



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"**

**EL CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA
SIDERURGICA NACIONAL
(1970-1990)**

8057078-5

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA**

P R E S E N T A :

PATRICIA VELASCO TIZCAREÑO

SANTA CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1986

M-0031148



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A ANTONIO TISCAREÑO MORONES
QUIEN CONSAGRO GRAN PARTE DE
SU VIDA EN BRINDARME SU APO-
YO Y ESTIMULO.

A MIS TIOS, HECTOR Y AMANDO
TISCAREÑO QUEZADA.

A MIS PADRES, MARTHA TISCAREÑO
Y OSCAR VELASCO HELGUERA.

A JUAN CARLOS TELLEZ, COMPAÑERO
INSEPARABLE, A QUIEN HE DE BRIN
DAR MI AMOR POR SIEMPRE.

M-0031148

EN AGRADECIMIENTO POR EL APOYO BRINDADO A:

ING. ALFREDO HEREDIA NAVARRO,
Jefe de la División de Planeación de Energéticos.
Instituto Mexicano del Petróleo.

LIC. EDUARDO ESPINOZA MEDEL,
Asesor de este trabajo de investigación.

MARIA DEL CARMEN ARCHILA DEYDEN.

I N D I C E

	PAGINA
I N T R O D U C C I O N	1
<u>1. LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN MEXICO.</u>	6
1.1. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA ACERERA MEXICANA.	8
1.2. PRODUCCION NACIONAL DE ACERO.	20
1.2.1. EMPRESAS PRODUCTORAS.	
1.2.2. PRODUCCION ACERERA.	22
1.2.3. PROCESO DE PRODUCCION DEL ACERO.	25
1.3. CAPACIDAD INSTALADA Y CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ACERO.	33
1.3.1. UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA INDUSTRIA Y REQUERIMIENTOS NACIONALES DE ACERO.	
1.3.2. DESTINO FINAL DE LA PRODUCCION.	36
<u>2. ENERGIA.</u>	38
2.1. CONSUMO DE ENERGIA	40
2.1.1. ENERGETICOS CONSUMIDOS EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	47
2.1.2. ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGIA Y CONSUMO ESPECIFICO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	49
2.2. LA CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	54
<u>3. PRONOSTICOS DE LA PRODUCCION Y DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ACERO. 1984-1990.</u>	64
3.1. MODELO DE CONSUMO NACIONAL APARENTE.	68
3.2. MODELO DE PRODUCCION.	71
3.3. SUPUESTOS.	72
3.4. PERSPECTIVAS DEL CONSUMO Y PRODUCCION NACIONAL DE ACERO 1984-1990.	75
<u>4. PRONOSTICOS DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA 1984-1990.</u>	78
4.1. ALTERNATIVAS DEL CONSUMO ESPECIFICO.	80

4.2. ALTERNATIVAS DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	85
<u>CONCLUSIONES.</u>	96
<u>APENDICE ECONOMETRICO.</u>	101
<u>CUADROS ESTADISTICOS.</u>	
INDICE DE CUADROS ESTADISTICOS.	135
<u>BIBLIOGRAFIA.</u>	174

INTRODUCCION

La gran importancia que para el crecimiento y el desarrollo económico de una nación tiene la industria siderúrgica no requiere de apologías, el papel estratégico y fundamental de ésta es de todos conocido. La industria siderúrgica produce bienes indispensables en: la construcción, la fabricación de vehículos automotores, ferrocarriles, aviones; la elaboración de muebles, aparatos eléctricos, maquinaria, equipo; etc. No hay lugares en la vida cotidiana en que algún producto siderúrgico no muestre su presencia.

La relevancia estratégica de la siderúrgica se basa en dos hechos fundamentales: sus productos se requieren para la mayor parte de la inversión bruta fija que se hace en el país y, en segundo término, la utilización de los bienes siderúrgicos esencial en la fabricación de bienes de capital, de uso intermedio y de consumo final. Respecto a esto último -- hay que decir que la mayor parte de las ramas que producen bienes de capital, pertenecen al sector sustitutivo de importaciones; de este modo, el planteamiento de la industrialización endógena^{1/} como palanca de desarrollo económico, confiere una gran relevancia a la producción siderúrgica y por ende a los factores que en ella intervienen.

Uno de los factores más importantes dentro del proceso productivo de la siderurgia a diferencia de otras ramas económicas, es el alto consumo de energía al que se incurre dadas sus características tecnológicas propias que la convierten en la mayor --

1/ Tal y como se expone en el Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior 1984-1988, Poder Ejecutivo Federal.

Uno de los factores más importantes dentro del proceso productivo de la siderurgia a diferencia de otras ramas económicas, es el alto consumo de energía al que se incurre^{1/} dadas sus características tecnológicas propias que la convierten en la mayor consumidora de energía del sector industrial

Dentro de este marco de referencia, las medidas de ahorro y sustitución de energía en la siderurgia cobran gran importancia, ya que su implementación contribuiría al saneamiento financiero de la propia industria siderúrgica, al disminuir relativamente los altos costos por concepto de energía a los que incurre^{2/}, coadyuvaría a una más adecuada disponibilidad y precio de los productos siderúrgicos demandados por diversos sectores de la economía nacional y en un ámbito nacional, contribuiría en la medida de lo posible a conservar fuentes energéticas no renovables.

La implementación de medidas de ahorro y sustitución de formas de energía están condicionadas por los cualitativos requerimientos de la industria, así como por la disponibilidad y precio de cada energético. De otra forma, la ejecución de medidas de ahorro y sustitución energética estarán dadas considerando tres aspectos:

-
- 1/ Para dar una idea del alto consumo de energía de la industria siderúrgica, en 1983, el consumo de energía por unidad del producto interno bruto fue de 5941 kilocalorías, mientras que por unidad de producto interno bruto industrial fue de 920 kilocalorías (tales coeficientes pueden consultarse en el primer apartado del capítulo 2 de este trabajo de investigación).
- 2/ El aspecto financiero y los costos de producción quedan fuera del alcance de esta investigación por falta de disponibilidad de información, sin embargo se sabe que en 1983, el consumo de energía respecto a los costos de lo vendido representó para Fundidora Monterrey el 24.3% para Altos Hornos de México el 32.4%, para SICARTSA el 34.1% y para Tubos de Acero de México el 17.0%

- Los requerimientos energéticos de la tecnología empleada en la industria siderúrgica.
- La disponibilidad de los energéticos actualmente consumidos por la industria siderúrgica en un ámbito nacional.
- El precio de los energéticos.

Ahora bien, con el objeto de evidenciar la importancia de la ejecución de las medidas de ahorro energético en la industria siderúrgica partiendo del hecho de que su implementación es posible; el presente trabajo de investigación que consta de cuatro capítulos, da inicio con una breve recopilación de la evolución que ha experimentado la industria y el papel que ha desempeñado dentro del contexto nacional. También, en el primer capítulo, se hace un análisis de las estadísticas concernientes al comportamiento del consumo nacional aparente, producción y capacidad instalada de la industria en términos del acero, (sin considerar a los productos secundarios o derivados del acero, para no recurrir en una doble computación de la producción siderúrgica).

En el segundo capítulo, se lleva a cabo una descripción y comparación del consumo de energía de la industria siderúrgica a nivel nacional e internacional. Al mismo tiempo, y de acuerdo a cifras obtenidas de encuestas de energía realizadas a la industria,^{1/} se analiza el consumo energético de la

^{1/} En el trabajo de investigación, se emplean las encuestas de Energía al Sector Industrial, realizadas por el Instituto Mexicano del Petróleo. México, 1984.

siderúrgia y se expone la evolución del consumo específico -- indicador que pone de manifiesto la relación consumo de energía -producción de acero. Como último punto de este apartado, se exponen las principales medidas de ahorro energético -- con posibilidad de implementarse al interior de la industria acerera^{1/}, (lo que sentará las bases de un posible consumo de energía para los próximos años).

Ya que el volumen energético consumido en la industria, estará determinado por los volúmenes producidos de acero; en el tercer capítulo, se realiza un pronóstico de la producción de acero y del consumo nacional aparente, última variable que será considerada como explicativa de la producción al igual que la población nacional, (tal relación estará -- ampliamente descrita en el desarrollo del capítulo). Ahora -- bien, los pronósticos del consumo y producción, se llevan a -- cabo en función de tres escenarios, que representan, tres niveles posibles de la actividad económica de 1984 a 1990.

Por último, en el capítulo cuatro, se hacen las -- estimaciones de los consumos de energía en la industria, de -- acuerdo a los tres niveles de producción de acero pronosticados en el capítulo anteriormente descrito. A su vez, los pro -- nósticos se realizan, considerando dos alternativas posibles de consumo de energía, una de ellas suponiendo que se implemen -- tan las medidas de ahorro energético y la otra al contrario -- de esta, tomando en cuenta un consumo tendencial.

1/ Las medidas de ahorro de energía que se proponen en este -- trabajo, son las descritas por el Ing. Fernando Shutz -- Estraña en: Tablas. División de Educación Continua. Fa -- cultad de Ingeniería. UNAM. México, octubre de 1984.

De acuerdo al análisis desarrollado, a lo largo del trabajo de investigación, se cierra posteriormente, con las conclusiones pertinentes y se anexa el desarrollo econométrico de los modelos construidos para pronosticar el consumo nacional aparente de acero y producción.

C A P I T U L O 1

LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN MEXICO.

- CAPITULO 1 LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN MEXICO.
- 1.1 ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA ACERERA MEXICANA
 - 1.2 PRODUCCION NACIONAL DE ACERO 1970-1983
 - 1.2.1 Empresas Productoras.
 - 1.2.2 Producción acerera.
 - 1.2.3 Proceso de producción del acero.
 - 1.3 CAPACIDAD INSTALADA Y CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ACERO.
 - 1.3.1 Utilización de la capacidad instalada - en la industria y requerimientos nacionales de acero.
 - 1.3.2 Destino final de la producción.

1.1 ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA MEXICANA.

La utilización del hierro por los pueblos mesoamericanos fue limitada^{1/} y en ninguno de los casos fue, como material de fundición, a pesar del desarrollo técnico alcanzado en el tratamiento de otros metales^{2/} y la existencia de grandes yacimientos de mineral de hierro. No fue, sino hasta la llegada de Hernán Cortés, cuando se empezó a introducir en la Nueva España: Aparejos de fuelles, herramientas y el hierro, material que él mismo había traído en sus navíos... Se dio origen a la manufactura del hierro en la Nueva España... El hierro se utilizó principalmente en la fabricación de hornos, herramientas, herraduras, cerrojos, candiles y en trabajos varios de herrería. Sin embargo, la explotación de los yacimientos de mineral de hierro en la Nueva España fue prohibida, por la colonia española, con el fin de proteger el mercado de hierro que significaba la colonia para España.

Es a fines del siglo XVIII, momento en el que se da el incremento de los precios del hierro español a causa de la escasez provocada por la vigilancia combativa de navíos ingleses, cuando la Nueva España recurre obligadamente a la explotación del mineral de hierro y el establecimiento de la ferrería Coalcomán en el estado de Michoacán, obteniéndose resultados modestos; no obstante esto fue de gran significado para el establecimiento posterior de nuevos talleres, fundiciones y centros de abastecimiento del mineral.

Los principales talleres y yacimientos de hierro que entraron en función en el siglo XIX se presentan a continuación

1/ Se utilizaron compuestos de hierro con fines decorativos y religiosos (colorantes y espejos).

2/ Principalmente: oro, plata, cobre, bronce y estaño.

PRINCIPALES FERRERIAS, FUNDICIONES Y YACIMIENTOS DEL
SIGLO XIX

AÑO	FERRERIA Y FUNDICIONES	LOCALIZACION	MINAS DE ABASTECIMIENTO
1805	Ferrería "Coalcomán"	Michoacán	nd
1828	Ferrería "La Ferrería"	Durango	Cerro de Mercado
1931	Fundición "Piedras Azules"	Durango	Cerro de Mercado.
1946	Fundición de la Sierra Tapalpa	Jalisco	Sayula
1947	Ferrería "Piedras Azules"	Durango	Cerro de Mercado
1850	Ferrería de Tula	Jalisco	Sayula y Comansa (1988)
1958	Ferrería de San Angel	Hidalgo	nd
1964	Ferrería de la Encarnación	Hidalgo	Cerro de Cangadoc, y de las Pilas, El Cobre, -- San Agustín y Tatlatlaxco.
1866	Fundición "San José Guichicov'i"	Oaxaca	Ixhuatlán
1875	Ferrería "El Salto"	Edo. de México	nd
1890	Cía. Fundidora y Afinadora de Monterrey.	Nuevo León	nd

Fuente: Gómez Haro, Octavio Dr. La Política Siderúrgica de México. Ediciones del Doctorado en Administración Pública. I.P.N. México, 1976.

Al iniciarse el siglo XX, las empresas siderúrgicas -- más importantes: la "Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S.A.". (FMSA)^{1/} y la "Consolidada", estuvieron supeditadas a los efectos y exigencias de la economía primario-exportadora, bajo la cual se sentaron las bases de la instauración del capitalismo en México, y particularmente al enfrentamiento con los productos importados que hasta entonces cubrieron gran parte de la demanda nacional. Sin embargo la producción de acero experimentó un crecimiento sustancial de 1903 a 1911, pasando de 11,000 tons. a 72,000 tons. anuales respectivamente.

A pesar de la heterogeneidad productiva existente y el régimen de privilegios ejercidos por el estado porfirista, -- los esfuerzos por unificar al país geográficamente, coadyuvaron a un cierto desarrollo y diversificación de la actividad productiva^{2/}. Durante este período se sienta la infraestructura básica para el desarrollo industrial, (conformada por la inversión extranjera y la construcción de 24,000 kms. de ferrocarril).

Aunque el volumen de la producción de acero se elevó -- más del 600 por ciento entre 1903 y 1911, en 1914 se estancó -- completamente debido a la lucha militar revolucionaria imperante, ya que a pesar de que el movimiento no llegó a destruir -- las plantas de producción, indirectamente provocó escasez del mineral de hierro; bloqueo del sistema ferroviario y la ausencia de trabajadores de planta entre otras cosas.

1/ La Cía. Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey se fundó el 5 de mayo de 1900. Contó entre sus instalaciones con el primer alto horno de América Latina.

2/ El progreso en la agricultura sólo se produjo en el sector destinado a producir materias primas exportables, en la industria se pasó del taller a la fábrica y se modernizaron máquinas e instrumentos, también en esta época comenzó la extracción del petróleo.

En general se puede decir que con la Revolución y los problemas políticos precedentes acaecidos después de ella se puso fin a la notable transformación económica propiciada por el antiguo régimen. Desde entonces y hasta 1930 (año en que la producción de acero disminuye considerablemente en respuesta a los efectos adversos de la depresión mundial), el país - sufre una fuerte reestructuración política y social, que se resume, en un nuevo estado de masas, integrador y cuasicorporativo.

Durante el Gobierno de Cárdenas, se lanza al país a una nueva empresa; propiciar por todos los medios el crecimiento económico, salir de una economía basada en la agricultura y en la exportación de minerales, a otra en la que la industria manufacturera constituyera el sector dinámico.

Al favorecer el desarrollo del sector manufacturero, se colocó a la industria siderúrgica como un sector estratégico para cumplir con tales propósitos nacionales. Sin embargo su crecimiento fué modesto hasta la llegada de la Segunda Guerra Mundial, momento en el cual, el consumo de acero creció rápidamente debido a que los principales países productores - estaban incluidos entre los beligerantes, así aunado a la escasez de acero las fuentes tradicionales, los productores y proveedores disminuyeron sus entregas, y los consiguientes aumentos de su precio crearon las condiciones para que la industria siderúrgica nacional motivara su verdadero desarrollo, en la búsqueda de su autoabastecimiento. Fué entonces cuando el gobierno mexicano tomó parte activa en la promoción y regulación de la industria, adicionalmente al hecho de protegerla de las importaciones.

El abandono de la "retórica socialista"^{1/} por el Régimen de Avila Camacho, se le suma el compromiso de continuar la construcción de la infraestructura industrial para facilit-

^{1/} Véase en Meyer Lorenzo, "La encrucijada" en Historia General de México, Tomo II. Colegio de México. México, 1981. Pag. 1278

tar la tarea de la empresa privada y una política fiscal que favorece al capital. A partir de este régimen y a pesar de ciertas crisis de confianza empresarial, la élite política y la económica fueron convergiendo cada vez más en un proyecto común de desarrollo. Tal es el caso de la constitución de la empresa "Altos Hornos de México, S.A." (AHMSA) en 1941, como producto de una iniciativa gubernamental a través de Nacional Financiera y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en cooperación con industriales privados, y cuyo principal objetivo respondió a la necesidad de cubrir la demanda interna de acero requerida por la industria del país.

También, en la década de los cuarenta, enmarcada dentro de la favorable condición internacional y de la política gubernamental de estímulo para el establecimiento y desarrollo de la industria privada, se establece: "Hojalata y Lámina S.A. (HYLSA) en 1943 (empresa que llegaría a colocarse como una de las tres industrias acereras más importantes en México de 1950 a 1970 y la segunda mayor productora de acero de 1970 a 1983).

En función de las exigencias de la industrialización del país, el consumo de acero empezó a crecer. El crecimiento de este consumo para 1943-1951, fué de 9.8% anual, cifra relevante si consideramos el 2.6% para 1934-1942. (No obstante el incremento del consumo de acero, la producción no alcanzó a cubrir la demanda interna, sino hasta 1963, año en que se cubrió el 99.78% del consumo).

Como sabemos, la nacionalización de la industria petrolera, implicó cubrir sus requerimientos dentro del mercado nacional. Parte de estos requerimientos correspondieron a productos siderúrgicos especialmente, de tubos sin costura para la construcción de sus instalaciones. Esta demanda, no fue -

cubierta, sino hasta 1954 cuando la empresa "Tubos de Acero de México, S.A." (TAMSA)^{1/} inicia la producción de tubería sin costura, empresa exitosa ya que para 1962 cubriría el 93% del consumo nacional de este producto^{2/}.

A finales de la década de los cincuentas, la industria del acero con raíces en el porfirismo, se había expandido considerablemente, y las nuevas empresas (AHMSA, HULSA Y TAMSA) adquirieron gran potencial. En el caso de AHMSA, incrementa su participación en la producción nacional de acero de 31.6% a 35.5% de 1950 a 1960 respectivamente; HULSA por su parte introduce en 1957, un nuevo proceso de reducción directa para producir fierro esponja, con el que elevó su capacidad de producción acerera. ^{3/}

Aunque se lograron ciertos avances en la industria siderúrgica hasta 1970, la producción resultó insuficiente para satisfacer la demanda interna; se incurrió a la importación complementaria; se sufrió insuficiencia de materias primas para producir acero y los programas de exploración y explotación minera se llevaron a ritmos inferiores a los requeridos para la expansión de la industria.

Paralelamente a la creciente participación del Estado en la economía; en los setentas, el Gobierno Federal, además de impulsar la ampliación de las empresas siderúrgicas paraestatales (AHMSA Y FMSA), asume la creación de una nueva empresa paraestatal: La "Siderúrgica Lázaro Cárdenas Las Truchas, S.A." (SICARTSA) anteponiendo a ello todo un estudio de viabilidad y un proyecto de desarrollo regional aledaño a su instauración.

^{1/} Esta empresa fué fundada en 1952.

^{2/} El tubo sin costura, casi siempre de gran diámetro, se emplea principalmente para el riego, instalaciones petroleras e instalaciones generadoras de energía eléctrica.

^{3/} Gómez Haro, Octavio Dr. La Política Siderúrgica en México, Ediciones del Doctorado en Administración Pública, IPN, México, 1976.

Además, el estado promueve la creación de la "Comisión de la Industria Siderúrgica" en 1972, a la cual designa el papel de supervisar y coordinar el desarrollo de la industria, - establece en 1975, el "Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas" (SIDERMEX) como administrador de las empresas paraestatales AHMSA, FMSA Y SICARTSA, con el objeto de evitar duplicidad de funciones, reducir gastos de administración y lograr el óptimo aprovechamiento de la capacidad instalada.

En la industria siderúrgica nacional, se experimenta un estancamiento en su producción acerera para 1976; el volumen de sus importaciones decrece un poco menos del 50% de las efectuadas en 1975 y grandes y medianas empresas padecen problemas financieros. Producto de tal situación, se opera una recomposición en la participación estatal y privada en la siderurgia, cuyo elemento más sobresaliente es la aceleración del proyecto sidermex. A partir de entonces, la participación gubernamental se torna decisiva y reclama ya para 1977 el 18.3% de la inversión pública industrial, como puede observarse en el siguiente cuadro).

INDUSTRIA SIDERURGICA: PARTICIPACION EN EL PIB,
 EMPLEO, INVERSION PUBLICA, COMERCIO EXTERIOR Y
 PRODUCCION. 1974-1983.

Año	P.I.B		EMPLEO Sid/ind(personal ocupado) miles	INVERSION PUBLICA <u>2/</u>		COMERCIO EXTERIOR <u>3/</u>				PRODUCCION DE ACERO <u>4/</u>	
	Sid/Nal	Sid/ind		Sider./ Total %	Sider./ Indust. %	Import. Sider. Import. Nal. %	Export. Sider. Export. Nal. %	Import. Acero Mills. Tons	Export. Acero Mills. Tons	Mills. Tons	Variación Anual
1974	-	-	45.5	1.4	3.9	8.0	2.5	2.18	0.14	5.1	7.9
1975	1.1	4.5	47.4	0.6	1.6	9.1	1.7	2.77	0.12	5.3	2.6
1976	1.0	4.2	48.7	2.6	5.7	7.4	1.8	1.40	0.17	5.3	0.0
1977	1.1	4.5	50.5	8.4	18.3	6.3	2.2	1.61	0.27	5.6	5.7
1978	1.2	5.0	57.9	4.2	8.6	13.3	2.3	2.92	0.33	6.7	21.0
1979	1.2	4.8	61.4	1.1	2.7	10.8	1.5	3.54	0.33	7.1	5.0
1980	1.1	4.6	64.4	1.8	3.2	11.3	0.7	4.94	0.16	7.2	0.5
1981	1.1	4.4	64.5	1.9	3.1	10.6	0.4	4.87	0.06	7.7	7.2
1982	1.0	4.4	64.4	2.0	3.7	7.4	0.5	2.36	0.27	7.0	-8.1
1983	1.0	4.6	64.5	2.5	5.3	5.0	1.3	1.21	-	6.9	-1.4

1/ Informe Banco de México 1983 (precios constantes 1970).

2/ Presupuestos de Egresos de la Federación 1983, 1984; informe Banco de México, 1982 y 1983

3/ S.P.F. Relaciones económicas con el exterior, 1982; e Informe Banco de México, 1983.

4/ Canacero. Circulares de Información Gerencia de Análisis y Evaluación Económica, México, 1984.

Al igual que la economía en su conjunto, es durante el período 1978-1981 cuando la siderurgia alcanza su mayor impulso. El volumen de la producción acerera para de 5.6 millones de toneladas en 1977 a 7.7 millones de toneladas en 1981; en este último año, la capacidad instalada, alcanza 10.1 millones de toneladas^{1/} y el consumo nacional de acero asciende a 11.5 millones de toneladas (65% mayor al experimento en 1977).

Sin embargo, la demanda nacional de acero de 1978 a 1981, creció a un promedio anual de 13.5%, ritmo superior al de la producción (8.4%), lo que implicó una insuficiencia para cubrir los requerimientos del mercado nacional. De ahí -- que la satisfacción de más de un cuarto del consumo (27.2%)^{2/} dependera de las importaciones.

A partir de 1981, comienzan a presentarse algunos problemas en la siderurgia en los que influye la drástica reducción de los precios del petroleo mexicano, a mediados de 1981 y el consiguiente angostamiento en la disponibilidad de divisas del sector estatal, conjugado con el encarecimiento del crédito internacional, lo que genera la contracción de la economía en su conjunto y de las ramas demandantes de productos siderúrgicos en particular.

El desarrollo experimentado por la industria del acero hasta 1981, se da en un complejo marco de problemas, obstáculos e insuficiencia financieras, tecnológicas, de subutilización de la capacidad instalada, cuantiosas importaciones, -

^{1/} Véase cuadro 5 (En el anexo estadístico al final de este trabajo).
^{2/} En 1978, 1979, 1980 y 1981 no se satisfizo con producción acerera nacional el 15.9, 22.4, 37.3 y 33.2% del consumo nacional aparente de acero respectivamente por lo que se incurrió a cubrir estos déficits con importaciones.

inadecuado sistema de precios, etc. Todos los cuales van a agudizarse con la crisis y a conformar la situación actual de esta industria.

En 1982, tales problemas terminan de aflorar. El PIB nacional y el de la siderurgia caen 0.2 y 8.1% respectivamente, la inflación se eleva al 98.8%, la industria de bienes durables y capital, principal demandante de productos siderúrgicos, se contrae 11.8% y la construcción 4.2%.

En 1983, la situación se torna aún más difícil, la producción nacional de acero sólo alcanza 6.9 millones de toneladas, cifra similar a la registrada en 1978, pero ahora con una capacidad instalada superior en 1.7 millones de toneladas.

Aunque con diferencias de énfasis, algunos de los principales problemas de las empresas siderúrgicas integradas^{1/} pueden resumirse en: una baja utilización de la capacidad instalada y caída de la producción; suspensión o retraso de los programas de inversión; fuertes erogaciones para pagar financiamientos externos; y una caída de las utilidades o crecimientos de las pérdidas, que se traducen en un proceso de descapitalización de la rama (véase cuadro siguiente).

^{1/} Las características que delimitan a una empresa integrada pueden consultarse en el apartado 1.2.1 de este capítulo.

INDICADORES DE LAS EMPRESAS AGRARIAS INTEGRALES

(Miles de millones de pesos)

Empresa y año	Producción*	Activos	Pasivos	Capital	Ventas	Costo de ventas	Gastos financ.	Utilidades**
ANMSA								
1982	2 279	185.4	98.7	26.7	31.7	28.3	6.6	(4.8)
1983***	1 608	329.9	151.9	77.0	40.0	20.7	14.7	(7.7)
82/81 (%)	- 6.4	111.9	145.8	83.1	22.8	31.9	99.3	-
83/82 (%)****	-12.9	114.1	139.5	77.1	79.3	64.2	255.1	98.6
FMISA								
1982	836	64.5	49.4	15.1	13.2	9.1	6.6	(3.0)
1983***	324	86.1	77.2	8.9	15.9	12.8	7.1	(6.2)
82/81 (%)	-14.9	112.9	173.0	23.8	26.5	11.4	161.0	-
83/82 (%)****	-118.9	85.3	108.5	-6.2	67.5	85.4	94.5	106.7
HILSA								
1982	1 576	138.3	89.1	49.7	30.2	20.6	6.0	(0.9)
1983	1 640	206.8	141.1	65.2	57.9	40.7	12.4	(5.8)
82/81 (%)	-12.4	173.1	245.8	98.4	38.8	41.2	132.5	-
83/82 (%)	4.1	49.9	58.3	31.2	91.6	97.1	108.0	509.0
TAMSA								
1982	269	93.9	54.7	39.2	14.3	11.0	0.9	3.4
1983	268	159.9	106.9	53.9	26.0	17.9	6.9	0.6
82/81 (%)	- 3.3	362.8	364.3	360.7	77.2	85.8	194.7	226.6
83/82 (%)	- 0.4	70.3	95.5	35.0	81.9	62.6	676.1	-83.2

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores y SEMIP.

* Miles de toneladas.

** (Pérdidas).

*** Enero-septiembre.

**** Las comparaciones se hacen respecto al mismo periodo del año anterior.

La actual administración como las anteriores, concede importancia estratégica a la industria siderúrgica, más ahora que trata de propiciar la recuperación económica del país. - Por ello, a partir del Plan Nacional de Desarrollo, se desprendió el "Programa de Fomento a la Industria Siderúrgica", el -- que pretende enfrentar cuatro problemas fundamentales: insuficiente demanda, escasez de divisas, fuerte endeudamiento externo e inadecuadas estructuras financieras de las empresas. A - la par se propone avanzar en el cambio estructural para propiciar la integración de esta industria a la nacional.

Los objetivos trazados por el programa parecen ambi-- ciosos en las actuales condiciones, estos son: mantener un crecimiento autosostenido de la producción; generar divisas a través del impulso a las exportaciones; elevar el nivel de utilización de la capacidad instalada y ampliarla; estimular la sustitución de importaciones; crear una base tecnológica propia a través de la investigación; incrementar la eficiencia y la productividad y reorientar territorialmente la inversión hacia zonas prioritarias.

1.2 PRODUCCION NACIONAL DE ACERO.

1.2.1 Empresas Productoras.

La actual industria siderúrgica nacional, está compuesta por 66 empresas, de las cuales 5 de ellas son integradas, 21 son no integradas (algunos las denominan como semintegradas) y 40 son relaminadoras.

Las empresas integradas, se caracterizan por contar con instalaciones para la reducción del mineral de hierro, para la acería y para la laminación. Las no integradas cuentan con instalaciones para dos de las etapas mencionadas, es decir, para la reducción y para la acería o para la acería y la laminación. En cuanto a las relaminadoras, estas cuentan únicamente con instalaciones para llevar a cabo la laminación.^{1/}

Es necesario, aclarar que por no ser productoras de acero las empresas relaminadoras, no formarán parte de este trabajo de investigación ya que como se mencionó en el apartado introductorio no intervienen en la determinación del consumo específico de energía.

Las empresas integradas del sector estatal son: Altos Hornos de México, S.A. (AHMSA), que cuenta con cuatro plantas; Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, (SICARTSA) y Fundidora Monterrey, S.A., (FMSA).

Las empresas integradas pertenecientes al sector privado por su parte son: Hojalata y Lámina, S.A. (HYLSA), que cuenta con tres plantas y Tubos y Acero de México, S.A., (TAMSA).

Por último las 21 empresas no integradas son: Aceros Solar,; Metalúrgica Veracruzana; Fundidora de Hierro y Acero; Mexinox; Industrias C.H.; Fundición Monclova; Aceros Anglo

^{1/} Para mejor comprensión de la caracterización de las empresas integradas, no integradas y relaminadoras consúltese el apartado 1.2.3. de este capítulo.

Aceros Ecatepec; Aceros Nacionales; Siderurgica Nacional; Aceros Corsa; Campos Hermanos; Aceros de Chihuahua; Ferralver; Aceros Industriales; Aceros Sn. Luis; Cía Siderúrgica de Guadaluajajara; Aceros de México; Aceros de Sonora; AMSCO Mexicana y Siderúrgica Potosina.

A lo largo de la década de los setentas, las empresas siderúrgicas publicas, han participado en forma creciente en la producción nacional de acero. Así, mientras que la participación promedio anual de estas empresas en la producción de acero fué del 39.6% de 1970 a 1976. Esta variación en la participación pública y privada en la siderúrgica tiene sus antecedentes en la mayor participación del estado en la economía en los setentas y en que la industria siderúrgica pasaba por una desfavorable situación agravada en gran medida por las crisis del 76, lo que exigió una mayor ingerencia del estado en este rubro dado su carácter estratégico para el desarrollo y sostenimiento de la planta industrial mexicana^{1/}.

También, aunque de no comparable magnitud la participación de las empresas públicas en la producción nacional de acero se vió incrementada en 1978 a 59%, debido a que el estado mexicano asume la responsabilidad de sacar a flote a la empresa "Fundidora Monterrey, S.A." (pasando a enlistarse como empresa pública) cuyas dificultades aunadas también al agravamiento de la crisis del 76, hicieron insostenible su precaria posición financiera. En años posteriores la tasa de participación no fue incrementada en lo más mínimo, sin en cambio disminuyó a 57 y 56% en 1979 y 1980 respectivamente, llegándose a estabilizar en 58% en el lapso 1981-1983 (véase cuadro 1)

1/ En 1977, el Estado dirige a la industria siderúrgica el 18.5% de la inversión pública industrial.

2/ Este cuadro como los que le suceden pueden consultarse en el anexo de cuadros estadísticos, presentado al final de este trabajo de investigación.

1.2.2. Producción Acerera.

La industria siderúrgica nacional en el período - - 1970-1981, tuvo un crecimiento promedio de 7.4% anual; tasa su perior al de la economía en su conjunto (6.8%) e incluso al de la industria manufacturera (7.3%) (vease cuadro 2).

Durante el mismo lapso, la industria participó en - promedio con el 1.0% del producto interno bruto total, sobresa liendo los años 1978, 1979 y 1980; cuando participó con el - - 1.2%.

Respecto al producto interno bruto industrial y el manufacturero, la industria acerera representó en promedio el 3.3 y 4.5% respectivamente y de igual forma, su participación más representativa fue en los años 1978, 1979 y 1980.

La mayor participación de la industria en esos tres años, se debió indudablemente a que la "recuperación económica" nacional a partir de 1978 propiciada por el aumento en la exportación de hidrocarburos creó un mercado favorable a la -- industria al estimular el crecimiento de los sectores demandan tes de productos siderúrgicos. Aunado a esto, la industria - dió respuesta a la demanda de sus productos, con la producción que comenzaba a generar la empresa pública SICARTSA.

En lo que respecta a la producción de acero en el perío do 1970-1980, esta mantuvo un crecimiento de 6.5% anual (pasan do de 3.9 a 7.2 millones de toneladas de acero). Empero , en los años 1971, 1976 y 1980 se registran tasas de crecimiento - desalentadoras en el orden de -1.6, 0.5 y 0.5% respectivamente (ver cuadro 1).

En estos años, los problemas a los que se enfrenta la economía nacional se concatenan con los caracteres propios

de la industria siderúrgica nacional como son: el deterioro financiero de sus empresas, la utilización de tecnología deficiente, la concurrencia a cuantiosas importaciones, el inadecuado sistema de precios, la baja utilización de la capacidad instalada, la baja rentabilidad de la industria (respecto a otras industrias) y los bajos niveles de productividad.

En 1981, al igual que la economía en su conjunto la siderurgia experimenta un gran impulso. El volumen de la producción de acero llega a los 7.7 millones de toneladas, lo que representa un incremento de 7.2 y 97.7% respecto a 1980 y 1970 respectivamente.

En 1982 y 1983, afloran problemas severos para la industria, influidos por la drástica reducción de los precios del petróleo mexicano; el angostamiento de divisas del sector estatal y el encarecimiento del crédito internacional que generan la contracción de la economía y en particular de las ramas demandantes de productos siderúrgicos que también eran golpeadas por el incremento en precios de estos productos.

(Cabe aclarar, que el auge económico, había permitido que los precios de los productos siderúrgicos se mantuvieran subsidiados por diversas vías: bajos precios de los energéticos, exención de impuestos a las importaciones, tarifas preferenciales en la importación, estímulos a las exportaciones y nuevas inversiones. sin embargo, debido a las presiones inflacionarias, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN) autorizó cuatro incrementos en los productos siderúrgicos entre agosto de 1982 e inicios de 1984, lo que significó un alza de 200% en promedio^{1/}).

Bajo estas circunstancias, la producción de acero en 1982 y 1983, decrece en 8.1 y 1.4% respectivamente, con un

1/ Cien, La Industria Siderúrgica y la Crisis, Mzo. 1984 pp.11 México.

volumen de producción de 7 y 6.9 mills. de Tons. en ese orden.

Así, en forma consistente con la situación económica imperante y en medio de severos problemas al interior de la industria acerera, en 1982 y 1983, el producto interno bruto de la industria siderúrgica registra tasas de crecimiento negativas del orden de -7.7% y -4.0% en forma respectiva. (mientras el producto interno bruto total, disminuyó en -5.4 y -4.7% el industrial en -2.6 y -6.5; y el manufacturero en -2.9 y -7.2% en esos años). Por otra parte, la participación de la industria al producto interno bruto total disminuyó al 1.0% en ambos años.

Por último, no obstante haber crecido considerablemente la industria siderúrgica, comparativamente sigue siendo muy pequeña frente a la de otros países. Adjudicándose el décimo noveno lugar como productora de acero en la mayoría de los años del período 1970-1983 y participante del 1.0% de la producción mundial aproximadamente en el mismo período.

Comparando la producción acerera nacional frente a la producción latinoamericana, otro es el caso, al colocarse como la segunda mayor productora de acero, sólo atrás de Brasil y muy superior a Argentina y aún a la suma de esta y la correspondiente a los demás países de la región^{1/}. (ver cuadro 3)

^{1/} En 1982, se produjeron 27 millones de toneladas de acero en Latinoamérica, de las cuales Brasil participó con 13 millones (48%), México con 7.1 Mill. (26.1%); Argentina con 2.9 Mill. (11), Venezuela con 2.2 Mill (8.2%) y el resto en orden de importancia: Chile, Colombia, Cuba, Perú, Uruguay y otros con 1.9 mill (7%).

1.2.3 Proceso de Producción del Acero.

Un proceso productivo siderúrgico, tiene como objetivo producir acero a partir del mineral de fierro. Este proceso es sumamente largo y complicado por lo que se hará mención solamente de los aspectos más relevantes.

- a) El proceso da inicio con la preparación de las materias primas principales -el mineral de hierro y el carbón-, la preparación del mineral de hierro consiste en su aglomeración^{1/} esto se hace a través de dos formas con la sinterización o la peletización.

En la sinterización intervienen como materia prima los siguientes elementos: cisco de coque mineral de hierro y aglomerantes^{2/}. Estos tres elementos son mezclados y descargados en una parrilla formando una especie de colchón que avanza llevando la carga por diferentes etapas que sirven para su mejor aglomeración.

En la primera etapa se lleva a cabo la descarga de la mezcla húmeda. En la segunda etapa es calentada la mezcla, hasta el punto de combustión de la superficie del cisco de coque. La tercera etapa conlleva la combustión y fusión del colchón formado por la mezcla de elementos antes mencionados, esta etapa se realiza con la combustión del cisco de coque que actúa conforme avanza la parrilla y que dió

2/ Los aglomerantes son Bentonita, Caliza, dolomita y sirven para unir las partículas de las materias primas de la sinterización.

1/ La aglomeración es el proceso que transforma el material fino en grueso, por medio de fusión parcial, mediante la cual cambian las propiedades químicas y físicas del material fino. La aglomeración se puede realizar con la peletización o con la sinterización.

inició en la segunda etapa por medio de una -- campana que contiene quemadores con gas natural, la integración de estas tres etapas genera un producto llamado sinter, que es un aglomerado de mineral de hierro de forma irregular que lleva incorporado escorificantes^{1/}

El proceso de peletización es otro procedimiento para aglomerar el mineral. Este tiene la particularidad de dar como producto el pelet, que es un aglomerado de forma esférica. Esta forma se le da a la mezcla de mineral de hierro aglomerantes y agua por medio de equipos especiales que forman la esfera. Posteriormente se lleva a una cocción con quemadores alimentados con gas de alto horno y gas de coque (Combustibles autogenerados en la misma planta).

La aglomeración lleva consigo escorificantes que ayudan al alto horno^{2/}. Además se encuentran prerreducidas y con cierto grado de porosidad. Estas dos características ayudan a que la reducción del mineral^{3/} sea más rápida y con menor consumo de combustibles, por lo tanto -- más económico.

El proceso de coquización, corresponde a la -- preparación de la materia prima. Este proceso tiene por objetivo el producir coque que es -- una forma de carbón que tiene como particulari

^{3/} La reducción del mineral. (pérdida del oxígeno)

^{2/} En el alto horno se lleva a cabo la reducción del mineral de hierro.

^{1/} Los escorificantes son, Ácidos (óxido de aluminio, de silicio) o básicos (cal óxido de magnesio) y sirven para eliminar impurezas.

dad el ser poroso para su mejor combustión -- dentro del Alto Horno; tiene una buena resistencia mecánica; soporta grandes cargas sin pulverizarse y además tiene un mínimo de cenizas .

La descripción del proceso es la siguiente: - el carbón se carga en cámaras cerradas. Estas cámaras son calentadas con gas de coquería o gas de alto horno que transmiten calor a los refractarios (ladrillos) y estos permiten la transmisión de calor hasta el carbón que se -- destila separando las cenizas en forma de gases entre los cuales se encuentra el gas de coquería combustible, que ayuda al proceso siderúrgico aportando calor a otros equipos.

- b) La siguiente etapa del proceso siderúrgico consiste en la reducción y fusión del mineral de hierro aglomerado. En México, esta etapa se -- lleva a cabo por medio de dos alternativas: -- alto horno o reducción directa.

En el proceso del alto horno se lleva a cabo -- la fusión y reducción del mineral de fierro o aglomerado.

El alto horno recibe la carga por la parte superior, esta consiste basicamente de coque, mineral de fierro aglomerado (SINTER), y fundentes (caliza o dolomita).

Por la parte de las toberas se alimenta principalmente de aire caliente que sirve para proporcionar el oxígeno necesario para la combus-

ción del coque que se agrega caliente para evitar pérdidas de calor por alimentarlo frío. - También se agrega oxígeno e hidrocarburos (ya sea gas natural o combustóleo) Estos proporcionan el calor necesario y los gases de reducción necesarios para obtener el hierro líquido, puro y carbonizado.

El sinter o mineral de hierro aglomerado reacciona primero con los gases reductores que se producen al interactuar el oxígeno con el carbono, también reaccionan en forma directa con el coque que lo reduce directamente a hierro metálico.

Los fundentes forman la escoria necesaria para eliminar las impurezas contenidas en el mineral de hierro y en el coque.

El producto del alto horno es el arrabio que básicamente lo forma el hierro metálico con cierto porcentaje de carbono y pocas impurezas. Otro producto importante del alto horno Es el gas de alto horno, combustible que es utilizado en otros procesos (este se origina de la combustión del aire con coque).

El proceso de reducción directa es un proceso equivalente al proceso del alto horno, debido a que en este se efectúa la reducción del mineral de hierro pero a diferencia del proceso del alto horno se obtiene un producto poroso y sólido.

En este proceso se utilizan tres elementos que son: gas natural, vapor de agua y mineral de

fierro aglomerado.

La descripción del proceso es la siguiente: Para obtener el gas reductor se necesita de gas natural y vapor de agua que se mezcla y reacciona proporcionando los constituyentes del gas reformado, este gas se agrega al reactor que contiene los pelets de mineral de fierro que van a reducirse. El producto es conocido como fierro esponja, y la reacción que se lleva a cabo, se entiende como una captura de oxígeno por medio de los gases reductores dejando al fierro metálico puro.

- c) La tercera etapa del proceso siderúrgico ~~consiste en la aceración del mineral de fierro~~ aglomerado y reducido (fierro esponja o arrabio).

Los procesos inmediatos al alto horno son: El convertidor básico al oxígeno (cobox) y el Siemens Martín que se encargan de refinar el arrabio dándole la composición adecuada para la producción de acero líquido.

El cobox efectúa la refinación apoyándose con el calor que lleva integrado el arrabio (por lo que es muy importante el trasladar el arrabio rápidamente y en carros tanques especiales en los cuales no se tenga pérdida de energía importantes).

El cobox al recibir la carga se le inyecta oxígeno, este reacciona con el carbono que lleva el metal líquido produciéndose de esta forma

un producto con menor cantidad de carbono y mayor de hierro metálico hasta darle la composición adecuada característica del acero. Esta combustión aumenta la temperatura considerablemente aportando el calor necesario para seguir eliminando impurezas.

A este proceso se agrega también ferroaleaciones que son para producir diversos aceros además de eliminar impurezas.

El proceso Siemens Martín en la actualidad es obsoleto debido a que la refinación que se efectúa en este es tardada (se lleva varias horas para la obtención de acero).

~~Los combustibles usados son gas natural y combustóleo que se inyectan por medio de un quemador en forma de cañón.~~

El horno eléctrico de arco, es el proceso de aceración y refinación del acero, que se utiliza en donde se lleva a cabo la reducción directa. Esto se debe a que en ese proceso se obtiene un producto sólido, que necesita de energía suficiente para fundirlo rápidamente.

El horno eléctrico de arco es el proceso de preferencia actualmente por ser el más rápido en fundir el hierro esponja así como la chatarra alcanzando también una temperatura muy elevada que permite eliminar fácilmente las impurezas.

Teniendo como ventaja también, que solamente se

utiliza energía eléctrica que es un energético limpio que no contamina al producto.

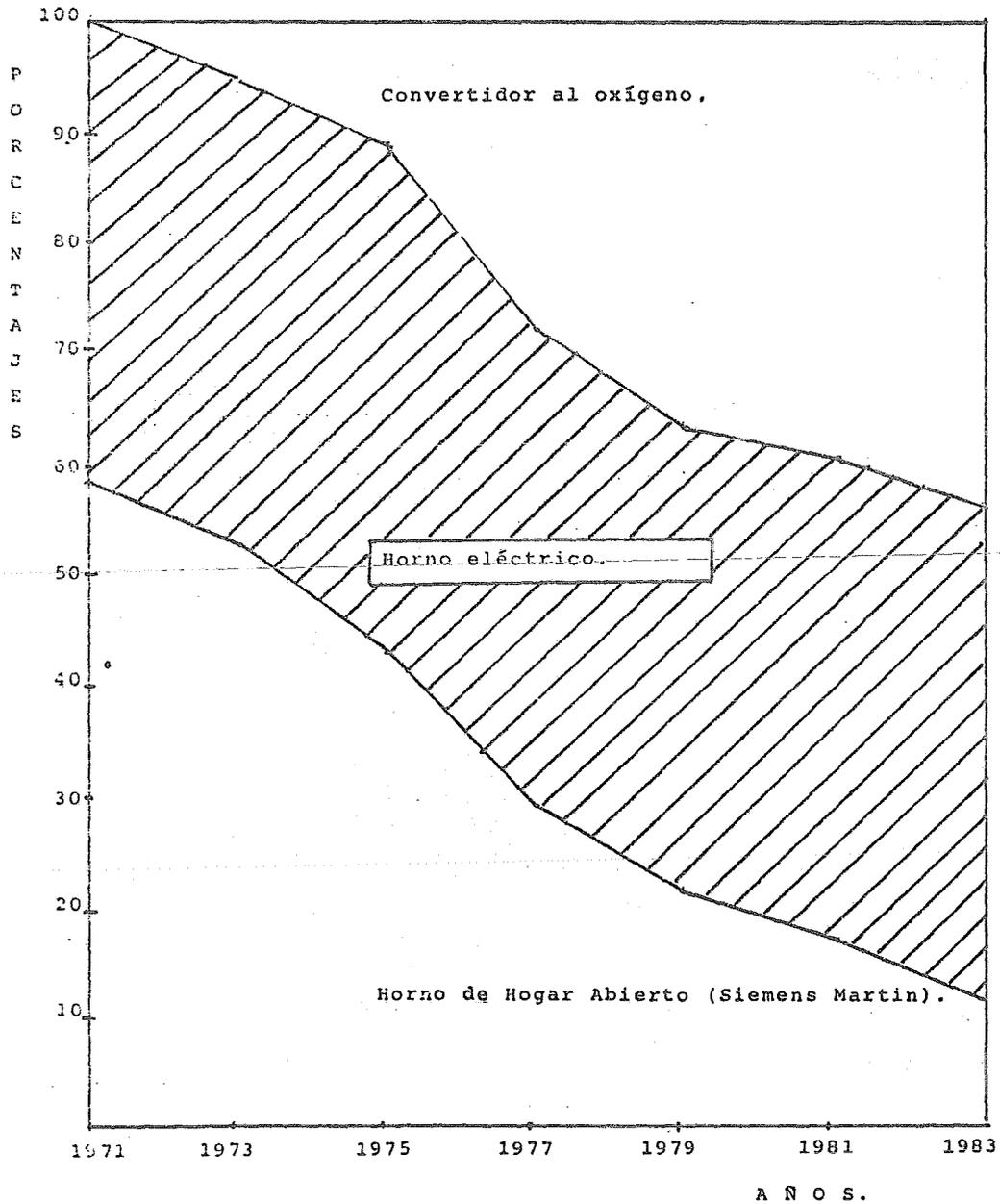
El uso de estos procesos de aceración -HEA, CONOX y -SIEMENS MARTIN- presentó cambios sustanciales en el período 1971-1983. La participación en la producción de acero varió de acuerdo a sus características económicas y técnicas.

De esta manera, las limitaciones técnicas y el alto consumo de materias primas y energéticos que implica el uso del horno SIEMENS MARTIN generó que se viera desplazado por el convertidor al oxígeno, el cual usa menores cantidades de combustible y lleva a cabo el proceso de aceración con mayor rapidez.

Por su parte, el horno eléctrico de arco mantuvo una alta participación en la producción de acero respecto a las dos anteriores, sin embargo esta no ha sido incrementada en forma sustancial por los altos consumos de energía que su utilización implica (véase lámina 1).

LAMINA 1

PARTICIPACION POR PROCESOS EN LA PRODUCCION DE
ACERO 1971-1983
(Porcentajes)



1.3 CAPACIDAD INSTALADA Y CONSUMO NACIONAL APARENTE.

1.3.1 Utilización de la Capacidad Instalada en la Industria y Requerimientos Nacionales de Acero.

Uno de los problemas más severos a los que incurrió la industria siderúrgica fué la inestabilidad y en la mayoría de los casos baja utilización de la capacidad instalada. Esto ha sido consecuencia de diversos factores; entre los cuales se puede citar en primer lugar al rezago que existe en las ampliaciones de la capacidad instalada (instalación de Altos Hornos - por ejemplo) y el tiempo en que comienza a dar rendimientos - (lo que en la industria denominan "Tiempos de Aprendizaje"). - Otros factores que provocan la no óptima utilización de la capacidad instalada de la industria son: la alta rotación de personal; la carencia de programas de capacitación; la existencia de equipos y tecnología obsoletos; la falta de mantenimiento adecuado en el equipo; los conflictos laborales y por último la ausencia de investigación para el desarrollo de la industria.^{1/}

A manera de recuento, en el lapso 1970-1974 y a excepción de 1971, se registró una utilización promedio del 84.3% de la capacidad instalada para la producción de acero en la industria. Con ello, se alcanzó a cubrir más del 90% del consumo nacional aparente de acero^{2/}. (Veáse lámina 2 y 3) a diferencia de estos años, en 1971, la industria bajó la utilización de su capacidad instalada al 77.3%; más sin embargo logrará cubrir completamente el consumo nacional aparente, esto es sin embargo causado por la reducción de la demanda en un 5.8% respecto al año anterior.

^{1/} SEMIP. "Programa de Mediano Plazo". Agosto 1983, Pag.19-23 México 1984.

^{2/} El consumo nacional aparente de acero, es igual a la suma de la producción de acero y sus importaciones menos las exportaciones del mismo.

En lo concerniente a los años de 1975 a 1977, la -- utilización promedio de la capacidad instalada de acero en la industria fue de 64.3%, (porcentaje considerablemente bajo respecto a la utilización de la capacidad instalada en la primera mitad de la década de los setentas), con lo que se satisfizo -- el 83.5% del consumo nacional aparente que había disminuído -- drásticamente en 1976 en 7.7% respecto a 1975.

En los años de 1978 a 1981, la industria acerera -- eleva la utilización de la capacidad instalada a 76.3%, empero no logra satisfacer el 27.2% del consumo nacional aparente que en este lapso crecía en promedio 13.5% anualmente.

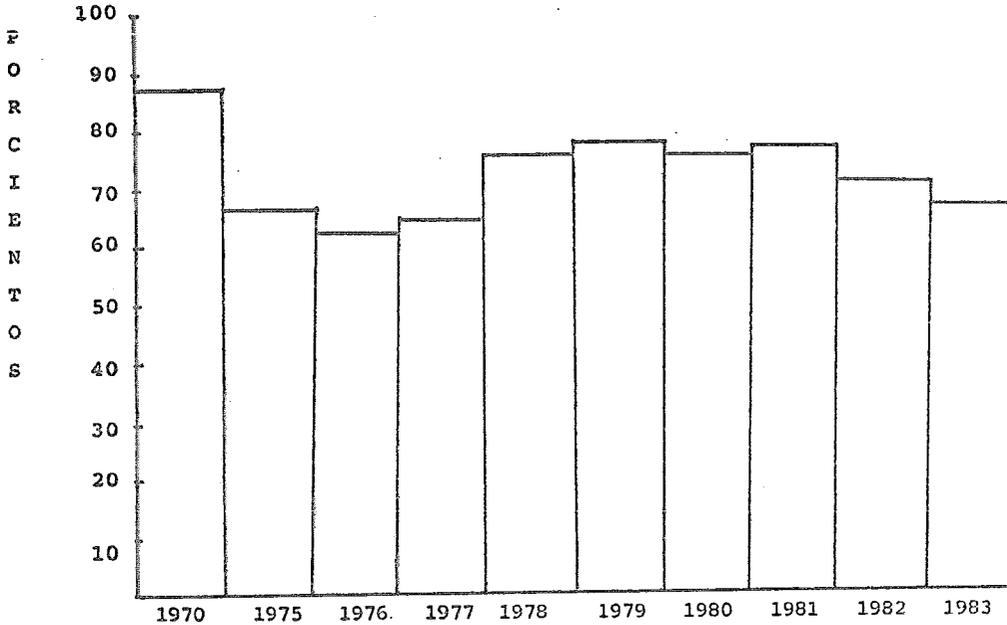
La mencionada tendencia de crecimiento en el consumo nacional aparente no se mantuvo. En 1982 y 1983 decrece en 21.0 y 18.5 % respectivamente, los sectores demandantes al igual que la, siderúrgia eran golpeados por la situación económica -- imperante.

Por último, la disminución en la utilización de la capacidad instalada a 69.8% en 1982 cubrió el 77.6% de la de manda a diferencia de 1983 que se cubrió el 93.9% de la demanda con un porcentaje de utilización aún menor del 65% de la capacidad instalada.^{1/}

1/ Si decaea consultarse el número absoluto de la capacidad instalada, véase el cuadro 5 y/o la lámina 5.

LAMINA 2

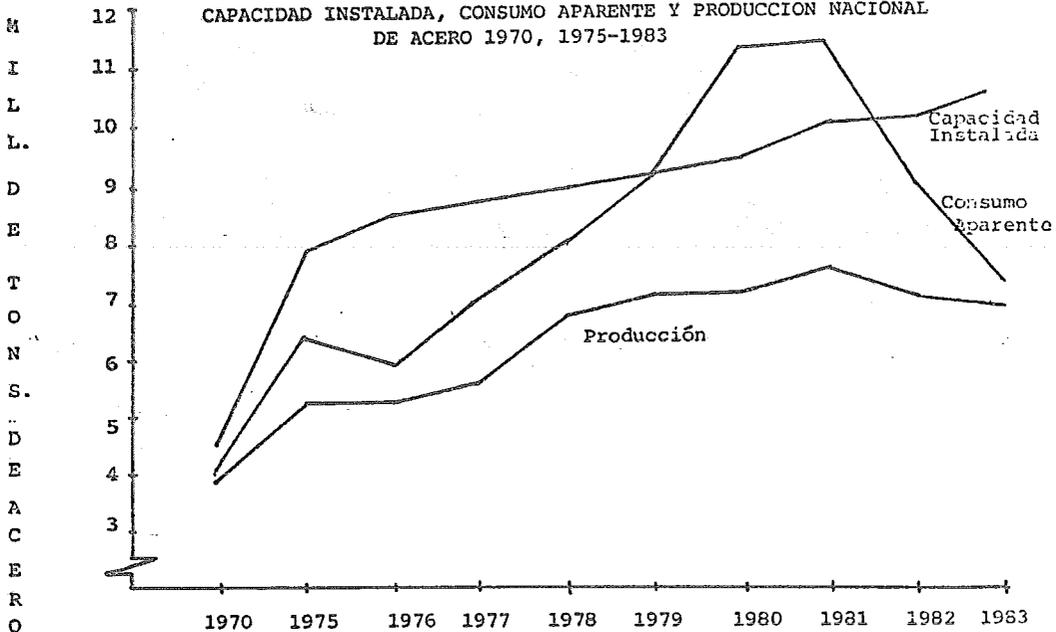
UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE ACERO EN 1970, 1975-1983



FUENTE; Cuadro 5

LAMINA 3

CAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO APARENTE Y PRODUCCION NACIONAL DE ACERO 1970, 1975-1983



FUENTE: Cuadro 5

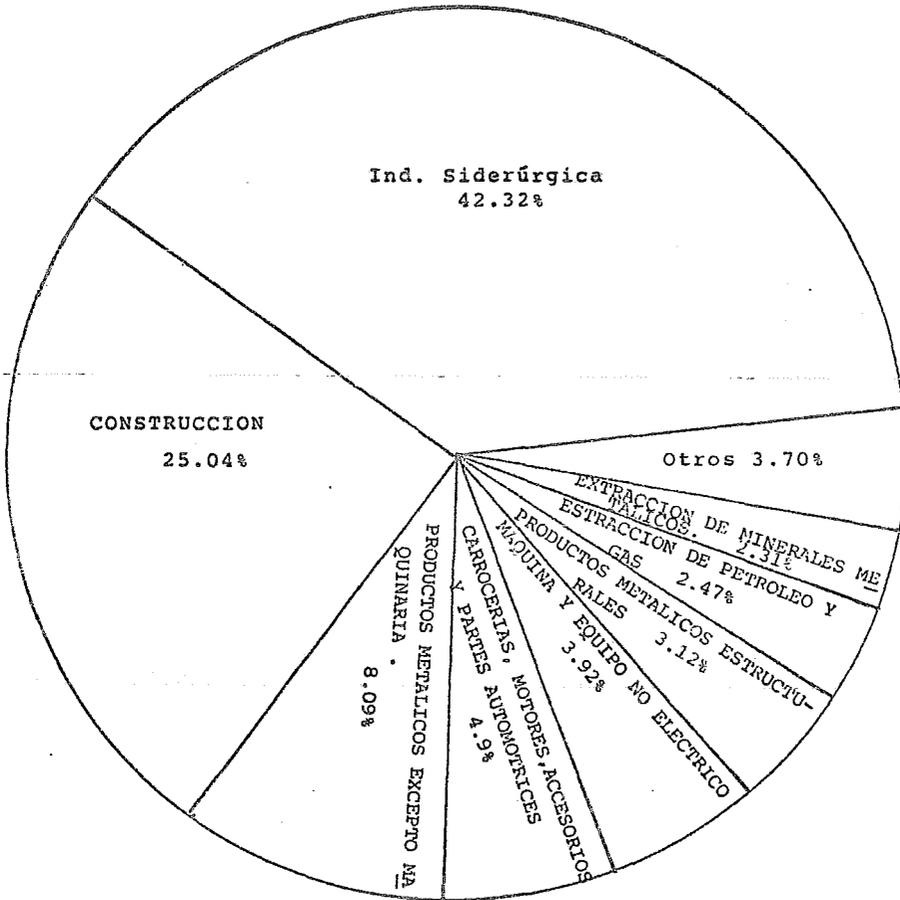
1.3.2 Destino Final de la Producción.

De acuerdo con la matriz insumo-producto para México - de 1970, 1975 y 1978, las ramas que mayor incidencia tuvieron en la adquisición de productos siderúrgicos fueron en orden de -- importancia; la propia industria siderúrgica participando con el 42.32% del valor de la demanda; la industria de la construcción con el 25.04% la de otros productos metálicos excepto maquinaria con 8.09%, la de carrocerías, motores, partes y accesorios automotrices con 4.90%, la fabricación de maquinaria y equipo no eléctrico con 3.92%, la fabricación de productos metálicos estructurales con 3.12%, la extracción de petróleo y gas con 2.47%, la extracción de minerales metálicos con 2.31%, la fabricación de ceniza con 1.40%; la de maquinaria y aparatos eléctricos con 1.20%, la de equipos y material de transporte con 1.10% (vease lámina 4)

LAMINA 4

DEMANDA DE PRODUCTOS SIDERURGICOS POR SECTORES

(Estructura Porcentual)



FUENTE: Cuadro No. 6

CAPITULO 2

ENERGIA

CAPITULO 2.

ENERGIA.

2.1. CONSUMO DE ENERGIA.

2.1.1. Energéticos consumidos en la industria siderúrgica.

2.1.2. Estructura del consumo de energía y consumo específico en la industria siderúrgica.

2.2. CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

2. ENERGIA.

2.1. CONSUMO DE ENERGIA.

Cuantificar el consumo de energía total de un sector económico, de una planta industrial, de un país, ..., sería imposible ante la gran diversidad de energéticos que se consumen y de sus diferentes unidades de medida, por ejemplo: el gas natural medido en metros cúbicos; el carbón en toneladas y la electricidad en kilowatts-hora. De aquí que se utilice una unidad de medida generalizada para cuantificar la energía esta es la kilocaloría; que es la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado centígrado un litro de agua^{1/}

El poder calorífico de los energéticos que son utilizados en la industria siderúrgica son: ^{2/}

Coque de carbón	7 465 000 kcal/ton.
Gas natural	8 540 Kcal/m ³ .
Combustóleo	10 019 000 kcal/m ³ .
Diesel	9 243 000 kcal/m ³ .
Electricidad	2 860 kcal/kwh.

^{1/} La kilocaloría es una unidad que sirve para medir el calor que gana o cede un cuerpo.

^{2/} IMP, Serie Energéticos, Vol.II, México, 1979.

Una forma de evaluar la eficiencia con que se utiliza la energía, es el cuantificar el consumo de energía medido en kilocalorías por unidad monetaria del producto interno bruto; claro que salvo ciertas consideraciones sobre la estructura económica; la tecnología empleada y las características de los servicios y/o productos que se generan entre otras cosas.

El coeficiente de utilización de energía por unidad de producto, está dado por:

$$CUE_t = \frac{CE_t}{PIB_t}$$

Donde;

CUE_t Es el coeficiente de utilización de energía - por unidad monetaria del producto interno bruto, en el año t.

CE_t Es el consumo final de energía en el año t. ^{1/}

PIB_t Es el producto interno bruto en el año t.

Al aplicar ésta ecuación y comparar entre diversos países, se observa que el coeficiente de utilización es sumamente elevado en países que presentan un incipiente desarrollo económico, tal es el caso de Turquía, Honduras, El Salvador y Jamaica; que en 1982 consumieron más de 5 000 kilocalorías por cada dólar de su producto interno bruto, en tanto --

^{1/} El consumo final de energía no incluye a diferencia del consumo de energía total el consumo de energía del sector energético. Es el consumo energético del sector transporte, industrial, agropecuario, residencial, comercial, público y de la petroquímica.

que la media de 25 países seleccionados (véase cuadro 7) oscila alrededor de las 3 000 kilocalorías.

Por su parte, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá presentan coeficientes de utilización por arriba de las 5 000 kilocalorías, empero, estos altos coeficientes responden a la estructura productiva de sus economías; que se enfocan primordialmente a la fabricación de bienes de capital, y no en específico al uso irracional de sus recursos energéticos. ^{1/}

La utilización de energía por unidad de producto para el caso de México en 1982, fue de 4 035 kilocalorías por dólar consumo superior al de la media y semejante al de Irlanda, Holanda, Australia y Suecia (Véase Cuadro 7) .

El sector industrial en México, se ha caracterizado por ser un gran consumidor de energía, al igual que el sector transporte. Los energéticos de fuentes primarias de energía -- que han cubierto la demanda del sector industrial son: el carbón mineral, el bagazo de caña y el gas asociado y los de fuentes secundarias son: el gas natural, el combustóleo, el diesel las kerosinas, el gas licuado, la electricidad y el coque.

" Las fuentes primarias de energía, son aquellas que contienen potencialmente energía y se encuentran en su estado natural; esto es, que no han sido sometidas a ningún proceso de transformación. Entre las fuentes primarias de energía destacan las siguientes: el petróleo crudo, el gas natural, el carbón mi-

1/ I.M.P. Curso regional. Economía de los Energéticos. SPEI DPE. 1985.

neral, el uranio, la energía solar, la energía eólica y la energía maremotriz.^{1/}

Las fuentes de energía secundaria, son las distintas formas de energía destinadas a los sectores de consumo y/o al reciclo para generar una nueva forma energética. Entre las principales energías secundarias se cuentan los productos obtenidos de la refinación del petróleo crudo y la electricidad que puede obtenerse a partir de la energía proveniente de una planta termoeléctrica, de una hidroeléctrica o de una geotermoeléctrica. La energía eléctrica puede obtenerse también mediante la fisión del uranio.^{2/} y el aprovechamiento de la energía solar.^{3/}

El consumo final de energía del sector industrial, se elevó de 142.987 a 269.471 billones de kilocalorías de 1975 a 1983, con una tasa de crecimiento promedio anual de 8.4%;^{4/} además, participó en promedio con el 35.3% de la energía final -- consumida anualmente a nivel nacional, que a su vez pasó en esos mismos años de 392.821 a 705.422 billones de kilocalorías, manteniendo un crecimiento promedio anual de 7.6%. (Véase cuadro 8 y 9).

De ésta forma, la industria se coloca como el segundo sector de mayor consumo dentro de la estructura de la demanda final de energía de 1975 a 1983; dónde tan sólo fue menor al 38.5% del sector transporte y mucho mayor al 16.9% de los sectores agropecuario, residencial, comercial y público y al 9.3% que se dedica a usos no energéticos. (Véase lámina 5).

1/ La energía eólica proviene del aprovechamiento de los vientos y la maremotriz del aprovechamiento de mareas y corrientes marítimas.

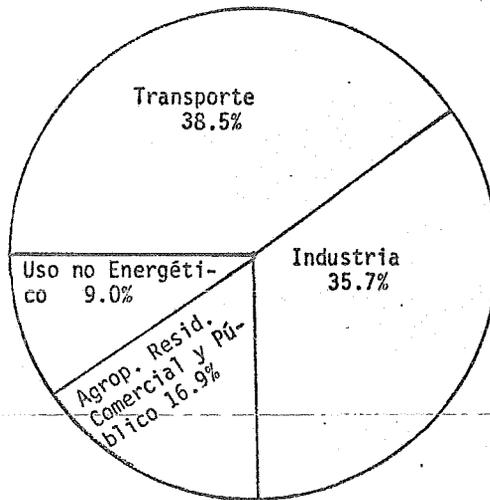
2/ La fisión del uranio consiste en la división de los núcleos del U_{234} (uranio) que da origen al desprendimiento térmico.

3/ I.M.P., Curso Regional, Economía de los Energéticos. - S.P.E.I., México, 1985.

4/ Evidentemente, el crecimiento en el consumo de energía es más que proporcional que el de la actividad económica industrial. (El de energía creció en 8.4% de 1975 a 1983 y el PIB industrial lo hizo en 4.85% como promedio anual de igual forma para el mismo periodo)

LAMINA 5

ESTRUCTURA PROMEDIO DEL CONSUMO FINAL DE ENERGIA. 1975-1983.



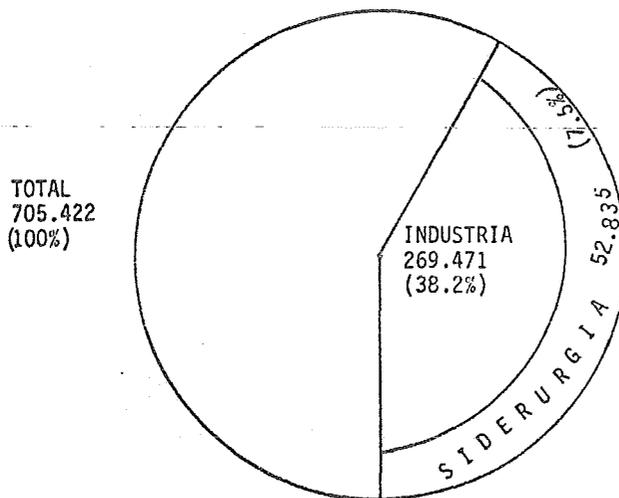
Fuente: Cuadro 8.

No obstante, el ser la industria siderúrgica una industria altamente consumidora de energía; la mayor del sector industrial (Véase lámina 6), ésta ha visto disminuida su participación en el consumo final total y en el industrial. Mientras que en 1970 su consumo energético (29.730 billones de kilocalorías) representó el 11.0% y el 29.2% de esos rubros en forma respectiva; en 1983, con un consumo de 52.835 billones de kilocalorías, participó con el 7.5% del consumo final total y con el 19.6% del industrial. En éste fenómeno incidió fundamentalmente el desaceleramiento del consumo de energía en la siderurgia, fortalecido por las medidas de aho

ro energético que fueron implementadas al interior del sector. Así, mientras el consumo de energía total y del sector industrial de 1979 a 1983 creció en 7.4 y 7.8% anual en forma respectiva; el consumo energético siderúrgico disminuyó anualmente en 0.7% como promedio en el mismo lapso. (Véase cuadro 9).

LAMINA 6

CONSUMO FINAL DE ENERGIA. 1983.
(Kcal x 10¹²)



Fuente: Cuadro 9.

Otra forma de ver el cambio que ha experimentado la industria siderúrgica como consumidora de energía, es confrontando el coeficiente de utilización de energía nacional y el Industrial con el de la siderúrgica; claro que haciendo caso

omiso a cantidades absolutas; ya que como es sabido, el proceso productivo siderúrgico es altamente consumidor de energía respecto a otras ramas económicas. A manera de ilustración,-- el generar una unidad monetaria (peso) del producto interno bruto en los rubros nacional, industrial y siderúrgico requirió de las siguientes cantidades de energía o coeficientes de utilización de energía:

COEFICIENTES DE UTILIZACION DE ENERGIA
[KCAL / unidad del PIB (peso)]

	<u>nacional</u>	<u>industrial</u>	<u>siderúrgico</u>
1970	603.58	702.41	6 255.00
1978	696.62	765.57	6 224.60
1983	818.57	920.03	5 940.52

Fuente: Cuadro 10.

Atendiendo a los cambios relativos en el coeficiente de utilización de energía de estos tres rubros, es evidente - que, no obstante ser la industria siderúrgica más intensiva en el uso de energía; experimentó a diferencia del sector industrial y del total nacional una pequeña disminución (5%) en - 1983 en su consumo de energía por unidad de producto respecto a 1970, mientras que a nivel nacional aumentó en 35.6% y en la industria se elevó 31.0%.

2.1.1. ENERGETICOS CONSUMIDOS EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

Los principales energéticos que se consumen en la industria siderúrgica son: el coque de carbón, el gas natural, el combustóleo, el diesel y la electricidad. La descripción de los rasgos más sobresalientes se presentan a continuación: (Véase cuadro 11).

a) Coque de carbón.

El coque de carbón, es un carbón duro y poroso, desprovisto de materia volátil. Este combustible se obtiene al destilar el carbón bituminoso eliminando sus materias volátiles y dejando como residuo el coque. Se utiliza en el proceso siderúrgico únicamente en la etapa de reducción del mineral de hierro. Las únicas empresas integradas que no lo consumen son HYLSA y TAMSA, debido a que el proceso de reducción que emplean (PROCESO HYL) no lo requiere.

El consumo de coque de carbón en la industria creció de 1970 a 1979, en el orden de 7.7% anual como promedio, (pasó de 1.6 a 3.1 millones de toneladas). No así, en el lapso de 1980 a 1983 cuando mantuvo un crecimiento negativo de -8.7% anual promedio. Ya para 1983 el consumo de coque sólo fue de 2.1 millones de toneladas aproximadamente.

Algunos de los factores que incidieron en la disminución del consumo de coque son: La baja disponibilidad del energético como consecuencia de los pocos yacimientos explotables de carbones bituminosos en el territorio nacional, lo que hizo que se incurriera a su importación y su alto costo que ha favorecido una tendencia a ser desplazado por otros combustibles más baratos, sobretodo por gas natural.

b) Gas natural.

El gas natural, es el combustible de mayor versatili

dad en el proceso productivo siderúrgico, se utiliza en la reducción del mineral de hierro, en la laminación, en servicios generales y en la generación de energía.

El consumo de gas natural, mantuvo un crecimiento -- promedio de 6.7% anual de 1970 a 1983, pasando de 1.5 a 3.3 millones de metros cúbicos. La única empresa integrada que no lo consume es SICARTSA, empresa que cubre la mayor parte de sus requerimientos energéticos con coque de carbón y electricidad.

c) Diesel.

De 1970 a 1983, el consumo de diesel en la industria siderúrgica se triplicó, pasó de 6.5 a 19.6 miles de metros cúbicos. Pese a ello, su participación en los requerimientos energéticos de la industria no se elevó significativamente - ~~(En 1970 cubrió el 0.2% y en 1983 el 0.4%)~~.

d) Combustóleo.

El combustóleo, ha pesar de haber mantenido un crecimiento promedio de 25% anual de 1970 a 1983, no ha logrado incrementar su participación dentro de los requerimientos energéticos de la industria, ya que se caracteriza por un difícil manejo en el proceso productivo. No ha seguido una tendencia estable, así como su consumo se llega a incrementar considerablemente, posteriormente decrece significativamente, tal es el caso de 1981 y 1983, cuando en el primero de esos años casi se triplica, mientras que en 1983 decrece en 64.7%.

El volumen consumido de combustóleo en 1970 (94 mil metros cúbicos), tan sólo se elevó para 1983 en 29.8%; porcentaje sumamente bajo si lo comparamos con el incremento en el consumo de gas natural (124% de 1970 a 1983).

Las empresas integradas que no lo consumen son: FMSA TAMSA y AHMSA planta Piedras Negras. Las empresas integradas que lo consumen, lo emplean en la reducción y en menor pro -

porción en la laminación (HYLSA, TAMSA Y SICARTSA).

e) Electricidad.

La electricidad es consumida por todas las empresas acereras integradas; se consume desde la preparación de materias primas hasta la laminación acabados y servicios generales. Su consumo mantuvo un crecimiento de 5.7% anual promedio de 1970 a 1983, y pasó de 1399 a 2664 megawatts^{1/}.

2.1.2 ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGIA Y CONSUMO ESPECIFICO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

En términos caloríficos, el consumo de energía en la industria siderúrgica de 1971 a 1979, mantuvo un crecimiento de 7.4% anual como promedio; porcentaje ligeramente superior al crecimiento de la producción acerera (7.2%).

A partir de 1980 y hasta 1983, en la industria siderúrgica comienzan a presentarse razgos de implementación de medidas de ahorro y sobre todo sustitución de formas de energía; esto se hace evidente al comparar la disminución en el consumo de energía (-1.2% anual) respecto a la disminución de la producción de acero (-0.5% anual), además de los cambios en la participación del coque de carbón y el gas natural en el consumo total de energía en la industria (la participación del coque disminuyó, mientras que la de gas natural aumentó).

Un ahorro importante en el uso de los energéticos tuvo efecto a partir del aprovechamiento de los gases que se

1/ Un kilowatt equivale a 10^3 watts; el megawatt a 10^6 watts y el gigawatt a 10^9 watts.

originan de la combustión del gas natural y del coque de carbón en el alto horno y coquerías. A partir de 1981, se comenzó a consumir en la industria siderúrgica integrada (a excepción de TAMSA) combustibles autogenerados^{1/} en la misma planta productiva; lo que conllevó a una ligera disminución en el consumo de energéticos comprados.

Otra medida que se ha venido implementando en la industria, es la autogeneración de energía eléctrica, mediante el reciclaje del vapor generado en los procesos productivos. Esto ha permitido que la demanda de este energético no crezca en exceso, pese a la introducción de procesos altamente consumidores de energía eléctrica, tales como el horno eléctrico de arco y la reducción directa.

Las características más importantes de los cambios en la participación de cada energético, en la estructura del consumo total de energía de la industria siderúrgica de 1970 a 1983 son:

- El coque de carbón, disminuyó su participación de 41.2% al 30.0%.
- El gas natural, aumentó su participación de 42.0% al 52.9%.
- El diesel, tuvo una participación relativamente estable (0.2% en 1970 y 0.3% en 1983).
- La electricidad, aumentó ligeramente su partici-

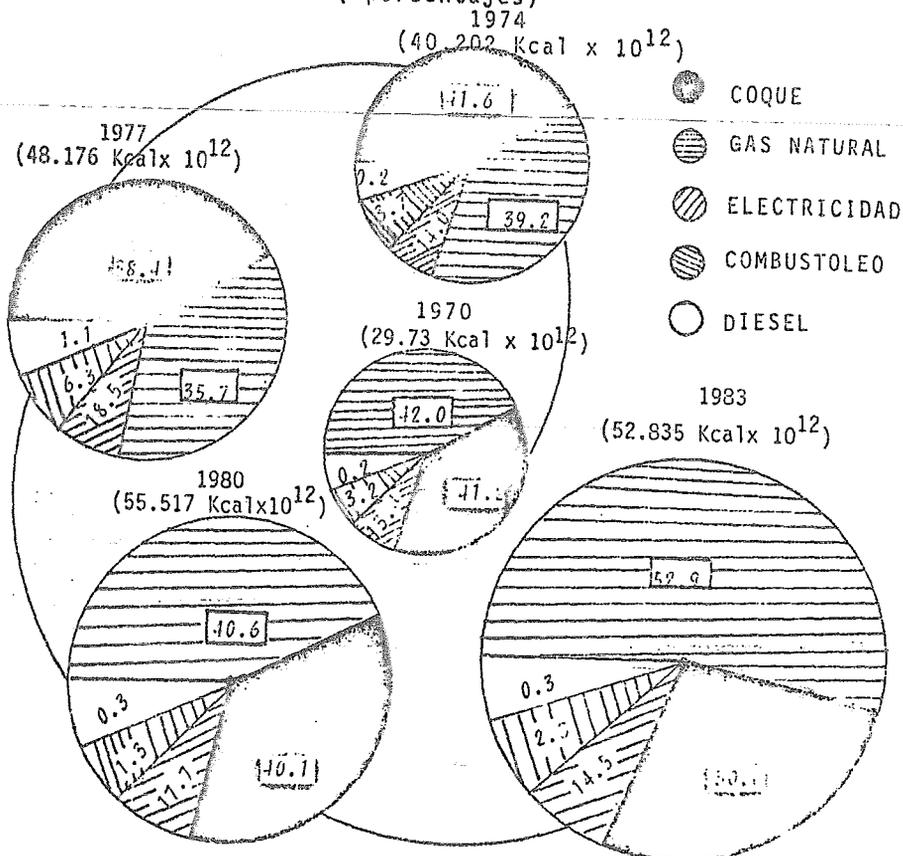
^{1/} La autogeneración se lleva a cabo mediante el aprovechamiento de los gases de combustión del alto horno, coquerías y con el aprovechamiento de los vapores (Los combustibles autogenerados son el gas de alto horno y el gas de coque.).

pación de 13.4% a 14.5%.

- El combustible, experimentó una disminución en su contribución. Pasó de 3.2% a 2.3% . (Véase lámina 7).

LAMINA 7
PARTICIPACION DE LOS ENERGETICOS EN EL
CONSUMO ENERGETICO TOTAL. INDUSTRIA SI
DERURGICA. 1970,1974,1977,1980 y 1983.

(porcentajes)



Fuente: Cuadro No. 12.

Los factores más importantes que incidieron en la sustitución del carbón de coque por gas natural, fueron por una parte, la baja disponibilidad de este en el mercado nacional dado los insuficientes yacimientos de carbon bituminoso susceptibles de explotación y las altos costos que implicó su importación. Para dar una idea de este fenómeno cabe mencionar que en 1980, la producción nacional de coque de carbón fue de 2,871 mil toneladas, mientras que su consumo en la siderurgia fué de 3,904 mil toneladas ^{1/}, este déficit de coque de carbón se cubrió en el mercado internacional a un precio promedio de 2,446 pesos por tonelada, más del doble del precio por tonelada en el mercado nacional (1,100).

En el caso de la industria siderúrgica, el consumo energético en términos caloríficos por tonelada de acero* producida en los setenta fue de $7.8535 \text{ Kcal} \times 10^6$ en promedio y de $7.6350 \text{ Kcal} \times 10^6$ de 1980 a 1983 (vease cuadro 13).

Al comparar el consumo específico de la industria acerera de México con la de otros países, se aprecia que mientras México ha mantenido un consumo específico relativamente estable, los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (O.C.D.E.) han logrado importantes avances en materia de ahorro y conservación de energía, básicamente a partir de la crisis petrolera internacional de 1973-1974.

Al considerar trece países de la OCDE (Australia, Canadá, Estados Unidos de Norteamérica, Japon, Austria, Bélgica, Francia, Alemania Federal, Luxemburgo, España, Suecia, Reino Unido e Italia), se tiene que estos han logrado abatir su consumo

*Consumo específico.

^{1/} Es necesario aclarar que el carbón de coque en la industria tiene una doble función además de ser un energético, es una materia prima indispensable para la reducción del hierro, -- siendo un pequeño componente del acero.

específico de 5.3216 a 4.4231 Kcalx10⁶. Italia, Japón y España son los países que han logrado abatir en mayor proporción su consumo específico, llegando a tener en 1982, 3.1986, 3.6685 y 3.7654 Kcalx10⁶ respectivamente (véase cuadro 14).

Al comparar el promedio de los consumos específicos de estos trece países con el de México -sin el afán de insinuar la reducción del consumo específico de la industria siderúrgica nacional a tales niveles- se observa que el promedio en 1982 es 44.53% menor que el de México. Al compararlo con el de los Estados Unidos de Norteamérica -que es el consumidor de energía mas ineficiente del grupo- se aprecia que es muy inferior al consumo específico de México (31.94%) que es de 7.9737 Kcalx 10⁶

El alto consumo específico de la industria acerera mexicana responde principalmente a su infraestructura tecnológica ineficiente, cuyos antecedentes se remontan a la instalación de sus plantas productivas; tal es el caso de AHMSA, cuyos primeros altos hornos fueron comprados de los desechos industriales en los Estados Unidos de Norteamérica, durante la segunda guerra mundial y aunque sufireron algunos remiendos y modificaciones, se caracterizan por altos niveles de ineficiencia.

También hay que mencionar que gracias a la abundancia de recursos energéticos que México posee, como se planteó en la segunda mitad de la década de los 70s. y a la estructura productiva de los sectores económicos nacionales, lejos de implementar políticas y estrategias, encaminadas a conservar y hacer uso eficiente de la energía; si se fomento el consumo irracional de la misma.

En lo referente al desarrollo tecnológico de dicha industria se han logrado avances importantes, en cuanto a la evo

lución e implementación de procedimientos, medidas y equipos que permitan el aprovechamiento de calor y vapores residuales. Así como la introducción de los hornos convertidor al oxígeno (BOF) a partir de 1971 y del proceso de reducción directa HYL II a partir de 1982; sin embargo esto no ha tenido el impacto esperado, sobre todo para mejorar y aprovechar la energía; de tal forma que los consumos específicos disminuyeran.

2.2 LA CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

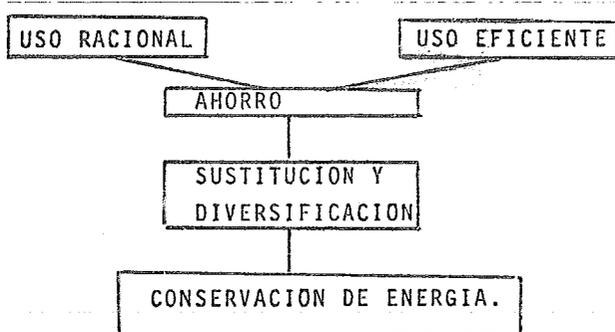
La conservación de energía conlleva la ejecución de una serie de medidas, que "apoyan el esfuerzo de la productividad de toda la economía, mejora la competitividad de nuestros productos en los mercados internacionales, amplía el horizonte energético y libera recursos para decidir su uso más eficiente en función de las necesidades del país^{1/}.

"En la Conferencia Mundial de Energía efectuada en Munich Alemania en 1980, se adoptó el término 'Conservación de Energía' para designar todas las acciones tendientes a lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos finitos, mediante la racionalización de su uso, aumentando -

^{1/} Poder Ejecutivo Federal. Programa Nacional de Energéticos 1984-1988. México, 1984. Pag. 63.

La eficiencia en su utilización, abatiendo los consumos energéticos específico utilizando todas las posibilidades, incluso la de sustituir unas formas de energía por otras, sin deterioro del nivel de vida y optimizando la relación global entre consumo y -- crecimiento económico^{1/}

De otra forma la conservación de energía se lleva a cabo mediante el uso racional y eficiente de la energía, así como con la implementación de medidas de sustitución y diversificación de las fuentes energéticas. Tal caracterización esta contenida en el siguiente diagrama:



En cuanto a conservación de energía, el uso racional se refiere a la utilización de la energía estrictamente necesaria, evitando a su vez el desperdicio. En el caso de la industria siderúrgica, el uso racional de la energía, se

^{1/} PEMEX, Conservación y Ahorro de Energía, Suplemento de la revista Nosotros los Petroleros. México, agosto de 1984 Pags 5-6.

llevaría a cabo mediante el aprovechamiento de los gases de combustión en el alto horno como una nueva fuente de energía utilizable dentro del mismo proceso productivo; así como con el aprovechamiento de los vapores generados para la autogeneración a su vez de electricidad.

Con respecto al uso eficiente de la energía; se hace referencia al hecho de que "cada una determinada infraestructura productiva consumidora de energía", se utilice la energía en forma óptima. Tal concepto conlleva la implantación de posibles modificaciones, ajustes o mantenimiento del equipo empleado a lo largo del proceso productivo siderúrgico y que conjuntamente con el uso racional de la energía da paso al ahorro energético^{1/}.

En el caso particular de la industria siderúrgica, las acciones encaminadas a la conservación de energía, tienen como objetivo disminuir los altos costos energéticos a los que incurre por un lado y por el otro, disminuir en la medida de lo posible el consumo de fuentes energéticas de baja disponibilidad en el territorio nacional, como es el caso del coque de carbón, claro que sin dejar a un lado el uso racional y eficiente de otras fuentes energéticas consumidas como el gas natural, el combustóleo y la electricidad.

Entonces, en la industria siderúrgica nacional, se debe llevar a cabo la conservación de la energía con dos fines:

Disminuir los altos costos^{1/} de los que se ha incurrido por concepto de consumo de - -

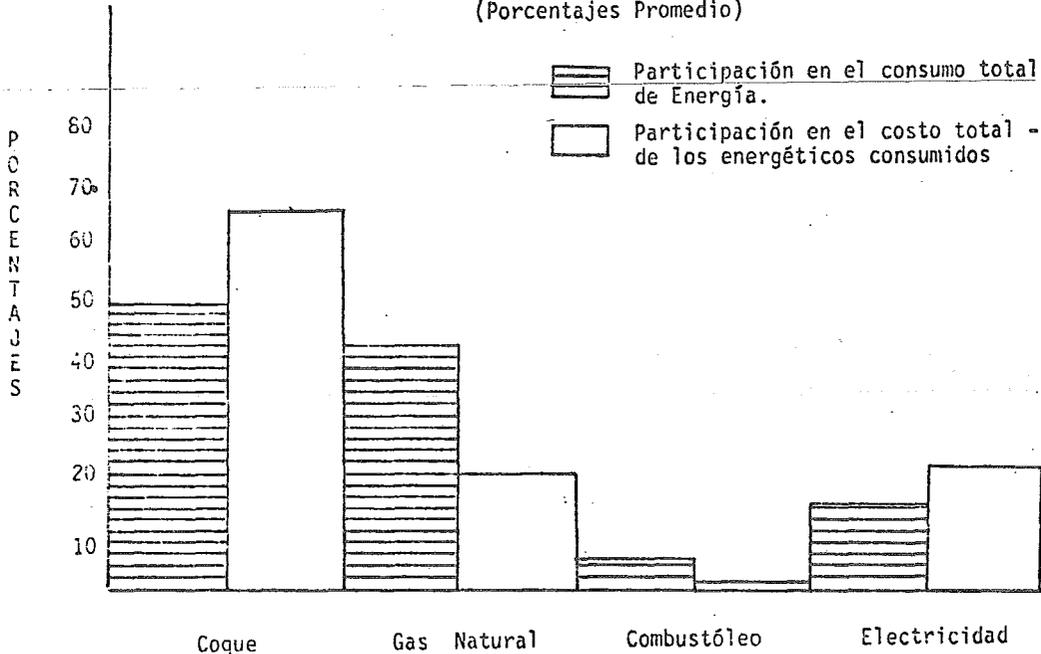
^{1/} En 1983, el costo de la energía representó respecto al costo de producción el 24.3, 32.4, 34.1 y 17.0% en FMISA, AHMSA, SICARTSA Y TAMSA respectivamente. Instituto Mexicano del Petróleo principales industrias consumidoras de energía. SPEI. DPE, México, 1985.

energía y.

Disminuir el consumo de fuentes de energía no disponibles en el territorio nacional.

De acuerdo al primer objetivo planteado para la implementación del ahorro y sustitución de energía en el caso particular de la industria siderúrgica, el energético principal en el cual se deben ejecutar estas medidas es el coque de carbón. La anterior afirmación radica en el hecho de que este combustible a lo largo del periodo 1970-1983, ha participado en promedio con el 38.9% del consumo de energía en términos caloríficos, mientras que por su elevado precio participó con el 55.29% del costo total por concepto de consumo de energía en la industria, como se muestra en la siguiente lámina.

LAMINA 8
PARTICIPACION POR TIPO DE
TOTAL DE ENERGIA Y EN SU COSTO DE 1970 a 1983
(Porcentajes Promedio)



FUENTE: Cuadro 12 y 15.

También, se aprecia que otro tipo de energía que podría reducir los costos por concepto de su consumo es la electricidad, cuya participación en los requerimientos energéticos (15.9%) fue menor a su participación en el costo (22.5%).

Respecto al segundo objetivo, al igual que el primero induce a la sustitución del coque de carbón, que como ya se mencionó tiene poca disponibilidad en el territorio nacional, por otros tipos de energía que al contrario de este forman parte de grandes reservas energéticas. En este caso serían en orden de importancia:

El gas natural (energía primaria no renovable);

El combustóleo,

El diesel

Y la Electricidad (energéticos secundarios no renovables).

Ahora bien, el conjunto de medidas de ahorro de energía que actualmente se pueden aplicar en la industria siderúrgica nacional a corto y mediano plazo, se basan fundamentalmente en mecanismos de operación y preparación de materiales, dado que las de desarrollo tecnológico requieren inversiones cuantiosas y traerían resultados a largo plazo; sin embargo no se dejan de lado ya que las instituciones oficiales están implementando programas y proyectos así como estímulos fiscales para inversión en equipos orientados al ahorro y aprovechamiento de la energía. A continuación se detallan algunas de éstas^{1/}.

Medias sobre preparación de materiales.

^{1/} Entre ellas la de conservación y uso eficiente de la energía del Ing. Fernando Shutz Estrada para la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Octubre de 1984.

1. Reducción del consumo de coque en plantas - de sinterizado.

Se estima que con medidas administrativas en las -- plantas y eliminando pérdidas por radiación en base a mejores aislamientos y mantenimientos, se podría reducir el consumo - de coque en 10.0%, dicha medida también se aplicaría a plan-- tas peletizadoras aunque su ahorro es sensiblemente inferior.

Medidas en el alto horno.

2. Mejorar la preparación y distribución de -- carga en el alto horno.

Esta medida se refiere a la importancia que tiene la homogeneidad de materiales en el alto horno. (Quiere de-- cir que entre mejor distribuido este el material y que los - tamaños de pelet y sinter sean iguales, menos energía se con-- sumiría).

Dicha medida, sin ser cara se considera que permiti-- ría ahorros de un 4. a 6% del coque o hidrocarburos actual-- mente consumidos.

3. Inyección de hidrocarburos.

Con esta técnica se incrementa la productividad del alto horno al aumentar la producción de hidrógeno disponible la cual reduce los óxidos del hierro en forma más rápida que el monóxido de carbono derivado del coque.

El ahorro asociado con la inyección de un hidrocar-- buro es unicamente la sustitución del contenido energético -

del coque por el del hidrocarburo. Si bien esta medida no -- establece un ahorro neto, proporciona la alternativa de sustituir coque por gas o combustóleo de acuerdo a un determinado aumento de producción y a medida en que la sustitución resulte conveniente dependiendo de la disponibilidad y precio de cada uno de estos energéticos.

4.- Incrementar el empleo de la colada continua^{1/}

Esta medida es la que presenta un mayor potencial de ahorro, debido a que se ahorrarían todos los combustibles quemados en el recalentamiento del acero, no obstante que la medida es costosa se estima que permitirá un ahorro promedio de 20% en gas natural o combustóleo dependiendo del combustible utilizado en los hornos a mediano y largo plazo. Además de que se considera aplicable a toda nueva instalación (en particular las plantas semi-integradas).

1/ El ahorro que se puede obtener en términos monetarios (A precios constantes de 1985) con la implementación de éstas medidas se presentan detalladamente en el capítulo 4.

5.- Alta Presión en Tolva.

La eficiencia energética del alto horno se puede mejorar también por medio de alta presión en la tolva del alto horno. Al incrementar la presión en la tolva de éste se puede incrementar la velocidad del viento sin fluidizar la carga o incrementar sensiblemente el flujo de polvos e inclusive incrementando el tiempo de retención de gases. Esto permitiría ahorros de 2 a 3% en consumo de coque y gas natural o combustible inyectados.

6.- Aislamiento.

Un aislamiento adecuado, evitaría las pérdidas por radiación y convección dentro del proceso, que actualmente representan entre 6 y 8% del consumo de energía, en especial para el caso en que se tenga convertidor al oxígeno.

A continuación se mencionan de acuerdo a las estimaciones a corto, mediano y largo plazo, algunas probables potenciales de ahorro:

Corto Plazo (0 a 1 año)

- Ahorro del 10% en el consumo de coque en la peletización y sinterización, si se aprovechan los gases residuales del proceso.
- Ahorro del 5% en el consumo de coque o hidrocarburos, si se mejora la preparación de materiales en el alto horno.

Mediano Plazo (1 a 5 años)

- Ahorro del 5 al 10% en el consumo de coque o hidrocarburos si se logran mejores aislamientos para re-

ducir pérdidas de calor.

- Ahorro del 20% en el consumo de gas natural o combustóleo, si se implementa el proceso de colada - continua

Largo Plazo (5 años o más)

- Ahorro del 20 al 25% en el consumo energético total, si se llevan a cabo instalaciones de equipos menos consumidores de energía y se modernizan los procesos productivos.

C A P I T U L O 3

PRONOSTICOS DE LA PRODUCCION Y EL CONSUMO NACIONAL
APARENTE DE ACERO- 1984-1990

CAPITULO 3. PRONOSTICOS DE LA PRODUCCION Y
DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE -
DE ACERO. (1984 -1990)

- 3.1. MODELO DE CONSUMO NACIONAL APARENTE.
- 3.2. MODELO DE PRODUCCION.
- 3.3. SUPUESTOS.
- 3.4. PERSPECTIVAS DEL CONSUMO Y PRODUCCION NACIONAL DE ACERO. (1984 -1990).

3. PRONOSTICOS DE LA PRODUCCIÓN Y DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ACERO (1984 -1990).

Ya que los volúmenes del consumo de energía están directamente relacionados con los volúmenes de producción, se hace necesario pronosticar los niveles de producción de acero con el objeto de establecer la demanda futura de energía de la industria.

Así pues, este capítulo tiene el fin de pronosticar principalmente la producción acerera futura, (que a su vez exigió pronosticar el consumo nacional aparente de acero, como se mostrará a lo largo del apartado).

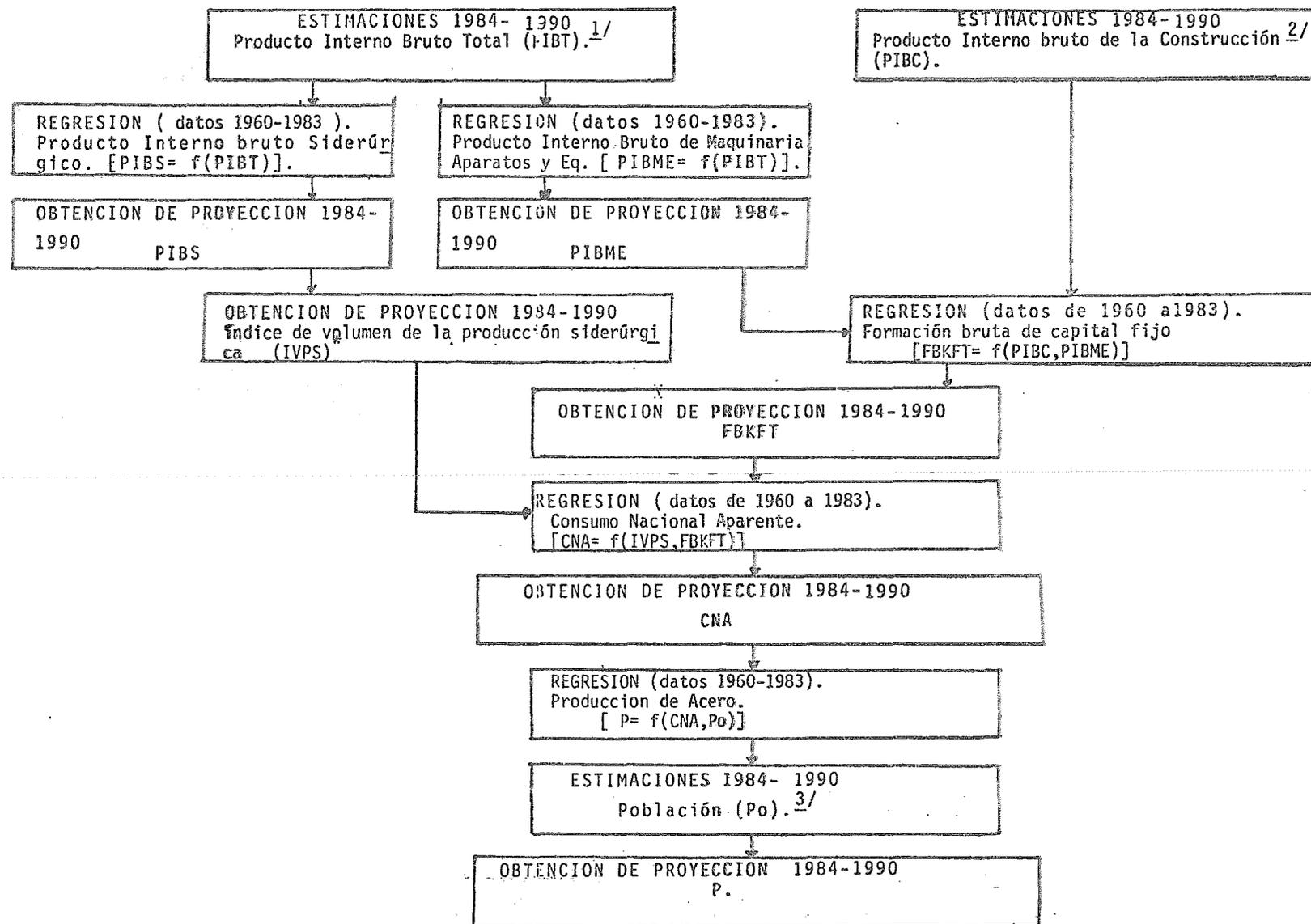
La realización de éstos pronósticos, se llevó a cabo con el apoyo de dos modelos econométricos, cuya estimación se realizó empleando el método de mínimos cuadrados ordinarios y una base de información de sus variables de 1960 a 1983^{1/}.

Para llegar a pronosticar la producción y el consumo nacional aparente de acero, se desarrollan tres submodelos o modelos de apoyo, como se muestra en el siguiente diagrama de la metodología seguida para proyectar estas dos variables^{2/}.

1/ Cabe aclarar que este capítulo se fundamenta en el apéndice econométrico desarrollado al final del trabajo de investigación.

2/ La secuencia y la forma de obtención de los pronósticos de la producción y del consumo nacional aparente, será descrita ampliamente a lo largo del apartado.

LAMINA 8.
 METODOLOGIA SEGUIDA PARA LA PROYECCION DE LA PRODUCCION
 Y CONSUMO NACIONAL APARENTE.



1y2/ Las estimaciones de 1984 a 1988 corresponden a las planteadas por el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 expedido por el Poder Ejecutivo Federal en 1983. De 1989 a 1990 de estimaciones realizadas por el IMP. División de planeación de energéticos, México 1984.

3/ Las estimaciones de población de 1984 a 1990 corresponde a las realizadas por la Gerencia de Información y Publicaciones de Nacional Financiera, S.A. México, 1983

* El índice de volumen de la producción es igual a: $IVPS_t = PIBS_t / PIBS_{t=1970}$ (t= año considerado)

En el diagrama metodológico, también nos podemos dar cuenta de que la funcionalidad de estos dos modelos se basa en las estimaciones exógenas de : población, producto interno bruto total y producto interno bruto de la industria de la construcción. Además de las proyecciones del producto interno bruto siderúrgico, producto interno bruto de maquinaria aparatos y equipo, índice del volumen de la producción de la industria siderúrgica y formación bruta de capital fijo total^{1/}.

3.1. MODELO DE CONSUMO NACIONAL APARENTE.

Para comprender el modelo del consumo nacional aparente de acero que a continuación se presentará, es necesario plantearse la pregunta: ¿De que depende la demanda de acero en México?... Sin lugar a dudas, depende del nivel de actividad económica de los sectores demandantes. Pues bien, al analizar las matrices de insumo producto de México para los años 1970, 1975 y 1978, los sectores demandantes de productos siderúrgicos de mayor incidencia en orden de importancia fueron: La propia industria siderúrgica; la industria de la construcción y la fabricación de maquinaria, aparatos y equipo (que incluye el equipo de transporte). De aquí que se eligieran como variables explicativas del consumo de acero; el índice del volumen de la producción de la industria básica del hierro y el acero y la formación bruta de capital fijo total (véase cuadro 26).

$$CNA_t = B_0 + B_1 IVPS_t + B_2 FBKFT_t$$

^{1/} Véase cuadros 16,17,18 y 27.

Dónde;

- CNA_t es el consumo nacional aparente de acero del año t . (toneladas);
- $IVPS_t$ es el índice del volumen de la producción de la industria siderúrgica del año t . (1970=100);
y
- $FBKFT_t$ es la formación bruta de capital fijo total del año t . (millones de pesos de 1970).

la primera variable explicativa del modelo (IVPS), - cuantifica la variación real del nivel de actividad de la industria básica del hierro y el acero; y su obtención se llevó a cabo exógenamente al modelo al igual que otras variables, - como se observó en el diagrama metodológico que integra cada fase, modelo y submodelo empleado para la proyección del consumo y producción de acero. (Véase cuadro 19 y 21). Entoces, el IVPS corresponde a la expresión:

$$IVPS_t = \frac{PIBS_t}{PIBS_{1970}}$$

Dónde;

- $IVPS_t$ es el índice del volumen de la producción siderúrgica del año t . (1970=100);
- $PIBS_t$ es el producto interno bruto siderúrgico del año t . (millones de pesos de 1970); y
- $PIBS_{1970}$ es el producto interno bruto siderúrgico del año 1970 (Millones de pesos).

La segunda variable que explica el consumo nacional aparente de acero, es la FBKFT (véase cuadro 22), que está

compuesta por la formación bruta de capital fijo de la industria de la construcción y por la de la industria fabricante de maquinaria y equipo -que incluye el equipo de transporte-. La formación bruta de capital fijo total, es el indicador del crecimiento de los sectores restantes de mayor consumo de productos siderúrgicos, como se mencionó anteriormente. Tal variable para años posteriores, estará explicada por la ecuación de regresión:

$$FBKFT_t^{**} = B_0 + B_1 PIBME_t^{**} + B_2 PIBC_t^{**} \dots\dots\dots 1/$$

Dónde:

- $FBKFT_t$ es la formación bruta de capital fijo total en el año t. (millones de pesos de 1970);
- $PIBC_t$ es el producto interno bruto de la industria de la construcción en el año t. (millones de pesos de 1970); y
- $PIBME_t$ es el producto interno bruto de la fabricación de maquinaria, aparatos y equipo en el año t. (millones de pesos de 1970).

1/ En vista de que el modelo de Formación bruta de capital fijo (véase cuadro 27) presentó problemas de autocorrelación positiva, se obtuvo el estimador RHO (suponiendo mecanismo regresivo de primer orden) con el método Theil Nagar. La transformación se llevó a cabo en dos iteraciones por medio de la ecuación de diferencia generalizada:

$$(FBKFT_t - FBKFT_{t-1}) = B_0(1 - RHO) + B_1(PIBME_t - PIBME_{t-1}) + B_2(PIBC_t - PIBC_{t-1}) + E$$

3.2. MODELO DE PRODUCCION DE ACERO.

El modelo empleado para pronosticar la producción de acero, se caracteriza por tener como variables explicativas - el consumo nacional aparente y la población nacional total. Esto, por una parte debido a que la experiencia histórica de la industria ha mostrado en gran medida que la producción acerera anual se canaliza en forma acorde a la demanda prestablecida por los sectores demandantes en el mismo periodo. Por otra parte en este modelo se considera también que la producción de acero está determinada en forma directa por el crecimiento poblacional, - que conlleva mayores requerimientos acereros para cubrir la infraestructura que le es inherente. Así, el modelo citado es el siguiente:(Véase cuadro 26)

$$P_t = B_0 + B_1 \text{ CNA}_t + B_2 \text{ POB}_t$$

Dónde;

P_t es la producción nacional de acero del año t , (toneladas);

CNA_t es el consumo nacional aparente de acero del año t , (toneladas); y

POB_t es la población nacional total del año t , (miles de habitantes).

3.3. SUPUESTOS.

Como se mostró en el diagrama metodológico; los modelos de oferta y demanda de acero, se apoyan en los resultados de los submodelos de : Formación Bruta de Capital Fijo - Total; Producto Interno Bruto de Maquinaria, Aparatos y Equipo y del Producto Interno Bruto Siderúrgico. Aunado a esto, - de igual manera se apoya en las estimaciones de: Población; Producto Interno Bruto Total y Producto Interno Bruto de la Construcción.

La Viabilidad de los modelos de Producción y Consumo Nacional Aparente estará en función del cumplimiento de los siguientes supuestos:^{1/}

Primero. El nivel de la actividad económica nacional - Producto Interno Bruto Total - manejado en tres escenarios alternativos mantendrá las siguientes tasas de crecimiento promedio Para cada período ^{2/}:

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	3.48	3.48	3.48
1985-1988	5.00	5.50	6.00
1989-2000	3.91	4.86	5.82

^{1/} Las tasas de crecimiento del producto interno bruto total se obtuvieron de diversas fuentes; De 1984 de SPP, Cuentas Nacionales, Versión preliminar 1984, México 1985.

Para el periodo 1985-1988 de Poder Ejecutivo Federal, Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, México 1983. Y de 1989 a 2000 de estimaciones realizadas por el IMP.SPEI. División de Planeación de Energéticos.

^{2/} Al igual que en los siguientes supuestos, aquí las tasas de crecimiento de los tres escenarios son proporcionadas por la misma fuente.

Segundo. El producto Interno Bruto de la Construcción por su parte, mantendrá las siguientes tasas de crecimiento:^{1/}

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	3.70	3.70	3.70
1985-1988	7.00	8.00	9.00
1989-2000	3.73	4.23	4.54

Tercero. La Población mantendrá las siguientes tasas de promedio de crecimiento ^{2/}.

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	2.46	2.46	2.46
1985-1988	2.34	2.34	2.34
1989-2000	1.49	1.49	1.49

Como resultado de mantener el primero de los supuestos y después de llevar a cabo un análisis de regresión, las tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto Siderúrgico en sus tres escenarios alternativos serán: (Véase cuadro 16).

1/ El crecimiento del producto interno bruto de la construcción de 1984, es el estimado por SPP, Sistema de Cuentas Nacionales, Versión preliminar 1985. De 1985 a 1988 de Poder Ejecutivo Federal, Plan Nacional de desarrollo 1983-1988, México 1983. (Véase cuadro 18).

2/ Para consultar la fuente, véase el cuadro 17.

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	13.02	13.02	13.02
1985-1988	4.79	5.27	5.75
1989-2000	3.79	4.72	5.66

De aquí, y considerando la expresión:

$$IVPS_t = \frac{PIBS_t}{PIBS_{1970}}$$

Se obtienen las siguientes tasas de crecimiento del índice del volumen de la producción siderúrgica: (Véase cuadro 21)

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	-0.40	-0.40	-0.40
1985-1988	4.80	5.27	5.75
1989-2000	3.79	4.72	5.66

También, manteniendo el primer supuesto y realizando el análisis de regresión correspondiente, el producto interno-bruto de maquinaria, aparatos y equipo, sostendrá las siguientes tasas de crecimiento promedio: (Véase cuadro 20)

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	4.94	4.94	4.94
1985-1988	8.70	9.49	1.15
1989-2000	4.40	5.55	5.99

Por último, realizando el análisis de regresión y --

y sosteniendo el segundo de los supuestos conjuntamente con los resultados de proyección del producto interno bruto de maquinaria, aparatos y equipo; la formación bruta de capital fijo total, mantendrá las siguientes tasas de crecimiento:^{1/}

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	5.08	5.08	5.08
1985-1988	7.35	8.24	9.45
1989-2000	3.88	4.64	5.01

3.4. PERSPECTIVAS DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE Y PRODUCCIÓN DE ACERO 1984-2000.

De acuerdo al modelo utilizado para pronosticar el consumo nacional aparente de acero; dónde las variables explicativas son el índice del volumen de la producción de la industria siderúrgica y la formación bruta de capital fijo total. El consumo nacional aparente mantendrá las siguientes tasas de crecimiento :

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	-3.01	-3.01	-3.01
1985-1988	4.93	5.43	6.02
1989-2000	3.66	4.54	5.37

Partiendo del modelo econométrico de Producción de Acero, dónde las variables explicativas son el consumo nacional aparente de acero y la población nacional; La producción de a-

^{1/} La ecuación de regresión de la formación bruta de capital fijo fué descrita en el apartado 3.1 de este capítulo su proyección como se observó en el diagrama metodológico se realiza en base a datos estimados del producto interno bruto de la construcción y el de maquinaria, aparatos y equipo (1984-a 2000).

cero experimentará para cada uno de los escenarios las siguientes tasas de crecimiento promedio:

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	-0.24	-0.24	-0.24
1985-1988	4.46	4.85	5.28
1989-2000	3.30	4.00	4.67

Las proyecciones de producción y consumo nacional aparente de acero en sus tres escenarios, pronostican déficits en la producción de acero para el periodo 1985-2000, a excepción de 1984, año en que se satisface completamente la demanda acerera, en vista de la contracción que sufren los sectores de mandantes. Así, la cuantificación del balance (déficits en la mayoría de los casos), se presenta en la siguiente tabla.

BALANCE OFERTA-DEMANDA DE ACERO 1984-2000
(miles de toneladas)

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	49	49	49
1985	-262	-275	-287
1986	-313	-340	-366
1987	-370	-430	-461
1988	-436	-496	-559
1989	-448	-524	-603
1990	-466	-558	-654
1995	-775	-1060	-1344
2000	-1223	-1786	-2382

Ahora bien, de manera breve, dados los pronósticos de producción de acero y de capacidad instalada de acero (Véase - cuadro 25) de 1984 a 2000; La utilización de la capacidad instalada en la industria siderúrgica nacional, será para cada escenario la que a continuación se presenta.

UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA ACERERA. 1984-2000.

(Porcentajes)

AÑOS	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	71.87	71.87	71.87
1985	81.90	82.21	82.49
1986	79.15	79.74	80.32
1987	73.01	73.84	74.77
1988	76.21	77.36	78.58
1989	67.86	69.13	70.45
1990	69.74	71.28	72.89
1995	70.49	74.57	78.65
2000	72.70	79.76	87.26

C A P I T U L O 4

PRONOSTICOS DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA
SIDERURGICA 1984-1990.

CAPITULO 4. PRONOSTICOS DEL CONSUMO DE E-
NERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERUR
GICA. 1984-1990.

4.1. ALTERNATIVAS DEL CONSUMO
ESPECIFICO.

4.2. ALTERNATIVAS DEL CONSUMO
TOTAL DE ENERGIA EN LA
INDUSTRIA.

4. PRONOSTICOS DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

El pronóstico del consumo de energía en la industria siderúrgica se lleva a cabo en base a dos alternativas. La primera de ellas, sin la implementación de medidas de ahorro energético y la segunda, con la implementación de algunas medidas susceptibles de aplicarse.

Con el fin de cumplir con este objetivo, (pronosticar el consumo de energía) en este apartado, se obtiene primero el consumo específico tendencial y su estructura, esto es, la participación por energético en el consumo específico; después, en base al consumo específico tendencial y su estructura, se cuantificará el consumo específico contabilizando el ahorro de algunos energéticos, (ya expuestos en el capítulo 2).

Finalmente, en base a las dos alternativas, del consumo específico y los niveles de producción (pronosticados en el capítulo 3), se presentan los volúmenes de energía probables de consumirse en la industria.

4.1 ALTERNATIVAS DEL CONSUMO ESPECIFICO.

Al proyectar en base a la siguiente ecuación de regresión:

$$\ln CE = 3.061495 - 0.00051056 T$$

Dónde;

CE es el consumo específico tendencial (sin la aplicación de medidas de ahorro energético) en kcal/ton. de acero.

T es el tiempo (año = 1970, 1971, 1972, .., 1990).

Se obtuvo el consumo específico tendencial que a continuación se presenta:

AÑO	CONSUMO ESPECIFICO TENDENCIAL (alternativa I= no implementación de medidas de ahorro).		
1984	7.7566	kcal/ton.	acero.
1985	7.7527	"	"
1986	7.7487	"	"
1987	7.7448	"	"
1988	7.7408	"	"
1989	7.7369	"	"
1990	7.7329	"	"
1995	7.7132	"	"
2000	7.6935	"	"

Ahora, es necesario obtener la participación de cada -- energético dentro del consumo específico tendencial pronosticado, para ello se siguieron los siguientes pasos:

Primero, se obtuvieron los consumos específicos de cada energético de acuerdo a su tasa de crecimiento histórica.

$$CEC_i(T) = CEE_i(T-1) (1 + T_i) \quad \begin{array}{l} i, \text{ representa a cada} \\ \text{energético} \\ (i = 1,5) \end{array}$$

Donde;

$CEC_i(T)$ Es el consumo específico del energético i , en el año T . Calculado en base a su tasa de crecimiento.

$CEE_i(T-1)$ Es el consumo específico del energético i , en el año $T - 1$

T_i Es la tasa media de crecimiento del consumo específico del energético i , de 1970 a 1983.

Segundo, se obtuvo un consumo específico preliminar, -- esto es de acuerdo al crecimiento del consumo específico por -- energético.

$$CP(T) = \sum_{i=1}^5 CEC_i(T)$$

Donde;

$CP(T)$ Es el consumo específico preliminar del año T .

Tercero, se generó un factor de ajuste entre el consumo específico preliminar (CP) y el consumo específico tendencial -- (CE).

$$F(T) = CP(T) / CE(T)$$

Donde;

$F(T)$ Es el factor de ajuste del consumo del consumo específico preliminar y el tendencial del año T .

$CE(T)$ Es el consumo específico tendencial del año T , (generado de la ecuación de regresión antes mencionada).

Cuarto, con la siguiente identidad, se realizó un ajuste del consumo específico de cada energético, utilizando su consumo específico y el factor de ajuste del año en cuestión.

$$CEE_{i(T)} = CEC_{i(T)} F(T)$$

Donde;

$CEE_{i(T)}$ Es el consumo específico del energético i , en el año T .

Como resultado; se presenta a continuación la estructura porcentual del consumo específico tendencial (véase cuadro 29)

ESTRUCTURA DEL CONSUMO ESPECIFICO
(ALTERNATIVA I)
(Porcentajes)

Año	Coque	Gas	Electricidad	Combustóleo	Diesel	Consumo Específico total. (Kcal/Ton)
1984	29.3	53.4	14.6	2.3	0.4	7.7566
1985	28.7	53.2	14.8	2.3	0.3	7.7527
1986	27.5	54.8	15.2	2.3	0.3	7.7487
1987	26.9	55.1	15.4	2.3	0.4	7.7448
1988	26.8	54.9	15.6	2.3	0.4	7.7408
1989	26.8	54.0	16.5	2.3	0.4	7.7369
1990	26.8	55.0	15.4	2.3	0.4	7.7329
1995	25.6	55.0	16.9	2.0	0.5	7.7132
2000	24.4	56.0	17.2	1.8	0.6	7.6934

Para establecer el consumo específico en base a la implementación de medidas de ahorro energético, (alternativa II) se restó al consumo específico por energético tendencial el ahorro estimado en la implementación de las medidas descritas en el

Capítulo II.

De acuerdo a lo anterior los porcentajes de ahorro en forma de resumen son:

<u>Año</u>	<u>% de Ahorro</u>	<u>Energético</u>
1985	10	Coque
	5	Diesel
1986	15	Coque
	20	Combustóleo
1987	15	Coque
	5	Gas natural
	20	Combustóleo
1988	15	Coque
	10	Gas natural
	10	Combustóleo
1989	15	Coque
	15	Gas natural
	10	Combustóleo
	15	Coque
1990	20	Gas natural
	10	Combustóleo
	20	De todos
1995 y 2000	20	

Y, el consumo específico en su alternativa II y su estructura es la siguiente (véase cuadros 28 y 30)

ESTRUCTURA DEL CONSUMO ESPECIFICO
ALTERNATIVA II
(Porcentajes)

Año	Coque	Gas	Electricidad	Combustible	Diesel	Consumo Específico total (Kcal/Ton)
1984	29.3	53.4	14.6	2.3	0.3	7.7566
1985	26.6	55.5	15.2	2.4	0.3	7.5290
1986	24.5	57.4	15.9	1.9	0.3	7.3938
1987	24.6	56.4	16.6	2.0	0.4	7.1238
1988	25.2	54.8	17.2	2.3	0.4	6.9865
1989	26.0	52.8	18.4	2.3	0.5	6.7769
1990	26.8	50.6	19.6	2.5	0.5	6.5429
1995	25.6	54.9	16.9	2.0	0.6	6.1737
2000	24.4	56.1	17.1	1.8	0.6	6.1547

4.2 ALTERNATIVAS DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA.

Al obtener el consumo específico en base a sus dos posibles alternativas y los volúmenes de producción de acero en sus tres escenarios futuros; se abre la posibilidad de pronosticar el consumo total de energía para cada escenario y cada alternativa. Esto, se realiza con la siguiente expresión.

$$C_{TE_{ij}(n)} = C_{E_i}(n) \cdot P_{j(n)}$$

n, representa el año en cuestión (1984 a 2000)
i, es la alternativa del consumo específico (I ó II).

j, es el escenario de producción (I, II y III).

Donde;

$CTE_{ij}(n)$ Es el consumo total de energía en base a la alternativa i y el escenario de producción j, para el año n (Kcal).

$CE_i(n)$ Es el consumo específico pronosticado para la alternativa i en el año n (Kcal/Ton.de acero).

$P_j(n)$ Es la producción de acero pronosticada en el escenario i para el año n. (Tons. de acero).

Obtenidos los volúmenes totales posibles de consumirse en la industria en términos caloríficos, se prosiguió a determinar la participación de cada energético, con el apoyo de la estructura porcentual de cada alternativa del consumo específico (véase cuadros 31, 33 y 35).

Posteriormente; tomando en cuenta el poder calorífico de cada energético, se obtuvo el consumo por energético en su unidad de medida representativa y en sus dos alternativas posibles (véase cuadro 37) . Dichos resultados son los siguientes:

a) Coque de Carbón.

Escenario I. En este escenario, se estima que el consumo de coque crecerá de 1984 a 1990 en 25.1% de no implementarse las medidas señaladas en el capítulo 2 . Ahora bien, al implementarse se estima que el crecimiento en su consumo disminuirá a 6.3%; lo que significa un ahorro de 2.519 millones de toneladas del combustible que a precios --

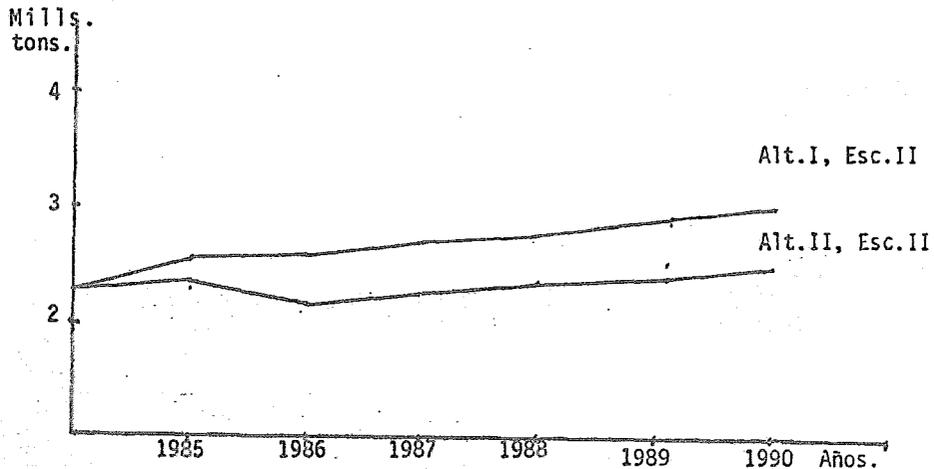
actuales del coque de carbón^{1/} representa un ahorro acumulado de 57,634.7 millones de pesos.

Escenario II. De acuerdo a este escenario, se calcula que de no implementarse las medidas de ahorro energético, el consumo de coque de carbón crecerá de 1984 a 1990 en 27.8%; sin embargo en caso contrario lo hará sólo en 8.6% lo que significa un ahorro acumulado (de 1984 a 1990) de 2.345 millones de toneladas que a precios actuales de coque de carbón son 53,653.6 millones de pesos.

Escenario III. De no ejecutarse las medidas de ahorro energético en la siderurgia se estima que el crecimiento en el consumo de coque de 1984 a 1990 será de 30.7, no obstante este consumo de implementarse las medidas de ahorro será de sólo 11.7% lo que conllevaría a un ahorro de 2.383 millones de toneladas del combustible equivalentes al ahorro de 54,523 millones de pesos, según precios del coque en julio de 1985 (véase lámina 9).

^{1/} El precio del coque de carbón en julio de 1985 osciló entre 22,880 y 25,740 pesos/Ton. (En este apartado se trabajó el precio menor).

LAMINA 9
 CONSUMO DE COQUE DE CARBON EN LA INDUSTRIA
 SIDERURGICA 1984-1990
 (Mills. Tons.)



FUENTE: Cuadros 34.

b) Gas Natural.

Escenario I. Se estima que de 1984 a 1990, el consumo de gas natural crecerá al no implementarse -- las medidas propuestas para ahorrar energía en -- 40.9% y que en caso de implementarse será sólo de 10% esta disminución en el consumo del gas acarrea un ahorro de 2,485 millones de metros cúbicos que representan a precios actuales del gas natural^{1/} un ahorro de 42,220.2 millones de pesos

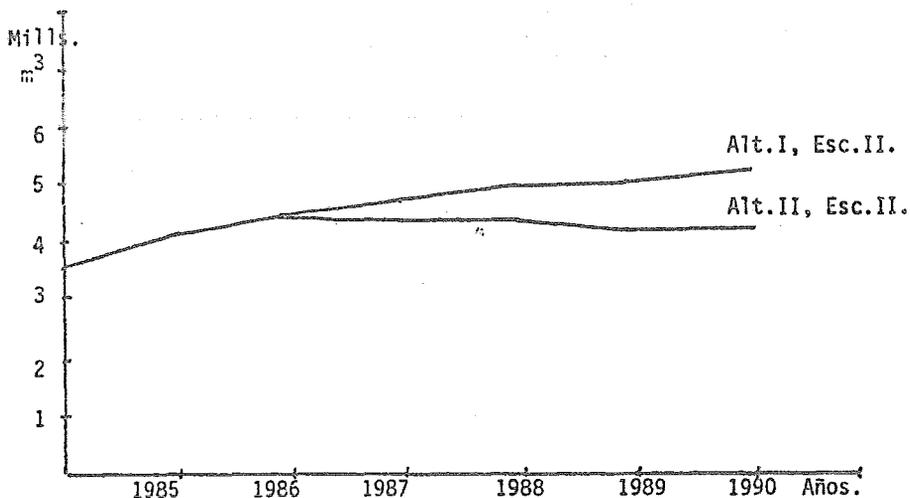
Escenario II. De ejecutarse las medidas de ahorro energético en la industria en el lapso 1984-1990

^{1/} El precio al público del gas natural en junio de 1985 es de 16.99 pesos /m³.

se calcula que el consumo de gas natural crecerá en 12.6%; lo que significa un ahorro de 2,567 millones de metros cúbicos equivalentes a 43,613.3 millones de pesos. Esto es respecto al crecimiento en el consumo del gas al no implementarse las medidas de ahorro (44.0%)

Escenario III. Al implementarse las medidas de ahorro se estima que el crecimiento en el consumo de gas de 1984 a 1990 será de 11.7%, lo que retribuiría a la industria un ahorro de 44,479.8 millones de pesos y 2,618 millones de metros cúbicos de gas natural respecto al consumo tendencial cuyo crecimiento se estima para el mismo período en 30.7% (véase lámina 8).

LAMINA 10
 CONSUMO DEL GAS NATURAL EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
 1984-1990
 (Millones de Metros³)



FUENTE: Cuadro 34.

c) Electricidad

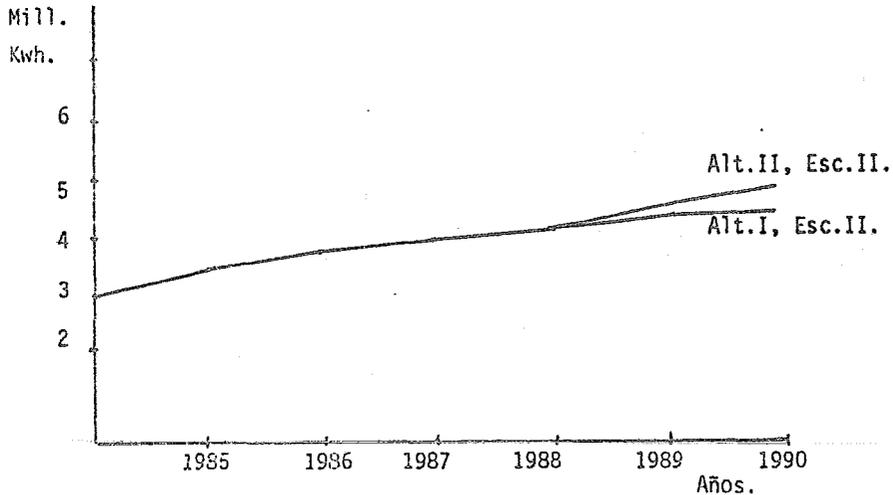
Escenario I: Conforme a los pronósticos de energía realizados se estima que al implementarse las medidas de ahorro y sustitución de combustibles - en la industria acerera, el consumo de electricidad de 1984 a 1990, crecerá en 56.3%, porcentaje superior al crecimiento estimado en el caso de -- que no exista una tendencia de ahorro de energía en la industria (44.3%). En términos de valor, - esto implica un consumo de electricidad adicional equivalente a 732 millones de pesos de 1984 a - 1990^{1/}.

Escenario II. El crecimiento en el consumo de -- electricidad al implementarse las medidas de ahorro energético, se estima en 59.8% de 1984 a 1990, ahora bien en caso de implementarse se calcula en 47.5%. Esta diferencia significa - para la industria una erogación acumulada de 747 millones de pesos en dicho lapso.

Escenario III. De no implementarse las medidas - de ahorro energético, se calcula que el crecimiento en el consumo de electricidad de 1984 a 1990 - será de 50.8% y que al contrario, al implementarse será de 63.4% lo que a precios de la electricidad en 1984 significa una erogación acumulada adicional de 753 millones de pesos de 1984 a 1990 -- (véase lámina 9).

^{1/} Esta erogación como las dos siguientes, se calcularon de -- acuerdo a la tarifa 12 en junio de 1985, (3 pesos/kwh).

LAMINA 11
 CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
 1984-1990
 (Millones de Kw)



FUENTE: Cuadros 34.

d) Combustóleo.

Escenario I. Respecto a este escenario, se calcula que el crecimiento en el consumo de combustóleo de 1984-1990 al no implementarse medidas de ahorro será de 36.5% y que en caso contrario de implementarse será de 22.6%, lo que a precios actuales^{1/} del combustóleo representa un ahorro de 1,218.5 millones de pesos equivalentes a 120 mil metros cúbicos del combustible.

Escenario II. Se estima que el crecimiento en el

^{1/} En junio de 1985, el precio al público del combustóleo pesado es de 10,154.5 pesos/m³,

Escenario II. Se estima que el crecimiento en el consumo de combustóleo de 1984 a 1990 al no implementarse medida alguna de ahorro energético en la industria será de 39.4% contrario a ello, es decir al ejecutarse las medidas propuestas en el capítulo 2, el crecimiento en su consumo será de -25.5%, lo que significa para la siderurgia nacional un ahorro de 1,238.8 millones de pesos equivalentes a 125 mil metros cúbicos de combustóleo.

Escenario III. En cuanto a este escenario, se calcula que el crecimiento en el consumo de combustóleo de 1984 a 1990 en la siderurgia. Ahora bien, en el caso de que se implementen medidas de ahorro disminuirá a 27.7% y redituará un ahorro de 1,269.2 Mills. de pesos que son equivalentes a un ahorro de 125 mil metros cúbicos de combustóleo (véase cuadro 10)

c) Diesel

Escenario I. En este escenario, se calcula que el crecimiento en el consumo de diesel en la siderurgia de 1984 a 1990 será de 69.6% de no implementarse las medidas de ahorro energético, y que será de 65.2% en caso de implementarse. Tal reducción en el consumo de diesel conlleva un ahorro de 6 mil metros cúbicos del combustible, que es el equivalente a un ahorro de 217.2 millones de pesos^{1/}.

^{1/} Según precio al público del diesel en julio de 1985 (36,200 pesos/m³).

Escenario II. De implementarse las medidas de ahorro energético, se estima que el consumo de diesel en la industria sera de 69.6% poco inferior al crecimiento esperado de no implementarse las medidas 65.2%. Esta diferencia en las dos alternativas significa un ahorro de 3 mil metros cúbicos de diesel, equivalente a un ahorro 181 millones de pesos.

Escenario III. Al no implementarse medida alguna de ahorro de energía, se calcula que el crecimiento en el consumo de diesel de 1984 a 1990 sera de 73.4%, porcentaje superior al 69.6% de implementarse tales medidas. El ahorro esperado por este concepto es de 5 mil metros cúbicos equivalentes a 181 millones de pesos (véase cuadro 11).

A manera de resumen y de acuerdo a los ahorros estimados de cada energético en términos monetarios, el ahorro esperado podría ser alrededor de 100,558.6, 97,867.3 y 99,700.1 millones de pesos de 1985 a 1990, esto es, en caso de implementarse las medidas de ahorro energético.

Más que ser cifras de relevancia cuantitativa, su importancia radica en el sentido de ser indicadores que dan una idea de los márgenes de ahorro que podrían obtenerse al economizar energía en la industria, convirtiéndose a su vez en una acción coadyuvante al desarrollo económico de la siderurgia nacional.

Lo anterior se hace evidente al hacer una comparación de los ahorros estimados por concepto de energía respecto a las importaciones de productos siderúrgicos por ejemplo, donde el monto ahorrado por concepto de economizar energía representa una

1/ En el escenario I, II y III respectivamente.

proporción muy significativa de las importaciones siderúrgicas como se muestra en el siguiente cuadro:

IMPORTACION DE PRODUCTOS SIDERURGICOS
1980-1983 Y AHORRO DE ENERGIA
ESPERADO DE 1985 a 1990
(Millones de dólares)

(1) IMPORTACION DE PRODUC. SIDERUR GICOS ^{1/}	(2) AHORRO DE ENERGIA ESPERADO DE 1985- 1990 ^{2/}			(3) PARTICIPACION % (2)/(1)		
	ESCENARIOS					
	I	II	III			
1980 = 2126.4				16.6	16.2	14.0
1981 = 2515.1	353.3	343.9	350.3	14.0	13.7	13.9
1982 = 916.1				38.5	38.5	38.3
1983 = 279.8				93.0	90.5	92.3

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, la Industria Siderúrgica en México, México, 1984; Banco de México, Indicadores Económicos, Subdirección de Investigación Económica, México, 1984 . y Cuadro 37.

- 1/ Es la importación en dólares, con paridad prevaleciente en los años respectivos.
- 2/ Es el Ahorro de Energía en dólares con paridad del 15 de agosto de 1985, (286 pesos/dólar).

Por último, otro indicador que pone de manifiesto la importancia potencial del ahorro de energía en la siderurgia, es el comparar los montos susceptibles economizarse por concepto de ahorro de energía de 1985 a 1990 con la utilización de créditos japoneses contratados por el grupo SIDERMEX a lo largo de la década de los setentas y lo que va de los ochentas; donde, el ahorro calculado para los tres escenarios representa el 44.42% de esos créditos cuya cifra asciende a 810.7 millones de dólares aproximadamente.

C O N C L U S I O N E S

Aunque la base tecnológica sobre la cual se sienta la industria siderúrgica nacional impone algunas trabas a la conservación de energía; existen amplias posibilidades para la ejecución de medidas ahorradoras de energía y para la sustitución de unas formas de energía por otras. En referencia al alto consumo de energía, se puede decir que este se ha visto provocado en gran medida por el uso de una tecnología altamente consumidora de energía; factor que no se puede hacer a un lado en las consideraciones que se hagan en torno a la conservación de energía de la siderurgia. No obstante, fuera de proponer un cambio en la tecnología actualmente empleada en la industria como primordial acción encaminada a la obtención de un ahorro energético; existen otras alternativas aledañas a la conservación de energía que no imponen restricciones económicas para su implementación o ejecución en el corto y mediano plazo.

En la actualidad, la importancia de la implementación de medidas encaminadas a la conservación de energía en la industria acerera radica en disminuir en la medida de lo posible la alta dependencia a la que ha estado sujeta por el alto consumo de coque de carbón; combustible que dada su baja disponibilidad en el territorio nacional ha tenido que importarse a un alto precio. Aunado a lo anterior, al ejecutar acciones ahorradoras de energía en los demás combustibles (hidrocarburos) empleados conlleva a la disminución de la alta carga económica que ha atado a la industria por un dispendioso consumo de energía.

Las ventajas de la conservación de la energía son múl-

tiples para la industria siderúrgica, entre ellas se puede -- mencionar: la disminución en la dependencia del coque de carbón; la reducción de los altos costos energéticos sin deterioro de los niveles de producción; la mayor competitividad de productos en el mercado internacional y la liberación de recursos para de cidir su uso en función de sus necesidades y prioridades.

La posibilidad de llevar a cabo la conservación de - - energía, dentro de la industria acerera mexicana depende de - las medidas concernientes a la sustitución del coque de carbón y al ahorro y uso eficiente del gas natural, combustóleo, diesel y electricidad.

[En tal afirmación, se consideran única mente energéticos de origen no renovable debido a la inexistencia de energéticos de origen renovable con posibilidad de - consumirse en la industria siderúrgica - actualmente. Al respecto, es conveniente mencionar que la electricidad de origen renovable -como lo es la proveniente de la energía eólica, maremotriz y solar- tiene un incipiente desarrollo en México actualmente, por lo que no se contempla como una opción para la conservación de energía de la industria en el corto y me diano plazo].

La razones por las cuales se considera sujeto de susti t ución al coque de carbón son en primer lugar la baja disponi b bilidad de este recurso energético en el ámbito nacional y en segundo lugar por la baja participación que tiene este dentro de los requerimientos energéticos a diferencia de su alta par

ticipación en los costos energéticos de la propia industria.

Asimismo, en función de que el gas natural, el combustóleo, el diesel y la electricidad son energéticos renovables es conveniente presentar especial atención en la implementación de medidas encaminadas a su ahorro y uso eficiente. Desde el punto de vista económico y a excepción de la electricidad, estos combustibles están caracterizados por contribuir más dentro de los requerimientos energéticos que dentro de los costos energéticos de la siderurgia; por lo que económicamente es adecuado considerarlos como sustitutos del coque de carbón, sin que ello implique su uso irracional.

Las medidas propuestas con posibilidad de implementación para llevar a cabo la conservación de energía en la industria siderúrgica, se caracterizan por no requerir inversiones significativas ya que consisten en mejorar mecanismos de operación y preparación de materiales con perspectivas de corto y mediano plazo; entre las cuales se puede citar: el aislamiento y mantenimiento en plantas de aglomerado; la preparación y distribución de material de carga en el alto horno; la inyección de hidrocarburos en el alto horno, y el empleo de la coñada continua.

Al ejecutar las medidas mencionadas, se estima que el ahorro acumulado en energéticos de 1985 a 1990 sea de:

de 2.3 a 2.5 millones de coque de carbón.

de 2485 a 2618 millones de metros cúbicos de gas natural.

de 1.2 a 1.3 millones de metros cúbicos de combustóleo, y

de 109 a 217 mil metros cúbicos de combustóleo.

[Dado que el consumo de energía en terminos absolutos depende de los volúmenes de producción acerera, -- también el ahorro absoluto de energía dependerá de los volúmenes de producción. No obstante hay que recordar que el consumo específico -- disminuye con la conservación de -- energía; dicho de otra forma el consumo de energía disminuye en forma relativa.]

La importancia de tales cifras no radica en su completa exactitud; sino en su ilustratividad respecto a los frutos económicos que puede generar la conservación de energía.

En el mediano plazo, los volúmenes de ahorro energético acumulados (de 1985 a 1990) traducidos a precios actuales equivalen a ser liberados por la industria siderúrgica los siguientes recursos monetarios.

de 53 654 a 57 635 millones de pesos por el ahorro en coque de carbón.
de 42 220 a 44 480 millones de pesos por el ahorro en gas natural.
de 1 219 a 1 269 millones de pesos por el ahorro en combustóleo.
de 109 a 217 millones de pesos por el ahorro en diesel.

Estos recursos con posibilidad de ser liberados para su utilización de acuerdo a las prioridades de la siderurgia son en más ilustrativas, al compararlás con algunos rubros --

importantes para la industria, como lo es su deuda externa, sus importaciones, sus costos energéticos, etc.

Para llevar a cabo la conservación de energía en cada empresa, es evidente la necesidad de incorporar en cada empresa de manera organizada, personal capacitado económica y técnicamente en los aspectos aledaños al consumo de energía, de manera que se maximice el aprovechamiento energético y se minimicen -- los costos energéticos de acuerdo a las necesidades y características propias de las empresas acereras.

Por último los resultados de la conservación de energía en la siderúrgica no sólo tienen beneficios en ella misma -- sino trascienden indirectamente a otras ramas de la economía -- nacional al contemplar su papel estratégico; además de que contribuye en lo que ha ella respecta con la conservación de recursos energéticos no renovables en México.

M-0031148

APENDICE ECONOMETRICO

APENDICE ECONOMETRICO

Los modelos de producción (P) y consumo nacional aparente de acero (CNA) son modelos uniecuacionales, de tres variables cada uno, es decir con una variable dependiente y dos independientes (o explicativas). Se trata a su vez, de modelos lineales^{1/}.

En este apéndice, se presenta un modelo análogo al modelo de (P) y (CNA) con el objeto de ejemplificar su estimación y la obtención de sus intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. El modelo es el siguiente:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_i + \alpha_2 Z_i + U_i$$

donde; Y_i en el modelo de [P] es la producción de acero (tons)., y en el modelo de [CNA] es el consumo nacional aparente de acero (Tons), i es la i -ésima observación

X_i en el modelo de [P] es el consumo nacional aparente de acero (Tons), y en el modelo de (CNA) es el índice de volumen de la producción de la industria siderúrgica (1970=100), i es la i -ésima observación

Z_i en el modelo de [P] es la población (miles de habitantes) y en el modelo de [CNA] es la formación bruta de capital fijo total (mill. de pesos de 1970). i esta i -ésima observación.

U_i es el término perturbación (es una variable aleatoria) i es la i -ésima observación.

^{1/} Lineal en sus variables y en sus parámetros.

α_0 Es el intercepto, que da el efecto promedio en Y [PoCNA] de las variables excluidas en el modelo (valor promedio de Y [Po CNA] cuando la variable explicativa incluidas en el modelo son iguales a cero).

α_1 Es un coeficiente de regresión parcial, que mide el cambio en el valor medio de Y [PoCNA] por un cambio unitario en X [CNA o IVPS] manteniéndose constante Z [PoBo FBKFT] (de otra forma, da la pendiente de E $(Y_i/X_i, Z_i)$ con respecto a X_i , manteniendo constante Z_i).

α_2 Es un coeficiente de regresión parcial, que mide el cambio en el valor medio de Y [PoCNA] por un cambio unitario en Z [PoBo FBKFT], manteniéndose constante X [CNA o IVPS] (dicho de otra forma, da la pendiente de E $[Y_i/X_i, Z_i]$ con respecto a Z_i , manteniendo constante X_i).

ESTIMACION de α_0, α_1 y α_2

Se tiene la siguiente función de regresión muestral:

$$Y_i = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_i + \hat{\alpha}_2 Z_i + e_i$$

Conforme al procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios^{1/}, se buscan los valores de α_0, α_1 y α_2 desconocidos, de tal manera que se minimice la $\sum e_i^2$ que simbólicamente está dado por:

1/ El método de mínimos cuadrados ordinarios mantiene los supuestos siguientes: a) $E(u_i/Y_i) = 0$; b) $cov(u_i, u_j) = 0$, $i \neq j$; c) $var(u_i/Y_i) = \sigma^2$ y d) $cov(u_i, Y_i) = 0$

2/ Como el número de observaciones de las variables de los modelos de consumo y producción de acero es igual a 24, i va de 1 a 24, por lo tanto $\sum_{i=1}^{24}$ es igual a $\sum_{i=1}^{24} 1$

$$\min \sum e_i^2 = \sum [y_i - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 x_i - \hat{\alpha}_2 z_i]^2$$

Que derivando parcialmente respecto a $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ e igualando a cero se tiene:

$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial \hat{\alpha}_1} = 2 \sum [y_i - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 x_i - \hat{\alpha}_2 z_i] [-x_i] = 0$$

$$\hat{\alpha}_0 \sum x_i + \hat{\alpha}_1 \sum x_i^2 + \hat{\alpha}_2 \sum x_i z_i = \sum y_i x_i \quad (3)$$

$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial \hat{\alpha}_2} = 2 \sum [y_i - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 x_i - \hat{\alpha}_2 z_i] [-z_i] = 0$$

$$\hat{\alpha}_0 \sum z_i + \hat{\alpha}_1 \sum x_i z_i + \hat{\alpha}_2 \sum z_i^2 = \sum y_i z_i \quad (4)$$

A partir de las ecuaciones normales (3, 4 y 5), que conforman un sistema de ecuaciones simultáneas se obtiene $\hat{\alpha}_0$, $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ ^{1/}.

Primero, obteniendo $\hat{\alpha}_0$ de (3) se tiene que:

$$\hat{\alpha}_0 = \bar{y} - \hat{\alpha}_1 \bar{x} - \hat{\alpha}_2 \bar{z} \quad (5)$$

donde la barra significa que se trata de un valor promedio muestral y $\hat{\alpha}_0$ es el estimador de mínimos cuadrados ordinarios de α_0 .

Segundo, resolviendo el sistema de ecuaciones respecto a $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$, se tiene:

^{1/} $\hat{\alpha}_0$, $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ son los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios de α_0 , α_1 y α_2 respectivamente (en términos de desviaciones $y_i = Y_i - \bar{Y}$; $x_i = X_i - \bar{X}$ y $z_i = Z_i - \bar{Z}$

$$\hat{\alpha}_1 = \frac{[\sum y_i x_i] [\sum z_i^2] - [\sum y_i z_i] [\sum x_i z_i]}{[\sum x_i^2] [\sum z_i^2] - [\sum x_i z_i]^2} \quad (6)$$

$$\hat{\alpha}_2 = \frac{[\sum y_i z_i] [\sum x_i^2] - [\sum y_i x_i] [\sum x_i z_i]}{[\sum x_i^2] [\sum z_i^2] - [\sum x_i z_i]^2} \quad (7)$$

Aplicando las ecuaciones 6, 7 y 8 a la base de datos (número de observaciones = 24) de las variables tratadas en los modelos de producción y consumo nacional aparente^{1/} se obtuvo:

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ CNA} + \alpha_2 \text{ POB}$$

$$\begin{aligned} \text{donde; } \alpha_0 &= -1366047.00799 \\ \alpha_1 &= 0.71529 \\ \alpha_2 &= 46.48818 \end{aligned}$$

$$\text{CNA} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ IVPS} + \alpha_2 \text{ FBKFT}$$

$$\begin{aligned} \text{donde; } \alpha_0 &= 475453.48377 \\ \alpha_1 &= 29686.74526 \\ \alpha_2 &= 6.23161 \end{aligned}$$

^{1/} Se cuenta con información de variables desde 1960 hasta 1983. (véase cuadros 17,21, 22, 23 y 24).

Para conocer los intervalos de confianza y probar hipótesis estadísticas es necesario obtener las varianzas y los errores estándar de los estimadores antes presentados, así:

$$\text{var}(\alpha_1) = \frac{\sum z_i^2}{(\sum x_i^2)(\sum z_i^2) - (\sum x_i z_i)^2} \sigma^2 \quad (8)$$

$$\text{es}(\alpha_1) = \sqrt{\text{var}(\alpha_1)} \quad (9)$$

$$\text{var}(\alpha_2) = \frac{\sum x_i^2}{(\sum x_i^2)(\sum z_i^2) - (\sum x_i z_i)^2} \sigma^2 \quad (10)$$

$$\text{es}(\alpha_2) = \sqrt{\text{var}(\alpha_2)}$$

Donde; var es la varianza, es el error estándar y σ^2 es la varianza (homoscedástica como se verá posteriormente) de las perturbaciones U_i .

Ahora para obtener un estimador insesgado del verdadero σ^2 utilizamos.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum e_i^2}{N-3} \quad (12)$$

$$\text{donde; } \sum e_i^2 = \sum y_i^2 - \hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i - \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i \quad (13)$$

Obteniendo $\hat{\sigma}^2$ y aplicando las igualdades 9, 10, 11 y 12 a la base de información de los modelos de producción y consumo nacional aparente se tiene;

$$\frac{1}{N-3} E[\hat{\sigma}^2] = \frac{1}{N-3} E[\sum e_i^2] = \sigma^2 \text{ donde } E[\sum e_i^2] = [N-3] \sigma^2$$

MODELO DE PRODUCCION

$$\begin{aligned} \text{var} (\alpha_1) &= 0.00275 \\ \text{ES} (\alpha_1) &= 0.05244 \\ \text{var} (\alpha_2) &= 34624.64993 \\ \text{ES} (\alpha_2) &= 186.00770 \end{aligned}$$

MODELO DE CONSUMO

$$\begin{aligned} \text{var} (\alpha_1) &= 2907798.09839 \\ \text{ES} (\alpha_1) &= 1698.75506 \\ \text{var} (\alpha_2) &= 3.07894 \\ \text{ES} (\alpha_2) &= 1.74810 \end{aligned}$$

OBTENCION DEL COEFICIENTE DE DETERMINACION MULTIPLE.

El procedimiento de obtención del coeficiente de determinación es el siguiente.

Se tiene:

$$Y_i = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_i + \hat{\alpha}_2 Z_i + e_i$$

$$Y_i = \hat{Y}_i + e_i$$

$$y_i + \bar{Y} = \hat{y}_i + \bar{Y} + e_i$$

$$y_i = \hat{y}_i + e_i$$

$$y_i = \hat{Y}_i - \bar{Y} + e_i$$

$$y_i = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_i + \hat{\alpha}_2 Z_i - [\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \bar{X} + \hat{\alpha}_2 \bar{Z}] + e_i$$

$$y_i = \hat{\alpha}_1 (X_i - \bar{X}) + \hat{\alpha}_2 (Z_i - \bar{Z}) + e_i$$

$$y_i = \hat{y}_i + e_i$$

Que elevando al cuadrado y sumando sobre los valores muestrales es:

$$\sum y_i^2 = \sum \hat{y}_i^2 + \sum e_i^2 + 2 \sum \hat{y}_i e_i$$

ahora, dado que los residuos (e_i) no están correlacionados con el valor predicho de \hat{y}_i , ($\sum \hat{y}_i e_i = 0$).

$$\sum y_i^2 = \sum \hat{y}_i^2 + \sum e_i^2$$

Sustituyendo $\sum e_i^2$ en (14) se tiene que:

$$\begin{aligned}\sum y_i^2 &= \sum \hat{y}_i^2 + \sum y_i^2 - \hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i - \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i \\ \sum \hat{y}_i^2 &= \hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i - \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i \\ R^2 &= \frac{\hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i}{\sum \hat{y}_i^2} \quad (14)\end{aligned}$$

donde: R^2 es el coeficiente de determinación múltiple, que a su vez da la proporción o porcentaje de variación de la variable dependiente (Y, P o CNA) explicada por las variables independientes conjuntamente (X_i, Z_i ; CNA, POB; IVPS, - - FBKFT)^{1/}

En cuanto a los modelos de producción y consumo nacional aparente, se tiene:

PRODUCCION

CONSUMO NACIONAL APARENTE

$$R^2 = 0.99746$$

$$R^2 = 0.99765$$

Estos valores nos indican que la línea de regresión ajustada explica más del 99% de las variaciones de ambas variables a explicar (P y CNA).

^{1/} R^2 está comprendido entre 0 y 1 (Se dice que el ajuste del modelo es mejor, mientras más cerca de uno este R^2).

Como además de la estimación puntual de los parámetros el objetivo es hacer inferencias o afirmaciones respecto a los verdaderos parámetros, de aquí en adelante se adiciona como su puesto la normalidad de las perturbaciones cuya media y varianza se presentan en seguida:

$$u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Como los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios $(\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1 \text{ y } \hat{\alpha}_2)$ son funciones lineales de u_i (término de característica aleatoria); entonces, las distribuciones de probabilidad de los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios dependerán de los supuestos que se hagan para la distribución de probabilidad de u_i (Las distribuciones de probabilidad de los estimadores tienen como finalidad hacer inferencia acerca de los valores de $\alpha_0, \alpha_1 \text{ y } \alpha_2$). de ahí la evidente importancia de la naturaleza de la distribución de probabilidad de u_i en las pruebas de hipótesis.

Dadas las propiedades teóricas de la distribución normal, se supondrá que:

- 1) $E(u_i) = 0$
- 2) $E(u_i^2) = \sigma^2$
- 3) $E(u_i, u_j) = 0, i \neq j$

Introducido el supuesto de normalidad de los errores poblacionales u_i y reconocidas las propiedades de los estimadores de mínimos cuadrados bajo el supuesto de normalidad^{1/}; se simplifica la labor de establecer intervalos de confianza y realizar pruebas de hipótesis.

Dado que $\hat{\alpha}_0$, $\hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ se distribuyen normalmente con media y varianza dadas se conforman las variables siguientes.

$$t = \frac{\hat{\alpha}_0 - \alpha_0}{ES(\hat{\alpha}_0)} ; t = \frac{\hat{\alpha}_1 - \alpha_1}{ES(\hat{\alpha}_1)} \text{ y } t = \frac{\hat{\alpha}_2 - \alpha_2}{ES(\hat{\alpha}_2)} \quad (15)$$

Donde es posible mostrar que remplazando σ^2 por su estimador insesgado $\hat{\sigma}^2$ en el cálculo de los errores estándar de cada una de las variables señaladas, estas siguen la distribución t con N-3 grados de libertad.

1/ Además de ser insesgados, tener varianza mínima y ser consistentes; los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios bajo el supuesto de normalidad tienen como propiedades que: $\hat{\alpha}_i \sim N[\alpha_i; \sigma^2 (X'X)^{-1}]$, esto es, que $(\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2)$ están distribuidos con media igual al verdadero α_i correspondiente y la varianza está dada por σ^2 multiplicada por el correspondiente elemento de la diagonal principal de la matriz inversa $(X'X)^{-1}$. (Empleando la notación matricial, la expresión algebraica de la varianza y errores estándar de los $\hat{\alpha}_i$ es más sencilla) de otra forma:

$$\hat{\alpha}_1 \sim N[\alpha_1; \{ \sum Z^2 / (\sum X^2 X \sum Z^2) - (\sum X Z)^2 \sigma^2 \}] \sigma^2 \text{ es la varianza de los } u_i$$

$$\hat{\alpha}_2 \sim N[\alpha_2; \{ \sum X^2 / (\sum X^2) (\sum Z^2) - (\sum X Z)^2 \sigma^2 \}] \sigma^2$$

Por otra parte, $(N-3)\hat{\sigma}^2/\sigma^2$ sigue la distribución χ^2 con N-3 grados de libertad y $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1$ y $\hat{\alpha}_2$ se distribuyen independientemente de $\hat{\sigma}^2$.

2/ Para obtener $\sum e_i^2$ o de $\hat{\sigma}^2$ se tuvieron que estimar primero los tres coeficientes de regresión parcial, que obviamente impusieron tres restricciones en la suma residual de cuadrados.

Por lo tanto, la distribución t puede utilizarse no sólo para establecer intervalos de confianza sino para probar hipótesis estadísticas respecto a los coeficientes de regresión parcial de la verdadera población. Asimismo, la distribución χ^2 puede emplearse para hacer pruebas de hipótesis respecto a $\hat{\sigma}^2$

Para ilustrar como se utiliza la prueba t para hacer pruebas de hipótesis acerca de cualquier coeficiente individual de regresión parcial, consideremos a forma de ejemplo el modelo de producción de acero.

En los listados de computador que se presentan al final de este apéndice se tiene:

$$\begin{aligned}
 P &= -1366047.0799 + 0.71529 (\text{CNA}) + 46.48818 (\text{POB}) \\
 ES &= 0.052244 \quad ES = 8.82345 \\
 T &= 13.64100 \quad T = 5.26868
 \end{aligned}$$

Por una parte, la hipótesis nula (H_0) establece que manteniendo a la población constante, el consumo nacional aparente de acero no tiene influencia (lineal) sobre la producción nacional de acero. Esto es tomando la posición extrema de que no existe una relación entre la variable dependiente y la independiente en consideración

$$H_0 : \quad \text{CNA} = 0$$

$$H_1 : \quad \text{CNA} \neq 0$$

Como recordatorio, dado que el estadístico de prueba $T = \frac{\hat{\alpha}_i - \alpha_i^*}{ES}$ sigue la distribución $T_{1/}$, es posible constituir el intervalo de confianza:

$$PR [\alpha_i^* - t_{\beta/2} \leq \hat{\alpha}_i \leq \alpha_i^* + t_{\beta/2} \mid \alpha_i^*] = 1 - \beta$$

Dónde; $t_{\beta/2}$ son los valores de t obtenidos en la tabla t para un nivel de significancia de $\beta/2$ y $N - 3$ grados de libertad. $100(1 - \beta)$ es la región de aceptación de la hipótesis nula y las regiones de rechazo (de H_0) se encuentran localizadas fuera del intervalo. (los puntos extremos del intervalo de confianza se llaman valores críticos)^{2/}

Ahora, si el valor de t calculado ^{3/}, (13.64 en este caso) excede el t crítico calculado para el nivel de significancia escogido, podemos rechazar la hipótesis nula; de lo contrario podemos aceptarla.

1/ α_i^* es el valor de α_i bajo H_0 .

2/ Con el procedimiento de los intervalos de confianza se establecen límites dentro de los cuales puede caer el verdadero α_i y con el enfoque de la prueba de significancia dentro de las pruebas de hipótesis se asume un valor hipotético para α_i y luego se ve si el $\hat{\alpha}_i$ cae dentro de límites (de confianza) razonables alrededor del valor hipotético.

3/ En la práctica no hay necesidad de estimar el intervalo de confianza antes señalado. Se puede calcular en la mitad de la doble desigualdad y ver si cae dentro de los valores críticos de t o fuera de ellos.

Se tiene en este caso que:^{1/}

$$T = \frac{0.71529}{0.05244} = 13.64$$

Ahora, si suponemos que $\beta = 0.05$, $F_2 = 2.080$ para 21 grados de libertad^{2/}. Ya que el valor de T de 13.64 excede de el valor crítico T de 2.080, podemos rechazar la hipótesis nula y decir que el coeficiente de regresión parcial es estadísticamente significativa.

A manera de resumen, se presenta a continuación -- los resultados de la prueba T para los coeficientes de regresión parcial de los modelos de producción y consumo nacional aparente de acero.

PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

	MODELO DE PRODUCCION		MODELO DE CONSUMO	
	α_1	α_2	α_1	α_2
$T = \frac{\hat{\alpha}_i - \alpha_i}{ES(\hat{\alpha}_i)}$				
ES ($\hat{\alpha}_i$)	13.64	5.27	17.48	3.56
T crítico	2.08	2.09	2.08	2.09
(Pr=0.05)	(21 g. de l)	(20 g de l)	(21 g l)	(20g de l)
Ho	RECHAZADA	RECHAZADA	RECHAZADA	RECHAZADA

- 1/ Recuérdese que bajo la hipótesis el coeficiente de regresión es igual a cero.
- 2/ Véase al final del apéndice econométrico la tabla estadística correspondiente a los puntos porcentuales de la distribución T.

En el ejemplo utilizado, el intervalo de confianza del 95% para α_1 es:

$$\hat{\alpha}_1 - T \beta / 2 \text{ ES}(\hat{\alpha}_1) \leq \alpha_1 \leq \hat{\alpha}_1 + T \beta / 2 \text{ ES}(\hat{\alpha}_1) \quad (16)$$

que en este caso esta dado por:

$$0.71529 - 2.080 (0.05244) \leq \alpha_1 \leq 0.71529 + 2.080 (0.05244)$$

$$0.6062 \leq \alpha_1 \leq 0.8244$$

Esto es, que α_1 cae entre 0.6205 y 0.8244 con un coeficiente de confianza del 95% y a su vez que el valor hipotético nulo de cero no cae dentro del intervalo rechazándose la hipótesis nula ($\alpha_1 = 0$) con un coeficiente de confianza - del 95%. Llegándose a la misma conclusión que con la prueba T.

La prueba de significancia global puede verificarse mediante la técnica del "análisis de varianza"

Recuerdese que (13):

$$y_i^2 = \hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i + \sum e_i^2 \quad (17)$$

donde:

$\sum y_i^2$ es la suma total de cuadrados.
 $\hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i$ es la suma de cuadrados explicados, y e_i es la suma de cuadrados residuales.

Bajo el supuesto de normalidad de los u_i y de que $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, la variable:

$$F = \frac{(\alpha_1 \sum y_i x_i + \alpha_2 \sum y_i z_i) / 2}{\sum e_i^2 / (N-3)} \quad (18)$$

Está distribuido como la distribución F con 2 y N-3 grados de libertad

A continuación, se presenta el cuadro del análisis de varianza para una regresión de tres variables.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	g. de l.	Suma media de cuadrados
Debido a la regresión	$\hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i$	2	$\frac{\hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i}{2}$
Debido a los residuos	$\frac{\sum e_i^2}{}$	N-3	$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum e_i^2}{N-3}$
TOTAL	y_i^2	N-1	

Bajo el supuesto de que los $u_i \sim N(0, \sigma^2)$,

$$\frac{E \sum e_i^2}{N-3} = E(\hat{\sigma}^2) = \sigma^2 \quad (19)$$

y adicionando el supuesto de que $\alpha_0 = \alpha_1 = 0$,

$$\frac{E(\hat{\alpha}_1 \sum y_i x_i + \hat{\alpha}_2 \sum y_i z_i)}{2} = \sigma^2 \quad (20)$$

Si la hipótesis nula es verdadera tanto (19) como (20) proporciona idénticos estimadores del verdadero σ^2 , lo cual no es sorprendente debido a que si existe una relación sin importancia entre Y y X y Z, la fuente de variación en Y obedece a la variable aleatoria u_i . Sin embargo, si la hipótesis nula es falsa, es decir, X y Z definitivamente influyen a Y la igualdad entre (19) y (20) no se mantendrá. En este caso, la suma de cuadrados explicados será relativamente mayor que -

la suma de cuadrados residuales, habida cuenta de sus respectivos grados de libertad.

El valor de F dado en (18) proporciona una prueba de la hipótesis nula, o sea que los coeficientes verdaderos correspondientes a las pendientes son simultáneamente iguales a cero. Si el valor de F calculado excede el valor crítico de F tomado de la tabla $F_{1/}$ para el nivel B de significancia, rechazamos H_0 ; de lo contrario la aceptamos.

Volviendo a los modelos de producción y consumo nacional aparente y utilizando (18) se obtiene):

	<u>Modelo de Producción</u>	<u>Modelo de Consumo</u>
F	4122.44777	4463.05138

Si usamos un nivel de significancia del 5%, el valor crítico de F para 2 de 21 grados de libertad, $F_{0.05}(2,21)$ es igual a 3.44. Obviamente el valor del F calculado utilizando (18) es significativo lo cual permite rechazar la hipótesis nula.

	<u>Modelo de Producción</u>	<u>Modelo de Consumo</u>
F Calculado	4122.44888	4463.05138
$F_{0.05}(2,21)$	3.44	3.44
$F_{0.01}(2,21)$	5.72	5.72
H_0	Rechazada	Rechazada

1/ Véase la tabla de los puntos porcentuales superiores de la distribución F presentada al final del apéndice económico.

[Si la hipótesis nula fuese cierta, la probabilidad de obtener un valor de F tan alto como 4122.45 y 4463.05 es menor que 5 en 100.

Si el nivel de significancia es del 1%, $F_{0.01}(2,12) = 5.72$; aún así el F calculado -- excede en gran margen el valor crítico de F con que también permite rechazar la hipótesis nula y la probabilidad de obtener un valor de F tan alto como 4122.45 y 4463.05 es menor que 1 en 100]

Prueba Durbin - Watson.

Como se mencionó anteriormente, uno de los supuestos que se mantuvo en mínimos cuadrados ordinarios fué el de que:

$$E(u_i u_j) = 0, i \neq j$$

Esto quiere decir que no existe autocorrelación en las perturbaciones (en el contexto del modelo de regresión lineal clásico).

Gráficamente, la no autocorrelación podría verificarse con el comportamiento no sistemático de las perturbaciones^{1/}

Los métodos analíticos pueden sustituir al método gráfico para detectar la existencia de autocorrelación, proporcionando, una prueba estadística para establecer si el patrón no aleatorio de los e_i es estadísticamente significativo. El más reconocido de los métodos analíticos es la prueba estadística Durbin-Watson que esta dada por ^{2/}

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=N} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=N} e_t^2} \quad (21)$$

-
- 1/ Recordemos que las perturbaciones no son directamente - - observables, pero que en cambio se dispone de sus aproximaciones (los residuos e_i) que se obtienen con mínimos cuadrados ordinarios.
- 2/ Los supuestos subyacentes del estadístico d son: que el modelo de regresión incluye el intercepto; que las variables explicativas no son estocásticas; que las perturbaciones se generan mediante un esquema autoregresivo de primer orden y que el modelo de regresión no incluye valores rezagados de la variable dependiente como una de las variables explicativas.

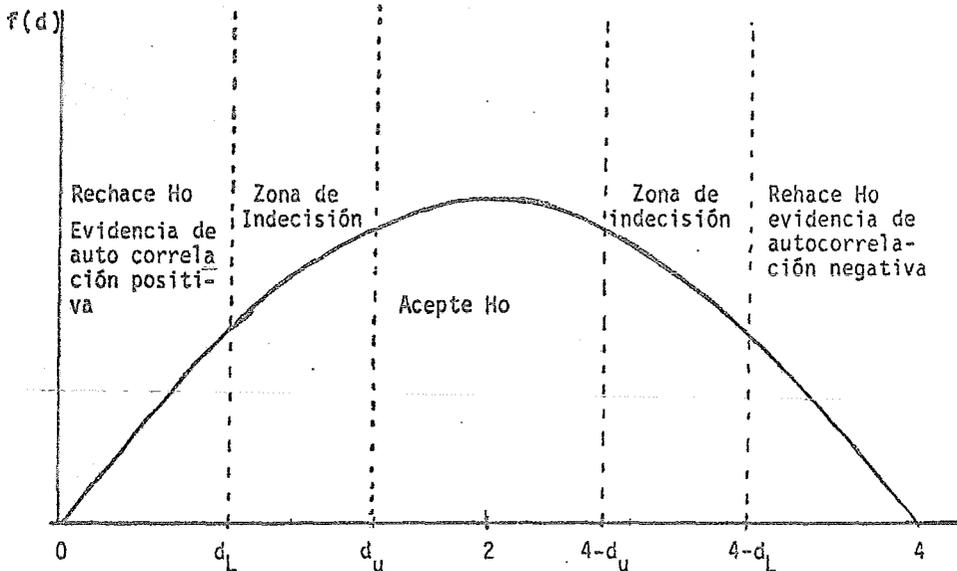
Una gran ventaja del estadístico $d^{1/}$ consiste en estar basado en los residuos estimados que se calculan automáticamente en el análisis de la regresión.

En la prueba Durbin-Watson se encuentra un límite inferior d_L y un límite superior d_U tales que si el d calculado con (21) cae por fuera de estos valores críticos, puede tomarse una decisión sobre la posible presencia de correlación serial positiva o negativa. Además, estos límites dependen únicamente del número de observaciones N y del número de variables explicativas y no de los valores que tomen esas variables explicativas. Dichos límites para N , entre 15 y 100 y hasta 5 variables explicativas han sido tabulados por Durbin y Watson y se reproducen al final de este apéndice (tabla 3). La mecánica de la prueba d es la siguiente: Obtenidos los residuos e_t , se calcula d con (21); se encuentran los valores críticos d_L y d_U para el tamaño de la muestra y el número de variables explicativas dadas. Por último, si la hipótesis nula H_0 es la de que no hay correlación serial positiva o negativa se tiene que,

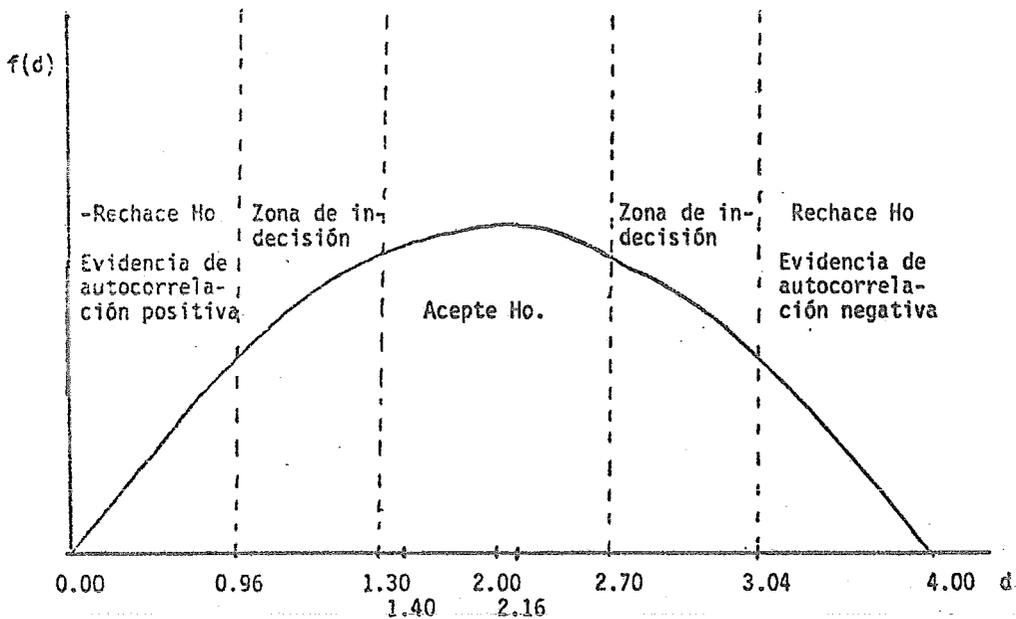
$d < d_L$	Rechace H_0
$d > 4 - d_L$	Rechace H_0
$d_U < d < 4 - d_U$	No rechace H_0
$d_L \leq d \leq d_U$	La prueba no es concluyente
$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$	La prueba no es concluyente

1/ Obsérvese que en el número del estadístico d , el número de observaciones es $N-1$ por haberse perdido una de ellas al tomar las diferencias consecutivas.

Lo cual también se muestra en la figura del estadístico Durbin -Watson que se presenta a continuación,



Como resultado, en los listados de computador que se presentan posteriormente el estadístico d dado por (21) en el modelo de producción y consumo nacional aparente de acero es igual a 2.16 y 1.40 respectivamente; ahora, para $N=24$ y dos variables explicativas, los valores críticos de d a un nivel de significación del 1 por ciento son $d_L = 0.96$ y $d_u = 1.30$ considerando lo anterior, se puede aceptar la hipótesis en ambos modelos de la no existencia de autocorrelación de las perturbaciones como lo muestra en seguida la figura donde ambos estadísticos d en cuestión caen en la zona de aceptación de H_0 .



Homoscedasticidad.

Otro de los supuestos importantes bajo los cuales -- empleamos el método de mínimos cuadrados es la homoscedasticidad, es decir, que las perturbaciones tienen la misma varianza simbólicamente,

$$E(u_i^2) = \sigma^2 \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Después de hacer el análisis de regresión sobre el supuesto de que no existe heteroscedasticidad^{1/}, se puede hacer un examen posterior de manera gráfica de los residuos al cuadrado e_i^2 , para ver si presentan algún patrón sistemático de comportamiento.

Gráficamente, la heteroscedasticidad, es identificada con un patrón sistemático de las perturbaciones al contrario de la homoscedasticidad.

Finalmente, en este sentido, al graficar los residuos estandarizados respecto a cada nivel de Y_i para los modelos de producción y consumo de acero, se presenta la existencia de heteroscedasticidad. (véase el listado de computador que se presenta a continuación y nótese que los residuos estandarizados no presentan ningún patrón sistemático de comportamientos).

CUADROS ESTADISTICOS

I N D I C E D E C U A D R O S

CUADRO	T I T U L O
1 (Cap. 1)	Producción Nacional de acero por empresas - - - 1970-1983.
2	Producto Interno Bruto Total y por ramas seleccionadas 1970-1983.
3	Producción Mundial de Acero 1970-1983.
4	Producción Nacional de Acero por procesos - - - 1970-1983.
5	Capacidad instalada, producción y consumo nacional aparente de acero 1970-1983.
6	Matriz Insumo-Producto de la industria básica del hierro y el acero 1970, 1975 y 1978.
7 (Cap. 2)	Coefficientes internacionales de energía países seleccionadas 1982.
8	Estructura del consumo de energía por sectores - - 1970-1983.
9	Consumo final de energía de la Industria Siderúrgica 1970, 1975-1983.
10	Coefficientes de utilización de energía por unidad de Producto Interno Bruto 1970, 1975-1983.
11	México, consumo de energía en la Industria del Hierro y del acero 1970-1983.
12	México, Consumo de energía en la Industria del Hierro y del Acero 1970-1983.
13	Consumo específico en la Industria del Hierro y Acero. 1970-1983.
14	Consumo específico en la Industria del Hierro y y del Acero en países seleccionados 1971-1982.
15	Consumo de energía en la Industria Siderúrgica - - 1970-1983.
16 (Cap. 3)	Producto Interno Bruto total. 1960-2000.
17	Población mexicana 1960-2000.
18	Producto Interno Bruto de la Industria de la Construcción 1960-2000.
19	Producto Interno Bruto de la Industria Básica del Hierro y el Acero. 1960-2000.
20	Producto Interno Bruto de la fabricación de maquinaria, aparatos y equipo 1960-2000.
21	Índice de volumen de la producción de la industria básica del hierro y el acero 1960-2000.

- 22 Formación bruta de capital fijo total 1960-2000.
- 23 Consumo nacional aparente de acero 1960-2000.
- 24 Producción Nacional de acero 1960-2000.
- 25 Capacidad instalada de acero 1970-2000.
- 26 Modelos econométricos de producción y consumo nacional aparente de acero.
- 27 Modelos econométricos de apoyo.
- 28 (Cap. 4) Proyección del consumo específico en la Industria Siderúrgica 1984-200.
- 29 Proyección del consumo específico. Alternativa I 1984-2000.
- 30 Proyección del consumo específico. Alternativa II. 1984-2000.
- 31 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario I. 1984-2000.
- 32 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario I. 1984-2000.
- 33 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario II. 1984-2000.
- 34 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario II. 1984-2000.
- 35 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario III. 1984-2000.
- 36 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario III. 1984-2000.
- 37 Diferencia entre alternativas 1984-2000.

- 22 Formación bruta de capital fijo total 1960-2000.
- 23 Consumo nacional aparente de acero 1960-2000.
- 24 Producción Nacional de acero 1960-2000.
- 25 Capacidad instalada de acero 1970-2000.
- 26 Modelos econométricos de producción y consumo nacional aparente de acero.
- 27 Modelos econométricos de apoyo.
- 28 (Cap. 4) Proyección del consumo específico en la Industria Siderúrgica 1984-200.
- 29 Proyección del consumo específico. Alternativa I 1984-2000.
- 30 Proyección del consumo específico. Alternativa II. 1984-2000.
- 31 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario I. 1984-2000.
- 32 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario I. 1984-2000.
- 33 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario II. 1984-2000.
- 34 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario II. 1984-2000.
- 35 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario III. 1984-2000.
- 36 Proyección del consumo de energía por tipo, escenario III. 1984-2000.
- 37 Diferencia entre alternativas 1984-2000.

CUADRO 1

PRODUCCION NACIONAL DE ACERO POR EMPRESAS 1970-1983
(TONELADAS)

AÑO	TOTAL DE ACERO	TOTAL DE LAS INTEGRADAS	ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A	FUNDIDORA MONTERREY S.A.	HOJALATA Y LAMINA, S.A	TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S.A	SIDERURGICA L.C. LAS TRUCHAS, S.A	TOTAL DE LAS SEMI-INTEGRADAS
1970	3,881,201	3,332,518	1,512,687	771,538	775,890	272,403	-	584,683
1971	3,820,813	3,289,021	1,496,883	746,178	781,754	264,206	-	531,797
1972	4,430,599	3,871,917	1,789,374	845,349	909,667	271,527	-	588,682
1973	4,759,861	4,081,841	1,903,904	852,051	1,054,455	271,431	-	678,020
1974	5,137,559	4,410,061	2,044,672	920,532	1,126,833	318,024	-	727,406
1975	5,272,404	4,496,316	2,126,141	745,931	1,280,450	343,794	-	776,088
1976	5,298,148	4,481,669	2,066,014	784,464	1,274,796	349,372	5,023	816,479
1977	5,601,297	4,768,862	2,197,136	671,081	1,270,617	366,920	263,128	832,435
1978	6,775,443	5,863,665	2,447,002	948,748	1,461,300	420,319	586,266	914,773
1979	7,117,254	6,041,375	2,541,288	887,602	1,545,815	420,407	646,063	1,075,879
1980	7,156,069	5,973,478	2,271,759	974,458	1,558,162	377,259	791,841	1,182,501
1981	7,672,704	6,521,798	2,478,283	1,030,444	1,695,667	404,352	913,052	1,159,906
1982	7,048,000	5,940,800	2,282,495	992,583	1,557,608	365,439	862,075	1,057,200
1983 ^{a/}	6,948,000	5,905,800	2,261,921	885,870	1,541,414	354,348	862,245	1,042,200

a/ Estimación preliminar.

FUENTE: Canacero, Circulares Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. México 1984.

CUADRO 2
PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL Y POR RAMAS SE LECCIONADAS
(1970-1983)

Millones de Pesos de 1970

AÑO	Total Nacional	Industrial ^{1/}	Manufacturero	S i d e r ú r g i c o			
	1	2	3	4	5=4/1	6=4/2	7=4/3
1970	444,271	145,070	105,203	4,753	1.1	3.3	4.5
1971	462,804	148,303	109,265	4,760	1.0	3.2	4.4
1972	502,086	163,114	119,967	5,420	1.1	3.3	4.5
1973	544,307	180,920	132,552	5,912	1.1	3.3	4.5
1974	577,568	193,901	140,963	6,585	1.1	3.4	4.7
1975	609,976	204,057	148,058	6,667	1.1	3.3	4.5
1976	635,831	214,950	155,517	6,761	1.1	3.1	4.3
1977	657,722	220,556	161,037	7,269	1.1	3.3	4.5
1978	711,982	243,597	176,817	8,869	1.2	3.6	5.0
1979	777,163	271,138	195,614	9,428	1.2	3.5	4.8
1980	841,855	296,046	209,682	9,723	1.2	3.3	4.6
1981	908,765	321,417	224,326	10,040	1.1	3.1	4.5
1982	903,839	313,163	217,852	9,265	1.0	2.9	4.3
1983	861,769	292,892	202,210	8,894	1.0	3.0	4.4
Tasa de cre- cimiento promedio	4.9	5.7	5.3	nc	n.c.	n.c.	n.c.

1/ Incluye; Minería, Ind. Manufacturera, Construcción y electricidad.

nc No calculado

FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales de México, varios años, SPP. INEGI.

CUADRO 5

CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL
APARENTE DE ACERO
1970-1983
(Toneladas)

Año	CAPACIDAD INSTALADA	PRODUCCION	CONSUMO ^{1/} APARENTE
1970	4,455,000	3,881,201	3,965,035
1971	4,945,00	3,820,818	2,734,714
1972	5,280,000	4,430,599	4,276,385
1973	5,630,000	4,759,861	5,350,581
1974	6,280,000	5,137,559	6,204,751
1975	7,955,000	5,272,404	6,444,263
1976	8,492,000	5,298,148	5,951,104
1977	8,719,000 ^{e/}	5,601,297	7,018,880
1978	8,946,000 ^{e/}	6,775,443	8,053,417
1979	9,173,000 ^{e/}	7,117,254	9,175,394
1980	9,400,000 ^{e/}	7,156,069	11,411,596
1981	10,100,00	7,672,704	11,495,394
1982	10,100,000	7,048,200	9,085,202
1983	10,600,000	6,948,200	7,400,000

1/ El consumo nacional aparente de acero es igual a la producción nacional, menos las exportaciones, más las importaciones del mismo.

e/ Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a datos reportados en circulares varias de información bimestrales de la CNIHA, SEMIP, DGS "Programa de Mediano Plazo" agosto de 1983 y Dr. Octavio Gómez Haro, "La política siderúrgica en México." Ediciones del doctorado en Administración Pública I.P.N. México 1976.

CUADRO 3
 PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO
 1970-1983.
 (Millones de toneladas)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
U.R.S.S.	115.9	120.6	125.6	131.5	136.2	141.3	144.8	146.6	152.0	149.5	147.9	148.5	147.2	153.0
F.U.A.	119.1	109.1	120.8	136.5	132.0	106.0	116.1	113.2	123.7	123.1	101.5	109.6	67.6	76.6
Japón	93.3	68.6	96.9	119.3	117.1	102.3	107.4	102.4	102.1	111.7	111.4	101.7	99.5	97.2
Alemania (R.F.)	45.0	40.3	43.7	49.5	53.2	40.4	42.4	39.0	41.2	46.0	43.8	41.6	35.9	35.7
China	18.0	21.0	23.0	25.0	25.0	26.5	21.0	23.4	31.0	34.0	37.1	35.6	37.1	33.9
Italia	17.3	17.5	19.8	21.0	23.8	21.9	23.5	23.3	24.3	23.9	26.5	24.8	24.0	21.7
Francia	23.8	22.8	24.1	25.3	27.0	21.5	23.2	22.1	22.8	23.3	23.2	21.3	18.4	17.6
Reino Unido	27.9	24.2	25.4	26.7	22.41	19.8	22.4	20.5	20.3	21.5	11.3	15.6	13.7	15.0
Polonia	11.7	12.7	13.4	14.1	14.6	15.0	15.6	17.7	19.5	19.4	19.5	15.7	14.8	16.4
Checoslovaquia	11.5	12.1	12.7	13.2	13.6	14.3	14.7	15.1	15.4	15.1	14.9	15.3	15.0	15.6
Canadá	11.2	11.0	11.9	13.4	13.6	13.0	13.3	13.6	14.9	16.1	15.9	14.8	11.9	12.9
Bélgica	12.6	12.4	14.5	15.5	16.2	11.6	12.1	11.3	12.6	13.4	12.4	12.4	10.0	10.2
España	7.4	8.0	9.5	10.8	11.5	11.1	11.0	11.2	11.3	12.1	12.6	12.9	13.1	12.7
Rumanía	6.5	6.8	7.4	8.2	8.8	9.5	11.0	11.5	11.6	12.7	13.2	13.0	13.1	12.6
India	6.3	6.1	6.9	6.9	7.1	8.0	9.4	10.0	9.4	9.4	9.5	10.8	11.0	10.2
Brasil	5.4	6.0	6.5	7.1	7.5	8.3	9.2	11.2	12.1	13.7	15.3	13.2	13.0	14.7
Australia	6.8	6.8	6.8	7.7	7.8	7.9	7.8	7.3	7.6	8.1	7.6	7.6	6.4	5.6
Sud-Africa	4.8	4.9	5.3	5.7	5.6	6.8	7.1	7.3	7.8	8.8	9.1	9.0	8.2	7.1
Alemania (R.D.)	5.4	5.7	6.1	5.9	6.2	6.5	6.7	6.9	6.9	7.0	7.3	7.5	7.2	7.2
México	3.9	3.8	4.4	4.8	5.1	5.3	5.3	5.6	6.8	7.1	7.2	7.7	7.0	6.9
Países Bajos	5.0	5.1	5.6	5.6	5.8	4.8	5.2	4.9	5.6	5.8	5.3	5.5	4.4	4.5
Suecia	5.5	5.3	5.3	5.7	6.0	5.6	5.1	4.0	4.3	4.7	4.2	3.8	3.9	4.2
Luxemburgo	5.5	5.2	5.5	5.9	6.4	4.6	4.6	4.3	4.8	4.9	4.6	3.8	3.5	3.3
Austria	4.1	4.0	4.1	4.2	4.7	4.1	4.5	4.1	4.3	4.9	4.6	4.7	4.3	4.4
Hungría	3.1	3.1	3.3	3.3	3.5	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	3.8	3.6	3.7	3.6
Corea del Sur	0.5	0.5	0.6	1.2	1.9	2.0	3.5	4.2	4.8	7.6	8.6	10.8	11.8	11.9
Corea del norte	2.2	2.4	2.5	2.9	3.2	2.9	3.0	3.2	3.2	5.3	5.8 ^{e/}	5.5 ^{e/}	5.8 ^{e/}	6.1
Yugoslavia	2.0	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.8	3.2	3.5	3.5	3.6	4.0	3.8	4.1
Bulgaria	1.8	1.9	2.1	2.2	2.2	2.3	2.5	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.8
Argentina	1.8	1.9	2.2	2.2	2.4	2.2	2.3	2.7	2.8	3.2	2.7	2.5	2.9	2.9
Otros	10.0	10.3	11.6	12.8	14.3	14.1	15.2	16.2	19.8	28.8	23.2	22.4	23.9	24.6
T o t a l	595.3	582.6	630.1	696.8	707.7	646.2	676.5	672.5	715.0	738.3	716.2	707.7	544.8	660.4

FUENTE: MEXICO CANACERO (1970-1977) CCIS (1978-1979), América Latina ILAPA, Resto de los Países.- IISI. *Cifras estimadas.
 Tomado de: CCIS, boletín, año 7, No. 1 enero-marzo de 1984.

CUADRO 6

MATRIZ INSUMO-PRODUCTO DE LA INDUSTRIA BASICA
DEL HIERRO Y EL ACEÑO (RAMA 46)
1970, 1975 y 1978

Sector vendedor (46)	Sector compradores	Denominación	Millones de Pesos Pre- dios Productor			Estructura Forcentual		
			1970	1975	1978	1970	1975	1978
1	01	Agricultura	57.3	111.5	262.2	0.45	0.37	0.42
"	02	Ganadería	20.5	56.1	72.0	0.16	0.18	0.12
2	05	Extrac y Benef de Carbón y Grafito	-	4.2	8.3	-	0.01	0.01
	06	Extrac. de Petroleo y Gas	246.5	621.7	2120.4	1.94	2.04	3.43
	07	Extrac. y Benef. de Minas de hierro	-	-	0.3	-	-	0.15
	08	Extrac. Benef., Fund, Ref. Min. Met.	2.5	66.6	92.5	0.02	0.22	0.15
3 I	12	Prep. de frutas y legum- bres.	-	15.0	21.9	-	0.05	0.04
	16	Azúcar	-	-	0.1	-	-	ns
	19	Otros prodc. alimenticios	-	-	0.2	-	-	ns
	21	Cerveza	-	506.6	1564.2	-	1.66	2.53
3 II	24	Hilados y tejidos fibras	-	-	-	-	-	-
	26	Otras industrias textiles	10.5	5.5	7.3	0.08	0.02	0.01
	28	Cuero y Calzado	11.4	0.1	0.4	0.09	ns	ns
	29	Aseraderos Ind. triplay	2.6	2.6	3.9	0.02	0.01	0.01
	30	Otros productos de madera	0.4	-	-	-	-	-
IV	31	Papel y cartón	36.9	118.6	224.2	0.29	0.39	0.36
	32	Imprenta y editoriales	4.4	10.9	12.7	0.03	0.04	0.02
V	33	Petroleo y Derivados	-	12.6	22.3	-	0.04	0.04
	34	Petroquímica Básica	11.0	33.1	90.3	0.09	0.11	0.15
	35	Química Básica	3.2	9.7	9.2	0.03	0.03	0.01
	40	Otras Ind. Químicas	1.0	6.0	9.7	0.01	0.02	0.02
	41	Productos de hule	2.9	6.3	8.7	0.02	0.02	0.01
	42	Artículos de Plástico	0.4	27.0	14.3	ns	0.09	0.02
VI	43	Vidrio y Prodc. de vidrio	6.0	8.1	12.4	0.05	0.03	0.02
	44	Cemento	-	1.2	2.1	-	ns	ns
	45	Otros Prodc. de Mins. no metálicos	8.2	6.4	16.0	0.06	0.02	0.03
VII	46	Inds. Básica del Hierro y Acero	35.7	114.5	159.9	0.28	0.38	0.26
	47	Ind. Básicas de mets. no ferrosos.	5671.5	11524.8	27569.2	44.68	37.77	44.60
VIII	48	Muebles metálicos	12.6	43.1	73.2	0.10	0.14	0.12
	49	Prodc. metalicos - - - estructurales.	372.3	667.4	1127.5	2.93	2.19	1.82
	50	Otros prod. mets. excp. maquin.	438.9	1048.2	1538.4	3.46	3.43	2.49
	51	Maq. y equipo no elec- trico	1261.5	2708.8	3360.2	9.94	8.88	5.44
	52	Maq. y aparatos electri- cos.	446.6	1390.3	2273.2	3.52	4.56	3.68
	53	Aparatos electro-domésti- cos.	248.0	441.7	613.4	1.17	1.45	0.99
	54	Eqs. y aparatos electró- nicos	26.3	324.1	13.0	0.21	1.06	0.02
	55	Eqs. y Aptos. eléctricos	24.7	135.1	219.3	0.19	0.44	0.35
	56	Automóviles	75.2	135.4	207.5	0.59	0.44	0.34
	57	Carrocerías, Motores pto. y Ares Autom	2.7	26.6	44.5	0.02	0.09	0.07
	58	Eq. y material de trans- porte	327.2	2081.7	3270.8	2.58	6.82	5.29
IX	59	Otras inds. manufactu- ras	141.4	298.7	754.9	1.11	0.98	1.22
4	60	Construcción	37.6	77.7	142.3	0.30	0.25	0.23
5	61	Electricidad	3029.8	7840.2	15803.4	23.87	25.69	25.57
6	62	Comercio	1.0	-	-	0.01	-	-
7	64	Transporte	124.5	-	-	1.45	-	-
9	69	Servs. de educación	30.2	23.1	53.1	0.24	0.08	0.09
		T o t a l	0.3	5.4	9.4	ns	0.02	0.02
		T o t a l	12694.3	30516.6	61808.8	100.00	100.00	100.00

Fuente: Matriz Insumo-Producto para México, 1970, 1975 y 1978, México.

CUADRO 8
 ESTRUCTURA DEL CONSUMO FINAL DE ENERGIA POR SECTORES 1970-1983
 (EN PORCIENTOS)

AÑO	INDUSTRIA <u>1/</u>	TRANSPORTE	AGROPECUARIO RESIDENCIAL COMERCIAL Y PÚBLICO	USOS NO ENERGETICOS	CONSUMO FINAL (KCAL X 10 ¹²)
1970	38.0	37.3	17.9	6.8	268.155
1975	36.4	37.2	18.8	7.6	392.821
1976	35.7	38.5	17.6	8.2	429.408
1977	34.7	39.8	17.1	8.4	444.048
1978	37.6	37.1	16.3	9.0	495.985
1979	35.9	40.2	14.8	9.1	544.627
1980	33.1	39.4	18.2	9.3	598.370
1981	31.2	41.0	16.9	10.9	656.180
1982	34.9	38.3	16.7	10.1	679.180
1983	38.2	35.1	15.7	11.0	705.422
PROMEDIO	35.7	38.4	16.9	9.0	- o -

1/ Contiene petroquímica (uso energético) y minería.

2/ Incluye materia prima para petroquímica.

FUENTE: PEMEX. México balance de energía 1983. Subdirección Planeación y Coordinación
 septiembre de 1984.

CUADRO 9
 CONSUMO FINAL DE ENERGIA DE LA INDUSTRIA
 SIDERURGICA 1970, 1975-1983.

(Kilocalorías x10¹²)

AÑO	T O T A L	INDUSTRIAL 1/	INDUSTRIA SIDERURGICA	PARTICI-PACION	PARTICI-PACION
	1	2	3	3/1	3/2
70	268.155	101.899	29.730	11.0	29.2
71	n.d.	n.d.	30.563	n.d.	n.d.
72	n.d.	n.d.	33.618	n.d.	n.d.
73	n.d.	n.d.	37.439	n.d.	n.d.
74	n.d.	n.d.	40.357	n.d.	n.d.
75	392.821	142.987	38.613	9.8	27.0
76	429.408	153.299	40.581	9.5	26.5
77	444.048	154.085	48.176	10.8	31.3
78	495.985	186.490	55.206	11.1	29.6
79	544.627	195.521	55.769	10.2	28.5
80	598.370	198.060	55.517	9.3	28.0
81	656.919	204.959	55.505	8.4	27.1
82	679.180	237.034	56.200	8.3	23.7
83	705.422	269.471	52.835	7.5	19.6

Contiene petroquímica (uso energético) y minería.

d. No disponible.

ENTE: PEMEX. México Balance de Energía, 1983. Subdirección de Planeación y Coordinación México, 1984; Imp-PEMEX Encuestas de Energía del Sector Industrial, México 1984; e IMP. Cursos Regionales 1985, Economía de los energéticos. México, 1985.

CUADRO 10
 COEFICIENTE DE UTILIZACION DE ENERGIA POR UNIDAD
 DE PRODUCTO INTERNO BRUTO 1970, 1975-1983
 (Kcal/Unidad del PIB(peso))

A Ñ O	T O T A L NACIONAL	INDUSTRIAL	SIDERURGICO
1970	603.58	702.41	6 255.00
1975	643.99	700.72	5 791.66
1976	675.53	713.18	6 002.22
1977	675.13	698.62	5 901.38
1978	696.62	765.57	6 224.60
1979	700.79	721.11	5 915.25
1980	710.78	669.02	5 709.86
1981	722.87	637.67	5 528.39
1982	751.44	756.90	6 065.84
1983	818.57	920.03	5 940.52

NOTA: El coeficiente de utilización de energía-producto está dado por:

$$CUEP = \frac{C.E}{PIB}$$

Donde CUEP es el coeficiente de utilización de energía por unidad de producto interno bruto.

C.E. Es el consumo de energía (Kcal).

PIB Es el producto interno bruto (pesos de 1970).

FUENTE: Elaborado en base a datos de los cuadros No. 1, 9 y 10.

CUADRO 12
MEXICO. CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACEÑO
(Kilocalorias x 10¹²)

AÑO	Coque de Carbón	%	Gas Natural ^{1/}	%	Diesel	%	Combustóleo	%	Electricidad	%	T o t a l	%
1970*	12.241	(41.2)	12.477	(42.0)	0.060	(0.2)	0.951	(3.2)	4.001	(13.4)	29.730	
1971	12.367	(40.5)	13.014	(42.6)	0.061	(0.1)	0.855	(2.8)	4.266	(14.0)	30.563	2.8
1972	14.097	(41.9)	13.691	(40.8)	0.069	(0.2)	1.111	(3.3)	4.650	(13.8)	33.618	10.0
1973	15.488	(41.3)	15.259	(40.8)	0.065	(0.2)	1.383	(3.7)	5.244	(14.0)	37.439	11.4
1974	16.739	(41.6)	15.758	(39.2)	0.084	(0.2)	1.803	(4.5)	5.818	(14.5)	40.202	7.4
1975	16.239	(42.1)	14.015	(35.3)	0.089	(0.2)	1.975	(5.1)	6.296	(16.3)	38.613	- 4.0
1976	17.016	(41.0)	13.673	(33.7)	0.099	(0.2)	2.701	(6.7)	7.092	(17.5)	40.581	5.1
1977	18.504	(38.4)	17.141	(35.7)	0.523	(1.1)	3.093	(6.3)	8.916	(18.5)	48,176	19.7
1978	22.099	(40.0)	19.558	(35.4)	0.281	(0.5)	3.453	(6.3)	9.815	(17.8)	55.206	14.6
1979	23.230	(41.7)	21.025	(37.7)	0.153	(0.3)	1.360	(2.4)	10.000	(17.9)	55.769	1.0
1980	22,255	(40.1)	22.541	(40.6)	0.173	(0.3)	0.714	(1.3)	9.834	(17.7)	55.517	- 0.4
1981	17.619	(31.7)	24.316	(43.8)	0.191	(0.3)	3.137	(5.7)	10.242	(18.5)	55,505	0.0
1982	18.229	(32.4)	25.896	(46.2)	0.805	(1.4)	3.501	(6.2)	7.769	(13.8)	56,200	1.3
1983	15.833	(30.0)	27.968	(52.9)	0.181	(0.3)	1.235	(2.3)	7.618	(14.5)	52,835	-6.00
Promedio 1970-1983	--	(38.9)	--	(40.5)	--	(0.4)	--	(4.3)	--	(15.9)	--	

^{1/} Incluye . 97% de gas natural, 2.9% de gas de coque y 0.1% de otros gases.

FUENTE: Elaborado en base a datos del cuadro No. 11 y de acuerdo a los poderes caloríficos de cada energético.

CUADRO 13
 CONSUMO ESPECIFICO EN LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y ACERO
 1970-1983
 (Kcal (10)⁶/Ton. de Acero)

Año	Coque de Carbón	Electricidad	Gas ^{1/}	Combustóleo	Diesel	T o t a l
1970	3.1539	1.0309	3.2148	0.2451	0.0153	7.6600
1971	3.2368	1.1164	3.4061	0.2239	0.0159	7.9991
1972	3.1818	1.0498	3.0902	0.2507	0.0151	7.5876
1973	3.2538	1.1018	3.2058	0.2906	0.0136	7.8656
1974	3.2582	1.1624	3.0672	0.3510	0.0164	7.8552
1975	3.0800	1.1941	2,6582	0.3745	0.0168	7.3236
1976	3.2118	1.3386	2.5807	0.5098	0.0186	7.6595
1977	3.3035	1.5918	3,0601	0.5522	0.0933	8.6009
1978	3.2617	1.4486	2,8866	0.5095	0.0415	8.1479
1979	3.2639	1.4053	2,9542	0.1911	0.0216	7.8358
1980	3.1097	1.3742	3.1501	0.0998	0.0242	7.7580
1981	2.2963	1.3350	3.1691	0.4088	0.0249	7.2341
1982	2.5864	1.1022	3.6742	0.4967	0.1142	7.9737
1983	2.2787	1.0963	4.0254	0.1777	0.0261	7,6042

NOTA: Para el cálculo de 1982 no se considero el renglón de otros combustibles, por desconocer su origen.

^{1/} Incluye 97% de gas natura , 2.9% de gas de coque y 0.1% de otros gases.

FUENTE: Elaborado en base a la contabilidad registrada por las encuestas realizadas por el IMP Instituto Mexicano del Petróleo. Subdirección de Planeación Económica e Industrial. - División de Planeación de Energéticos.

CONSUMO ESPECIFICO EN LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
EN PAISES SELECCIONADOS

1971 - 1982
(Kcal (10)⁶/Ton. de Acero)

País	1971	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Austria.	5.1750	4.9756	5.0524	4.8864	4.5676	4.9421	5.0617	4.4888	4.1813
Canadá	4.6091	4.7923	4.6426	4.3210	4.4997	4.5347	4.2953	4.3211	4.5489
Estados Unidos	5.7431	5.9528	5.4314	5.2929	5.0486	5.2002	5.8410	5.5716	5.4271
J a p ó n	4.9413	4.5641	4.3650	4.2445	3.9540	3.8340	3.7946	3.7649	3.6685
Australia	6.2942	5.8735	5.8122	6.4186	6.2533	6.1334	5.7320	5.2522	7.2045
Bélgica	4.7903	4.5949	4.7086	4.4685	4.2786	4.2999	4.2666	3.9267	4.1413
Francia	5.6272	5.6047	5.2999	nd	5.2931	4.6747	4.5090	4.1491	3.8908
Alemania Federal	5.7344	5.7351	5.1611	5.0995	4.4021	4.2767	4.4254	4.2125	4.2899
Luxemburgo	5.5000	5.4565	5.3669	5.1282	5.0522	4.3645	4.1360	4.1952	3.9316
España	5.4000	4.7107	4.4345	4.3066	4.0744	3.6006	3.2508	3.7608	3.7654
Suecia	4.4717	4.8571	4.8676	5.2419	4.7399	4.6693	4.6023	4.2706	3.9231
Reyno Unido	6.4702	5.9545	5.3605	5.3696	5.1253	5.2832	5.7373	4.8353	5.0419
Italia	4.2972	3.6165	3.5004	3.3469	3.5003	3.4928	3.1610	3.1884	3.1986
México	7.9991	7.3236	7.6595	8.6009	8.1479	7.8358	7.7580	7,2341	7.9737
Promedio de la - muestra sin Méx.	5.3126	5.1299	4.9233	4.8437	4.8299	4.5612	4.5256	4.2273	4.4231

nd No disponible.

FUENTE: Elaborado en base a datos de International Energy Agency, IISI e ILAPA. para México se elaboró en base a datos reportados por las empresas.

CUADRO 15
 CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
 1970-1983
 (MILES DE PESOS)

AÑOS	COQUE DE CARBON %	GAS NATURAL %	D I E S E L %	COMBUSTOLEO %	ELECTRICIDAD %	T O T A
1970	541 134.0 (60.29)	175 320.0 (19.53)	2 077.2 (0.24)	11 105.6 (1.24)	167 868.0 (18.70)	297 504.
1971	546 711.0 (59.38)	182 868.0 (19.86)	2 111.9 (0.23)	9 984.5 (1.08)	178 992.0 (19.45)	520 567.
1972	623 271.0 (58.89)	224 448.0 (21.21)	2 386.8 (0.23)	12 974.0 (1.23)	195 108.0 (18.44)	1 058 299.
1973	664 651.0 (58.36)	254 152.0 (21.32)	2 250.3 (0.19)	16 150.4 (1.38)	220 032.0 (18.75)	1 173 235.
1974	1 289 322.5 (67.64)	232 136.0 (17.42)	4 543.9 (0.24)	35 991.6 (1.89)	244 116.0 (12.81)	1 906 110.
1975	1 250 655.0 (65.12)	295 398.0 (15.38)	4 814.4 (0.25)	39 425.1 (2.05)	330 210.0 (17.19)	1 920 702.
1976	1 520 359.8 (57.13)	288 198.0 (10.83)	5 355.4 (0.20)	53 917.6 (2.02)	793 504.0 (29.82)	2 661 334.
1977	1 816 960.4 (52.62)	521 846.0 (15.11)	36 779.2 (1.06)	80 265.5 (2.32)	997 696.0 (28.89)	3 453 547.
1978	2 605 064.0 (59.10)	595 452.0 (13.51)	19 760.9 (0.45)	89 607.7 (2.03)	1 098 176.0 (24.91)	4 408 060.
1979	3 423 090.0 (55.81)	763 189.0 (12.44)	16 553.1 (0.27)	42 080.0 (0.69)	1 888 110.0 (30.79)	6 133 022.
1980	4 230 322.8 (55.74)	1 112 790.0 (14.66)	18 716.9 (0.24)	27 080.5 (0.36)	2 200 640.0 (29.60)	7 569 550.
1981	4 956 420.0 (48.94)	1 594 488.0 (15.74)	51 660.7 (0.51)	159 683.6 (1.58)	3 366 234.0 (33.23)	10 126 486.
1982	7 762 337.6 (43.02)	5 154 910.0 (28.58)	870 929.0 (4.83)	368 655.0 (2.04)	3 884 452.0 (21.53)	18 033 235.
1983	11 877 600.0 (32.08)	20 027 163.1 (54.07)	372 065.6 (1.00)	498 117.1 (1.34)	4 261 760.0 (11.51)	37 036 705.
PROMEDIO 1970-1983	- (55.29)	- (19.98)	- (0.71)	- (1.52)	- (22.50)	-

FUENTE: Elaborado con base a datos del cuadro 11 y de los precios promedio de los energéticos obtenidos de: PEMEX Anuario Estadístico 1983, México 1983, Canacero circulares de información. México, varios años; C.F.E., Evolución de las Tarifas de Energía Eléctrica en México, 1962-1980. México, 1981.

CUADRO 16
 PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL
 1960-2000
 (Millones de pesos a precios
 de 1970)

AÑO	PIB		
1960		212 522	
1961		222 950	
1962		233 384	
1963		252 029	
1964		281 633	
1965		299 801	
1966		320 492	
1967		340 567	
1968		368 364	
1969		391 827	
1970		444 271	
1971		462 804	
1972		502 086	
1973		544 307	
1974		577 568	
1975		609 976	
1976		635 831	
1977		657 722	
1978		711 982	
1979		777 163	
1980		841 854	
1981		908 765	
1982		903 839	
1983		856 174	
	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO III
1984	885 928	885 928	885 928
1985	930 447	934 878	939 308
1986	976 969	986 296	995 666
1987	1025 817	1040 542	1055 406
1988	1077 108	1097 772	1118 730
1989	1109 471	1136 194	1163 479
1990	1142 704	1175 961	1210 018
1995	1390 274	1500 857	1619 278
2000	1691 481	1915 516	2166 959
T.M.C.A			
1960-1970		7.65	
1971-1980		6.87	
1981-1984		-0.84	
1985-1988	5.00	5.50	6.00
1989-2000	3.91	4.86	5.82

NOTAS Y FUENTES: Para 1984, se empleó la estimación del PIB realizada por SPP en la versión preliminar de cuentas nacionales (México 1985); Para el período 1985-1988 las estimaciones corresponden a las tasas de crecimiento planteadas por el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 expedida por el Poder Ejecutivo Federal en 1983. Por su parte, las estimaciones de 1989-2000 fueron realizadas por el I.M.P. S.P.E.I., División de Planeación de Energéticos, 1984. El PIB correspondiente a los años 1960 a 1969 fueron obtenidos de las estadísticas de la oficina de cuentas de producción 1960-1976. Banco de México, México, 1977. y de 1970 a 1983 de SPP de Cuentas Nacionales, años, México.

CUADRO 17
 POBLACION MEXICANA
 1960-2000
 (Miles. de habitantes)

AÑO	PO
1960	34 990
1961	36 215
1962	37 482
1963	38 794
1964	40 152
1965	41 557
1966	43 012
1967	44 517
1968	46 075
1969	47 688
1970	49 357
1971	51 060
1972	52 796
1973	54 565
1974	56 366
1975	58 198
1976	60 060
1977	61 952
1978	63 873
1979	65 821
1980	67 796
1981	69 762
1982	71 715
1983	73 752
1984	75 792
1985	77 456
1986	79 315
1987	81 139
1988	82 924
1989	84 865
1990	86 359
1995	92 996
2000	99 604
T.M.C.A	
1960-1970	3.50
1971-1980	3.20
1981-1984	2.70
1985-1988	2.30
1989-2000	1.49

NOTAS Y FUENTES: Las estimaciones de población de 19...-2000 corresponden a las realizadas por CONAPO, DGE y CELADE, México: -- Estimaciones y Proyecciones de Población 1950-2000, México, 1983. Los datos de población de 1960-1983 son los reportados por Nacional Financiera, La Economía Mexicana en Cifras, México, 1981. (Censos de población 1960, 1970 y 1980 y extrapolaciones e interpolaciones para los demás años).

CUADRO 18

PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
1960-2000
(Millones de pesos a precios de 1970)

<u>AÑO</u>	<u>PIBC</u>		
1960		9,622	
1961		9,570	
1962		10,197	
1963		11,684	
1964		13,648	
1965		13,451	
1966		15,384	
1967		17,387	
1968		19,569	
1969		20,421	
1970		23,530	
1971		22,468	
1972		25,316	
1973		29,007	
1974		30,970	
1975		32,792	
1976		34,310	
1977		32,494	
1978		36,532	
1979		41,297	
1980		46,379	
1981		51,852	
1982		49,259	
1983		40,393	
	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	41,887	41,887	41,887
1985	44,819	45,238	45,657
1986	47,956	48,857	49,766
1987	51,313	52,766	54,245
1988	54,905	56,987	59,127
1989	57,101	59,551	62,083
1990	59,385	62,231	65,187
1995	71,215	76,444	81,235
2000	85,401	93,904	101,234
<u>T.M.C.A</u>			
1960-1970		9.35	
1971-1980		8.39	
1981-1984		-6.87	
1985-1988	7.00	8.00	9.00
1989-2000	3.73	4.23	4.54

NOTAS Y FUENTES: El PIB Construcción de 1970 a 1983 según datos para la rama 60 de SPP Sistemas de Cuentas Nacionales de México México varios años. De 1960 a 1969 se obtuvo de Banco de México, estadísticas de la oficina de cuentas de producción 1960-1976 México 1977, (y corresponde a la rama 36 análoga a la rama 46 del sistema de cuentas nacionales); Para 1984 de la versión preliminar de cuentas nacionales (SPP); de 1985-1988, de las -- estimaciones del Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 y por último de 1989 a 2000 de estimaciones de la División de Energéticos del I.M.P. (1985).

CUADRO 19

PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA INDUSTRIA BASICA DEL HIERRO
Y EL ACERO
1960-2000

(Millones de pesos a precios de 1970)

AÑO	PIBS		
1960		1,691	
1961		1,760	
1962		1,796	
1963		2,124	
1964		2,545	
1965		2,636	
1966		2,970	
1967		3,220	
1968		3,501	
1969		3,722	
1970		4,753	
1971		4,760	
1972		5,420	
1973		5,917	
1974		6,584	
1975		6,667	
1976		6,761	
1977		7,269	
1978		8,869	
1979		9,428	
1980		9,723	
1981		10,040	
1982		9,265	
1983		8,777	
	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	9,920	9,920	9,920
1985	11,498	11,551	11,603
1986	12,048	12,158	12,269
1987	12,625	12,799	12,975
1988	13,231	13,476	13,723
1989	13,613	13,930	14,252
1990	14,006	14,399	14,802
1995	16,932	18,239	19,638
2000	20,491	23,138	26,110
<u>T.M.C.A</u>			
1960-1970		10.89	
1971-1980		8.26	
1981-1984		-0.40	
1985-1988	4.79	5.27	5.75
1985-2000	3.79	4.72	5.66

NOTAS Y FUENTES: El PIB de Industrias Básicas del Hierro y el Acero de 1970-1983 se obtuvo de datos para la rama 46 de SPP, Sistema de Cuentas Nacionales de México. México varios años y de 1960 a 1969 del Banco de México, Estadísticas de la Oficina de Cuentas de Producción 1960-1976. México 1977 (datos para la Rama 29 análoga a la 46 del sistema de cuentas nacionales).

La proyección para el período 1984-2000 se obtuvo de la ecuación de regresión.

$$PIBS = -233.22 + .0118166 PIBT \quad \text{con } R^2 = .89928, F=187.502,$$

$$DW = 1.39255; ES = 324.25$$

Donde; PIBS es el Producto Interno Bruto de las Industrias Básicas del Hierro y Acero con precios constantes de 1970 con transformación Theil-Nagar (1a. iteración).

PIBT es el producto Interno Bruto Total a precios constantes de 1970, con transformación Theil-Nagar (1a. iteración.).

CUADRO 10
 PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA FABRICACION DE
 MAQUINARIA, APARATOS Y EQUIPO
 1960-2000

(Millones de pesos a precio de 1970)

ANO	PIBME		
1960		1,803	
1961		2,295	
1962		2,180	
1963		2,688	
1964		3,905	
1965		4,743	
1966		5,447	
1967		5,388	
1968		6,572	
1969		6,748	
1970		7,068	
1971		7,158	
1972		8,153	
1973		9,666	
1974		10,390	
1975		11,041	
1976		12,135	
1977		12,448	
1978		14,201	
1979		16,582	
1980		18,034	
1981		19,437	
1982		17,033	
1983		13,770	
	ESCENARIO I	ESCENARIO II	ESCENARIO-III
1984	14,450	14,450	14,450
1985	16,610	16,821	16,889
1986	18,364	18,760	19,072
1987	19,903	20,473	21,632
1988	21,334	22,078	23,189
1989	21,698	22,601	23,741
1990	22,216	23,282	24,509
1995	28,088	31,393	32,815
2000	34,855	40,962	45,034
T.M.C.A			
1960-1970		14.64	
1971-1980		10.81	
1981-1984		-9.41	
1985-1988	8.70	9.49	11.15
1989-2000	4.40	5.55	5.99

NOTAS Y FUENTE: El PIB Maquinaria y Equipo para el período 1970-1983 es el correspondiente a la agregación de las ramas 51,52,54 y 55 de SPP, Sistema de Cuentas Nacionales de México, Varios años; y para el período 1960-1970 correspondiente a la rama 33 (análoga a la agregación de rama 51,52,54 y 55 de cuentas nacionales) de Banco de México, Estadísticas de la oficina de cuentas de producción 1960-1970, México 1977.

La proyección para el período 1984-2000 se obtuvo de la ecuación de regresión.

$$\text{PIBME} = -1169.96 + .0476704 \text{PIBT}_T - .0399187 \text{PIBT}_{T-1} + .608231 \text{PIBME}_{T-1}$$

con $r^2 = .99322$; $F = 927.58$; $R = .08608$; $ES = 465.10$

Donde:

PIBME_T = Es el producto interno bruto de maquinaria y equipo a precios constantes de 1970 para el año T

PIBME_{T-1} = Es el producto interno bruto de maquinaria y equipo a precios constantes de 1970 para el año T-1

PIBT_T = Es el producto interno bruto total a precios constantes de 1970 del año T.

PIBT_{T-1} = Es el producto interno bruto total a precios constantes de 1970 del total constante año T-1

CUADRO 21

INDICE DE VOLUMEN DE LA PRODUCCION DE LA INDUSTRIA
BASICA DEL HIERRO Y EL ACERO
1960 -2000
(1970 =100)

<u>ARO</u>	<u>IVPS</u>
1960	39.5
1961	40.8
1962	43.0
1963	50.9
1964	59.3
1965	64.1
1966	72.7
1967	77.3
1968	85.7
1969	92.6
1970	100.0
1971	100.2
1972	114.0
1973	124.4
1974	138.5
1975	140.3
1976	142.2
1977	152.9
1978	186.8
1979	198.4
1980	204.6
1981	211.2
1982	192.6
1983	182.4

	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	208.7	208.7	208.7
1985	241.9	243.0	244.1
1986	253.5	255.8	258.1
1987	265.6	269.3	273.0
1988	278.4	283.5	288.7
1989	286.4	293.1	299.9
1990	294.7	302.9	311.4
1995	356.2	383.7	413.2
2000	431.1	486.8	549.3
<u>T.H.C.A.</u>			
1960-1970		9.73	
1971-1980		8.25	
1981-1984		-0.40	
1985-1988	4.80	5.27	5.75
1989-2000	3.79	4.72	5.66

NOTAS Y FUENTE: El índice de volumen de la producción siderúrgica (rama 46 en el -- sistema de cuentas nacionales de México) se obtuvo ; del período 1960-1969 de las Estadísticas de la oficina de cuentas de producción, Banco de México, México 1977 y del período 1970-1983 del Sistema de cuentas nacionales de México, SPP varios años, para el período 1984-2000 y de acuerdo a las estimaciones del PIB siderúrgico de la siguiente expresión:

$$IVPS_t = PIBS_t$$

$$PIBS_t = 1970$$

Donde $IVPS_t$ = Índice de volumen de producción del año t

$PIBS_t$ = Producto interno bruto de la industria siderúrgica del año t

$PIBS_{t=1970}$ = Producto interno bruto de la industria siderúrgica del año 1970.

CUADRO 2J

FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO TOTAL
1960-2000
(Millones de Pesos a precios de 1970)

<u>AÑO</u>	<u>FBKFT</u>		
1960			36 017
1961			35 038
1962			36 364
1963			42 049
1964			48 332
1965			52 688
1966			57 500
1967			65 795
1968			71 277
1969			75 982
1970			88 661
1971			87 142
1972			97 806
1973			112 228
1974			121 096
1975			132 316
1976			132 910
1977			123 986
1978			142 799
1979			171 714
1980			197 364
1981			226 427
1982			190 313
1983			137 241
	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	144 213	144 213	144 213
1985	206 432	208 534	209 980
1986	222 968	227 223	231 115
1987	239 114	245 661	254 980
1988	255 399	264 448	275 336
1989	263 013	273 787	285 869
1990	271 572	284 165	297 794
1995	330 526	359 839	379 329
2000	399 963	450 990	489 508
<u>T.M.C.A</u>			
1960-1970		9.43	
1971-1980		9.51	
1981-1984		-13.96	
1985-1988	7.35	8.24	9.45
1989-2000	3.88	4.64	5.01

NOTAS Y FUENTES: La formación bruta de capital total para el período 1960-1969 se obtuvo de las Encuestas, Acervos y Formación de Capital. Banco de México Tomo I. México 1977. De 1970-1983 del Sistema de Cuentas Nacionales de México SPP varios años. Para el período 1984 a 2000 y de acuerdo a las estimaciones del PIB de la Industria de la Construcción y del PIB de Maquinaria, aparatos y Equipo (Ramas 51, 52, 54 y 55) se obtienen de la siguiente expresión:

$$FBKFT^{**} = -4396.28 + 4.58676 PIBME^{**} + 2.70676 PIBC^{**}$$

$$CON: R^2 = .91689 \quad F = 104.812 \quad DW = 1.42089 \quad ES = 6195.2$$

Donde: FBKFT es la formación bruta de capital fijo total a precios constantes de 1970

PIBME es el producto interno bruto de Maquinaria y Equipo a precios constantes de 1970

PIBC es el producto interno bruto de la industria de la construcción a precios constantes de 1970.

(Estas variables, tienen transformación Theil-Nagar 2a. iteración).

CUADRO 23
 CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ACERO
 1960-2000
 (Toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>CNA</u>
1960	1 921 230
1961	1 869 111
1962	1 878 581
1963	2 085 718
1964	2 579 015
1965	2 799 786
1966	3 007 287
1967	3 259 518
1968	3 536 584
1969	3 710 883
1970	4 019 887
1971	3 904 199
1972	4 491 926
1973	4 955 161
1974	5 365 057
1975	5 579 465
1976	5 499 206
1977	5 678 208
1978	6 871 252
1979	7 341 392
1980	7 749 670
1981	8 296 946
1982	7 170 060
1983	6 917 931

	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	7 569 074	7 569 074	7 569 074
1985	8 942 770	8 988 537	9 030 208
1986	9 390 253	9 485 073	9 577 617
1987	9 850 141 ^a	10 000 817	10 168 708
1988	10 331 670	10 539 513	10 761 805
1989	10 616 618	10 882 713	11 159 943
1990	10 916 369	11 238 336	11 575 673
1995	13 109 541	14 108 653	15 105 706
2000	15 762 860	17 737 386	19 832 658

T.M.C.A

1960-1970		7.66	
1971-1980		7.91	
1981-1984		-3.01	
1985-1988	4.93	5.45	6.02
1989-2000	3.66	4.54	5.37

NOTAS Y FUENTES: El consumo nacional aparente de acero de 1960-1983 se obtuvo de la Política Siderúrgica en México, IPN. Dr. Octavio Gómez Haro, Méx. 1976. Y de 1970-1983 de producción más importancia menos exportación (carras CANACE RO). De 1984-2000 son los resultados de proyección a partir de la ecuación de regresión:

$$CNA = 475195.47970 + 29677.00105 \text{ IVPBHA} + 6.24277 \text{ FBKFT}$$

$$\text{Con: } R^2 = .99763; F = 4426.6139; ES = 103254.4454 \text{ LW} = 2.3183$$

$$F_1 \text{ parcial} = 302.884; F_2 \text{ parcial} = 12.658; ES_1 = 1705.2267; ES_2 = 1.75469$$

Donde: CNA es el consumo nacional aparente de acero (Tons)

IVPBHA es el índice de volumen de la producción de la industria siderúrgica (1970=100).

FBKFT es la formación bruta de capital fijo (mill. de pesos de 1970)

CUADRO 24
 PRODUCCION NACIONAL DE ACERO
 1960-2000
 (Toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>P</u>
1960	1 491 778
1961	1 693 076
1962	1 710 662
1963	2 026 033
1964	2 326 496
1965	2 454 680
1966	2 787 478
1967	3 039 649
1968	3 256 064
1969	3 466 962
1970	3 881 201
1971	3 820 818
1972	4 430 599
1973	4 759 861
1974	5 137 559
1975	5 272 404
1976	5 298 148
1977	5 601 297
1978	6 775 443
1979	7 117 254
1980	7 156 069
1981	7 672 704
1982	7 048 000
1983	6 948 200

	<u>ESCENARIO I</u>	<u>ESCENARIO II</u>	<u>ESCENARIO III</u>
1984	7 617 956	7 617 956	7 617 956
1985	8 681 065	8 713 801	8 743 608
1986	9 077 618	9 145 442	9 211 645
1987	9 479 976	9 587 753	9 707 908
1988	9 895 303	10 043 971	10 202 975
1989	10 168 159	10 358 494	10 556 794
1990	10 450 301	10 680 601	10 921 895
1995	12 334 291	13 048 946	13 762 193
2000	14 539 377	15 951 736	17 450 464

T.M.C.A

1960-1970		10.03	
1971-1980		7.22	
1981-1984		-0.24	
1985-1988	4.46	4.85	5.28
1989-2000	3.30	4.00	4.67

NOTAS Y FUENTES: La producción de acero de 1960-1969 se obtuvo de "La Economía Mexicana en cifras" 1981.NAFINSA (cifras canacero) De 1970-1983 de circulares varias de CANACERO y de 1984-2000 como resultado de la proyección a partir de la ecuación de regresión.

$P = -1366047.00799 + 0.71529 \text{ CNA} + 46.48818 \text{ PO}$
 Con: $R^2 = .99746$; $F = 4122.4489$; $ES = 105778.164$; $DW = 1.94549$
 $F_1 \text{ Parcial} = 186.077$; $F_2 \text{ Parcial} = 27.759$; $ES_1 = .05244$; $ES_2 = 882345$

Donde: P es la producción de acero (Tons).

CNA es el Consumo, Nacional aparente de acero (Tons)

PO es la población. (No. de habitantes).

CUADRO 25
CAPACIDAD INSTALADA DE ACERO
1970-2000
(Toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>CIA</u>
1970	4 455 000
1971	4 945 000
1972	5 380 000
1973	5 630 000
1974	6 380 000
1975	7 955 000
1976	8 492 000
1977	8 719 000 ^{2/}
1978	8 946 000 ^{2/}
1979	9 173 000 ^{2/}
1980	9 400 000 ^{2/}
1981	10 100 000
1982	10 100 000
1983	10 600 000
1984	10 600 000
1985	10 600 000
1986	11 470 000 ^{1/}
1987	12 985 000 ^{2/}
1988	12 985 000
1989	14 985 000 ^{1/}
1990	14 985 000
1995	17 500 000 ^{2/}
2000	20 000 000 ^{2/}

-
- 2/ Estimado
 - 1/ Ampliación de la capacidad instalada en AHMSA por 870 mil toneladas.
 - 2/ Ampliación de la capacidad instalada en HYLSA y TANSA POR 1065 y 450 mil toneladas respectivamente.
 - 3/ Ampliación de la capacidad instalada en SICARTSA por 2 millones de Tons.

FUENTE: Instituto Mexicano del Petróleo. División de Planeación de Energéticos. SPEI. México, 1985.

CUADRO 26

MODELO ECONOMETRICO DE PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL
APARENTE DE ACERO

I. Consumo Nacional Aparente.

$$CNA = 475453.48377 + 29686.74526 IVPS + 6.23161 FBKFT$$

$$\begin{array}{ll} ES = 1698.75 & ES = 1.75 \\ T = 17.48 & T = 3.56 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} R^2 & = 0.99765 \\ F & = 4463.05 \\ ES & = 102856.25 \\ DW & = 2.16 \end{array}$$

Donde:

CNA es el consumo nacional aparente de acero (TONS).
IVPS es el índice del volumen de la producción de la industria siderúrgica (1970=100)
FBKFT es la formación bruta de capital fijo total (millones de pesos de 1970).

II. Producción.

$$P = 1366047.00799 + 0.71529 CNA + 46.48818 POB$$

$$\begin{array}{ll} ES = 0.05244 & ES = 8.82234 \\ T = 13.64 & T = 5.27 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} R^2 & = 0.99746 \\ F & = 4122.4489 \\ ES & = 105778.164 \\ DW & = 1.40 \end{array}$$

Donde:

P es la producción de acero (Tons.)
CNA es el consumo nacional aparente de acero (Tons.)
POB es la población (No. de habitantes en México)

NOTA: Véase apéndice econométrico .

CUADRO 27

MODELOS ECONOMETRICOS DE APOYO

I. Producto Interno Bruto Siderúrgico.

$$PIB = 233.22 + 0.0118166 PIBT$$

$$ES = 181.48$$

$$T = 1.29$$

$$R^2 = 0.88928$$

$$F = 187.502$$

$$ES = 324.25$$

$$DW = 1.39255$$

Donde PIBS es el Producto Interno Bruto, Siderúrgico con transformación Theil Nagar, la. iteración (Millones de pesos de 1970).

PIBT es el Producto Interno Bruto Total con Transformación Theil Nagar, la. iteración (Millones de pesos de 1970).

II. Producto Interno Bruto de la Fabricación de Maquinaria, Aparatos y Equipo.

$$PIBME_t = 1169.96 + 0.0476704 PIBT + 0.0399187 PIBT_{t-1} + 0.608231 PIBME_{t-1}$$

$$ES = 0.004$$

$$T = 10.91$$

$$ES = 0.004$$

$$T = 8.77$$

$$R^2 = 0.99322$$

$$F = 927.58$$

$$ES = 465.10$$

$$H = 0.08608$$

$$DW = 1.52545$$

Donde $PIBME_{t(t-1)}$ es el producto interno bruto de la fabricación de maquinaria, aparatos y equipo del año t (t-1) en millones de pesos de 1970;

$PIBT_{t(t-1)}$ es el producto interno bruto total del año t (t-1) en millones de pesos de 1970.

III. Formación Bruta de Capital Fija Total.

$$FBKFT = 4396.28 + 4.58676 PIBME + 2.70676 PIBC$$

$$ES = 2.58$$

$$T = 1.78$$

$$ES = 1.03$$

$$T = 2.62$$

$$R^2 = 0.91689$$

$$F = 104.812$$

$$ES = 6195.2$$

$$DW = 1.42089$$

Donde : FBKFT** es la formación bruta de capital fijo total con segunda transformación a través del método Theil Nagar (en millones de pesos de 1970)

PIBME** es el producto interno bruto de la fabricación de maquinaria, aparatos y equipo con segunda transformación a través del método Theil Nagar (en millones de pesos de 1970).

PIBC** es el producto interno bruto de la construcción con segunda transformación Theil Nagar (en millones de pesos de 1970).

CUADRO 2B

PROYECCION DE CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA EN
LA INDUSTRIA SIDERURGICA
(Kcal (10)⁶/Ton. de Acero)

ARO	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	AHORRO PROBABLE S=I-II %=S/I	
1984	7.7566	7.7566		
1985	7.7527	7.5290	0.2237	2.9
1986	7.7487	7.3938	0.3549	4.6
1987	7.7448	7.1838	0.5610	7.2
1988	7.7408	6.9865	0.7543	9.7
1989	7.7369	6.7769	0.9600	12.4
1990	7.7329	6.5729	1.1600	15.0
1995	7.7132	6.1737	1.5395	20.0
2000	7.6935	6.1547	1.5388	20.0

CUADRO 29
 PROYECCION DE CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA
 1984-2000
 (Alternativa I)
 (Kcal(10)¹²/Ton.acero)

AÑO	COQUE	%	GAS	%	ELECTRICI DAD	%	COMBUSTO LEO	%	DIÉSEL	%	TOTAL	%
1984	2.2742	29.32	4.1415	53.38	1.1328	14.61	0.1817	2.33	0.0274	0.36	7.7566	100.00
1985	2.2247	28.70	4.1764	53.84	1.1474	14.81	0.1801	2.33	0.0241	0.32	7.7527	100.00
1986	2.1275	27.46	4.2444	54.76	1.1763	15.19	0.1789	2.31	0.0216	0.28	7.7427	100.00
1987	2.0799	26.86	4.2668	55.08	1.1906	15.38	0.1781	2.30	0.0294	0.38	7.7448	100.00
1988	2.0745	26.80	4.2542	54.93	1.2045	15.57	0.1774	2.30	0.0302	0.40	7.7408	100.00
1989	2.0738	26.81	4.2088	53.99	1.2474	16.52	0.1760	2.28	0.0309	0.40	7.7369	100.00
1990	2.0735	26.82	4.1555	55.00	1.2918	15.42	0.1788	2.32	0.0333	0.44	7.7329	100.00
1995	1.9746	25.61	4.2360	54.90	1.3066	16.94	0.1569	2.04	0.0391	0.51	7.7132	100.00
2000	1.8775	24.41	4.3124	56.04	1.3198	17.16	0.1376	1.79	0.0461	0.60	7.6934	100.00

PROYECCION DE CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA
1984-2000
(Alternativa II)
(Kcal(10)¹²/Ton. de acero)

AÑO	COQUE	%	GAS	%	ELECTRICI DAD	%	COMBUSTO LEO	%	DIESEL	%	TOTAL	%
1984	2.2742	29.32	4.1415	53.39	1.1328	14.60	0.1817	2.34	0.0274	0.35	7.7566	100.00
1985	2.0022	26.59	4.1764	55.47	1.1474	15.24	0.1801	2.40	0.0229	0.30	7.5290 ^{1/}	100.00
1986	1.8084	24.46	4.2444	57.40	1.1763	15.91	0.1431	1.94	0.0216	0.29	7.3938 ^{2/}	100.00
1987	1.7679	24.61	4.0535	56.43	1.1906	16.57	0.1424	1.98	0.0294	0.41	7.1838 ^{3/}	100.00
1988	1.7633	25.24	3.8288	54.80	1.2045	17.24	0.1597	2.29	0.0302	0.43	6.9865 ^{4/}	100.00
1989	1.7627	26.00	3.5775	52.79	1.2474	18.41	0.1584	2.34	0.0309	0.46	6.7769 ^{5/}	100.00
1990	1.7625	26.81	3.3244	50.58	1.2918	19.65	0.1609	2.45	0.0333	0.51	6.5729 ^{6/}	100.00
1995	1.5797	25.59	3.3888	54.89	1.0453	16.93	0.1255	2.03	0.0344	0.56	6.1737 ^{7/}	100.00
2000	1.5020	24.40	3.4499	56.06	1.0558	17.15	0.1101	1.79	0.0369	0.60	6.1547 ^{7/}	100.00

1/ Con un ahorro del 10% delcoque y 5% del diesel respecto a la aternativa I

2/ Con un ahorro del 15% de coque y 20% en el de combustóleo.

3/ Con un ahorro de 15% de coque y 5% de gas natural y 20% de combustóleo.

4/ Con un ahorro del 15% de coque y 10% de gas natural y 10% de combustóleo.

5/ Con un ahorro del 15% de coque, 15% de gas natural y 10% de combustóleo.

6/ Con un ahorro del 15% de coque, 20% de gas natural y 10%de combustóleo

7/ Con un ahorro del 20% en todos los energéticos.

CUADRO 31
 PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE INDUSTRIA SIDERURGICA
 1984-2000.
 Escenario I
 (Kcal(10)¹²)

AÑO	COQUE		GAS		ELECTRICIDAD		COMBUSTOLEO		DIESEL		TOTAL	
	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II
1984	17.325	17.325	31.542	31.542	8.633	8.633	1.377	1.377	0.212	0.212	59.089	59.089
1985	19.316	17.379	36.235	36.255	9.967	9.961	1.568	1.569	0.216	0.196	67.302	65.360
1986	19.315	16.417	38.518	38.526	10.685	10.673	1.625	1.332	0.197	0.195	70.340	67.112
1987	19.721	16.760	40.440	38.430	11.292	11.284	1.669	1.349	0.279	0.279	73.421	68.162
1988	20.528	17.449	42.075	37.885	11.926	11.919	1.762	1.584	0.307	0.297	76.598	69.134
1989	21.091	17.916	42.174	36.377	12.996	12.686	1.794	1.613	0.315	0.317	78.670	68.909
1990	21.673	18.415	44.446	34.743	12.461	13.497	1.875	1.684	0.356	0.350	80.811	68.689
1995	24.365	19.486	52.230	41.798	16.116	12.892	1.941	1.546	0.485	0.426	95.137	76.148
2000	27.304	21.835	62.685	50.166	19.195	15.345	2.002	1.603	0.671	0.537	111.557	89.486

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE INDUSTRIA SIDERURGICA
1984-2000
Escenario I

AÑO	COQUE		GAS NATURAL		GAS DE COQUE		ELECTRICIDAD		COMBUSTOLEO		DIESEL	
	ALT. I (Miles Tons)	ALT. II	ALT. I (Mill.m ³)	ALT. II	ALT. I (Mill.M ³)	ALT. II	ALT. I (GWH)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II
1984	2,321	2,321	3,616	3,616	218	218	3,019	3,019	137	137	23	23
1985	2,598	2,328	4,155	4,157	224	250	3,485	3,483	157	157	23	21
1986	2,587	2,199	4,416	4,417	266	266	3,736	3,734	162	130	21	21
1987	2,642	2,245	4,637	4,406	279	265	3,948	3,945	168	135	30	30
1988	2,750	2,337	4,824	4,344	290	262	4,170	4,167	176	158	33	30
1989	2,825	2,400	4,836	4,171	291	251	4,544	4,436	179	161	34	34
1990	2,903	2,467	5,096	3,984	307	240	4,357	4,719	187	168	39	32
1995	3,264	2,610	5,989	4,792	361	289	5,635	4,508	194	154	52	46
2000	3,658	2,925	7,187	5,752	433	346	6,712	5,365	200	160	73	58

CUADRO 33

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE INDUSTRIA SIDERURGICA
1984-2000
Escenario II
(Kcal(10)¹²)

AÑO	COQUE		GAS		ELECTRICIDAD		COMBUSTOLOS		DIESEL		TOTAL	
	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II
1984	17.325	17.325	31.542	31.542	8.633	8.633	1.377	1.377	0.212	0.212	59.029	59.029
1985	19.388	17.445	36.372	36.391	10.005	9.998	1.574	1.575	0.216	0.197	67.555	65.606
1986	19.460	16.540	38.806	38.814	10.764	10.758	1.637	1.312	0.198	0.196	70.865	67.620
1987	19.945	16.950	40.900	38.867	11.420	11.413	1.708	1.364	0.282	0.282	74.255	68.876
1988	20.336	17.711	42.707	38.454	12.105	12.098	1.768	1.607	0.312	0.302	77.748	70.172
1989	21.486	18.251	43.269	37.053	12.240	12.923	1.827	1.643	0.321	0.323	80.143	70.198
1990	22.152	18.821	45.426	35.509	12.736	13.794	1.915	1.720	0.363	0.359	82.592	70.203
1995	25.776	20.615	55.256	44.219	17.050	13.639	2.053	1.636	0.514	0.451	100.649	80.560
2000	29.957	23.955	68.774	55.039	21.059	16.838	2.197	1.757	0.736	0.589	122.723	98.178

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE INDUSTRIA SIDERURGICA
1984-2000
Escenario II

AÑO	COQUE		GAS NATURAL		GAS DE COQUE		ELECTRICIDAD		COMBUSTOLEO		DIESEL	
	ALT. I (Miles Tons)	ALT. II	ALT. I (Mill.m ³)	ALT. II	ALT. I (Mill.m ³)	ALT. II	ALT. I (GWh)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II
1984	2,321	2,321	3,616	3,616	218	218	3,019	3,019	137	137	23	23
1985	2,590	2,337	4,170	4,172	251	254	3,498	3,496	157	157	23	21
1986	2,607	2,215	4,449	4,450	268	271	3,764	3,762	163	130	21	21
1987	2,672	2,270	4,689	4,456	282	272	3,993	3,990	170	136	31	31
1988	2,791	2,372	4,897	4,409	295	269	4,233	4,230	178	160	34	33
1989	2,878	2,445	4,961	4,249	299	259	4,629	4,518	182	164	35	35
1990	2,967	2,521	5,208	4,071	314	248	4,453	4,823	191	172	39	39
1995	3,453	2,761	6,335	5,070	382	309	5,962	4,769	205	163	56	49
2000	4,013	3,209	7,885	6,310	475	385	7,363	5,887	219	175	80	64

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE INDUSTRIA SIDERURGICA
1984-2000
Escenario III
(Kcal X 10¹²)

AÑO	COQUE		GAS		ELECTRICIDAD		COMBUSTIBLES		DIESEL		TOTAL	
	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II	ALT. I	ALT. II
1984	17.325	17.325	31.542	31.542	8.633	8.633	1.377	1.377	0.212	0.212	59.089	59.039
1985	19.455	17.505	36.497	36.516	10.039	10.033	1.580	1.580	0.216	0.197	67.787	65.231
1986	19.600	16.659	39.087	39.095	10.842	10.836	1.649	1.321	0.200	0.198	71.378	68.169
1987	20.195	17.163	41.412	39.354	11.564	11.556	1.729	1.381	0.226	0.286	75.185	69.740
1988	21.166	17.992	43.383	39.063	12.297	12.290	1.817	1.632	0.316	0.306	78.979	71.283
1989	21.898	18.601	44.097	37.767	13.493	13.171	1.862	1.674	0.327	0.329	81.677	71.542
1990	22.652	19.247	46.452	36.311	13.023	14.106	1.960	1.759	0.371	0.366	84.452	71.789
1995	27.185	21.742	58.277	46.637	17.922	14.384	2.165	1.725	0.541	0.476	106.151	84.964
2000	32.771	26.206	75.235	60.210	23.038	18.419	2.403	1.923	0.806	0.644	134.253	107.402

PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE COMBUSTIBLE INDUSTRIA
SIDERURGICA
1984-2000

Escenario III

Año	COQUE		GAS NATURAL		GAS DE COQUE		ELECTRICIDAD		COMBUSTOLEO		DIESEL	
	ALT. I (Miles Tons)	ALT. II	ALT. I (Mill.m ³)	ALT. II	ALT. I (Mill.m ³)	ALT. II	ALT. I (GWH)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II	ALT. I (Miles m ³)	ALT. II
1984	2,321	2,321	3,616	3,616	218	218	3,019	3,019	137	137	23	23
1985	2,606	2,345	4,185	4,187	252	252	3,510	3,508	158	158	23	21
1986	2,626	2,232	4,482	4,482	270	270	3,791	3,789	165	132	22	21
1987	2,705	2,299	4,748	4,512	286	272	4,043	4,040	173	138	31	31
1988	2,835	2,410	4,974	4,479	300	270	4,300	4,297	181	163	34	33
1989	2,933	2,492	5,056	4,330	304	261	4,718	4,605	185	167	35	35
1990	3,034	2,578	5,326	4,163	321	251	4,553	4,932	196	175	40	39
1995	3,642	2,912	6,682	5,347	402	322	6,287	5,029	216	172	58	51
200	4,390	3,510	8,626	6,903	519	416	8,055	6,440	240	192	87	70

CUADRO 37
 DIFERENCIA ENTRE ALTERNATIVAS 1984-2000
 (ALTERNATIVA II MENOS ALTERNATIVA I)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	ACUMULACION 1985-1990		1995	2000
								VOLUMEN MILL.	PESOS DE 1985		
COQUE DE CARBON (Miles Ton.)											
Esc. I	0	- 260	- 388	- 397	- 613	- 425	- 436	- 2519	- 57 634.7 ^{1/}	- 654	- 733
II	0	- 253	- 392	- 402	- 419	- 433	- 446	- 2345	- 53 653.6 ^{1/}	- 632	- 804
III	0	- 261	- 394	- 406	- 425	- 441	- 456	- 2383	- 54 523.0 ^{1/}	- 730	- 889
GAS NATURAL (Mill. m ³)											
Esc. I	0	2	1	- 231	- 480	- 665	-1112	-2485	- 42 220.2 ^{2/}	-1190	-1305
II	0	2	1	- 233	- 488	- 712	-1137	-2567	- 43 613.3 ^{2/}	-1265	-1575
III	0	2	0	- 236	- 495	- 726	-1163	-2618	- 44 479.8 ^{2/}	-1335	-2223
ELECTRICIDAD (GWH)											
Esc. I	0	- 2	- 2	- 3	- 3	- 108	362	244	732.0 ^{3/}	-1127	-1347
II	0	- 2	- 2	- 3	- 3	- 111	370	249	747.0 ^{3/}	-1193	-1476
III	0	- 2	- 7	- 3	- 3	- 113	379	251	753.0 ^{3/}	-1263	-1615
COMBUSTIBLE (Miles m ³)											
Esc. I	0	0	-32	-33	-18	-18	-19	-120	- 1 218.5 ^{4/}	-40	-40
II	0	0	-33	-34	-18	-18	-19	-122	- 1 238.8 ^{4/}	-42	-44
III	0	0	-33	-35	-18	-18	-21	-125	- 1 269.3 ^{4/}	-44	-48
DIESEL (Miles m ³)											
Esc. I	0	- 2	0	0	- 3	0	- 1	- 6	- 217.2 ^{5/}	- 6	-15
II	0	- 2	0	0	- 1	0	0	- 3	- 108.6 ^{5/}	- 7	-16
III	0	- 2	- 1	0	- 1	0	- 1	- 5	- 181.0 ^{5/}	- 7	-17

NOTA: Los números negativos representan los ahorros de energía, y los positivos el volumen de más consumido o requerido, de implementarse las medidas de ahorro y sustitución.

^{1/} El precio del coque oscila entre 80 y 90 dólares por tonelada equivalentes a 22580 y 25740 pesos / tonelada (15 de agosto de 1985).

^{2/} El precio al público del gas natural en junio de 1985 es de 16.99 pesos/m³.

^{3/} De acuerdo al precio de la tarifa 12, en junio de 1985 (3 pesos/kwh).

^{4/} El precio al público del combustible en junio de 1985 es de 14 154.5 pesos/m³.

^{5/} El precio al público del diesel en julio de 1985 es de 36 200 pesos /m³.

FUENTE: Elaborado en base a datos de los cuadros 32, 34 y 36.

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

1. Altos Hornos de México, (AHMSA). Ahorro de energía. Divi
División de control de energéticos. Fuerza Motriz de Mon
clova. México, 1982.
2. Banco de México. Encuestas, Acervos y Formación de Capi
tal. Tomo I. México, 1977.
3. Banco de México. Estadísticas de la Oficina de Cuentas de
Producción. México, 1977.
4. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.A. Comercio Exte
rior. Revista Mensual. México.
 - La Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas. Septiembre
de 1976.
 - Aumento en el Precio de los Combustibles. Febrero de--
1982.
 - Aumento en el Precio del Gas y Petroquímicos. Agosto -
de 1982.
 - Aumento en el Precio de los Combustibles. Mayo de 1983.
 - Miradas a la Siderurgia. Agosto de 1983.
 - Reservas de Hidrocarburos. octubre de 1983.
 - Producción en SICARTSA en 1983. Febrero de 1984.
5. Bolsa Mexicana de Valores. Estados Financieros Consolida
dados de las Empresas 1975-1983. México 1984
6. Cámara Nacional de la Industria del Hierro y el Acero. -
Directorio de Empresas 83/84. México, 1983
7. Cámara Nacional de la Industria del Hierro y el Acero. -
Circulares de Información. Gerencia de Análisis y Evalua
ción Económica. México, 1984.

8. Cámara Nacional de la Industria del Hierro y el Acero. - Informe al Presidente. CAMIMEX. Revista Bimestral. México, marzo/abril de 1983.
9. Centro de Información y Estudios Nacionales, (CIEN). La Industria Siderúrgica y el Grupo SIDERMEX. México, marzo de 1982.
10. Centro de Información y Estudios Nacionales, (CIEN). La Industria Siderúrgica y la Crisis. México, marzo de 1984.
11. Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S.A. Carta del Presidente a los Accionistas. Asamblea General de Accionistas. México, abril de 1970.
12. Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S.A., Carta a los Accionistas. Asamblea General de Accionistas. México, mayo de 1972.
13. Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica, (CCIS) Agenda Estadística de la Producción Siderúrgica 1973-1975 México, abril de 1976.
14. Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica, (CCIS) y Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, (SEMIP). Boletín. Revista trimestral. México, abril de 1983.
15. Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica, (CCIS) y Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, (SPFI). Boletín. Revista trimestral Nos. 1, 2, 3 y 4. México. -- 1982.
16. Consejo de Recursos Minerales. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. México, 1983.

17. Dagum, Camilo y Mi Bee, Estela. Introducción a la Econometría. Editorial, Siglo XIX. México, 1980.
18. Dirección General de Estadística, Banco de México y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Matriz Insumo-Producto de México. Año 1970. México: DGE, 1979.
19. Dirección General de Estadística, Banco de México y Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Matriz de Insumo-Producto. Año 1975. México: DGE, 1981.
20. Dirección General de Estadística, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Económica para América Latina. Matriz Insumo-Producto. Año 1978. (Actualización). México: DGE, 1981.
21. Dirección General de Estadística, Banco de México, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Sistema de Cuentas Nacionales de México. 1970-1978. Tomo III, Vol 1 y 2. México: DGE, 1981.
22. Dirección General de Estadística, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Económica para América Latina. Sistema de Cuentas Nacionales de México 1979-1981. Tomo II, Vol. 1 y 2. México: DGE, 1983.
23. Dirección General de Estadística, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Sistema de Cuentas Nacionales de México: (estimación preliminar 1984). México: DGE, 1985.
24. Fundidora Monterrey, S.A., Informe Anual 1973. México, - 1974.

25. Fundidora Monterrey, S.A., Informe Anual 1974. México, 1975
26. Fundidora Monterrey, S.A., Informe Anual 1976, México, 1977
27. Gómez Haro, Octavio Dr. La Política Siderúrgica de México, Ediciones del Doctorado en Administración Pública. IPN, México 1976.
- 28.- Gujarati, Damodar. Econometría Básica Editorial Mc Graw Hill. México, 1981.
29. Gutiérrez Pérez Enrique. Industria Siderúrgica y Capitalismo Monopolista de Estado en México 19840-1979. Tesis Profesional. Facultad de Economía, UNAM. México, 1982.
30. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP), Economía de los Energéticos. Cursos regionales SPEI. DPE. México, 1985.
31. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP). Encuesta de Energía en la Industria Siderúrgica 1970-1978, México, 1979.
32. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP), Encuesta de Energía en la Industria Siderúrgica 1979-1981. México, 1982.
33. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP). Encuesta de Energía en la Industria Siderúrgica 1982-1983. México, 1984.
34. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP). Principales Industrias Consumidoras de Energía. La Industria Siderúrgica. - SPEI. DPE. México, 1985.
35. Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP). Serie Energéticos. Volumen II, México, 1979.

36. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. La Industria Siderúrgica en México. México, 1984. SPP. DGE México, D.F. febrero de 1985.
37. International Energy Agency. Balances de Energía 1975-1981. París 1983.
38. Johnston. J. Métodos de Econometría, Ed. Vicens Universi--dad. Tercera Edición. España, 1980.
39. Nacional Financiera, S.A. La Industria Siderúrgica Nacio--nal y el Proyecto Lázaro Cárdenas- Las Truchas. México, 1972
40. Nacional Financiera, S.A., (NAFINSA). Mercado de Valores. Revista Semanal México.
 - Desarrollos recientes de la Industria Siderúrgica Regio--nal. No. 12. México, 24 de marzo de 1980.
 - XXI Congreso de Siderúrgia. No. 45. México, 10 de no--viembre de 1980.
 - El Programa de Energía. No. 8 . México 23 de noviembre de 1980.
 - El Mercado de Energía en México para los Años 1990-2000! No. 16. México 20 de abril de 1981.
 - Programa de Fomento para la Industria Siderúrgica. No.5 México, 10. de febrero de 1982.
 - Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas. No. 29. México 19 de julio de 1982.

- Informe Anual de AHMSA. (1981). Núm. 42. México, 18 de octubre de 1982.
 - Informe Anual de Fundidora Monterrey (1981). Núm. 48 México, 29 de noviembre de 1982.
 - Reservas de Carbón en México. Núm. 9. México 28 de febrero de 1983.
 - Industria Siderúrgica Básica en 1982. Núm. 27. México 4 de julio de 1983.
 - Reservas de Hidrocarburos. Núm. 38. México, 19 de septiembre de 1983.
 - Programación y Ejecución de Proyectos de Inversión. -- Exposición sobre Sidermex. Núm. 43. México 24 de octubre de 1983.
 - La Industria Siderúrgica en 1983. Núm. 31. México 30 de julio de 1984.
41. Nie, Norman H; Hull Chadlai, Jenkins Jeang, Stein Bienner Karn y Bent H. Dale. Statistical Package The Social Sciences. Mc Graw Hill. Book Company. Second Edition. NY.1983.
42. Petróleos Mexicanos. Anuario Estadístico 1983. Médico, -- 1984.
43. Petróleos Mexicanos e Instituto Mexicano del Petróleo. Encuesta de Energía en el Sector Industrial 1982. México. 1984.
44. Petróleos Mexicanos. Informe de Consumo de Gas Natural por Centro de Consumo, Sector Económico y Usuario 1982. México 1983.

45. Petróleos Mexicanos. Memoria de Labores 1980. IMP. SGCDP. División Editorial. México. 1981.
46. Petróleos Mexicanos. Memoria de Labores 1981. IMP. SGCDP. División Editorial. México, 1982.
47. Petróleos Mexicanos. Memoria de Labores 1982. IMP, SGCDP. División Editorial. México 1983.
48. Petróleos Mexicanos. Memoria de Labores 1983. IMP. SGCDP. División Editorial México, 1984.
49. Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988. SPP: Primera Edición. México, mayo de 1983.
50. Poder Ejecutivo Federal. Programa Nacional de Energéticos 1984-1988. SEMIP. Primera Edición. México, agosto de -- 1984.
51. Secretaría de Programación y Presupuesto. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial y CANACERO. La Industria Siderúrgica en México: México, 1983. DGIAl. México, noviembre de 1983.
52. Shutz Estrada Fernando. Tablas de Conservación y Uso Eficiente de la Energía. Colegio de Ingeniería, UNAM. México 1984.
53. Siderúrgica Lázaro Cárdenas- Las Truchas. Reporte de Energéticos. Centro de Control de Energía. Gerencia de Ingeniería Eléctrica. México, mayo de 1981.

54. Siderúrgica Mexicana. (SIDERMEX). Informe Anual 1982. México, 1983.
55. Varios autores. Historia General de México, Tomo II, Colegio de México. México, 1981.
56. Villareal, René. El Desequilibrio Externo en la Industrialización de México (1929-1975). Un enfoque estructuralista Ed. Fondo de Cultura Económica. México, 1976.
57. Zapata, Francisco. Las Truchas. Acero y Sociedad en México Colegio de México. México, 1978.

M-0031148