca del río Papaloapan y el 12% en el Río Balsas. El estado de Chiapas alberga el 33% del potencial y sólo cuatro estados (Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Veracruz) poseen el 64% del total nacional.

Sobre ese estudio es conveniente hacer algunas precisiones: 1) sitúa el potencial identificado en 171,866 GWH anuales que corresponden a 541 proyectos hi

21. Javier González, "Estado actual de la evaluación del potencial hidroeléctrico nacional" en Ingeniería: órgano oficial de la Fac. de Ingeniería de la UNAM; 3 (1980) p. 17

droeléctricos en operación, construcción y en estudio, ocho tendrían una generación media anual superior a los 2,000 GWH, de los cuales ya se han construido Malpaso, Infiernillo, Angostura y Chicoasén, 3) La identificación de nuevos proyectos estaría, fundamentalmente, ubicada en los rangos de 51 a 250 y de 251 a 500 GWH/año, que en total suman 81,695 GWH/año, correspondiendo a 443 proyectos pequeños, pero de ninguna manera de microgeneración, ya que en promedio, el primer rango de la clasificación tendría aproximadamente 57 MW instalados y el segundo 143 MW.

Finalmente, el potencial hidroeléctrico teórico, que resulta de sobreponer las curvas de isoescurrencia con las curvas de nivel, ha sido cuantificado en 500,000 GWH/año, bastante mayor al identificado. La relación entre estos es de 0.39 lo que indica, como lo reconoce el Programa de Energía,²² "que todavía existen grandes posibilidades hidroeléctricas..." y el potencial puede aumentar a medida que se cuente con mejor información cartográfica e hidrométrica y que aumenten las exploraciones de campo.

C. BIOMASA

Ha cobrado gran interés en nuestros días el aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa para sustituir a los combustibles fósiles que se agotarán en un futuro cercano. El uso de este recurso ofrece ventajas sobre la energía nuclear o sobre la de origen fósil; la biomasa es renovable y puede producirse -para usos energéticos- en amplias regiones del planeta, tanto en desiertos como en selvas tropicales; produce cantidades insignificantes de sulfuros por los que es mucho menos contaminante que el petróleo o el carbón, y sus desechos no causan mayores problemas.

"Como una medida del potencial de biomasa como fuente energética, se puede indicar que por medio de la fotosíntesis se fijan en las plantas 80,000 millones de toneladas de carbono por año, con un contenido de energía que corresponde a unas diez veces el uso mundial de energía en la actualidad. Se puede señalar también, que el contenido energético de biomasa almacenada en la superficie terrestre, es equivalente al de las reservas probadas de combustibles fósiles, incluyendo el carbón, y que la energía total de las reservas estimadas de estas últimas, sólo representan unos 140 años de fotosíntesis neta!"²³

El gran motor de la producción de biomasa es el sol. Las plantas verdes captan la energía de la luz solar y convierten bióxido de carbono, agua y otras moléculas inorgánicas en azúcares simples, en el proceso conocido como fotosíntesis.

Estos azúcares son usados por la planta para vivir, crecer y reproducirse. El material vivo lo utilizan otros seres vivos incluido el hombre como alimento herramienta, materia prima o para extraerle su energía.

22. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, Programa de energía, metas y proyecciones al año 2000 (México, D.F.: SEPAFIN, 1980) p. 53.

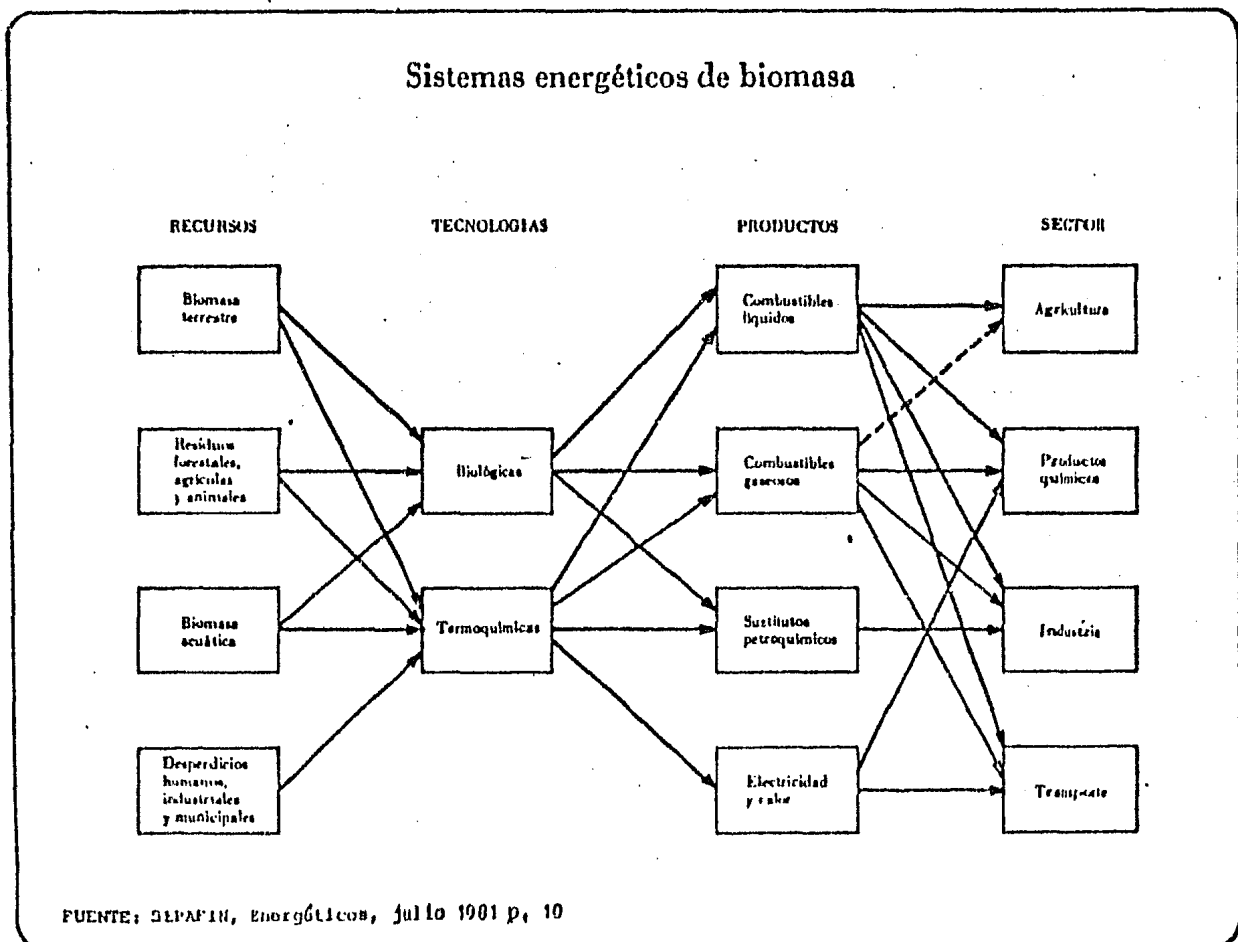
23. Ana María Martínez, "Fuentes no convencionales de energía: estado actual de la tecnología y perspectivas de implantación", Curso de actualización sobre Energía Solar ANES/AUBJS, (La Paz, BCS, octubre 1982), 24 p.

La interacción de dos factores complejos determina la productividad de la biomasa: las características genéticas de la planta y el medio ambiente. Además, como sólo una pequeña fracción de la energía solar que incide sobre la planta es convertida en biomasa, el hombre puede incrementar la productividad primaria de los vegetales suministrando energía adicional en la forma de agua, fertilizantes, control de enfermedades y plagas, selección genética y creación de un medio ambiente artificial propicio para un óptimo y rápido crecimiento.

La contribución de la biomasa para satisfacer los requerimientos de energía puede provenir de los siguientes sistemas: 1) "granjas de energía", donde se cultiven especies de plantas terrestres o acuáticas con fines exclusivamente energéticos, 2) recolectando residuos forestales, agrícolas, animales y basura y 3) sembrando productos vegetales que no son adecuados para obtener celulosa u otros productos forestales o maderables pero que sí pueden usarse para fines energéticos.

Obtener energía de la biomasa puede ser extremadamente fácil o muy complejo. Existen muchas opciones de procesos que pueden aplicarse para la conversión de este recurso en energía o en productos químicos energéticos.

CUADRO VI-18



En el cuadro VI-18 se ilustran los procesos alternativos para la transformación de este recurso con fines energéticos.

1. Técnicas para la conversión de la biomasa.

Entre las ventajas que pueden asignarse a estos recursos está el de ser renovables, no tener problemas de almacenamiento, se obtienen productos versátiles, se pueden obtener con los recursos y tecnologías actuales, generan empleos, las inversiones requeridas son mínimas, son ecológicamente seguros y son una vasta área para la investigación biológica y de ingeniería.

En la otra cara tenemos que compiten por el uso del suelo, su densidad energética es baja y requieren áreas importantes, fertilizantes y agua; existe incertidumbre de sus costos y en la oferta de energía, y por último, dependen del clima.

a) Digestión anaeróbica. - El biogas es una mezcla gaseosa obtenida por fermentación anaeróbica (de materiales orgánicos, principalmente celulósicos). Es conocido además con el nombre de gas de estiércol o de los pantanos; en efecto, puede obtenerse a partir de heces de animales y de la degradación activa de las materias orgánicas que se acumulan en el fondo de los pantanos.

El interés del gas biológico radica en su riqueza en metano (recuadro) -7 cuyas propiedades de combustible pueden utilizarse para producir calor, energía

mecánica y electricidad. Un metro cúbico de biogas (50-60% metano) produce alrededor de 5,000 Kcal/m³, mientras que la misma cantidad de metano puro llega a 8,900 Kcal (CECO-DES). La producción de biogas en tres fases proviene de la degradación por diversas bacterias (familia Metanobacteriaceae) de las moléculas complejas que constituyen la materia orgánica: lípidos, prótidos y glúcidos. Tres fases de la degradación son la licuación, formación de ácidos y metanización. La producción promedio de biogas es de 50 a 100 m³ por tonelada de materia prima fresca; de 15 a 90 días dependiendo de la temperatura. Entre mayor sea, más rápido se producirá el gas y debe fluctuar de 24 a 32°C.

COMPOSICION DEL BIOGAS

Metano (CH₄) 55 a 65%

Gas carbónico (CO₂) 35 a 45%

Hidrógeno (H₂) 5 a 3%

Oxígeno (O₂) 0.1%

¹Sulfuro de hidrógeno (H₂S)
huellas según la naturaleza
del sustrato.

1. Se debe eliminar este compuesto por tóxico y corrosivo además - de olor desagradable.

Por otro lado, los residuos de la fermentación (efluentes), contienen una alta concentración de nutrientes y de materia orgánica, lo cual las hace susceptibles de ser utilizadas como excelente fertilizante que puede ser aplicado en fresco,

ya que el proceso anaeróbico elimina los malos olores y la proliferación de moscas. En ese sentido, cabe destacar que el uso de biodigestores se inició y generalizó en India y China, pero sobre todo en este último país por razones de sanidad, (existen actualmente 20 millones de biodigestores), pues la "digestión" anaeróbica elimina el 95% de huevecillos y de esquistosomas, amibas, y algunas bacterias patógenas para el hombre. Y no deteriora el suelo, por lo que compite

ventajosamente con los fertilizantes químicos,

b) Fermentación.- Consiste en usar microorganismo para convertir cadenas simples de azúcares en etanol. Procesos de hidrólisis enzimático y químico se han desarrollado para convertir celulosa y otros polisacáridos en azúcares fermentables, primeramente glucosa. Estos azúcares pueden luego ser fermentados para etanol, acetona, butanol y otros más. El etanol puede mezclarse con gasolina o usarse directamente para accionar máquinas de combustión interna.

Estos procesos permiten a los constituyentes de la celulosa de gran cantidad de residuos de madera y agrícola ser convertidos en etanol y otros químicos que se derivan común y económicamente del petróleo. El azúcar extraído de la remolacha, caña de azúcar y del zorgo, y la fécula extraída del maíz, trigo y otros granos pueden ser convertidos fácilmente en alcohol por fermentación, sin la necesidad de la hidrólisis. Las investigaciones están encaminadas en el pretratamiento de materiales celulósicos para remover lignina (que es muy resistente a la ruptura química), identificación de enzimas celulosa más efectiva y organismos de fermentación, y costos comerciales de producir etanol puedan competir con gasolina.

c) Pirólisis.- Un amplio rango de productos se pueden producir: gas natural sintético, metanol, carbón, calor, vapor de proceso y electricidad. Los procesos termoquímicos incluyen pirólisis, gasificación, licuefacción y combustión directa. Se describen a continuación: Pirólisis: la madera es calentada en ausencia de aire y temperaturas a las que la madera se descompone produciendo combustibles sólidos, líquidos y gases. Los gases producidos tienen de 100 a 300 BTU/ft³.

d) Gasificación.- Gases de mediana y alta energía pueden producirse de la biomasa, dependiendo de la temperatura y presión de la reacción y la subsecuente recuperación de los gases producto iniciales. La mayoría de los gasificadores funcionan a presión atmosférica y pueden dar gas arriba de 350 BTU/pie² cuando la oxidación parcial se realiza sólo con oxígeno. El proceso Purox funciona a aproximación de 1,650°C, donde el oxígeno pasa por el almacén de la biomasa. El gas producido varía en el valor calorífico y composición con la biomasa usada.

El gas producido por esa gasificación puede ir mejorando para sustituir el gas natural al convertir monóxido de carbón e hidrógeno presente en el gas del proceso a metano. Esta tecnología ha sido desarrollada para el gas producido del carbón y consiste en la reacción del gas con un catalizador de níquel a altas temperaturas. El gas síntesis puede ser elevado a amonio removiendo cualquier H₂O y CO₂ y luego reactivando el nitrógeno e hidrógeno a presiones altas para producir NH₄ (amoníaco). Además, el gas síntesis puede convertirse en metanol por reacción del monóxido de carbón e hidrógeno para formar CH₃OH.

e) Licuefacción.- La biomasa puede convertirse directamente en aceite usando un catalizador de carbonato de sodio en un procesos de hidrogenación en la presencia de monóxido de carbón y vapor. Un proceso desarrolla por alimentación de astillas de madera en una vasija o recipiente a alta presión. El producto puede separarse del material no convertido y del agua por centrifugación.

f) Combustión directa.- La combustión directa es uno de los métodos más eficientes al usar la energía potencial directa de la biomasa. La eficiencia térmica en hornos de combustión directa y calentadores de vapor, pueden ser tan altos como en un 85%. Generalmente, la biomasa con humedad baja, en un 30% se quema directamente, mientras que aquellas con un contenido de humedad alto se quema con combustible complementario.

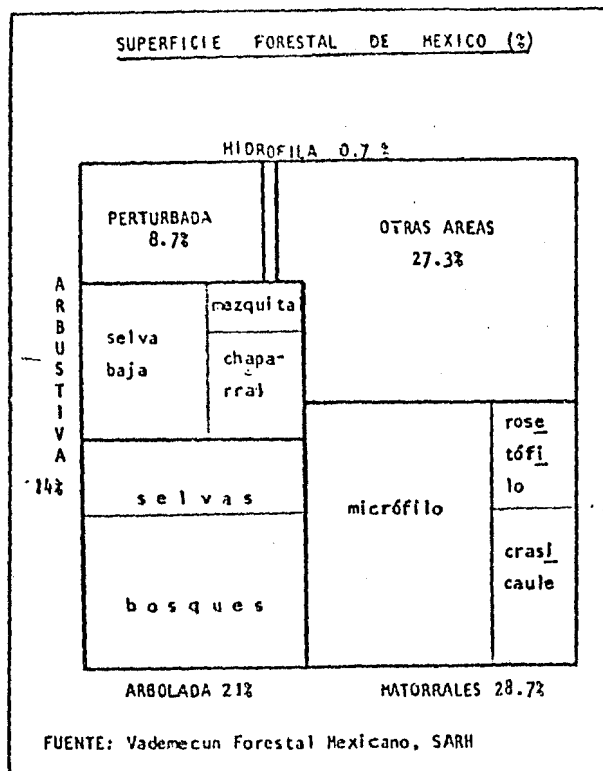
El gas de combustión caliente puede usarse directamente como calor o fuerza, o indirectamente para generar vapor, El vapor puede usarse directamente para fuerza o calor e indirectamente para generar electricidad, La eficiencia de combustión directa es de 20-30% dependiendo del contenido de humedad, contenido de cenizas y diseño de la planta.

2. Recursos forestales.

De acuerdo con el "Vademecum Forestal Mexicano, 1980"²⁴ editado por la Dirección General de Información y Sistemas Forestales (tablas VIA-1 y VIA-2) contamos con un patrimonio forestal de 40,5 millones de hectáreas arboladas, de las cuales 27.3 millones corresponden a los bosques de clima templado-frío (coníferas 66% y latifoliadas 34%) y las restantes 13.2 millones a las comunidades de clima cálido húmedo (selvas altas 17% y selvas medianas 83%).

La superficie arbustiva ocupa 27.4 millones de hectáreas y la de matorrales 56.4 millones; esto equivale al 19% y 39% respectivamente de la superficie total forestal (Cuadro VI-19). Conforman la superficie arbustiva las selvas bajas (59%), los chaparrales (28%) y los mezquitales (13%).

CUADRO VI-19



Poco más de 17 millones de hectáreas que eran bosques se dedican a usos agropecuarios no estabilizados. Estas áreas perturbadas representan el 12% de la superficie forestal y crece continuamente por el desmonte, la erosión, los incendios y la tala; "donde existía vegetación tropical, se han desmontado más de cinco millones de hectáreas".²⁵

La vegetación hidrófila (manglares, tulares, carrizales...) cubren 1.5 millones de hectáreas y representan sólo el uno por ciento de la superficie total forestal.

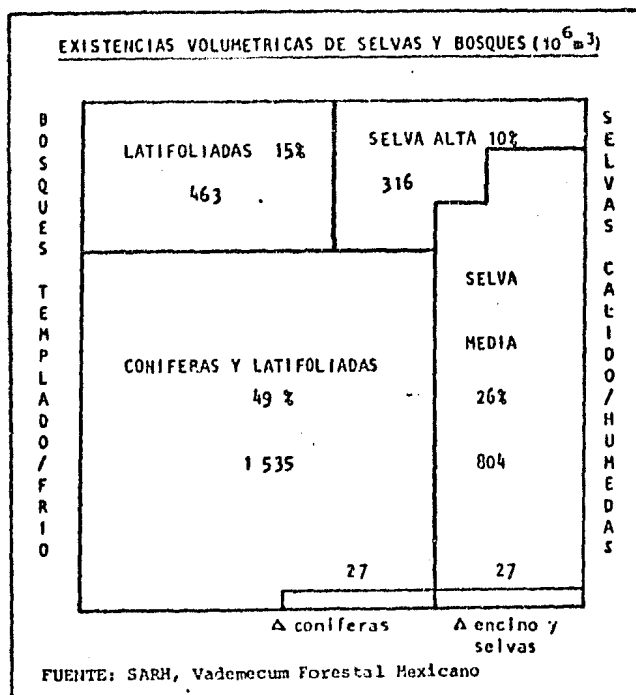
Las existencias volumétricas en bosques y selvas e incremento de coníferas estimadas para las zonas arboladas de la República Mexicana (tabla VIA-3) es de 3,117.5 millones de m³ en rollo, correspondiendo 2,000 millones (65%) a bosques de clima templado-frío (75% co-

níferas y latifoliadas, y 25% latifoliadas). Por su parte, las selvas de clima cálido-húmedo contienen un volumen estimado de 1,120 millones de m³ en rollo; de los cuales 72% se localizan en las selvas medianas y el 28% en las selvas altas. (Cuadro VI-20).

24. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Vademecum Forestal Mexicano (México, D.F.: SARH, 1982)

25. Salvador Vázquez R. "Recursos Forestales, uso actual, crecimiento, rendimiento y residuos", Simposio Internacional: La biomasa forestal, recurso natural renovable y fuente de energía, SARH-SFF, (México, D.F. 28-30 nov., 1981)

CUADRO VI-20



No hay estadísticas y estimaciones del volumen de madera en la superficie arbustiva y la de matorrales, pero sí del incremento anual de los bosques de pino y oyamel que asciende a 27 millones de m^3 de madera en rollo.

"Para las especies hojosas de clima templado y de especies tropicales, se estima conservadoramente, una disponibilidad similar; correspondiendo seis millones de m^3 principalmente a encino y 20 millones a crecimiento de selvas".²⁶

La distribución estatal de los bosques de clima templado corresponde en orden de importancia a Chihuahua, Durango, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Michoacán que son los estados donde se encuentran la Sierra Madre Occidental y que reportan la mayor superficie y volumen de recursos forestales. Le sigue el eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur con menor superficie y volumen.

El 70% de las selvas se localiza en la región sureste del país, el resto en las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico; tenemos como los estados más importantes a: Campeche, Chiapas, Veracruz y Quintana Roo.

La superficie arbustiva más extensa se localiza en Sonora y Durango y le siguen en orden de importancia Guerrero, la península de Baja California y Oaxaca. El área arbustiva corresponde a regiones áridas y semi-áridas sobre todo del norte y noroeste del país y cubre los estados de Coahuila, Chihuahua, Sonora, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Baja California Norte y Sur. El área de la vegetación hidrófila se sitúa en las regiones pantanosas de Tabasco, Campeche y Veracruz en el sureste, y Sinaloa y Nayarit en el noroeste.

De esta manera la superficie forestal total representa 73% del territorio nacional, el resto lo componen las tierras de cultivo, las áreas urbanas y en menor grado las regiones lacustres y las que carecen de vegetación.

Finalmente, de acuerdo con el Vademecum Forestal el incremento de coníferas -pino y oyamel- es de 27 millones de m^3 en rollo; Salvador Vázquez Reta por su parte estima una disponibilidad similar de especies de clima templado y selvas. Podemos considerar entonces que potencialmente se puede usar esos volúmenes para fines energéticos, esto es, alrededor de 54 millones de m^3 de madera en rollo, equivalentes a 121.5×10^{12} Kcal ó 82 MMBPCE al año.

3. Residuos y desechos.

La explotación de los bosques, los suelos agrícolas y en general todas las actividades humanas dejan cantidades significativas de residuos que pueden ser recolectados para usos energéticos. En México a la mayor parte de esos residuos se les dan otros usos que incluyen comida para animales, fertilizantes, productos de aglomerados, control de la erosión, acondicionantes del suelo, materia prima en la industria, etc. Otros desechos líquidos u orgánicos, como los desechos humanos, de los rastros o industrias alimenticias son arrojados al drenaje y sirven indirectamente como abono o van al mar después de contaminar el suelo y agua de los sitios que recorren. Resulta ocioso decir que dichos desechos se podrían usar para fines energéticos. Con la poca información con que se cuenta en el país referente a estos recursos, hemos hecho estimaciones gruesas de la potencialidad energética de los desechos forestales, agrícolas, animales y humanos, industriales y urbanos, aunque por supuesto no quiere decir que de ahora en adelante se dediquen completamente a proporcionar energía, puesto que esto entra en competencia con el uso tradicional que han tenido. De cualquier manera esta estimación sirve para establecer un potencial "teórico" del que se podría definir con base en mayores investigaciones y datos más confiables y precisos un potencial "identificado" y uno "económicamente aprovechable."

a) Residuos de la explotación forestal y de la industria de la madera.-Los residuos de la madera provienen de dos fuentes: de la oferta del bosque y selvas y de la producción maderable. Por supuesto no se tiene registro de generación y producción de estos recursos e incluso es difícil hacer estimaciones. Salvador Vázquez Reta²⁷ realizó una estimación para 1978 y 1979, y sobre esos valores proyectó una futura oferta hasta el año 2000. Sus resultados se muestran en la tabla del cuadro VI-21

CUADRO VI-21

| RESIDUOS DE MADERA | | | | | |
|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| MILES DE M ³ | | | | | |
| CONCEPTO | 1978 | 1979 | 1982 | 1985 | 2000 |
| DE LA PRODUCCION | 4763 | 4917 | 5520 | 5375 | 9500 |
| DE MONTE (15%) | 1244 | 1305 | 1680 | 1875 | 3900 |
| DE DESMONTE | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 |
| INDUSTRIALES | 1039 | 1112 | 1340 | 1500 | 3100 |
| DE LA OFERTA BOSQUE | — | — | 20000 | 19750 | 19250 |
| DE MONTE CONIFERAS | — | — | 4200 | 4050 | 3750 |
| INDUSTRIALES | — | — | 3300 | 3200 | 3000 |
| LATIFOLIADAS (50%) | — | — | 10000 | 10000 | 10000 |
| DE DESMONTES | — | — | 2500 | 2500 | 2500 |

FUENTE - Salvador Vazquez R. 1981

Como en todo ciclo biológico, los árboles y vegetales del bosque nacen, crecen, se reproducen y mueren; en este proceso se producen desechos que bien pueden ser árboles viejos, ramas secas, árboles destrozados por las fuerzas naturales o animales del bosque. De esta producción primaria (u oferta del bosque) es de donde habitualmente se ha surtido el hombre para satisfacer sus necesidades energéticas. Si no se usa de esta manera, se pudre y pasa a formar parte

del suelo y abono natural. Regularmente no se tira un pino, encino o roble con el fin exclusivo de quemarlo, pues su contenido de humedad hace ineficiente la combustión. Si se hace esta maniobra casi siempre cumple con fines de construcción o industriales.

Cuando el hombre "limpia" algunas zonas boscosas para dedicarlas a la agricultura o ganadería lo hace de dos maneras: quema la zona o arrasa con árboles, arbustos y plantas, los apila para que se sequen y posteriormente los usa como leña. Estos últimos son los residuos de desmonte,

De la misma manera cuando explota un bosque con diversos fines como pueden ser para celulosa, tableros, postes, aserrío, chapas, etc., deja ahí mismo productos de la madera desperdiciados en el corte: ramas pequeñas y medianas, hojas, trozos de la tala, raíces, etc. Se calcula que el 15% de un árbol en pie queda en el bosque después que ha sido cortado y transporta al aserradero, y es to cuando se hace de manera eficiente. En el proceso de industrialización, la madera no está exenta de desperdicios: los procesos de serrar, talar, pulir, cortar, entre otros, dejan residuos de los cuales, un cierto porcentaje es aprovechado en la fabricación de tableros, aglomerados y material de empaque. Sobre todos estos desechos no se lleva una contabilidad más que de manera parcial en la producción industrial y no es precisa. En el cuadro VI-22 se estipulan las estimaciones sobre este potencial.

CUADRO VI-22

| DESPERDICIOS Y RESIDUOS DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL | | | |
|---|-------------------|--------|------------------------|
| DE MADERA (m ³ rollo) | | | |
| | Desperdicios ind. | | Residuos |
| | I | II | III |
| 1977 | 94 000 | 84 480 | n.d. |
| 1978 | 45 500 | 16 223 | 1 039 000 |
| 1979 | 36 000 | 2 311 | 1 112 000 |
| 1980 | n.d. | 1 411 | n.d. |
| 1981 | n.d. | 728 | n.d. |
| 1982 | n.d. | n.d. | 1 340 000 ^e |

e. estimado

I. Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura, Memoria Económica 1979-1980. Citado en la "Economía Mexicana en Cliras. NAFINSA.

II. Dirección General de Información y Sistemas Forestales, SARH, citado en Agencia Estadística 1981 y Anuario Estadístico 1980, SPP.

III. Salvador Vazquez Reta. Recursos Forestales Uso actual, Crecimiento, Rendimientos y Residuos.

Si consideramos que los residuos totales de la explotación de madera en 1979 -alrededor de cinco millones de m³- se dedicaran a usos energéticos, tenemos 11.2 X 10⁶ Kcal, (ver apéndice metodológico). El uso de estos residuos permitiría ahorrar 7.6 MMBPCE anualmente.

b. Residuos agrícolas.- La producción agrícola tanto para alimento como para forrajes deja un cierto porcentaje de residuos a los que también puede darse un uso energético. La table VIA-4 contabiliza la producción promedio en los Estados Unidos de los residuos de algunos cultivos destinados a la alimentación en 1976. Como las productividades

en México no son las mismas supondremos como aproximación gruesa, que el rendimiento por hectárea es la mitad, hecho que se aprecia en la parte derecha de la tabla referida.

De acuerdo a los valores adoptados para México, podemos establecer grosso modo el volumen de residuos de la producción nacional de cereales (promedio 1970-1978), hecho que se ilustra en el cuadro VI-23. A partir de esto tenemos que se producen anualmente 28 millones de toneladas de residuos agrícolas. Asignándoles un valor calórico de 4,250 Kcal/Kg (lo mismo que al bagazo de caña) tenemos un potencial renovable de 120 X 10¹² Kcal. Otros residuos agrícolas de la producción de alimentos se obtienen, por ejemplo, de los cultivos de arroz y caña de azúcar u otros cuyo fin es industrial como el algodón o coco. El cuadro VI-24 contabiliza la producción promedio de esos y otros productos.

Este tipo de explotación agrícola arroja un potencial de 10.3 millones de toneladas equivalente a 44 X 10¹² Kcal anuales. Existen otros subproductos de

CUADRO VI-23

| PRODUCCION ANUAL DE PAJA DE CEREALES ¹ | | | |
|--|---|-------------------|----------------------------------|
| | Superficie Cosechada ² (mil ha) | Residuos Tn/ha | Residuos Totales (mil Tn) |
| Trigo | 753 | 2.0 | 1 506 |
| Arroz | 168 | 3.2 | 538 |
| Maiz | 7 192 | 3.3 | 23 734 |
| Avena | 57 | 2.5 | 142 |
| Cebada | 259 | 3.0 | 777 |
| Sorgo | 1 224 | 1.0 | 1 224 |
| Soya | 238 | 0.6 | 143 |
| TOTAL | | | 28 064 |
| <p>1. no se tomaron en cuenta cultivos forrajeros 2. promedio del área cultivada de 1970 a 1978</p> | | | |
| <p>FUENTE: Elaboraciones propias con datos de la tabla VIA-4 y de la SARH.</p> | | | |

otros cultivos pero estos son los más representativos por la extensión sembrada y la cantidad de residuo que dejan. Los residuos totales agrícolas contabilizan potencialmente, alrededor de 164×10^{12} kcal que equivalen a 110 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

CUADRO VI-24

| * PRODUCCION ANUAL DE RESIDUOS AGRICOLAS | | |
|--|----------------------|--------------------|
| PRODUCTO | PRODUCCION mil Tn | RESIDUOS mil Tn |
| Arroz Palay ¹ cascarrilla | 400 | 136.0 |
| Cacahuete ² cascara | 80 | 31.2 |
| Semilla de algodón ³ cascarrilla | 723 | 152.0 |
| Aceltuna ⁴ huesillo | 10 | 3.0 |
| Cocotero de copra ⁵ fibra | 825 | 660.0 |
| Caña de azucar ⁶ bagazo | 27 000 | 9 254.0 |
| Cocotero de agua ⁷ fibra | 96 | 77.0 |
| TOTAL | | 10 313.2 |

1. 34% es cascarrilla; producción más baja desde 1972
 2. 39% es cascara; producción promedio 1970-1978
 3. 21% es cascarrilla; promedio 1965-1974
 4. 30% es huesillo. Este valor de producción es muy bajo (37 000 Tn en 1973) pero no se sabe que cantidad se industrializa con hueso.
 5. 80% es fibra.; producción promedio 1955-1974
 6. 34% es bagazo ; promedio nacional 1977-1981
 7. 80% es fibra. producción promedio 1955-1978

FUENTE: elaboraciones propias con datos de la SAPH

c) Desechos animales. - Las estadísticas nacionales no permiten diferenciar el peso y uso de la población animal doméstica. Las cifras de los últimos años aparecen en la tabla VIA-5.

Para hacer una estimación del biogas potencial con la de desechos de la población animal de México, usaremos los datos de la producción de heces de la tabla VIA-6. Estos valores varía, por supuesto con la buena o mala alimentación de los animales, tanto en calidad como en cantidad. Por ejemplo en un experimento para la viabilidad de un biodigestor construido en el país²⁸, la materia prima provenía del estiércol de diez vacas lecheras con un pesos promedio de 500 Kg por cabeza. La producción de heces al día era de 25 Kg con 15% de sólidos; este valor dista mucho de los valores de la tabla A-6 pues para un bobino del mismo peso pronostica más de 40 Kg; Además no se puede decir que esas vacas estuvieran mal alimentadas, pues su dieta consistía de 40 Kg de ensilado, 5.5 Kg de concentrado y tenían una producción lechera de 15 litros diarios. Entonces para hacer un cálculo teórico de la producción potencial de biogas se consideró que la población animal en México está

mal alimentada y "subdesarrollada", por lo que la producción de estiércol de los animales mexicanos es la mitad de los animales de referencia.

De esta manera, el potencial "bruto teórico" sería de 89.2×10^{12} Kcal o 60 millones de barriles de petróleo crudo equivalente y que se indica en el cuadro VI-25.

En estos cálculos se consideró que una tonelada de estiércol mixto fresco produce, de acuerdo a biodigestores probados en México y en el extranjero, por lo menos 50 m^3 y que un metro cúbico proporciona 5,000 Kcal en su combustión²⁹.

28. "Biodigestores anaeróbicos para comunidades rurales". Instituto Tecnológico de la Paz, Centro de Investigaciones Biológicas. Ponencia presentada en el Curso de actualización... op sit.

29. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, Red de comunicación para el desarrollo; fichero técnico 1. (México, D.F.: CEESTEM, 1980) ficha T 125.

CUADRO VI-25

| PRODUCCION DE HECEs DE ANIMALES DOMESTICOS (MEXICO) | | | | |
|---|----------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|
| ANIMALES | Estiercol/día ¹ | Estiercol/año | Población ¹ | Total |
| | Kg | Tn | 1980 mill | Estiercol/año mill Tn |
| Bovinos | 20 | 7.8 | 34.6 | 270 |
| Caballos | 10 | 4.0 | 6.2 | 24.8 |
| Asnos | 10 | 4.0 | 3.2 | 12.8 |
| Mulas | 10 | 4.0 | 3.1 | 12.4 |
| Porcinos | 4 | 1.5 | 16.9 | 25.4 |
| Caprinos | 0.5 | 190 Kg | 9.6 | 1.8 |
| Ovinos | 0.5 | 190 Kg | 6.5 | 1.2 |
| Aves | | | | |
| prod. huevo | 0.09 | 33 Kg | 70.6 | 2.3 |
| prod. carne | 0.14 | 51 Kg | 100.2 | 5.1 |
| Guajolotes | 0.30 | 110 Kg | 9.6 | 1.1 |
| T O T A L | | | | 356.9 |

1. elaboraciones propias con datos de la tabla VIA-6
2. Anuario Estadístico, SPP, 1980

El potencial "identificado" de este tipo de desechos podría ser el relacionado con la cantidad de estiercol que realmente es posible recolectar. Esta tarea por supuesto sería difícil realizar en los agostaderos donde los animales pastan libremente, no así en los establos y granjas. En estos lugares la recolecta es fácil y no se necesita mucho esfuerzo y tiempo, además de que la materia prima está muy cerca de donde se consume el biogas.

Sin embargo, no disponemos de un desglose de los animales en estas condiciones por lo que dejaremos para una futura investigación el potencial "identificado" y su impacto de aprovechamiento en la productividad agrícola, pues el subproducto principal de la biodigestión anaeróbica son líquidos y sólidos con una alta capacidad fertilizante, además de destruir las bacterias y agentes patógenos del estiercol.

d) Desechos humanos.- En cuanto a los desechos humanos, tenemos que la producción de estos asciende a 440 Kg al año con un contenido de 43.8 Kg de sólidos volátiles. Considerando que: 1) la población mayor de nueve años en 1980 llegó a 48 millones de habitantes, 2) que 0.45 Kg de sólidos volátiles pueden producir de 1.5 a 2.1 m³ de biogas³⁰, 3) se producen 44 Kg de sólidos volátiles per cápita al año y 4) un metro cúbico de biogas produce 5,000 Kcal, concluimos que los desechos humanos pueden proporcionar en forma potencial 49.3 X 10¹² Kcal anuales, algo así como 33 millones de barriles de petróleo crudo equivalente y este potencial crece año con año con el aumento de la población.

e) Desechos urbanos.- Desde que el hombre existe como especie ha dejado a su paso desechos animales, vegetales e inorgánicos, propios de su estilo de vida. Así, la basura "primigenia" consistía de huesos, piedras, madera que no contaminaban el ambiente. Con el desarrollo de la humanidad la cantidad y calidad de los desechos de la "civilización" aumentaron considerablemente hasta convertirse, hoy día, en tremendo problema para los centros urbanos. Los productos no biodegradables, productos de la era petrolera y su extraordinaria expansión ahogan a la sociedad de consumo y duplican la peligrosidad de los desechos.

Muchos métodos han sido diseñados para hacerle frente al difícil problema y pocos han sido satisfactorios. Los más socorridos han sido la industrialización de los desechos, reciclado de la basura y sus "entierros sanitarios". La quema abierta que fue la primera práctica utilizada empezó a constituirse en un serio problema de contaminación del agua, aire y tierra y dejó de usarse. Pero su principal defecto fue el no haber podido dar cuenta de los enormes volúmenes producidos en las grandes ciudades. En general, los dos primeros métodos dieron buena cuenta del problema, sin embargo, en México ninguno ha dado resul-

tado. En particular en la ciudad de México en ese aspecto -y en otros- es un caos. De acuerdo al Departamento de Planeación de la Dirección General de Salud Pública del Departamento del Distrito Federal, "la industria del composteo sólo trabaja al veinte por ciento de su capacidad, esto es, que de las quinientas toneladas de basura que podrían procesar, solamente se procesan cien!"³¹ Como dato curioso tenemos que la producción diaria de basura en el Distrito Federal es de 9,943 toneladas (1980).

En 1982 sólo existían plantas procesadoras de residuos sólidos en la ciudad de México, Monterrey, Guadalajara y Toluca. El uso final de los desechos tratados se dedicó a jardines y cultivos agrícolas. Ese mismo año la basura generada en el Distrito Federal superaba la del conjunto de los estados de Aguascalientes, Baja California Norte y Sur, Colima, Morelos, Nayarit, Querétaro, Quintana Roo, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas. La producción de basura en toda la República Mexicana en 1980 (cuadro VI-26) fue de 60,247 toneladas de basura al día y las estimaciones de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología sitúan en 85,180 toneladas al día la cantidad de desechos en 1990.

CUADRO VI-26

| CANTIDAD DE BASURA GENERADA POR ESTADO SELECCIONADO | | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | CENSO DE POBLACION 1980 | INDICE DE GENERACION Kgr/hab/día | PRODUCCION DE BASURA Tn/día |
| DI STRITO FEDERAL | 9 373 553 | 0.884 8 286.22 | 9 943.46 |
| MEXICO | 7 545 692 | 0.884 6 670.39 | 8 004.42 |
| VERACRUZ | 5 264 611 | 0.663 3 490.44 | 4 188.53 |
| JALISCO | 4 293 548 | 0.774 3 323.21 | 3 987.85 |
| PUEBLA | 3 279 960 | 0.663 2 174.61 | 2 609.53 |
| MI CHOACAN | 3 048 704 | 0.663 2 021.29 | 2 425.55 |
| RESTO DEL PAIS | | | 29 087.21 |
| TOTAL | | | 60 246.55 |

FUENTE: elaboraciones propias con datos de la Sria de Desarrollo Urbano y Ecología

Para establecer la potencialidad energética extraíble de tal magnitud de desecho es necesario conocer su composición. Sin embargo la información disponible es escasa. En la tabla VIA-7 se aprecian los subproductos de la basura de la ciudad de México y por categoría de consumidos. De ella se aprecia que al rededor del 50% es materia orgánica que puede usarse como materia prima en biodigestores, o secarse y quemarse en un horno para producir vapor y luego energía eléctrica.

El cartón y el papel representan el 25% y el resto otros materiales no biodegradables (vidrio, fierro, plásticos, etc.) y madera que constituye un porcentaje marginal de la composición total.

De esta manera se puede aprovechar potencialmente 11 millones de toneladas de desechos orgánicos y 4.4 de papel y cartón contenidos en la basura generada en 1980.

Considerando que los residuos urbanos biodegradables tuvieran un contenido de humedad de 52%, su poder calorífico sería alrededor de 2,220 Kcal/Kg y por lo tanto la cantidad de energía que se puede extraer con este material es de 0.067×10^{12} Kcal. De igual manera el cartón y el papel podrían proporcionar

0.063×10^{12} Kcal, usándose para este cálculo un poder calorífico de 4,163 Kcal/Kg para esos desechos.

A manera de conclusión podemos afirmar que como mínimo, con la basura generada en 1980, se podría haber obtenido 0.13×10^{12} Kcal, equivalentes a 0.0875 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Por supuesto, una gran proporción del papel y cartón se recicló para elaborar papel periódico u otros papeles; los compuestos de materia orgánica, a falta de un mejor uso, fueron pasto de las ratas y otros roedores; una ínfima parte se usaron como fertilizante- portadores de un sin número de enfermedades. "Según la Dirección de Fauna Nociva de la SSA, existen cuatro ratas por cada habitante del Distrito Federal...";³²

El uso energético de la basura no sólo ahorraría cantidades significativas de petróleo, sino ayudaría a crear empleos y mejorar la sanidad y bienestar de la población.

4. Suelos.

Los suelos en México presentan una enorme diversidad como consecuencia de la complicada estructura orográfica del país pues su composición depende de las condiciones geológicas, atmosféricas y geográficas de cada región.

CUADRO VI-27

| RECURSOS EDAFOLOGICOS MEXICO | | | | | |
|---|------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|--|
| TIPOS DE SUELO | AREA mill Ha. | % Superficie arable | % Superficie nacional | Presipitación pluvial mm/año | Vegetación |
| SUPERFICIE POTENCIAL ARABLE | 34.1 | 24.6 | 17.4 | 300 | |
| Desérticos y semi-desérticos (Sierozen) | 34.1 | 24.6 | 17.4 | 300 | matorrales, cactáceas y suculentas |
| Castaños (Chestnut) | 32.5 | 23.5 | 16.6 | 300 - 500 | zacates bajos |
| Negros | 30.0 | 21.7 | 15.3 | 600 - 1000 | amplia vegetación con alto valor agrícola |
| Pradera | 10.8 | 7.8 | 5.5 | 1 000 | pastos altos |
| Redzina | 9.2 | 6.6 | 4.7 | 1 500 | variable sub-tropical |
| Lateríticos, Terra Rosa y Gley | 21.9 | 15.8 | 11.2 | 1 750 | tropical húmedo |
| Total | 138.5 | 100.0 | 70.7 | | |
| SUPERFICIE NO ARABLE | | | | | |
| Cafes forestales y Podzólicos ¹ | 57.3 | | 29.3 | | bosques y zacates |
| SUPERFICIE TOTAL NACIONAL | 195.8 | | 100.0 | | |

1. Terreno montañoso con pendientes superiores al 25%, es decir, con escaso o nulo potencial agrícola

FUENTE: Cómo es México, Manuales de Información Básica de la Nación, SPP, México D.F., 1979

En cada suelo surgen distintos tipos de vegetación, fauna y en general ambientes típicos que determinan la explotación de los recursos naturales. Una clasificación de los suelos existentes en el país se muestra en el cuadro VI-27 de acuerdo a ella los suelos pueden dividirse en suelos de desiertos y semidesiertos, negros, de pradera, de redzina, lateríticos, terra Rosa, gley, cafés forestales y podzólicos.

Cabe señalar que el 70,7% de la superficie del territorio nacional (1,385,198 Km²) tienen suelos que se clasifican como arables, es decir, susceptibles de algún tipo de explotación agrícola productiva. El resto, los cafés forestales y podzólicos tienen escaso o nulo potencial agrícola.³⁴

No se ha establecido con precisión el monto exacto del área del territorio nacional dedicada a las diversas actividades productivas, pues además de no contar con cartas sobre el uso del suelo para todo el país, las tierras pasan de un tipo de explotación a otro: bosques a pastizales, tierras de cultivo a uso urbano o a semidesiertos, etc. También sucede que reciben dos o más usos, por ejemplo, las zonas forestales también sirven de agostadero. Además, y como en muchos casos, las estadísticas no concuerdan y no comprenden la totalidad de la nación.

CUADRO VI-28

| DISTRIBUCION DE LA TIERRA SEGUN SUS POSIBILIDADES DE USO (1940-1975) ¹ | | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|
| (Miles de Hectáreas) | | | | | | |
| Concepto | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1970 ² | 1975 |
| Tierras de Labor | 14 871 | 19 929 | 28 815 | 27 469 | 23 138 | 3 508 |
| riego | 1 899 | 2 504 | 3 515 | 4 734 | -- | - 320 |
| humedad | 965 | 842 | 893 | 1 084 | -- | -- |
| temporal | 12 007 | 16 583 | 19 407 | 21 651 | -- | 3 188 |
| Pastos | 56 172 | 67 379 | 79 092 | 69 788 | 74 499 | 2- 673 |
| en llanura | 24 470 | 28 087 | 33 016 | -- | 27 139 | -- |
| en cerros | 31 702 | 39 292 | 46 076 | -- | 47 360 | -- |
| Bosques | 37 815 | 38 836 | 43 678 | 18 478 | -- | 5 401 |
| maderables | 15 314 | 14 277 | 18 639 | -- | -- | -- |
| no maderables | 22 501 | 24 559 | 25 039 | -- | -- | -- |
| Incultas Productivas | 8 780 | 7 777 | 11 193 | 8 412 | 6 576 | -- |
| Incultas Improductivas | 10 810 | 11 597 | 11 304 | 20 488 | 15 797 | -- |
| Suceptible de abrirse al cultivo fácil y económicamente | -- | -- | -- | -- | 6 100 | -- |
| T O T A L | 128 448 | 145 518 | 169 082 | 144 635 | 139 868 | 10 090 |

FUENTE: 1. de 1940 a 1970 Estadísticas Básicas para la Planeación Agropecuaria y Forestal SARH, 1979.
para 1975: Comisión Nacional del Plan Nacional Hidráulico, 1975
2. Censo Agrícola y Ganadero 1970, SARH

34. Secretaría de Programación y Presupuesto, Cómo es México: serie, manuales de información básica de la Nación (México, D.F., SPP, 1980) pp. 105-109

El cuadro VI-28 muestra la distribución de la tierra según su potencialidad de uso. Conforme pasan los censos se tiene mejor información sobre el uso que se da a la tierra, pero a partir de 1970 se notan inconsistencias en la extensión de los bosques y en la metodología para contabilizar las áreas.

En donde existe cierto consenso en fechas recientes, es en el área que se puede dedicar a la agricultura: de acuerdo con el Plan Nacional Hidráulico existen 35,5 millones de hectáreas susceptibles de explotación agrícola, lo que representa 18% del territorio nacional y sólo el 26% respecto al tipo de suelos clasificados como arables. De esta superficie el 87% corresponde a agricultura de temporal y el resto a riego.³⁵ Esto da una idea de los problemas de falta de agua; no es de extrañar, pues más del 40% del país no capta arriba de 500 mm de precipitación pluvial al año cuando el mínimo indispensable para la agricultura de temporal más o menos segura en años normales es de 800 mm. Un estudio de la SARH estimó por su parte, que el 52% de la superficie nacional no recibe esa cantidad de lluvia³⁶; además, las lluvias están distribuidas en forma dispersa en el transcurso del año. Un desglose adicional de los 35 millones de hec-

tareas potencialmente agrícolas (cuadro VI-29) revela que sólo el 30% de ellas recibe suficiente lluvia para obtener cultivos óptimos sin riego extra.

CUADRO VI-29

| POTENCIAL AGRICOLA (M. Ha.) | | | |
|---|-------------------------|-----------------------|-----|
| POTENCIAL AGRICOLA TEORICO (por tipo de suelo) | 138.5 | | |
| POTENCIAL AGRICOLA IDENTIFICADO | 35.5 | | |
| Riego | 5.0 | | |
| Temporal | 30.0 | | |
| terreno plano | 20.0 | | |
| terreno montañoso | 10.0 | | |
| POTENCIAL AGRICOLA IDENTIFICADO (por el tipo de suelo) | PRECIPITACION mm/año | SUPERFICIE mil Ha. | % |
| Semidesértico | 300 | 8.8 | 25 |
| Alto riesgo productivo | 300 - 500 | 8.8 | 25 |
| Aceptable valor productivo | 600 - 1000 | 7.0 | 20 |
| Vocación Agrícola | 1000 - 1500 | 4.9 | 14 |
| Suelos tropicales y semi- tropicales | 1500 | 5.6 | 16 |
| T O T A L | | 35.0 | 100 |
| 1. De acuerdo con la tabla VI-27 | | | |
| FUENTE: Alejandro Aboltes P. <u>uno más uno</u> 15 de febrero de 1983 | | | |

Alrededor del 85% de las tierras de labor dependen de la intensidad y regularidad de las lluvias para producir sus frutos y sólo 15% contaban con agua de regadío. Pero, aún esta agua, su fría una gran concentración, producto de la "revolución verde": en Sonora, las tierras de riego constituyen el 78% de la superficie de labor, en Baja California Norte 55.2% y en Coahuila 42.6%; mientras que en 14 estados más del 85% de sus respectivas tierras de labor carecen de irrigación. Cinco estados (Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán) acapararon el 54% de las tierras de regadío.³⁷

En la superficie que actualmente se utiliza para fines agrícolas se cultiva básicamente cuatro productos

35. Secretaría de Programación y Presupuesto, La actividad económica en México (México, D.F.: SPP, 1981), p. 24

36. Angel Bassols, Recursos naturales de México; teoría, conocimiento y uso; 11 ed. (México, D.F.: Nuestro Tiempo, 1980) pp. 119-128.

37. SPP, Cómo es México, p. 107

que ocupan 62,5% de la superficie total cultivada; maíz con cerca de 7 millones de hectáreas y 42% de la superficie cultivada; frijol con 1,3 millones de hectáreas, sorgo con 1,2 y el trigo con cerca de un millón de hectáreas,

En cuanto a los pastos y bosques existe una fuerte disparidad en cuanto a las extensiones dedicadas a esta explotación. Según el Plan Nacional Hidráulico existían 25 millones de hectáreas de pastizales para alimentación del ganado y 52 millones de hectáreas de bosque. Por su parte del Vademecum Forestal Mexicano 1980 señala 17 millones de hectáreas cuyo uso era ganadero no establecido pero no indica qué fracción de las zonas arbustivas y de matorrales se usan como agostadero. De igual modo sitúa la extensión de bosques (superficie arbolada) en 40,5 millones de hectáreas.

Los estados que poseen mayores áreas de pastizales son Chihuahua, Sonora, Coahuila y Veracruz. La mayor extensión de bosques se hayan, como hemos visto, en Chihuahua, Durango, Chiapas y Campeche.

Según los datos de los censos agrícola y ganadero, las tierras incultas productivas, localizadas principalmente en zonas desérticas y semi-desérticas donde la vegetación son matorrales y arbustos y en menor proporción los bosques ascienden a más de 8 millones de hectáreas, de donde en 1981 se extrajeron 61,404 toneladas de productos industriales algunos de los cuales son hidrocarburos: brea o colofonia, cera de candelilla, ixtle de lechuguilla y palma, barbasco, cascalote, raíz de zacatón, capulín y tuna.³⁸

La utilización general de la superficie del país en 1976 de acuerdo a la FAO se muestra en el cuadro VI-30 que, por supuesto, no coincide más que en algunos rubros con las estadísticas anteriores.

CUADRO VI-30

| USO DEL SUELO EN MEXICO 1975 | | |
|------------------------------|---------------|-------|
| | miles de Has. | % |
| Tierras de labor | 28 000 | 14.2 |
| con riego | 4 479 | 16.0 |
| sin riego | 23 521 | 84.0 |
| ciclo corto | 26 220 | 93.6 |
| plantaciones | 1 780 | 6.4 |
| Praderas y Pastos | 67 000 | 34.0 |
| Superficie Forestal | 71 600 | 36.3 |
| Otras tierras ¹ | 30.655 | 15.5 |
| TOTAL | 197 255 | 100.0 |

1. Incluye tierras no utilizadas para fines agrícolas pero potencialmente productivas, tierras incultas, superficies edificadas, carreteras y otras no especificadas

FUENTE: SPP "Las Actividades Económicas de México vol 3, 1980.

De acuerdo a estos datos, en 1975 quedaban por abrir a la agricultura 7.5 millones de hectáreas, de las cuales siete eran de temporal y el resto de riego. Pero eso no quiere decir que se haya sembrado la superficie total hasta ahora abierta a la explotación agrícola; en 1975 la superficie cosechada llegó a 15.1 millones de hectáreas y suponiendo que se perdió el 30% del área sembrada -promedio nacional 1970- tenemos que la superficie cultivada ese año fue aproximadamente de 21 millones de hectáreas, esto representa el 60% de la tierra potencialmente cultivable. De acuerdo con la Comisión del Plan Nacional Hidráulico en 1975 la superficie total cultivable llegó a 16.8 millones de hectáreas.

Las productividades y rendimientos energéticos de algunos cultivos se ilustran en el cuadro VI-31. Estos datos junto con la disponibilidad de tierras permite diseñar

CUADRO VI-31

| Aboveground Dry Biomass Yields and Energy Equivalents of Selected Plant Species or Systems | | | | | |
|--|----------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Species | Location | Tons/acre/yr | Metric tons/ hectare/yr | 10 ¹² Btu/acre/yr* | 10 ¹² kcal/ha/yr* |
| Field maize (anhydrous) | Forest River | 30.8 | 68.7 | 46 | 79 |
| Forage sorghum (irrigated) | Kansas | 12 | 27 | 19 | 31 |
| Sweet sorghum | Mississippi | 8 | 20 | 14 | 24 |
| Forage corn (127-day season) | North Carolina | 7.5 | 17 | 11 | 19 |
| Hybrid corn | Illinois | 8 | 18 | 9 | 16 |
| Wheat (state) | Illinois | 29 | 65 | 41 | 69 |
| Sugarcane (state average) | Florida | 17.8 | 39.3 | 26 | 43 |
| Sugarcane (10-yr average) | Hawaii | 26 | 58 | 33 | 54 |
| Sugarcane (5-yr average) | Louisiana | 12.8 | 28.1 | 19 | 31 |
| Sudangrass | California | 18 | 40 | 24 | 40 |
| Alfalfa | New Mexico | 8 | 18 | 12 | 20 |
| Bamboo | Southeast Asia | 5 | 11 | 7 | 12 |
| Hybrid poplar (short rotation) 3 years old | Pennsylvania | 8.7 | 20 | 13 | 21 |
| Aspen (average (poplar) crop) 8 years old | Georgia | 3.7 | 8.3 | 5 | 8 |
| Black cottonwood 2 years old | Washington | 4.5 | 10 | 7 | 12 |
| Red alder (1-4 years old) | Washington | 10 | 22 | 14 | 23 |
| Eucalyptus spp. | California | 13.4 | 29.1 | 20 | 33 |
| Algae (fresh water and pond culture) | California | 29 | 65 | 41 | 69 |
| Tropical rain forest complex (average) | | 18.3 | 41.2 | 27 | 45 |
| Subtropical dry forest complex (average) | | 10.9 | 24.5 | 16 | 26 |
| World oceans (primary productivity) | | 8 | 18 | 9 | 15 |

* Assuming 20% moisture = 41,142,000 kcal/kg. Fuente: Handbook, Energy Solar.
 Source: Adapted from Ref. 1, p. 17.

"granjas de energía" con la finalidad de obtener biomasa suficiente y sustituir a los combustibles fósiles en usos energéticos y no energéticos. En el caso de México sólo existe un estudio global sobre estas posibilidades en el futuro y aún no se publica en el país.

Otros estudios también interesantes se han realizado para el aprovechamiento de las zonas áridas del país y que incluyen el cultivo de guayule, candelilla, barbasco, etc., de los que pueden extraerse hidrocarburos, pero cuyo estudio no ha tenido ese fin concreto³⁹. Esas tierras incultas productivas revisten un especial interés desde el punto de vista energético pues en ellas se cultivan algunas plantas que producen como ya vimos, hidrocarburos. En particular la especie Euphorbia Lathyris produce de 20 a 25 barriles de hidrocarburos por hectárea al año; crece en zonas desérticas, tiene la gran ventaja de ser salvaje y no necesita cuidados, ni fertilizantes. Si se sembrara un millón de hectáreas con esta planta (superficie pequeña comparada con la extensión potencial) se producirían de 20 a 25 millones de barriles de hidrocarburos por año con un potencial calórico de 37×10^{12} Kcal/año.

En cuanto al uso potencial del suelo para cultivar caña de azúcar para usos energéticos, el área de ese cultivo en los últimos diez años ha fluctuado alrededor de 450,000 Ha. lo que quiere decir que no se han abierto nuevas tierras a ese producto, aunque al parecer hay tierras adecuadas para ello. Esto explica las crecientes importaciones de azúcar. Por otra parte, sembrar caña para obtener alcohol rivalizaría fuertemente con el objetivo alimenticio. Por lo pronto no parece viable un proyecto semejante. Lo mismo se puede señalar para otros cultivos como el de maíz, remolacha, papa y sorgo.

Mientras la población no tenga resuelto su consumo alimenticio, y se siga importando cereales y alimentos primarios y no se cambien los patrones de consumo de energía, los cultivos con fines energéticos rivalizarán fuertemente con los cultivos alimenticios por el uso de la tierra y no prosperarán demasiado.

39. Véase por ejemplo "Natural resources and development in arid regions" (Boulder, Colorado: Enrique Campos-López y Robert J. Anderson, 1983) 362 pp.

En donde sí podrían llevarse a cabo cultivos energéticos con gran éxito es en las zonas lagunares y donde existe vegetación hidrófila. Esta porción de territorio suma más de 1,5 millones de hectáreas en las que se podría cultivar jacinto (lirio acuático) o algas.

D. ENERGIA SOLAR.

Cada día la tierra recibe cien mil veces más energía que la producida en todas las plantas de generación eléctrica en el mundo. La generación promedio es de 178,000 TW al año.

Actualmente el aprovechamiento generalizado de la energía solar es inco-
steable desde el punto de vista económico debido a los bajos precios de los com-
bustibles tradicionales y la electricidad. Su uso hoy se justifica en sitio y
zonas incomunicadas o apartadas donde los sistemas convencionales son muy cos-
tosos.

Sus aplicaciones incluyen el sector agrícola, industrial y doméstico⁴¹. En
el primero la energía solar puede contribuir significativamente en la produc-
ción, almacenamiento y conservación de productos agrícolas. Mediante sistemas
pasivos de climatización se pueden mejorar las condiciones ambientales para in-
crementar la producción de leche y cultivos en invernaderos, secando produc-
tos agropecuarios y marinos, ayudando a acabar con plagas y exceso de humedad.
Por medio de colectores de alta temperatura y ciclos termodinámicos apropiados
se pueden accionar bodegas frigoríficas y con sistemas fotovoltaicos bombear
agua para irrigación y generar electricidad.

En el sector industrial, cierto tipo de colectores pueden realizar el se-
cado de productos, así como proporcionar una fuente de calor para procesos in-
dustriales que requiern temperaturas inferiores a los 120°C, como sería el ca-
so de la industria farmacéutica y alimentaria. También la energía solar incur-
siona en el rango de temperaturas elevadas con sistemas de concentración y se-
guimiento del sol hasta alcanzar temperaturas de 3,000°C, aunque estos dispo-
sitivos aún son experimentales.

Finalmente en el sector doméstico la penetración de dispositivos solares
ayudaría en la climatización ambiental resultando más económicos que los sis-
temas convencionales, así mismo ayudaría a producir hielo y enfriamiento pasi-
vo de agua o productos, en cocinas solares. Con sistemas fotovoltaicos se lo-
gra generar energía suficiente para los requerimientos eléctricos de una vi-
vienda; una superficie de 10 m² de celdas solares con eficiencia del 10% sería
suficiente.

Convertir en calor y electricidad la radiación solar es el cometido de los
dispositivos solares y requiern, dada la intermitencia en la captación, de sis-
temas de almacenamiento como acumuladores eléctricos o térmicos.

41. Fuentes de energía nuevas y renovables; energía solar, en Energéticos: bo-
letín informativo del sector energético, 7 (julio de 1981) p. 4.

Las principales tecnologías para el aprovechamiento directo de la energía solar se pueden agrupar en cinco categorías: a) sistemas pasivos, b) colectores fijos, c) colectores móviles, d) sistemas fotovoltaicos y e) estanques solares.

Los sistemas pasivos involucran procesos de captación, distribución, descarga y almacenamiento de energía haciendo uso de los elementos arquitectónicos, por lo que resultan sumamente económicos. La transferencia de calor y de masa entre el medio ambiente y la edificación se realiza de manera natural.

Los sistemas a base de colectores utilizan, precisamente colectores solares que pueden ser planos o parabólicos. Los primeros están compuestos por una placa absorbente que se calienta al incidir sobre de ella la radiación solar. El calor se transmite a un fluido de trabajo que puede ser agua o aceite para usarse directamente o transferir su energía por medio de un convertidor. En los colectores parabólicos, la radiación incidente se concentra en un dispositivo por el que pasa el fluido de trabajo. Estos sistemas se hacen móviles o inmóviles (siguiendo al sol) de acuerdo a los requerimientos de energía.

Otro tipo son los estanques solares, depósitos que contienen agua con alto grado de salinidad de modo que se establece un gradiente térmico de 50 a 70° C pudiéndose aprovechar para generar calor y electricidad.

Además de los sistemas que aprovechan algunos ciclos termodinámicos, tenemos los sistemas fotovoltaicos accionados con fotoceldas. Estas contienen un dispositivo semiconductor que por medio del efecto fotoeléctrico convierten la energía solar en electricidad. La fotocelda es el elemento unitario que al unirse con otras celdas forma un panel cuya potencia de salida y capacidad de generación es variable pero su eficiencia aún se mantiene baja (del orden del 10%).

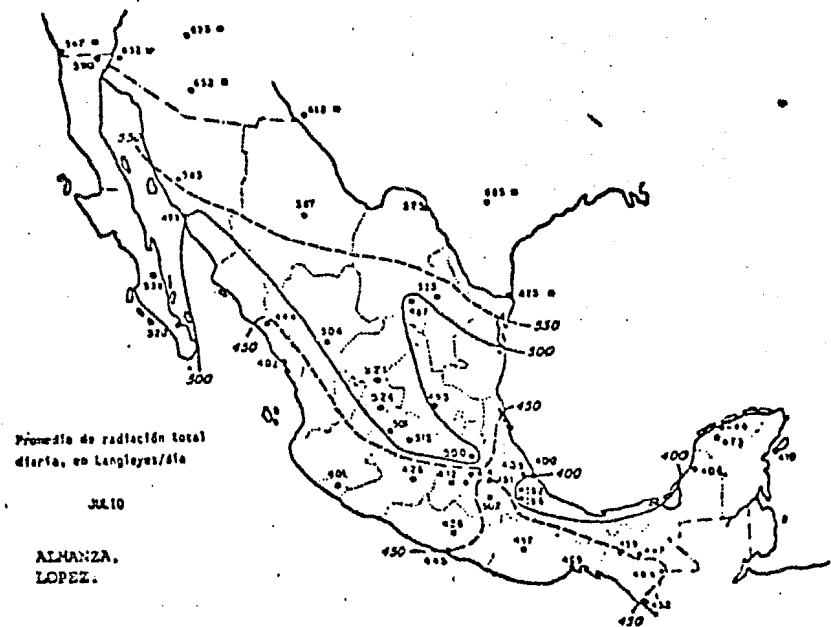
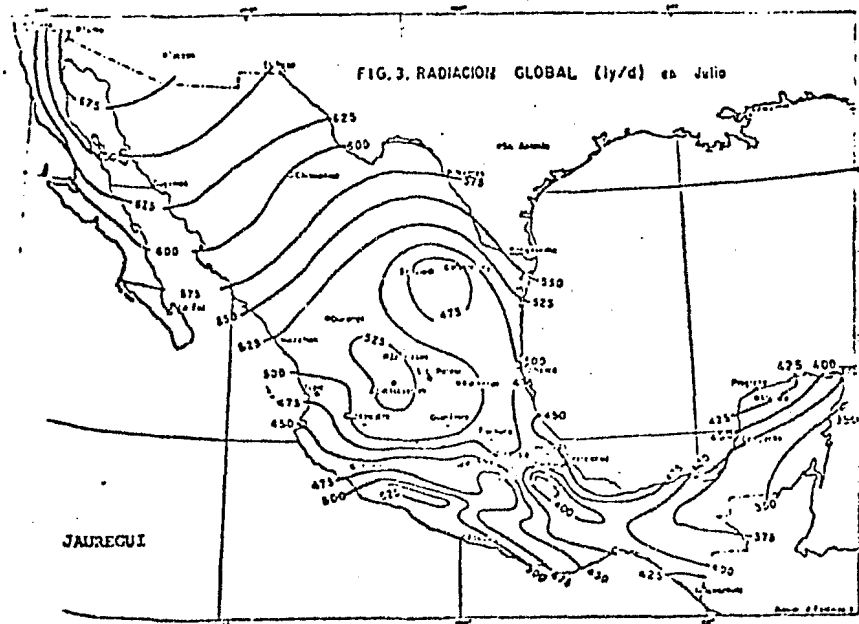
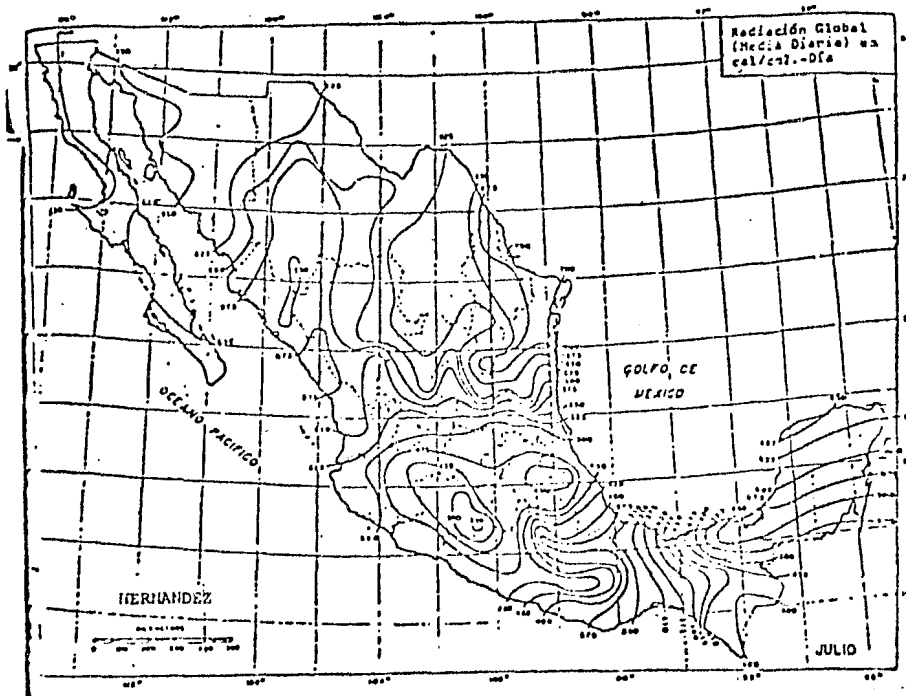
Actualmente las orientaciones tecnológicas se encaminan a disminuir los costos de materiales, aumentar la eficiencia de conversión, protección contra la degradación, estudio de los problemas de almacenamiento en sistemas de grandes potencias y problemas de interfase y control en los sistemas de gran capacidad instalada.

La República Mexicana, que se encuentra localizada entre los 14°33' y 32° 43' de latitud norte y tiene una superficie de casi dos millones de kilómetros cuadrados, comprende en gran parte de su territorio regiones de alta insolación. Existen por lo menos tres trabajos⁴² que indican los niveles de radiación sobre el territorio nacional. El primero de ellos se titula "Radiación solar global en la República Mexicana mediante datos de insolación", de R. Almanza y S. López del Instituto de Ingeniería de la UNAM, publicado en 1975⁴³; el segundo se titula "La distribución de la radiación global de México evaluada mediante la fotointerpretación de la nubosidad observada por satélites meteorológicos"⁴⁴, de

42. Citado por Jacinto Viqueira, op. cit. p. 30

43. Los datos de brillo solar se obtuvieron de 38 localidades y se correlacionaron con datos meteorológicos.

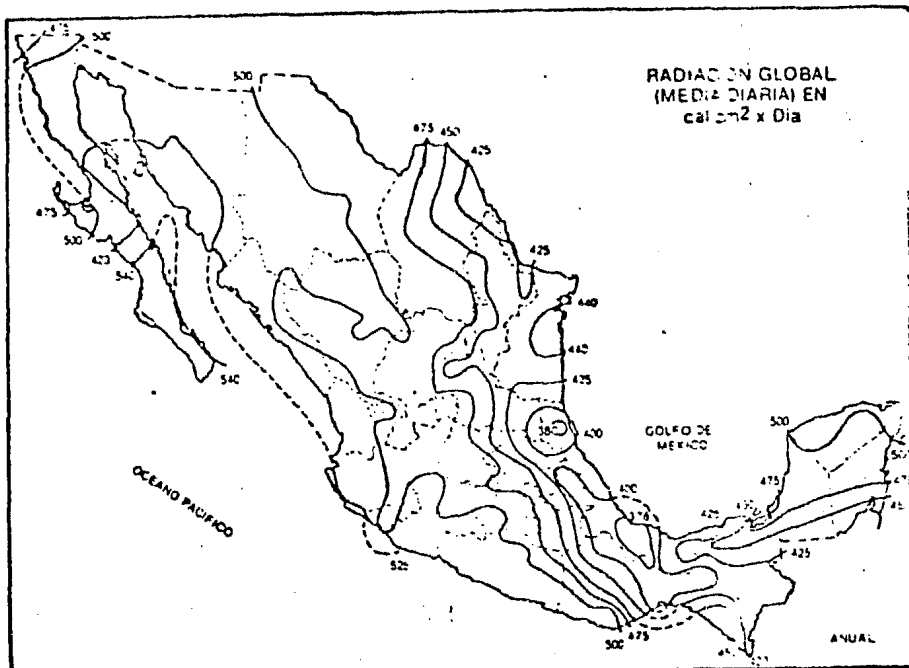
44. Se utilizó la información de los satélites Nimbus III y ESSA-8 para el periodo 1969-1971.



E. Hernández, del Instituto de Investigación de Materiales de la UNAM y publicado en 1976. El tercero data de 1977 y fue elaborado por I. Galindo y A. Charvez, del Instituto de Geofísica de la UNAM y titulado "Estudio del clima solar de la República Mexicana"⁴⁵

El mapa del cuadro VI-32 ilustra la radiación solar total en el mes de julio para todo el país de acuerdo a los tres trabajos citados más uno de E. Jáuregui. Como se observa, existen serias discrepancias en las evaluaciones. Los tres estudios se conjugaron para "establecer la distribución de la radiación solar global media diaria para cada mes del año y la distribución de la radiación media anual". Estos últimos resultados se llevaron a la Conferencia Mundial de Energía celebrada en Nairobi, Kenia y se establece como recurso potencial 400 a 500 cal/cm² en promedio diario para todo el país⁴⁶. (Cuadro VI-33).

CUADRO VI-33



El estudio de Almanza⁴⁷ indica una radiación diaria promedio de 316 cal/cm²/día. Considerando este valor para establecer un potencial solar teórico tenemos que por lo menos la energía solar puede proporcionar 1.15×10^{12} Kcal/Km² por año.

Para darnos una idea de los que esto significa, basta decir que una área de 1,067.8 Km² puede proporcionar el valor del consumo nacional de energía en 1982 que llegó a $1,228 \times 10^{12}$ Kcal. En cuanto a energía útil y suponiendo una eficiencia de 10% se necesitan 10,678 Km² de territorio,

un cuadrado de 103 Km por lado.

45. Se partió de los datos de insolación de 38 observatorios del Servicio Meteorológico Mexicano y 98 estaciones de la SARH.

46. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (S.T.) Trabajo presentado en la "Conferencia de las Naciones Unidas sobre fuentes de energía nuevas y renovables en Nairobi, Kenia (México, D.F.: SAHOP, 1981).

47. Tomado de Natural resources. op. cit.

E, ENERGIA EOLICA.

La energía eólica se produce por el gradiente de temperatura de la atmósfera y de las irregularidades de la superficie terrestre. Esta energía se concentra en ciertas regiones. Se estima el potencial técnico del viento al considerar la energía del viento disponible a alturas mayores a los 200 metros sobre el nivel de la tierra; geográficamente, se limitan las áreas a regiones continentales con 1,000 Km de costas entre los 50° latitud norte y 50° latitud sur.

Su mayor uso ha sido para bombear agua para irrigación, ahorrándose combustible, y en relación con alguna forma de almacenamiento de energía como baterías o sistemas hidroeléctricos de bombeo.⁴⁸

En localidades donde el viento sopla al amanecer y al anochecer puede aprovecharse para satisfacer el aumento de energía que se presenta a esas horas; lo mismo sucede con los vientos de invierno, para calefacción o los de verano, para refrigeración. Un factor que debe considerarse para los aspectos económicos es lo impredecible del viento y su atadura a regiones donde tiene las características necesarias para hacer posible el uso de energía.

Desde 1973 se han desarrollado las aeroturbinas y las máquinas generadoras utilizan los más importantes avances tecnológicos tanto en el diseño, material y control como en lo relativo a la carga del viento y el desempeño rot aerodinámico.

Las posibilidades de los sistemas de energía eólica son: para el bombeo de agua, incluso con vientos de velocidad media de 3 a 3.5 m/seg; para el suministro de energía eléctrica a comunidades aisladas combinándola con sistemas diesel de apoyo o de almacenamiento de energía e integrados a las redes de distribución de energía eléctrica reduciéndose el combustible quemado en las centrales o el agua derramada en las presas. Esta última aplicación requiere de vientos con velocidades elevadas, aproximadamente de 5 m/seg o más.

El poder del viento genera energía de alta calidad y su producto puede ser electricidad o energía mecánica almacenada. Hay tres aspectos principales en la tecnología de la energía eólica: tipo de máquina (de eje horizontal o eje vertical), objetivo (bombeo y desalación de agua, refrigeración, calefacción, generación de electricidad) y tamaño de la máquina (pequeña de 10 KW, mediana de 10 a 100 KW, de mediana a grande de 100 a 1,000 KW y grande de más de 1 MW).

La información sobre velocidades del viento en el país se encuentra concentrada en el Servicio Meteorológico Nacional. Esta información proviene de 87 observatorios meteorológicos y 3,480 estaciones climatológicas distribuidas por todo el territorio nacional.⁴⁹

Partiendo de esa información, en la División de Fuentes de Energía del Instituto de Investigaciones Eléctricas se han analizado los datos de velocidad má-

⁴⁸ "Fuentes de energía...", p. 12

⁴⁹ SAHOP, p.

CUADRO VI-34

Velocidad máxima, media y media dominante por estación en México;
fuente ref (12).

Medios de velocidad

| Estación meteorológica | Velocidad máxima (m/h) | | | | | Velocidad media del viento dominante (m/h) | | | | | Velocidad media (m/h) | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|--|-------|------|------|-------|-----------------------|-------|------|------|-------|
| | Inv. | Prim. | Ver. | Oto. | Anual | Inv. | Prim. | Ver. | Oto. | Anual | Inv. | Prim. | Ver. | Oto. | Anual |
| 1 Veracruz, Veracruz | 39.77 | 27.4 | 26.17 | 35.81 | 32.29 | 5.72 | 5.63 | 5.12 | 9.14 | 6.4 | 5.43 | 4.27 | 3.78 | 5.57 | 4.78 |
| 2 C. Oteyón, Sonora | 15.25 | 18.28 | 24.77 | 16.78 | 18.92 | 1.94 | 4.12 | 2.84 | 1.27 | 2.54 | 1.22 | 2.28 | 1.68 | 1.22 | 1.63 |
| 3 Mérida, Yucatán | 17.6 | 18.58 | 20.52 | 18.72 | 18.86 | 2.25 | 2.81 | 1.22 | 0.99 | 1.82 | 1.83 | 2.33 | 1.17 | 1.2 | 1.63 |
| 4 Lago de Moreno, Jalisco | 19.55 | 23.82 | 19.0 | 15.72 | 18.77 | 2.07 | 2.42 | 1.04 | 1.2 | 1.63 | 1.58 | 1.63 | 0.83 | 1.2 | 1.26 |
| 5 Mazatlán, Colima | 16.87 | 17.38 | 21.27 | 15.9 | 17.85 | 5.29 | 4.59 | 4.97 | 3.17 | 4.51 | 2.0 | 2.83 | 2.48 | 1.77 | 1.27 |
| 6 Chihuahua, Chihuahua | 19.95 | 19.04 | 14.51 | 16.37 | 17.54 | 4.78 | 5.85 | 3.11 | 2.88 | 4.00 | 3.03 | 2.98 | 1.45 | 1.77 | 1.13 |
| 7 Tampico, Tamaulipas | 21.15 | 16.3 | 12.0 | 19.26 | 17.2 | 3.73 | 3.0 | 2.33 | 2.52 | 2.9 | 1.65 | 1.53 | 0.93 | 1.21 | 1.21 |
| 8 Aeropuerto Internacional H. D.F. | 17.61 | 13.79 | 17.42 | 14.05 | 16.97 | 1.5 | 1.47 | 1.45 | 1.31 | 1.43 | 1.0 | 1.13 | 0.82 | 0.82 | 0.89 |
| 9 Guadalupe, Jalisco | 15.20 | 17.42 | 17.23 | 14.15 | 16.36 | 4.0 | 4.72 | 3.42 | 3.46 | 3.9 | 2.18 | 2.53 | 1.93 | 1.8 | 1.06 |
| 10 Cotzumel, Quintana Roo | 22.15 | 13.25 | 11.46 | 18.49 | 16.34 | 5.35 | 3.62 | 3.54 | 5.41 | 4.48 | 3.93 | 3.6 | 2.38 | 3.25 | 1.24 |
| 11 Jalapa, Veracruz | 17.33 | 16.77 | 14.05 | 16.72 | 16.23 | 2.13 | 2.11 | 2.31 | 2.06 | 2.15 | 1.1 | 1.1 | 1.17 | 1.28 | 1.1 |
| 12 Fichuca, Hidalgo | 17.91 | 16.35 | 14.91 | 14.21 | 15.67 | 5.41 | 6.21 | 6.93 | 3.67 | 5.57 | 4.78 | 4.27 | 4.9 | 3.52 | 1.29 |
| 13 Campeche, Campeche | 17.5 | 14.93 | 16.55 | 13.97 | 15.74 | 3.07 | 3.87 | 2.64 | 2.67 | 3.11 | 2.85 | 2.75 | 1.7 | 1.52 | 1.2 |
| 14 Tuxtla, Veracruz | 17.92 | 15.46 | 11.57 | 16.2 | 15.20 | 6.0 | 4.09 | 3.46 | 3.73 | 4.32 | 3.1 | 2.77 | 1.97 | 2.11 | 1.5 |
| 15 Coahuililla, Veracruz | 22.94 | 11.1 | 12.84 | 14.27 | 15.31 | 4.20 | 2.87 | 2.89 | 3.48 | 3.4 | 2.58 | 1.95 | 1.95 | 2.4 | 1.22 |
| 16 Monterrey, Nuevo León | 17.9 | 14.98 | 13.8 | 13.01 | 14.92 | 2.73 | 3.81 | 3.78 | 0.89 | 2.25 | 1.69 | 2.33 | 1.82 | 0.87 | 0.57 |
| 17 Colotlán, Jalisco | 15.32 | 17.69 | 13.67 | 12.63 | 14.87 | 4.76 | 3.43 | 3.03 | 2.25 | 3.33 | 1.4 | 2.07 | 0.43 | 0.53 | 1.15 |
| 18 Villahermosa, Tabasco | 18.33 | 10.17 | 12.07 | 16.87 | 14.26 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 Progreso, Yucatán | 14.89 | 14.21 | 14.44 | 12.59 | 14.13 | 1.29 | 2.23 | 0.98 | 1.54 | 1.75 | 1.52 | 1.15 | 0.7 | 1.22 | 1.18 |
| 20 Guaymas, Guaymas | 14.33 | 15.25 | 12.15 | 13.53 | 13.81 | 3.58 | 4.26 | 5.42 | 3.57 | 3.71 | 2.53 | 2.85 | 2.97 | 2.21 | 1.68 |
| 21 Isla Guadalupe, Baja California Norte | 14.78 | 14.14 | 13.33 | 12.76 | 13.76 | 3.09 | 3.85 | 3.25 | 3.32 | 3.37 | 2.61 | 3.66 | 3.05 | 2.42 | 1.93 |
| 22 Oaxaca, Oaxaca | 15.2 | 13.55 | 11.97 | 13.9 | 13.65 | 2.45 | 2.3 | 1.95 | 2.72 | 2.36 | 2.07 | 1.53 | 1.75 | 2.3 | 1.51 |
| 23 Tacuicán, Distrito Federal | 13.91 | 15.92 | 12.29 | 11.08 | 13.57 | 2.0 | 2.0 | 1.64 | 1.79 | 1.86 | 1.55 | 0.85 | 0.75 | 0.7 | 0.73 |
| 24 Puebla, Puebla | 15.09 | 12.85 | 11.95 | 11.63 | 12.89 | 1.92 | 1.67 | 1.58 | 1.25 | 1.03 | 0.23 | 1.33 | 1.2 | 1.47 | 1.38 |
| 25 Chapingo, México | 15.3 | 12.85 | 8.66 | 13.05 | 12.56 | 2.81 | 2.61 | 1.29 | 1.54 | 2.06 | 1.25 | 1.1 | 0.85 | 0.52 | 0.3 |
| 26 Acapulco, Guerrero | 10.72 | 12.65 | 15.04 | 11.07 | 12.37 | 1.55 | 1.78 | 1.49 | 1.32 | 1.62 | 1.1 | 1.45 | 1.48 | 0.9 | 0.73 |
| 27 Tehuacan, México | 13.61 | 12.63 | 10.57 | 11.02 | 11.26 | 3.62 | 2.3 | 2.29 | 2.21 | 2.85 | 1.22 | 1.1 | 0.82 | 0.77 | 0.86 |
| 28 Durango, Durango | 16.14 | 11.82 | 9.57 | 10.65 | 11.89 | 3.41 | 2.51 | 1.56 | 1.69 | 2.29 | 1.7 | 1.92 | 1.02 | 1.02 | 1.12 |
| 29 Cd. Chetumal, Quintana Roo | 10.63 | 11.33 | 14.28 | 11.17 | 11.85 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 30 San Luis Potosí, S.L.P. | 14.26 | 13.08 | 9.46 | 10.03 | 11.71 | 3.34 | 3.48 | 3.2 | 2.93 | 3.34 | 2.43 | 2.55 | 2.0 | 1.87 | 1.21 |
| 31 Isla Socorro, Colima | 8.52 | 9.88 | 16.5 | 11.55 | 11.64 | 3.45 | 3.58 | 3.44 | 4.09 | 3.64 | 2.95 | 3.03 | 3.08 | 3.55 | 3.1 |
| 32 León, Guanajuato | 11.82 | 13.6 | 11.03 | 9.94 | 11.58 | 1.74 | 1.79 | 1.26 | 0.97 | 1.44 | 1.03 | 1.35 | 0.3 | 0.87 | 1.32 |
| 33 Querétaro, Querétaro | 11.98 | 12.42 | 11.3 | 9.13 | 11.21 | 1.15 | 1.14 | 0.97 | 0.95 | 1.05 | 0.53 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.54 |
| 34 Ciudad Lerdo, Durango | 14.4 | 13.51 | 7.59 | 8.63 | 11.13 | 2.09 | 1.96 | 1.81 | 1.64 | 1.88 | 1.32 | 1.35 | 1.02 | 0.97 | 1.15 |
| 35 Aguascalientes, Ags. | 13.83 | 12.53 | 9.8 | 8.1 | 11.06 | 3.62 | 2.75 | 2.05 | 2.02 | 2.61 | 2.35 | 2.25 | 2.02 | 1.72 | 1.31 |
| 36 Universidad Autónoma de Puebla | 11.76 | 11.86 | 10.76 | 9.7 | 11.02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 37 Matamoros, Tamaulipas | 11.78 | 10.17 | 10.17 | 11.47 | 10.9 | 3.69 | 3.81 | 2.18 | 4.1 | 3.44 | 3.23 | 2.97 | 1.83 | 2.77 | 1.09 |
| 38 La Paz, Baja California Sur | 12.2 | 9.19 | 10.84 | 11.0 | 10.21 | 3.07 | 2.09 | 1.74 | 1.93 | 1.95 | 1.77 | 1.93 | 1.53 | 1.1 | 1.3 |
| 39 Tapachula, Chiapas | 9.31 | 12.07 | 12.11 | 9.11 | 10.2 | 1.07 | 1.5 | 1.46 | 1.5 | 1.23 | 1.5 | 1.48 | 1.38 | 1.2 | 1.12 |
| 40 La Balsa, Zacatecas | 12.89 | 11.66 | 11.5 | 6.9 | 10.63 | 4.84 | 4.19 | 3.74 | 3.02 | 3.95 | 5.83 | 4.2 | 3.77 | 2.5 | 1.17 |
| 41 Salina Cruz, Oaxaca | 12.06 | 9.37 | 8.81 | 11.61 | 10.46 | 6.57 | 5.13 | 6.69 | 7.84 | 6.58 | 3.75 | 3.13 | 2.87 | 4.28 | 1.53 |
| 42 Morelia, Michoacán | 12.9 | 9.44 | 8.59 | 9.23 | 10.04 | 2.84 | 1.97 | 1.22 | 2.18 | 2.2 | 1.68 | 1.63 | 1.42 | 1.21 | 1.12 |
| 43 Saltillo, Coahuila | 9.7 | 11.77 | 9.1 | 9.41 | 10.01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 44 Chilpancingo, Guerrero | 10.0 | 10.1 | 10.37 | 8.83 | 9.84 | 6.13 | 6.27 | 5.5 | 5.75 | 5.91 | 4.7 | 5.03 | 4.27 | 3.67 | 1.12 |
| 45 Tulancingo, Hidalgo | 10.4 | 10.05 | 9.23 | 9.09 | 9.81 | 2.72 | 3.37 | 3.14 | 2.53 | 3.02 | 2.13 | 2.3 | 2.37 | 2.4 | 1.24 |
| 46 Puerto Carriz, Baja California Sur | 9.41 | 10.6 | 10.49 | 8.74 | 9.81 | 1.87 | 2.36 | 3.74 | 1.65 | 1.9 | 1.79 | 2.38 | 1.58 | 1.21 | 1.28 |
| 47 Torreón, Coahuila | 10.49 | 11.53 | 8.46 | 8.54 | 9.75 | 2.53 | 3.07 | 2.71 | 2.69 | 2.75 | 2.1 | 2.15 | 2.25 | 1.7 | 1.05 |
| 48 Colima, Colima | 8.98 | 9.41 | 9.28 | 8.09 | 9.11 | 6.55 | 6.59 | 4.48 | 0.35 | 0.49 | 1.02 | 1.05 | 0.83 | 0.71 | 0.71 |
| 49 Guaymas, Sonora | 10.25 | 9.08 | 7.7 | 8.97 | 9.07 | 1.73 | 1.88 | 1.74 | 1.39 | 1.63 | 1.3 | 1.27 | 1.13 | 0.92 | 1.14 |
| 50 Orizaba, Veracruz | 9.81 | 8.29 | 7.47 | 9.2 | 8.61 | 1.32 | 1.11 | 1.37 | 1.2 | 1.25 | 1.05 | 0.87 | 0.85 | 1.02 | 1.1 |
| 51 Mazatlán, Sinaloa | 8.3 | 6.77 | 9.2 | 8.76 | 8.76 | 3.03 | 2.87 | 3.1 | 2.77 | 2.84 | 1.97 | 2.1 | 2.08 | 2.42 | 1.15 |
| 52 Tlaxcala, Tlaxcala | 8.67 | 8.02 | 6.51 | 8.5 | 7.92 | 3.94 | 2.29 | 1.46 | 2.25 | 2.52 | 1.92 | 1.25 | 0.72 | 1.42 | 1.22 |
| 53 Sola de Larrea, Tamaulipas | 8.67 | 8.37 | 5.97 | 6.74 | 7.44 | 3.36 | 3.25 | 2.27 | 2.72 | 2.9 | 2.37 | 2.28 | 1.77 | 1.67 | 1.17 |
| 54 Puerto Ángel, Oaxaca | 8.48 | 8.27 | 5.79 | 6.02 | 7.14 | 0.49 | 0.49 | 0.17 | 0.19 | 0.33 | 0.27 | 0.58 | 0.57 | 0.17 | 1.4 |
| 55 Huixtla, Jalisco | 7.51 | 7.85 | 5.65 | 6.37 | 6.98 | 3.82 | 3.7 | 2.5 | 3.45 | 2.81 | 2.78 | 2.63 | 1.95 | 2.62 | 1.15 |
| 56 San Verde, San Luis Potosí | 6.2 | 6.62 | 6.88 | 7.32 | 6.75 | 0.98 | 0.75 | 0.9 | 0.96 | 0.83 | 0.47 | 0.18 | 0.35 | 0.28 | 1.13 |
| 57 Isla María Madre, Nayarit | 5.84 | 5.54 | 10.17 | 5.32 | 6.72 | 0.78 | 1.18 | 0.57 | 0.63 | 0.79 | 0.63 | 0.57 | 0.53 | 0.42 | 1.15 |
| 58 Cardenas, Veracruz | 7.78 | 6.63 | 5.73 | 5.4 | 6.45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 59 Toluca, Coahuila | 6.62 | 6.44 | 4.9 | 5.47 | 5.97 | 1.68 | 1.62 | 1.54 | 1.26 | 1.55 | 1.22 | 1.57 | 1.26 | 1.08 | 1.13 |
| 60 Culiacán, Sinaloa | 4.57 | 5.27 | 7.82 | 5.56 | 5.94 | 1.76 | 2.28 | 1.67 | 1.84 | 1.95 | 1.48 | 1.62 | 1.63 | 1.48 | 1.16 |
| 61 Tuxtla Gutierrez, Chiapas | 5.71 | 5.38 | 4.95 | 5.34 | 5.74 | 2.07 | 2.14 | 1.78 | 2.05 | 2.01 | 2.0 | 1.81 | 2.25 | 1.23 | 1.18 |
| 62 Sarulá, Jalisco | 5.45 | 5.24 | 5.0 | 5.13 | 5.21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 63 Hermosillo, Sonora | 5.45 | 4.55 | 5.24 | 5.18 | 5.11 | 0.93 | 0.94 | 0.92 | 1.03 | 0.97 | 0.57 | 0.95 | 0.93 | 0.96 | 1.13 |
| 64 Ensenada, Baja California Norte | 5.03 | 5.74 | 4.62 | 4.7 | 5.02 | 1.93 | 2.36 | 1.84 | 1.31 | 1.26 | 0.79 | 0.75 | 0.63 | 0.33 | 1.15 |
| 65 Comitan, Chiapas | 4.51 | 4.99 | 4.58 | 3.62 | 4.42 | 1.08 | 1.08 | 1.46 | 1.31 | 1.21 | 0.67 | 0.6 | 0.82 | 0.97 | 1.14 |
| 66 Cd. Guzmán, Jalisco | 4.03 | 4.45 | 3.38 | 3.63 | 3.93 | 1.09 | 1.12 | 0.0 | 0.2 | 0.56 | 0.93 | 0.55 | 0.3 | 1.17 | 1.13 |
| 67 Cd. Las Casas, Chiapas | 3.69 | 2.89 | 2.82 | 3.61 | 3.25 | - | - | - | - | - | 0.6 | 0.57 | 1.07 | 0.9 | 1.2 |
| 68 Tepic, Nayarit | 2.77 | 3.26 | 3.44 | 2.81 | 3.07 | 1.51 | 1.72 | 1.61 | 1.48 | 1.58 | 1.05 | 0.98 | 1.02 | 1.0 | 1.2 |

xima, media y dominante registrados durante un periodo de 16 años (1961-1976) por 68 observatorios y 96 estaciones. Una revisión de la confiabilidad de esa información condujo a la conclusión de que la única información de fiar es la de los observatorios meteorológicos⁵⁰. Esta se presenta en el cuadro VI-34 y se deduce que existen localidades adecuadas para la instalación de aerogeneradores grandes. En orden de importancia se halla Veracruz, Ver., Pachuca, Hgo., Chilpancingo, Gro., Cozumel, Q.R. y Salina Cruz, Oax.

En el artículo "Estudio preliminar del viento en México", publicado en el número de agosto/septiembre de 1980 del Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas, de donde se tomó la información anterior, se concluye⁵¹: "Si bien es limitada en número la información de los observatorios meteorológicos, son suficientes para hacer una regionalización gruesa de los vientos en la capa superficial sobre el territorio nacional, apoyándose en conocimientos de la física de la capa límite atmosférica y procesos computacionales de simulación. Esta información dará la pauta preliminar para planear y desarrollar estudios específicos sobre el viento en zonas y regiones delimitadas, orientados a establecer con mayor precisión el potencial energético eólico y las otras características de interés específico".

En relación con lo anterior, el grupo de trabajo en energía eólica de la División de Fuentes de Energía del Instituto de Investigaciones Eléctricas ha realizado el "Estudio preliminar y potencial de La Ventosa, Oax., para el aprovechamiento de la energía eólica", publicado en el número del Boletín de IIE antes citado.

Se reproducen a continuación algunos párrafos de dicho estudio:

"El lugar de la República Mexicana que cuenta con las condiciones de mayor intensidad de viento a lo largo del año es aparentemente la zona de La Ventosa, en Oaxaca. La información sobre condiciones de viento más cercana a ese lugar se tiene en el Observatorio Meteorológico de Salina Cruz, Oaxaca".

"Hace varios años, con el patrocinio de la Comisión Federal de Electricidad, se instalaron dos estaciones anemográficas en la zona, registrándose en una de ellas vientos superiores a 30 Km/hr por más de 3,500 horas en el periodo de un año, superando las 200 horas los vientos superiores a 40 Km/hr".

"Del observatorio Meteorológico del puerto de Salina Cruz, Oax., se obtuvieron los siguientes datos: el promedio anual, en el periodo 1951-1970 (21 años), de la frecuencia del viento fue de 59.5% (217 días/año), con una velocidad de 6.8 m/s (24.48 Km/h) con dirección norte y el 31.2% (114 días/año) con una velocidad de 3.2 m/s (11.52 Km/h), con dirección sur. El 2.1% (8 días/año) corresponde a 1 m/s (3.6 Km/h) en otras direcciones; con un periodo promedio de calma de 7.2% (26 días/año). Lo notable de estos datos es la mayor cantidad de días por año (217) de vientos utilizables (6.8 m/s) con dirección

50, Citado por Jacinto Viqueira, op. cit. p. 32

51, F. Caldera et. al. "El aprovechamiento de la energía eólica y el IIE" en el Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas (agosto-sept de 1980)

norte y el mínimo de días de calma (26)."

El estudio del Instituto de Investigaciones Eléctricas señala que las características de la zona son favorables para la instalación de grandes aerogeneradores conectados a la red eléctrica existente. En el cuadro VI-35 siguiente se presentan datos de generación para los tres escenarios considerados en el estudio.

CUADRO VI-35

| Escenarios de generación eléctrica en gran escala con SCEE, en la región de "La Ventosa", Oax. | | | | | | | | | |
|--|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Escenarios | Baja capacidad | | | Mediana capacidad | | | Alta capacidad | | |
| | 2 MW | 3 MW | 4 MW | 2 MW | 3 MW | 4 MW | 2 MW | 3 MW | 4 MW |
| Capacidad/unidad | 65 | 65 | 65 | 130 | 130 | 130 | 230 | 230 | 230 |
| Total de unidades | 130 | 195 | 260 | 260 | 390 | 520 | 460 | 690 | 910 |
| Capacidad total instalada MW | 117 | 175.5 | 234 | 234 | 351 | 463 | 414 | 621 | 878 |
| Capacidad disponible (10% tierra) MW | 117 | 175.5 | 234 | 234 | 351 | 463 | 414 | 621 | 878 |
| Generación anual (KWH) (2,800 kWh/MW)* | 409.5×10^6 | 614.25×10^6 | 819×10^6 | 819×10^6 | $1,228.5 \times 10^6$ | $1,638 \times 10^6$ | $1,449 \times 10^6$ | $2,173.5 \times 10^6$ | $2,898 \times 10^6$ |

* Factor de planta de 40%.

FUENTE: Instituto de Investigaciones Eléctricas

De acuerdo al escenario alto para la generación eléctrica en gran escala en la Ventosa, la generación anual con un factor de planta de 40% sería de $2,898 \times 10^6$ KWH. Se consideró esta energía primaria con el mismo equivalente energético que la hidroelectricidad y la geotermia (KWH = 2,860 Kcal). Este sitio puede proporcionar de manera factible -no teórica- 8.3×10^{12} Kcal anualmente.

F. OTROS RECURSOS RENOVABLES.

Otras fuentes de energía que serán sin duda importantes en el futuro son algunas manifestaciones indirectas de la energía solar como las olas del mar, los gradientes térmicos, o también no relacionados con él como es la fusión, la energía maremotriz y la geotermia de bajas temperaturas. A excepción de esta última, en donde se tienen registrados muchos sitios con amplias posibilidades (Cuadro VI-13) no existen datos concretos que permitan evaluar esos recursos en el territorio nacional.

1. Gradiente térmico de los océanos.

En las regiones entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, cerca del 90% de la superficie terrestre es agua con temperaturas en la superficie de 25°C. Bajo de esta capa de agua tibia, otra capa de entre 750 y 1,000 metros, la temperatura del agua cae rápidamente. A profundidades de cerca de 600 metros la temperatura está por debajo de los 4.4°C debido al movimiento del agua fría de las regiones polares hacia el ecuador. Esta diferencia de temperatura entre la superficie y la profundidad es una fuente de energía.

La energía solar en esta región -entre los trópicos- es de 10^{18} BTU anualmente. Este calor crea corrientes oceánicas, evapora el agua y finalmente se radia hacia el espacio de tal forma que el equilibrio de temperatura de la tierra se mantiene. Sin embargo es posible que una porción de la energía térmica

de los océanos se extraiga. Considerando una diferencia de temperatura de 16.8°C agua tibia y fría a 400 metros de profundidad, la potencia disponible es de 320,000MWe.

Existen dos procedimientos para aprovechar la energía del gradiente térmico de los océanos: el sistema de cielo cerrado y el de cielo abierto. En el de cielo cerrado, un fluido como el amoníaco es convertido en vapor al usar el calor del agua de la superficie del mar. Ya en forma de vapor hace funcionar una turbina y un generador conectado a ésta produce electricidad. Al salir de la turbina, el amoníaco es enfriado por el agua marina profunda y cuando vuelve al estado líquido es devuelto al generador. El sistema de cielo abierto consiste en agua caliente que se introduce en un vaporizador que después se comprime por presión. Se separa la sal del agua y el vapor es enviado a través de una turbina que hace funcionar un generador.

2. Energía de las olas.

El calor diferencial de la atmósfera y la fuerza rotacional de la tierra producen el viento que a su vez interactúa con la superficie de los océanos y produce olas. Han sido estudiados un gran número de instrumentos mecánicos capaces de extraer la energía de las oscilaciones mecánicas de las olas. Todos estos mecanismos transforman el movimiento mecánico en presión hidráulica que es usada en mover una turbina.

La energía disponible de las olas depende, por supuesto, de su tamaño y frecuencia. Olas de 600 metros de largo con un periodo de 20 segundo, contienen tanto como 1,500 KW por metro. Los generadores no están diseñados para operar bajo condiciones de tormenta pero sí bajo aquellas condiciones de las olas que prevalecen por quizá 70% del año. El promedio de energía disponible bajo condiciones de ondas normales debe ser 10 KW/metro. Si tal energía se puede extraer con una eficiencia de planta completa de 25%, para generar 1,000 MW se requieren 400 Km de costa.

3. Energía maremotriz.

La energía de las mareas fue usada inicialmente para la mollienda de granos. Hace apenas 50 años se empezó a usar para generar electricidad. Está regulada por la rotación de la tierra y las fuerzas gravitacionales de la luna y el sol. El potencial de generación máxima de los sistemas de mareas durante la marea alta rara vez coincide con los momentos de máxima demanda por lo que se requiere planear cuidadosamente y emplear sistemas de almacenamiento adecuados.

Las unidades pueden operar como turbinas o como bombas. La capacidad de bombeo es usada para elevar el nivel del agua en el reservorio durante periodos de baja demanda de energía. Esta capacidad almacenada permite una completa utilización de la capacidad de la planta.

4. Fusión nuclear.

En contraste con la fisión nuclear, en la que elementos pesados tal como el U-235 se divide en unos fragmentos más pequeños y libera calor por el impacto con un neutrón, la fusión nuclear envuelve la unión o fusión del núcleo de elementos ligeros, típicamente del deuterio y el tritio; isótopos del hidrógeno, formando un nuevo elemento de menor masa que los restantes originales con

la diferencia de masa convertida en calor.

La fusión de dos núcleos puede ocurrir si el núcleo choca con suficiente energía. El problema fundamental es que los núcleos están cargados positivamente, y entonces, se repelen entre sí cuando se aproximan. Esta fuerza de repulsión se puede vencer si la energía o la velocidad del núcleo es suficientemente alta, por ejemplo calentando un gas a temperaturas del orden de 100 mil grados centígrados. A estas temperaturas, la mezcla de núcleos cargados positivamente de deuterio o tritio y los electrones, que son despojados del núcleo, forman una plasma.

Puesto que no hay sólido que pueda alcanzar tales temperaturas de fusión (o equivalente en presión de 1.5 millones de atmósferas), dos aproximaciones son estudiadas para crear las condiciones necesarias para que ocurra la fusión. Un método usa campos magnéticos para confinar el plasma y otro mediante una lámpara de alta energía para comprimir los dos isótopos, deuterio o tritio.

El mayor problema con la fusión por confinamiento magnético es el logro de las condiciones estables del plasma y el mayor problema con fusión de láser es generar y fijar suficiente energía en un "fuel pellet" para lograr la densidad de combustible requerido, además de que ambos procesos requieren temperaturas de 100 millones de grados centígrados.

Actualmente la generación de electricidad aprovechando la energía liberada de la fusión de dos átomos, está en la etapa teórica y no se ha podido mantener experimentalmente una reacción sostenida y controlada, por lo que es muy improbable que pueda contribuir a la oferta energética en un futuro cercano.

5. Geotermia de bajas temperaturas.

El centro de la tierra está a temperaturas cercanas a los 4 500 °C. Abajo de la corteza de la tierra, aproximadamente 80 Km de espesor, la temperatura es del orden de 1 300 °C. El centro de la tierra está constantemente perdiendo calor por la actividad térmica y el promedio del calor perdido es solamente como 1.2 microcalorías/cm² / seg. En algunas zonas de la corteza terrestre, la temperatura crece con la profundidad como a 25 °C por kilómetro y las temperaturas a ciertas profundidades (3-5 Km) pueden servir como plantas geotérmicas.

La energía geotérmica puede clasificarse en energías de baja y alta temperatura, La primera alcanza los 150 °C y la segunda es superior a los 150 °C. La energía geotérmica de alta temperatura se usa para la generación de electricidad y la de baja temperatura, para calefacción ambiental, cultivos de invernadero, agricultura, secado de productos orgánicos, producción de calor para procesos industriales, etc.

Los recursos hidrotérmicos de baja temperatura se encuentran principalmente -- en las zonas de actividad volcánica y las cuencas sedimentarias. Su explotación en busca de un depósito no volcánico es muy semejante a la explotación petrolera. El objeto es encontrar una capa formada por rocas permeables llena de agua y situada a tal profundidad que, debido al gradiente térmico, tenga una temperatura elevada.

6. Otros recursos.

Por último mencionaremos dos "recursos" que no son fuentes de energía primaria pero que pueden ser importantes en el futuro. El hidrógeno como energía secundaria para sustituir a la gasolina y la magnetohidrodinámica substituyendo a las turbinas accionadas con vapor, aumentando la eficiencia de conversión de energía primaria a secundaria en un 50%. También se investiga con celdas de combustible y producción de electricidad con sustancias orgánicas.

En el cuadro VI-35 se resumen los recursos energéticos de México. La poca información de los recursos renovables no convencionales y los convencionales de estas cifras hace de éstas sólo una aproximación pero ilustran en cuanto a su orden de magnitud. El potencial de ahorro se extrajo de las conclusiones del capítulo V.

RECURSOS ENERGETICOS DE MEXICO

| RECURSO | CANTIDAD | UNIDAD | CONTENIDO ENERGETICO | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | $\times 10^6$ | $\times 10^{12}$ |
| CARBON ¹ | 1 714.4 | Ton | 7 992.5 | Kcal |
| coquizable | 1 200.0 | " | 5 594.4 | " |
| térmico | 514.4 | " | 2 398.1 | " |
| PETROLEO ² | 72 008.4 | bb1 | 110 028.8 | " |
| crudo y condensados | 48 083.8 | " | 73 472.0 | " |
| gas seco | 15 009.9 | " | 22 935.1 | " |
| líquidos del gas | 8 914.7 | " | 13 621.7 | " |
| URANIO ³ | 8 300.0 | Ton | 1 249.7 | " |
| GEOTERMIA ⁴ | 411 860.0 | wh/año | 1 177.9 | " |
| HIDROELECTRICIDAD ⁵ | 172 193.0 | wh/año | 492.5 | " |
| RECURSOS FORESTALES ⁶ | 54.0 | m ³ rollo/año | 121.5 | " |
| RESIDUOS DE MADERA ⁷ | 5.0 | " | 11.2 | " |
| RESIDUOS AGRICOLAS ⁸ | 38.3 | Ton/año | 164.0 | " |
| DESECHOS ANIMALES ⁹ | 356.9 | " | 89.2 | " |
| DESECHOS HUMANOS ¹⁰ | 21.1 | " | 49.3 | " |
| SUELOS PARA CULTIVO ¹² | | | | $\times 10^6$ |
| Euphorbia lathyris | 25.0 | bb1/Ha/año | 38.0 | Kcal/Ha |
| sorgo y azúcar | 54-19 | " | 290-110 | " |
| forestales | 54-19 | Ton/Ha/año | 225- 81 | " |
| vegetación acuática | 39.0 | " | 160.0 | " |
| algas | 18-88 | " | 360- 74 | " |
| ENERGIA SOLAR ¹³ | 400-500 | cal/cm ² /día | 1 150.0 | " |
| ENERGIA EOLICA ¹⁴ | | | | $\times 10^{12}$ Kcal |
| "La Ventosa" | 6.8 | mts/seg/217d | 8.3 | " |
| AHORRO ENERGETICO ¹⁵ | | | 193.0 | " |
| transporte | 17.0 | %/año | 40.0 | " |
| industria | 33.0 | %/año | 65.0 | " |
| sector energético | 10.0 | %/año | 88.0 | " |
| COGENERACION ¹⁶ | 23.1 | Gwh/año | 66.1 | " |

FUENTE: Elaboraciones propias con datos de diversas fuentes (anexo)

1. Reservas probadas recuperables. Se consideró un factor de recuperación de 60% de las reservas probadas P. C. = $4 662 \times 10^6$ Kcal/Ton. Plan Nacional Carbonífero, SEPAFIN.
2. El gas seco se pasó a equivalente en crudo. Se consideró el mismo poder calorífico PC Crudo = $1 528 \times 10^6$ Kcal/bbl. Memoria de Labores 1981, PIMEX.
3. Se consideró el valor proporcionado por la XI Conferencia Mundial de Energía Usando reactores de crfa las cifras se multiplican por 70.
4. Potencial estimado por el grupo técnico sobre la energía geotérmica de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre energías nuevas y renovables, 1980. Se usó 1 Kwh primario = 2 800 Kcal.
5. Potencial identificado. Comisión Federal de Electricidad.
6. Potencial teórico a partir del incremento de coníferas, encino y selvas -- (SARH), 1 m³ madera en rollo = $2 25 \times 10^6$ Kcal.
7. Potencial teórico a partir de la explotación forestal y la industria de la madera. Salvador Vázquez R. (SARH).
8. Potencial teórico a partir de la producción promedio de 1970 a 1978 de paja de cereales y otros productos. P. C. = 4 250 Kcal/Kg (SARH).
9. Potencial teórico a partir de la población animal doméstica 1980 (S.P.P.)
10. Potencial teórico a partir de la población mayor de 9 años en 1980 (S.P.P.)
11. Potencial teórico a partir de la generación de basura en 1980 (SEDUE)
12. Productividad promedio de cultivos y P. C. 4 163 Kcal/Kg (Hand Book Solar Energy Op. cit. y Energy Hand Book Op. cit.)
13. Radiación efectiva incidente
14. Los datos de éste sitio son los únicos de que se dispone (IEE)
15. Con datos de Fernando Shultz. "Uso eficiente de la energía en México, -- IEE-CONACYT.
16. Ibid, anexo: "El sector eléctrico" p. 32. Se estimó desarrollar 370 Mw de capacidad eléctrica por cada 100 000 barriles de producción.

CAPITULO VII

El programa de energía

1. INTRODUCCION

La elaboración de políticas encaminadas a impulsar la modernización del aparato productivo en los primeros años del sexenio de JLP, planteó la necesidad de racionalizar la participación del Estado en la economía,

Sin abandonar su carácter tradicional de apoyo y sostén de la iniciativa privada se delimitó y ajustó su campo de acción directa en el plano productivo. Con base en este planteamiento, los recursos petroleros y la proclividad presidencial hacia la planeación, el gobierno se dió a la tarea de planificar el desarrollo del país.

El ejercicio planificador vivió una etapa sin precedentes en la historia nacional elevándolo a recurso fundamental de la política económica del régimen. En este contexto, se confeccionaron con notoria premura numerosos planes y programas por prácticamente todas las dependencias oficiales, para verse incluidas en la corriente planificadora.¹ Sin embargo, se hicieron separadamente, sin obedecer directrices generales ni control central alguno (como no fuera el presidencial); más tarde se hizo el plan general del cual hubo varias versiones (según el secretario de programación y presupuesto en turno) y que finalmente serviría para idos años! Evidentemente, una planeación a corto plazo y en aras del interés sexenal más que atacar causas proporcionó paliativos a los síntomas. Además, el tono excesivamente discursivo de los planes y programas dejó de lado la definición de medidas claras y precisas, así como la asignación definida de tareas, con lo cual siempre existe espacio para aquello de "acátese pero no se cumpla".

El nuevo recurso de política económica cumplió mas con su papel ideológico propagandístico que con el propiamente instrumental. Esto no es de extrañar, las metas y medidas políticas, económicas y sociales del régimen plasmadas en los diversos planes y programas, fueron una versión actualizada de la contradicción clásica desde la revolución mexicana: su vocación y carácter capitalista y la ideología nacionalista y populista.²

No obstante, algunos de esos planes se implementaron en mayor o menor medida, pero cuando las cosas se empezaron a descontrolar, se hecho al olvido la mayoría de los objetivos y con tal de salir de la crisis se usaron todos los recursos disponibles, sacrificando el largo plazo por el corto plazo, y por supuesto dejando de lado los objetivos de "justicia social".

-
1. Entre otros, podemos citar al Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Plan Nacional de Desarrollo Industrial, Plan Global de Desarrollo, Plan del Sector Comercio, Programa Nacional del Empleo, Plan Pesquero, Plan Nacional de -- Ciencia y Tecnología, Programa de Energía, etcétera.
 2. Rosalba Carrasco y Eduardo González, "Planificación y política económica en México durante 1980", en Economía Petrolizada, (México, D.F.: Fac. de Economía de la UNAM, 1981) pp 124-159.

El Programa de Energía³ (PE) es uno de los planes que sí llegaron a implementarse pero muy someramente. Su análisis, sin embargo, no puede realizarse en forma aislada pues "su característica fundamental -nos señala José Andrés de Oteyza en la presentación del documento- es la concepción de conjunto: las políticas y objetivos y los instrumentos, insertos en un marco global de congruencias"⁴. El PE señala objetivos en cuanto al crecimiento del sector energético, concebido éste como una "palanca de desarrollo" para el fomento industrial. La filosofía y el estilo de desarrollo impuesto al país queda en manos de los otros planes más generales.

"El Programa de Energía emerge del Plan Nacional de Desarrollo Industrial, dentro del marco establecido por el Plan Global de Desarrollo. En el ámbito nacional, interactúa principalmente con el Programa Nacional del Empleo, con el Sistema Alimentario Mexicano y con el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, con los que mantiene unidad de propósitos y políticas".⁵ Estas afirmaciones dan cabida a nuestro postulado metodológico: el PE no puede ser juzgado sólo por sus planteamientos en el terreno de la energía, sino y muy en primer lugar, por el papel que desempeña en la estrategia global del Estado para favorecer al capital. El modelo de desarrollo impulsado por el régimen de JLP debe buscarse, pues, en los otros planes sectoriales, dado que al primero sólo se le da un carácter instrumental, subordinado a las políticas generales de crecimiento económico. Establecer someramente el marco que le daba vida a los objetivos del Programa de Energía es lo que pretendemos hacer en el siguiente apartado.

II. FILOSOFIA DE LA PLANEACION MEXICANA (1977-1982): MITOS Y REALIDADES.

Algunos contradictorios y hasta contrapuestos, otros autocríticos y otros parecidos a la frase popular: borrón y cuenta nueva, los numerosos planes son por decirlo de alguna manera, al gusto del consumidor. Pero pocos resultan más claros que el Plan Nacional del Empleo (PNE) que asume un realismo insólito para provenir del Estado, y que revela aspectos básicos del transfondo de la planificación seguida por el régimen.

En el PNE, el Estado se confiesa culpable de los principales aspectos de la crisis estructural, pero no preve cambios en la estructura del país, aunque señala a ésta como el origen de todos los males, y aspira solamente a solucionar "paulatinamente el problema ocupacional".⁶ O dicho de otra forma, la planificación sólo intenta racionalizar la anarquía propia del sistema por lo que está confeccionada para mantener y fortalecer el status quo. El propósito es disminuir presiones con medidas que no violenten la relación Estado-Iniciativa Privada.

3. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, Programa de Energía: metas a 1990 y proyecciones al año 2000 (México, D.F.: SEPAFIN, 1980) 60 p.

4. *ibid* p. 7

5. *ibidem*.

6. Carlos Ramírez, "El plan nacional del empleo preve su propio fracaso" en Planes sin Planificar (México, D.F.: Proceso, 1980) pp. 73-87.

Señala que la concentración de la riqueza en pocas manos es producto de un esquema de desarrollo propiciado por el Estado. El resultado de ese modelo es el siguiente: 8 millones de subempleados o desempleados encubiertos, 1.4 millones de desempleados abiertos y más de 700 mil personas sin absolutamente ningún trabajo e ingreso.⁷ Como en ese año, 1978, La PEA la componían 18.2 millones de personas, el 55% de la población en edad de trabajar era subempleada o desempleada.

El PNE analiza los orígenes de este desempleo masivo y llega a la conclusión de que el modelo de desarrollo, bajo la complacencia del Estado, fue buscando responder solamente a los intereses de los industriales. Se abandonó el campo y se constituyó a la industria como eje central de la economía. Se buscaba acumulación de capital para reinversiones, diversificación de exportaciones e integración del aparato productivo. El resultado fue exactamente lo contrario hubo concentración y acaparamiento de la riqueza, las inversiones no se dieron, se protegió a la industria con un mercado cautivo, la inversión extranjera se fue apoderando de la nacional...

El análisis es directo y no exculpatorio. Inclusive se reconoce que la política económica del Estado fué más proclive a apoyar la expansión económica del país que a proponer medidas que multiplicaran los empleos. Bajo la protección del Estado, la estructura productiva de la nación se orientó hacia la creación de grupos industriales oligopólicos que acabaron manipulando el mercado.

"Esta política -añade- produjo un considerable crecimiento económico medido a través del incremento del producto total y per cápita, del aumento del ahorro y de la inversión bruta fija. Sin embargo, no se dió en forma equilibrada y homogénea en los distintos ámbitos geográficos, sociales y de actividad económica del país".⁸

Dos efectos tuvo ese proceso afirma el PNE. Aumento en los índices de desempleo y subempleo e inequitativa distribución del ingreso. El primero tuvo su origen en la incapacidad de la industria para generar trabajos, en la desviación de fondos estatales hacia el cuidado de la misma y al mismo a la iniciativa privada. El segundo, en la generación de un sistema estructuralmente injusto.

El problema del empleo, sin duda, es un punto nodal de la estrategia del período Lopezportillista y son dos los principales errores que se cometen en torno a él. Se ubica al desempleo con injusticia social como se deduce de lo antes expuesto y se pretende dar empleo a todos los mexicanos cuando se sabe que este problema no tiene solución en el sistema capitalista. El primer secretario de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) en el sexenio, resume con claridad la idea que el sistema tiene del empleo: "El fortalecimiento del derecho al trabajo constituye el eje crucial para lograr el acceso de todos los me-

7. *ibid* p. 74

8. *ibid* p. 77

xicanos a los niveles irrenunciables de bienestar que demanda la justicia social".⁹ Es decir, la justicia social se concibe como la oportunidad de ser explotado a cambio de un jornal. Las altas tasas de crecimiento de los planes sexuales se diseñaron para beneficiar exclusivamente a los dueños del capital y los asalariados únicamente se favorecían con la creación de empleos que permitieran acumular más riqueza a los empresarios.

Por su parte el Plan Global de Desarrollo (PGD)¹⁰, más limitado y conservador que el Plan Nacional de Desarrollo Industrial (PNDI)¹¹, sería el plan más acabado, pero desde su aparición auguraba el fracaso. En él se muestra la economía como deseo. Entre un tono optimista y pesimista, generalmente esperado y a veces contradictorio intenta, y de ahí no pasa, planificar el desarrollo y "superar los retos de la modernización y la marginación social, con un modelo propio", no para veinte años o más sino para dos.¹²

En su pretensión de comprenderlo todo en materia de planes, programas y políticas específicas termina por dar la impresión de una sumatoria indiscriminada.¹³ En los puntos básicos de la estrategia se conjugan objetivos de corto plazo, diseños de modificaciones estructurales, decisiones instrumentales y, hasta ideas de mejoramiento directo de la situación material que priva en la población.

En cuanto a este último punto la carta fuerte del PGD es el crecimiento del empleo. La nueva estrategia económica y social "...busca fundamentalmente crear empleos permanentes y bien remunerados a un ritmo mucho mayor, así como aumentar los niveles de bienestar en educación, alimentación, salud y vivienda para toda la población y en especial para los grupos marginados".¹⁴ Sólo a una mentalidad tecnocrática se le puede tomar en serio la idea de que lo que la población pierde o deja de percibir por la vía de la inflación y de la limitación del gasto público de directo beneficio social, se le reintegrará por conducto de un mayor número de empleos.

El PGD se confieza, aunque menos duramente que en el PNE, incapacitado para modificar la estructura económica que fomenta la desigualdad, y preso de un aparato industrial que sigue pidiendo protección y estímulos. En los últimos años del gobierno de JLP se adoptaría una política realista (sic) pero sin intenciones de promover un modelo de desarrollo que estimulara la equidad y no la desigualdad. El Estado mantendrá el sistema; sería el mismo sólo que menos injusto. "Un país no realiza el crecimiento que quiere, sino el que puede", -

9. Declaraciones de Ricardo García S. en "Cuenta Pública Federal en 1977", citado por Carlos Ramírez, "Gran apoyo al Capital y mucho sacrificio obrero: lenta recuperación" en Planes sin Planificar p. 33.

10. México, Secretaría de Programación y Presupuesto, Plan Global de Desarrollo 1980-1982 (México, D.F.: SPP, 1980).

11. México, Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, Plan Nacional de Desarrollo Industrial (México, D.F.: SEPAFIN, 1979).

12. Plan Global de Desarrollo p. 12

13. Carrasco y González p. 136

14. Plan Global de Desarrollo p. 144

confesó el mismo presidente de la república. 15

A. EL PAPEL DEL SECTOR ENERGETICO.

Para alcanzar todos los fines y utopías económicas plasmadas en planes globales y sectoriales, el Estado contaría con un "nuevo" recurso: el petróleo, y no tanto el energético en sí -que se viene casi regalando a los industriales- sino con las divisas recaudadas por su venta en el exterior.

El eje de toda la política económica del sexenio de JLP fue el petróleo, al cual se le dió una dimensión diferente a la tradicional. En efecto, a raíz de la nacionalización de la industria petrolera, el gobierno adoptó la política de subsidiar fuertemente los productos elaborados por Pemex y otros recursos naturales para uso interno, con el fin de estimular al sector industrial. Con esta medida dejó de lado otras opciones, como exportar el crudo para comprar bienes de consumo del exterior o acumular riquezas en el extranjero para "asegurar" un ingreso "estable eternamente" (política seguida por Arabia Saudita). 16

Ahora se presentaba otra posibilidad: exportar grandes cantidades de hidrocarburos e invertir las ganancias en industrias seleccionadas, con el fin de industrializar rápidamente al país. Esta posibilidad se convirtió en objetivo esencial del régimen y se reflejó en casi todos los planes sectoriales del gobierno: "la política de energéticos -lease petrolera- se convierte en una palanca básica para apoyar los objetivos de la estrategia de desarrollo definida por el gobierno que permitirá a México realizar su proyecto histórico." 17

Desde otro punto de vista tenemos que de lograr obtener las divisas esperadas, el país se vería en la necesidad de ampliar todos los sectores productivos y de apoyo para que no se produjeran cuellos de botella que estrangularan el crecimiento anhelado. En particular y como dinamizador del modo estadounidense de expansión industrial -altamente consumidor de energía- al que se venía sometiendo al parque industrial 18, el sector energético en su conjunto de vía reestructurarse para responder a los enormes requerimientos de energía en todos los niveles, tanto productivos como sociales.

El sector energético sería desde tres puntos de vista la "palanca de desarrollo": 1) como introductor de divisas -vía la venta de petróleo- para obtención de tecnología y bienes de capital, 2) como sostén de los requerimientos -

15. Carlos Ramirez, "Fortalecimiento del capital, las cargas a los trabajadores" en Planes sin Planificar p. 101.

16. Investigación Económica 148. 149 XXXVIII (abril-septiembre de 1979).

17. Plan Global de Desarrollo p. 144.

18. Vease por ejemplo Thomas Sterner, Estructura y tecnología en el sector manufacturero; algunos factores explicativos del aumento de intensidad energética, (México, D.F.: Centro Lázaro Cárdenas, Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, 1982) 44 p.

de energía en la expansión productiva y 3) como incentivador de la industria al otorgar facilidades y precios bajos, esto es, transfiriendo gran parte de la plusvalía generada por los trabajadores de los monopolios energéticos estatales a la iniciativa privada.

III. EL PROGRAMA DE ENERGÍA.

A. CONTEXTO Y REALIDADES.

Para usar el aspecto financiero de los hidrocarburos, el Estado debía tener - las manos libres para administrarlos a su antojo; en parte ya lo venía haciendo a través de Pemex, pero ahora era necesario atar explícitamente la explotación de petróleo y gas a los objetivos económicos del régimen, de tal manera - que la opinión pública aceptara de manera grata el saqueo indiscriminado en aras de un futuro jauja que pregonaban los agoreros del Estado.

Así nació el Programa de Energía, al que se le asignó como objetivo primordial "...aprovechar la dotación abundante de energéticos -lease hidrocarburos- para fortalecer, modernizar y diversificar la estructura económica de México." ¹⁹ La política energética "debería apoyar la transición de la economía mexicana, de la presente situación de dependencia frente a los hidrocarburos, hacia una etapa de industrialización autosostenida. Sólo de esta manera será posible alcanzar el objetivo central de la política económica: acabar con la desocupación y el subempleo a fines de siglo". ²⁰ En ese sentido afirma más adelante que "es sólo a través de la mano de obra que podrá lograrse el objetivo fundamental de la política económica de satisfacer, al menos, las necesidades mínimas de la población en un plazo razonable." ²¹

Para cumplir con el objetivo propagandístico, el PE tocó los aspectos más relevantes en el área de la energía estableciendo objetivos acordes con todos los puntos de vista (aunque fueran contapuestos), para hacer sentir a científicos, técnicos y al público en general que el uso de los energéticos se estaba llevando y llevaría a cabo de manera racional y planificada. En ese contexto - debe situarse la diversificación de fuentes, la elevación del consumo de energía en el medio rural, la conservación y uso eficiente de la energía, etc., que si bien son medidas adecuadas cumplieron más con el objetivo ideológico que el tratar de cambiar lo polarizado del consumo y oferta de energía.

En otras palabras, esto no quiere negar la posible valía de algunos aspectos positivos, hasta ahora intentamos mostrar que, sin una filosofía propia pero si prestada de otros planes, el PE se enmarcó en una política general a la que se debía sujetar. El PGD señaló que la política energética "...está supeditada a las orientaciones de la filosofía política. Es un instrumento del Proyecto Nacional que busca la justicia por el camino de la libertad." ²²

19. Programa de Energía p. 13

20. ibidem.

21. ibid p. 15

22. Plan Global de Desarrollo p.144

Se puede afirmar que por más buenos deseos que se tuviera en el diseño de la política energética, y en particular los que tuvieran sus creadores, el Programa de Energía no sería sino un instrumento del Estado para mantener y reforzar al sistema. Aunque la demagogia pretendiera hacer caer lo contrario, no sería un mecanismo de redistribución y satisfacción de las necesidades de la gran masa de población. La estructura del consumo no solo sería la misma sino que además se vería fortalecida, afirmación que se extrae del propio Programa: "El PNDI considera que debe continuar la política de fomento a la industrialización basada en el suministro de energéticos a precios menores a los internacionales... otorga, además, precios preferenciales de energía eléctrica, combustibles y materias primas petroquímicas a las nuevas plantas que se establezcan en zonas geográficas prioritarias de desarrollo industrial".²³ Al parecer se hizo un análisis de los precios y estructura tarifaria que, por supuesto - dista años luz de las conclusiones que se extraen del capítulo IV de esta tesis: "En el caso de la electricidad, la política tarifaria que propone el Programa tiene como uno de sus objetivos resguardar el poder adquisitivo de los consumidores de bajos ingresos y ofrecer cierto grado razonable de protección a la industria a través de costos menores a los Internacionales de este insumo generalizado. Los precios actuales al público por tipo de suministro cumplen en buena medida con estos objetivos..."²⁴ Los comentarios sobran.

Con todo lo dicho hasta ahora sobre la filosofía planificadora, no podemos más que concluir que el "proyecto histórico de México", referido más arriba no es otra cosa que preservar el status quo y presentar paliativos a la crisis estructural; del mismo modo "alcanzar la justicia por el camino de la libertad" no es sino alentar la libertad de empresa que conduce al monopolio y a la exacerbada acumulación de capital por parte de la burguesía nativa y las empresas transnacionales, profundizar la brecha entre pobres y ricos e incrementar la injusticia social en la que siempre ha vivido México.

El manejo a manos llenas de los hidrocarburos, sin embargo, no estuvo exento de contradicciones. Habíamos señalado que en su momento se manifestaron dos tendencias con intereses distintos: por un lado los "entreguistas" (J. Díaz Serrano, Pemex) que querían la venta indiscriminada del petróleo a los Estados Unidos, y por el otro, los "nacionalistas" (A. de Oteyza, SEPAFIN) que buscaban la consolidación del proyecto de nación propugnado por la burguesía nacional en asociación con la burguesía de diversos países y no con la de uno solo.

En el PE prevaleció el segundo punto de vista, con criterios y objetivos en aras de intereses, al parecer, nacionalistas, pero que en realidad, son criterios y objetivos enfocados a salvaguardar los intereses de la burguesía en su conjunto y no los de una fracción, como son establecer límites a la exportación de crudo (no más de 1.5 MMBD) y gas (no más de 300 MMPCD), diversificar los compradores foráneos, tratar de evitar la concentración de más del 50% de nuestras exportaciones en solo país, y buscar en mantener en menos del 20% la participación de nuestras ventas petroleras en el total de las importacio-

23. Programa de Energía p. 30

24. ibid p. 32. El subrayado es nuestro.

nes de los compradores con excepción de los países de América Central y el Caribe, a los que México podría suministrar hasta 50% de sus necesidades. ²⁵ El PE, "propone expandir la producción de energéticos en función de las necesidades del desarrollo general del país y no del volumen de reservas per se, ni de los requerimientos de otras economías o interés ajenos al nuestro", ²⁶

B. OBJETIVOS Y PRIORIDADES.

Habiendo establecido los objetivos generales de la explotación y uso de los energéticos para el "desarrollo", el Programa de Energía señala los objetivos - específicos. ²⁷

- i) Satisfacer las necesidades nacionales de energía primaria y secundaria
- ii) Racionalizar la producción y el uso de la energía
- iii) Diversificar las fuentes de energía primaria, prestando particular atención a los recursos renovables.
- iv) Integrar el sector de la energía al desarrollo del resto de la economía
- v) Conocer con mayor precisión los recursos energéticos del país
- vi) Fortalecer la infraestructura científica y técnica capaz de desarrollar el potencial de México en este campo y de aprovechar nuevas tecnologías

Partiendo de estos objetivos específicos, el Programa establece las siguientes prioridades: la energía debía ser usada para primero: promover la industrialización. Esto sería logrado al incrementar la capacidad de refinación, desarrollar la petroquímica y las industrias de bienes de capital utilizados en el sector energético. Segundo: apoyar la estrategia de ordenamiento territorial Fortalecer y ampliar la infraestructura, los servicios y los abastecimientos - en los lugares donde se expande la actividad petrolera, y proteger al medio ambiente de las repercusiones del crecimiento de las empresas productoras de energía, y tercero, el sector energético debería por varios caminos servir para mejorar la posición externa de México, exportando cierta cantidad de productos petroleros una vez que la demanda interna hubiera sido satisfecha. "Es necesario, sin embargo, procurar que esas exportaciones tengan un mayor valor agregado y no excedan la capacidad de absorción de la economía mexicana. Las exportaciones petroleras deberán ser una oportunidad para diversificar por países el comercio exterior, mostrando solidaridad con otros países en desarrollo y usar el petróleo como medio de negociación con los países industrializados en orden de abrir nuevos mercados o lograr acceso a tecnología avanzadas". ²⁸

La presentación del rumbo que el PE postula se hace mediante el ingenioso y original recurso, para este tipo de documento, de suponer dos escenarios - (cuadro VII-1), alternativos de política económica que según el PE tiene "....

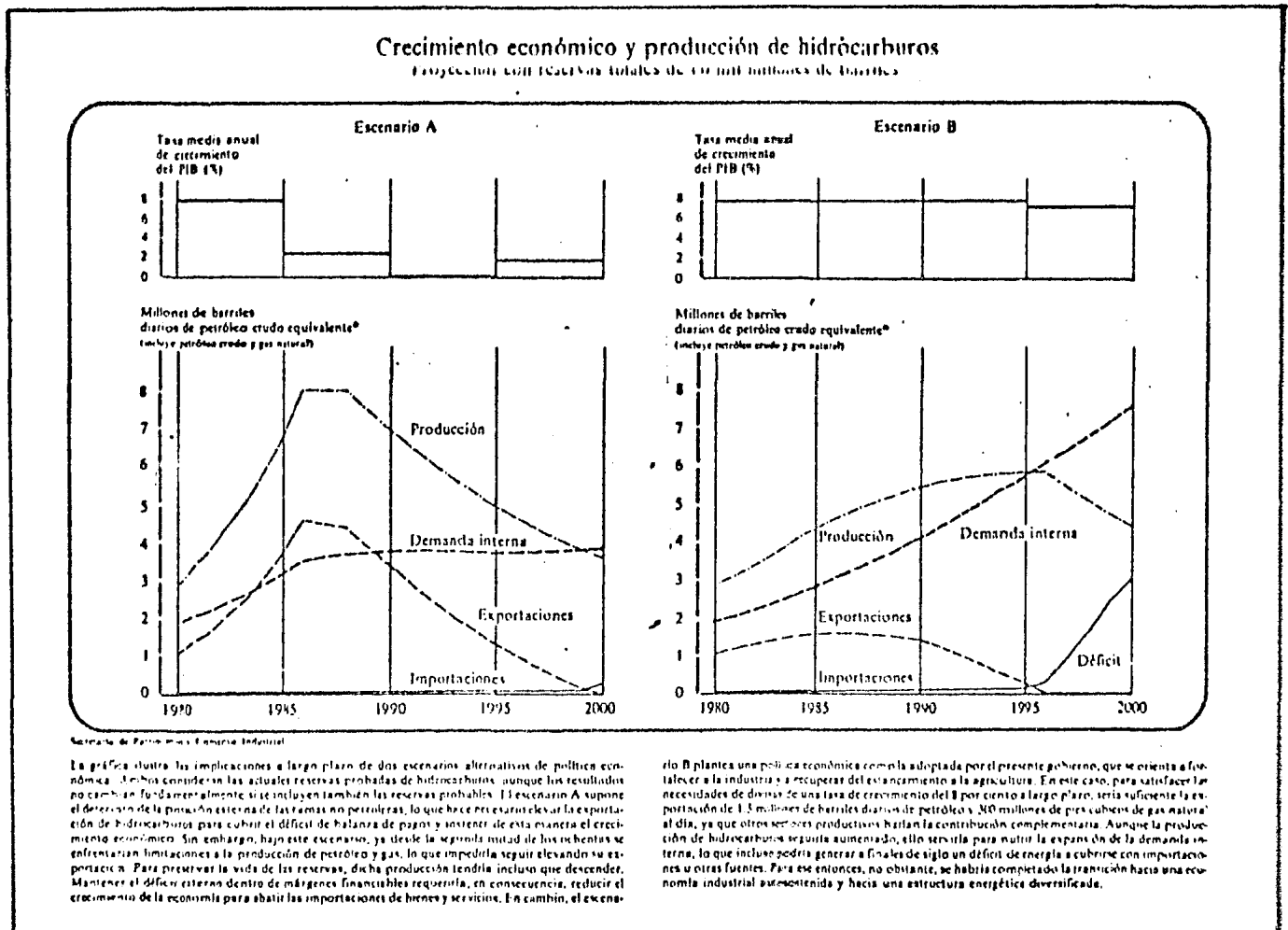
25. *ibid* p. 22

26. *ibid* p. 8

27. *ibid* p. 17

28. *ibid* p. 13

CUADRO VII-1



propósitos meramente ilustrativos y a fin de establecer criterios respecto a los niveles de exportación de hidrocarburos".²⁹

"En cada caso se intenta dar respuesta a las siguientes preguntas; cuánto tiempo será autosuficiente el país en hidrocarburos, en qué situación se encontrará la economía una vez que deje de serlo y que características estructurales tendrá el desarrollo. Para ello se construyeron proyecciones de la economía que pretenden tan sólo destacar los rasgos predominantes de cada escenario, razón por la cual no deben de modo alguno, considerarse como previsiones".³⁰

Al parecer nos enfrentamos a una contradicción, por un lado se afirma que las proyecciones de la economía no deben considerarse como previsoras, pero el PNDI al que está sujeto el PE establece como metas mínimas de crecimiento

29. *ibid* p. 23

30. *ibid* p. 24

8% anual del PIB; de igual modo el PGD tiene metas parecidas. Ambos planes estaban en vigor y delineaban el desenvolvimiento del país. Más aún el PNDI tenía metas concretas hasta el año 2000 y al ser aprobado por decreto, debían ser obedecidos sus lineamientos.

En la práctica esos escenarios fueron la base para el diseño de planes en diversas áreas de la energía, como el "Programa Nucleoeléctrico Nacional" del cual analizaremos sus aspectos relevantes posteriormente

Desde otra perspectiva la forma de establecer los escenarios está hecha para escoger sin mayor reflexión uno de ellos, por supuesto, el que los creadores quieren que se escoja pues se trata de seleccionar entre catástrofe y jauja.

En el primer escenario (A) se supuso implícitamente una extrapolación de las tendencias históricas y políticas, esto es, continuaría el deterioro de la posición externa en ramas no petroleras, lo que haría necesario elevar las exportaciones de hidrocarburos para cubrir el déficit de la balanza de pagos y sostener un crecimiento económico que a final de cuentas sería efímero, pues ya desde la segunda mitad de los ochentas se enfrentarían limitaciones en la producción de petróleo y gas. Para preservar la vida de las reservas, dicha producción tendría incluso que descender. Mantener el déficit externo de la economía dentro de márgenes financiables requería en consecuencia, reducir el crecimiento de la economía para abatir las importaciones de bienes y servicios. Nótese que bajo este escenario no existirán topes a las exportaciones de hidrocarburos, que no fueran las técnicas (entre 8 y 10 MMBD).

En el segundo escenario (B) habría cambios en la política económica orientados a fortalecer la industria, a sacar del estancamiento a la agricultura, y fomentar la sustitución de importaciones de bienes de capital. En este caso, para satisfacer las necesidades de divisas de una tasa de crecimiento de 8% a largo plazo, serían suficientes la exportación de 1.5 MMBD y 300 MMPCD de gas natural, ya que otros sectores productivos contribuirían con el complemento. A finales del siglo se habría conseguido llegar a una "economía industrial autosostenida y hacia una estructura energética diversificada"³¹ De otra parte la elasticidad energía-ingreso bajaría de 1.7 a menos uno.

Por supuesto la elección entre uno y otro escenario es obvia, "Las implicaciones de uno y otro escenario -dice el PE- llevaron al gobierno de la República a la adopción de una estrategia como la que se deriva del segundo escenario...en el se fincan las posibilidades que tiene el país para eliminar el desempleo y la subocupación hacia finales del siglo. El PGP y el PNDI han optado por esta estrategia".³²

La realidad socioeconómica sin embargo, fue otra, y se parece más a el primer escenario sólo que más adelantada en el tiempo y con consecuencias más funestas. Esto no podía ser de otra manera, los supuestos de los que partió la planeación fueron falsos. Se partió de que "el precio internacional de los hi-

31 Ibidem.

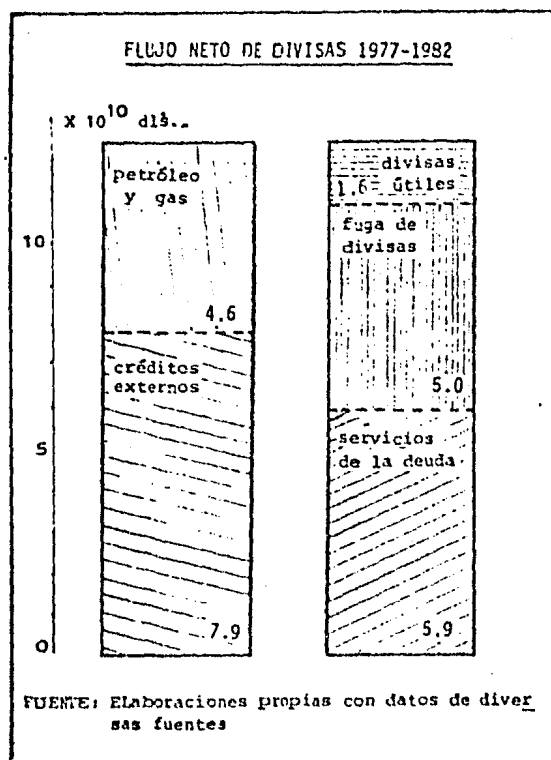
32. ibid p. 26

drocarburos aumentará en términos reales a una tasa anual de entre 5 y 7 por ciento hasta el año 2000³³, y en realidad los precios se desplomaron. Tampoco las condiciones indispensables para el éxito se cumplieron: ni se desarrolló una capacidad real de exportar manufacturas, ni se controlaron las importaciones y menos aún se desarrolló un sector productor de bienes de capital y se sacó a la agricultura de su estancamiento.

El gobierno contrajo fuertes créditos exactamente cuando las tasas de interés estaban demasiado altas³⁴ y las condiciones de crédito muy desfavorables para apostar a la opción petrolera sin evaluar adecuadamente la evolución del mercado del crudo. Si bien los precios a partir de 1973 habían crecido constantemente, el alto precio de los hidrocarburos hizo rentables nuevamente el uso del carbón y el petróleo de muchos otros países que entraron a competir contra los productores tradicionales. La ampliación del espectro de los oferentes estaba a punto de conjugarse con la baja en los países industriales en la demanda de hidrocarburos debido a la crisis económica y las medidas de conservación y uso eficiente de la energía.

Por otro lado, el análisis frío de la economía en 1980 habría demostrado el rezago de ramas importantes de la producción y los crecientes estrangulamientos³⁵, las divisas provenientes del petróleo se utilizaran para todo menos para invertir en sectores prioritarios.

CUADRO VII-2



De acuerdo al Plan Global de Desarrollo, del total de ingresos por la venta foránea de hidrocarburos, el 32% se invertirán en Pemex y el resto en sectores prioritarios: a su vez los fondos destinados a estos serían a su vez desglosados en 25% al sector agropecuario y desarrollo rural, 20% a comunicaciones y al sector social y 15% a los estados y municipios. El cuadro VII-2 revela el ingreso de diversos créditos e hidrocarburos en el sexenio de JLP y su destino verdadero que dista mucho de beneficiar a las capas más desprotegidas y marginadas de la población. El mismo concepto de sectores prioritarios mantiene y reafirma el papel del Estado en el desarrollo del país. Sus inversiones se enfocan hacia la creación de infraestructura que favorezca la reproducción ampliada de capital y por lo tanto a la burguesía nacional y a las empresas transnacionales.

Sea como se quiera, o no se evaluaron correctamente los supuestos de la planeación o se vió lo que se quiso ver, el resultado

33. *ibid* p. 25

34. La Tasa Prima de Estados Unidos subió de 11% en julio de 1980 a 21.5% en enero de 1981 y fluctuando alrededor de 19% en el transcurso del año. *Excelsior* 24 de marzo de 1984.

35. Ver por ejemplo Taller de Coyuntura, *Economía Petrolizada* (México, D.F.: Facultad de Economía de la UNAM, 1981) 316 p.

concreto es que el escenario catastrófico del Programa se quedó corto con lo su cedido finalmente en la realidad.

IV. CONSUMO FUTURO DE ENERGIA

El PE propone una serie de metas respecto a la demanda interna de energía en 1990 y hace proyecciones al año 2000. La intención es sana: disminuir el con sumo de energía por unidad de producto interno bruto, de tal manera que la elasti cidad correspondiente, de acuerdo con el escenario B bajara del 1.7 de la actua lidad a 1.0 en 1990.

Con un crecimiento de 8% anual, esto tiene fuertes implicaciones en la de- manda de energía: suponiendo una elasticidad de 1.3 (proyección base) el consu- mo de energía total sería de 5.4 MBD, mientras que con una elasticidad de 1.0 (proyección PE) se llega a 4.4, es decir, un ahorro de un millón de barriles de crudo por día, en 1990, poco menos del total de petróleo crudo consumido en 1982. (Cuadro VII-3). Estos ahorros serían logrados por una combinación de poli

CUADRO VII-3

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ENERGIA PRIMARIA EN 1990^a
(MEXCE/DIA)

| | Crecimiento del PIB 8% anual | | | | Crecimiento del PIB 6% anual | | | |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------|
| | ELASTICIDAD ENERGIA | | PRODUCTO (Y) | | ELASTICIDAD ENERGIA | | PRODUCTO (Y) | |
| | HISTORICA 1970-1975 | PROYECCION BASE P.E. | PROYECCION DEL PROGRA MA | HISTORICA 1950-1970 | HISTORICA 1970-1975 | PROYECCION BASE | PROYECCION DEL PROGRA MA | HISTORICA 1950-1970 |
| | 1.7 | 1.3 | 1.06 | 1.1 | 1.7 | 1.3 | 1.06 | 1.1 |
| SIN APLICAR POLITICA PRECIOS β = 0 | 7.6 | 5.4 ^{**} | 4.4 ^{**} | 4.6 | 5.4 | 4.1 | 3.5 | 3.6 |
| APLICANDO POLITICA DE PRECIOS ^{***} β = 0.03 | 4.8 | 3.4 | 2.8 | 2.9 | 3.4 | 2.6 | 2.2 | 2.3 |

*** Aumento del precio 15% anual
** Proyecciones del Programa de Energía con todo y aplicar -segun ellos- política de precios
* Se usó la fórmula

$$\frac{E_1}{E_0} = \left[\frac{Y_1}{Y_0} \right]^\gamma \left[\frac{P_1}{P_0} \right]^{-\beta}$$

0 = año referencia (1979)
1 = año 1990
E₀ = 1.8 × 10⁶ MEXCE

γ = Elasticidad energía-producto
β = Elasticidad energía-precio
E = Consumo de energía
Y = Producto Interno Bruto

FUENTE: Elaboraciones propias con datos de diversas fuentes

ticas destinadas a reducir la demanda de energía de todos los sectores especialmente el de transportes. Las políticas empleadas serían de dos tipos: medidas directas de racionalización (conservación y uso eficiente) y el incremento adecuado de los precios. Como ejemplo de las medidas de acción directas está el establecer entre otros, normas de eficiencia energética en la industria y en el sector automotriz, cogeneración, flexibilidad en el uso de combustibles, redes de transporte colectivo y medios alternativos de transporte.

Como puede verse, para un crecimiento anual del 8% del PIB, si no se cumple el supuesto de que la elasticidad disminuirá en los próximos años y por el contrario se mantiene en su valor actual de 1.7, el consumo interno de energía primaria en 1990 podría ser considerablemente mayor que el previsto en el Programa de Energía: 73% más.

Justificar una disminución "autónoma" de la elasticidad de 1.7 a 1.3 "por el mayor dinamismo previsto de la economía y por la presencia de nuevas tendencias tecnológicas",³⁶ es por demás utópico y de buenos deseos pues hace abstracción de que los países industrializados en su carrera por logra una mayor eficiencia energética se están desprendiendo de sus tecnologías y procesos intensivos en el uso de la energía, transfiriéndola a los países de la periferia.

También se aprecia que de aplicarse en forma las metas en política de precios se consumiría 57% menos energía que la prevista en la proyección del programa, lo que indica -como ya dijimos- una fuerte inconsistencia o simplemente, como ya se dijo, la indicación de hágase esto pero no se cumpla. Al parecer se consideró implícitamente que el factor precio sería la pauta para bajar la elasticidad, pero como el PE no cuenta con una memoria de cálculo (el texto íntegro del PE nunca se publicó), no sabremos lo que se hizo o quizo hacer.

Por otra parte, la política de precios que plantea el Programa, constituye su principal "instrumento de acción directa"³⁷ para reducir el consumo de energía, pero al mismo tiempo se diseñó considerando sus efectos en varios sectores económicos y minimizando el impacto inflacionario.

Se contempla "llegar al 70% de los precios externos de referencia de los combustibles industriales y del diesel y a eliminar prácticamente la brecha en el resto de los productos petrolíferos".³⁸

Sin embargo, de llegarse a implementar efectivamente esa política de precios, el crecimiento de energía sería bastante inferior al previsto en dicho documento. Aquí nos encontramos con la inconsistencia más fuerte del Programa de Energía.

36. Programa de Energía p. 31.

37. ibid, p. 30

38. ibidem.

De acuerdo con T. Sterner³⁹, aumentar los precios de la energía para situarse en un 70% a 100% de los precios internacionales en 10 años, significa aumentos reales, de más de 10% anual; como se supone que los precios internacionales aumentarán de 5 a 7% anualmente, los precios mexicanos tendrían que aumentarse de 15 a 20% por año en términos reales, es decir, 15 a 20% más que la inflación

Estos datos no son inventados pues "los precios mexicanos corresponden a cerca del 10% de los precios de EU por gas, 13% por combustibles pesados, y 37% de los precios que ya son muy bajos en los EU, en comparación con otros países, por gasolina".⁴⁰

En el cuadro VII-3 se resumen las proyecciones del PE, las proyecciones resultantes de considerar aplicables los supuestos del Programa y las proyectadas en caso de que esos supuestos no cambien.

En su momento se señaló, la historia posterior se encargó de demostrarlo, que los supuestos de crecimiento económico del PE parecían demasiado altos. "Es importante notar que este 8% no representa el promedio, sino la máxima tasa del pasado. Si la economía sólo creciera a un promedio de 6%, el promedio de las dos décadas pasadas y una cifra muy alta en una comparación internacional, entonces el consumo sería de 3.4 MMBD, en 1990 (con la misma elasticidad de 1.0). Si es esta situación el nivel planeado de 4.4 representa una sobrecapacidad de 40%".⁴¹ Si continúa alta la elasticidad energía-producto y crecemos al 6% anual (promedio histórico) la demanda de energía sería de 5.4 MMBD y si disminuye a 1.1 sería de 3.6 MMBD, sin duda, una diferencia considerable.

Esto indica que no podemos -como efectivamente hace el PE- basar nuestras decisiones en supuestos como que bajará "autónomamente la elasticidad"; si así lo hiciéramos tendríamos en 1990 un déficit de 50% de la energía requerida.

Debe quedar claro que las proyecciones que se hagan son meras especulaciones. Cuando vivimos un periodo de auge económico los planeadores mexicanos suponen altas tasas de crecimiento y avisan un futuro prometedor; cuando estamos en crisis, el panorama se ve negro y lo reflejan con tasa muy bajas de crecimiento. Una planeación a largo plazo por supuesto no debe estar basada en especulaciones o estados de ánimo, y tampoco es cosa de extrapolar la tasa de la oferta energética más afortunada. Y es que, realmente, en México no se hace planeación.

V. PLANEACION DEL SECTOR ELECTRICO

Otro de los rasgos relevantes plasmados en el PE es la planificación por fuente del sector eléctrico. En esta parte el Programa confiesa que "el acceso a las redes de distribución... (es)... restringido y muy desigual... Actualmente, el 61% de la población nacional consume el 98% de la energía con destino doméstico; el 11% siguiente demanda únicamente el 2%; y el 28% restante no utiliza electricidad en lo absoluto. Sin embargo sólo menciona que el acceso a las redes

39. Thomas Sterner "Algunos problemas en el desarrollo energético de México. Ponencia presentada en el IV Congreso Nacional de Economistas. Guadalajara, 1981

40. *ibid*

tenderán a ampliarse⁴² sin establecer medidas concretas para ello. Supone además que "a medida que se eleve el ingreso personal aumentará el consumo de electricidad", aunque por supuesto no aclara que la permanente refresión en la distribución del ingreso solo elevará el consumo de las capas superiores -las menos- de la sociedad.

El objetivo del Programa en este rubro "combina el objetivo de ofrecer seguridad en el suministro de energía eléctrica con el de diversificar las fuentes de energía primaria de generación".⁴³ En el primer aspecto indica varias medidas de eficiencia y cantidad de reserva de energía y generación que permitiría no repetir fallas como las ocurridas en 1980. Para diversificar las fuentes, se contaría con carbón, geotermia e hidroelectricidad. Marginalmente en el año 2000 la energía solar y menos aún otras fuentes contribuirían en el sector doméstico, principalmente de las áreas rurales.

En el documento se especifican algunas metas de generación por fuente. En relación a la hidroelectricidad, se estima desarrollar en 1990 la quinta parte de las reservas identificadas (171 TWH/año) o sea una capacidad capaz de generar 34.4 TWH/año y para el año 2000 las dos quintas partes, o sea, una generación de 68.7 TWH/año. Las metas mínimas para la geotermia son llegar a 620 MW de capacidad en 1990 y 4,000 MW para el carbón (11% de la generación bruta de electricidad en ese año). La energía nuclear tendría a finales del decenio 2,500 MW instalados para llegar al año 2000 con una capacidad nuclear de 20,000 MW.

Llegamos a un punto neurálgico del PE: el impresionante programa de instalar 16 plantas nucleoelectricas iguales a la de Laguna Verde I; sólo para esa fuente de energía prevee una generación bruta de energía eléctrica de 208 TWH/año para 1990. El Programa no indica cual es la energía eléctrica y nuclear requerida en el año 2000, dejando a la Comisión Federal de Electricidad la justificación a fondo de semejante capacidad nuclear y las proyecciones de la demanda.

A. PROYECCIONES DE LA ENERGIA ELECTRICA.

Quizá el elemento de justificación más importante detrás del Programa Nucleoelectrico Nacional (PNN) fue la satisfacción pronta y adecuada de una parte significativa de la demanda de electricidad en los próximos años. Las elevadas tasas de crecimiento propuestas por el gobierno de acuerdo al escenario B del PE imponían fuertes presiones sobre el sector eléctrico que debía responder a todos los requerimientos del crecimiento idealizado.

Con base en los planteamientos del PE y por tanto del PNDI los planes de la Comisión Federal de Electricidad se basaron "en pronósticos de demanda derivados de tasas anuales de crecimiento que oscilan entre 8.0 y 11.2 por ciento, durante los próximos 20 años..."⁴⁴ Con semejante crecimiento

42. Programa de Energía. p. 47

43. *ibid*, p. 50

44. Alberto Escofet, "El programa nucleoelectrico mexicano" en Energéticos (diciembre de 1981) p. 1

la demanda anual de energía eléctrica estaría comprendida entre 374 y 550 TWH en el año 2000 (Cuadro VII-4).

Desde un punto de vista totalizador se afirmó que aún incorporando un desarrollo más optimista de los energéticos alternativos a los hidrocarburos, la hidroelectricidad, el carbón y los aprovechamientos geotérmicos sólo contribuirían con 140 TWH, el resto debería de provenir de hidrocarburos y energía nuclear. De ahí la justificación de los 20,000 MW nucleoelectrónicos que aportarían 130 TWH: "Postulando como objetivo para el año 2000 que se mantenga la participación relativa vigente de los hidrocarburos resulta necesario contar para entonces con una capacidad del orden de 20,000 MW en centrales que no requieran combustible o gas y prácticamente la única fuente disponible sería nuclear".⁴⁵

Pero no se crea que los grupos tecno-científicos promotores del PNN indicaban que el pronóstico de 550 TWH era alto, ante al contrario, era el "pronóstico base" el cual "incorpora todos los objetivos y metas que a corto y a mediano plazo establece el PNDI..."⁴⁶ En otro estudio de la CFE⁴⁷ la hipótesis alta es de 700 TWH y la hipótesis baja es de 420 TWH.

Incluso el pronóstico "bajo" del PNN basado en la extrapolación de las tendencias históricas, que fija la generación necesaria en el año 2000 en 374 parece demasiado elevado. Si se le compara con el del Dr. Aoki de 320 TWH, que toma en cuenta la relación consumo de energía -crecimiento del PNB en los países semi-industrializados en un contexto de crisis de energía (aumento de precios, medidas de conservación, entre otras)⁴⁸. Esta predicción supone un crecimiento del producto de 6% anual, de 2.5% para la población, y de 8% para la generación eléctrica. Estas tasas resultan más realistas dado que la recuperación de la economía mexicana de la crisis de 1982-1983 no parece factible en los próximos cinco o diez años.

"El considerar tasas de crecimiento del orden del 11% anual hasta fin de siglo, lo que conduce a pronosticar una generación necesaria de 550 TWH, sea ocho veces mayor que la generación de energía eléctrica producida en 1981, implica aceptar que la energía se seguirá utilizando en México con la misma o aún mayor eficiencia con que se utiliza actualmente".⁴⁹

"La experiencia reciente de países que han implementado programas rigurosos de conservación de energía demuestran que puede mantenerse un crecimiento económico determinado con un crecimiento más lento del consumo de energía del

45. Grupo Nuclear CFE; Programa Nucleoelectrico, (agosto 1981) citado por Rogelio Ruiz, "Observaciones analíticas sobre el Programa Nucleoelectrico Nacional" en Cuadernos sobre prospectiva energética, no. 35, El Colegio de México (enero de 1983) 64 p.

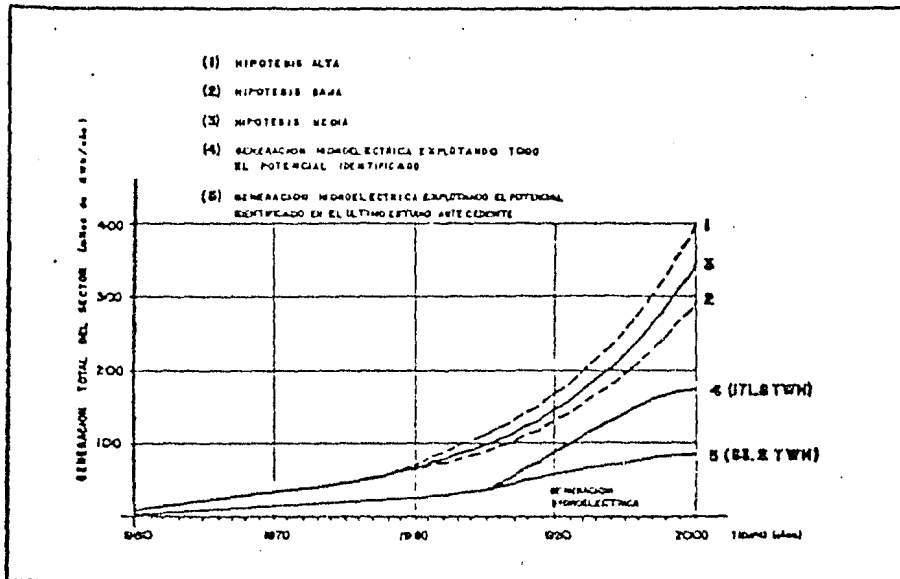
46. Joaquín Carrión, "México: demanda de electricidad" en Energéticos (diciembre de 1981) p. 5

47. Comisión Federal de Electricidad. Potencial hidroeléctrico de la República Mexicana (México, D.F.: CFE, mimeo, 1983)

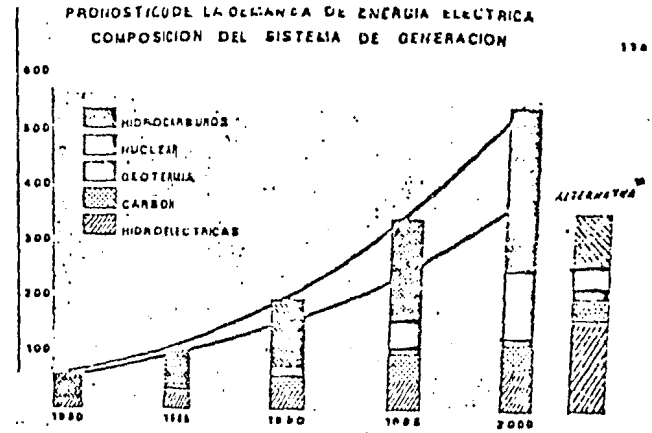
48. Citado por Jacinto Viqueira, "La planeación del sector eléctrico y la política nacional de energía" en Ingeniería, Organó Oficial de la Facultad de Ingeniería, UNAM, no. 4, 1982. p. 55.

49. ibid, p. 61

PROBABLE EVOLUCION DE LA DEMANDA ELECTRICA A NIVEL NACIONAL



alternativa Ing. Viqueira
 FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.



FUENTES DE ENERGIA PRIMARIA PARTICIPACION EN EL SECTOR ELECTRICO

AÑO 2000

| | GW | ALTERNATIVA GW | % |
|-------------------------------------|---------|-------------------|------|
| HIDRAULICA | 80 000 | 170 000 | 45.5 |
| CARBON | 40 000 | 40 000 | 10.3 |
| GEOTERMIA | 20 000 | 20 000 | 5.3 |
| HIDROCARBUROS | 200 000 | 104 000 | 27.8 |
| NUCLEAR | 130 000 | 40 000 | 10.7 |
| GENERACION TOTAL NECESARIA: 550 000 | | 374 000 | |

CUADRO VII-1

que se tuvo en el pasado, lo que sumado al hecho comprobado en numerosos países de que el consumo de electricidad por unidad de producto interno bruto disminuye a medida que los países se desarrollan, debería conducir a crecimientos del consumo de energía más bajos que los históricos, sin afectar el crecimiento económico".⁵⁰

Para realizar proyecciones serias hay que tener un cabal entendimiento del papel que juega la electricidad lo que presupone un conocimiento adecuado de su demanda y distribución, tarea esta última que resulta muy difícil en una sociedad en constante, y a veces imprevisible transformación. El caso de México es patético pues la estructura tarifaria no se puede desagregar lo suficiente para conocer el consumo final de la energía eléctrica; lo mismo sucede con los combustibles líquidos.

En México como en muchos países, la planeación y expansión de la oferta de electricidad se ha basado en pronósticos de demanda global en las que suele no tomarse con rigor adecuado, las alternativas disponibles para afectar su demanda. Esto sucede por desconocimiento real y profundo de la estructura interna de ella o porque la negociación de esas alternativas favorece la proyección de tasas de crecimiento que "legitimizan" las posturas y las acciones de los planificadores.

No es de extrañar que la potencialidad de otros recursos energéticos sean subestimadas por los grupos fuertemente comprometidos con la opción nuclear y tiendan a inflar las reservas de uranio. En diversas publicaciones, por ejemplo, se señala precisamente por parte de los impulsores de la energía nuclear, que el potencial teórico de la hidroelectricidad es de 170 TWH cuando en realidad CFE siempre ha reconocido esa cantidad como potencial identificado y el teórico en 500TWH.

Para los planificadores del sector energético no existía y no existe en el horizonte inmediato mas opción que la nuclear: "... en unas cuantas décadas, la única opción nacional significativa para desplazar a los hidrocarburos en la generación eléctrica será la nuclear..."⁵¹ Se pasa por alto que el propio PE señalaba que existen aún grandes posibilidades hidroeléctricas, que se continuaban las investigaciones para determinar el potencial real del carbón y que la geotermia está prácticamente inexplorada. Los recursos de la biomasa y otros renovables fueron ignorados aunque pueden satisfacer buena parte de la demanda de energía en particular para generar electricidad.

De acuerdo con el Ing. Viqueira⁵², el programa nuclear se vería reducido a la tercera parte si se decidiese desarrollar el potencial hidroeléctrico identificado. Nosotros agregamos que a cero tomando medidas de conservación y uso eficiente sin tomar en consideración el resto de los recursos renovables.

50. *ibidem*.

51. Juan Eibenshultz, "Nucleoelectricidad para México" en Energéticos (agosto de 1982) p. 1

52. Viqueira, p. 61

El PNN parecería también no tomar realmente en consideración la potencialidad del gas para cubrir parte de la demanda energética del futuro. El PE insiste en reconocer al gas como sustituto del combustóleo. De hecho a raíz del fracaso de las negociaciones para la venta del gas a Estados Unidos, se indicó que los grandes volúmenes asociados a la intensa explotación petrolera podrían ser absorbidos internamente y se prosedió a la conversión de combustóleo a gas.

Las ventajas del gas y la hidroelectricidad sobre la energía nuclear son evidentes, pero no se les tomó en cuenta para satisfacer los requerimientos futuros. Quizá con respecto a éste último se sabía que las reservas no eran tales y estaban infladas, siendo improbable su uso en la generación masiva de electricidad.

Cumplir el objetivo de diversificar las fuentes primarias era una de las metas del PE y si el PNN se enfocaba con ese objetivo, lo hizo de manera errónea. De ninguna manera se justifica pasar de la dependencia de los hidrocarburos a la de otro combustible no renovable como lo es el uranio, y menos aún cuando las reservas probadas del mineral solo alcanzaban para la vida útil de Laguna Verde y los reactores de cría no pasa la etapa de posibilidad teórica.

El objetivo específico de diversificar con énfasis particular en los recursos naturales renovable significa expandir la hidro y geotermoelectricidad; la energía solar, eólica, la biomasa, etc., aunque el PE deje completamente va go este asunto.

Satisfacer el objetivo de minimizar los costos del programa de expansión eléctrico tampoco está reñido con estas fuentes. De acuerdo al propio PE los costos de la geotermia e hidroelectricidad son menores a los de la nucleoelectricidad. El costo total del KWH producido en una hidroeléctrica es sólo 2% más caro que uno generado en una carboeléctrica. Debe considerarse además que un alto porcentaje de los costos de inversión se hace en moneda nacional y solo se requiere, de acuerdo con la CFE, 30% del costo en divisas (1979).

Ciertas ventajas no tomadas en cuenta en los análisis económicos y que si túan a la hidroelectricidad como mejor opción a la nuclear son entre otras: renovable, no contamina, flexibilidad de operación y capacidad, eficiencia, su construcción es intensiva en mano de obra, tienen una larga vida, sus costos de generación no se ven afectados por la inflación, el impacto ecológico es en general más favorable que desfavorable y ayuda a mejorar las condiciones locales, agrícolas sobre todo.

La energía geotérmica es la más barata por KWH generado y el "combustible" no cuesta. Las tecnologías centralizadas de la biomasa tienen precios superiores a los combustibles convencionales, pero una política energética nacional adecuada puede hacer que esos precios bajen en el país con incentivos jurídicos, económicos y fuerte desarrollo en la investigación básica y tecnológica. Tal es el caso del etanol en Brasil.

B. EL PROGRAMA NUCLEAR.

La satisfacción oportuna y eficiente de la demanda de energía eléctrica no es un postulado per se incuestionable pues el concepto "demanda" no puede hacer

abstracción de quien consume la energía, cuánta y para qué. Suponiendo la validez de este enunciado, el planteamiento hecho por la CFE para cumplir con dicho objetivo mediante la opción nuclear, plantea cuestiones neurálgicas que deben analizarse antes de la involucración masiva a este tipo de energía.

La decisión de establecer un gran programa nuclear en un país como México implica algo más que el simple manejo de una nueva fuente energética. Es un asunto político muy importante, ya sea porque se decidirá entrar en la energía nuclear a gran escala a partir del análisis de costo-beneficio económico o por otros motivos, el resultado indudablemente transformaría seriamente y en forma todavía no muy clara, la naturaleza de la sociedad mexicana.

Hasta ahora la elección de la nucleoelectricidad involucra únicamente la relación entre el desarrollo económico del país en general y esa opción, y ha omitido, sin duda, la identificación de criterios por medio de los cuales, el país pueda determinar si la energía nuclear representa una opción energética racional para una nación como la nuestra. El análisis costo-beneficio económico debe involucrar el análisis costo-beneficio social en su sentido más amplio.

Nosotros no abundaremos en la problemática nuclear nacional, otros investigadores han hecho estudios muy valiosos al respecto. Nos limitaremos a señalar aspectos relevantes del asunto. En ese orden de ideas podemos indicar que ni aún en el terreno puramente económico la opción nuclear representa una alternativa viable y compatible con el carácter social, económico y tecnológico del país.

Un excelente análisis de estos problemas se encuentra en el trabajo de Rogelio Ruiz⁵³ titulado "Observaciones analíticas sobre el Programa Nucleoeléctrico Nacional". Las conclusiones a que llegamos se extraen de dicho estudio.

El programa nuclear desde un principio se sustentó en bases falsas. Como ya vimos los recursos energéticos de origen renovable serían suficientes para satisfacer la demanda de energía en el año 2000 y mucho más, pudiendo prescindir de un desarrollo nucleoelectrico justificado por ser la "única fuente disponible". El segundo argumento en importancia a favor de la generación nucleoelectrica era económico. El criterio fundamental para emprender el análisis comparativo de las distintas fuentes energéticas fue el costo del KWH, el argumento central giró en torno a ahorrar internamente y vender hidrocarburos en el exterior para allegarse las divisas necesarias para los programas de desarrollo económico, y producir electricidad por medios nucleares a un costo menor que el hacerlo con combustóleo a precios internacionales.

El argumento en cuestión suponía nuevamente bases movedizas y falsas: a) una capacidad nacional para absorber petrodólares sin efectos disruptivos de la economía, b) una estabilidad relativa en los costos de instalación, operación y de combustibles nucleares, y c) una capacidad para integrar y desarrollar tecnologías nucleares.

53. Ruiz, op cit.

Además, para determinar el costo de la nucleoelectricidad frente a otras opciones -en particular contra la de combustóleo- se consideraron factores tales como capacidad, factor de planta, vida económica, costos de instalación, operación y mantenimiento, combustibles y de generación, amañados de tal manera que se obtuvieran los resultados que se querían obtener.

En el PNN se omitieron o no se tocaron con suficiente profundidad consideraciones neurálgicas para cualquier programa nucleoelectrico nacional; de acuerdo a ciertos costos y problemas financieros, se omitieron las cuestiones de transferencia de tecnología, la calendarización para llegar y par cumplir a tiempo la meta prefijada de 20,000 MW para el año 2000; la definición de una política clara respecto al reprocesamiento de los residuos de combustibles que se enmarca dentro del ámbito sobre proliferación de armas nucleares, salud pública, seguridad fiscal, embargos, robos y la conservación del equilibrio ecológico.

Otras consideraciones no económicas que debieron evaluarse porque tienen efectos muy importantes sobre la viabilidad de la estrategia nuclear en un país como México son:

1. La búsqueda de independencia con el exterior o de la autosuficiencia respecto a combustibles y tecnología nuclear.
2. La formación de una estructura institucional muy centralizada (de técnicos, científicos y administrativos) que puede percibirse como muy cara en términos sociales, económicos y políticos.
3. Los distintos esquemas de dependencia y vinculación con el exterior.

Otra de las razones principales que se argumentaron en el PNN para incorporar la energía nuclear como fuente energética fue la existencia de recursos uraníferos. Argumento también falso.

CUADRO VII-5

| Reactor de uranio enriquecido | Demanda acumulada por 20,000 MWe (toneladas) |
|---|---|
| a) Si se adoptaran los reactores de uranio con su nivel actual de desarrollo tecnológico... | 85,200 |
| b) Si se mejorara la tecnología un 15% | 74,400 |
| c) Si se mejorara la tecnología un 30% | 61,600 |
| Reactor Candú | Demanda acumulada por 20,000 MWe (toneladas) |
| - El tipo actual con uranio natural | 73,100 |
| - El tipo optimizado con uranio de bajo nivel de enriquecimiento | 50,100 |
| Tipo de reactor con primera fase del ciclo de combustible, | Demanda de uranio durante la vida útil del reactor (en toneladas) |
| Reactor de uranio enriquecido (LWR) | |
| - Con el nivel de desarrollo tecnológico actual | 4269 |
| - Si se mejora la tecnología un 15% | 3729 |
| - Si se mejora la tecnología un 30% | 3089 |
| Reactor de uranio natural (Candú) | |
| - El tipo actual con uranio natural | 3655 |
| - El tipo optimizado con uranio de bajo nivel de enriquecimiento | 2505 |

FUENTE: International Nuclear Fuel Cycle Evaluation. INFCE Summary Volume. Vienna: 1960, p. 6.

Como se infiere del cuadro VII-5 el significado de las reservas uraníferas nacionales está en función del tipo de tecnología que se pudiera elegir, "las reservas per se no dicen nada si no se les enmarca en una decisión tecnológica (plantas de uranio enriquecido, uranio natural y de reciclaje de combustibles) y esto no es posible tomarla sin la consideración del monto real de los recursos uraníferos del país, so pena de planificar erróneamente a partir de lo deseable y no de lo disponible!" 54

Aunque se habló y se sigue hablando de las potencialidades de nuestro país en materia de recursos uraníferos, lo cierto es que hasta ahora contamos con reservas probadas insuficientes para un programa nuclear de gran envergadura. Es interesante anotar que el propio PE reconoce que "Las reservas probadas de uranio sólo alcanzarían para la vida útil de Laguna Verde",⁵⁵ pero aún sin suficientes recursos se planea un ambicioso proyecto nuclear que requeriría al menos 50,000 toneladas de uranio para satisfacer durante su vida útil las necesidades de los 20 reactores de 1,000 MW propuestos.

Contemplar un programa de 20,000 MW sin garantía de reservas probadas resulta extremadamente riesgoso para el futuro energéticos del país. Por otro lado, no puede dejar de mencionarse que en México aún no hemos producido a escala comercial un solo kilogramo de uranio concentrado que cumpla con las especificaciones del mercado internacional.

Los especialistas nucleares consideran sin embargo que la situación nacional en cuanto a recursos uraníferos no es un verdadero obstáculo y argumentaron que la disponibilidad mundial del elemento garantiza que no habrá limitaciones de abastecimiento del exterior.

Nuestro "expertos" olvidaron rápidamente la lección del embargo sufrido por EU a la primera carga para el reactor de Laguna Verde, además no toman en cuenta que las reservas mundiales están siendo rápidamente controladas por los monopolios energéticos y que un puñado de países (El Club de Londres) controlan las políticas de comercialización y transformación de combustibles nucleares.

Sin abundar más sobre los obstáculos reales para la realización de un programa nuclear, los pocos elementos mencionados indican que la planeación energética realizada en el PNN y en el PE, parte de lo deseable y no de lo disponible y de factibilidad real de las metas. El costo social y económico de la energía nuclear para México es muy alto y su implementación, efectivamente, es compatible con lo polarizado del consumo, con la satisfacción de las necesidades de la industria controlada por unos pocos, con la marginación de 20 millones de mexicanos carentes de fluido eléctrico y con la dependencia financiera y tecnológica a la que nos vemos sometidos.

Dependencia técnica científica financiera; tecnología extranjera comparada con prestamos del extranjero manejadas por extranjeros con unario extranjero son entre otros problemas ligados a la energía nuclear. La suficiencia energética en México no está por el camino de la dependencia nuclear, y si por si fue-

54. *ibid*, p. 38

55. Programa de Energía, p. 55

ra poco plantea problemas casi insolubles de seguridad de los dispositivos e instalaciones, riesgo de robos de materiales fisibles, problemas de contaminación y disposición de los desechos, eventualidad de sabotaje y escapes de radiación, etcétera. Todo esto nos conduce a pensar que la autosuficiencia energética no es más que un objeto retórico de los promotores de la energía nuclear a ultranza.

VI. CONSUMO DE ENERGIA EN LAS AREAS RURALES.

El PE en su afán de establecer lineamientos en todos los terrenos en donde la energía hace su aparición, contempla someramente el consumo de energía en el medio agropecuario y doméstico rural.

Es un lugar común las condiciones deplorables que vive el campo y en general el sector primario en la actividad económica mexicana: baja productividad, agricultura de autoconsumo, insuficiente producción de alimentos, éxodo agrícola, latifundismo, tomas de tierras, etc. La conflictiva y deprimida actividad en el campo agrícola han generado una corriente de opinión que considera que gran parte de los problemas del campo se resolverían dotando de energía a las comunidades rurales que no han tenido, hasta ahora, acceso a la electrificación, a los combustibles comerciales, a los fertilizantes, etc., pues ésto abriría la puerta a la mecanización y por consiguiente, al progreso del agro.

El Programa de Energía recogió las inquietudes de los sectores oficiales, educativos e intelectuales sobre el consumo energético del área rural (y que afecta a más de 20 millones de mexicanos) y estableció directrices generales para activar el consumo de energía comercial del sector. En particular sobre la energía eléctrica apuntó: "Es necesario garantizar un suministro confiable y económico de energía eléctrica en el medio rural. Ello permitiría aumentar la producción agropecuaria al ampliarse la capacidad de bombeo de agua para irrigación, alentar el desarrollo de pequeñas industrias y establecimientos comerciales, aumentando, por tanto, las posibilidades de empleo de estas áreas. Así mismo, ayudará a satisfacer mínimos de bienestar de grupos hasta ahora marginados al extender el servicio eléctrico a comunidades aisladas. El logro de estos objetivos supone racionalizar los programas de electrificación rural y darles mayor apoyo, conforme a las directrices del Sistema Alimentario Mexicano,⁵⁶

La racionalización mencionada se refiere obviamente al aspecto económico pues menciona que dados los consumos, no es costeable extender la red nacional a esas comunidades "...Por ello los programas deberán orientarse a la aplicación de tecnologías de pequeña escala apropiadas al medio rural. Esto significa hacer un mayor esfuerzo para desarrollar, adaptar y difundir dichas tecnologías. En ese sentido destaca la instalación de microcentrales eléctricas y el aprovechamiento de la energía solar..."⁵⁷

Mas adelante se apuntan "acciones directas" para instrumentar las metas del Programa y en particular en la parte de bienestar social señala como primer

56. Programa de Energía, p. 55

57. *ibid*, p. 56

punto el suministro eléctrico a regiones y grupos marginados. "En coordinación con Coplamar se buscará impulsar esquemas de electrificación rural utilizando tecnologías adecuadas. Estas pueden aprovechar fuentes convencionales de energía así como la biomasa, la energía solar y los vientos entre otras."⁵⁸

Los alcances de este planteamiento no pueden menospreciarse pues distintos grupos de técnicos, provenientes de diversas áreas y organismos han desplegado una importante actividad con miras al desarrollo de fuentes no convencionales de energía y su utilización en el medio rural.

La viabilidad de estos proyectos en términos de sus objetivos, sin embargo, es cuestionable. El Programa de Energía tal pareciera estar hecho, para darle gusto a todos los partidarios a favor de aprovechar tal o cual energía, aunque algunas estrategias resulten contrapuestas. Esta tesis se refuerza cuando menciona las "acciones directas" que no son sino vaguedades e imprecisiones, pues el Programa no se compromete en realidad a implementar muchas de sus alternativas y propuestas.

Ahora en cuanto al punto que ahora nos ocupa son dos los planteamientos básicos del Programa de Energía (electrificación descentralizada y uso de las fuentes renovables) y dos los errores que comete al igual que los partidarios de esta forma de pensamiento. Primero: se cree que la electricidad y los derivados del petróleo deben penetrar necesariamente a las zonas rurales. El uso actual de la leña que satisface aproximadamente el 80% de los requerimientos de energía del medio rural es letra muerta en el Programa; Segundo: que un consumo mayor de energía en esas áreas elevará la productividad agropecuaria y abatirá el desempleo.

Lo que parece subyacer debajo de estos planteamientos es algo así como "vamos a hacerle justicia al campo dándole energía". Esto no va mal con el nacionalismo revolucionario del gobierno o del PRI, pero estos postulados han encontrado presa fácil -y eso es lo peor del caso- en científicos y técnicos, y ya no digamos en los cuadros directivos de los centros educativos y de investigación.

Los cantos de sirena son cautivantes. Es muy atractivo, efectivamente, pensar que un incremento razonable en la disponibilidad de energía puede tener un papel importante en el mejoramiento de la calidad de vida del campesino y un efecto nada despreciable sobre la productividad agrícola. Además, porque en el sector rural se encuentra el mayor déficit energético del país, porque hay una gran dispersión geográfica, porque no es indispensable una continuidad y sí autonomía, y por otras múltiples razones, pueden usarse idealmente los dispositivos que utilizan fuentes no concentradas y centralizadas de energía.

En suma, esta corriente de opinión, y que por desgracia absorbe a la mayoría de los interesados en estas cuestiones, considera de que se debe responder a los problemas del sector rural principalmente en términos tecnológicos. La Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, no escapa a esta concepción al afirmar que para el sector rural "es necesario movilizar recursos y potencialida

58. *ibid*, p. 59

des para suministrar adecuadas cantidades de energía que contribuyan a elevar la productividad y generar mejores condiciones de vida para un amplio sector de la humanidad".⁵⁹

Esta tendencia por no considerar en forma apropiada las dimensiones sociales, económicas y políticas del problema, olvida, o no quiere ver, que el aprovechamiento o mayor uso de la energía no necesariamente lleva a mejorar el "habitat" o hacer más eficientes los métodos de trabajo, ni a la expansión de los supuestos beneficiarios del progreso.

Se cree también erróneamente que si el cambio técnico es parte de la respuesta a un deterioro de la economía de la energía rural, puede obtenerse una guía útil de cómo lograr dicho cambio mediante el estudio de las experiencias existentes del cambio técnico en otros sectores de la economía rural, como nuevas semillas, mecanización, bombas de agua, servicios de extensión agrícola y créditos patrocinados por el gobierno. El quid del asunto, sin embargo, no está por ahí. El problema del uso de la energía en el medio rural ni está perfectamente especificado ni está fácil de resolver, pero salta a la vista que es el síntoma de una enfermedad más grave: la pobreza rural. La carencia de recursos energéticos es un problema, más bien, de carencias absolutas, es un problema de distribución en el sentido económico, político y social.

Dotar de energía al campo no cuena mal pero hay que dimensionar su significado en los términos de las necesidades reales de los usuarios por lo que no se puede hacer abstracción del contexto socioeconómico y cultural en el que se desenvuelve el medio rural y más aún, cada comunidad.

De lo anterior se desprende como necesario el análisis de los procesos productivos y de las actividades domésticas de los habitantes rurales, para evaluar si el uso intensivo de la energía los ayudará a salir de su marginación o si es urgente satisfacer otras de sus necesidades.

De una revisión panorámico de la realidad económica del sector rural efectuada por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL)⁶⁰ se extraen algunas conclusiones importantes que aportan elementos de juicio a la discusión antes mencionada.

De ese estudio se destaca en un extremo, la gran empresa agrícola -que representaba en 1970 el 0.3% del total de productores- concentraba el 8.6% de la tierra cultivable, el 24% de los medios de producción y el 65.1% del producto; en el extremo opuesto, las unidades de infrasubsistencia -que representaban el 55.7% de esa totalidad de productos- solo disponían del 10.8% de la tierra, de 13.7% de los medios de producción y 0.24% del producto. Adoptando como criterio la estabilidad productiva, casi el 72% de las unidades tipificadas (campesinos de infrasubsistencia y subsistencia) se consideran como unidades en proceso real o potencial de descomposición y requerirán ingresos extraprediales para poder atender tanto a su consumo como a la reproducción de la unidad productiva. El 56% de los productores agropecuarios (campesinos de infrasubsistencia) tenían un potencial insuficiente para la alimentación familiar. Los campesinos en el

59. Gustavo Rodríguez, "Olade: estrategias energéticas con impacto en la producción agrícola marginal" El Colegio de México, 1981.

60. CEPAL, Economía campesina y agricultura empresarial (México, D.F. Siglo XXI, 1982)

estrato de subsistencia (16% de los productos, sí tenían para comer pero no para generar un fondo de reposición de los medios de producción mucho menos para gastar en educación y entretenimiento.

Es necesario señalar algunas de las condiciones de vida más relevantes de los pobladores rurales, producto de la marginación económica, política, social y cultural al que se ha visto sometido.

En 1970 la población rural era en cifras redondas 19.9 millones de habitantes (3.6 millones de familias). Las unidades campesinas de infrsubsistencia eran 7.8, las de subsistencia 2.3, y las unidades sin tierra 0.48 millones. Estas, en conjunto representaban 10.5 millones de habitantes, cifra muy aproximada para la que registra Coplamar como pobladores de zonas y núcleos marginados en el área rural (11.4 millones); el resto provienen, seguramente, de las unidades sin tierra cultivable y familias que no fueron censadas.

La forma en que la CEPAL establece su tipología concuerda extraordinariamente en los estratos más bajos, con los sugeridos por los estudios de Coplamar sobre marginación muy alta y alta. Más aún, los habitantes que están en el primer caso y que habitan en el medio rural ascienden a 8.0 millones, casi coincidentes con lo 7.8 millones de campesinos de infrsubsistencia de la caracterización de la CEPAL. Las unidades de subsistencia caben los 3.4 millones de alta marginación y dejan lugar a un millón de habitantes de otras clasificaciones pero de muy bajas condiciones de vida.

El cuadro VII-6 resume las condiciones de vida más relevantes de los núcleos y zonas marginadas que son las del 57% de los pobladores rurales de México en 1970. De ahí se desprende que, en promedio, el 77% recibe salarios debajo del mínimo, 27% estaban incomunicados, 70% subconsumía leche, carne y huevo; el 16% no usaba ningún calzado, 40% eran analfabetas, 90% no tenían primaria. Hay un médico por cada 6,687 habitantes cuando el promedio nacional es de 1,307, de por sí bajo. En cuanto a vivienda, el 66% de ellas no tiene agua engubada, 83% era de uno o dos cuartos, 72% carecía de electricidad, 84% no tenía drenaje y el 39% no contaba ni con radio ni con TV.

En el medio rural, en general, el 83% de los habitantes no contaba con agua entubada o toma domiciliaria, 86% carecía de drenaje, 70% no tenía acceso al fluído eléctrico; 18 millones de personas "habitaban" viviendas con capacidad real para 7.8 millones, el 22.7% de las "viviendas" sufría un deterioro total y un 61% parcial; el 66% de las viviendas no tenía ningún servicio (luz, agua y drenaje), el 40% estaban hacinadas, deterioradas y sin servicios y eran habitadas por 11 millones de personas, 46% de la población del campo; el 98% de las viviendas no tenían los mínimos de bienestar.

De los datos anteriores se aprecia que los problemas principales del campesino no son propiamente los de un subconsumo de energía. Son mas bien de alimentación, salud, vivienda y educación. Incluso el problema de la tenencia de la tierra ocuparía un lugar mucho más importante. Según la información censal, 33% de los ejidatarios tendrían certificado agrario y sólo 11% un título parcelarío.

Transcurrido más de medio siglo de reparto de tierras (que ningún gobierno ha dado por oficialmente concluido) hay ahora más trabajadores sin tierra y más campesinos en unidades de infrsubsistencia que al iniciarse la revolución. La estructura de la sociedad, además, les niega el acceso equitativo a la tierra,

a los árboles, al agua, a la comida, a la cultura, y en efecto, a todos los de más recursos, productos y medios de producción.

Sin duda, la respuesta a los problemas del campo no son tecnológicos. Si bien la aplicación de los resultados de las investigaciones científico-técnica han propiciado espectaculares aumentos en los rendimientos de algunos productos, han contribuido, de diversas maneras, a hacer más pronunciada la polarización existente. En primer lugar porque esos resultados se han concentrado en técnicas que implican el uso intensivo de insumos, así como de la mecanización y el riego, es decir, han conducido a un tipo de agricultura distinto a la campesina y que sólo pueden realizar las unidades empresariales. En segundo lugar porque

VALOR DE LOS INDICADORES SEGUN ESTRATOS DE MARGINACION
EN LOS NIVELES DE ZONAS Y NUCLEOS MARGINADOS

| Indicadores | Nivel nacional | Total zonas y núcleos marginados | Estratos según nivel de marginación | |
|--|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| | | | Muy alto | Alto |
| <u>Indicadores generales</u> | | | | |
| Población total | 48 225 238 | 14 830 400 | 10 281 602 | 4 548 798 |
| Población rural | 19 945 654 | 11 439 394 | 8 050 258 | 1 389 136 |
| PEA total | 12 955 057 | 3 751 758 | 2 648 149 | 1 103 409 |
| Viviendas totales | 8 286 369 | 2 573 207 | 1 812 836 | 760 171 |
| Habitantes por km ² | 24.5 | 17.6 | 26.8 | 9.9 |
| <u>Indicadores para el cálculo de índices de marginación</u> | | | | |
| 1. Bajos ingresos de la PEA (%) | 63.6 | 76.7 | 77.4 | 75.0 |
| 2. Subempleo (%) | 19.0 | 21.4 | 19.7 | 25.7 |
| 3. Población rural (%) | 41.4 | 77.1 | 78.3 | 74.5 |
| 4. Ocupación agrícola (%) | 39.4 | 74.4 | 75.6 | 71.7 |
| 5. Incomunicación rural (%) | 30.4 | 27.6 | 30.4 | 21.4 |
| 6. Subconsumo de leche (%) | 43.3 | 73.2 | 79.3 | 64.6 |
| 7. Subconsumo de carne (%) | 55.1 | 77.7 | 79.2 | 72.6 |
| 8. Subconsumo de huevo (%) | 44.6 | 60.3 | 64.2 | 51.4 |
| 9. Analfabetismo (%) | 23.7 | 40.3 | 43.9 | 31.8 |
| 10. Población sin primaria (%) | 70.5 | 90.4 | 91.0 | 88.9 |
| 11. Mortalidad general (por 1000) | 10.1 | 11.2 | 12.8 | 7.7 |
| 12. Mortalidad preescolar (por 1000) | 10.8 | 17.5 | 20.4 | 8.5 |
| 13. Habitantes por médico | 1,307.0 | 6,687.4 | 7,235.5 | 5,707.9 |
| 14. Viviendas sin agua entubada (%) | 38.9 | 56.3 | 67.8 | 62.8 |
| 15. Hacinamiento (%) | 69.1 | 83.2 | 84.8 | 79.4 |
| 16. Viviendas sin electricidad (%) | 41.1 | 72.0 | 73.8 | 67.8 |
| 17. Viviendas sin drenaje (%) | 58.5 | 94.8 | 85.2 | 83.6 |
| 18. Población que no usa calzado (%) | 6.8 | 16.5 | 21.1 | 5.7 |
| 19. Viviendas sin radio ni T.V. (%) | 22.4 | 39.4 | 43.7 | 29.2 |
| <u>Índice de marginación</u> | | <u>1.9</u> | <u>4.3</u> | <u>- 3.1</u> |

FUENTE: Elaboración de Coplamar con base en diferentes fuentes.

Coplamar, V (Marginación) p.

Los esfuerzos que han hecho para desarrollar estas tecnologías han ido en detrimento de los que se realizaban antes de iniciarse las investigaciones que dieron lugar a la "revolución verde", y que tendían a llenar las necesidades de la gran masa de cultivadores. En tercero, porque la falta de recursos para la extensión agrícola y créditos hizo inaccesible a gran parte del campesinado los resultados de la investigación científico-técnica, razón por la que les resulta

más conveniente arrendar sus tierras a los que pueden hacer uso de aquellos resultados que cultivarlas en la forma tradicional en la que vienen haciéndolo.

De esta manera, la aplicación del tipo de investigación a la que se destinaron los principales recursos en esta materia tuvo un efecto concentrador, además de promover el neolatifundismo a través del fraccionamiento simulado, el arrendamiento de las parcelas ejidales y privadas, las "asociaciones de participación", etc.

Las actuales investigaciones en el área de la energía dirigidas a las comunidades rurales, pueden en un futuro, traer las mismas consecuencias que las traídas por las investigaciones agropecuarias. Esto es muy probable, si no se comprende que la introducción y el uso difundido de cualquier cambio técnico está muy limitado por la estructura social existente -la sociedad capitalista- y que la distribución de los beneficios y ventajas de estos cambios está fuertemente influida por esta estructura. "Históricamente se ha dado una marcada tendencia: las ventajas del cambio técnico benefician a quienes ya son los miembros más poderosos de la sociedad y aplían la brecha entre los ricos y los pobres".

Las tecnologías de la "energía rural" no son la excepción: se pretende hacer biodigestores cuando el 63.8% de los campesinos, en promedio, no tienen animales de crianza (80.3% no tienen bovinos); se pretende hacer calentadores solares de agua, cuando el 83% de los habitantes del medio rural no tienen agua en sus casas. ¿Acaso el hacer más eficiente la quema de leña en la cocina va a liberar tiempo a las personas que hacen la recolecta para dedicarlo a aumentar la producción y disponer de mayores cantidades de alimento?, nosotros no dudamos, aseguramos que no.

Los esfuerzos para paliar las carencias de las comunidades rurales a través de un consumo mayor y eficiente de energía no puede estar desligado de la lucha por resolver los problemas más urgentes (alimento, salud, tenencia de la tierra, etc.) de los habitantes rurales. Si no se quiere caer en la filantropía o profundizar la brecha entre las unidades empresariales y las campesinas, la investigación tecnológica y cualquier acción técnica social o política, debe ayudar a reforzar las organizaciones sindicales, las uniones de campesinos para la comercialización y otros mecanismos de lucha y defensa de los campesinos tendientes a elevar el poder de regateo de este sector pues constituyen elementos retardantes de las tendencias a la descomposición y a la polarización en el campo. La ciencia y la técnica no pueden desligarse del contexto de la lucha de clases, y deben ser, efectivamente, una ciencia y una técnica de clase.

Ahora que si se hace abstracción de esto o de plano se decide por el otro polo de la contradicción, se puede pensar en hacer autosuficientes en el sentido energético al rancho el "Girasol", o a los de la Purina, la Anderson Clyton ...al fin y al cabo rendirán excelentes beneficios monetarios.

Si por el contrario se pretende transformar la marginación de los pobladores rurales dimensionando las condiciones económicas, sociales, políticas y culturales en las que se hallan inmersos, se debe desechar ofrecer tecnologías, insumos y medios de producción en forma concesional que es lo que comunmente se hace para decir que se ayudó, aunque ni remotamente se halla hecho. Las soluciones dentro del sistema vigente (que no serán realmente soluciones, sino paliativos para retardar y luchar contra la desintegración campesina) son a varios niveles y no necesariamente pueden significar cambios técnicos.

CAPITULO VIII

Resumen y conclusiones

El aprovechamiento de las fuentes de energía ya sea para la producción como para satisfacer las necesidades esenciales del hombre, ha sido, entre otros factores, causa y efecto del desarrollo tecnológico. Modo de producción, técnica y energía están indisolublemente ligados.

Cada modo de producción ha usado en forma dominante uno u otro energético, pero de ninguna manera se trata de una elección determinísticamente inducida por las propiedades de esos energéticos. Cualquier fase evolutiva del desarrollo de la humanidad se caracteriza por el aprovechamiento de una forma de energía que le es funcional, porque está al alcance de su dominio técnico, porque le permite una cierta organización y jerarquía social, una cierta relación con el medio ambiente y sus recursos, una cierta colocación de los países en la división social del trabajo y ciertas derivaciones socio-políticas y culturales. En particular, en la fase actual del capitalismo los hidrocarburos y la electricidad se han convertido en los energéticos par excellence pues han compaginado como ningún otro con los requerimientos de la ley primordial del capitalismo y que es precisamente la ley de la acumulación del capital.

Petróleo y electricidad han modelado el rostro de la sociedad en grado considerable y su importancia se aprecia en el hecho de que su control está bajo los mayores monopolios del mundo tanto privados como estatales. Las industrias energéticas casi desde su nacimiento prácticamente han sido manejadas por grandes compañías verticales. Actualmente las transnacionales del petróleo, movilizadas por la intensidad de la acumulación económica en el uso del capital y en la organización del trabajo han penetrado ramas estratégicas de la industria general y extienden su control a otras fuentes para controlar vertical y horizontalmente el mercado de la energía.

A partir de terminada la segunda guerra mundial se inicia una etapa intensiva en el uso mundial de la energía. El sistema capitalista, con Estados Unidos a la cabeza, ha impuesto un ritmo acelerado en el consumo y tipo de energía consumida. Sin embargo ese fabuloso incremento no está igualmente dividido entre la población mundial: los desequilibrios económicos entre centro y periferia, entre países ricos y pobres, entre desarrollo y subdesarrollo también están presentes en el área energética. La demanda y oferta energética mundial está fuertemente polarizada; un puñado de países poderosos consumen las tres cuartas partes de la energía producida en el mundo. Además el uso que hasta 1973 se había dado a los recursos distaba mucho de ser racional y eficiente, antes al contrario, el despilfarro era creciente y se estaba consumiendo energía como si fuera un flujo inagotable. La "crisis energética" que no fue otra cosa que una crisis de precios, abrió el panorama para revalorar el papel estratégico de la energía en la activación del sistema productivo y señaló la futura e inevitable transición a la era poshidrocarburos.

México, país capitalista dependiente, no está ajeno a la evolución del sistema en su conjunto y se le induce, determina e impone cierto crecimiento económico de acuerdo a los intereses y necesidades de los países desarrollados que conforman el núcleo del sistema. Al ser un país de la periferia la introducción y desarrollo de las formas capitalistas de producción se han realizado de manera parcial y desfasada. En este contexto se sitúa el crecimiento vertiginoso del país a partir de los años 40. que vino a ocupar, con su mediano desarrollo industrial, un puesto

en la misma división internacional del trabajo que demandaba el sistema en su fase más reciente.

Con el desarrollo de la industria, el país se desarrolló rápidamente hacia una economía de mercado y hubo un crecimiento general de la actividad económica. Sin embargo y como era de esperarse, el crecimiento no fue equilibrado y los mayores beneficiados fueron el capital extranjero y la burguesía nativa que encontró en la industrialización un medio insuperable para consolidarse y extender su dominio a todas las ramas productivas y de servicios. Por otro lado grandes masas de población se han ido proletarizando y sus condiciones de vida en lugar de mejorar con el "progreso" se han ido empeorando. La industria misma creció deformada y no puede subsistir sin los generosos subsidios estatales. La estructura polarizada del consumo de energía en el mundo fue trasladada al mercado interno.

Después de un periodo de auge, (el "desarrollo estabilizador"), el modelo mexicano devino en crisis al mismo tiempo que el capitalismo en su conjunto -- entraba en la fase recesiva más aguda después de la posguerra. México no estuvo ajeno a la crisis de energía y alimentos y en esos años se vió en la necesidad de importar petróleo crudo y cereales. El modelo adoptado había abandonado al campo y ahora el país se convertía en importador neto de productos agrícolas básicos.

Durante el sexenio de López Portillo se trató de enfrentar la crisis estructural de la economía mexicana con un nuevo recurso financiero: las divisas generadas con la venta foránea del abundante petróleo del sureste. Esto brindaba una inmejorable vía para financiar una nueva etapa productiva nacional que se traduciría en el "despegue" de México con un desarrollo "auto-sostenido". La realidad fue otra, la conjugación de diversos factores externos y la ineficiente, deformada y precaria estructura productiva que requiere cambios radicales y no simples parches así como las equivocadas medidas económicas, condujeron al país a la peor crisis económica de su historia y al saqueo de nuestros recursos petroleros para pagar los intereses de la impresionante deuda externa. Si bien la economía mexicana no depende de los hidrocarburos tan radicalmente como los países árabes exportadores de crudo, se puede afirmar que algunos renglones están petrolizados, como son las exportaciones, la balanza de pagos, los ingresos fiscales, la inversión, etc.

El manejo de los energéticos por parte del Estado no ha estado exento de contradicciones y no pocas veces en aras de supuestos intereses nacionales o de ayuda a las mayorías, ha convertido ese manejo en descapitalización crónica de las empresas energéticas, saqueo indiscriminado de la riqueza del subsuelo o acaparamiento de fortunas personales y poder económico y político.

Desde la posguerra el Estado mexicano asumió íntegramente su función de administrar los principales energéticos del país sin obtener ninguna utilidad importante, incluso acumulando pérdidas en su operación y en detrimento y soledad para financiar sus gastos de inversión. Pero eso sí, abasteciendo puntualmente la demanda energética que exigía el capital en su expansión. La dependencia de las industrias de la energía, además de financiera, es también tecnológica teniendo que importar gran parte de sus equipos.

Empresas privadas, nacionales o no, han recibido un apoyo decisivo del --

Estado al proporcionarles energía ilimitada y barata para las actividades industriales y de comercio. En los precios de los productos petroleros se aprecia claramente el papel que se le ha asignado al sector energético favoreciendo la acumulación de capital. Con sus transferencias se le ha hecho participar activamente en la redistribución de la plusvalía social, en beneficio abierto de la acumulación capitalista. Este aspecto sería capitalizado ampliamente por la burguesía para su consolidación económica y política, aunque el monto de la transferencia no ha sido plenamente aprovechado debido al irracional desperdicio.

En relación a la producción y consumo de energía en los últimos años, en México se han acentuado dos características que se venían gestando a partir del "boom" petrolero: primero como país cada vez más polarizado hacia los hidrocarburos y, segundo en el sexenio del "despegue", como país exportador neto de energía. La rigidez estructural que se observa en la oferta nacional por fuente también se aprecia en la estructura del consumo final pues tres cuartas partes de ésta está centrado en la industria y el transporte.

El acelerado crecimiento del consumo de energía no ha tenido su contraparte (con la misma intensidad) en el desarrollo general de la economía. De manera alarmante se ha visto que la elasticidad energía-ingreso en lugar de disminuir conforme aumenta la industrialización, ha tendido a aumentar, lo que indica que cada vez se usa más ineficientemente la energía.

En cuanto a la oferta, ha habido inclinación hacia diversificar las fuentes de energía primaria. Se ha incursionado con éxito -aunque limitador- en la geotermia y la carboelectricidad; la hidroenergía ha perdido terreno frente a las plantas operadas con hidrocarburos y la nucleoelectricidad se ha convertido en un gigantesco elefante blanco que no tiene perspectivas en el país. Las otras fuentes de energía no comerciales son letra muerta en la contabilidad energética nacional y los montos de la producción se conocen sólo por estimaciones gruesas. Por su parte las fuentes no comerciales no han pasado la barrera de curiosidades científicas que no pueden competir contra las fuentes convencionales debido a los bajos precios internos del petróleo.

Los bajos precios de los energéticos han hecho que la industria consuma energía por arriba de los estándares internacionales, de ahí que se disponga de un "recurso" energético adicional. De igual modo, los energéticos baratos y la baja eficiencia de los servicios complementarios de transporte han dado como resultado que este sector tenga un fuerte crecimiento, pero no de los medios masivos y baratos, sino de la industria automovilística y de transporte de carga vía carretera, que han presionado considerablemente la refinación de hidrocarburos petrolíferos.

El sector rural, tanto doméstico como productivo, permanece con bajos consumos de energía y la biomasa constituye su principal fuente de energía calórica; la información estadística, sin embargo en estos renglones es nula.

Al igual que la situación mundial, el consumo interno de energía está fuertemente polarizado; unos pocos disponen de ingresos suficientes para allegarse energéticos comerciales para satisfacer sus necesidades reales o ficticias de energía. La mayoría consume poca energía y la minoría, la más. Veinte millones de mexicanos no tienen acceso a la electricidad, así como a la salud, vivienda, educación, alimentación y se hallan marginados. Su subconsumo de energía es más bien el síntoma de una enfermedad más grave: la pobreza.

Como ya dijimos, a pesar de que se avecina la transición energética a la era poshidrocarburos, el país se polariza cada vez más a los hidrocarburos y no se cuenta con un inventario energético que tome en cuenta todas las potencialidades del país en esa materia. Hasta ahora no se ha explorado adecuadamente el territorio nacional con el fin de aumentar las reservas de combustibles sólidos que se mantienen muy bajas de acuerdo a los indicios encontrados. La potencialidad de la hidroenergía ha sido sistemáticamente subestimada a pesar de que aporta grandes beneficios sociales y productivos. En contraparte y pese a lo que se quiere hacer creer, las reservas de hidrocarburos están infladas y nuestro "pasaje" para transitar al siglo XXI es más pequeño e inseguro de lo que indican las estadísticas oficiales. Algo similar ocurre con las reservas de uranio que permanecen sobreestimadas por los partidarios de la energía nuclear a ultranza. La contabilidad nacional no toma en cuenta los energéticos renovables que en última instancia serán los que respondan a las necesidades futuras de energía, de otra manera significa pasar de una era basada en recursos no renovables (a base de hidrocarburos) a otra igual (a base de carbón y uranio).

En el sexenio de José López Portillo (1976-1981) la estrategia energética seguida hasta entonces se vió modificada sustancialmente, en efecto, a raíz de la nacionalización de la industria petrolera, el gobierno adoptó fuertemente la política de subsidios a los productos elaborados por Pemex y la electricidad generada por la CFE con el fin de estimular el sector industrial. Ahora se presentaba otra posibilidad: exportar grandes cantidades de hidrocarburos e invertir las ganancias en industrias seleccionadas con el fin de industrializar rápidamente al país. Esta posibilidad se convirtió en objetivo del régimen y el eje de toda la política económica del sexenio giró en torno al petróleo.

Para usar el aspecto financiero de los hidrocarburos sin abandonar su carácter tradicional de apoyo y sostén de la iniciativa privada el Estado delimitó y ajustó su campo de acción directa en el plano productivo. Con base en ese planteamiento los recursos petroleros y la proclividad presidencial hacia la planeación el gobierno se dió a la tarea de planificar el desarrollo del país". El ejercicio planificador vivió una etapa sin precedente en la historia nacional y se elevó a recurso fundamental de la política económica del régimen. Sin embargo cumplió más con su papel ideológico propagandístico que propiamente instrumental. En particular el sector energético debía estar explícitamente atada a la explotación del petróleo y gas a los objetivos económicos del régimen, de tal manera que la opinión pública aceptara de manera grata el saqueo indiscriminado de los recursos del subsuelo en aras de un futuro jauja, y 2) reestructurar el sector, pues de lograr el crecimiento anhelado traería fuertes presiones sobre los sectores productivos y de apoyo que de no planearse adecuadamente ocasionaría cuellos de botella, frenando con el crecimiento. Así nació el Programa de Energía que tocó los aspectos más relevantes en el área de la energía estableciendo objetivos acordes con todos los puntos de vista (aunque fueran contrapuestos) para hacer sentir a científicos, técnicos y público en general que el uso de los energéticos se estaba llevando y llevaría de manera racional y planificada.

El programa de Energía, un documento más retórico que práctico y de verdadera planeación, adolece dentro de los mismos marcos gubernamentales, de profundas deficiencias e incongruencias. Al pretender planificar el sector energético con el objetivo de abastecer, racionalizar y diversificar la oferta y la demanda de energía, debió hacer un inventario de todos los recursos energéticos nacionales y sus tecnologías asociadas a ellas, sin embargo, se limita a los combustibles comerciales y deja de lado los no comerciales y no convenciona-

les, lo que resulta que hace una planeación trunca y mantiene y refuerza -- la tendencias del pasado. Los supuestos de crecimiento económico fueron demasiado elevados, se planeó con bases falsas y movedizas como la baja automática de la elasticidad energía-ingreso, el crecimiento constante de los precios internacionales del crudo etc.; las condiciones indispensables para el éxito no se cumplieron, ni se desarrolló una capacidad real para exportar manufacturas, ni se controlaron las importaciones y menos aún se desarrolló un sector productor de bienes de capital y se sacó a la agricultura del estancamiento. -- Se vió lo que se quiso ver y se planeó con base en lo deseable y no en lo disponible.

Por otra parte la política interna de precios que propone, está en completa inconsistencia con las proyecciones que el propio programa espera del -- consumo.

El pavoroso programa nuclear de instalar reactores con capacidad de 20,000 MW al año 2000 también presupone bases similares; las tasas de crecimiento del consumo de electricidad fueron demasiado altas se hicieron de lado fuentes de -- energía alternativas --sólo el uso eficiente y las medidas de conservación hubieran abatido considerablemente el programa nuclear-, se supuso estabilidad -- relativa en los costos de de instalación, operación y de combustibles nucleares (y en realidad han crecido hasta 1000%) y una capacidad para integrar y de sarrollar tecnologías nucleares. Además, nunca se han evaluado las repercusiones sociales y económicas de semejante programa.

Fallas y defectos técnicos de la planeación del sector energético son producto del mismo carácter del Programa de Energía; el aspecto propagandístico acorde con el del nacionalismo revolucionario resulta en muchos aspectos contrapuesto a un funcionamiento óptimo del sector energético y a un consumo y oferta diversificado. Sin embargo no hay que pedir demasiado. La planeación no existe como tal en México y el largo plazo se reduce a lo más a lo que dura el sexenio. -- Además el Programa no puede ser juzgado sólo por sus planteamientos en el terreno de la energía, sino por el papel que desempeña en la estrategia global del -- Estado para favorecer al capital. La 'planificación', de la que el Programa es parte, sólo intenta racionalizar la anarquía propia del sistema por lo que está confeccionada para mantener y fortalecer el status quo. El Estado está incapacitado --y no es su objetivo-- para modificar la estructura económica que fomenta la desigualdad y está preso de un aparato industrial que sigue pidiendo protección y estímulos. El modelo mexicano se ha orientado a la creación de grupos oligopólicos que manipulan el mercado. la inversión extranjera se ha ido apoderando de la nacional...La estrategia energética actual es colocar la energía como pilar y sostén de la iniciativa privada, el Estado fomenta esta situación y las cosas no cambiarán mientras el sistema económico, el modo de explotación y de -- apropiación sea el mismo. Reformular la estrategia energética --que actualmente está enfocada a apoyar a la expansión del capital-- dentro de las marcas del sistema, puede ser viable siempre y cuando favorezca a mediano y largo plazo la -- reproducción y permanencia del capital; establecer objetivos y metas que hagan racional el uso de la energía, que permitan diversificar las fuentes y los sectores consumidores -- adoptar medidas de conservación etc., están permitidos siempre y cuando no atenten contra los patrones establecidos, Reformular la estrategia para enfocarla no desde la perspectiva de la oferta, sino del uso final, a partir de las necesidades reales y objetivas de la mayoría de la población, -- donde las metas sociales están por arriba de las económicas implica transformar al sistema desde sus cimientos y establecer un modo de producción y apro--

piación diferente, que requiera un tipo y forma de energía de acuerdo a sus -
nuevas necesidades y objetivos, que sea compatible con el medio ambiente y --
con una nueva organización y jerarquía social. Los esfuerzos por dotar la ---
energía a las capas más desprotegidas de la población y por hacer una equita-
tiva distribución de los recursos energéticos no puede estar desligada de la
lucha por transformar la sociedad. La energía es poder y está necesariamente
de un lado. De nosotros depende que ese lado sea el de la mayoría.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, Alonso (y) Carmona, Fernando. México: riqueza y miseria. México, D.F.: Nuestro Tiempo, 1981. 270 p.
- . "Capital monopolista y empresas estatales" en Estrategia: revista de análisis político. II, 14 (marzo-abril de 1977) pp. 32-49
- Anderson, Grossberge. El oro negro, ¿riqueza o destrucción? colección duda. México, D.F.: Posada (s.f.). 156 p.
- Angeles Luis. Crisis y coyuntura de la economía mexicana. México, D.F.: El Caballito, 1979. 180 p.
- Azurduy et al. Petróleo y soberanía. México, D.F.: Proceso. 1981, 279 p.
- Banco Nacional de México. El perfil económico de México . México, D.F.: Banamex, 1981.
- . Examen de la situación económica de México: documento especial: México en cifras. México, D.F. Banamex, julio 1982
- . Informe anual. México, D.F.: Banco de México, 1980-1982.
- Barnett, Andrew. "Algunos factores que afectan la difusión de tecnologías de conversión de energía en las zonas rurales de los países en desarrollo" en Cuadernos de prospectiva energéticos, El Colegio de México (México, D.F.: (sf)) 6 p.
- Basurto et al. El perfil económico de México en 1980. México, D.F.: Siglo XXI, 1982 3 vols.
- Bassols, Angel. Recursos Naturales de México; teoría, conocimiento y uso. 11 ed.; México, D.F.: Nuestro Tiempo, 1980. 361 p.
- Bernal, John. La ciencia en nuestro tiempo. 2 ed.; México, D.F.: Nueva Imagen, 534 p.
- . La ciencia en la historia. 3 ed.; México, D.F.: Nueva Imagen, 693 p.
- Berreby, Jean-Jacques. El petróleo en la estrategia mundial. Madrid: Guadarrama, 1974. 229p.
- Caldera, F. et al "El aprovechamiento de la energía eólica y el IIE" en el Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas (agosto-septiembre de 1980)
- Castañeda, Miguel (y) Yza, Roberto, "El carbón en México" en Energéticos, 11 (noviembre de 1982) p. 5
- Carrasco, Rosalba (y) González, Eduardo. "Planificación y política económica en México durante 1980" en Economía petrolizada. México, D.F.: Taller de Coyuntura, Fac. de Economía, UNAM, 1981 pp. 129-160
- Carrión, Joaquín, "México: demanda de electricidad" en Energéticos (diciembre de 1981) p. 5
- Castillo, Heberto. Pemex sí, PEUSA no. México, D.F.: Proceso, 1981. 370 p.
- (y) Viqueira, Jacinto. Los energéticos, el petróleo...¿y nuestro futuro? México, D.F.: Representaciones y servicios de ingeniería, 1980. 156 p.
- Castro, Fidel. La crisis económica y social del mundo. México, D.F.: Siglo XXI, 1983. 238 p.

- Ceceña, José L. et al. Planes sin planificar. México, D.F.: Proceso, 1980. 189 p.
- Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, Red de comunicación para el desarrollo; fichero técnico 1. (México, D.F.: CEESTEM, 1980) ficha 125.
- CEPAL, ONU, "La energía en América Latina", México 1956, p. 70
- "Cerro Prieto: energía geotérmica en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 6, 11 (noviembre, 1982) pp. 19-23
- Cocho, Flavio (y) Fueyo, Luis. El libro negro. México, D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM; mimeo, 1976.
- Colmenares, Francisco, "La acumulación del capital monopolista en la crisis del sector eléctrico", en Investigación económica: revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979), pp. 311-326.
- . Petroleo y lucha de clases en México 1864-1982. México, D.F.: El Caballito, 1982. 235 p.
- Comisión Económica para América Latina. Economía campesina y agricultura empresarial: tipología de productores del agro mexicano. México, D.F.: Siglo XXI, 1982
- Comisión Federal de Electricidad. Un análisis retrospectivo del comportamiento de la generación termoeléctrica a base de hidrocarburos en el sistema eléctrico nacional, periodo 1977-1980 (México, D.F.: CFE, 1981) p. 6
- . Potencial hidroeléctrico de la República Mexicana (México, D.F.: CFE, mimeo, 1983)
- Comité Nacional Mexicano, Datos de energía: México, 1981, mimeo, (documento presentado en la XII Conferencia Mundial de Energía)
- Commoner, Barry. Energías alternativas. Barcelona: Gedisa, 1980. 168 p.
- Compendio de historia y economía; manual de divulgación. México, D.F.: Ediciones Cultura Popular, 1978. 387 p.
- "Cronología de la industria petrolera mexicana" en El petróleo en México y el Mundo (México, D.F.: Conacyt, 1979) pp. 241-256
- Del Castillo, Arturo. "Panorama energético de México", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 219-236
- Derry, T.K. (y) Williams, Trevor. Historia de la tecnología. 5 ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 3 vol.
- Díaz S., Jorge. "¿En qué consiste una reserva petrolera?" en El petróleo en México y en el mundo (México, D.F.: Conacyt, 1979) p. 221-234
- Dos Santos Theotonio. Imperialismo y dependencia. 3 ed.; México, D.F.: Ediciones Era, c1978. 491 p.
- Durán, Nicolás, D.F. zona de desastre. (México, D.F.: Edamex, c1983) p. 26.
- Eibenschutz, Juan. "Nucleoelectricidad para México" en Energéticos, boletín informativo del sector energético (agosto de 1982)
- . "¿Es necesaria la energía nuclear?" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 27-32

- Energía y sociedad. Encuentro interdisciplinario organizado por el Colegio de Sociólogos de México; México, D.F.: 12-14 de agosto de 1982
- "Energéticos, capitalismo y contradicciones de clase", en Estrategia: revista de análisis político, II, 9 (mayo de 1976) pp. 35-46
- Escofet, Alberto, "Mitos y realidades sobre Uramex" en Uno más uno, 14 de julio de 1983
- . "El programa nucleoelectrico mexicano" en Energéticos (diciembre de 1981) p. 1
- Fisas, Vicenc. Despilfarro y control de la energía. España: El Viejo Topo, (s.f.). 127 p.
- Foley, Gerald. La cuestión energética. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1981, 310 p.
- "Foro Nuclear Nacional; memoria". México, D.F.: (s.c), 1978, 156 p.
- García, Magdalena. "La marcha de la economía en 1980" en Economía petrolizada (México, D.F.: Taller de Coyuntura, Fac. de Economía, UNAM) pp. 63-128
- Garza Mercado, Ario. Manual de técnicas de investigación. 3 ed.; México, D.F.: El Colegio de México, 1981. 286 p.
- Gershenson, Antonio. "Implicaciones del carácter estatal de los energéticos en México" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 301-310
- Gollás, Manuel. La economía desigual; empleo y distribución en México. (México, D.F.: Conacyt, 1982). 506 p.
- González, Javier, "Estado actual de la evaluación del potencial hidroeléctrico nacional" en Ingeniería: órgano oficial de la Facultad de Ingeniería, UNAM; 3 (1980) pp. 17-41
- Gunder, Frank. Acumulación dependiente y subdesarrollo. México, D.F.: Ediciones Era, 1979. 231 p.
- Guzmán, Oscar. "Bases para el análisis del problema energético en las zonas rurales de México" en Cuadernos sobre prospectiva energética, El Colegio de México (México, D.F.: (s.f.)) 55p.
- . "las nuevas fuentes de energía en México, situación actual y perspectivas de desarrollo en Cuadernos sobre prospectiva energética No. 30, El Colegio de México (México, D.F.: (s.f.)) 55 p.
- Guzmán, Francisco. "La electricidad en México", en El economista mexicano, XIV, 6 (noviembre-diciembre de 1980) p. 15
- Hernández, Enrique (y) Córdoba, Jorge. La distribución del ingreso en México. Cuadernos del CIIS No. 5 (México, D.F.: CIIS, 1982) 116 p.
- Historia Universal Siglo XXI. México, D.F.: Siglo XXI, 1977. 36 vol.
- Huerta, Rogelio. "Los Estados Unidos en 1980; análisis de coyuntura" en Economía petrolizada (México, D.F.: Taller de Coyuntura, Fac. de Economía, UNAM, 1981) pp. 47-62
- Ibarra, Javier. Los energéticos en el proceso revolucionario mexicano. (s.l), (s.e), 1982. 255 p.

- Instituto Tecnológico de La Paz. Biodigestores anaeróbicos para comunidades rurales. Trabajo presentado en el curso de actualización sobre energía solar, ANES/UABCS, La Paz, B.C.S., octubre de 1982.
- Kreider, Jan (y) Keith Franck. Solar energy handbook. New York: McGraw-Hill, c1981
- "La exploración petrolera en México" en El petróleo en México y en el mundo (México, D.F.: Conacyt, 1979) pp. 235-240
- "La industria petrolera, ¿al servicio del pueblo?", en Estrategia: revista de análisis político, I, 4 (septiembre de 1975)
- Larrañaga, Sergio, "Balance de energía de México", Simposio internacional: La biomasa forestal, recurso natural renovable y fuente de energía, SARH-SFF, (México, D.F., 28-30 de noviembre, 1981)
- Landes, David. Progreso tecnológico y revolución industrial. Madrid: Tecnos, 1979. 604 p.
- Lenin, Ivan I. El imperialismo, fase superior del capitalismo. Pekín: Ediciones en lenguas extranjeras, (s.f). 164 p.
- Loftness Rober. Energy handbook. New York: Van Nostrand Reinhold Company, c1978. 741 p.
- Lovins, Amory. La alternativa energética. 2 ed.; España. Colección amigos de la tierra, 1979. 76 p.
- Mandel, Ernest. Ensayos sobre el neocapitalismo. 5 ed.; México, D.F.: Ediciones Era, 1981, 263 p.
- Martínez Leal, Ana M. Fuentes no-convencionales de energía: estado actual de la tecnología y perspectivas de implementación; trabajo presentado en el curso de actualización sobre Energía Solar ANES/AUBCS, La Paz, B.C.S., octubre 1982.
- Marin, Jean. "Crecimiento económico y consumo de energía" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 49-64
- . "Producción y consumo de energía: alternativas energéticas a escala mundial" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM. XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 127-140
- . "Opciones energéticas y teoría económica", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM. XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 27-32
- Marx, Karl. El capital. México, D.F.: Siglo XXI, 1975. 6 vol.
- . Capital y tecnología; manuscritos inéditos (1861-1863). México, D.F.: Terra Nova, c1980. 164 p.
- México, Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Programa de Energía: metas a 1990 y proyecciones al año 2000. México, D.F.: SEPAFIN, 1980. 60 p.
- . Secretaría de Programación y Presupuesto. Plan Global de Desarrollo. México, D.F.: SPP., 1980.
- . Secretaría de Programación y Presupuesto. Las actividades económicas en México. México, D.F.: SPP, 1980. 437 p.
- . Secretaría de Programación y Presupuesto. La industria petrolera en México. México, D.F.: SPP, 1980. 560 p.

- _____. Secretaría de Programación y Presupuesto. El sector eléctrico en México. México, D.F.: SPP, 1980. 245 p.
- _____. Secretaría de Programación y Presupuesto. Cómo es México. México, D.F.: SPP, 1980. 241 p.
- _____. Secretaría de Programación y Presupuesto. Anuario estadístico 1980. México, D.F.: SPP, 1982. p.
- _____. Secretaría de Programación y Presupuesto. Agenda estadística 1981 y 1982. México, D.F.: SPP, 1982, 1983. 364 p. y p.
- _____. Petróleos Mexicanos. Memoria de labores. México, D.F.: Pemex, 1980-1982.
- _____. Presidencia de la República. Las necesidades esenciales de México. México, D.F.: Siglo XXI, 1982. 5 vols.
- _____. Petróleos Mexicanos, Subdirección de Planeación y Coordinación, Gerencia de Economía Energética, México: Balance de Energía, 1982 (México, D.F.: Pemex, julio 1983) 54 p.
- _____. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Vademecun Forestal Mexicano 1980, (México, D.F.: SARH, 1980)
- _____. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Vademecun Forestal Mexicano 1982. (México, D.F.: SARH, 1982)
- _____. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 1982,
- Mieres, Francisco. Crisis capitalista y crisis energética. México, D.F.: Nuestro Tiempo, 1979. 215 p.
- Munford, Lewis. Técnica y civilización. 3 ed.; Madrid: Alianza Universidad 1979. 522 p.
- Nacional Financiera, La economía mexicana en cifras. México, D.F.: NAFINSA, 1981. 400 p.
- Natural resources and development in arid regions. Colorado: Enrique Campos y Robert Anderson, c1983, 362 p.
- Padilla Aragón, Enrique. México: desarrollo con pobreza. 11 ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 1981. 173 p.
- Pedrero, Rafael. "El mercado internacional del petróleo; naturaleza, evolución y perspectivas", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM. XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 165-172
- "Perfil energético de México" en Energéticos, año 3, 8 (agosto 19, 79) p. 37
- Perzabal, Carlos. Acumulación capitalista dependiente y subordinado: el caso de México (1940-1978). 2 ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 1981, 179 p.
- Ponce, Antonio. "Principales problemas de la industria eléctrica" en El economista mexicano. XIX (nov.-dic. de 1980), p. 6
- _____(y) Whaley, Arturo, "La evolución de la industria energética en México" en Energía: del fuego al átomo, 46-47 (octubre-noviembre de 1982) p. 14
- _____. Tarifas, precios y subsidios, ponencia presentada en el foro "Sector Público Nacional" el 24 de abril de 1981 en el Colegio Nacional de Economistas.
- _____. "Características y aspectos centrales de la política energética en

- México" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979), pp. 253-280
- . "Raíces de un futuro independiente" en Página Uno (suplemento), Uno más uno, 14 de noviembre de 1982
- . "El desarrollo mundial de la energía nuclear", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979), pp. 141-148
- . "La energía nuclear en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 5, 12 (diciembre, 1981) p. 16.
- "Primera carboeléctrica en México" en Energéticos: boletín informativo del sector energético, año 5, 12 (diciembre, 1981) p. 16
- Ramírez, Carlos. "El plan nacional del empleo preve su propio fracaso" en Planes sin planificar (México, D.F.: Proceso, 1980) pp. 73-87
- Rodríguez, Gustavo. "OLADE: estrategias energéticas con impacto en la producción agrícola marginal" en Cuadernos sobre prospectiva energética, El Colegio de México (México, D.F.: (s.f)) 42 p.
- Ruiz García, Enrique. La estrategia mundial del petróleo, México, D.F.: Nueva Imagen, 1982. 230 p.
- Ruiz, Rogelio. "Observaciones analíticas sobre el programa nucleoelectrico nacional" en Cuadernos sobre prospectiva energética, El Colegio de México (México, D.F.: (s.f.)) 64 p.
- Sánchez, Gabriel (y) Umaña, Alvaro, "Análisis cuantitativo de la participación de la biomasa en el consumo energético en América Latina (OLADE, Boletín Energéticos No. 21, julio-agosto, 1981)
- Schutz, Fernando. Uso eficiente de la energía en México. Cuernavaca, México: Conacyt-IIE, 1982, 172 p.
- Schoijet, Mauricio. "El problema energético: una discusión", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 93-124
- Serrato, Marcela. "Las implicaciones de la política energética estadounidense para México", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM, XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 207-216
- Solís, Leopoldo. La realidad económica mexicana: retrovisión y perspectivas. 11 ed.; México, D.F.: Siglo XXI, 1981, 319 p.
- Sterner, Thomas, Estructura y tecnología en el sector manufacturero; algunos factores explicativos del aumento de intensidad energética, (México, D.F.: Centro Lázaro Cárdenas, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, 1982) 44 p.
- Steward-Gordon, "El petróleo mexicano: mitos, realidad y futuro" en El petróleo en México y el mundo, (México, D.F.: Conacyt, 1979) pp. 257-268
- SUTIN IV Congreso General Ordinario: informes y ponencias. México, D.F.: (s.e) febrero 1983. 216 p.
- Unikel, Luis. El desarrollo urbano en México, 2 ed.; México, D.F.: El Colegio de México, 1978. 476 p.

- "Uranio en México" en Energéticos, boletín informativo del sector energético. (mayo, 1982) pp. 2-3
- "Uso eficiente y conservación de la energía", Foros de consulta permanente del Programa Universitario de Energía (México, D.F.: PUE, UNAM, noviembre, 1982) 190 p.
- Valdez, Fernando. "El consumo de la energía en México: orientación actual y perspectivas" en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM. XXXVIII, 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 237-252
- Vázquez, Salvador. "Recursos forestales, uso actual, crecimiento, rendimiento y residuos", Simposio internacional: La biomasa forestal, recurso natural renovable y fuente de energía, SARH-SFF, (México, D.F. 28-30 de nov., 1981)
- Verdugo, Francisco. Estado actual del potencial carbonífero, (Piedras Negras, Coah.: CFE, mimeo) s.p.
- Viqueira, Jacinto. Energía y desarrollo económico. notas de clase (México, D.F.: Facultad de Ingeniería, UNAM 9 cap.)
- . "La planeación del sector eléctrico y la política nacional de energía" en Ingeniería, Órgano oficial de la Facultad de Ingeniería, UNAM, No. 4, 1982.
- Waes. Energía: perspectivas mundiales 1985-2000. México, D.F.: CFE, c1981. 413 p.
- Wionczek, Miguel et al. La energía en la transición del sector agrícola de subsistencia. México, D.F.: El Colegio de México, 1983. 222 p.
- Yúñez, Antonio. "La política petrolera en el proceso de desarrollo económico de México", en Investigación económica, revista de la Facultad de Economía de la UNAM. XXXVIII 148-149 (abril-septiembre de 1979) pp. 281-300
- Zorzoli, G.B. El dilema energético. Madrid: H. Blume, c1976

Periódicos consultados

El Día,
El Nacional
Excelsior
Ovaciones
The New York Time
Universal
Uno mas Uno

Revistas y boletines consultados

Ciencia y Desarrollo
El Economista Mexicano
Economía Mexicana
Energéticos, boletín del sector energético
Energía; del fuego al átomo
Estrategia
Fusión
Información Científica y Tecnológica
Ingeniería
Investigación Económica
National Geographic
Problemas del Desarrollo
Proceso
Time
World Oil
Cuadernos del Tercer Mundo

| | | |
|----|---------|---|
| 1 | CFE | Comisión Federal de Electricidad |
| 2 | EU | Estados Unidos |
| 3 | OLADE | Organización Latinoamericana de Energía |
| 4 | OCDE | Organización de Cooperación y Desarrollo |
| 5 | OPEP | Organización de Productores de Petróleo |
| 6 | PE | Programa de Energía |
| 7 | PEA | Población Económicamente Activa |
| 8 | PEMEX | Petróleos Mexicanos |
| 9 | PGD | Plan Global de Desarrollo |
| 10 | PIB | Producto Interno Bruto |
| 11 | PNE | Plan Nacional de Empleo |
| 12 | PNN | Programa Nucleoeléctrico Nacional |
| 13 | PNDI | Plan Nacional de Desarrollo Industrial |
| 14 | RI | Revolución Industrial |
| 15 | SEPAFIN | Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial |
| 16 | ZNM | Zonas y Núcleos Marginados |

| | |
|-----------------|---|
| cal | calorías |
| ft ³ | pies cúbicos |
| GWH | gigawatts hora |
| M ³ | Metros cúbicos |
| MMBPCE | millones de barriles petróleo crudo eq. |
| MMBD | millones de barriles diarios |
| MMPCD | millones de pies cúbicos diarios |
| MW | Megawatts |
| HP | (horse power) caballos de vapor |
| TEP | tonelada equivalente de petróleo |
| TWH | Terawatts hora |

FACTORES DE CONVERSION

Unidades métricas

| | | |
|----------|----------------------|--------------------|
| Kilo (K) | = mil | = 10 ³ |
| mega (M) | = millón | = 10 ⁶ |
| giga (G) | = mil millones | = 10 ⁹ |
| tera (T) | = millón de millones | = 10 ¹² |

Energía y calor

| | |
|-----------------|---|
| 1 caloría | = 4.1868 joules (J) |
| 1 kilocaloría | = 1,000 calorías = 3.96832 BTU = 1.163 watt horas |
| 1 kilowatt hora | = 3,412.14 BTU = 859.845 Kcal = 3.6 |

ANEXO

IIIA-1

| | 1950-54 | 1955-59 | 1960-64 | 1965-69 | 1970-74 | 1975-80 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Producto Interno Bruto | 6.1 | 6.2 | 7.2 | 6.9 | 5.7 | 5.6 |
| Sector primario | 5.7 | 3.0 | 4.8 | 2.7 | 1.7 | 3.1 |
| Agricultura | 7.5 | 3.0 | 6.2 | 1.2 | 1.7 | 3.0 |
| Industrias | 6.5 | 7.9 | 8.7 | 9.0 | 6.5 | 7.5 |
| Extractivas | 3.2 | 2.7 | 2.0 | 3.3 | 4.3 | 3.3 |
| Energética | 7.3 | 8.6 | 9.4 | 10.1 | 7.5 | 13.1 |
| Petróleo y carbón | 6.6 | 8.5 | 8.2 | 8.5 | 7.0 | 15.4 |
| Electricidad | 9.7 | 8.9 | 13.2 | 14.1 | 8.6 | 8.0 |
| Construcción | 6.7 | 8.4 | 7.2 | 9.8 | 8.5 | 6.3 |
| Transformación | 6.7 | 8.1 | 9.4 | 8.8 | 6.0 | 6.1 |
| Servicios | 6.2 | 6.4 | 7.0 | 6.8 | 5.9 | 4.3 |
| Comercio | 7.2 | 6.8 | 7.6 | 7.0 | 5.2 | 3.9 |

Fuente: elaboraciones propias a partir de datos de la Economía mexicana en cifras. Nacional Financiera 1982 y "México en cifras 1970-80, Banco Nacional de México, 1981.

IIIA-2

| RAMAS | 1940* | | 1950 | | 1960 | | 1970 | | 1980** | |
|-----------------------------|--------|------|--------|------|---------|------|--------|------|---------|------|
| | | % | | % | | % | | % | | % |
| PIB | 46,693 | 100% | 83,304 | 100% | 150,511 | 100 | 296600 | 100 | 512,191 | 100% |
| SECTOR PRIMARIO | 9,057 | 19.4 | 15,968 | 19.2 | 23,970 | 15.9 | 34535 | 11.6 | 43,620 | 8.5 |
| AGRICULTURA | 4,672 | 10.0 | 9,673 | 11.6 | 14,790 | 9.8 | 21140 | 7.3 | 25,365 | 4.9 |
| INDUSTRIAS | 11,705 | 25.1 | 22,097 | 26.5 | 43,933 | 29.2 | 102154 | 34.0 | 200,881 | 39.2 |
| EXTRACTIVUZ | 1,736 | 3.7 | 1,739 | 2.1 | 2,306 | 1.5 | 2859 | 1.0 | 3,994 | 0.8 |
| ENERGETICA | 1,607 | 3.4 | 3,086 | 3.7 | 6,591 | 4.4 | 16652 | 5.4 | 44,023 | 8.6 |
| PETROLEO Y CARBON | 1,253 | 2.7 | 2,467 | 3.0 | 5,089 | 3.4 | 11295 | 3.7 | 32,163 | 6.3 |
| ELECTRICIDAD | 354 | 0.7 | 619 | 0.7 | 1,502 | 1.0 | 5357 | 1.7 | 11,860 | 2.3 |
| CONSTRUCCION | 1,169 | 2.5 | 3,028 | 3.6 | 6,105 | 4.0 | 13583 | 4.7 | 28,327 | 5.5 |
| TRANSFORMACION ¹ | 7,193 | 15.4 | 14,244 | 17.1 | 28,931 | 19.2 | 69060 | 22.9 | 124,537 | 24.3 |
| SERVICIOS | 25,931 | 55.5 | 45,779 | 55.0 | 84,127 | 55.9 | 163478 | 55.1 | 267,690 | 52.3 |
| COMERCIO | 14,439 | 30.9 | 24,001 | 28.8 | 46,880 | 31.5 | 94491 | 31.8 | 146,796 | 28.7 |

1. Incluye petroquímica.

Fuentes: Elaborada con base en el Cuadro " PIB por rama de actividad 1950-1979" en " La economía mexicana en cifras" Nacional Financiera, México 1982.

* Leopoldo Solís, la realidad económica mexicana: retrospectiva y perspectivas, Siglo XXI, 1979

** México en cifras 1970-1980, Banco Nacional de México.

IIIA-3

COMPOSICION DEL CAPITAL FIJO PUBLICO
(millones de pesos 1960)
1967.

| ACTIVIDADES | Montos | % |
|---|---------|-------|
| Total | 178,382 | 100.0 |
| Propiamente productivas | 4,219 | 2.4 |
| Agricultura | 2,208 | 1.3 |
| Minería | 217 | 0.1 |
| Industrias de la transformación y de la construcción | 1,794 | 1.0 |
| De Infraestructura | 174,163 | 97.6 |
| Irrigación | 28,071 | 15.7 |
| Carbón, petróleo y petro química básica* | 25,316 | 14.2 |
| Electricidad | 19,346 | 10.8 |
| Transporte y comunicaciones | 45,026 | 25.3 |
| Comercio, servicios finan-- cieros y otros.** | 56,404 | 31.6 |

* Aún excluyendo la petroquímica básica, la situación no cambiaría sensiblemente.

** Aunque el comercio y algunos servicios aquí incluidos no son estrictamente "actividades de infraestructura" se mantienen bajo este rubro tanto por no ser directamente productivas como porque carecemos de elementos para intentar un deslinde más preciso.

FUENTE:

Alonso Aguilar, "México: riqueza y miseria". Nuestro Tiempo 1981

IIIA-4

Ingreso anual por salario mínimo para el Area-Metropolitana de la ciudad de México e Ingreso medio rural, en términos nominales y reales, 1950 - 1969.

| Años | Area metropolitana de la Ciudad de México. | | Medio rural | | Indice |
|------|--|----------|-------------|----------|--------|
| | Nominal | Real | Nominal | Real | |
| 1950 | 1 237.35 | 1 706.69 | 965.79 | 1 332.12 | 0.725 |
| 1951 | | | | | 0.899 |
| 1952 | 2 445.5 | 2 623.93 | 1 300.00 | 1 399.85 | 0.932 |
| 1953 | | | | | 0.914 |
| 1954 | 2 920.0 | 2 920.0 | 1 785.58 | 1 785.58 | 1.000 |
| 1955 | | | | | 1.136 |
| 1956 | 4,015.0 | 3 376.79 | 2 050.20 | 1 724.31 | 1.189 |
| 1957 | | | | | 1.240 |
| 1958 | 4 380.0 | 3 382.24 | 2 354.25 | 1 817.95 | 1.295 |
| 1959 | | | | | 1.310 |
| 1960 | 5 292.6 | 3 849.09 | 2 868.17 | 2 085.94 | 1.375 |
| 1961 | | | | | 1.338 |
| 1962 | 6 387.5 | 4 520.52 | 3 519.69 | 2 490.93 | 1.413 |
| 1963 | | | | | 1.421 |
| 1964 | 7 847.5 | 5 298.78 | 4 676.74 | 3 517.83 | 1.481 |
| 1965 | | | | | 1.508 |
| 1966 | 9 125.0 | 5 971.86 | 5 489.60 | 3 592.67 | 1.528 |
| 1967 | | | | | 1.572 |
| 1968 | 10 311.25 | 6 436.49 | 6 398.45 | 3 994.04 | 1.602 |
| 1969 | | | | | 1.642 |

Fuente: Anuario de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos e Informe Anual, Banco de México.

DESTINO DE LA INVERSION PUBLICA FEDERAL, 1925-1979

(Millones de pesos)

| DESTINO DE LA INVERSION PUBLICA FEDERAL, 1925-1979 (Millones de pesos) | | | | | | | | | | DESTINO DE LA INVERSION PUBLICA FEDERAL, 1925-1979 (Millones de pesos) | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| Concepto | 1950 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | Concepto | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | |
| INVERSION TOTAL | 6376 | 10372 | 10283 | 13821 | 17436 | 13049 | 15475 | 21057 | 23314 | 26339 | INVERSION TOTAL | 29205 | 22358 | 33289 | 49838 | 64818 | 95767 | 104511 | 140102 | 217382 | 300294 | |
| <i>Fomento agropecuario</i> | 675 | 959 | 858 | 1421 | 2368 | 1124 | 1267 | 2405 | 2461 | 2897 | <i>Fomento agropecuario</i> | 3921 | 3264 | 4948 | 7044 | 10959 | 17322 | 15095 | 25774 | 41002 | 43434 | |
| Agricultura* | 577 | 943 | 813 | 1412 | 2167 | 1108 | 1255 | 2349 | 2131 | 2661 | Agricultura* | 3628 | 2685 | 4417 | 5615 | 9064 | 13172 | 10637 | 20973 | 28550 | 36912 | |
| Ganadería | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 17 | 41 | Ganadería | 52 | 60 | 55 | 236 | 276 | 789 | 813 | 978 | 959 | 886 | |
| Silvicultura | 1 | 8 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 12 | 20 | Silvicultura | 20 | 43 | 36 | 230 | 206 | 456 | 359 | 715 | 1106 | 434 | |
| Pesca | — | — | — | — | — | 10 | 5 | 48 | 185 | 175 | Pesca | 221 | 216 | 410 | 254 | 292 | 732 | 961 | 383 | 1289 | 2683 | |
| Otras inversiones rurales | 95 | 6 | 40 | 6 | 198 | — | — | — | 116 | — | Otras inversiones rurales | — | — | — | 629 | 1128 | 2173 | 1854 | 2463 | 5193 | 4560 | |
| <i>Fomento Industrial</i> | 3133 | 4908 | 4610 | 4842 | 5447 | 5779 | 7719 | 8520 | 8749 | 9593 | <i>Fomento Industrial</i> | 11097 | 9326 | 11481 | 16222 | 21346 | 39754 | 49955 | 63293 | 104454 | 145305 | |
| Petróleo y petroquímica | 1569 | 2111 | 2007 | 2263 | 2854 | 3457 | 4623 | 5109 | 5114 | 5022 | Petróleo y petroquímica | 5440 | 5289 | 6250 | 7708 | 10161 | 14684 | 21202 | 33064 | 62781 | 88613 | |
| Energía eléctrica | 1455 | 2518 | 2291 | 1760 | 1852 | 1415 | 2395 | 2499 | 2836 | 3029 | Energía eléctrica | 4147 | 3165 | 3904 | 5822 | 7231 | 12491 | 15537 | 19760 | 30798 | 43931 | |
| Siderurgia | 35 | 56 | 130 | 248 | 251 | 506 | 317 | 182 | 212 | 892 | Siderurgia | 740 | 420 | 359 | 1053 | 3576 | 8372 | 7694 | 3342 | 1392 | 7335 | |
| Otras industrias | 74 | 183 | 182 | 571 | 490 | 401 | 384 | 730 | 587 | 650 | Otras industrias | 770 | 454 | 568 | 1639 | 2359 | 4207 | 5522 | 7127 | 9483 | 5426 | |
| <i>Comunicaciones</i> | 2491 | 2454 | 2707 | 3135 | 3543 | 3409 | 2952 | 4902 | 5461 | 5041 | <i>Comunicaciones</i> | 5525 | 4589 | 7877 | 12651 | 15541 | 19827 | 20826 | 26570 | 31556 | 35299 | |
| Ferrocarriles | 1375 | 1160 | 1169 | 1001 | 1308 | 1192 | 692 | 1566 | 1513 | 1605 | Ferrocarriles | 1704 | 904 | 1133 | 2121 | 3253 | 4933 | 4891 | 5489 | 5757 | 8446 | |
| Carreteras y puentes | 827 | 1101 | 1093 | 1655 | 1028 | 1767 | 1956 | 2170 | 2219 | 2777 | Carreteras y puentes | 2624 | 2706 | 4939 | 6131 | 5719 | 6958 | 7911 | 10229 | 12736 | 12452 | |
| Obras marítimas | 165 | 125 | 172 | 125 | 128 | 76 | 134 | 109 | 199 | 346 | Obras marítimas | 720 | 414 | 517 | 1624 | 1164 | 1510 | 434 | 747 | 929 | 1840 | |
| Servicios aéreos | 109 | 92 | 177 | 272 | 120 | 374 | 110 | 655 | 813 | 713 | Servicios aéreos | 141 | 162 | 619 | 304 | 1211 | 1071 | 835 | 1471 | 1677 | 2209 | |
| Telocomunicaciones | 15 | 16 | 95 | 82 | 59 | — | — | 322 | 717 | 400 | Telocomunicaciones | 308 | 373 | 609 | 3071 | 4153 | 5355 | 6755 | 8634 | 10457 | 10352 | |
| <i>Beneficio social</i> | 1865 | 1756 | 2272 | 3982 | 5553 | 2413 | 3424 | 4769 | 6199 | 7355 | <i>Beneficio social</i> | 8196 | 4854 | 7662 | 12833 | 13451 | 15776 | 15760 | 19375 | 34846 | 51483 | |
| Servicios públicos† | 748 | 670 | 1016 | 1598 | 1907 | 1318 | 1855 | 2260 | 3004 | 4587 | Servicios públicos† | 4071 | 2951 | 4146 | 7284 | 7512 | 7506 | 6806 | 9328 | 19801 | 34969 | |
| Salud y seguridad social | 514 | 375 | 428 | 943 | 2528 | 209 | 854 | 806 | 108 | 1014 | Salud y seguridad social | 1406 | 610 | 1412 | 3276 | 2751 | 3425 | 3536 | 3955 | 6225 | 9374 | |
| Educación e Investigación | 192 | 273 | 175 | 438 | 611 | 774 | 529 | 1021 | 1136 | 1472 | Educación e Investigación | 1051 | 1223 | 2034 | 2199 | 3022 | 4602 | 5046 | 5983 | 8606 | 5689 | |
| Vivienda | 431 | 243 | 653 | 1603 | 507 | 95 | 142 | 793 | 650 | 258 | Vivienda* | 261 | 161 | 1417 | 1089 | 1041 | 778 | 1062 | 273 | 561 | 5296 | |
| Otras inversiones sociales | — | — | — | — | — | 17 | 24 | 69 | 201 | 34 | Otras inversiones sociales | 597 | 23 | 90 | 76 | 156 | 243 | 372 | 109 | 214 | 1431 | |
| <i>Administración y defensa</i> | 192 | 255 | 376 | 441 | 525 | 324 | 163 | 461 | 444 | 643 | <i>Administración y defensa</i> | 466 | 307 | 1170 | 865 | 1117 | 2058 | 4621 | 3885 | 3591 | 4600 | |
| Administración | 179 | 33 | 366 | 347 | 431 | — | — | — | — | — | Administración | — | — | — | — | — | — | 2305 | 2450 | 3024 | — | |
| Defensa | 13 | 222 | 10 | 94 | 94 | — | — | — | — | — | Defensa | — | — | — | — | — | — | 2316 | 1435 | 567 | — | |
| | | | | | | | | | | | <i>Convenios de Coordinación†</i> | | | | | | | | | | | 12457 |

* Inversión realizada.

† Urbanos y rurales

‡ De 1939 a 1956 incluye rastros, almacenes y otras obras para la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

§ Incluye obras de riego y otras inversiones agrícolas.

¶ Obras realizadas bajo el Programa de Inversiones Públicas para el Desarrollo Rural (PIDER).

** De 1972 en adelante las inversiones en Vivienda no se incluyen en las sumas por su forma especial de financiamiento.

†† Inversiones conforme a los Convenios Únicos de Coordinación entre el Gobierno Federal y los estatales.

FUENTE: 1925 a 1975, Secretaría de la Presidencia, Dirección General de Inversiones Públicas.

1971 en adelante, Informes de Gobierno del C. Presidente de la República.

ESTRUCTURA POLARIZADA DEL SECTOR AGROPECUARIO
(1970)

| Granjías: | Producto Nac: Bruto. | Día de Trabajo, Trabajo por año | Total de Granjías % | Ingreso Mensual (pesos) |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Grupo Autoconsumo | 4 | 75-150 | 50 | 50-80 |
| Grupo Sub-familiar | 17 | 250-350 | 33 | 500 |
| Grupo Granjas médicas | 25 | 500-600 | 13 | 1000 |
| Grupo multifamiliar | 22 | 600-1300 | 28 | 4000 |
| Grupo neolatifundio | 32 | 12-30 | 0.5 | 32000 |

Fuente: Centro de Investigaciones Agrarias, citado por Carlos Perzabal, p. 23.

BALANZA DE PAGOS, 1970-1979
(Millones de dólares de EUA)

| Concepto | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 p. |
|--|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| I. CUENTA CORRIENTE | -1 167.9 | -928.9 | -1 055.7 | -1 513.6 | -3 228.0 | -4 442.6 | -3 603.3 | -1 593.4 | -2 693.0 | -4 207.5 |
| <i>Ingresos</i> | 3 254.5 | 3 532.0 | 4 290.2 | 5 405.9 | 6 033.4 | 7 134.8 | 8 277.2 | 9 177.0 | 11 653.1 | 16 187.9 |
| Exportación de mercancías | 1 283.7 | 1 365.5 | 1 663.3 | 2 071.7 | 2 853.2 | 3 062.4 | 3 655.4 | 4 649.8 | 6 063.1 | 8 790.3 |
| Servicios por transformación | 82.9 | 101.9 | 153.5 | 238.5 | 375.1 | 332.4 | 344.6 | 452.3 | 452.3 | 637.6 |
| Oro y plata no monetarios | 74.2 | 54.3 | 64.9 | 63.0 | 143.9 | 145.8 | 100.3 | 199.6 | 248.9 | 490.0 |
| Transportes | 76.4 | 26.3 | 118.3 | 142.0 | 153.4 | 181.7 | 181.8 | 205.6 | 251.3 | 329.3 |
| Turismo | 415.0 | 451.0 | 562.0 | 724.2 | 842.0 | 1 001.1 | 835.6 | 865.5 | 1 121.0 | 1 423.3 |
| Transacciones fronterizas | 1 050.1 | 1 176.1 | 1 312.7 | 1 525.3 | 1 649.0 | 1 924.7 | 2 266.5 | 2 075.9 | 2 363.7 | 2 991.8 |
| Ingresos por inversiones | 67.5 | 59.1 | 73.2 | 160.6 | 234.4 | 166.9 | 174.3 | 230.1 | 403.0 | 589.2 |
| Otros servicios | 125.9 | 146.6 | 246.9 | 363.9 | 440.9 | 346.2 | 457.5 | 411.2 | 574.2 | 664.5 |
| Transferencias | 69.8 | 71.1 | 79.8 | 89.5 | 135.7 | 177.2 | 193.7 | 225.6 | 255.9 | 255.9 |
| <i>Egresos</i> | 4 442.4 | 4 460.9 | 5 285.9 | 6 934.6 | 10 064.4 | 11 577.4 | 11 900.5 | 10 773.4 | 14 346.1 | 21 052.4 |
| Importación de mercancías | 2 328.3 | 2 255.5 | 2 762.1 | 3 892.4 | 6 149.5 | 6 699.3 | 6 293.3 | 5 764.5 | 7 917.4 | 12 033.0 |
| Fletes y seguros | 172.2 | 168.1 | 201.6 | 273.2 | 335.5 | 429.4 | 378.8 | 348.0 | 410.1 | 610.0 |
| Oro no monetario | 25.4 | 17.2 | 37.3 | 45.3 | 76.9 | 32.9 | 120.7 | 31.1 | 74.0 | 151.8 |
| Transportes | 90.8 | 104.7 | 124.4 | 145.4 | 215.2 | 239.1 | 265.2 | 232.5 | 357.8 | 517.5 |
| Turismo | 191.4 | 201.0 | 213.7 | 303.0 | 391.6 | 445.8 | 423.1 | 396.0 | 519.0 | 713.6 |
| Transacciones fronterizas | 828.2 | 667.9 | 539.0 | 1 103.7 | 1 252.6 | 1 568.0 | 1 846.9 | 1 361.0 | 1 831.8 | 2 302.1 |
| Remesas por inversiones extranjeras directas | 129.2 | 128.7 | 144.0 | 167.4 | 150.3 | 209.5 | 346.7 | 189.0 | 214.3 | 284.0 |
| Intereses del sector público | 290.2 | 305.3 | 321.4 | 442.1 | 707.1 | 1 031.5 | 1 318.6 | 1 542.4 | 2 023.1 | 2 859.3 |
| Otros intereses | 126.7 | 136.3 | 160.1 | 205.6 | 266.2 | 405.1 | 405.1 | 431.6 | 548.5 | 730.2 |
| Otros servicios | 240.1 | 261.7 | 320.7 | 340.3 | 404.5 | 474.6 | 523.9 | 523.9 | 611.8 | 819.4 |
| Transferencias | 13.9 | 13.5 | 12.6 | 16.5 | 16.8 | 21.4 | 22.6 | 23.4 | 29.3 | 32.5 |
| II. CUENTA DE CAPITAL (neto) | 848.5 | 895.8 | 432.5 | 2 051.2 | 3 822.5 | 5 458.9 | 5 070.0 | 2 276.0 | 3 144.0 | 4 267.9 |
| <i>Capital a largo plazo</i> | 561.0 | 708.1 | 841.1 | 1 855.8 | 2 793.2 | 4 372.7 | 4 701.6 | 4 271.3 | 4 651.7 | 4 104.0 |
| Sector público | 251.5 | 291.7 | 411.4 | 1 299.0 | 2 074.7 | 3 583.3 | 4 214.6 | 3 072.4 | 4 063.2 | 3 146.7 |
| Disposiciones y colocaciones | 64.2 | 793.4 | 1 017.3 | 2 110.6 | 2 765.4 | 4 421.7 | 5 417.9 | 6 232.3 | 8 343.3 | 10 415.0 |
| Amortizaciones | -565.6 | -511.1 | -601.4 | -895.5 | -1 292.0 | -1 855.1 | -1 556.2 | -2 255.0 | -4 264.3 | -7 285.5 |
| Créditos al exterior | -1.1 | 9.4 | -4.5 | -5.1 | -3.7 | 16.1 | -47.1 | -64.9 | -15.8 | 17.5 |
| Sector privado | 299.5 | 416.4 | 430.2 | 656.8 | 718.5 | 789.4 | 487.0 | 398.9 | 588.5 | 1 037.3 |
| Inversión extranjera directa | 184.6 | 173.0 | 155.1 | 221.7 | 293.8 | 204.1 | 211.8 | 327.0 | 385.0 | 655.0 |
| Compra de empresas extranjeras | - | - | 9.9 | -27.2 | -2.1 | -35.9 | -12.0 | -1.0 | -20.8 | -39.6 |
| Pasivos con el exterior | 119.9 | 233.4 | 293.5 | 465.3 | 471.8 | 635.2 | 340.7 | 103.8 | 222.5 | 470.9 |
| Operaciones con valores | -5.0 | 10.0 | -9.5 | -23.0 | -42.0 | -14.0 | -53.5 | -30.9 | 1.5 | -59.0 |
| <i>Capital a corto plazo</i> | 287.5 | 187.7 | -409.1 | 125.4 | 1 027.3 | 1 086.2 | 369.4 | -1 925.3 | -1 508.9 | 63.9 |
| Pasivos del sector público | 181.5 | 128.9 | -252.3 | 415.2 | 845.9 | 764.5 | 878.0 | -949.7 | -1 489.4 | 205.5 |
| Pasivos del sector privado | 106.0 | 58.8 | -156.8 | 209.2 | 1 811.4 | 321.7 | 491.4 | -975.6 | -819.5 | 434.4 |
| Activos | -42.7 | 30.5 | -313.7 | -400.2 | -480.4 | -195.4 | -753.6 | -927.6 | -474.6 | -1 776.7 |
| III. DERECHOS ESPECIALES DE GIRO | 45.4 | 39.6 | 39.2 | - | - | - | - | - | - | 70.0 |
| IV. ERRORES Y OMISSIONES | 396.1 | 193.5 | 798.7 | -450.1 | -559.6 | -851.2 | -2 399.7 | -22.5 | -17.7 | 945.5 |
| V. VARIACION DE LA RESERVA DEL BANCO DE MEXICO, S. A.¹ | | | | | | | | | | |
| (1-2+3+4) | 102.1 | 299.2 | 24.7 | 172.3 | 35.9 | 165.1 | -1 004.0 | 657.1 | 434.1 | 418.9 |

p. Cifras preliminares.
 1. Deducidos el oro y la plata usados en el país para fines industriales.
 2. Hasta 1956 incluye gastos de estudiantes en el extranjero.
 3. Disposiciones menos amortizaciones y financiamientos al exterior.
 4. A partir de 1969 se aplican con nueva metodología, por lo que las cifras no son estrictamente comparables con las de los años anteriores.
 5. A partir de 1960 la reserva se calcula conforme al criterio del Fondo Monetario Internacional más la plata.
 FUENTE: Banco de México, S. A.

BALANZA DE PAGOS (p)
Millones de dólares*

| CONCEPTO | 1979 | 1980 | 1981(p) | 1982(p) |
|--|----------|----------|-----------|----------|
| I. CUENTA CORRIENTE | -1 656.1 | -6 596.6 | -12 544.3 | -2 644.5 |
| <i>A. Ingresos</i> | 16 131.3 | 11 619.5 | 30 009.8 | 50 717.4 |
| 1. Exportación de mercancías | 8 738.2 | 15 507.5 | 19 419.6 | 31 066.1 |
| 2. Servicios por transformación | 677.6 | 773.4 | 976.3 | 831.8 |
| 3. Oro y plata no monetarios | 443.0 | 463.8 | 550.7 | 546.0 |
| 4. Transportes directos | 155.9 | 419.9 | 475.1 | 413.2 |
| 5. Turismo | 1 113.3 | 1 070.1 | 1 759.6 | 1 405.9 |
| 6. Transacciones fronterizas | 2 316.2 | 3 500.6 | 4 770.1 | 4 144.1 |
| 7. Ingresos por inversión | 582.7 | 931.8 | 1 344.1 | 1 247.2 |
| 8. Otros servicios | 664.3 | 841.6 | 1 115.1 | 953.5 |
| 9. Transferencias | 256.4 | 310.0 | 373.1 | 332.4 |
| <i>B. Egresos</i> | 20 987.7 | 31 414.1 | 43 551.1 | 53 401.9 |
| 1. Importación de mercancías (I.A.B.) | 11 865.4 | 11 571.2 | 23 929.6 | 14 421.6 |
| 2. Fletes y seguros | 610.0 | 944.3 | 1 121.0 | 614.7 |
| 3. Oro no monetario | 131.1 | 61.0 | 107.4 | 94.8 |
| 4. Transportes directos | 329.5 | 248.9 | 1 265.1 | 1 204.7 |
| 5. Turismo | 1 113.3 | 1 070.1 | 1 571.1 | 1 247.2 |
| 6. Transacciones fronterizas | 2 241.1 | 3 016.4 | 4 594.3 | 3 576.6 |
| 7. Ingresos relacionados con inversiones | 5 902.3 | 5 771.1 | 6 933.9 | 11 624.9 |
| 8. Otros servicios | 664.3 | 841.6 | 1 115.1 | 953.5 |
| 9. Transferencias | 256.4 | 310.0 | 373.1 | 332.4 |
| II. CUENTA DE CAPITAL (neto) | 4 532.3 | 8 541.3 | 31 659.6 | 6 076.4 |
| <i>A. Capital a largo plazo (neto)</i> | 4 184.3 | 6 182.4 | 11 696.2 | 8 197.6 |
| 1. Sector público (neto) | 3 146.7 | 4 054.5 | 8 456.6 | 7 077.1 |
| a) Disposiciones de fideicomiso y colocaciones de bonos | 10 415.0 | 7 711.1 | 15 822.5 | 11 195.6 |
| b) Amortizaciones de fideicomiso y bonos | -7 285.5 | -5 715.0 | -4 805.2 | -3 247.0 |
| c) Créditos al exterior (neto) | 116.0 | 10.0 | -357.7 | -331.5 |
| 2. Sector privado (neto) | 1 040.2 | 2 127.8 | 3 239.5 | 1 120.6 |
| a) Inversión extranjera directa | 665.0 | 863.0 | 1 188.7 | 602.7 |
| b) Compra de empresas extranjeras | -39.6 | -3.5 | - | - |
| c) Pasivos con el exterior (neto) | 471.8 | 1 247.6 | 1 661.9 | 589.9 |
| d) Operaciones con valores (neto) | 146.5 | 4 076.3 | 733.2 | 464.2 |
| e) Otros pasivos (neto) | 247.8 | 131.0 | 1 122.7 | 135.7 |
| f) Operaciones con valores (neto) | -59.0 | -117.0 | -10.0 | -72.0 |
| <i>B. Capital a corto plazo (neto)</i> | 143.4 | 2 358.9 | 10 163.4 | -8 118.8 |
| 1. Pasivos (neto) | 1 306.1 | 4 121.7 | 12 595.5 | -8 118.8 |
| a) Sector público (neto) | 205.5 | 87.8 | 9 419.0 | -1 419.0 |
| b) Sector privado (neto) | 1 090.6 | 4 033.9 | 9 176.5 | -6 700.0 |
| 2. Activos (neto) | -1 162.7 | -8 962.8 | -8 532.1 | -1 420.9 |
| III. DERECHOS ESPECIALES DE GIRO | 100 | 73.5 | 69.4 | - |
| IV. ERRORES Y OMISSIONES | 878.0 | -657.3 | -8 372.7 | -6 519.6 |
| V. APLICACIÓN DE LA RESERVA DEL BANCO DE MEXICO, S. A. (suma de III y IV) | 418.9 | 1 150.9 | 8 812.2 | -8 186.7 |

* El total de las cifras puede no sumar el total de los datos estadísticos.
 (p) Cifras provisionales.
 (1) Reserva de México de acuerdo con el sistema del Fondo Monetario Internacional, más la plata. El sistema de reservas de México se cambió en 1969.
 El signo menos (-) significa egresos de dólares.
 FUENTE: Banco de México.

IIIA-8

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA Y PRODUCTIVIDAD ¹

| | 1950 ² | 1960 ² | 1970 | 1980 | 1950 % | 1960 % | 1970 % | 1980 % |
|--------------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| P.E.A. TOTAL | 8272 | 11274 | 13343 | 19951 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sector Primario | 4824 | 6097 | 5004 | 6384 | 58.3 | 54.1 | 37.5 | 32.0 |
| Industria | 1319 | 2144 | 3083 | 5187 | 15.9 | 19.0 | 23.1 | 26.0 |
| Energéticas | n.d. | n.d. | 143 | 349 | n.d. | n.d. | 1.1 | 1.7 |
| minería y pe- tróleo. | 97 | 141 | 185 | n.d. | 1.2 | 1.2 | n.d. | n.d. |
| Electricidad | 25 | 42 | 55 | n.d. | 0.3 | 0.4 | 0.4 | n.d. |
| Transformación | 973 | 1553 | 2251 | 3691 | 11.8 | 13.8 | 16.9 | 18.5 |
| Construcción | 224 | 408 | 592 | 997 | 2.7 | 3.6 | 4.4 | 5.0 |
| Servicios | 2129 | 3033 | 5256 | 8380 | 25.7 | 26.9 | 39.4 | 42.0 |
| PRODUCTIVIDAD | | | | | | | | |
| GLOBAL: | 10071 | 13350 | 22229 | 25672 | | | | |
| Sector Primario | 3310 | 3931 | 6901 | 6037 | | | | |
| Industrias | 16753 | 20491 | 33135 | 38728 | | | | |
| Energéticas ³ | N.d. | n.d. | 116447 | 126140 | | | | |
| Min. y Petróleo | 43361 | 52447 | 76508 | n.d. | | | | |
| Electricidad | 24760 | 35762 | 97400 | n.d. | | | | |
| Transformación | 14639 | 18629 | 30630 | 33741 | | | | |
| Construcción | 13518 | 14963 | 22944 | 28412 | | | | |
| Servicio | 21249 | 27236 | 30424 | 31944 | | | | |

1. PIB por sector entre la PEA del mismo. Pesos de 1960.
2. La productividad de la minería y el petróleo y la electricidad juntos fué en 1950 de 39,549 pesos/h., y 48,618 pesos/hombre. No se pudo desglosar por cada sector.
3. Electricidad y petróleo.

FUENTE: IAFINSA, la Economía Mexicana en cifras 1962.

Población desempleada y subempleada

| Año | 1 | | 2 | | 3 | |
|-------------------|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|------|--|
| | Población Económicamente Activa | No. de Subempleados | % | No. de Desempleados | % | |
| 1970 ¹ | 12 955 057 | 5 805 418 | 44.8 | 485 178 | 3.7 | |
| 1975 ¹ | 17 055 847 | 7 740 901 | 45.4 | 715 729 | 4.2 | |
| 1976 | 17 609 046 | 8 056 657 | 45.4 | 883 106 | 5.0 | |
| 1977 | 18 185 207 | 8 440 365 | 46.3 | 1 087 601 | 6.0 | |
| 1978 | 18 795 112 | 8 802 209 | 46.8 | 1 301 387 | 6.9 | |
| 1979 | 19 424 008 | 9 172 375 | 47.2 | 1 527 938 | 7.9 | |
| 1980 | 20 082 575 | 9 551 055 | 47.5 | 1 774 898 | 8.8 | |
| 1981 | 20 789 754 | 9 938 444 | 47.8 | 2 060 999 | 9.9 | |
| 1982 | 21 465 652 | 10 334 744 | 48.2 | 2 306 136 | 10.7 | |
| 1983 | 22 170 166 | 10 740 158 | 48.5 | 2 569 982 | 11.6 | |
| 1984 | 22 900 153 | 11 154 897 | 48.7 | 2 849 163 | 12.4 | |
| 1985 | 23 667 961 | 11 579 175 | 49.0 | 3 155 801 | 13.3 | |
| 1990 | 27 709 877 | 13 851 512 | 49.9 | 4 727 785 | 17.1 | |
| 1995 | 32 389 317 | 16 397 468 | 50.6 | 6 639 881 | 20.5 | |
| 2000 | 37 553 603 | 19 249 990 | 51.3 | 8 703 599 | 23.2 | |

¹ Fuente: El problema ocupacional en México. Grupo de Estudio del Problema del Empleo, S/ce SII.

² Fuente: Método de Simulación para el Cálculo de Proyecciones de Población Total y Población Económicamente Activa. Centro Nacional de Información y Estadística del Trabajo, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México, 1977, vols I y II.

CUADRO 2. Número, empleo y valor de la producción de empresas industriales de distintos tamaños: México, 1970.

| Tamaño de la empresa en número de personas empleadas (funcionarias) | Porcentaje del total de empresas industriales | Porcentaje del personal ocupado industrial total | Porcentaje del valor de la producción industrial total |
|---|---|--|--|
| Hasta 5 | 62.86 | 7.2 | 2.4 |
| 6 - 15 | 17.56 | 6.6 | 3.4 |
| 16 - 25 | 5.33 | 4.4 | 3.3 |
| 26 - 50 | 5.66 | 8.5 | 6.5 |
| 51 - 75 | 2.54 | 6.5 | 5.7 |
| 76 - 100 | 1.46 | 3.4 | 5.1 |
| 101 - 175 | 1.95 | 10.9 | 10.9 |
| 176 - 250 | 0.93 | 8.2 | 9.0 |
| 251 - 350 | 0.59 | 7.3 | 8.1 |
| 351 - 500 | 0.46 | 8.0 | 9.8 |
| 501 - 750 | 0.32 | 8.1 | 10.7 |
| 751 y más | 0.34 | 18.9 | 25.1 |
| Total | 100.00 | 100.0 | 100.0 |

Fuente: Elaborado con datos del IX Censo Industrial 1971. Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio, México, D. F., 1973.

IIIA-10

IIIA-9

II.1 Distribución del ingreso en México por deciles a nivel nacional. (porcentajes)

| Dec. % ^a | 1950 | 1958 | 1963 | 1968 ^b | 1970 | 1975 ^c | 1977 ^d |
|---------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| I | 2.43 | 2.32 | 1.69 | 1.21 | 1.42 | 0.69 | 1.08 |
| II | 3.17 | 3.21 | 1.97 | 2.21 | 2.34 | 1.28 | 2.21 |
| III | 3.18 | 4.06 | 3.42 | 3.64 | 3.49 | 2.68 | 3.23 |
| IV | 4.29 | 4.98 | 3.42 | 4.23 | 4.54 | 3.80 | 4.42 |
| V | 4.93 | 6.02 | 5.14 | 5.07 | 5.46 | 5.25 | 5.73 |
| VI | 5.96 | 7.49 | 6.08 | 6.46 | 6.24 | 6.89 | 7.15 |
| VII | 7.04 | 8.24 | 7.85 | 8.28 | 8.24 | 8.56 | 9.11 |
| VIII | 9.63 | 10.73 | 12.38 | 11.30 | 10.44 | 8.71 | 11.98 |
| IX | 13.89 | 17.20 | 16.45 | 16.00 | 16.61 | 17.12 | 17.09 |
| X | 10.38 | 10.24 | 13.04 | 14.60 | 11.52 | 13.34 | 12.54 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

- ^a Número de familias en cada decil: 1950: 448 977, 1958: 640 535, 1963: 732 964, 1968: 827 765, 1970: 864 175, 1975: 1 020 725, 1977: 1 110 000
- ^b Datos originales Parte Especial, Censo de Población, 1960
- ^c Datos resumen de la Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares 1975 CENIET
- ^d Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares 1975 CENIET. Se estimó la participación de cada nivel de hogares con respecto al ingreso nacional de los hogares, a partir del número de familias y del ingreso promedio familiar por estratos de ingreso
- Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General del Sistema Nacional de Información "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de las Familias". En imprenta. México, 1979

Fuente: De 1950 a 1970 S. Kalifa "La Distribución del Ingreso en México una reevaluación del Problema Distributivo". Documento no publicado, mimeo, p. 112 p. 192 Para 1975 Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares 1975. Centro Nacional de Información Estadísticas del Trabajo, Cuadros 1.1 y 1.2 pp. 21 y 22. CENIET 1975. Para 1977. Secretaría de Programación y Presupuesto.

II.3 Indicadores seleccionados de la Distribución del Ingreso en México.

| Concepto | 1950 | 1958 | 1963 | 1968 ^a | 1970 | 1975 | 1977 |
|--|---------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| Coefficiente de GINI | 0.516 | 0.450 | 0.527 | 0.526 | 0.496 | 0.570 | 0.496 |
| Ingreso medio familiar mensual (pesos 1958) | 645.26 | 835.61 | 1072.52 | 1312.35 | 1163.88 | 1171.73 | 1191.46 |
| Ingreso per cápita anual (pesos 1958) ^b | 1407.84 | 1823.15 | 2340.04 | 2863.31 | 2539.37 | 2556.50 | 2579.94 |
| Porcentaje de familias con ingreso medio inferior al medio nacional ^c | 80% | 80% | 70% | 70% | 70% | 70% | 70% |
| Relaciones de ingreso medio ^d | | | | | | | |
| X/b | 28.89 | 21.94 | 33.77 | 44.88 | 39.00 | 92.60 | 47.26 |
| X/0-40 | 21.48 | 13.98 | 21.74 | 20.32 | 18.79 | 30.05 | 18.62 |
| Medio/I | 4.12 | 4.31 | 5.92 | 8.26 | 7.04 | 15.09 | 9.28 |
| Medio/0-40 | 3.06 | 2.75 | 3.81 | 3.74 | 3.39 | 4.90 | 3.66 |

- ^a La información proviene de una muestra realizada a la encuesta del Banco de México por parte de la Secretaría de la Presidencia
- ^b Se obtuvo multiplicando por 12 el ingreso medio familiar mensual y dividiendo el resultado entre el tamaño de la familia, o sea, entre 5.5
- ^c Aproximadamente
- ^d X/b es el ingreso medio del 5% con mayores ingresos / es el ingreso medio del 10% más pobre, etc. es del 40% más pobre
- Fuente: De 1950 a 1970 S. Kalifa. Op. Cit. 1975 "Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares 1975" Centro Nacional de Información y Estadística del Trabajo 1977-1978. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares. Coordinación Nacional del Sistema Nacional de Información. SEP. México, 1978

COMPARACION ENTRE EL SALARIO MINIMO, EL INGRESO FAMILIAR Y EL INGRESO MINIMO NECESARIO PARA TENER UNA BUENA DIETA, NIVEL RURAL, 1975

| Estrato de Ingreso Familiar mensual | Distribución por quintiles de la población ¹ | Ingreso promedio familiar mensual (pesos) | Ingreso promedio necesario para tener una buena alimentación ² |
|-------------------------------------|---|---|---|
| I | 16.33 | 508.93 | 4 791.36 |
| II | 16.34 | 617.39 | 4 199.36 |
| III | 15.32 | 762.75 | 404.33 |
| IV | 12.13 | 1 094.33 | 468.37 |
| V | Salario mínimo | 1 202.62 ³ | 416.31 |
| VI | 8.70 | 1 516.43 | 312.66 |
| VII | 6.97 | 2 267.61 | 268.99 |
| VIII | 7.09 | 2 843.70 | 194.32 |
| IX | 6.32 | 3 566.90 | 142.91 |
| X | 6.16 | 5 125.31 ³ | 100.00 |
| Total | 3.50 | 20 916.03 | - |

- ¹ Población nacional 39 826 335; población rural 20 448 609
- ² Suponiendo que se paguen todos los días del mes. Tomando el salario mínimo como \$41.02, el cual es promedio simple de todas las zonas del país en 1974-1975.
- ³ El ingreso mínimo para que, con los hábitos existentes en el medio rural se cubrieran las recomendaciones de calorías y de proteínas, corresponde el estrato rural, de \$5 125.32, es decir 316.5% más que el salario mínimo.

FUENTE: Elaboración de Coplamar, 1981.

ESTRUCTURA DE LA DISTRIBUCION DEL INGRESO EN 1975, POR ESTRATOS DE INGRESO FAMILIAR MENSUAL, EN DECILES, NIVEL RURAL¹

| Estrato de ingreso familiar mensual en deciles (pesos promedio) | Ingreso promedio familiar mensual (pesos) | Ingreso promedio per cápita mensual (pesos) | Ingreso total mensual por estrato (millones de pesos) | Participación de cada estrato en el total de ingresos ² |
|---|---|---|---|--|
| I | 0 | 211 | 106.73 | 29.00 |
| II | 233 | 615 | 187.39 | 76.78 |
| III | 626 | 958 | 792.75 | 161.56 |
| IV | 939 | 1 206 | 1 046.33 | 204.33 |
| V | 1 205 | 1 690 | 1 316.01 | 269.10 |
| VI | 1 901 | 2 323 | 2 041.01 | 347.32 |
| VII | 2 326 | 3 000 | 2 842.70 | 467.38 |
| VIII | 3 026 | 4 187 | 3 549.90 | 567.26 |
| IX | 4 168 | 6 710 | 5 125.31 ³ | 672.03 |
| X | 6 716 | 116 291 | 70 916.03 | 3 181.37 |
| Total | 0 | 4 543 | 1 176.49 | 811.69 |
| Total | 4 168 | 116 291 | 10 312.42 | 6 949 337.35 |

- ¹ De acuerdo con la ENA-1975, este nivel corresponde a las localidades menores de 10 000 habitantes.
- ² 1975, Censat, "Tabulaciones especiales en deciles", vol. 11. Para los renglones de población objetivo y no objetivo, estos datos se obtuvieron aplicando a los ingresos totales para cada uno de esos grupos de población el número de familias correspondientes, obtenido por Coplamar. La población objetivo rural comprende los estratos I al VII.
- ³ Se obtuvo aplicando al ingreso promedio familiar mensual el promedio de miembros por familia (vol. 4 de "Tabulaciones especiales", op. cit.). Para la población objetivo y la no objetivo, estos datos se obtuvieron mediante la aplicación de las cifras de población correspondientes a los ingresos totales para cada uno de esos grupos de población.
- ⁴ A las cifras de ingreso promedio per cápita mensual (columna anterior) se les aplicaron los datos de población obtenidos por Coplamar, versión rural directa, con base en la proyección histórica de Coplamar para 1975.

FUENTE: Elaboración de Coplamar, 1981.

111A-15

COMPARACION ENTRE EL SALARIO MINIMO, EL INGRESO FAMILIAR Y EL INGRESO MINIMO NECESARIO PARA TENER UNA BUENA DIETA, NIVEL URBANO, 1975

| Categoría de Ingreso Familiar Mensual (pesos) | Porcentaje de la población de la zona urbana (%) | Ingreso promedio familiar mensual (pesos) | Porcentaje de la población que obtiene una buena alimentación (%) |
|---|--|---|---|
| I | 1,43 | 112,74 | 2,83,43 |
| II | 2,44 | 132,33 | 421,41 |
| III | 3,45 | 152,32 | 310,47 |
| IV | 4,46 | 172,31 | 313,33 |
| V | 5,47 | 192,30 | 195,31 |
| VI | 6,48 | 212,29 | 110,36 |
| VII | 7,49 | 232,28 | 129,47 |
| VIII | 8,50 | 252,27 | 190,40 |
| IX | 9,51 | 272,26 | - |
| X | 10,52 | 292,25 | - |

1. Población nacional 59 826 335; población urbana 29 377 727.
 2. Suponiendo que se pague en todos los días del mes. Tomando el salario mínimo como \$48,35, el cual es promedio simple de todas las zonas del país en 1974-1975.
 3. El ingreso mínimo para que, con los hábitos existentes en el medio urbano se cubrieran las recomendaciones de calorias y de proteínas, corresponde al estrato III urbano, de \$68,16, es decir 83,53% más que el salario mínimo.
- FUENTE: Elaboración de Coplamar, 1981.

111A-17

CUADRO 3.11
CALCULO DE LA DOTACION DE SERVICIOS, TOTAL NACIONAL, AREAS URBANA Y RURAL, 1970

| Vivienda (habitantes y componentes) | Con servicio de | | | | Sin servicio de | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|------------|-----------------|---------------|--------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | Agua (lit) | Drenaje (lit) | Electricidad (lit) | Total | Agua (lit) | Drenaje (lit) | Electricidad (lit) | Total | | | | | |
| Total Nacional | 4 267 476 | 3 242 334 | 26,75 | 3 471 720 | 41,49 | 4 928 221 | 51,90 | 5 125 066 | 61,25 | 4 895 672 | 58,51 | 3 429 179 | 41,50 |
| | 50 624 570 | 19 697 656 | 28,64 | 20 847 447 | 41,12 | 30 224 521 | 59,64 | 31 002 124 | 61,16 | 29 847 163 | 58,60 | 29 640 057 | 40,36 |
| Area Urbana | 4 911 444 | 3 450 495 | 53,04 | 3 994 707 | 63,57 | 3 968 460 | 61,80 | 3 261 169 | 44,04 | 1 816 467 | 29,63 | 913 304 | 19,20 |
| | 29 781 614 | 16 055 116 | 52,97 | 17 828 723 | 60,20 | 24 262 023 | 61,28 | 13 726 545 | 44,09 | 11 051 961 | 29,80 | 3 579 673 | 18,78 |
| Area Rural | 1 455 736 | 891 839 | 17,13 | 476 931 | 13,20 | 959 761 | 27,16 | 3 863 897 | 62,67 | 3 079 205 | 46,25 | 2 495 875 | 72,21 |
| | 25 917 916 | 2 646 307 | 11,72 | 2 917 714 | 12,35 | 6 031 510 | 28,85 | 17 276 579 | 62,61 | 17 995 182 | 46,43 | 16 060 386 | 71,15 |

FUENTE: Elaboración de Coplamar con base en datos de la muestra del 5% del IX Censo General de Población y Vivienda, 1970.

ESTRUCTURA DE LA DISTRIBUCION DEL INGRESO EN 1975, POR ESTRATOS DE INGRESO FAMILIAR MENSUAL EN DECILES, NIVEL URBANO*

| Estrato de Ingreso Familiar Mensual en Deciles (pesos mensuales) | Ingreso promedio familiar mensual (pesos) † | Ingreso promedio por cápita mensual (pesos) ‡ | Ingreso total mensual (bilés de pesos) | Participación de cada estrato en el total de ingresos † | |
|--|---|---|--|---|--------|
| Total | 322 | 933,74 | 28,18 | 21 726 375,831 | 100,00 |
| I | 228 | 823,23 | 98,10 | 123 379,792 | 0,57 |
| II | 326 | 958 | 165,11 | 179 433,128 | 0,78 |
| III | 424 | 1 102,90 | 237,23 | 412 072,215 | 1,89 |
| IV | 522 | 1 247,69 | 270,32 | 518 055,129 | 2,38 |
| V | 620 | 1 392,48 | 320,26 | 637 195,143 | 2,93 |
| VI | 718 | 1 537,27 | 370,21 | 756 331,066 | 3,48 |
| VII | 816 | 1 682,06 | 420,15 | 875 466,081 | 4,03 |
| VIII | 914 | 1 826,85 | 470,10 | 1 014 601,096 | 4,67 |
| IX | 1 012 | 1 971,64 | 520,04 | 1 153 736,111 | 5,31 |
| X | 1 110 | 2 116,43 | 570,00 | 1 292 871,126 | 5,95 |

1. De acuerdo con la Ley 1975, este nivel corresponde a las localidades mayores de 10 000 habitantes.
 2. 1975-1975. Censal, "Tabulaciones especiales en deciles", vol. II. Para los rangones de población objetivo y no objetivo, estos datos se obtuvieron aplicando a los ingresos totales para cada uno de esos grupos de población el número de familias correspondientes, obtenido por Coplamar. La población objetivo urbana comprende los estratos I al VI.
 3. Se obtuvo aplicando al ingreso promedio familiar mensual el promedio de miembros por familia (vol. 4 de "Tabulaciones especiales", op. cit.). Para la población objetivo y la no objetivo, estos datos se obtuvieron mediante la aplicación de las cifras de población correspondiente a los ingresos totales para cada uno de esos grupos de población.
 4. A las cifras de ingreso promedio por cápita mensual (columna anterior) se multiplicaron los datos de población entendidos por Coplamar, versión urbana directa, con base en la proyección histórica de Coplamar para 1975.
 5. Población objetivo.
- FUENTE: Elaboración de Coplamar, 1981.

CUADRO 3.20
CATEGORIAS DEL DEFICIT EN VIVIENDA, TOTAL NACIONAL, 1970

| Categorías de Viviendas y Servicios | Viviendas | | Personas | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| | Total de Viviendas | Según grado de deterioro Total | Total de Personas | Según grado de deterioro Total |
| 1. Total | 8 367 000 | 1 963 100 | 6 803 940 | 1 600 348 |
| 2. Sin servicios | 1 500 345 | 961 877 | 1 060 968 | 605 500 |
| 2.1 Con los tres servicios | 1 500 345 | 420 000 | 380 000 | 169 855 |
| 2.2 Con dos servicios | 402 519 | 115 925 | 250 325 | 66 615 |
| 2.2.1 Agua y drenaje | 30 117 | 9 715 | 16 378 | 4 678 |
| 2.2.2 Agua y electricidad | 128 151 | 30 892 | 79 323 | 27 944 |
| 2.2.3 Drenaje y electricidad | 274 251 | 75 378 | 154 624 | 43 865 |
| 2.3 Sin servicios | 596 273 | 109 810 | 349 816 | 126 627 |
| 2.3.1 Agua | 40 957 | 12 005 | 48 779 | 19 323 |
| 2.3.2 Drenaje | 45 053 | 9 123 | 26 867 | 9 013 |
| 2.3.3 Electricidad | 449 263 | 87 682 | 274 190 | 96 291 |
| 3. Mejoradas | 6 866 655 | 998 223 | 5 742 972 | 994 848 |
| 3.1 Con los tres servicios | 6 866 655 | 202 795 | 516 319 | 118 369 |
| 3.2 Con dos servicios | 627 100 | 188 421 | 355 641 | 112 600 |
| 3.2.1 Agua y drenaje | 42 164 | 11 091 | 22 317 | 7 154 |
| 3.2.2 Agua y electricidad | 108 187 | 28 929 | 109 611 | 39 618 |
| 3.2.3 Drenaje y electricidad | 397 753 | 96 654 | 223 713 | 65 828 |
| 3.3 Sin servicios | 1 129 345 | 194 770 | 677 915 | 166 473 |
| 3.3.1 Agua | 162 114 | 31 263 | 189 549 | 39 403 |
| 3.3.2 Drenaje | 94 127 | 18 098 | 50 722 | 17 267 |
| 3.3.3 Electricidad | 872 104 | 155 409 | 437 644 | 116 803 |
| 3.4 Sin servicios | 2 053 067 | 257 227 | 1 282 645 | 513 125 |

* Hacimientos solo; una vez eliminadas las familias sin viviendas.
 ** Viviendas y personas que cumplen las normas definidas como satisfacción mínima.
 FUENTE: Elaboración de Coplamar con base en datos de la muestra del 5% del IX Censo General de Población y Vivienda, 1970.

111A-16

111A-18

IIIA-20

INDICADORES DEL VOLUMEN DE PRODUCCION MANUFACTURERA.

Porcentaje de variación respecto al mismo periodo del año anterior.

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---|-------|------|------|------|------|-------|
| I. Productos alimenticios, bebidas y tabaco | 4.4 | 5.7 | 6.9 | 6.9 | 4.9 | 4.3 |
| II. Textiles, prendas de vestir e industria del cuero | 6.5 | 4.7 | 7.2 | -3.2 | 6.0 | -3.7 |
| III. Industria de la madera y productos de la madera. | 10.9 | 5.9 | 3.3 | 7.9 | 3.8 | -1.9 |
| IV. Papel, productos de papel imprenta y editoriales | -0.2 | 6.9 | 10.2 | 1.9 | 4.4 | 0.4 |
| V. Sust. químicas, derivados del petróleo, caucho, plast. | -1.5 | 11.1 | 1.1 | 9.2 | 8.8 | 2.4 |
| VI. Productos minerales no metálicos excepto der. carbón y petróleo | 8.1 | 7.5 | 8.0 | 10.6 | 4.7 | -3.1 |
| VII. Industria metal básica | 6.8 | 18.3 | 9.3 | 7.0 | 3.5 | -8.2 |
| VIII. Prod. metálicos, maquinaria y equipo. | 3.5 | 11.8 | 16.9 | 8.0 | 10.6 | -12.8 |
| IX. Equipo transporte | -13.1 | 31.9 | 22.5 | 14.9 | 11.9 | -2.6 |

Fuente: Elaboraciones propias con datos del Informe del Banco de México, varios años.

IIIA-21

BALANZA DEL SECTOR EXTERNO (1977-1982)

(millones de dólares)

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Cuenta corriente | -1623.1 | -2611.1 | -4856.4 | -6596.5 | -12544.3 | -2694.5 |
| Exportaciones | 4418.4 | 5823.2 | 8798.2 | 15307.5 | 19419.6 | 21006.1 |
| Importaciones | 5889.8 | 8139.6 | 11985.6 | 19572.2 | 23929.6 | 14421.6 |
| B. mercancías. | -1471.4 | -2315.4 | -3183.4 | -32647. | -45100 | 5504.5 |
| Turismo (ing.) | 866.5 | 1121.0 | 1443.3 | 1670.1 | 1759.6 | 1405.9 |
| Turismo (egr.) | 396.0 | 519.0 | 713.5 | 1010.8 | 1571.6 | 787.9 |
| B. Turismo | 470.5 | 602.0 | 729.7 | 659.3 | 188.0 | 618.0 |
| Transacc. Fronterizas (ing) | 1506.3 | 1708.2 | 2919.2 | 3660.6 | 4770.1 | 4149.1 |
| Transacc. Fronterizas (egr) | 786.4 | 929.2 | 2241.2 | 3056.4 | 4584.3 | 3576.6 |
| B. Transacciones | 719.9 | 779.0 | 678.0 | 604.2 | 185.9 | 572.5 |
| Inversiones nacionales (ing) | 344.8 | 246.6 | 589.2 | 939.8 | 1386.1 | 1347.2 |
| Inversiones externas (egr) | 2151.3 | 2773.9 | 3902.5 | 5778.1 | 8931.9 | 11134.9 |
| B. Inversiones. | 806.5 | 2527.3 | 3313.3 | 4738.3 | 7547.8 | 10157.7 |

Fuente: Elaboraciones propias con datos del Informe Banco de México y México en Cifras, Banco de México, 1982.

111A-22

INDICADORES DEL VOLUMEN DE LA PRODUCCION.

Porcentajes de variación respecto al mismo periodo del año anterior.

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| General industrial | 3.4 | 10 | 10.3 | 7.8 | 8.6 | -1.1 |
| Manufacturas ¹ | 3.6 | 9.0 | 9.2 | 5.6 | 7.0 | -2.4 |
| Petroleo y derivados ² | 13.3 | 15.1 | 14.8 | 17.5 | 15.1 | 11.4 |
| Petroquímica | -4.0 | 18.0 | 14.8 | 12.0 | 16.6 | 11.0 |
| Minería ³ | 0.8 | 2.1 | 5.0 | 6.5 | 15.3 | 9.6 |
| Electricidad | 8.5 | 9.0 | 8.9 | 6.5 | 8.4 | 6.8 |
| Construcción | -2.7 | 13.3 | 14.1 | 12.8 | 11.8 | -4.2 |
| Bienes de consumo | 4.3 | 7.0 | 9.3 | 4.8 | 6.5 | -0.7 |
| duraderos | -3.3 | 18.4 | 18.8 | 12.7 | 8.7 | -10.1 |
| no duraderos | 5.7 | 5.0 | 7.4 | 3.1 | 5.9 | 1.7 |
| Bienes de inversión | -6.6 | 22.6 | 17.8 | 12.9 | 12.4 | -13.6 |
| Materias primas ⁴ | 4.7 | 8.9 | 7.7 | 4.9 | 6.7 | -2.1 |
| Bienes duraderos | n.d. | n.d. | 18.3 | 12.8 | 10.4 | -11.8 |
| Bienes no duraderos | n.d. | n.d. | 7.6 | 4.1 | 6.4 | -0.7 |

1. A partir de 1981 incluye refinación de petróleo crudo y derivados y petroquímica básica.

2. Incluye gas natural.

3. A partir de 1981 incluye extracción de petróleo y gas natural.

4. Bienes intermedios.

Fuente: elaboraciones propias con datos del informe, Banco de México, varios años y México en cifras, Banco Nacional de México, 1982.

INGRESOS Y GASTOS PUBLICOS (1979-1982)

miles de millones de pesos.

GOBIERNO FEDERAL.

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Ingresos totales | 194,607 | 255,174 | 416,000 | 679,900 | 947,700 | 1'545,800 |
| Gastos totales | 245,157 | 318,367 | 507,000 | 796,100 | 1'318,300 | 2'467,000 |
| Deficit presupuestal | 59,550 | 63,193 | 91,500 | 116,200 | 399,800 | 985,700 |
| Impuestos Pemex | n.d. | n.d. | n.d. | 163,700 | 233,900 | 457,800 |
| (Ingresos/PIB) X 100 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 16.13 | 16.70 |
| (Egresos/PIB) X 100 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 22.94 | 27.35 |

SECTOR PUBLICO PRESUPUESTAL.

| | | | | | |
|----------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Ingresos Presupuesto | 559,900 | 755,000 | 1'155,600 | 1'542,600 | 2'736,700 |
| Gasto neto. | 681,200 | 922,000 | 1'412,000 | 2'269,100 | 3'945,400 |
| Financiamiento | 121,300 | 167,000 | 256,400 | 726,500 | 1'208,700 |
| (Ingresos/PIB) X 100 | n.d. | n.d. | n.d. | 27.68 | 30.94 |
| (Egresos/PIB) X 100 | 32.1 | 33.3 | 36.9 | 42.23 | 46.80 |

Fuente: Elaboraciones propias
varios números.

con datos del Informe del Banco de México,

111A-24

SERVICIOS DE LA DEUDA E INGRESOS POR PETROLEO (10⁶dólares)

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| I. Ingresos Sector Est. | 3254.5 | 3532.0 | 4260.3 | 5403.8 | 6838.4 | 7134.8 | 8277.3 | 9177.0 | 11652.1 | 16187.9 | 24819.1 | 30889.8 | 30717.4 |
| II. Exportaciones | 1297.7 | 1345.6 | 1666.3 | 2071.7 | 2952.2 | 3662.4 | 3655.4 | 4649.8 | 6043.1 | 8790.3 | 15707.3 | 19419.6 | 21000.1 |
| III. Interés S. Público. | 210.2 | 306.3 | 321.4 | 442.3 | 707.1 | 1031.5 | 2318.6 | 1524.4 | 2023.1 | 2889.3 | 3957.6 | 5476.7 | 7781.1 |
| IV. Amortizaciones | 545.6 | 511.1 | 601.4 | 896.3 | 688 | 855.1 | 1254.2 | 2295.0 | 4264.3 | 7285.9 | 3723.4 | 4806.2 | 3767.0 |
| V. Serv. de la Deuda P.Ob. | 855.8 | 817.4 | 922.8 | 1328.6 | 1295.1 | 1884.6 | 2474.8 | 3037.4 | 6287.4 | 10174.2 | 7682.0 | 10282.2 | 12558.1 |
| VI. V/I X 100 | 26.3% | 23.1% | 21.6% | 24.6% | 20.4% | 26.4% | 29.9% | 41.6% | 53.9% | 61.8% | 30.3 | 32.4 | 37.6 |
| VII. V/II X 100. | 66.6% | 59.9% | 55.4% | 64.6% | 48.9% | 61.6% | 67.7% | 81.9% | -3.7% | -15.6 | 19.2 | 32.0 | 55.0 |
| VIII. Ingresos por petróleo y gas. | | | | | | 437.8 | 839.9 | 991.3 | 1771.7 | 3744.6 | 8078.4 | 13829.7 | 18100.7 |
| IX.- Petróleo/Export. ¹ | | | | | | 14.3% | 14.6% | 21.6% | 29.2% | 42.6% | 64.3% | 71.2% | 76.6% |
| X. Petróleo/Serv.deuda. | | | | | | 23.2 | 21.8 | 25.9 | 18.2 | 37.1 | 77.8 | 74.3 | 71.6% |
| XI. Petróleo/Ingresos. | | | | | | 6.3 | 6.3 | 10.0 | 15.2 | 22.2 | 32.8 | 46.9 | 52.0% |

1.- A partir de 1980 la relación es Ingresos/petróleo.

Fuente: Elaboración propia, con datos de "Balanza de Pagos", Banco de México, y Nacional Financiera.

111A-26

BALANZA EXTERNA DE MERCANCIAS 1977-1982

(miles de dólares)

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Exportaciones de mercancías. | 4'418,383 | 5'823,244 | 8'798,245 | 15'307,480 | 19'419,618 | 21'006,133 |
| Exportaciones petroleras | 987,663 | 1'785,344 | 3'764,615 | 9'378,437 | 13'829,733 | 16'100,745 |
| Exportaciones no petroleras. | 3'430,720 | 4'037,900 | 5'033,630 | 5'429,043 | 5'589,885 | 4'905,388 |
| Importación de mercancías. | 5'889,767 | 8'139,643 | 11'985,577 | 18'572,205 | 23'929,583 | 14'421,625 |
| Deficit comercial | 1'471,384 | 2'316,399 | 3'137,332 | 3'264,725 | 4'509,965 | 6'584,508 |
| Deficit comercial sin petróleo | 2'439,047 | 4'101,743 | 6,951,947 | 13'143,162 | 18'339,698 | 9'516,237 |
| Petróleo/importación. | 16.77 | 21.93 | 31.41 | 53.19 | 57.79 | 116.43 |

Fuente: Elaboraciones propias con datos del Informe Banco de México y "México en cifras", BNM, 1982.

CUADRO 11. Composición sectorial de las exportaciones México, 1940-1979, (PORCIENTO)

| Año | Industrias* | | | Año | Industrias* | | | Petróleo y derivados |
|------|-------------|-------------|--------------|------|-------------|-------------|--------------|----------------------|
| | Agricultura | Extractivas | Manufacturas | | Agricultura | Extractivas | Manufacturas | |
| 1940 | 25.0 | 68.1 | 6.4 | 1960 | 57.1 | 23.1 | 19.8 | - |
| 1941 | 38.5 | 48.2 | 12.5 | 1961 | 57.7 | 23.1 | 23.3 | - |
| 1942 | 40.4 | 42.5 | 15.6 | 1962 | 59.7 | 21.5 | 18.8 | - |
| 1943 | 41.4 | 26.5 | 22.6 | 1963 | 54.3 | 21.8 | 23.9 | - |
| 1944 | 45.0 | 24.4 | 28.3 | 1964 | 56.1 | 20.9 | 23.0 | - |
| 1945 | 38.8 | 22.2 | 37.6 | 1965 | 60.7 | 19.3 | 20.0 | - |
| 1946 | 43.5 | 20.0 | 34.9 | 1966 | 58.5 | 16.7 | 22.7 | - |
| 1947 | 47.3 | 30.2 | 20.9 | 1967 | 52.8 | 18.8 | 28.4 | - |
| 1948 | 41.3 | 37.5 | 19.9 | 1968 | 50.5 | 18.5 | 30.9 | - |
| 1949 | 52.2 | 32.4 | 14.2 | 1969 | 48.4 | 16.6 | 35.0 | - |
| 1950 | 55.4 | 33.9 | 7.7 | 1970 | 48.0 | 16.9 | 35.1 | 3.0 |
| 1951 | 55.8 | 35.0 | 9.2 | 1971 | 46.3 | 13.8 | 40.0 | 2.3 |
| 1952 | 56.8 | 36.0 | 7.1 | 1972 | 47.2 | 12.1 | 40.7 | 1.3 |
| 1953 | 60.9 | 31.2 | 7.9 | 1973 | 43.8 | 10.0 | 46.2 | 1.2 |
| 1954 | 59.0 | 33.0 | 8.0 | 1974 | 28.2 | 16.3 | 53.3 | 4.3 |
| 1955 | 60.1 | 31.7 | 8.2 | 1975 | 28.5 | 25.9 | 41.5 | 16.1 |
| 1956 | 57.9 | 34.1 | 8.0 | 1976 | 35.8 | 25.2 | 35.9 | 16.8 |
| 1957 | 55.3 | 33.5 | 11.2 | 1977 | 32.6 | 29.2 | 36.5 | 23.3 |
| 1958 | 63.0 | 24.4 | 12.6 | 1978 | 27.4 | 35.9 | 34.4 | 30.9 |
| 1959 | 62.6 | 24.3 | 13.0 | 1979 | 22.7 | 46.9 | 28.6 | 44.3 |

* Las Industrias Extractivas incluyen el petróleo y sus derivados.

FUENTE: (1940-1979), René Villareal, *El Desequilibrio Externo en la Industrialización de México (1929-1975): Un Enfoque Estructuralista*, Fondo de Cultura Económica, México, (1976). (1971-1979), Banco Nacional de México, *México Statistical Data 1970-1979*, Department of Economic Studies of Banco Nacional de México.

IIIA-27

DEUDA EXTERNA DE MEXICO (1977-1982)

(millones de dólares)

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <u>Deuda Acumulada</u> | | | | | | |
| Deuda externa total | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 80,000.0 |
| Deuda páb. acum. | 22,912.1 | 26,264.3 | 29,757.2 | 33,812.8 | 52,960.6 | 57,988.2 |
| Deuda priv. acum. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 22,011.8 |
| <u>Deuda Anual</u> | | | | | | |
| Deuda pública neta | 2,937.6 | 2,588.8 | 3,334.6 | 4,115.5 | 18,283.3 | 5,989.6 |
| Deuda a largo plazo | 3,937.3 | 4,079.0 | 3,129.1 | 4,047.7 | 9,016.3 | 7,428.6 |
| Deuda a corto plazo | - 949.6 | -1,490.2 | 205.5 | 67.8 | 9,267.0 | - 1,439.0 |
| Deuda privada | - 142.8 | 844.7 | 2,115.5 | 5,524.4 | 5,279.4 | 1,259.6 |
| Deuda a largo plazo | 180.6 | 26.2 | 414.8 | 1,170.4 | 1,850.9 | 517.9 |
| Deuda a corto plazo. | - 323.4 | 813.5 | 1,703.7 | 4,454.0 | 3,428.5 | 741.7 |
| Deuda pública bruta ¹ | 2 5,282.8 | 6,853.1 | 10,620.5 | 7,838.9 | 23,089.5 | 9,756.6 |
| Servicios de la Deuda total | 4,397.4 | 6,827.8 | 10,904.4 | 9,080.2 | 13,109.4 | 14,646.4 |
| Ingresos exportación de petróleo y gas. | 993.3 | 1,773.7 | 3,764.6 | 9,878.4 | 13,829.7 | 16,100.7 |
| Total créditos anuales ³ | 5,425.1 | 7,697.8 | 12,736.0 | 13,363.3 | 28,368.9 | 11,016.2 |
| Servicio/total créditos | 81.1 | 88.6 | 85.6 | 68.0 | 46.5 | - 32.9 % |
| Petróleo/total créditos | 18.3 | 023.0 | 30.0 | 67.9 | 048.7 | - 46.1 % |

1. Disposiciones de crédito y colocaciones más capital a corto plazo.

2. Amortizaciones más intereses del sector público y privado.

3. Deuda pública bruta más deuda privada.

Fuente: Elaboraciones propias con datos del Banco de México. Informe Anual, varios años.

DEUDA PÚBLICA EXTERNA Y PAGOS POR SERVICIO
DE LA DEUDA. (Millones de dólares)

| | | |
|-------|--------|--------|
| 1970 | 4,262 | 720 |
| 1971 | 4,546 | nd. |
| 1972 | 5,064 | n.d. |
| 1973 | 7,070 | n.d. |
| 1974 | 9,975 | n.d. |
| 1975 | 14,266 | 1,594 |
| 1976 | 19,600 | 2,475 |
| 1977 | 22,912 | 3,837 |
| 1978 | 26,264 | 6,287 |
| 1979 | 29,599 | 10,174 |
| 1980 | 34,100 | 7,492 |
| 1981 | 50,000 | 10,332 |
| 1982* | 80,000 | 14,000 |
| 1983* | 85,000 | 12,000 |

Fuente: Excelsior, 2 Dic. 1982, pag. 10

* Estimado

* Deuda pública + deuda privada

VA-1a

BALANCE DE ENERGIA (EN MILION DE TONELADAS)

| | 1970 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PRODUCCION NACIONAL | 13.7 | 17.7 | 7.4 | 7.7 | 13.7 | 11.4 | 16.9 | 16.6 | 16.7 |
| IMPORTACIONES | 7.0 | 21.9 | 17.1 | (40.4) | (44.9) | 26.9 | (5.0) | (10.0) | (5.1) |
| EXPORTACIONES | 10.3 | 44.5 | 10.4 | 0.1 | 66.6 | 72.0 | 47.4 | 13.6 | 15.1 |
| ENERGIA PARA EL MERCADO NACIONAL + PERDIDAS. | 0.7 | 9.6 | 7.1 | 6.0 | 6.4 | 14.4 | 10.4 | 13.0 | 16.1 |
| OFERTA AL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| PETROLEO | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 10.4 | 10.2 | 11.7 | 0.4 | 17.0 | 7.1 |
| GAS NATURAL | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 13.0 | 14.4 | 10.4 | 7.5 | 13.3 |
| CARBON | 0.0 | 4.6 | 9.6 | (19.0) | 23.3 | 16.3 | (3.5) | 0.1 | (0.1) |
| ENERGIA HIDROELECTRICA, | | 5.0 | (0.3) | 11.3 | 0.7 | (17.0) | 10.8 | (7.0) | 66.1 |
| ELECTRICIDAD IMPORTADA | - | - | 13.6 | (26.4) | (40.9) | 0.0 | 21.7 | 0.0 | 23.4 |
| GEOTERMIA | - | - | 0.4 | 0.3 | 3.0 | (0.7) | 0.6 | (11.0) | 5.4 |
| TOTAL | 0.7 | 9.6 | 7.1 | 6.0 | 6.4 | 14.4 | 10.4 | 13.0 | 16.1 |
| CONSUMO EN EL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS | | | | | | | | | |
| PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN P.TERMO--- | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD, | 7.3 | 6.1 | 0.0 | 0.3 | (0.7) | 10.0 | 0.4 | 5.5 | 0.7 |
| PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS, | - | - | (19.0) | 20.3 | A.B. | A.B. | 0.0 | 77.3 | 16.6 |
| CONSUMO PROPIO SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS, | 10.0 | 13.4 | 0.0 | 4.7 | 3.0 | 18.0 | 5.7 | 16.9 | 16.7 |
| SUBTOTAL, | 95 | 11.7 | 0.0 | 5.0 | 10.7 | 17.7 | 11.4 | 10.4 | 10.1 |
| CONSUMO FINAL EN EL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| INDUSTRIAS, | 7.7 | 4.4 | 4.0 | 0.1 | 1.1 | 13.0 | 4.4 | 4.1 | 5.4 |
| TRANSPORTE | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 5.9 | 4.5 | 13.1 | 12.1 | 11.6 |
| OTROS SECTORES, | 0.3 | 0.0 | 0.7 | 0.3 | 3.0 | 19.0 | 0.5 | 11.0 | 6.0 |
| USOS NO ENERGETICOS, | 12 | 13.0 | 10.3 | 17.4 | 5.9 | 20.0 | 13.0 | 13.0 | 20.4 |
| SUBTOTAL | 0.4 | 0.0 | 7.0 | 0.3 | 3.4 | 31.5 | 0.0 | 0.3 | 10.3 |
| CONSUMO TOTAL | 0.7 | 9.0 | 7.3 | | | | | | 7.0 |

A partir de $V_{1970} (1+X)^n = V_{1975}$, donde X = Tasa de crecimiento.

VA-1b

BALANCE DE ENERGIA (ESTRUCTURA NACIONAL)

| | 1970 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PRODUCCION NACIONAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IMPORTACIONES | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| EXPORTACIONES | 0.1 | 9.3 | 0.3 | 11.6 | 19.9 | 24.3 | 11.3 | 17.7 | 49.4 |
| ENERGIA PARA EL MERCADO NACIONAL + PERDIDAS. | 99 | 94.5 | 99.7 | 81.7 | 80.6 | 74.3 | 67.2 | 61.0 | 50.6 |
| OFERTA AL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| PETROLEO | 54.5 | 60.3 | 62.1 | 61.7 | 61.2 | 65.1 | 64.0 | 63.0 | 60.1 |
| GAS NATURAL | 11.9 | 20.7 | 17.0 | 21.4 | 28.1 | 29.3 | 27.0 | 26.7 | 32.3 |
| CARBON | 3.0 | 3.3 | 2.3 | 1.9 | 1.0 | 2.4 | 1.3 | 1.9 | 2.3 |
| ENERGIA HIDROELECTRICA, | 10.6 | 7.4 | 7.7 | 7.7 | 5.6 | 5.6 | 4.6 | 6.1 | 5.7 |
| ELECTRICIDAD IMPORTADA | A.B. | A.B. | A.B. | A.B. | A.B. | A.B. | A.B. | A.B. | - |
| GEOTERMIA | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| CONSUMO EN EL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| CONSUMO PROPIO DEL SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS | | | | | | | | | |
| PERDIDAS POR CONVERSION DE ENERGIA EN P.TERMO--- | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD, | 11.7 | 14.5 | 14.4 | 11.5 | 13.0 | 13.7 | 11.0 | 11.0 | 11.3 |
| PERDIDAS DE ENERGIA EN REFINERIAS, | 7.0 | 1.0 | 2.1 | 4.3 | 1.2 | 3.0 | 5.5 | 1.4 | 2.6 |
| CONSUMO PROPIO SECTOR ENERGETICO MAS PERDIDAS, | 18.7 | 15.0 | 16.5 | 15.8 | 14.2 | 16.7 | 16.4 | 12.4 | 13.9 |
| SUBTOTAL, | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 31.5 | 40.5 | 40.0 | 42.7 | 42.3 | 42.7 |
| CONSUMO FINAL EN EL MERCADO NACIONAL | | | | | | | | | |
| INDUSTRIAS, | 37.3 | 27.0 | 27.1 | 11.9 | 21.0 | 20.3 | 18.7 | 17.0 | 20.1 |
| TRANSPORTE | 39.6 | 24.0 | 14.4 | 11.1 | 21.0 | 23.4 | 21.3 | 23.5 | 22.1 |
| OTROS SECTORES, | 18.7 | 10.7 | 10.1 | 10.5 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.7 | 9.4 |
| USOS NO ENERGETICOS, | 4.0 | 4.8 | 5.1 | 1.1 | 5.3 | 5.4 | 5.4 | 4.3 | 5.0 |
| SUBTOTAL | 59.7 | 66.5 | 66.7 | 41.0 | 51.6 | 59.2 | 57.2 | 51.4 | 57.6 |
| CONSUMO TOTAL | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

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

| | Carbón | Petróleo | Gas natural | Hidroenergía | Geenergía |
|------|--------|----------|-------------|--------------|-----------|
| 1970 | 2.1 | 55.2 | 32.6 | 10.1 | - |
| 1975 | 2.5 | 62.7 | 27.6 | 7.0 | 0.2 |
| 1976 | 2.0 | 65.3 | 25.3 | 7.2 | 0.2 |
| 1977 | 2.0 | 69.5 | 21.5 | 6.8 | 0.2 |
| 1978 | 1.8 | 70.2 | 23.2 | 4.0 | 0.2 |
| 1979 | 1.5 | 71.5 | 22.5 | 4.3 | 0.2 |
| 1980 | 1.1 | 75.1 | 20.5 | 3.1 | 0.2 |
| 1981 | 1.0 | 70.1 | 24.9 | 3.8 | 0.2 |
| 1982 | 1.0 | 70.0 | 25.0 | 3.0 | 0.2 |

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

AV-2

AV-3

Exportaciones de energía
(en por cientos)

| | Combustibles sólidos | Petróleo | Gas natural | Productos petrolíferos | Total (kcal x 10 ¹²) |
|-------------------------------------|-------------------------|----------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1970 | - | - | 21.4 | 72.6 | 38.383 |
| 1975 | - | 93.1 | - | 6.9 | 55.053 |
| 1976 | - | 97.3 | - | 2.7 | 53.240 |
| 1977 | - | 97.5 | 0.5 | 2.0 | 113.253 |
| 1978 | - | 99.6 | - | 0.4 | 200.441 |
| 1979 | - | 98.4 | - | 1.6 | 295.175 |
| 1980 | n.s. | 90.2 | 5.1 | 4.7 | 512.549 |
| 1981 | n.s. | 90.0 | 3.9 | 6.1 | 690.560 |
| 1982 | n.s. | 94.6 | 2.6 | 2.8 | 854.799 |
| Tasa media de crecimiento 82/701 | | | | | 29.5 |

n.s. = no significativo

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

Importaciones de energía
(en por cientos)

| | Combustibles sólidos | Productos petrolíferos | Gas natural | Electricidad | Total (kcal x 10 ¹²) |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------|
| 1970 | 21.7 | 77.3 | - | 1.0 | 16.206 |
| 1975 | 14.1 | 84.8 | - | 1.1 | 29.077 |
| 1976 | 9.8 | 88.5 | - | 1.7 | 13.617 |
| 1977 | 49.5 | 50.0 | - | 0.5 | 10.055 |
| 1978 | 28.7 | 71.1 | - | 0.2 | 21.772 |
| 1979 | 31.3 | 68.4 | - | 0.3 | 20.380 |
| 1980 | 47.9 | 46.2 | - | 5.9 | 14.465 |
| 1981 | 25.7 | 72.2 | - | 2.1 | 13.708 |
| 1982 | 58.5 | 37.1 | 4.3 | 0.1 | 10.309 |
| Tasa media de crecimiento 82/701 | | | | | -3.7 |

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

AV-5

México: Elasticidad-Producto del consumo de energía

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

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

AV-4

AV-6

| PROCESO | EMPRESA | PRODUCCION DE ACERO % | PRODUCCION DE LAMINA % |
|---------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|
| Alto horno | ABMSA | 32.3 | 28.6 |
| | SICARTSA | 11.2 | 10.1 |
| | FMSA | 13.9 | 13.1 |
| Reducción directa | HILSA | 22.2 | 14.1 |
| | TAMSA | 5.4 | 4.6 |
| Chatarra, horno eléctrico | No integrados | 15.0 | 19.5 |

2. Estructura de procesos, empresas, producción de acero y laminados.

FUENTE: Comisión coordinadora de la industria siderúrgica y CANACERO. Informe 1981.

AV-7

INDUSTRIA AZUCARERA, EVOLUCION DE LA AGROINDUSTRIA.

| ZAFRA | # DE INGENIOS | CAPACIDAD INSTALADA (miles de tons) | CANA MOJIDA (miles de tons) | PRODUCCION DE AZUCAR (miles de tons) | BAGAZO (miles de tons) | RENDIMIENTO TON/AZUCAR (ton. de caña molida) |
|-------|---------------|--|--------------------------------|---|---------------------------|---|
| 1970 | 64 | 3,333.1 | 24,524.1 | 2,208 | 8,155 | 8.9 |
| 1971 | 66 | 3,333.1 | 25, . 1 | 2,393 | 8,426 | 9.1 |
| 1972 | 65 | 3,242.6 | 26,254.3 | 2,359 | 8,243 | 8.9 |
| 1973 | 66 | 3,334.8 | 29,849.8 | 2,569 | 9,792 | 8.6 |
| 1974 | 64 | 3,532.7 | 30,492.1 | 2,632 | 9,963 | 8.6 |
| 1975 | 65 | 3,431.6 | 28,949.1 | 2,548 | 9,371 | 8.7 |
| 1976 | 65 | 3,357.6 | 27,236.9 | 2,547 | 8,948 | 9.3 |
| 1977 | 64 | 3,316.8 | 27,947.3 | 2,541 | 9,194 | 9.1 |
| 1978 | 65 | 3,442.5 | 32,347.6 | 2,849 | 10,629 | 8.8 |
| 1979 | 67 | 3,665.08 | 33,865.1 | 2,880 | 11,507 | 8.5 |
| 1980 | 67 | n.d.* | 31,342.9 | 2,603 | n.d.* | 8.3 |

* Dato no disponible.

Fuente: CNIA-UM/ASA, Estadística azucarera y Dirección General de Economía Agrícola, SAPII.

Datos preliminares.

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA QUIMICA, 1980

| | Capacidad miles de tons. | Tasa de Creci- miento anual 1970-80. | Producción miles de Tons Años. | Tasa de Creci- miento anual 1970-80. | Número de empresas. | Número de plantas. |
|---|-----------------------------|--|--------------------------------------|--|------------------------|-----------------------|
| Productos inorgánicos básicos: Ácidos. Cloro-alcalis. Sales. | | 4.2 | | 4.4 | 32 | |
| Productos orgánicos básicos: Derivados del gas natural Der. del petróleo Der. aromáticos. Alc. del alileno. Fibras sintéticas artificiales | 1,003.1 | 10.3 | 15.0 12.0 | 21.1 | 31 | |
| Almidón | 116.9 | | 117.0 | | 2 | 30 |
| Fertilizantes y plaguicidas | 17.7 | | 17.0 | | | |
| Fertilizantes | 122.2 | | 122.0 | | | |
| Plásticos | 4,062 | 7.5 | 2,540 | 4.7 | 1 | |
| Elásticos | 44.7 | 8.8 | 20.4 | 5.6 | 24 | |
| Resinas sintéticas y plastificantes | 101.6 | 4.7 | 81.1 | 7.7 | 1 | |
| Resinas sintéticas y plastificantes | 425 | | 421 | | 35 | |
| Jabones y detergentes: Jabón Intelig. sólidos líquidos. | | 2.2 11.9 6.2 | 218.0 112.0 12.0 | | | 176 |

AV-8

EVOLUCION DE LA CAPACIDAD Y PRODUCCION DE LA CELULOSA DE 1971 A 1980.

| TIPO DE CELULOSA | CAPACIDAD (miles de tons) | | PRODUCCION (miles de tons) | |
|------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| | 1975 | 1980 | 1971 | 1980 |
| Química de madera al sulfato | 375.0 | 485.5 | 235.5 | 383.6 |
| Química de madera al sulfito | 21.0 | 21.0 | 11.6 | 12.5 |
| Química de bagazo de caña | 237.0 | 324.0 | 124.2 | 272.3 |
| Química de paja y borra de algodón | 25.0 | 12.5 | 32.7 | 5.5 |
| Pasta mecánica de madera | 62.5 | 79.0 | 61.9 | 46.1 |
| Otras celulosas | 0.0 | 10.0 | 3.7 | 10.7 |
| TOTAL | 720.5 | 932.0 | 474.6 | 731.7 |

De 1971 a 1975 estos valores permanecieron constantes.

FUENTE: Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y Papel. Memoria Estadística, 1981.

AV-9

EVOLUCION DE CAPACIDAD Y PRODUCCION DEL PAPEL DE 1971 A 1980

| TIPO DE PAPEL | CAPACIDAD (miles de tons) | | PRODUCCION (miles de tons) | |
|--|------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| | 1977 | 1980 | 1971 | 1980 |
| Papel para escritura e impresión | 360.0 | 456.0 | 210.6 | 416.0 |
| Papel para periódico y libros de texto | 105.0 | 190.0 | 51.0 | 143.0 |
| Papel para empaque | 1,114.0 | 1,411.0 | 587.7 | 1,109.0 |
| Papel sanitario y facial | 145.0 | 218.0 | 58.3 | 184.0 |
| TOTAL | 1,724.0 | 2,275.0 | 907.6 | 1,852.0 |

De 1971 a 1975 los valores de la columna permanecieron constantes.

FUENTE: Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y Papel. Memoria Estadística, 1981.

AV-10

VIA-1

| Código | Descripción | Producción de madera (m³) | | | | | | | | | | Total |
|--------|-------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | |
| 0100 | Pinus | 10000 | 12000 | 15000 | 18000 | 20000 | 22000 | 25000 | 28000 | 30000 | 32000 | 180000 |
| 0200 | Quercus | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000 | 17000 | 100000 |
| 0300 | Alnus | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 70000 |
| 0400 | Castanea | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 40000 |
| 0500 | Salix | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 30000 |
| 0600 | Betula | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 20000 |
| 0700 | Populus | 500 | 700 | 900 | 1100 | 1300 | 1500 | 1700 | 1900 | 2100 | 2300 | 8000 |
| 0800 | Ulmus | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 4000 |
| 0900 | Juniperus | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 2000 |
| 1000 | Thuja | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 | 800 |
| 1100 | Cedrus | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 300 |
| 1200 | Abies | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 150 |
| 1300 | Larix | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 60 |
| 1400 | Picea | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 20 |
| 1500 | Taxus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 1600 | Podocarpus | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 5 |
| 1700 | Sciadopitys | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2 |
| 1800 | Podocarpus | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1 |
| 1900 | Podocarpus | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.5 |
| 2000 | Podocarpus | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.2 |
| 2100 | Podocarpus | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.1 |
| 2200 | Podocarpus | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.017 | 0.019 | 0.021 | 0.023 | 0.05 |
| 2300 | Podocarpus | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.02 |
| 2400 | Podocarpus | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| 2500 | Podocarpus | 0.0005 | 0.0007 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0019 | 0.0021 | 0.0023 | 0.005 |
| 2600 | Podocarpus | 0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0006 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.002 |
| 2700 | Podocarpus | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 |
| 2800 | Podocarpus | 0.00005 | 0.00007 | 0.00009 | 0.00011 | 0.00013 | 0.00015 | 0.00017 | 0.00019 | 0.00021 | 0.00023 | 0.0005 |
| 2900 | Podocarpus | 0.00002 | 0.00003 | 0.00004 | 0.00005 | 0.00006 | 0.00007 | 0.00008 | 0.00009 | 0.00010 | 0.00011 | 0.0002 |
| 3000 | Podocarpus | 0.00001 | 0.00001 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00003 | 0.00003 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00005 | 0.00005 | 0.0001 |
| TOTAL | | 100000 | 120000 | 150000 | 180000 | 200000 | 220000 | 250000 | 280000 | 300000 | 320000 | 1800000 |

1. Fuente: SARH, Vademecum Forestal Mexicano

VIA-2

| Código | Descripción | Producción de madera (m³) | | | | | | | | | | Total |
|--------|-------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | |
| 0100 | Pinus | 10000 | 12000 | 15000 | 18000 | 20000 | 22000 | 25000 | 28000 | 30000 | 32000 | 180000 |
| 0200 | Quercus | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000 | 17000 | 100000 |
| 0300 | Alnus | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 70000 |
| 0400 | Castanea | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 40000 |
| 0500 | Salix | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 30000 |
| 0600 | Betula | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 20000 |
| 0700 | Populus | 500 | 700 | 900 | 1100 | 1300 | 1500 | 1700 | 1900 | 2100 | 2300 | 8000 |
| 0800 | Ulmus | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 4000 |
| 0900 | Juniperus | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 2000 |
| 1000 | Thuja | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 | 800 |
| 1100 | Cedrus | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 300 |
| 1200 | Abies | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 150 |
| 1300 | Larix | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 60 |
| 1400 | Picea | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 20 |
| 1500 | Taxus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 1600 | Podocarpus | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 5 |
| 1700 | Sciadopitys | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2 |
| 1800 | Podocarpus | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1 |
| 1900 | Podocarpus | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.5 |
| 2000 | Podocarpus | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.2 |
| 2100 | Podocarpus | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.1 |
| 2200 | Podocarpus | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.017 | 0.019 | 0.021 | 0.023 | 0.05 |
| 2300 | Podocarpus | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.02 |
| 2400 | Podocarpus | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| 2500 | Podocarpus | 0.0005 | 0.0007 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0019 | 0.0021 | 0.0023 | 0.005 |
| 2600 | Podocarpus | 0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0006 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.002 |
| 2700 | Podocarpus | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 |
| 2800 | Podocarpus | 0.00005 | 0.00007 | 0.00009 | 0.00011 | 0.00013 | 0.00015 | 0.00017 | 0.00019 | 0.00021 | 0.00023 | 0.0005 |
| 2900 | Podocarpus | 0.00002 | 0.00003 | 0.00004 | 0.00005 | 0.00006 | 0.00007 | 0.00008 | 0.00009 | 0.00010 | 0.00011 | 0.0002 |
| 3000 | Podocarpus | 0.00001 | 0.00001 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00003 | 0.00003 | 0.00004 | 0.00004 | 0.00005 | 0.00005 | 0.0001 |
| TOTAL | | 100000 | 120000 | 150000 | 180000 | 200000 | 220000 | 250000 | 280000 | 300000 | 320000 | 1800000 |

1. Fuente: SARH, Vademecum Forestal Mexicano

16

VIA-3

| Código | Descripción | Producción de madera (m³) | | | | | | | | | | Total |
|--------|-------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | |
| 0100 | Pinus | 10000 | 12000 | 15000 | 18000 | 20000 | 22000 | 25000 | 28000 | 30000 | 32000 | 180000 |
| 0200 | Quercus | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000 | 17000 | 100000 |
| 0300 | Alnus | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 70000 |
| 0400 | Castanea | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 40000 |
| 0500 | Salix | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 30000 |
| 0600 | Betula | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 20000 |
| 0700 | Populus | 500 | 700 | 900 | 1100 | 1300 | 1500 | 1700 | 1900 | 2100 | 2300 | 8000 |
| 0800 | Ulmus | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 4000 |
| 0900 | Juniperus | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 2000 |
| 1000 | Thuja | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 | 800 |
| 1100 | Cedrus | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 300 |
| 1200 | Abies | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 150 |
| 1300 | Larix | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 60 |
| 1400 | Picea | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 20 |
| 1500 | Taxus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 1600 | Podocarpus | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 5 |
| 1700 | Sciadopitys | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 2 |
| 1800 | Podocarpus | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1 |
| 1900 | Podocarpus | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.5 |
| 2000 | Podocarpus | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.2 |
| 2100 | Podocarpus | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.1 |
| 2200 | Podocarpus | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.017 | 0.019 | 0.021 | 0.023 | 0.05 |
| 2300 | Podocarpus | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.02 |
| 2400 | Podocarpus | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| 2500 | Podocarpus | 0.0005 | 0.0007 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0019 | 0.0021 | 0.0023 | 0.005 |
| 2600 | Podocarpus | 0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0006 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0011 | 0.002 |
| 2700 | Podocarpus | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 |
| 2800 | Podocarpus | 0.00005 | 0.00007 | 0.00009 | 0.00011 | 0.00013 | 0.00015 | 0.00017 | 0.00019 | 0.00021 | 0.00023 | 0.0005 |
| 2900 | Podocarpus | 0.00002</ | | | | | | | | | | |

VIA-5

POBLACION CANADIA, OVICOLA Y AVICOLA 17

| Concepto | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Canino | | | | | |
| Bovinos | 20 960 970 | 21 410 023 | 22 028 658 | 21 945 026 | 21 511 408 |
| Ovinos | 6 299 100 | 6 297 300 | 6 293 375 | 6 402 204 | 6 491 700 |
| Porcinos | 24 056 716 | 24 036 367 | 25 024 290 | 26 233 436 | 26 817 000 |
| Caprinos | 1 032 770 | 6 994 793 | 9 131 712 | 9 303 310 | 9 616 400 |
| Caballeros | 6 422 100 | 6 332 010 | 6 297 298 | 6 245 410 | 6 215 874 |
| Asnos | 1 279 401 | 2 245 950 | 2 232 419 | 2 221 120 | 2 211 231 |
| Mulas | 2 165 417 | 2 129 055 | 2 176 193 | 2 176 766 | 2 117 200 |
| Aves | | | | | |
| Productoras de huevo | 10 702 431 | 10 420 156 | 10 990 440 | 11 055 203 | 10 576 764 |
| Productoras de carne | 82 299 104 | 84 964 929 | 81 339 967 | 84 400 155 | 100 160 621 |
| Gallinas | 9 112 000 | 9 301 000 | 9 442 207 | 9 466 200 | 9 142 525 |
| Columbas | 2 000 000 | 2 101 100 | 2 112 301 | 2 198 432 | 2 282 510 |

17. Las cifras de población porcina, caballar, asnal y mular correspondientes a 1980 son preliminares.
FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Pecuarios.

VIA-7

ANÁLISIS DE RESIDUOS EN MINIMO

| SUBPRODUCTOS | ZONA RESIDUAL PROMEDIO EN PISO | MEDIDA | COEFICIENTE |
|-------------------|--------------------------------|--------|-------------|
| PAJEL | 8 125 | 11 306 | 1.39 |
| CAJON | 6 275 | 7 372 | 1.17 |
| VIBRO | 22 250 | 10 123 | 0.45 |
| NO ELABORADOS | 1 225 | 6 126 | 5.00 |
| MATERIA VERDE | 39 650 | 44 678 | 1.13 |
| PLASTICOS DEET | 1 815 | 2 066 | 1.14 |
| PLASTICOS RECIDOS | 2 455 | 0 996 | 0.41 |
| TOTALES | 87 240 | 87 358 | 1.00 |

18. Se aplicaron los datos de composición química, basados en materia seca, de la FAO para el cálculo de la capacidad de saneamiento de la zona de desastre de México en el ambiente.

FUENTE: Nicolas Durán, D.F. zona de desastre, EDEMEX

VIA-6

PRODUCCION DE HECES DE ANIMALES DOMESTICOS Y DEL HOMBRE

| | Peso del animal Kg. | Estiercol fresco | | | Sólidos totales | | Sólidos volátiles ¹ | |
|---------------------------|------------------------|------------------|--------|--------|-----------------|--------|--------------------------------|--|
| | | Kg/día | lb/año | Tn/año | Tn/año | kg/día | Tn/año | |
| BOVINOS | | | | | | | | |
| vaca lechera | 726 | 60 | 132 | 24 | 3.1 | 6.2 | 2 263 | |
| novillo lechero | 590 | 48 | 107 | 19 | 2.5 | 5.1 | 1 767 | |
| novillo de engorda | 454 | 39 | 85 | 16 | 1.7 | 3.4 | 1 241 | |
| ganado de cría | 454 | 27 | 60 | 11 | 1.3 | 2.7 | 986 | |
| | 227 | 20 | 45 | 8.2 | 1.0 | 2.2 | 803 | |
| CABALLOS | | | | | | | | |
| grande | 450 | 20 | 45 | 8.2 | 1.7 | 3.4 | 1 241 | |
| mediano | 386 | 16 | 36 | 6.6 | 1.4 | 2.9 | 1 012 | |
| potrillo | - | 7 | 15 | - | - | 1.1 | 400 | |
| CERDOS | | | | | | | | |
| puerco reproductor | 227 | 11 | 25 | 4.6 | 0.4 | 0.7 | 492 | |
| puerco de engorda | 91 | 6 | 13 | 2.4 | 0.2 | 0.4 | 164 | |
| | 45 | 3 | 6 | 1.2 | 0.1 | 0.2 | 73 | |
| OVEJAS | | | | | | | | |
| oveja de engorda | 45 | 1.8 | 4 | 0.7 | 0.18 | 0.4 | 146 | |
| cordero | 13.6 | 0.7 | 1.5 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 36 | |
| AVES | | | | | | | | |
| ganso y pavo | 6.8 | 0.3 | 0.6 | 100 Kg | 25 Kg | 0.045 | 16.4 Kg | |
| pato | 2.7 | 0.2 | 0.4 | 113 Kg | 17 Kg | 0.032 | 11.7 Kg | |
| pollo de engorda | 1.8 | 0.14 | 0.3 | 50 Kg | 12 Kg | 0.023 | 8.4 Kg | |
| gallina ponedora | 1.8 | 0.09 | 0.2 | 34 Kg | 8 Kg | 0.018 | 6.6 Kg | |
| HOMBRE² | | | | | | | | |
| | 68 | 1.20 | 2.7 | 440 Kg | 45 Kg | 0.120 | 43.8 Kg | |

1. 0.45 Kg de sólidos volátiles pueden producir de 1.5 a 2.1 m³ de biogas.
2. Corina 1.2Kg y heces 0.23 Kg al día.

17