

21  
24.



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN" 19 1986



ANALISIS ECONOMICO ENERGETICO  
DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
P R E S E N T A N

JOSE ANTONIO URTEAGA DUFOUR  
RODOLFO GUTIERREZ TREJO SLIM

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# ANALISIS ECONOMICO ENERGETICO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

## INDICE GENERAL

<b>INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
Especificación del problema.	ii
Estrategia establecida.	iii
Fundamentación bibliográfica.	iv
Definición de objetivos y alcances.	viii
Contenido.	ix
Marco Teórico	xi
Investigaciones directas	xiii

## CAPITULO 1

<b>IMPORTANCIA DE LA ECONOMIA ENERGETICA.</b>	<b>1</b>
1.1 Origenes.	1
1.2 Analisis del consumo de energia a nivel mundial.	3
1.3 Situación energética nacional.	10

## CAPITULO 2.

<b>DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL</b>	<b>25</b>
2.1 Oferta.	26
2.2 Demanda.	39
2.3 Subproductos de la industria.	45
2.4 Empleo.	51
2.5 Precios.	56
2.6 Comercio exterior.	62
2.7 Costos de producción.	66

### **CAPITULO 3.**

#### **CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA**

<b>NACIONAL</b>	<b>72</b>
3.1 Descripción del proceso productivo.	72
3.2 Evolución del consumo de energía en la industria azucarera nacional.	75
3.3 Análisis del consumo de energía por grupos de ingenios.	78
3.4 Principales determinantes del con - sumo de energía.	91

### **CAPITULO 4**

#### **IMPACTO DE LAS POLITICAS DE AHORRO Y CONSERVACION**

<b>DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL.</b>	<b>101</b>
4.1 Antecedentes.	101
4.2 Principales medidas de ahorro y con - servación en la industria azucarera.	102
4.3 Problemática económica, política y social en la implementación de un programa de ahorro y conservación en la industria azucarera,.	111

<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>116</b>
----------------------	------------

<b>ANEXO I.</b> <b>Aspectos energéticos.</b>	<b>122</b>
---	------------

<b>ANEXO II.</b> <b>El concepto de unidad productiva.</b>	<b>133</b>
--	------------

<b>ANEXO III.</b>	
Tamaño y ubicación de las instalaciones actuales	136
<b>ANEXO IV.</b>	
Descripción del proceso productivo.	143
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	146

## INTRODUCCION.

La época que vive la humanidad es particular y única en muchos sentidos. La evolución tecnológica ha permitido ampliar el conocimiento que el hombre tiene en sus diversas direcciones: él como parte del universo y él, como un universo en sí.

La reflexión y la ampliación de las esferas del conocimiento, se han podido enriquecer gracias a que paulatinamente se han ido generando grupos de trabajo cuya única función sea la investigación científica.

Este proceso de cambio permanente ha mantenido como factor impulsor a un recurso que desde la revolución industrial, hasta la actual revolución tecnológica, ha sido y es el elemento motor del cambio. Este factor es la energía.

De esta forma, la importancia de las fuentes energéticas debiera trascender más allá de los análisis puramente técnicos que de ella se hacen. Por un lado la energía está presente en todos los satisfactores, y por otro, en nuestro país es de vital importancia no sólo para el funcionamiento del aparato productivo, sino también para lograr un verdadero desarrollo económico y social, por lo que el enfoque económico - energético es capaz de propiciar elementos de gran valor para el análisis y planeación de la cuestión energética.

EL panorama energético internacional y nacional puede sintetizarse en los siguientes puntos:

- Crisis del mercado mundial del petróleo que en la actualidad se manifiesta por una drástica caída en los precios del crudo.

- Aguda dependencia de nuestro país hacia los hidrocarburos como fuente energética y un exiguo desarrollo de fuentes alternas.

- Alta dependencia financiera de la economía nacional con respecto a la actividad petrolera y a las exportaciones de hidrocarburos.

- Acelerado crecimiento del consumo de energía en nuestro país.

- Consumos específicos de energía en las actividades productivas nacionales muy superiores a los internacionales.

El uso eficiente de los recursos energéticos; es decir, su ahorro y conservación que implican evitar el despilfarro y fomentar el desarrollo y utilización de fuentes alternas, se convierte en una necesidad primordial e inaplazable; para lograrlo lo primero que se tiene que hacer es conocer en qué sectores se consume la energía, analizar la estructura de demanda con el fin de identificar a los sectores y ramas de actividad económica que hacen un uso más intensivo de la energía. De esta forma es como se llega a ubicar a la industria azucarera como la cuarta consumidora de energía en el sector industrial.

Especificación del problema.

Así, ubicados ya en el análisis de la industria

azucarera, con base en las investigaciones realizadas en relación a su consumo energético, se planteó el siguiente problema: existen posibilidades reales de disminuir los actuales consumos de energía y más aun cambiar los patrones vigentes que se basan en el uso del combustible y regresar a los modelos anteriores que se basaban primordialmente en el uso del bagazo de caña para la generación de energía

#### **Estrategia establecida.**

Para poder resolver el problema planteado, la estrategia a seguir estuvo compuesta por varias etapas, en la primera se recopiló y procesó la información estadística de la evolución de la actividad azucarera de 1970 a 1983, enfocándonos principalmente a su consumo de energía.

Además, hubo necesidad de realizar investigación directa para obtener información adicional entrevistando tanto a pequeños propietarios, ejidatarios y jornaleros dedicados al cultivo de la caña de azúcar; trabajadores de los ingenios El Modelo y La Gloria; así como personal de las oficinas centrales de Azúcar S.A.

Una vez obtenida la información, se realizaron diferentes cruces, para obtener las principales correlaciones que permitieran establecer, en primera instancia, los factores que condicionan la actual situación económica, política y social de la industria azucarera, así como sus problemas fundamentales.

Posteriormente se establecieron las correlaciones



más significativas, fijando así los determinantes del consumo de energía y, ubicando las medidas que podrían inducir ahorros energéticos en esta industria. Para poder llevar a cabo la estrategia de investigación planteada, se recurrió a diversas técnicas de la teoría económica, tanto de la microeconomía como de la macroeconomía y de la contabilidad social.

Por otro lado, ante la situación prevaeciente en la industria azucarera se hizo necesario estudiar la relación de clases al interior de esta agroindustria y su posición ante el sistema, esto a través de un enfoque que considere como un factor prioritario la situación sociopolítica de la agroindustria; que si a primera vista parecen ser cuestiones que no tienen ingerencia en el consumo de energía, durante el desarrollo de esta tesis se resalta su importancia.

#### Fundamentación bibliográfica

De esta forma, además de reunir y procesar toda la información necesaria, se hizo un compendio y análisis bibliográfico de los temas más relevantes de acuerdo a varios niveles: en primer lugar, con la finalidad de conceptualizar a la economía energética, se consultaron los textos de Munashinghe y Schram ( Energy economics demand. Management and conservation policy. ): y el de Richard Eden ( Energy economics: growth and resources policies. ). De estos textos se retomaron algunas ideas de su parte teórica, ya que en su parte de aplicación se dedican a estudios de caso para Estados Unidos y para

algunos países seleccionados. En segundo lugar, con el fin de conocer la situación energética tanto a nivel nacional como internacional se revisaron a autores como Jacinto Viqueira que en sus trabajos estudia la planeación energética y presenta en forma sistemática parte de la terminología relacionada con aspectos energéticos. Otro documento que contiene información fundamental es el Programa Nacional de Energéticos 1984 - 1988, el cual en su parte diagnóstica realiza un brillante análisis tanto en el marco nacional como en el internacional. Por otro lado, con el fin de conocer el entorno internacional de la energía, se revisaron algunas revistas de Comercio exterior y el libro de Michael Tanzer ( Energéticos y política mundial ), entre otros.

En lo que se refiere a la problemática sociopolítica de la agroindustria, se consultaron los estudios de Luisa Paré ( El proletariado agrícola en México ) y de Armando Bartra ( La explotación del trabajo campesino por el capital ); mientras que en el texto de David Ronfeldt ( Atencingo: la política de la lucha agraria en un ejido mexicano ), se aborda de manera interesante la problemática social de un ejido cañero.

Dos textos básicos para el análisis económico - energético aplicado a México son: Demanda sectorial de energía. Análisis y perspectivas ( publicado dentro de la Serie de energéticos por el Instituto Mexicano del Petróleo entre 1975 y 1977 ), y Uso eficiente y conservación de la energía en México: diagnóstico y

perspectivas ( publicado por el Programa de Energéticos de El colegio de México ). En el primero de éstos, se realiza un estudio que va más allá del análisis técnico ya que la teoría y las variables económicas son esenciales dentro de esta investigación. Por su parte, el segundo estudio es una de las más amplias investigaciones, ya que abarca a todos los sectores y actividades consumidoras de energía; de entre sus principales aportaciones destaca su cuestionamiento sobre las posibilidades con las que pueden aplicarse en México medidas para el ahorro y conservación de energía implementadas en países desarrollados; también vale la pena mencionar, que buscando mayores aportaciones de las comparaciones internacionales, se realiza un estudio comparativo de México con un grupo de países que presentan una estructura productiva y nivel de desarrollo similar. Si bien en este texto el análisis de la actividad azucarera es muy superficial ya, que no es su objetivo central; el mismo Programa de Energéticos publicó en la serie Cuadernos sobre perspectiva energética el trabajo Consumo de energía en la industria azucarera 1970 - 1983, cuyo autor, Miguel A. Cáceres, presenta en forma más accesible todos los aspectos de carácter técnico; y establece potenciales de ahorro en base a los índices internacionales, señalando como principal causa de los altos consumos específicos de energía a los tiempos perdidos en el proceso de molienda.

Esta última referencia tiene como antecedente inmediato la investigación de Fernando Shutz y el mismo Miguel A. Cáceres, presentada en el IV Seminario sobre ahorro y uso eficiente de la energía (auspiciado por la Asociación de Industriales de Vallejo en el año de 1984) En este trabajo intitulado *Uso eficiente de la energía en la industria del azúcar*, los autores establecen potenciales de ahorro al demostrar la existencia de un consumo ineficiente, ya que al comparar el crecimiento de la producción de azúcar con el del consumo energético, concluyen que la evolución de ambas variables no sólo no ha sido proporcional, sino que existe una amplia diferencia al observar cómo el aumento del consumo de energía es muy superior al de la producción de azúcar. Además de presentar el hecho de que la participación del combustóleo, como fuente energética de esta industria, es cada vez mayor, en tanto que la del bagazo de caña se ha visto notablemente disminuida. Por último este estudio parte del establecimiento de un potencial de ahorro del 55%, esto basado en las comparaciones internacionales.

De este modo, consideramos importante señalar los antecedentes que dieron lugar a crear en nosotros la necesidad de desarrollar una investigación como la presente, para la cual los libros ya mencionados y algunos otros que aparecen en la bibliografía, fueron la base para definir la estructura y objetivo de este trabajo.

### Definición de objetivos y alcances.

El objetivo central de esta tesis es determinar las posibilidades reales de disminuir los consumos específicos de energía en la industria azucarera nacional a través de medidas no sólo de carácter técnico, sino también de carácter socioeconómico. El objetivo colateral es demostrar las ventajas del ahorro de energía y de reinvertir el actual proceso de consumo energético, y regresar a un patrón basado en el bagazo de caña.

Por otro lado, los alcances de esta investigación pueden clasificarse en dos niveles: en primer término, el académico, ya que en este trabajo se muestra la importancia del estudio de la economía energética y la necesidad de que esta disciplina se incluya dentro del programa de estudio de la carrera de economía. En segundo término, el práctico, pues consideramos que esta investigación puede integrarse como un elemento para formular una base metodológica que facilite la realización de este tipo de estudios en cualquier rama de actividad económica.

### Formulación de hipótesis.

En la realización de esta tesis se trató de comprobar la siguiente hipótesis: bajo las condiciones reales de la industria azucarera nacional es posible, mediante la aplicación de las medidas adecuadas, disminuir el consumo específico de energía en los ingenios que la integran.

## Contenido.

Con el fin de comprobar la hipótesis planteada, el problema fue abordado partiendo de cuestiones generales y de carácter teórico, para llegar a aplicar las principales conclusiones en el caso particular de la industria azucarera; esto es, se recurrió al método deductivo.

Para seguir esta metodología, en el capítulo 1. Importancia de la economía energética; se parte de consideraciones teóricas señalando el surgimiento, a nivel mundial, de los estudios económico - energéticos. Asimismo, se realiza un análisis del consumo de energía en diversos países, señalando los logros obtenidos al aplicar medidas para el ahorro y la conservación de la energía. Posteriormente, se analiza la situación energética nacional con el fin de reconocer las fuentes y formas energéticas con que cuenta nuestro país, así como sus reservas y potenciales; del mismo modo se hace una breve alusión al sector energético, tanto por su importancia socioeconómica como por su alto consumo de energía. Por último se destaca la participación económica y energética del sector industrial, presentando su posición en el consumo final de energía y las principales ramas demandantes de este recurso, destacando a la industria azucarera como la cuarta consumidora más importante de energía.

En el capítulo 2. Desarrollo de la industria azucarera nacional; se caracteriza a la industria

azucarera señalando los principales problemas de orden político, económico y social que la afectan; a la vez en estos problemas se busca a los factores que han provocado sus altos consumos específicos de energía.

Así, el análisis abarca tanto a las actividades de campo como a las de fábrica, de acuerdo a los siguientes aspectos: oferta, demanda, subproductos de la industria, empleo, precios, comercio exterior y costos de producción.

En el tercer capítulo. Consumo de energía en la industria azucarera, se presenta un estudio pormenorizado de la demanda de energía en tres etapas: comparaciones internacionales, análisis de la evolución del consumo energético de la industria azucarera globalmente considerada y, por último, la que consideramos de mayor utilidad: el análisis integral de la demanda de energía, a través del estudio de grupos de ingenios que presentan características operativas similares. Todo lo anterior permite definir los principales factores que provocan los elevados consumos específicos y determinar las posibilidades reales que existen para disminuirlos.

Por último, en el capítulo 4. Impacto de las políticas de ahorro y conservación de energía en la industria azucarera, se realizó un ejercicio que consistió en estimar el posible consumo de energía durante el periodo 1970 - 1983 de haberse aplicado medidas para el ahorro y conservación de la energía, así

como para disminuir la participación del combustible en el consumo energético.

#### Marco teórico.

El mismo título de esta tesis indica su enfoque, siendo precisamente este punto la principal aportación de este trabajo; dicho enfoque es el económico - energético, del cual consideramos importante presentar un marco de referencia que contenga su conceptualización, finalidad y niveles de aplicación.

La economía energética se podría definir como una rama de la economía que estudia la producción, distribución y utilización de las fuentes y formas de la energía, de acuerdo a sus tres principales funciones: como bien de consumo final, como factor productivo y como una fuente generadora de divisas.

La finalidad de la economía energética es efectuar análisis que permitan conocer las posibilidades de optimizar el uso de las fuentes y formas energéticas. Entendemos por optimización el hacer llegar la energía a toda la población, convirtiéndola así en un motor de desarrollo; evitar los desequilibrios sociales producto de la instalación de centros petroleros en algunas regiones; evitar el impacto ambiental consecuencia de la producción, distribución y consumo de la energía; y principalmente, hacer un uso eficiente de los recursos energéticos, esto a través de su ahorro (disminución de los consumos actuales) y conservación (desarrollo de fuentes alternas).



Para lograr dichos objetivos se requiere de una administración global de la energía; esto es, buscar la máxima eficiencia en las formas de estructurar (prever, planear y organizar) y manejar (integrar, dirigir y controlar) los recursos energéticos.

Por último, los niveles de aplicación del análisis económico energético son:

a) Estudio de la energía como factor productivo. Junto con el trabajo, los recursos naturales y el capital, la energía es uno de los elementos básicos de la producción. De esta forma, aunque en términos de costos su participación pudiera ser mínima, sus efectos cualitativos son muy importantes, ya que su escasez, originaría serios problemas a la estructura productiva; ello significa que su efecto económico es muy superior a su costo neto.

b) Estudio de la energía como bien de consumo final. El consumo de las diversas fuentes y formas energéticas, es uno de los principales indicadores del nivel de desarrollo de un núcleo social determinado.

c) Estudio de la energía como fuente de financiamiento. La producción y exportación de hidrocarburos constituyen una importante fuente de financiamiento para el país, tanto por los impuestos a las ventas internas como por los ingresos en divisas. Basta mencionar que en 1983 los ingresos por exportaciones de petróleo y derivados representó el 75% de las exportaciones totales, mientras que el 38% de los

ingresos fiscales de la federación fueron aportados por la actividad petrolera.

d) Estudio de la energía como factor estratégico en el sistema económico mundial. La inserción de México en el mercado mundial del petróleo, es un aspecto de gran importancia tanto a nivel interno como externo, de ahí la necesidad de profundizar en este estudio.

e) Estudio de la energía como elemento esencial en los modelos de desarrollo. Son muchos los efectos que ha provocado la energía sobre la economía, es por ello que sería interesante estudiar el papel de la energía en los ciclos económicos mundiales, y el papel que juega el petróleo en los modelos de desarrollo seguidos por los países industrializados e implementados luego en los llamados países subdesarrollados.

Estos son algunos de los distintos niveles de estudio de la economía energética, en ellos se hace evidente la necesidad de desarrollar esta disciplina. El trabajo que a continuación se presenta intenta ser una aportación al desarrollo de este campo de la economía; esto es, constituye un esfuerzo para el estudio de la cuestión energética, como un fenómeno económico político y social; en contraposición, al enfoque que estudia a la energía desde un punto de vista puramente técnico.

#### Investigaciones directas.

Un elemento importante para el desarrollo de este trabajo fueron las visitas al ingenio El Modelo y La Gloria en el estado de Veracruz; asimismo, las pláticas

informales sostenidas con jornaleros ejidatarios y un pequeño propietario.

Esto nos permitió conocer los esfuerzos que se vienen realizando para el ahorro y la conservación de la energía en Azúcar S.A., ya que en estas visitas tuvimos la oportunidad de asistir al curso "Uso Eficiente de la Energía en los Ingenios Azucareros", así fue como nos percatamos de la problemática energética que presenta esta industria.

Por otro lado, las pláticas con los jornaleros nos ofrecieron una idea clara de las condiciones de vida de este conjunto de trabajadores. Por su parte, las pláticas con los ejidatarios reflejaron su necesidad por cultivar caña de azúcar, aún sin obtener una utilidad económica real. En el caso del pequeño propietario, se observó el cultivo de caña de azúcar como una actividad residual, ya que la mayoría de sus recursos los dedican a cultivos comerciales que ofrecen mayor rentabilidad.

## CAPITULO 1.

### IMPORTANCIA DE LA ECONOMIA ENERGETICA

El objetivo central de este capítulo consiste en demostrar la necesidad de implementar medidas de conservación y ahorro de energía en México. Para ello el capítulo se divide en tres apartados fundamentales.

En el primero de ellos se ubica el entorno que hizo posible y a la vez necesario, el surgimiento de los estudios económico - energéticos a nivel mundial.

En la segunda parte se abordan las principales soluciones que se han adoptado para contrarrestar los efectos de la crisis petrolera del '73; esto es, el resultado de las políticas de ahorro y diversificación energética a nivel mundial. Vale la pena mencionar que dichas políticas se sustentan a través de la vinculación economía - energía.

En el tercer y último punto del capítulo, se analiza la cuestión energética nacional, resaltando la situación del propio sector energético y del sector industrial, particularmente de las principales industrias consumidoras de energía, entre ellas la industria azucarera.

#### 1.1 Orígenes.

La economía energética constituye una rama relativamente reciente de la economía y se enfoca fundamentalmente al estudio de la energía mediante la utilización de la ciencia económica; esto es, considera las fuentes y formas energéticas como un factor

productivo adicional de especiales características <sup>1</sup>.

Hasta antes de la crisis energética de 1973 (en la cual el suministro de petróleo a los Estados Unidos y Europa Occidental se redujo en aproximadamente 500 000 barriles diarios) <sup>2</sup>, todos los estudios sobre la utilización de los recursos energéticos, constituían un campo propio de la ingeniería. Dicha crisis reveló, por un lado, la importancia económica y política de la energía y por otro, evidenció la vulnerabilidad a otras crisis energéticas, de las economías desarrolladas importadoras de hidrocarburos.

En este contexto, los países importadores de petróleo optaron por disminuir su dependencia de las naciones exportadoras; con tal objetivo empezaron a implementarse políticas tendientes al ahorro y diversificación energética. Ello implicó desde un principio considerar a la energía como una fuerza estratégica de importancia, confiriendo a sus estudios un nuevo enfoque: el enfoque económico - social <sup>3</sup>.

Los programas de ahorro y diversificación empezaron a ofrecer resultados importantes a partir de 1977, por un lado, un menor consumo específico y, por

1. En este trabajo se considera a la energía como un factor productivo, debido a la importancia estratégica que ésta ha mantenido en la evolución de la humanidad.

2. Ver Tanzer, Michael, Energéticos y política mundial, Nuestro Tiempo. México 1975. pp 11-15.

3. Iden.

otro, una menor dependencia de los hidrocarburos a través del uso de otras fuentes energéticas, tales como el carbón y la energía nuclear.<sup>4</sup>

Por otra parte, en los países exportadores de hidrocarburos la situación fue radicalmente opuesta; se generalizó el uso irracional e ineficiente de sus recursos energéticos.<sup>5</sup> Tal es el caso de México.

### 1.2 Análisis del consumo de energía a nivel mundial.

La actividad económica se encuentra estrechamente vinculada al consumo de energía; en general los países con menores niveles de producción presentan un menor consumo de energía.<sup>6</sup> En la lámina 1.1 se muestra la relación existente entre el producto interno bruto y el consumo final de energía para algunos países integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y para México durante 1982.

Dicha relación no es exacta debido fundamentalmente a que en ella intervienen factores tales como la eficiencia con que se utiliza la energía, la estructura tecnológica con que cuentan las unidades productoras y la composición de la producción, entre otros.

---

4. Ver Poder Ejecutivo Federal, Programa Nacional de Energéticos 1984-1988, SEMIP. México 1984. pp 25-36.

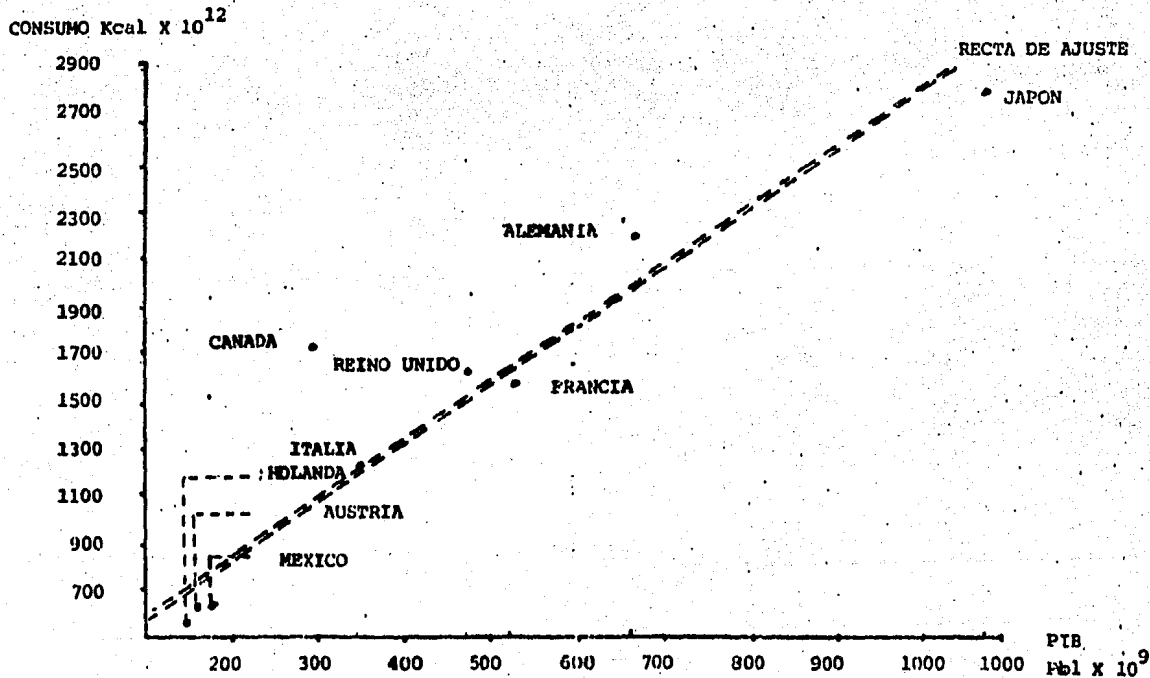
5. Tanzer, Michael, op. cit.

6. Sobre este aspecto ver Viqueira Landa, Jacinto, Metodología para el análisis energético, UNAM. México 1984.

Lamina 1.1

Relacion entre consumo de energia y crecimiento economico. 1982

Países seleccionados.



La siguiente ecuación permite evaluar (bajo ciertas consideraciones sobre la estructura económica) la eficiencia con que se utiliza la energía en un periodo determinado <sup>7</sup>.

$$E_t = C_e \cdot Y_t$$

donde:

$E_t$  = Consumo de energía en el periodo t.

$C_e$  = Coeficiente energético.

$Y_t$  = Producto interno bruto en el periodo t.

El coeficiente energético  $C_e$  mide la cantidad de energía requerida para producir una unidad de producto interno bruto, generalmente se mide en kilocalorías por unidad monetaria. A pesar de las amplias posibilidades de utilización del coeficiente de energía, debe aplicarse con precaución al establecer comparaciones internacionales, debido principalmente a las diferencias que pueden existir entre las estructuras económicas a comparar.

Aplicando la ecuación anterior a los países seleccionados (ver cuadro 1.1), se observan notables diferencias. Por una parte, países que presentan un menor nivel de actividad económica, presentan coeficientes de utilización energética sumamente elevados, tal es el caso de Turquía, Honduras, El Salvador y Jamaica; dichos países consumieron en 1982 más de 5 000 kilocalorías por cada

---

7. Sobre desarrollos posteriores a partir de este modelo ver: Institute Francaise du Petrole. Niveaux du vie, croissance et energie. IFP. Francia 1977. pp 25-43.



Cuadro 1.1

Coeficientes internacionales de energía.  
Países seleccionados.  
1982

País	Consumo final de energía*	PIB**	Coeficiente de utilización energética***
Turquía	359 783	52 771	6 810
Honduras	18 436	2 802	6 580
Canadá	1 726 320	293 888	5 874
El Salvador	20 162	3 676	5 485
Jamaica	16 394	3 184	5 149
E.U.A.	15 304 628	3 025 700	5 058
Bélgica	308 163	79 118	4 805
Finlandia	220 225	48 672	4 566
Irlanda	78 304	17 581	4 454
Holanda	533 388	137 031	3 892
Australia	612 538	158 185	3 872
Suecia	382 459	98 795	3 866
Grecia	136 428	36 311	3 757
México	608 865	168 333	3 671
Italia	1 209 367	347 354	3 482
Reino Unido	1 622 398	473 370	3 427
España	609 034	179 656	3 390
Alemania	2 197 476	660 389	3 328
Austria	219 926	67 005	3 282
Noruega	191 048	58 786	3 250
Dinamarca	169 901	56 380	3 014
Francia	1 573 216	525 824	2 992
Japón	2 807 234	1 079 184	2 601
Nueva Zelanda	90 872	38 346	2 370
Suiza	198 782	96 587	2 058

\* Kcal x 10<sup>9</sup>

\*\* Millones de dólares.

\*\*\* Kcal/dólar.

Fuente: Elaborado en base a datos de Fondo Monetario Internacional. Estadísticas financieras internacionales 1984. E.U.A. 1985. OCDE. Bilans energetiques des pays de l'OCDE. 1970 - 1982. Francia 1984.

dólar producido, en tanto que la media de los países considerados osciló alrededor de las 3 000 kilocalorías. En contraposición, países como Francia y Alemania que presentan un mayor ritmo de actividad económica y que iniciaron programas de ahorro y diversificación energética hace ya varios años, presentan coeficientes energéticos notoriamente inferiores (2 992 y 3 328 kilocalorías por dólar producido respectivamente).

En este contexto es conveniente resaltar que los grupos de países aquí mencionados poseen una estructura económica más o menos similar, lo cual hace válida la agrupación. Por su parte Estados Unidos y Canadá presentan coeficientes muy superiores a las 5 000 kilocalorías por dólar producido; sin embargo, estos altos coeficientes responden a la estructura productiva de sus economías, enfocadas principalmente a la fabricación de bienes de capital, y no a un uso ineficiente de sus recursos energéticos.

La utilización de la energía por unidad de producto para el caso de México se ubicó durante 1982 por arriba de la media (3 617 kilocalorías), presentando niveles equiparables a los de Grecia, Suecia y España.

Durante el periodo 1975-1980 dicho coeficiente en México, mostró un alto crecimiento (10%), debido fundamentalmente a la tecnología del aparato productivo nacional, la cual es intensiva en energía; y al

---

B. Denominada por algunos autores como tecnología de desecho.

desperdicio y uso ineficiente de los recursos energéticos por el sistema económico, producto de los bajos precios de los energéticos durante ese periodo. En el año de 1981, la considerable elevación de los precios internos de la energía, ocasionó que el consumo específico se redujera el 6% en relación a 1980 pudiéndose equiparar el contenido energético del producto de 1981 con el de 1976. No obstante el continuo aumento de precios de la energía que se suscitó a partir de 1981, el coeficiente C se elevó entre 1981 y 1983 casi en un 3% .

En países donde se iniciaron programas de ahorro y conservación de energía hace algún tiempo, el coeficiente C decreció considerablemente. En el cuadro 1.2 se presentan los resultados más significativos.

Estos datos reflejan por sí mismos el éxito de las medidas tendientes al ahorro y conservación energética implementadas a raíz de la crisis del '73. En cuanto a los resultados sobre diversificación energética en los países de la OCDE es conveniente señalar que mientras que en 1973 los hidrocarburos representaron el 73% del consumo final de energía, dicha participación se redujo en 1982 en casi 10 puntos, incrementándose esencialmente la participación del carbón, la

---

9. Esto significa que una política tendiente al ahorro y conservación energética no puede consistir únicamente en el aumento de sus precios, sino que este debiera ir acompañado por una serie de estímulos que permitan la investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la conservación de la energía.

**Cuadro 1.2**

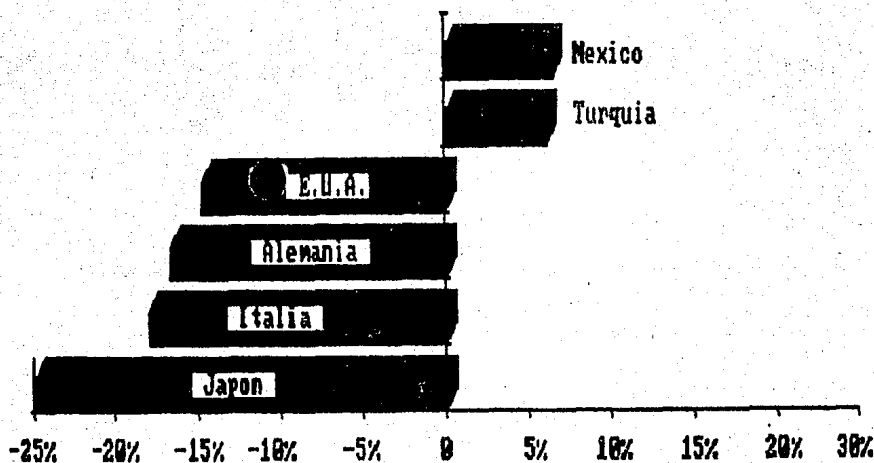
**Evolución del contenido energético del producto.  
Países seleccionados.  
1975 - 1982**

País	1975-1980	1980-1981	1981-1982	1983-1984
Japón	- 13.8%	- 7.6%	- 5.8%	- 24.9%
Italia	- 11.9%	- 3.4%	- 3.6%	- 17.9%
Alemania	- 9.4%	- 4.1%	- 4.0%	- 16.5%
E.U.A.	- 8.4%	- 4.1	- 3.0%	- 14.7%
Turquia	2.6%	1.3%	2.2%	6.2%
México	10.4%	- 6.0%	2.7%*	6.6%

\* El periodo se amplia hasta 1983.

Fuente: Idem.

**Evolución del contenido energético del producto en 1985**



hidroenergía y la energía nuclear . . .

### 1.3 Situación energética nacional.

En esta coyuntura, donde los vínculos entre economía y energía se estrechan cada día más, se hace indispensable conocer la situación energética de nuestro país. Para ello, el primer paso es determinar los recursos con que se cuenta.

De acuerdo al balance nacional de energía de 1983<sup>11</sup>, la estructura de la producción de energía primaria estuvo integrada de la siguiente forma:

Hidrocarburos	95.0%
Hidroenergía	2.7%
Carbón	1.2%
Bagazo de caña	0.9%
Geoenergía	0.2%

Lo anterior evidencia claramente la elevada dependencia que existe hacia los hidrocarburos y el escaso (podría decirse casi nulo) desarrollo de fuentes energéticas alternas.

Como principales causas explicativas de esta situación pueden señalarse las siguientes: a) las expectativas que se establecieron durante el auge petrolero ante una tendencia creciente de los precios y que motivaron la petrolización de la economía, b) los precios internos de la energía que al mantenerse bajos

---

10. Poder Ejecutivo Federal. op. cit.

11. Petróleos Mexicanos, México: Balance de energía, 1983. PEMEX. México 1984. pp 1-75.

motivaron un uso ineficiente de estos recursos, y el escaso apoyo al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, que aunado a la tecnología utilizada, provocó un excesivo y creciente consumo específico de energía .

Los recursos con que México cuenta son los siguientes :

a) Hidrocarburos. El país cuenta con una reserva probada de 72 500 millones de barriles de petróleo equivalente; de los cuales 69% corresponden a petróleo crudo, 21% a gas seco y 10% a líquidos recuperables del gas asociado al crudo. Esta reserva se encuentra distribuida de la siguiente forma:

Sonda de Campeche	48%
Area Chiapas-Tabasco	20%
Resto del país	32%

Es conveniente recordar que los hidrocarburos son un recurso no renovable; esto es, tienden a agotarse sin importar a cuanto asciendan las reservas. Por otra parte al observar la distribución geográfica de las reservas, se constata el hecho de que en mayor proporción se encuentra en zonas de explotación marina; baste mencionar que en 1983 el 69% de la extracción de crudo se realizó en plataformas de este tipo. Lo anterior tiende

---

12. Estas causas son consecuencia de las falsas expectativas de crecimiento y desarrollo económico de nuestro país, que se suscitaron a raíz de los aumentos en los precios del crudo en 1973 y, del aumento de las reservas nacionales de este recurso.

13. Ver Poder Ejecutivo Federal. op. cit. pp 43-44.

a elevar cada día más los costos de producción. La confluencia de estos dos factores, obliga a implementar medidas que tiendan, por un lado, a diversificar el abastecimiento energético de nuestro país y, por otro, a reducir nuestro consumo de energía.

b) Hidroenergía. Aunque México no cuenta con grandes recursos hidrológicos se tiene un potencial hidroeléctrico significativo, que asciende a 22 000 megawatts; vale la pena mencionar que esta cifra es equivalente a la capacidad instalada actual del sector eléctrico nacional. Si se considera que más del 67% de la energía eléctrica consumida en nuestro país es generada a través de la quema de hidrocarburos en las plantas termoeléctricas, la hidroenergía constituye una fuente alterna al uso de hidrocarburos. Durante 1983 la capacidad hidroeléctrica instalada fue de apenas 5 992 megawatts.

c) Geoenergía. Esta forma energética constituye la fuente alterna de mayores perspectivas en nuestro país, existen más de 346 pozos geotérmicos con un potencial de capacidad instalable que oscila entre los 940 y 11 140 megawatts. Actualmente sólo se explotan en los campos de Cerro Prieto, Los Azufres y Los Hornos 205 Mw .

Ahora bien, dentro de la estructura de demanda de energía en nuestro país, se destaca el consumo del sector energético y del sector industrial, los cuales en

---

14. Ver Instituto Politécnico Nacional, Foro Interdisciplinario sobre Fuentes Alternas de Energía. IPN. México 1984.

1983 absorbieron casi el 60% del consumo final de energía. En este sentido, dichos sectores podrían contribuir de manera importante a la reducción del consumo nacional a través de la implementación de medidas de ahorro y conservación en su interior.

En este sentido, el sector energético ha sido uno de los motores del desarrollo industrial y tecnológico del país al convertirse en el principal demandante de bienes de capital, insumos y servicios. Su importancia se manifiesta al observar cómo una inversión en el sector energético se propaga hacia el resto de la economía. El efecto multiplicador de la inversión que se genera en este sector es muy importante, ya que las industrias que lo abastecen demandan a su vez insumos de otras ramas industriales. Durante 1983 este sector consumió casi el 40% del total de la energía demandada.

Su importancia económica se manifiesta claramente al observar los siguientes indicadores: dentro del producto interno bruto, el sector energético participó durante 1983 con el 5.7%; durante ese mismo año tres cuartas partes de las exportaciones fueron de origen petrolero; asimismo, el 35 % de la inversión pública federal se destinó a este sector, mismo que aportó casi el 38% de los ingresos fiscales de la federación (ver lámina 1.2).

Como sector oferente de un factor productivo básico como es la energía, sus dos integrantes Petróleos  
15. Poder Ejecutivo Federal. op. cit. p 41.



Lámina 1.2  
 Importancia del sector energetico en la economía  
 (millones de pesos)

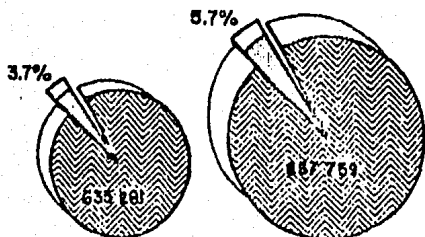
1983

1976

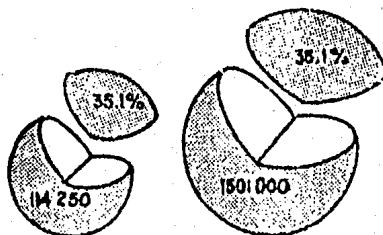
1976

1983

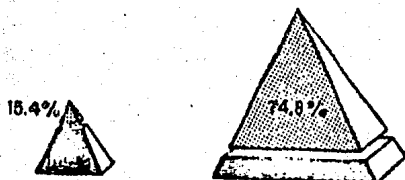
Participación del sector en el PIB



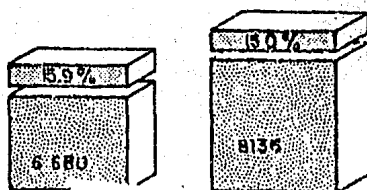
Participación del sector en la inversión pública federal.



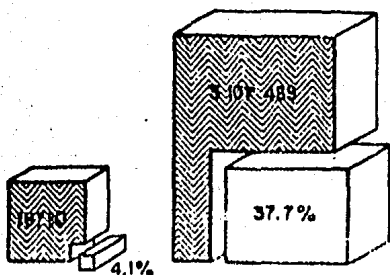
Participación de los ingresos por exportaciones de petróleo en las exportaciones totales de mercancías.





Participación del sector en el total de importaciones de la economía.

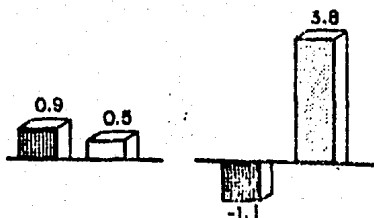


Participación del sector en los ingresos fiscales de la federación.



Ahorro del Sector Público y de PEMEX como porcentaje del PIB

Sector Público   
 PEMEX 



Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), han logrado satisfacer en buena medida las necesidades energéticas del aparato productivo y elevar el nivel de vida de la población. Asimismo, mediante el desarrollo de la industria petroquímica, se ha logrado estimular la expansión de múltiples industrias. En estas circunstancias, el sector energético ha sido un elemento vital en la evolución económica del país, manifestando un crecimiento dinámico, ya que durante el periodo 1970-1983 el PIB energético creció a un ritmo del 11% anual, muy superior al observado en el PIB total que fue del 5.9%. Este crecimiento es producto de diversos hechos; así, de 1970 a 1983 la producción interna de energía primaria se cuadruplicó, mientras que la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica, la refinación de crudo y la de fraccionamiento de los líquidos del gas se triplicaron.

Sin embargo, este desarrollo también ha provocado efectos negativos, sobre todo la industria petrolera ha generado diversos desequilibrios socioeconómicos y ambientales; así a nivel regional, al propiciarse un rápido proceso de cambio en los aspectos económicos y sociales de las zonas petroleras, se dificultó el proceso de planeación para prever y regular la capacidad adecuada de respuesta de ciertas áreas a los cambios inherentes al desarrollo petrolero. Asimismo, el impacto sobre el medio ambiente, producto de la emisión de gases, polvos, humos, desechos sólidos y líquidos

altamente contaminantes han provocado un grave deterioro ecológico<sup>16</sup>. El problema de mayor gravedad y mayor costo económico - social es el hecho de que casi la mitad de la energía producida es consumida por el mismo sector energético. Entre las medidas de ahorro energético que se han sugerido para este sector destacan las siguientes<sup>17</sup>:

a) Sin lugar a dudas el mayor derroche de energía esta representado por la quema de gas natural a la atmósfera<sup>18</sup>, lo anterior es resultado de la falta de sistemas de recolección en los campos y de la insuficiente capacidad de procesamiento y distribución de este energético.

b) Otra área de actividad en la cual son factibles ahorros considerables de energía es en el almacenamiento, ya que las pérdidas por evaporación en los tanques son muy elevadas; éstas se pueden reducir mediante la implementación de sistemas de recuperación de vapores o utilizando tanques de techo flotante.

c) Otro ahorro importante se podría lograr

---

16. Colegio Mexicano de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, Medio Ambiente y Ecología, CMIME. México 1984.

17. Ver Instituto Mexicano del Petróleo, Economía Energética, IMP. Mimeo. México 1985. pp 79-134.

18. La quema del gas natural, especialmente del asociado al crudo, ha sido producto del crecimiento anárquico de la industria petrolera; ya que una adecuada planeación consideraría el crecimiento de las redes de distribución del gas asociado, de acuerdo a las necesidades de explotación del crudo.

mediante el desarrollo de un sistema de transporte de productos a través de líneas de transmisión (poliductos), el cual tendería a sustituir al transporte rodante.

Es evidente que la implantación de medidas que tendieran a reducir el consumo de energía en este sector, estarían acompañadas no sólo de beneficios económicos sino también de importantes beneficios sociales <sup>19</sup>.

Como se mencionó anteriormente, el segundo consumidor de energía en nuestro país es el sector industrial; dicho sector absorbió en 1983 casi el 20% de la demanda nacional.

Desde que México implementó el modelo de desarrollo conocido como "modelo de sustitución de importaciones o desarrollo hacia adentro", el sector industrial se ha definido como el eje dinámico del desarrollo <sup>20</sup>.

La importancia del sector industrial al interior de la economía nacional es relevante, ya que su participación en el PIB se ha mantenido superior al 20%, aunque a partir de 1980 ha tendido a disminuir (ver cuadro 1.3), consecuencia de la difícil situación

---

19. Al implementarse en el sector energético medidas de ahorro y conservación, los beneficios sociales serían evidentes: un menor índice de contaminación, menores requerimientos de divisas, etc.

20. Es numerosa la bibliografía existente sobre este tema, por lo cual se considera que este punto no requiere de mayor explicación.

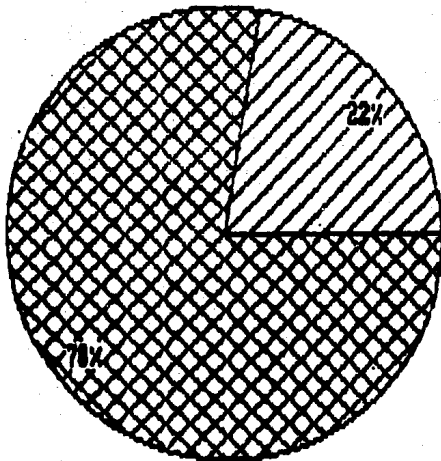
**Cuadro 1.3**

**El sector industrial en el Producto Interno Bruto.  
(millones de pesos de 1970)  
1973 - 1983**

Año	PIB Industrial	Participación en el PIB Total
1975	141 246	23.2%
1976	148 115	23.3%
1977	153 275	23.3%
1978	168 384	23.6%
1979	186 014	23.9%
1980	185 770	22.1%
1981	212 240	23.3%
1982	205 814	22.8%
1983	189 061	21.9%
t.m.a.c	4.9	

Fuente: Elaborado en base a datos del Banco de México. Informe Anual, México 198 y 1983.

Participación del sector industrial en el producto interno bruto en 1985.



- Sector industrial
- Resto de la economía

económica que enfrenta el país. En este contexto, el sector industrial ha sido uno de los más afectados como se refleja en las tasas reales de crecimiento que ha mantenido en distintos periodos.

**Tasa media de crecimiento anual**

**Del PIB industrial**

Periodo	tmca
1970-1983	3.7%
1970-1980	5.9%
1970-1975	9.8%
1975-1980	6.3%
1980-1983	0.2%

\* Se excluyen las ramas 33 y 34 ya que se incorporan al sector energético.

En lo que se refiere a la demanda de energía, el sector industrial, además de ser un importante consumidor, es el que mantiene la estructura de demanda más diversificada. El consumo energético del sector industrial esta integrado de la siguiente forma:

**a) Fuentes primarias.**

Carbón mineral.

Bagazo de caña.

Gas natural no asociado.

**b) Fuentes secundarias.**

Gas natural asociado.

Combustóleo.

Diesel.

Kerosinas.

Gas licuado.

Electricidad.

### **Coque de carbón.**

Dentro de las fuentes primarias de energía, es importante mencionar que el carbón es consumido exclusivamente por la industria siderúrgica, evolucionando su demanda de forma paralela a su crecimiento; dicha industria se caracteriza por ser la más intensiva en el uso de energía (ver lámina 1.3).

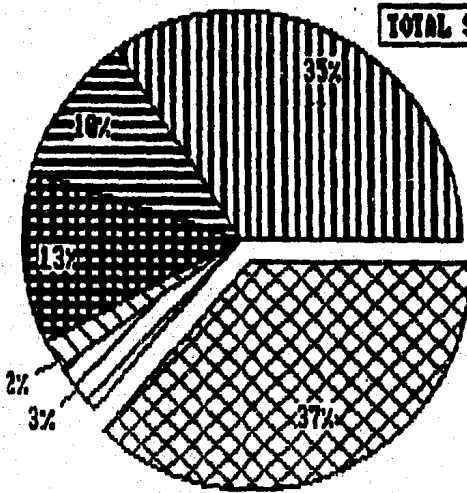
Por su parte, el bagazo es utilizado como combustible en la industria azucarera; que aunada a las industrias del vidrio, cementera, de la celulosa y papel, química y la propia siderúrgica forman el grupo de las principales industrias consumidoras de energía.

El consumo de energía secundaria, se encuentra distribuido entre las diversas actividades que integran al sector (ver lámina 1.4), determinándose el nivel demandado por distintos factores técnico económicos, de entre los cuales destacan los siguientes:

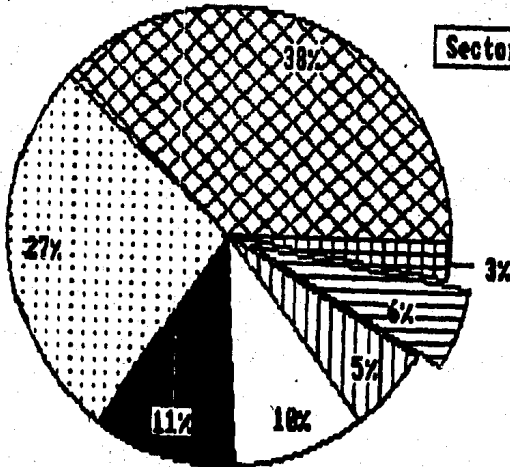
- a) Volumen de producción.
- b) Grado de integración vertical u horizontal de la industria o rama de actividad económica.
- c) Nivel de mecanización y posibilidades de modificar los niveles de productividad.
- d) Posibilidad de sustitución entre los diferentes energéticos.
- e) Mejoramiento de la eficiencia de acuerdo al energético utilizado.
- f) Utilización de la capacidad instalada de producción.

Lamina 1.3

Estructura del consumo final de energía



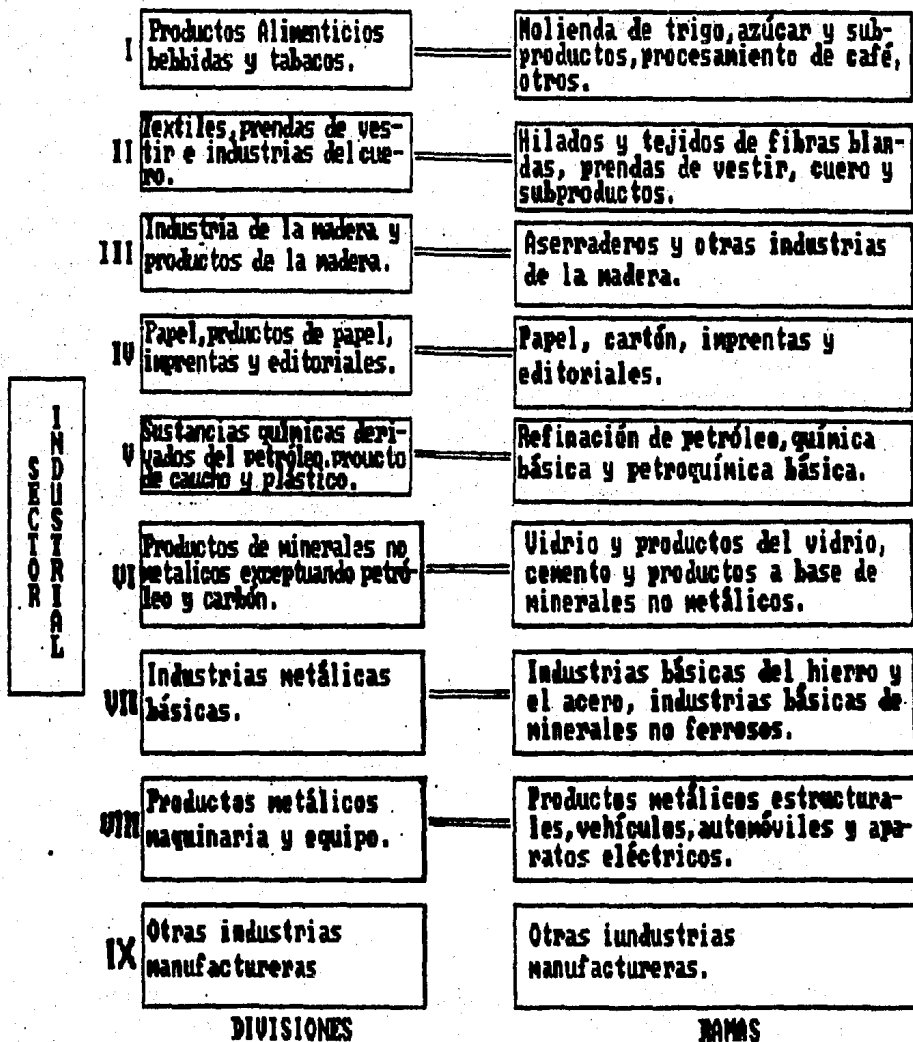
- Transportes
- Usos no energeticos
- Residencial, comercial y publico.
- Mineria
- Agropecuario
- Industrial



- Otras industrias
- Siderurgica
- Quimica
- Cemento
- Celulosa y papel
- Azucar
- Vidrio



Lámina 1.4  
Composición del sector industrial



g) Costo de la energía.

En lo que respecta al consumo de energía en la industria azucarera, se observa que para satisfacer sus necesidades absorbe dos formas energéticas: el combustible y el bagazo de caña. La elasticidad producto del consumo de energía en esta rama fue del 2.5 para el periodo 1970-1982, si se toma en cuenta únicamente la energía producida a través del bagazo este coeficiente fue de 1.6 y si se considera la energía generada a través del combustible fue de 5.6.

Este comportamiento evidencia el uso ineficiente de la energía al interior de esta actividad, ya que un crecimiento medio del PIB azucarero del orden del 1.5% va acompañado por un crecimiento del 3.8% en el consumo total de energía y del 8.7% en el consumo de combustible. En este sentido, vale la pena mencionar que diversos analistas coinciden en que un coeficiente de elasticidad acorde a las políticas energéticas actuales debe oscilar alrededor de la unidad <sup>21</sup>. Aunado a lo anterior, el consumo de energía por kilogramo de azúcar producido en nuestro país es de casi 11 000 kilocalorías, en tanto que los coeficientes <sup>22</sup> internacionales se sitúan entre las 5 000 y 6 000 .

---

21. Instituto Mexicano del Petróleo. Serie Energéticas, Vol II. IMP. México 1975.

22. Ver Schutz, Fernando. Consumo de energía en Industrias Seleccionadas. CONACYT. México 1983.

Las características mencionadas hasta este momento acompañadas del hecho de que la industria azucarera es una de las actividades que presentan una mayor intensidad energética en nuestro país, hacen necesario el estudio de las principales medidas que tiendan a reducir su consumo energético, especialmente de combustóleo. Sin embargo, para lograr este objetivo es indispensable conocer la evolución y problemática general de la industria azucarera. Tal es el objetivo del siguiente capítulo.

## CAPITULO 2

### DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL

El fin primordial de este capítulo consiste en presentar la problemática general y la evolución de la industria azucarera nacional a partir de 1970. La complejidad de esta actividad, así como la modificación de su estructura a raíz del acelerado proceso de estatización que ha venido presentándose<sup>1</sup>, convierten en indispensable y a la vez inaplazable, la comprensión de su situación general como paso previo al análisis de una problemática específica, en este caso: la problemática energética de la industria azucarera, la cual será abordada en el siguiente capítulo.

Este análisis se divide en cuatro apartados centrales. El primero de ellos se refiere a la producción nacional de azúcar, aquí se analiza la evolución de la oferta de este producto y las dificultades que ha enfrentado a partir de la década pasada.

Asimismo, se estudia la producción en ingenios públicos, privados y cooperativos; la oferta de cada una de las regiones consideradas por Azúcar, S.A. y finalmente se menciona el nivel de producción por entidad federativa.

En el segundo tema, se analiza la demanda de azúcar al interior del país. En base a consideraciones

---

1. Ver Comisión Coordinadora de Política Industrial del Sector público, El Sector público en la Industria Azucarera, Mimeo, México 1976. pp 1-54.

acerca del consumo doméstico e industrial, tanto a nivel nacional como regional.

En el tercer punto del capítulo se consideran los aspectos esenciales en la producción de los subproductos de esta industria: alcohol, bagazo y miel final.

En el cuarto y último apartados, se tratan de manera general algunos aspectos que permiten entender globalmente la problemática de esta actividad, tales como: empleo, precios, comercio exterior y costos.

### 2.1 Oferta.

Durante 1983 México ocupó el octavo lugar como país productor de azúcar a nivel mundial y, el cuarto dentro del continente americano sólo después de Brasil, Cuba y Estados Unidos. A pesar de ello, el elevado consumo per cápita (entre los diez más altos del mundo), trajo como consecuencia que durante el periodo 1970-1979 casi la totalidad de la producción se destinara al consumo interno y que a partir de 1980 tuvieran que importarse volúmenes equivalentes al 20% de las necesidades internas del país <sup>2</sup>.

Durante el periodo 1970-1983 la producción nacional de azúcar se elevó a un ritmo promedio del 1.2% anual <sup>3</sup>, registrándose fuertes disminuciones en 1970, 1975 y 1980 (ver cuadro 2.1). Cada uno de estos años

---

2. Ver ISO. Sugar Year Book, ISO, USA 1983.

3. Todos los datos que se manejan en este capítulo, salvo otra referencia, provienen de la serie 1970-1984 de UNPASA, Estadísticas Azucareras, México, varios años.

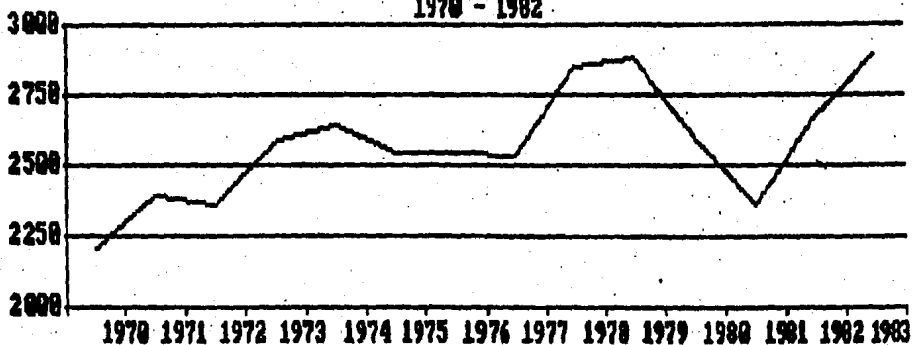
**Cuadro 2.1**

**Producción nacional de azúcar.  
1970-1983  
(miles de toneladas)**

Año	Producción	Variación porcentual
1970	2 208	-7.8
1971	2 393	8.4
1972	2 359	-1.4
1973	2 592	9.9
1974	2 649	2.2
1975	2 548	-3.8
1976	2 547	0.0
1977	2 541	-0.2
1978	2 849	12.1
1979	2 881	1.1
1980	2 603	-9.6
1981	2 367	-9.1
1982	2 677	13.1
1983	2 893	8.1

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

**Evolución de la producción nacional de azúcar  
(Miles de toneladas)  
1970 - 1982**



marca el inicio de un ciclo tanto agrícola como político, que conjuntamente han determinado la evolución de la industria azucarera (ver lámina 2.1).

De los ciclos agrícolas destacan como factores determinantes <sup>4</sup> :

a) El agotamiento de la tierra, lo que se manifiesta a través de la superficie destinada a reposición; en este sentido, se observa que a lo largo de los ciclos agrícolas, ésta tiende a aumentar cada cuatro años para disminuir notoriamente al inicio de cada ciclo.

b) La caña quedada en pie, este problema es producto de la deficiente organización de la agroindustria, ya que por un lado en el campo no se alcanza a cortar toda la caña además de que los ingenios <sup>5</sup> no pueden procesarla en el tiempo adecuado .

c) La caña destinada para semilla.

Los ciclos políticos se caracterizan esencialmente por un fuerte apoyo del Estado hacia la industria, apoyo que por lo general se da durante el tercer y cuarto año del ciclo presidencial vigente <sup>6</sup> .

El esquema cíclico hasta aquí planteado, se rompe en el año de 1981 (segunda zafra del tercer ciclo

---

4. "Se presentaron ante el jefe del ejecutivo los resultados de la zafra 1980-1981", en Azúcar, año 1, segunda época, México mayo-junio 1981.

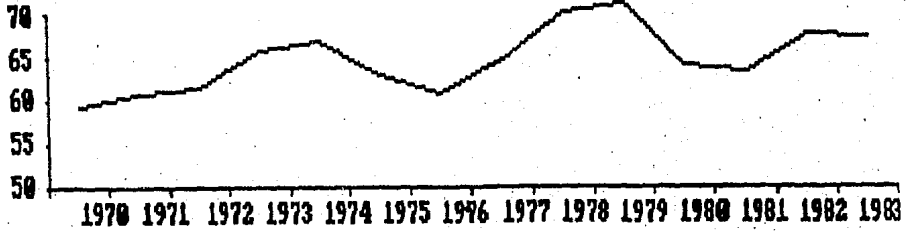
5. Investigación directa realizada por los autores en el ingenio El Modelo (Veracruz) en 1984.

6. Ver Para, Luisa, Ensayos sobre el Problema Cafetero, UNAM, México 1980.

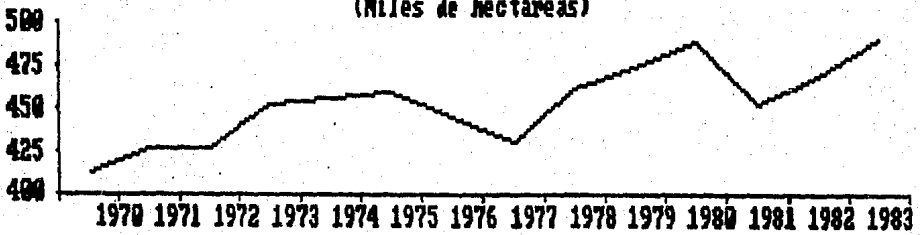
Lámina 2.1

Evolución cíclica de la agroindustria azucarera  
1970 - 1981

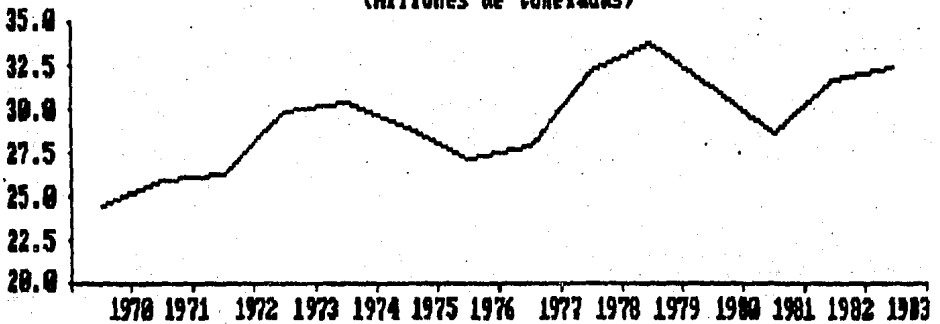
Evolución cíclica de la caña molida  
(Ton/ha)



Evolución cíclica de la superficie cultivada  
(Miles de hectáreas)



Evolución cíclica de la superficie cultivada  
(Millones de toneladas)





contemplado); sin embargo, esta disminución de la producción se debió principalmente a la sequía que afectó la zona de las Huastecas desde 1979, a la proliferación de plagas y enfermedades, a las intensas lluvias del mes de enero que afectaron drásticamente las tareas de la zafra y a la aguda insuficiencia del equipo de corte, alza y acarreo de caña.<sup>7</sup>

Por otra parte el incremento en la producción de azúcar a lo largo del periodo referido se ha basado en un aumento de la actividad cañera y no de la actividad fabril de la agroindustria.<sup>8</sup>

Esto se demuestra al observar que los rendimientos de campo, esto es, las toneladas de caña cortada por hectárea cultivada, han tendido a aumentar durante el periodo en cuestión, al pasar de 59.3 en 1970 a 67.4 en 1983. Si bien el incremento no ha sido sustancial, su importancia se acrecienta si se considera que la superficie destinada al cultivo de caña se incrementó en 66 mil hectáreas durante el periodo; por su parte, los rendimientos de fábrica (toneladas de azúcar por tonelada de caña molida), se mantuvieron casi estáticos durante el periodo: 9.0% en 1970 y 8.9% en 1983, registrándose el mayor rendimiento en 1976 (9.4%) (ver cuadro 2.2).

En el periodo de referencia se observa un aumento

---

7. "Se presentaron ante el jefe del ejecutivo los resultados de la zafra 1980-1981", *ibid*, pp 6-7.

8. Pare, Luisa, *op. cit.*

Cuadro 2.2

Rendimientos en la agroindustria azucarera.  
1970-1983

Año	A g r i c o l a		I d u s t r i a l		
	Superficie cultivada (Has)	Rendimiento de campo * (%)	Caña molida (Tons)	Producción de azúcar (Tons)	Rendimiento de fábrica** (%)
1970	413 629	59.3	24 524 437	2 207 984	9.0
1971	427 406	60.8	25 985 193	2 292 850	9.2
1972	426 852	61.5	26 254 352	2 359 428	9.0
1973	452 746	65.9	29 849 272	2 592 277	8.7
1974	456 412	66.8	30 492 129	2 649 182	8.7
1975	460 407	62.9	28 949 147	2 548 297	8.8
1976	446 163	61.0	27 236 961	2 546 596	9.3
1977	431 287	64.8	27 947 358	2 541 065	9.1
1978	461 099	70.2	32 247 669	2 849 361	8.8
1979	474 239	71.4	33 865 116	2 880 566	8.5
1980	488 734	64.1	31 342 989	2 603 153	8.3
1981	452 899	63.3	28 677 093	2 366 973	8.3
1982	469 175	67.7	31 769 195	2 676 681	8.4
1983	490 372	67.4	32 488 916	2 894 572	8.9
tmca	0.0	0.8	1.7	1.2	-0.5

\* El rendimiento de campo se obtuvo de dividir la caña molida entre la superficie cultivada.

\*\* El rendimiento de fábrica se obtuvo de dividir la producción de azúcar entre la caña molida (multiplicado por 100).

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

de las tierras ejidales dedicadas al cultivo de caña en el orden del 32.5% en contraposición a una disminución del 9.2% en las zonas de pequeña propiedad. Como resultado de este cambio en la composición de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, se ha venido manifestando un incremento mayor de los cultivos de temporal sobre los de riego (22.9% en las tierras de temporal contra 6.6% en las de riego).

Por otra parte, la participación del PIB azucarero en el PIB total y agrícola se ha mantenido más o menos constante, por el contrario dentro del PIB manufacturero de la división de alimentos, bebidas y tabaco se redujo del 6.0% en 1970 al 4.7% en 1983 (ver cuadro 2.3), lo que confirma la hipótesis sobre el papel preponderante del sector agrícola en la actividad azucarera.

La importancia de esta rama industrial en el sistema económico nacional, así como los problemas que ha enfrentado, motivaron que a partir de 1970, se incrementara la participación del Estado en la industria, debido esencialmente a la poca rentabilidad de los ingenios privados. Mientras que en 1970 el 27.6% de la producción de azúcar provenía de ingenios públicos, en 1983 se revirtió el proceso, al contribuir con el 73.9% de la producción nacional, destacándose como principal entidad productora el Estado de Veracruz en donde de los 23 ingenios existentes en 1983, sólo 7 eran privados. (ver cuadro 2.4 y lámina 2.2).

Hasta 1983 el sector azucarero estaba constituido

**Cuadro 2.3**

**Producto interno bruto total y por ramas seleccionadas.  
1970-1983  
(millones de pesos a precios de 1970)**

Año	Producto Interno Bruto (Millones de pesos a precios de 1970)				Participación del PIB azucarero en		
	PIB Total	PIB Agrícola	PIB (División 1)	PIB Azucarero	PIB Total (%)	PIB Agrícola (%)	PIB División 1 (%)
1970	444 271	31 515	29 372	1 778	0.4	5.6	6.0
1971	462 804	33 862	29 818	1 926	0.4	5.7	6.5
1972	502 086	33 423	31 601	1 905	0.4	5.7	6.0
1973	544 307	34 633	33 984	2 099	0.4	6.1	6.2
1974	577 568	35 463	35 480	2 143	0.4	6.0	6.0
1975	609 976	35 679	37 788	2 060	0.3	5.8	5.4
1976	635 831	35 338	39 241	2 054	0.3	5.8	5.2
1977	657 722	38 977	40 661	2 054	0.3	5.3	5.0
1978	711 983	42 142	43 400	2 325	0.3	5.5	5.4
1979	777 163	39 656	46 646	2 360	0.3	6.0	5.1
1980	841 855	43 628	49 443	2 155	0.2	4.9	4.4
1981	908 765	47 138	51 868	2 149	0.2	4.6	4.1
1982	903 839	45 768	54 073	2 100	0.2	4.8	4.0
1983	861 769	47 954	53 414	2 530	0.3	5.3	4.7
tmca	6.0	3.3	5.2	1.7			

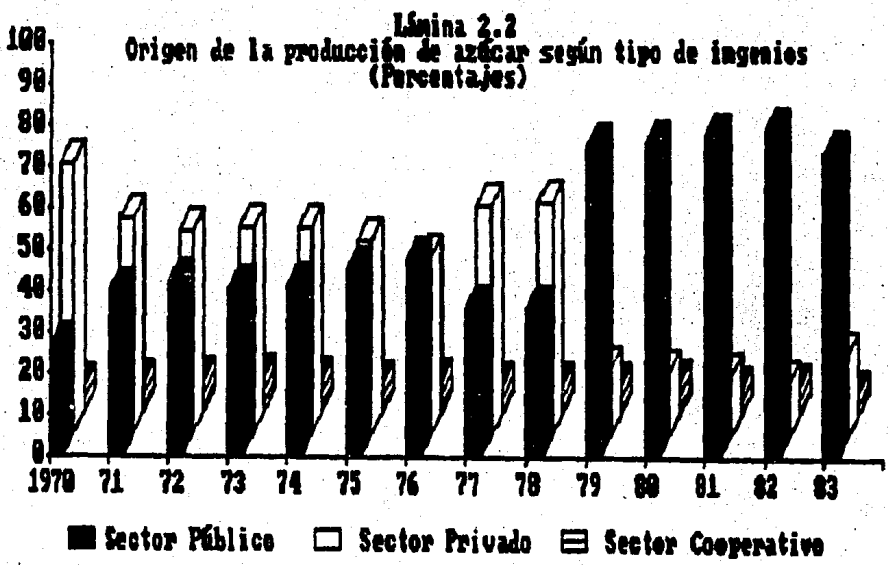
Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

Cuadro 2.4

Origen de la producción de azúcar  
1970-1983  
(miles de toneladas)

Año	Sector Público	%	Sector Privado	%	Sector Cooperativo	%	Total
1970	609	27.6	1 447	65.5	152	6.9	2 208
1971	956	40.0	1 264	52.8	173	7.2	2 393
1972	1 003	42.5	1 163	49.3	193	8.2	2 359
1973	1 065	41.1	1 297	50.0	230	8.9	2 592
1974	1 109	41.9	1 324	50.0	216	8.1	2 649
1975	1 161	45.6	1 198	47.0	189	7.4	2 548
1976	1 234	48.4	1 114	43.7	199	7.9	2 547
1977	932	36.7	1 415	55.7	194	7.6	2 541
1978	1 032	36.2	1 617	56.7	200	7.1	2 849
1979	2 190	76.0	476	16.5	215	7.5	2 881
1980	1 999	76.8	402	15.4	202	7.8	2 603
1981	1 843	77.9	362	15.3	162	6.4	2 367
1982	2 125	79.4	357	13.3	195	7.3	2 677
1983	2 138	73.9	579	20.0	176	6.1	2 893
tmca	8.6		-10.1		0.2		1.2

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.



por 69 ingenios, de los cuales 51 pertenecían al sector público, 16 al privado y los dos restantes al sector cooperativo<sup>10</sup>. De la producción azucarera de 1983 el sector público contribuyó con el 73.9%, el sector privado con el 20% y el sector cooperativo con el 6.1% restante.

Los ingenios se encuentran distribuidos en 15 estados de la República, destacándose como los más importantes Veracruz, Jalisco, Sinaloa, Oaxaca y Morelos, los cuales contribuyeron con el 70.1% de la producción nacional y agruparon a 45 ingenios.

Los ingenios públicos son administrados por Azúcar S.A., y se encuentran agrupados en 10 regiones. Cada una cuenta con oficinas centrales, cuyo objetivo primordial es el de resolver problemas de abastecimiento de caña e insumos para la región de que se trate<sup>11</sup> (ver cuadro

9. Comisión Coordinadora de Política Industrial del Sector público, op. cit. (p 2), "En el desarrollo de la industria azucarera, la participación del Estado ha sido decisiva. Primero ante la falta de capacidad de los empresarios...después legislando y finalmente, como productor cada vez más importante." idem (p 3). "La mayor parte de los ingenios adquiridos por el Estado se encontraban en bancarrota y sus fábricas y zonas de abastecimiento, en pésimas condiciones...". Lo anterior no significa que la problemática de la industria azucarera, especialmente la administrativa y organizacional, se haya solucionado con la mayor participación del Estado; sin embargo, su funcionamiento no era posible en manos de inversionistas privados.

10. En la zafra 1983-1984 el número de ingenios aumentó a 70 por la incorporación del ingenio público Plan de San Luis.

11. "Replanteamiento estructural de la industria azucarera", en Azúcar, año 1, segunda época. México enero-febrero 1981. pp 7-15

2.5). Las regiones concentran ingenios que geográficamente se encuentran cercanos; su producción en la zafra de 1983 fue la siguiente:

Región	Producción*
Alto Papaloapan	330 680 Ton
Bajo Papaloapan	368 548 Ton
Balsas	147 302 Ton
Centro	117 411 Ton
Golfo Centro	176 319 Ton
Huastecas	204 192 Ton
Noroeste	247 989 Ton
Occidente	338 550 Ton
Pacifico Sur	113 472 Ton
Sureste	93 902 Ton

En promedio, los ingenios cuentan con una capacidad instalada de molienda de aproximadamente 4 500 toneladas por día. Sin embargo, todos los de reciente creación y los que se encuentran en proyecto, disponen de una capacidad de 6 mil toneladas<sup>12</sup>. Los dos ingenios de menor capacidad forman parte del sector privado, éstos son: Guadalupe y Santiago ambos en el estado de Jalisco. Los de mayor capacidad pertenecen al sector público y se localizan salvo en un caso, en el estado de Veracruz, estos son: San Cristobal (20 000 toneladas), San Pedro (12 000) y El Potrero (11 000 toneladas por día). El ingenio Los Mochis ubicado en el estado de Sinaloa, tiene una capacidad instalada de 12 000 toneladas por día.

Con el fin de tener una idea más clara de la situación y características de funcionamiento de cada

---

12. Entrevista directa realizada por los autores a funcionarios de Azúcar, S.A.





uno de los ingenios, es importante considerar toda la información de las variables involucradas: la capacidad instalada de molienda y su utilización, los rendimientos de fábrica, los tiempos perdidos, el consumo de combustible y la caña molida, entre otros indicadores.

## 2.2 Demanda.

Los dos sectores consumidores de azúcar en nuestro país son el sector doméstico y el industrial. Dichos sectores han intercambiado su posición en la estructura sectorial de consumo. Así se tiene que para 1965 el 67% de la demanda fue absorbida por el sector doméstico, mientras que a partir de 1979 los requerimientos del sector industrial sobrepasaron el 50% de la demanda nacional (ver cuadro 2.6).

Esta evolución en la estructura del consumo de azúcar se debe al mayor dinamismo observado en la demanda del sector industrial, que favorecido por las políticas de sustitución de importaciones implementadas por el Estado, provocaron un acelerado crecimiento del sector en su conjunto <sup>13</sup>, incidiendo específicamente en las industrias que utilizan azúcar como materia prima de importancia; asimismo, estas industrias aprovecharon la congelación de los precios e incrementaron notablemente su consumo; tan sólo de 1965 a 1970 se pasó de 447 000 toneladas a 762 000, con un crecimiento anual del 11%. A partir de 1970, y hasta 1983 el ritmo de crecimiento

---

13. Como es sabido el sector industrial mexicano, experimentó un notable crecimiento a partir de la década de los cincuentas.

Cuadro 2.6  
Consumo sectorial de azúcar.  
1965-1983  
(miles de toneladas)

Consumo del sector industrial por rama de actividad seleccionada															
AÑO	Consumo Total	Consumo Doméstico	% del total	% del total	% del total	embote-lladora	% del ind.	panifi-cadora	% del ind.	dulce- ra	% del ind.	vitivi- nicola	% del ind.	otras <sup>1</sup>	% del ind.
1965	1 359	912	67.1	447	32.9	277	62.0	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-
1970	1 841	1 078	58.6	762	41.4	460	60.4	94	12.3	127	16.7	8	1.0	73	9.6
1971	1 775	1 062	59.8	713	40.2	397	55.7	103	14.4	128	18.0	10	1.4	75	10.5
1972	1 910	1 128	59.1	782	40.9	436	55.8	113	14.4	133	17.0	15	1.9	85	10.9
1973	2 125	1 251	58.9	874	41.1	466	51.6	118	13.1	162	17.9	24	2.6	133	14.8
1975	2 387	1 345	56.3	1 042	43.7	573	55.0	134	12.9	172	16.5	44	4.2	119	11.4
1976	2 473	1 465	59.2	1 008	40.8	487	48.3	155	15.4	187	18.6	53	5.3	126	12.4
1977	2 477	1 380	55.7	1 097	44.3	551	50.2	166	15.1	166	15.1	54	4.9	160	14.7
1978	2 717	1 450	53.4	1 267	46.6	669	52.8	183	14.4	196	14.7	44	3.5	185	14.6
1979	2 855	1 392	48.8	1 463	51.2	888	55.2	181	12.4	206	14.1	41	2.8	227	15.5
1980	2 921	1 330	45.5	1 591	54.5	847	53.2	213	13.4	211	13.3	59	3.7	261	16.4
1981	3 020	1 327	43.9	1 693	56.1	899	53.1	235	13.9	223	13.2	57	3.4	279	16.4
1982	3 226	1 459	45.2	1 767	54.8	939	53.1	240	13.6	244	13.0	24	1.4	320	18.1
1983	3 023	1 357	44.9	1 666	55.1	884	53.1	244	14.6	216	13.0	25	1.5	297	17.8
tnca	4.8	2.0		7.8			7.2	8.1		5.2		10.7		12.9	

<sup>1</sup> Se destaca en este renglón la industria espadadora.  
n.d. No disponible.

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

sufrió una sensible merma al crecer anualmente a razón del 8%, como consecuencia de la fijación de nuevos precios al azúcar y de la problemática situación económica que enfrentó el país a partir de la década de los '80<sup>14</sup>. A pesar de ello, este crecimiento se conservó muy por arriba de la evolución observada en el consumo doméstico que creció a una tasa media anual del 2%, crecimiento inferior al de en la población, que en el mismo período fue del 2.9%<sup>15</sup>. Esta moderada tasa de crecimiento del consumo doméstico fue producto de los incrementos en los precios al público, sobre todo si se considera que en 1970 el precio por kilogramo de azúcar estándar era de 2.15 pesos y para 1983 fue de 38 pesos, observándose una elevación media anual entre esos años del 25%.

No obstante, la demanda industrial de azúcar ha mantenido un comportamiento dinámico, registrando la menor tasa de crecimiento durante el período 1980-1983 cuando sólo creció en 1.5%, situación en la que influyó una relativa recuperación del consumo doméstico -una vez que se logró cierta estabilidad en los precios al consumidor- y, principalmente por la repercusión sobre el nivel de consumo industrial consecuencia de la difícil situación económica que el país enfrenta, siendo

---

14. Además de la problemática situación, producto de la deuda externa, el país se ve envuelto en la crisis cíclica por la que atraviesa el sistema capitalista mundial.

15. Ver Secretaría de Programación y Presupuesto. X Censo General de Población y Vivienda. SPP. México 1984.

el industrial uno de los principales sectores afectados.

Ahora bien, dentro del mismo consumo industrial existe una estructura claramente definida, en la cual ocupa el lugar preponderante la industria refresquera, controlada por grandes monopolios internacionales que se han fortalecido en el país, mediante la creación de hábitos de consumo generados publicitariamente a través de los medios masivos de comunicación<sup>16</sup>, lo cual ha conducido a que la población de México haya consumido en 1982 alrededor de 16.2 millones de litros de refrescos embotellados por día, lo que significó un consumo per cápita para la población entre 5 y 44 años de casi 350 mililitros diarios<sup>17</sup>. De esta forma, la estructura del consumo industrial de azúcar en 1982 estaba integrada fundamentalmente por tres industrias: la embotelladora, la dulcera y la panificadora (ver lámina 2.3).

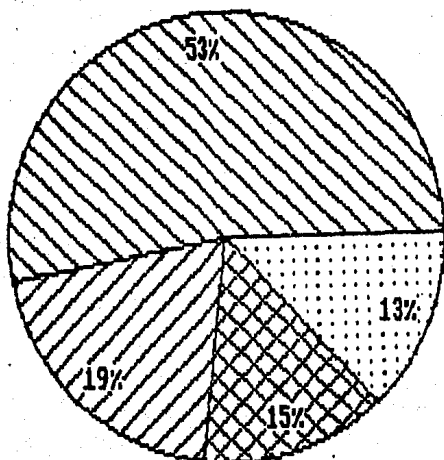
El elevado consumo industrial de azúcar en México,





16. Es por todos conocido que la industria refresquera destina una importante suma de dinero con fines publicitarios, ello garantiza el consumo de sus productos, los cuales se fabrican con una serie de productos químicos que pueden dañar la salud de quienes los consumen. En este sentido Marx afirma lo siguiente: "toda producción genera su propio consumo" (Marx, Carlos Introducción a la crítica de la economía política, Siglo XXI, México 1979, p 5). Sin embargo, es conveniente destacar que esta industria cubre una de las carencias del Estado en cuanto a salud pública, en aquellas comunidades en donde no existe aún la infraestructura para hacer llegar el agua potable a la población; en este sentido, es "menos perjudicial" el consumo de refrescos embotellados que de agua contaminada.

17. Sobre este aspecto se sugiere ver "Reorientar el consumo interno de azúcar, objetivo de CNIA", en Azúcar año 1, segunda época, México mayo-junio 1981. pp 24-29.

Lámina 2.3

Estructura del consumo industrial de azúcar  
1983



-  Industria Embotelladora
-  Otras Industrias
-  Industria Panificadora
-  Industria Dulcera



Toneladas



se manifiesta directamente en los niveles de consumo regionales y más específicamente en los estatales; así se tiene que Aguascalientes registraba el consumo per cápita global más alto, destacándose su consumo per cápita industrial, que en 1981 llegó a 90 kilogramos; considerablemente mayor al del Distrito Federal que en el mismo año ocupó el segundo lugar con un consumo de 58 Kgs. Esta situación se explica por la ubicación de la industria vitivinícola concentrada principalmente en Aguascalientes, siendo dicha industria una importante consumidora de azúcar.

Por su parte, otras entidades como Jalisco y Colima registraron altos niveles de consumo por la amplitud de su planta industrial insumidora de azúcar. En contraposición, estados como Durango, Oaxaca y Zacatecas que presentan un menor desarrollo industrial, registraron consumos per cápita industriales menores a los doce kilogramos.

Para 1982 el consumo industrial per cápita de Aguascalientes declinó notablemente al pasar de un consumo de 90 kgs. en 1981 a sólo 37 en el siguiente año; esta disminución en términos absolutos significó un consumo de 20 157 toneladas de azúcar en 1982, en comparación a las 47 565 consumidas en 1981. Este comportamiento es producto de la difícil situación económica del sector industrial y particularmente de la severa crisis por la que atraviesa la industria vitivinícola nacional .

Es conveniente mencionar que el consumo nacional se ha conservado muy por arriba del mundial, asimismo la comparación con algunas regiones continentales evidencia el elevado consumo de azúcar en nuestro país, y aún una comparación por países, confirma esta posición (ver lámina 2.4).

### 2.3 Subproductos de la industria.

Un área importante de la industria azucarera es la que se refiere a la oferta y demanda de sus subproductos; éstos son: alcohol etílico, bagazo de caña y miel final.

#### al Alcohol etílico.

Aunque para la producción de alcohol se requieren instalaciones y equipo adicional como son las plantas de destilación, se considera como subproducto ya que la materia prima que se utiliza se origina en el mismo ingenio y la producción de alcohol etílico es exclusiva de la industria azucarera. La lámina 2.3 ilustra el <sup>19</sup> proceso de elaboración del alcohol .

En cuanto a sus usos, éstos dependen del tipo de alcohol de que se trate; así se tiene que el alcohol etílico desnaturalizado se usa en la fabricación de perfumes, pinturas y productos químicos, también tiene diversos usos en laboratorios y parte de su producción.

---

18. idem.

19. Tomado de: "La caña de azúcar como fuente alternativa de energía", en Azúcar, año 1, segunda época, mayo-junio 1981, pp 14-17.



**Lamina 2.4**

**Consumo percapita de azucar. 1983**

**Países seleccionados.**

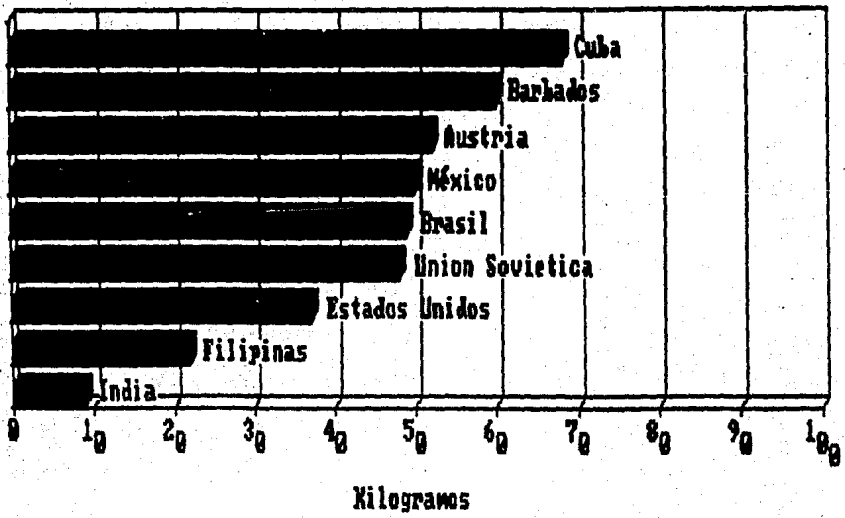
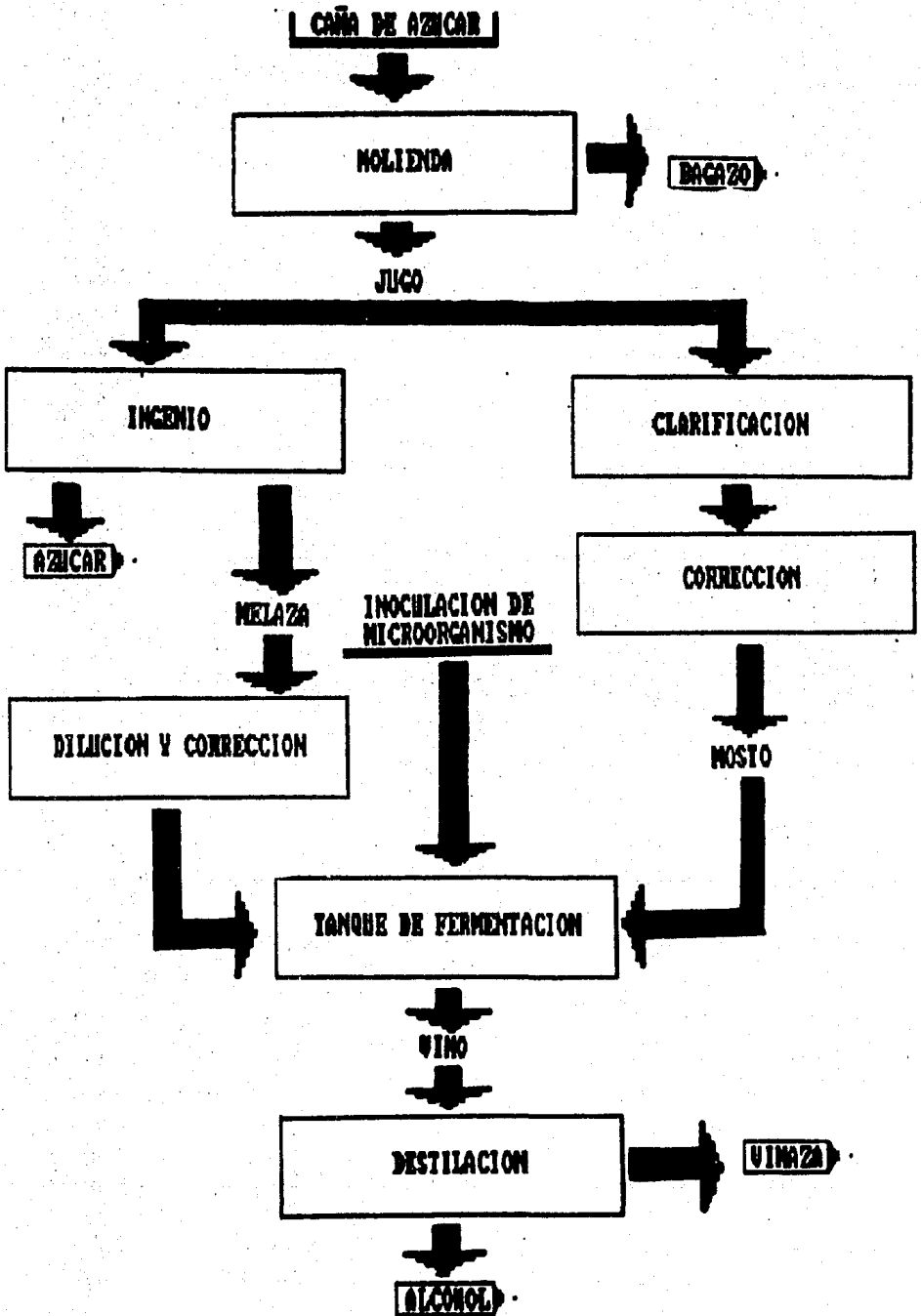


Lámina 2.5  
Fabricación de alcohol etílico a partir de la caña de azúcar



se destina al envasado en recipientes menores.

En el caso del alcohol etílico natural, éste es consumido por diferentes industrias, como la de bebidas alcohólicas y la de perfumería; también se utiliza para la producción de vinagre y éter. En el sector comercial se destina al abastecimiento de almacenistas tanto del Distrito Federal como foráneos, así como hospitales y farmacias (ver lámina 2.6).

Los ingenios productores de alcohol así como los volúmenes elaborados durante la zafra 1982-1983 se observan en el cuadro 2.7.

Debido a la inadecuada planeación en la producción de alcohol etílico, han tenido que almacenarse volúmenes considerables de este producto, dicha situación se ha presentado durante los años de 1975, 1979 y 1981. Posteriormente se ha optado por reducir la producción, ocasionando con ello notables déficits entre la oferta y la demanda de este producto.

#### b) Bagazo de caña.

El bagazo de caña es un importante insumo para la propia industria azucarera, ya que en 1982 proporcionó el 69% de la energía requerida por esta industria; asimismo, se ha convertido en una importante materia prima de las industrias papeleras y madereras (ver lámina 2.7).

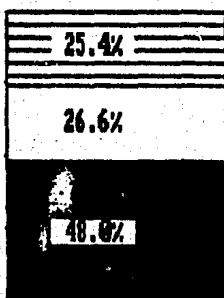
#### c) Miel final.

La miel final tiene como destinos principales a la propia industria azucarera, al sector agropecuario y a

**Lamina 2.6**

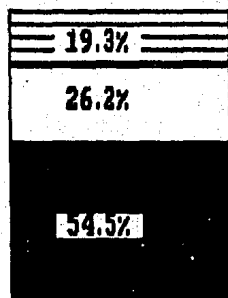
**Estructura del consumo de alcohol etílico. 1983**

**Alcohol etílico  
desnaturalizado**



- ▨ Otras industrias 1302m<sup>3</sup>
- Comercio 1364m<sup>3</sup>
- Fabricación de pintura 2459m<sup>3</sup>

**Alcohol etílico  
natural**



- ▨ Fabricación de bebidas 25060m<sup>3</sup>
- Otras industrias 25060m<sup>3</sup>
- Comercio 52170m<sup>3</sup>

Cuadro 2.7

Producción nacional de alcohol etílico  
Zafra 1982-1983  
(metros cúbicos)

Ingenio	Volumen Producido	%
Total	110 918	100.0
Sector Público	74 541	67.2
Pujilic	747	0.7
Tala	3 495	3.1
Pedernales	500	0.4
San Sebastián	1 139	1.0
Casasano	1 991	1.8
Oacalco	1 245	1.1
Puga	2 990	2.7
Calipam	2 100	1.9
Alianza Popular	1 439	1.2
Los Mochis	5 139	4.6
Rosales	5 261	4.7
Nueva Zelandia	812	0.7
Santa Rosalía	3 160	2.8
Cuatrotolapam	6 666	6.1
El Potrero	5 623	5.1
Independencia	4 272	3.9
Mahuixtlán	994	0.9
San Cristóbal	15 547	14.2
San Gabriel	1 872	1.7
San Miguelito	1 025	0.9
San Pedro	8 525	7.7
Sector Privado	28 168	25.4
La Joya	4 150	3.7
Guadalupe	1 347	1.2
Tamazula	5 008	4.5
El Molino	751	0.7
Dos Patrias	534	0.5
Xicoténcatl	3 978	3.6
Constancia	2 199	1.9
El Carmen	3 170	3.2
Providencia	4 605	4.2
San José de Abajo	2 106	1.9
Sector Cooperativo	8 209	7.4
Emiliano Zapata	3 390	3.1
El Mante	4 819	4.3

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A.  
Estadísticas azucareras. Varios años.

otras ramas del sector industrial. La lámina 2.7 muestra la estructura de demanda de los principales sectores consumidores, como es el caso del agropecuario, en el cual se utiliza como alimento para ganado; por su parte, el sector industrial insume también este subproducto para la elaboración de bebidas alcohólicas y levaduras.

#### 2.4 Empleo.

La producción de azúcar corresponde a la más importante agroindustria del país ; de ahí que para estudiar el empleo generado por esta actividad, sea indispensable contemplar tanto al sector agrícola como al industrial.

Al observar los niveles de ocupación del trabajo de campo en esta agroindustria, se observa una disminución media anual del 0.7% durante el periodo 1970-1982. Entre las razones que explican esta evolución negativa se encuentra en primer lugar, la situación crítica del agro mexicano (manifestada entre otros factores en una insuficiente capacidad para generar empleo y en una mayor explotación del campesino ) y, en

20. Baste mencionar que en el sistema de cuentas nacionales se clasifica como una de las 72 actividades económicas de mayor importancia en el país.

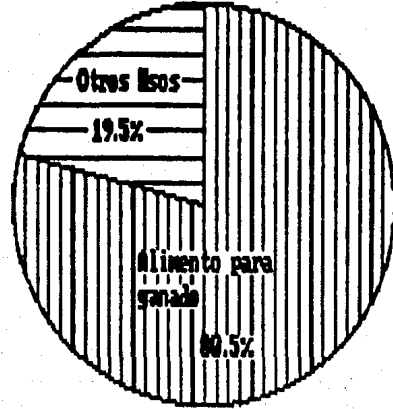
21. Bartra, Armando. "La explotación del trabajo campesino por el capital", Macehual, México 1982, p 57.

En este sentido, dado que la subsunción formal no supone, por sí misma, la modificación del proceso de trabajo, hay una correspondencia lógica entre plusvalía absoluta y subsunción formal y de la misma manera, dado que la subsunción real supone, además de la subsunción formal, la adecuación del proceso de trabajo a la máxima valorización del capital, pueden vincularse los conceptos de plusvalía relativa y subsunción real".

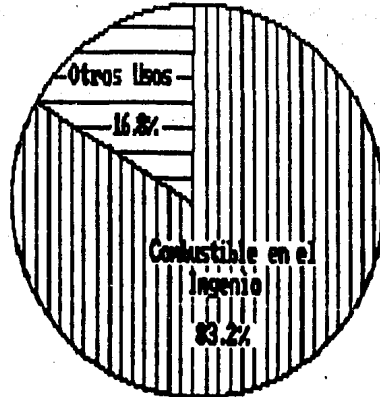
**Lámina 2.7**  
**Estructura de consumo de las mieles y el bagazo**  
**1983**  
**(Miles de toneladas)**



**Mieles**



**Bagazo**



segundo lugar, la incesante migración campo - ciudad (resultado de las políticas gubernamentales tendientes a fortalecer al sector industrial, fomentando con ello necesariamente el crecimiento del sector servicios).

Aunado a lo anterior, los ínfimos niveles de ingreso que perciben los trabajadores agrícolas, se encuentra presente como causa - efecto de la difícil situación por la que atraviesa el campo mexicano. Esta problemática adquiere matices más agudos cuando se refiere a los ingresos del jornalero agrícola, en este caso el cortador de caña, ya que por un lado, su salario se encuentra muy por debajo del salario mínimo de campo y por otro, sus ingresos no son regulares en lo que a temporalidad se refiere, ya que en muchas ocasiones pasan semanas sin que logre encontrar parcelas donde trabajar . Además de lo anterior, el salario mínimo de campo se encuentra considerablemente rezagado con respecto al salario mínimo general el cual además, no ha podido contrarrestar los índices inflacionarios (ver cuadro 2.8 y lámina 2.8).

Es conveniente señalar que la actividad azucarera ocupa principalmente personal de campo (durante 1983 el personal agrícola representó el 82% de la población ocupada por esta agroindustria). La estructura del empleo en las ramas donde se localiza esta actividad se

---

22. Pare, Luisa. "El proletariado agrícola en México, campesinos sin tierra o proletarios agrícolas?". México 1984, p 191, e investigación directa realizada por los autores en el ingenio El Modelo, Veracruz, 1984.



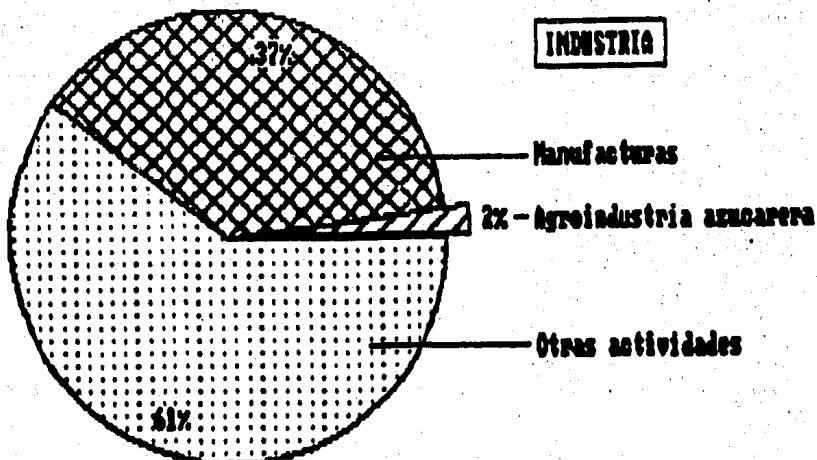
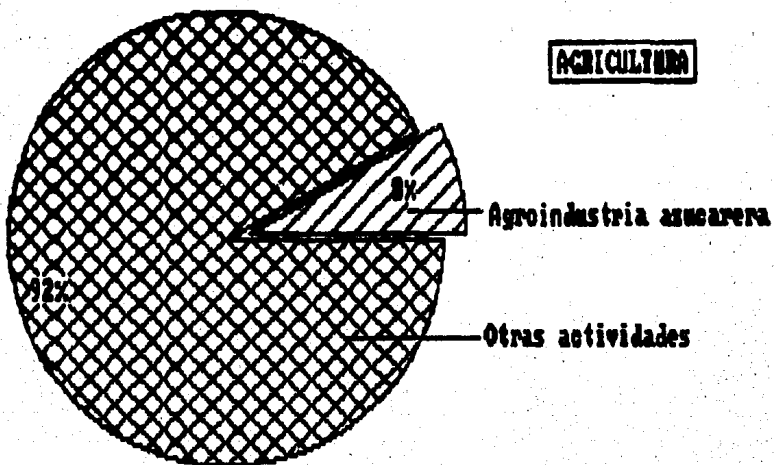
Cuadro 2.8

Comparación del salario de los cortadores de caña  
con respecto al salario mínimo de campo.  
(1970-1983)

Año	Días de zafra	Costo (miles de pesos)		Número de cortadores	Salario aproximado diario (pesos)	Salario mínimo de campo diario (pesos)
		de corte	alza			
1970-71	273	234 503	98 077	108 214	11.50	23.50
1971-72	297	248 999	100 788	115 453	10.00	28.00
1972-73	299	309 564	120 977	115 032	12.50	33.00
1973-74	316	386 225	150 340	105 939	16.00	38.00
1974-75	294	434 838	183 632	110 172	19.00	46.00
1975-76	318	483 589	220 972	98 614	22.50	56.50
1976-77	289	609 483	263 155	100 060	30.00	76.50
1977-78	286	850 717	362 239	94 363	45.50	88.50
1978-79	309	1 117 344	492 745	90 918	57.50	107.00
1979-80	321	1 285 308	552 010	80 976	71.00	134.00
1980-81	264	1 505 254	669 094	75 139	110.00	150.00
1981-82	304	2 412 494	924 742	84 291	130.00	260.00
1982-83	266	3 888 804	1 804 410	97 386	n.d.	n.d.

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

Lámina 2.8  
Participación de la agroindustria azucarera en el empleo de  
la agricultura y la industria. 1962



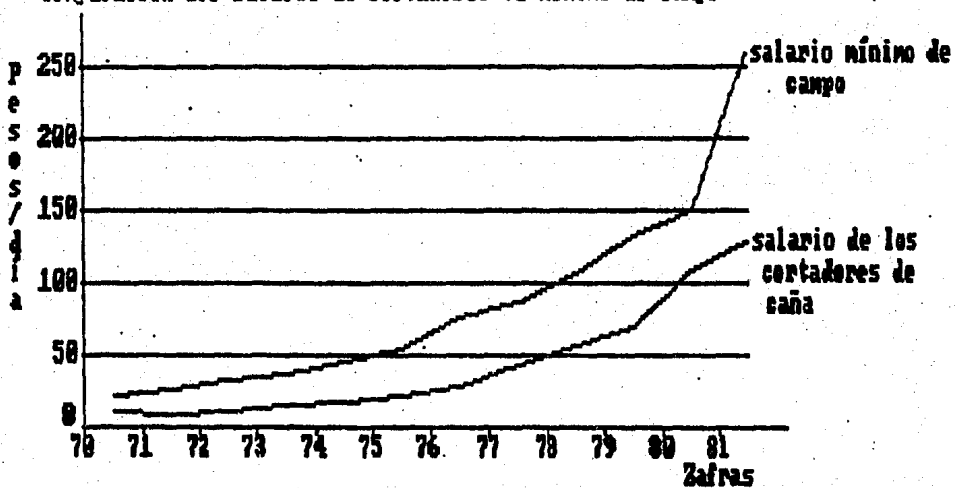
ilustra en la lámina 2.9.

### 2.5 Precios.

Debido a los hábitos de consumo que se han formado en la población mexicana, el azúcar se ha convertido en un alimento insustituible dentro de la dieta popular, de aquí que sus precios ejerzan una influencia directa sobre los salarios, además por ser una importante materia prima de diversas industrias alimentarias, influye en los precios y costos de sus productos finales.

En base a lo anterior, el Estado justificó el establecimiento de una política de precios acorde a las estrategias tendientes a mantener cierto nivel de consumo de la población cuyo ingreso fluctúa alrededor del salario mínimo. Para lograr lo anterior se congelaron los precios del azúcar durante doce años (de 1958 a 1970), lo cual tuvo como principales efectos negativos los siguientes: a) provocó una intensa descapitalización de la agroindustria por la escasa rentabilidad e incluso pérdidas con que operaba; b) condujo a un debilitamiento de los ingresos de la fuerza de trabajo ocupada, esencialmente de los trabajadores de campo, debido a que los ingenios privados intentaban contrarrestar la condición antes señalada a través de una reducción de los salarios; c) estimuló un acelerado e innecesario crecimiento del consumo per cápita; d) hizo necesario aumentar la canalización de recursos financieros por parte del Estado y, e) propició un subsidio indirecto a las empresas

**Lámina 2.9**  
**Comparación del salario de cortadores vs mínimo de campo**



transnacionales.

Es hasta 1971 cuando se establece un incremento de los precios al mayoreo de los dos tipos de azúcar: el refinado pasa de 1.43 pesos por kilogramo a 2.15, mientras que el estándar pasa de 1.35 a 2.00 pesos por kilogramo. Estos precios se mantuvieron en el caso del refinado hasta 1977, en tanto que los del estándar se incrementaron hasta 1980.

La diferencia existente entre los precios al mayoreo y los precios de liquidación; esto es, el monto que Azúcar, S.A. paga al ingenio por su producción refleja uno de los subsidios más evidentes con que cuenta esta actividad; aunque no el único, si el de mayor importancia. Tal diferencia se muestra en la lámina 2.10.

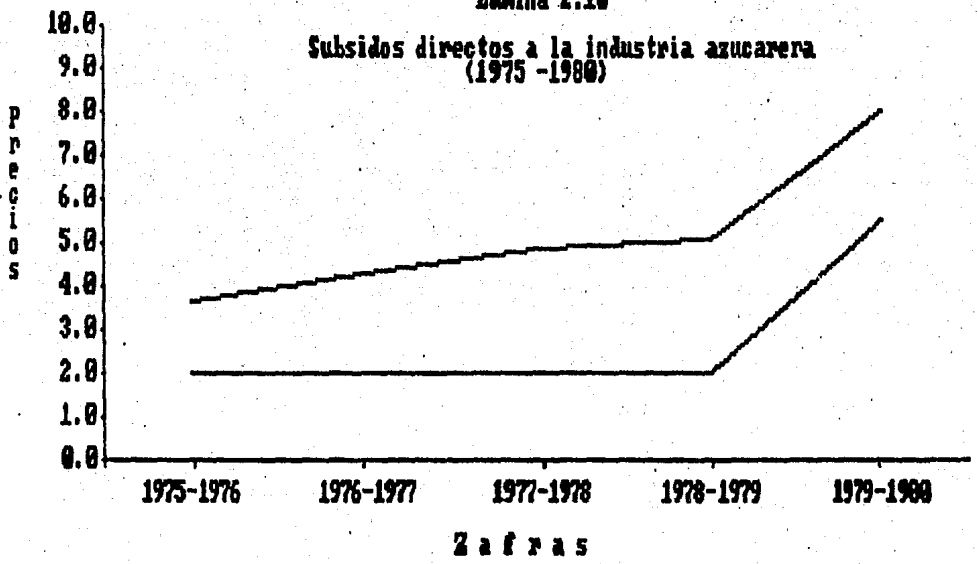
A partir del segundo semestre de 1980 el precio al mayoreo del azúcar estándar se recupera con respecto a su precio de liquidación, llegando incluso a superarlo. Sin embargo, los precios reales del azúcar no sufrieron modificaciones de importancia. La mayor modificación se presentó en 1983; a pesar de ello, comparando la proporción del salario mínimo gastado en azúcar de 1960 con la de 1983 no se observa una diferencia representativa (ver cuadro 2.9 y lámina 2.11).

Los precios al público y al sector industrial no difieren salvo en el caso de la industria refresquera en donde se han establecido tarifas diferenciales mediante acuerdos anuales.

En general, los precios al público han sido en

Lámina 2.10

Subsidios directos a la industria azucarera  
(1975-1980)



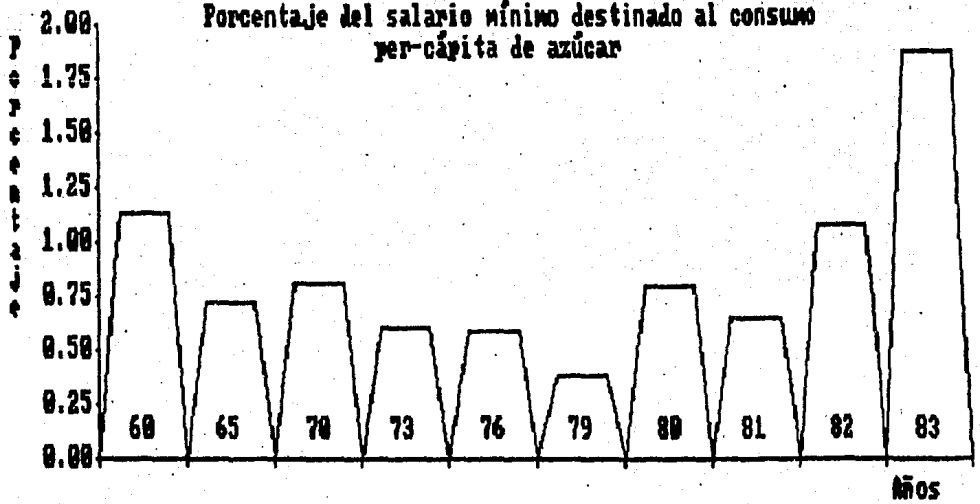
Cuadro 2.9

Porcentaje del salario mínimo destinado  
al consumo de azúcar  
(1960-1983)

Año	Precios al consumidor (\$/kg)	Consumo per cápita (kg/año)	Gasto en consumo de azúcar	Salario mínimo anual (promedio)	Porcentaje del salario mínimo destinado al consumo de azúcar (%)
1960	1.40	29.5	41.30	3 609.85	1.14
1965	1.40	33.2	46.50	6 325.45	0.73
1970	2.10	38.1	80.00	9 851.35	0.81
1973	2.10	39.9	83.80	13 753.20	0.61
1976	3.80	41.4	157.50	26 630.10	0.59
1979	3.80	43.6	165.70	42 347.30	0.39
1980	9.25	43.3	400.50	49 866.30	0.80
1981	9.25	43.4	401.50	60 407.50	0.66
1982	26.25	44.0	1 155.00	106 361.00	1.08
1983	56.00	44.6	2 497.60	133 141.00	1.87

Fuente: Elaborado en base a datos de C.N.I.A. Estadísticas azucareras. Varios años.

Lámina 2.11  
Porcentaje del salario mínimo destinado al consumo  
per-cápita de azúcar





promedio alrededor del 8% más altos que los de mayoreo para ambos tipos de azúcar.

## 2.6 Comercio exterior.

A partir de 1960 México se convirtió en un importante exportador de azúcar a nivel mundial como resultado de la sustitución de Cuba como abastecedor de este producto a los Estados Unidos, manifestándose con ello un importante cambio en lo que a las exportaciones nacionales de azúcar se refería, dicha situación se puede apreciar en la lámina 2.12.

De esta forma, el azúcar durante la década de los '60s y los primeros años de los '70s, se convirtió en uno de los principales productos de exportación de nuestro país. Es importante señalar que durante el quinquenio 1970 - 1974 estas exportaciones se dinamizaron considerablemente, al crecer a razón del 23% anual, dichas exportaciones empezaron a disminuir a partir de 1974, dejándose de exportar durante el bienio 1976 - 1977 y vendiéndose al exterior apenas 30 mil toneladas en 1979, volumen muy por debajo del exportado en 1970 que siendo el mayor de la década sobrepasó las 593 mil toneladas (ver cuadro 2.10), dicha evolución presenta tres factores condicionantes: a) la producción nacional; b) la demanda nacional, y c) el comportamiento del mercado internacional.

En lo que a la producción se refiere, por diversas razones ya explicadas anteriormente la producción no se incrementó lo suficiente, con lo cual se redujeron las

**Cuadro 2.10.**

**México: producción, importaciones, exportaciones,  
consumo y stocks de azúcar crudo.**

**1975-1982**  
(miles de toneladas)

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	Consumo	Stocks
1975	2 636	-	217	2 526	100
1976	2 710	-	13	2 675	121
1977	2 790	-	-	2 677	234
1978	3 131	-	74	2 934	357
1979	3 095	-	30	3 060	323
1980	2 719	761*	-	3 152	650
1981	2 642	673**	-	3 261	536
1982	2 739	538***	17	3 514	252

\* 75 de Brasil, 38 de Chile, 383 de Cuba, 18 de CEE, 28 de Corea y 218 de Estados Unidos.

\*\* 232 de Cuba, 16 de Guatemala, 16 de Nicaragua y 409 de Estados Unidos.

\*\*\* 365 de Brasil, 11 de Canadá, 137 de Cuba, 141 de CEE, 17 de Honduras, 26 de Corea, 28 de Nicaragua y 12 de Estados Unidos.

Fuente: International Sugar Organisation. Sugar year book. USA. 1982.

posibilidades de contar con excedentes exportables de este producto.

Por su parte, el mercado nacional caracterizado por un elevado crecimiento de su demanda, implicó perspectivas deficitarias respecto a su suministro interno. Así, se tiene que para los años comprendidos entre 1980 y 1982 el consumo nacional de azúcar fue satisfecho entre un 23 y un 14 por ciento mediante importaciones, lo cual significó para México una considerable derrama de divisas, sobre todo si se considera la evolución del mercado internacional del azúcar caracterizado por una tendencia alcista de los precios que se agudizó a partir de 1979<sup>23</sup>, por la confluencia de los siguientes elementos:

En primer término, se presentó una contracción de la oferta de los principales países productores, como resultado de condiciones climáticas desfavorables y enfermedades propias de la caña de azúcar como la roya y el carbón. Por otro lado, la política de los países exportadores estuvo enfocada a presionar sobre los precios para que éstos se incrementaran, utilizando como principal medio para la consecución de tales objetivos, la disminución de su producción.

Asimismo, al igual que México, países como la

---

23. Pasando de 11.90 a 29.01 centavos de dólar por libra.

India, Tailandia y Perú de ser tradicionalmente exportadores se convirtieron en importadores de azúcar, este hecho contribuyó a la reducción de la oferta mundial del producto. En la lámina 2.13, se muestra la evolución de las cotizaciones mundiales del azúcar.

## 2.7 Costos de producción.

Debido a las características de la actividad azucarera, y en especial a su problemática administrativa y organizacional, la obtención de información sobre costos presenta serias dificultades; por lo cual este análisis se refiere únicamente a los 52 ingenios administrados por Azúcar, S.A. durante la zafra de 1983 - 1984; a pesar de ello se considera que el análisis es válido para la totalidad de la industria, debido a que estos ingenios contribuyen con casi el 75% de la producción nacional.

Este análisis se concentra en los cuatro ingenios que venden todo su bagazo, debido a que sus diferencias con el resto de la industria, reflejan con mayor claridad el impacto económico de la energía en los costos de producción de esta actividad.

Para poder presentar la estructura de costos en base a los datos disponibles, los costos de producción de la industria azucarera se dividieron en ocho secciones:

- 1) Remuneraciones y prestaciones sociales.
- 2) Impuestos.
- 3) Materia prima (caña de azúcar).

4) Insumos (combustóleo, cal, sosa cáustica, ácido muriático, azufre y carbón).

5) Depreciación y amortización.

6) Mantenimiento.

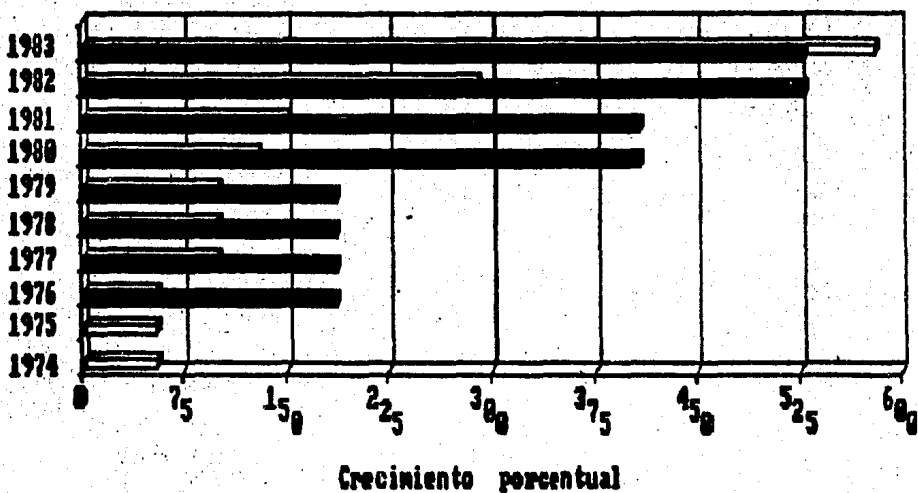
7) Maquinaria agrícola.

8) Gastos generales y servicios de apoyo.

Otro factor importante es la comparación entre los aumentos de precios del azúcar y del combustóleo, los resultados se muestran en la lámina 2.14; ahí se puede observar que el margen de diferencia en 1983 se amplía, esto implica que los incrementos en los costos por consumo de combustóleo no han sido contrarrestados a través de los precios del azúcar. Además si a esto se agrega el crecimiento del consumo específico de combustóleo (esto es: litros de combustóleo por tonelada de azúcar producido), el problema se vuelve todavía más complejo.

Un análisis más pormenorizado de la información disponible, permite destacar a un grupo de ingenios que no queman bagazo, sino que satisfacen sus necesidades energéticas exclusivamente mediante el consumo de combustóleo, estos ingenios son: Docalco, Tres Valles, Casasano y Calipae, su producción de bagazo se destina a satisfacer la demanda de la industria papeleras y en menor grado de la industria maderera. Vale la pena mencionar las necesidades de bagazo de estas industrias. Para la producción de papel el bagazo de caña aporta casi el 31% de la materia prima que se utiliza; por su

**Lámina 2.14**  
**Crecimiento de los precios del azúcar y el combustible con respecto a 1970**



parte, la industria de la madera utiliza el bagazo para la fabricación de tableros aglomerados.

Si se compara este grupo con otros ingenios con un nivel de producción similar, los resultados que arroja son los siguientes: (ver cuadro 2.11).

Los ingenios Tres Valles y López Mateos se localizan en la misma región, en Tres Valles se produce tan sólo un 2.9% menos azúcar que en López Mateos; sin embargo, sus costos por consumo de combustible son superiores en un 612%.

Estas diferencias se acentúan al comparar los ingenios Oacalco y Melchor Ocampo, aunque Melchor Ocampo produce un 59% más que Oacalco, este último gasta un 697% más en combustible.

Al comparar con la media nacional, si bien las diferencias no son tan amplias, no dejan de ser significativas; basta mencionar que el ingenio Tres Valles, donde se obtuvo una producción 65% por arriba de la media nacional, sus costos en combustible superaron a los de la media de los ingenios en un 260%.

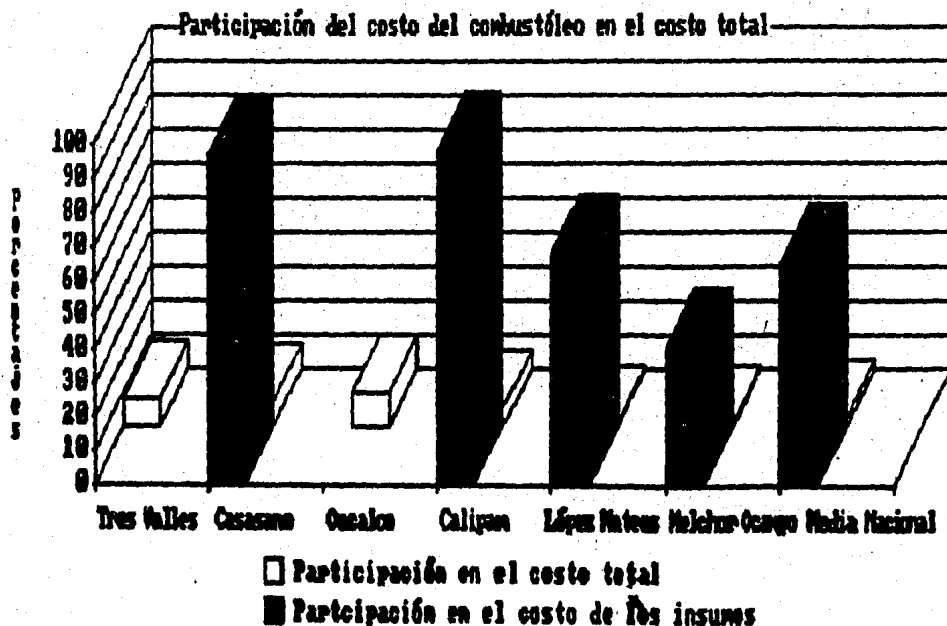
**Cuadro 2.11.**

**Participación del costo del combustible  
en los costos totales.  
Zafra 1983-1984  
(ingenios seleccionados)**

Ingenio	Azúcar Producido (ton)	Bagazo Quenado (%)	Costos del Combustible (pesos)	Participación en el costo de Insumos (%)	Participación en el costo de Total (%)
Tres Valles	72 631	0.0	283 567 976	*	8.5
Casasano	25 435	0.0	113 256 379	97.6	7.7
Ocaico	22 861	0.0	139 208 746	*	10.2
Calipam	19 615	0.0	65 265 951	98.8	6.2
López Mateos	74 732	81.4	39 810 329	68.8	1.2
Melchor Ocampo	36 402	100.0	17 460 916	41.0	1.0
Media nacional	44 089	87.1	78 871 023	65.8	3.2

\* En estos casos la estimación carece de confiabilidad.

Fuente: Elaborado en base a datos de Azúcar S.A. Informe de  
corrida. Zafra 1983-1984.





### CAPITULO 3.

#### CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL.

La finalidad de este capítulo es la de evaluar la eficiencia del uso de la energía en la industria azucarera, así como demostrar las posibilidades de ahorro y conservación existentes; para ello este análisis se divide en cuatro apartados fundamentales.

En el primero de ellos, se describe el proceso productivo utilizado en esta industria, para así poder conocer las principales áreas de consumo energético, identificando con ello dónde se localizan las posibilidades de ahorro.

En la segunda parte, se estudia la evolución del consumo de energía en esta industria como primer paso, para demostrar las posibilidades de lograr un mayor aprovechamiento de su consumo energético.

En el tercer punto, se plantean las distintas metodologías que se pueden seguir para evaluar la eficiencia del uso de la energía en esta industria; se realiza además, un análisis comparativo de una muestra de 32 ingenios, agrupados en 5 bloques, con el propósito de plantear las diferencias de los consumos energéticos de estos ingenios y analizar los principales factores que las originan.

Por último, se plantean las diferentes medidas de carácter específico y general que podrían aplicarse para lograr un consumo más eficiente de la energía.

### 3.1 Descripción del proceso productivo.

Las principales fases del proceso de elaboración del azúcar se pueden agrupar en seis etapas: preparación de la caña, extracción del jugo, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y secado.

La preparación de la caña es el proceso mediante el cual se corta y desfibra la caña por medio de juegos de cuchillas y martillos.

La extracción consiste en obtener el jugo de la caña de azúcar, la cual primero se corta y se desmenuza a través de molinos, luego se comprime y por último, para extraer el mayor volumen de jugo se le agrega agua (a esta operación se le conoce como imbibición). El grado de extracción de jugo está determinado por el nivel de preparación de la caña cortada, la presión y separación de los rodillos, las revoluciones con que giran los molinos, por la cantidad y temperatura del agua de imbibición y, además depende también del contenido de sacarosa, es decir, de la calidad de la caña que se procese.

La etapa de la clarificación tiene por objeto la remoción y eliminación de impurezas y compuestos no azúcares que contiene el jugo extraído en los molinos (jugo mezclado o guarapo). Para tal fin se le agrega sulfato y cal al jugo y se le somete a un doble proceso

---

1. Cáceres, Miguel A. Consumo de energía en la industria azucarera 1970 - 1983. El Colegio de México. México 1985.

de calentamiento, posteriormente se separa el jugo clarificado de la cachaza, que fue la removida. Desde el punto de vista energético, el calentamiento se realiza en dos etapas: se eleva la temperatura del jugo a 45 grados centígrados y luego a 105.

Mediante la evaporación el jugo clarificado que tiene aproximadamente un 85% de agua, pierde dos terceras partes, para ello se dispone de un sistema de evaporación para obtener el jugo concentrado (meladura).

En la cristalización, la meladura es sometida a un proceso de concentración y saturación para la conformación de los cristales de azúcar por medio de la mezcla de la meladura, cristales de siembra y mieles, en recipientes al vacío (tachos). Esta operación se puede hacer en dos o tres etapas según sea el grado de pureza de la meladura.

La centrifugación y secado consiste en el lavado del azúcar con el fin de separar la miel que recubre el azúcar cristalizado, por medio de cilindros provistos de mallas metálicas perforadas (centrifugadoras) que giran a alta velocidad. A continuación se procede a secar el azúcar con vapor y luego envasarlo.

Otras operaciones como la de refinación constituyen un proceso que acentúa la calidad del producto en cuanto a pureza, textura y color. Utiliza como materia prima el azúcar crudo que se somete a un nuevo proceso de clarificación, previa disolución del azúcar crudo en agua de condensados; posteriormente es

decolorado con absorbentes industriales, carbón activado. Por último, el licor que se obtiene es cristalizado, centrifugado y secado.

En los ingenios que cuentan con planta productora de alcohol, se fermenta el jugo clarificado y se destila el vino que se obtuvo de la fermentación; el consumo de energía para la elaboración de alcohol no es significativo en comparación con el que se insume en la producción de azúcar.

A manera de ejemplo en el cuadro 3.1 se presenta la distribución porcentual del consumo de energía entre las seis etapas que constituyen el proceso de producción del azúcar en el ingenio Independencia.

### 3.2 Evolución del consumo de energía en la industria azucarera nacional.

Como se ha visto, los dos principales consumidores de energía en nuestro país son los sectores energético e industrial; dentro de este último destaca la participación de la actividad azucarera como una de las industrias más intensivas en el uso de energía, ya que en 1983 consumió un 6% del total de la energía requerida por el sector, esto sin considerar a la energía obtenida a partir del bagazo, que representa el 69% de la energía <sup>2</sup> utilizada por esta industria.

Ante este panorama, surge la necesidad de analizar cómo ha evolucionado el consumo energético en la

---

2. Petróleos Mexicanos, México: Balance de energía, 1983. PEMEX. México 1984.

**Cuadro 3.1**

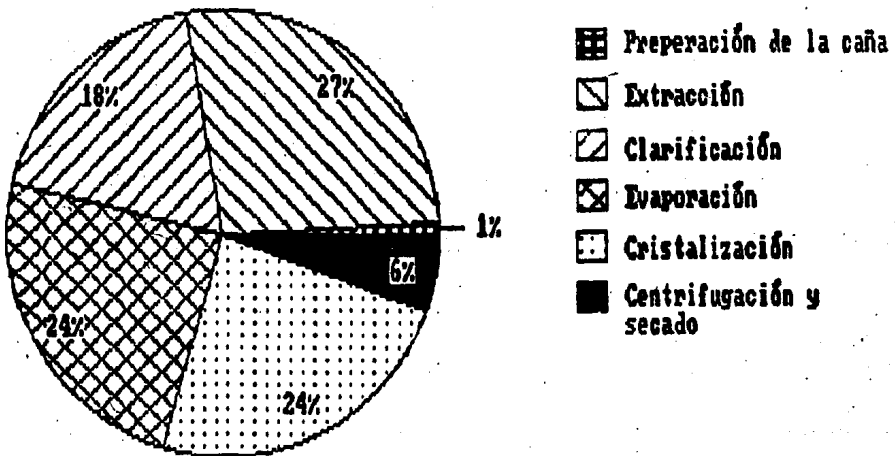
**Distribución porcentual del consumo de energía.**

**Ingenio Independencia.  
Zafra 1982 - 1983**

Etapa productiva.	Consumo de energía (%).
Preparación de la caña.	1
Extracción.	27
Clarificación.	18
Evaporación.	24
Cristalización.	24
Centrifugación y secado.	6

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo. Encuesta sobre el consumo de energía en la industria 1982. México investigación directa 1984.

**Distribución del consumo de energía en el ingenio Independencia**



industria azucarera, como primer paso para evaluar la eficiencia del mismo.

El comportamiento de la demanda de energía de esta industria presenta un consumo específico que ha aumentado a razón del 2.5% anual, durante el periodo comprendido entre 1970 y 1983, crecimiento muy por encima del observado en la producción de azúcar, que durante el mismo periodo fue de apenas 1.2%. Por su parte, el consumo total de bagazo registró un crecimiento anual del 3.8%, mientras que el del combustible fue del 8.6%.<sup>3</sup>

En esta evolución, el consumo de combustible ha presentado un notable crecimiento, basta mencionar que en 1970 tan sólo representaba un 15% de la energía suministrada, en tanto que en 1983 elevó su participación al 31 por ciento.

La creciente importancia del combustible como fuente energética de la industria azucarera, se hace más evidente al observar el crecimiento medio anual de su consumo específico y compararlo con el del bagazo de caña. Para el lapso referido, el consumo de combustible se incrementó a razón de un 8.4%, en tanto que el del bagazo lo hizo en un 3.6%.<sup>4</sup> Por otra parte, el consumo de energía eléctrica suministrada por la Comisión

---

3. Si se considera el consumo de bagazo, la participación del consumo energético de la industria azucarera dentro del consumo final total de energía del sector industrial, se eleva y alcanza el 9%.

4. En este caso se trata del consumo específico.

Federal de Electricidad, representó menos del 2% del total, de aquí que su variación anual no requiera un mayor análisis. (ver cuadro 3.2)

### 3.3 Análisis del consumo de energía por grupos de ingenios.

Con la finalidad de evaluar la eficiencia del consumo energético, pueden seguirse los análisis de tres clases de indicadores:

- a) Comparaciones internacionales.
- b) Evolución del consumo de energía en la industria nacional.
- c) Análisis comparativo del consumo de energía entre los ingenios nacionales.

Para efectuar un análisis basado en cualquiera de los tres parámetros es necesario determinar el consumo específico de energía; esto es, la cantidad de energía consumida por unidad de producto elaborado. En este sentido, se observa que mientras que en nuestro país se consumen alrededor de 11 mil kcal por cada kg de azúcar producido, los consumos específicos internacionales oscilan entre 5 mil y 6 mil. Esto tiene su origen en diversos factores, entre los más importantes destacan las diferentes condiciones de operación de los ingenios nacionales y las del resto del mundo. Así, lo que a primera vista podría inducir a especificar un potencial

---

S. Shutz, Fernando. Ahorro de energía en la industria azucarera. En IV Seminario sobre conservación y uso eficiente de la energía. AIVAC. México octubre 1984. p 31.

de ahorro energético de un 55%, no resulta ser tan cierto si se considera que para el caso de los ingenios cubanos y hawaianos (considerados como los modelos prototipo), las condiciones de operación son virtualmente distintas a las de los ingenios nacionales. En primer lugar, como resultado de los estímulos que se ofrecen a los productores cañeros de Cuba y Hawaii, la calidad de la caña de azúcar que se obtiene es superior a la que se procesa en México, ya que en nuestro país no existen dichos estímulos. En segundo lugar, las tierras dedicadas al cultivo de caña en esas regiones, son mejores que las nacionales, lo cual aunado a las variedades de caña que se cultivan, repercuten en un mayor contenido de sacarosa y, por lo tanto, en mayores rendimientos de fábrica.

De esta forma, en lugar de aspirar a usar la energía con la misma eficiencia que en otros países se debe buscar definir las posibilidades de ahorro de acuerdo a las condiciones y desarrollo operativo de la industria azucarera nacional. Sin embargo, la estructura de la industria no se ha mantenido constante, por lo cual tampoco es conveniente basarse únicamente en el comportamiento de los años anteriores. Basta señalar que a partir de la década pasada se ha presentado un

---

6. La estimación de este potencial de ahorro de energía, tiene una base puramente técnica, de aquí que se pueda cuestionar su aplicación, ya que el problema no es sólo de carácter técnico, sino también debieran de considerarse los factores económicos, políticos y sociales.



acelerado proceso de estatización de la actividad azucarera, lo cual convierte a la industria actual en una radicalmente diferente a la de los años anteriores. Por otra parte, la industria de la celulosa y la del papel disponían de materias primas suficientes, las cuales provenían en su mayoría de la industria de la madera, a pesar de ello su desarrollo implica graves problemas de deforestación, situación que no se presenta cuando estas industrias utilizan bagazo de caña como materia prima. En relación con este punto, es importante mencionar que los ingenios Tres Valles, Calipán, Casasano y Decalco, cumplen una importante función como abastecedores de bagazo para la industria papelera.<sup>7</sup>

Es ante este contexto que se hace necesario optar por la comparación de los ingenios nacionales entre sí, con el fin de poder evaluar las posibilidades de ahorro coherentes con la situación de la industria azucarera mexicana. Para ello se definieron cinco grupos de ingenios, los cuales presentan alguna característica común determinante:<sup>8</sup>

- |            |  |
|------------|--|
| Grupo I.   | Ingenios productores de azúcar refinado.           |
| Grupo II.  | Ingenios productores de azúcar estándar.           |
| Grupo III. | Ingenios productores de azúcar refinado y alcohol. |
| Grupo IV.  | Ingenios productores de azúcar estándar y alcohol. |

---

7. En 1970 la industria del papel y el cartón demandaba de la industria azucarera, un 0.12% de sus insumos

#### Grupo V. Ingenios que venden bagazo.

El análisis comparativo de los ingenios en los grupos correspondientes, permite deducir consideraciones globales para la industria.

En el grupo de ingenios productores de azúcar refinado se localizan los tres ingenios que registraron el mayor consumo específico de energía, estos son: Huixtla, Alvaro Obregón y José López Portillo ( ver cuadro 3.2 ).

Estos son los tres ingenios de más reciente creación; los dos primeros iniciaron sus actividades en 1980, mientras que el tercero empezó a operar en 1978. Dichos ingenios cuentan con una capacidad de molienda de 6 000 toneladas de caña por día, y su principal problema es la reducida utilización de su capacidad de molienda, lo que provoca los excesivos consumos específicos de energía. Durante 1983 la utilización de la capacidad de molienda fue de 30.6% en Huixtla; de 29.7% en Alvaro Obregón y de 28.1% en el ingenio José López Portillo. Este desequilibrio tiene su origen en diversos factores, destacándose el insuficiente suministro de materia prima, caracterizada además por un bajo contenido de sacarosa. Por otro lado, se debe mencionar que en el proyecto y construcción de estos ingenios no

---

totales; mientras que en 1978 insumió un 1.9%. Según datos de la matriz insumo - producto.

B. Toda la información que se maneja para los 32 ingenios que se analizan fue obtenida de la "Encuesta sobre el consumo de energía en la industria, 1982"; realizada por la Subdirección de Planeación económica e Industrial del Instituto Mexicano del Petróleo.

### Cuadro 3.2

#### Consumo específico de energía.

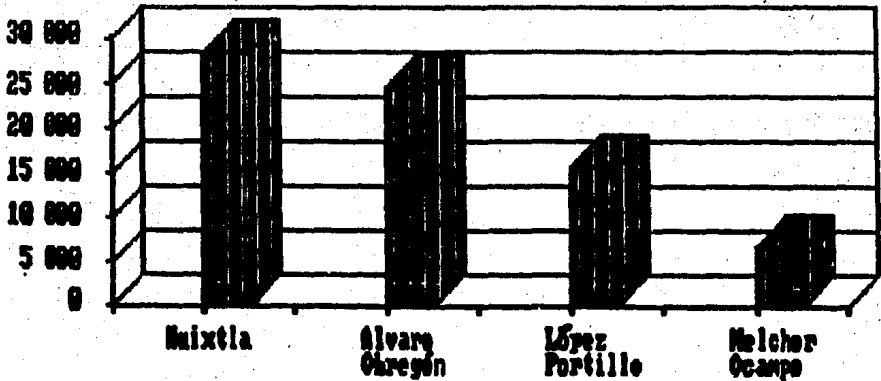
Grupo I.  
Ingenios productores de azúcar refinado.

Zafra 1981 - 1982  
(kcal/kg de azúcar)

Ingenio	Consumo específico
Huixtla	28 920
Alvaro Obregón	24 835
José López Portillo	15 943
Melchor Ocampo	7 113

Fuente: Idem.

Consumo específico de energía  
Grupo I  
(Kcal/kg de azúcar)



se consideró como factor prioritario el consumo de energía.

En cambio, el ingenio Melchor Ocampo no obstante ser también productor de azúcar refinado y de utilizar el bagazo de mayor humedad, dentro de este grupo, presentó el menor consumo específico en el mismo, debido principalmente a que este ingenio en 1982 utilizó el 99.6% de su capacidad de molienda, colocándose como el mejor ingenio a nivel nacional en este renglón.

Si bien no se podría precisar un potencial de ahorro de energía en base a este análisis, si es posible afirmar que dentro de este grupo los ingenios Huixtla, Alvaro Obregón y José López Portillo pueden disminuir sustancialmente sus consumos específicos de energía.

En el grupo de ingenios productores de azúcar estándar no se observan diferencias tan amplias en sus consumos de energía como en el grupo anterior, en

---

9. Rojas, M. Azcue Carlos. "Aplicación de un programa de ahorro de energía en los ingenios Tala y Fomento Azucarero del Centro S.A". En Curso de administración y uso eficiente de la energía en los ingenios azucareros. Azúcar S.A. México 1984.

10. La energía que se puede obtener del bagazo, depende de la humedad del mismo; mientras menor sea ésta mayor es la eficiencia en la combustión, como se puede apreciar en el siguiente cuadro ( Shutz, Fernando. Op. Cit. ):

Humedad (%)	Eficiencia de combustión (%)
52	62.1
51	62.7
50	63.4
49	64.0
48	64.5
47	65.1
46	65.6

general los doce ingenios presentan un comportamiento más homogéneo; las diferencias entre sus consumos específicos son producto de factores como los rendimientos de fábrica, los tiempos perdidos y la utilización de su capacidad de molienda.

Así se tiene que los ingenios Zapoapita, Libertad, Hermenegildo Galeana, Santo Domingo, Quesería y El Higo que en promedio registraron un consumo específico de 13 719 kilocalorías por kilogramo de azúcar, presentan una utilización promedio de su capacidad de molienda de 55%, sensiblemente menor a la que se observa en los ingenios José María Morelos, Ponciano Arriaga, La Concepción, San Francisco Ameca, Lázaro Cárdenas y Bellavista, que con una utilización promedio de su capacidad instalada de 69%, mantuvieron un consumo específico promedio de 8 173 Kcal/Kg de azúcar ( ver cuadro 3.3 ).

Otro factor que influye de manera importante es el constituido por los tiempos perdidos, ya que mientras que el promedio de los primeros seis ingenios de este grupo fue de 14%, el de los segundos seis fue de 12%; por último, en el renglón de rendimientos de fábrica los seis ingenios que mantuvieron un consumo específico promedio menor, registraron un rendimiento promedio de 9.3 por ciento.

El análisis de este grupo de ingenios permite identificar los orígenes de los altos consumos específicos de energía y establecer un modelo óptimo

**Cuadro 3.3**

**Consumo específico de energía.**

**Grupo II.**

**Ingenios productores de azúcar estándar.**

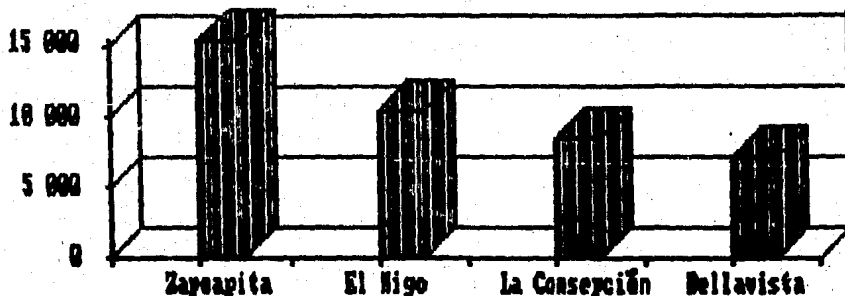
**Zafra 1981 - 1982**

**(kcal/kg de azúcar)**

Ingenio	Consumo específico
Zapocapita	15 539
Libertad	15 437
Santo Domingo	14 405
Hermenegildo Galeana	13 239
Quesería	13 139
El Higo	10 553
José María Morelos	9 211
La Concepción	8 562
Ponciano Arriaga	8 529
San Francisco Ameca	7 877
Lázaro Cárdenas	7 340
Bellavista	7 328

Fuente: Idea.

**Consumo específico de energía**  
**Grupo II.**  
**(Kcal/kg de azúcar)**



real, como es el caso del ingenio Bellavista que durante la zafra 1981-1982 tuvo un consumo específico de 7 328 kilocalorías por cada kilogramo de azúcar producido, lo que implicaría una reducción del consumo específico de energía de aproximadamente 26.4% en promedio para el grupo, en tanto que la disminución más importante correspondería al ingenio Zapoapita y sería aproximadamente del 58.2%.

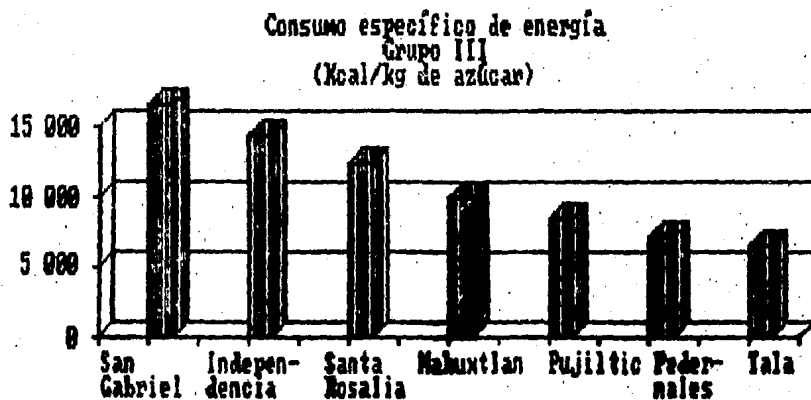
En lo que se refiere al grupo de ingenios productores de azúcar estándar y alcohol, sus consumos específicos obligan a efectuar una subagrupación de cuatro bloques bien definidos: el primero queda integrado por los ingenios San Gabriel e Independencia; en el segundo Santa Rosalía y Mahuixtlán, en el tercero Pujilic y Pedernales y por último el ingenio Tala; la información de sus consumos específicos se presenta en el cuadro 3.4.

Entre los factores que determinan sus diferencias en el consumo específico de energía, se encuentra el hecho de que los ingenios San Gabriel e Independencia registraron los rendimientos de fábrica y la utilización de la capacidad instalada de molienda más baja ( 9 y 56% respectivamente ), mientras que los ingenios Pujilic y Pedernales, lograron los rendimientos de fábrica y la utilización de la capacidad instalada más alta ( 9.5 y 59%, respectivamente ). Por su parte, Mahuixtlán y Santa Rosalía mantuvieron el menor porcentaje de tiempos perdidos durante la zafra ( 11% ); en tanto que el

**Cuadro 3.4**  
**Consumo específico de energía.**  
**Grupo III**  
**Zafra 1981-1982**  
**(kcal/kg de azúcar)**

Ingenio	Consumo específico
San Gabriel	16 553
Independencia	14 498
Santa Rosalia	12 404
Mahuxtlán	10 078
Pujilic	8 486
Federnales	7 367
Tala	6 667

Fuente: Idem.





ingenio Tala fue el que registró el mayor rendimiento ( 10.1% ), siendo esta una característica común de los ingenios que se localizan en el estado de Jalisco, esto debido a la calidad de la caña de azúcar que procesan, <sup>11</sup> además este ingenio utilizó el 69% de su capacidad instalada para la molienda, lo que lo situó en este grupo como el mejor ingenio en este aspecto y por lo tanto también en el de consumo específico de energía.

En el grupo de ingenios que producen azúcar refinado y alcohol, se encuentra el ingenio que registra el menor consumo específico del total de ingenios analizados, éste es Emiliano Zapata, su consumo específico de energía fue de tan sólo 4 145 Kcal/Kg de azúcar producido, este ingenio se localiza en el estado de Morelos y funciona como cooperativa; su reducido consumo específico es posible gracias a que este ingenio utiliza básicamente la energía eléctrica suministrada por la red de la CFE, además de que ocupa el 90% de su capacidad de molienda. Evidentemente de acuerdo al panorama energético planteado, el caso de este ingenio no sería el modelo más recomendable, en lo que a su consumo de energía se refiere, ya que si bien ha logrado mantener un consumo específico inferior

---

11. Basta mencionar que en Jalisco, se utilizan 928 kilogramos de fertilizante por cada hectárea de superficie cañera, en comparación con los 673 kilogramos que es el promedio nacional. Asimismo, 77% de la superficie cañera en Jalisco es de riego, en tanto que el promedio nacional oscila alrededor de 40%.

incluso a los índices internacionales, lo basa en el consumo de energía eléctrica proveniente de la red que para su generación utiliza hidrocarburos en una alta proporción; además el subsector eléctrico es el que presenta los mayores desequilibrios financieros, debido a que el precio de la energía eléctrica representó en 1983 apenas un 52.5% de su costo de generación. Esta política de precios tiene la finalidad de fortalecer a las economías domésticas, pero no busca fomentar el consumo de electricidad en industrias que como la azucarera, podrían ser autosuficientes en materia de energía.

En los otros ingenios que integran este grupo no existen grandes diferencias en lo que al consumo específico se refiere, y al igual que en los grupos anteriores estas diferencias se explican por los rendimientos de fábrica, la utilización de la capacidad de molienda, los tiempos perdidos y la humedad del bagazo de caña que procesan para la obtención de energía. ( ver cuadro 3.5 )

Por último, el grupo de ingenios que venden la mayor parte del bagazo que producen, presentan como grupo el menor consumo específico de energía, dichos ingenios no presentan diferencias importantes entre sus consumos específicos, a excepción de Calipam que con un consumo de 5 508 Kcal/Kg de azúcar producido fue el segundo ingenio con un menor consumo específico, sólo después del ingenio Emiliano Zapata; esto se debe a que

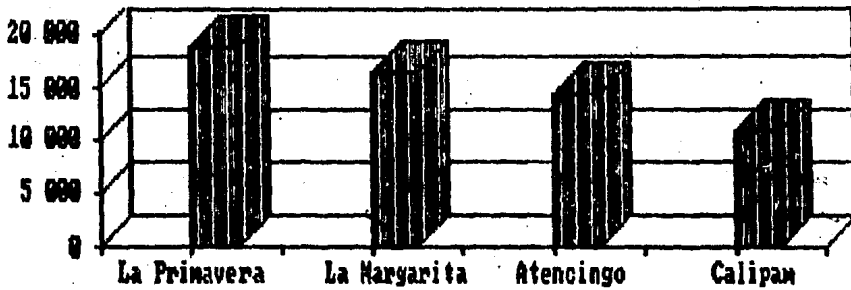
**Cuadro 3.5**

**Consumo específico de energía.**  
**Grupo IV**  
**Zafra 1981-1982.**  
**(kcal/kg de azúcar)**

Ingenio	Consumo específico
San Cristobal	15 437
Los Mochis	15 076
Rosales	11 591
Casasano	8 680
Emiliano Zapata	4 145

Fuente: Idem.

**Consumo específico de energía.**  
**Grupo V**  
**(Kcal/kg de azúcar)**



Calipam basa su consumo energético en el combustóleo, ya que vende la totalidad de su bagazo. El consumo específico del resto de los ingenios que integran este grupo se presenta en el cuadro 3.6.

### 3.4 Principales factores determinantes del consumo de energía.

Del análisis global de estos grupos de ingenios, resaltan tres hechos importantes en lo que a su operación se refiere: en primer término los ingenios que consumen una elevada proporción de combustóleo registran un menor consumo específico de energía, esto se debe básicamente a la eficiencia de las calderas que operan con combustóleo, sensiblemente mayor a la de las calderas que queman bagazo. En términos generales se estima que la eficiencia de las calderas que operan con bagazo es de aproximadamente 62%, mientras que al quemar combustóleo su eficiencia alcanza el 80%.<sup>12</sup>

Por otra parte, se puede observar que los ingenios productores de azúcar refinado consumen mayor cantidad de energía en comparación con los ingenios productores de azúcar estándar, lo anterior debido a que para elaborar azúcar refinado se requiere repetir las operaciones de centrifugación y cristalización, cuyo consumo de energía es importante.

Por último, es importante señalar que en los

---

12. Según datos resultantes del balance energético realizado en el ingenio San Francisco Ameca, por la Gerencia de Operación de Azúcar S.A.

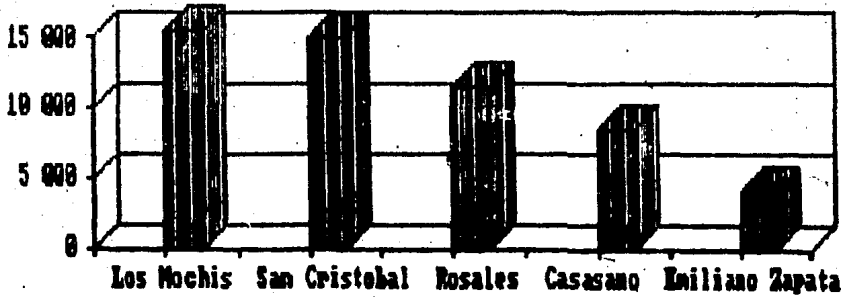
**Cuadro 3.6**

**Consumo específico de energía.  
Grupo V.  
Zafra 1981-1982.  
(kcal/kg de azúcar)**

Ingenio	Consumo específico
La Primavera	9 468
La Margarita	8 277
Atencingo	7 219
Calipam	5 508

Fuente: Idem.

**Consumo específico de energía  
Grupo IV.  
(Kcal/kg de azúcar)**



ingenios productores de alcohol la información de que se dispone muestra que el consumo específico de energía tiende a ser menor. Lo anterior puede ser a consecuencia de la utilización de algunos residuos para la generación de energía, como es el caso de las vinazas, además de que para la producción de alcohol no se requieren grandes flujos de energía adicionales, lo que confirma la idea de que las vinazas son utilizadas con dicho objetivo.<sup>13</sup>

Además de los tres factores mencionados que pertenecen al área operativa, existen otros factores que tienen su origen en diferentes causas.

Uno de los factores que mayor incidencia tiene sobre el consumo específico de energía es el de la utilización de la capacidad instalada para la molienda; así se tiene que existe una relación inversa entre consumo específico de energía y utilización de la capacidad instalada. Los bajos coeficientes de utilización del potencial de molienda son consecuencia de la problemática general de la agroindustria que se manifiesta a través del insuficiente suministro de materia prima, debido fundamentalmente a una mala planeación, ya que existen ingenios que operan con menos del 30% de su capacidad instalada, en tanto que el promedio nacional alcanza apenas el 60%; esto indica que

---

13. Lo importante a resaltar de este hecho es la posibilidad de diversificar el consumo de energía en los ingenios nacionales, a través de la explotación de fuentes alternas, como es el caso de las vinazas, o también de la energía eólica y la energía solar.

existen problemas en la planeación de esta actividad, que se manifiesta por el tamaño y ubicación de algunas plantas azucareras, en general es producto del anárquico crecimiento que caracteriza a la industria azucarera en su conjunto. Esta situación proviene también del tipo de tierras que se cultivan, ya que al ser la mayoría de temporal son menores los rendimientos que se pueden obtener, asimismo muchos de los campesinos que antes eran en su totalidad cañeros, con el tiempo al ver como se reducen cada vez más sus ingresos, se han visto obligados a ir sustituyendo sus cultivos azucareros por otros que ofrezcan mayores beneficios cuando se trata de pequeños propietarios, o por cultivos de autoconsumo cuando se trata de ejidatarios que trabajan parcelas con una superficie de entre dos y cuatro hectáreas, en la mayoría de estos casos los ejidatarios destinan la mitad de sus tierras al cultivo de caña de azúcar, para poder así tener acceso a los servicios del Instituto Mexicano del Seguro Social, siendo este el único beneficio que les aporta este cultivo, ya que para subsistir tienen que destinar la otra mitad de su parcela para producir los alimentos más indispensables.

Otro factor que impide contar con un suministro suficiente de caña es la baja calidad de la tierra que

---

14. Investigación directa realizada por los autores en los ejidos ubicados dentro de la zona de influencia de los ingenios El Modelo y La Gloria (Veracruz). México 1984.

se destina a este cultivo, ya que en su mayoría es tierra de temporal lo que impide obtener los mismos rendimientos que en la de riego, por otro lado otra de las razones que causa diferencias entre los rendimientos es la fertilización de las distintas regiones.

Otra situación a considerar, es que los ingenios se han construido sin tomar en cuenta los aspectos inherentes al consumo de energía y por ello no se utiliza de manera óptima este recurso; este problema tiene su origen en fenómenos estructurales, ya que México pertenece al bloque de países que presentan amplios rezagos tecnológicos, además de que su planta industrial es altamente dependiente de tecnología proveniente del exterior; la industria azucarera no escapa a esta situación, debido a que la mayoría de su equipo es importado y por ende obsoleto en muchos aspectos, principalmente en el energético. En este sentido, otro de los problemas de los ingenios es la falta de instrumentos de medición que permitan contabilizar los flujos energéticos. Aunado a lo anterior, el consumo ineficiente de la energía es provocado por la carencia de balances energéticos y de sistemas de contabilidad energética específicos para cada ingenio.

Los tiempos perdidos son un factor más, ya que para cada arranque se requiere de grandes flujos de energía, provocando con ello un aumento considerable de los consumos específicos. Los tiempos perdidos son



producto de la falta de coordinación entre las diferentes áreas que integran a los ingenios y reflejan los problemas de organización de los mismos. Por otra parte, los sistemas de carga y acarreo por su obsolescencia, no evitan la introducción de objetos extraños a los molinos y como consecuencia la molienda tiene que pararse para dar mantenimiento a los mismos, no obstante que estos son equipos diseñados para funcionar las 24 horas durante el tiempo que dure la zafra.

En síntesis, es posible afirmar que aunque son muchos los factores que provocan altos consumos de energía y aunque en buena parte son técnicos, tienen su origen en factores socioeconómicos; a continuación se plantean algunas de las medidas que podrían ser útiles para la disminución de los consumos específicos de energía en los ingenios.

### 3.5 Principales medidas para el ahorro y conservación de la energía.

Las medidas que a continuación se presentan son de carácter global y tienen por objetivo señalar los principales mecanismos que podrían ser de utilidad con el fin de lograr un uso más eficiente de la energía en la industria azucarera nacional. Estas medidas se pueden clasificar en dos grandes grupos: medidas generales y medidas específicas.

Las medidas generales, son aquellas que pueden aplicarse en cualquier tipo de industria y se refieren

por un lado a lo que se ha denominado administración de la energía, y por otro, lado a la concientización y capacitación del personal de los ingenios acerca del consumo de energía.

Las medidas específicas, se refieren a los principales mecanismos que se requieren, tanto en el área operativa como en la planeación de la actividad azucarera nacional, que pueden ser de utilidad al buscar la optimización en el uso de la energía.

Así, dentro de las medidas generales, se pretende mediante la sensibilización y capacitación de los recursos humanos sobre el uso de energía, que todo el personal conozca la importancia económica y sociopolítica de la energía, así como los beneficios que se obtendrían si se hiciera un uso eficiente de la misma, pudiéndose lograr una disminución en los costos de producción, un mayor volumen de recursos energéticos para el futuro y/o una mayor producción; así como una reducción de los índices de contaminación ambiental. En una segunda etapa, sería necesario implementar un programa de capacitación con el fin de optimizar el uso de la energía en los diversos equipos e instalaciones en que se usa, ya sea de las áreas operativas o administrativas.

Luego dentro del mismo grupo de medidas generales, y al buscar eliminar la anarquía del consumo energético, el primer paso consiste en llevar un registro de los flujos de energía y conocer así la distribución de la

demanda energética entre las distintas unidades productivas, así como conocer las fuentes de que proviene dicha energía que, desagregados y aplicados de acuerdo a las características de cada planta, se establecerían como un sistema de contabilidad energética.

Otra medida general importante es la realización periódica de auditorías energéticas. El fin primordial de esta medida es el de evaluar el grado de eficiencia con que se hace uso de la energía, para ello se basa en la información captada en los balances y comparando en un principio con balances teóricos es posible establecer, en una primera aproximación, el potencial de ahorro; asimismo la auditoría permite evaluar la eficiencia de operación y plantear ajustes que hagan posible el establecimiento programado de metas de ahorro y un seguimiento de sus alcances.

Para la consecución de estas medidas es indispensable la incorporación de un administrador de energía, que haría posible llevar a cabo en forma sistemática, todas las medidas tendientes a volver más eficiente el uso de la energía; sería conveniente integrar a las plantas industriales una función de este tipo, responsable de la realización de todos los proyectos que se implementaran para el ahorro y conservación de la energía, así las principales actividades a realizar por un administrador de energía

serian las siguientes:

- a) Desarrollar un sistema de contabilidad energética.
- b) Programar y participar en la realización de auditorias energéticas.
- c) Proporcionar asesoria sobre equipo y tecnologia que hagan posible la conservación y el ahorro de energia.
- d) Informar, sensibilizar y capacitar al personal de todos los niveles acerca de los efectos del uso de la energia.
- e) Recopilar y difundir toda la información sobre el ahorro y conservación de la energia.

Por su parte las medidas específicas para el ahorro y conservación de la energia, pueden clasificarse como de corto plazo, tanto por su aplicación como por sus resultados, aunque son medidas de carácter técnico, es importante mencionarlas y explicarlas brevemente.

Una medida importante es la preparación de la caña para lograr los mejores rendimientos, tanto en el solido como en la quema posterior del bagazo, ya que al evitar la introducción de materia prima extraña ya sea a los molinos o a los hornos, permitirá elevar la eficiencia en las calderas, que es una de las causas que originan elevados consumos específicos de energia.

Asimismo, para usar eficientemente la energia es necesario mantener un espesor constante de la caña que

se maneja en los conductores, ello evitará paros en el proceso de molienda, y dado que el equipo de molienda es el que consume más energía dentro del ingenio, es excesivo de energía.

En lo que a tiempos perdidos se refiere, si se logra mejorar la coordinación entre los departamentos de molinos, calderas y la fábrica en general, es posible evitar la detención repentina de la molienda, consiguiendo con esto una disminución considerable en el consumo energético, al evitar constantes arranques, es decir, se lograría minimizar el porcentaje de tiempos perdidos que como se ha visto es una de las variables que inciden directamente en elevados consumos de energía.

Como ya se mencionó, la primera medida a considerar es la instalación de equipo que pueda medir los flujos de energía, para poder así localizar las ineficiencias en el consumo de energía. Y la más importante de todas, replantear la organización vigente a fin de que se utilice la mayor parte de la capacidad instalada de esta industria.

En el siguiente capítulo se analiza la posible evolución del consumo de energía en la industria azucarera nacional, si se hubieran aplicado ciertas medidas.

## CAPITULO 4.

### IMPACTO DE LAS POLITICAS DE AHORRO Y CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA.

El objetivo principal de este capitulo consiste en presentar un escenario del posible consumo energético en la industria azucarera, que podría haberse presentado durante el periodo 1970-1983, de haber sido implementadas politicas de ahorro y conservación en su interior. Asimismo, se compararán los resultados de este escenario con los consumos energéticos reales. Con tal fin este capitulo se divide en las siguientes tres secciones: la descripción de los antecedentes, la descripción de las medidas de ahorro y conservación más factibles con sus posibles resultados y, la problemática económica, política y administrativa que enfrentaría dicha industria al implementar tales medidas.

#### 4.1 Antecedentes.

En los capitulos anteriores, se ha hecho referencia a que en la época actual, la situación es radicalmente distinta a las anteriores en lo que se refiere a la cuestión energética. Hoy en día la energía se ha convertido en un recurso estratégico que puede alterar la economía mundial con extrema facilidad. Baste recordar los acontecimientos de 1973 y, recientemente (1986) la baja en los precios del petróleo crudo. En este sentido, cualquier alteración en los precios de este energético, motivada ya sea por escasez o por saturación del mercado, tiene efectos sumamente

importantes en el desenvolvimiento económico mundial.

Independientemente del nivel de precios, es indudable que en estos momentos, la energía debe ser utilizada con la mayor eficiencia posible, especialmente cuando se trata de recursos no renovables.

En las economías industrializadas se iniciaron programas de ahorro y conservación a partir de la década pasada, los cuales empezaron a ofrecer resultados importantes, a partir de 1977. En nuestro país el "deshlumbramiento de la riqueza petrolera", retrasó dicha necesidad hasta hace algunos años. Es evidente que los mayores esfuerzos enfocados al ahorro y conservación deben dirigirse hacia los principales consumidores, en nuestro caso: los sectores energético e industrial, y particularmente hacia las principales industrias consumidoras de energía; entre ellas, la industria azucarera.

#### 4.2 Principales medidas de ahorro y conservación en la industria azucarera.

En el capítulo 3 de este trabajo, se mencionaron algunas de las medidas que pueden contribuir al uso más eficiente de la energía en la industria azucarera. En este apartado se tratarán de manera más concreta las dos de mayor importancia; a saber, la reducción en la humedad del bagazo y el mayor aprovechamiento del poder calorífico de los combustibles utilizados.

Durante el período de estudio (1970-1983), las

necesidades energéticas de esta industria, fueron satisfechas de manera creciente mediante la utilización de combustóleo. Así se tiene que mientras en 1970 se utilizaron 317 000 metros cúbicos de este energético, ya para 1983 su consumo sobrepasó el millón de metros cúbicos, creciendo anualmente a razón del 9.1%; en tanto que el consumo de bagazo mostró un crecimiento del 1.9%.

En lo que respecta al consumo específico de energía, se observa que en 1970 el combustóleo aportaba el 15.4% de los requerimientos para la producción de cada tonelada de azúcar, modificándose este porcentaje hasta el 34.5% en 1983. Aunado a lo anterior, el consumo específico total se elevó casi el 18% entre esos años. En este sentido, es posible afirmar que al interior de esta industria, además de existir un uso cada vez más ineficiente de la energía, se presenta una utilización creciente de recursos no renovables (ver cuadro y lámina 4.1).

La reducción de la humedad del bagazo es una de las medidas que ejercerían un impacto benéfico en lo que se refiere al problema de la creciente utilización de combustóleo; ya que al aumentar el poder calorífico del bagazo, el combustóleo ocuparía el lugar de energético residual en la industria azucarera.

El poder calorífico del bagazo se determina mediante la siguiente ecuación:

---

1. Hugot, E. Manual para ingenios azucareros. Mc. Graw Hill. México 1963.



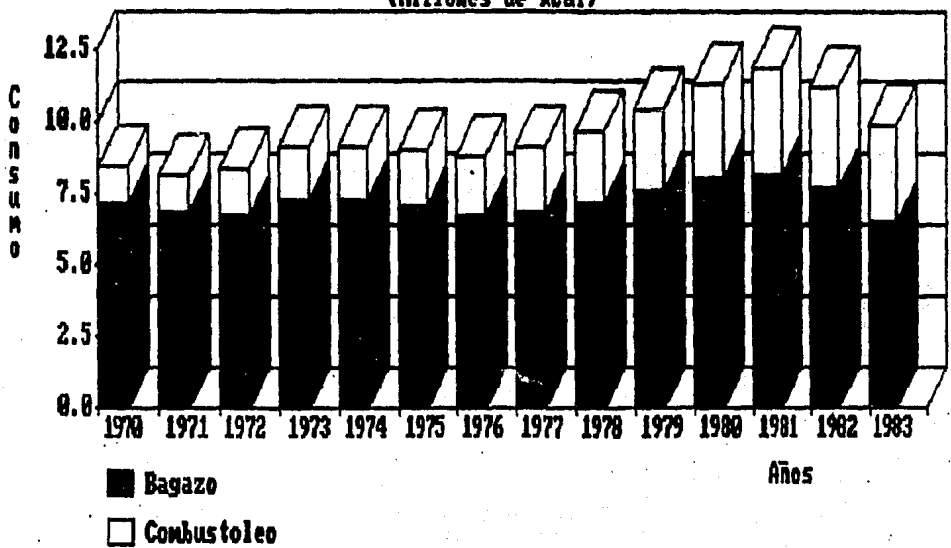
Cuadro 4.1

Consumo de energía en la industria azucarera.  
1970-1983

Año	Bagazo (kilocalorías)	Combustóleo por tonelada producida)	Total	Bagazo (Mton)	Combustóleo (MMlt)
1970	7 201 979	1 313 821	8 515 700	7 972	317
1971	6 859 334	1 405 666	8 265 000	8 229	369
1972	6 809 376	1 697 024	8 506 400	8 053	431
1973	7 292 352	1 879 648	9 172 000	9 476	498
1974	7 287 545	1 866 555	9 154 100	9 678	545
1975	7 123 929	1 984 671	9 108 600	9 100	561
1976	6 796 233	2 110 467	8 906 700	8 678	585
1977	6 947 302	2 322 598	9 269 900	8 850	650
1978	7 202 344	2 586 456	9 788 800	10 287	755
1979	7 699 085	2 835 715	10 534 800	11 120	837
1980	8 123 632	3 356 468	11 480 100	10 601	894
1981	8 158 298	3 786 802	11 945 100	9 681	918
1982	7 720 987	3 501 281	11 222 268	10 362	958
1983	6 578 442	3 463 071	10 041 513	9 561	1 024
tmca	0.6	8.4	2.5	1.9	9.1

Fuentes: Elaborado en base a datos de Schutz, Fernando. Consumo de energía en la industria azucarera.

Lamina 4.1  
Consumo de energia en la industria azucarera  
(Millones de kcal)



$$PCB = (4\ 250 - 4\ 850\ HBA) (1160)$$

donde:

PCB = Poder calorífico del bagazo (kilocalorías por tonelada de bagazo).

HBA = Humedad del bagazo (porcentaje).

En México se utiliza un bagazo con una humedad promedio del 52%. Por su parte, los coeficientes internacionales oscilan alrededor del 46%.

Con el fin de tener una idea más clara de cómo se habría modificado el consumo de energía, si en México se hubiese utilizado un bagazo de menor humedad, vamos a suponer el siguiente comportamiento:

AÑO	Humedad	Poder calorífico
1977	51%	2 060 740
1979	49%	2 173 260
1981	47%	2 285 780
1983	46%	2 342 040

Si este comportamiento se hubiera presentado durante el periodo de estudio, el consumo total de combustóleo en 1983 hubiera sido de 706 mil metros cúbicos; esto es, 300 mil por debajo del consumo real, lográndose un ahorro acumulado entre 1977 y 1983 de casi un millón 400 mil metros cúbicos de este energético. Es conveniente destacar que la humedad del bagazo se puede reducir a través de dos medios: mediante la implementación de secadores y mediante un control adecuado del proceso de imbibición de la caña durante la molienda (ver cuadro y lámina 4.2).

---

2. Según estudios realizados por Azúcar, S. A.

Cuadro 4.2

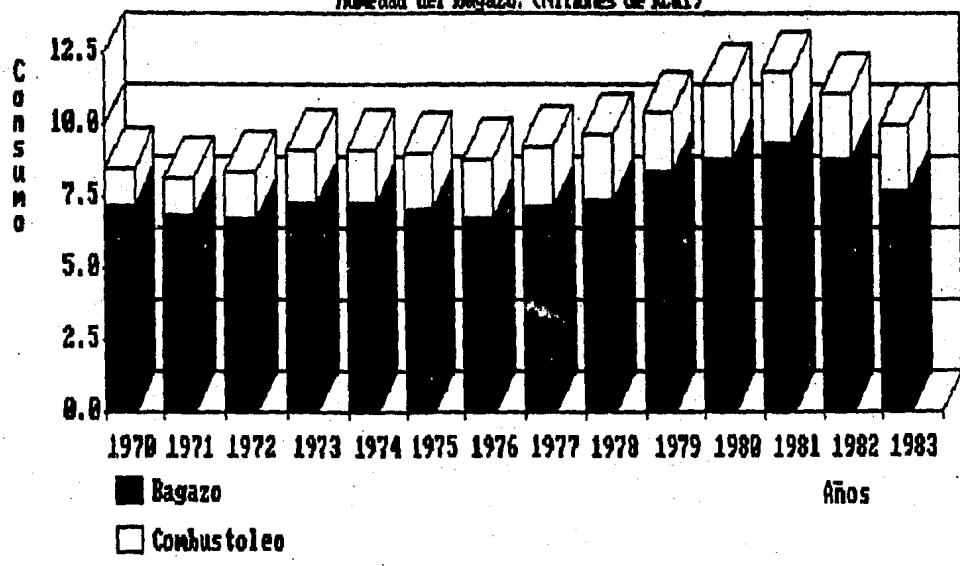
Consumo de energía en la industria azucarera.  
1970-1983

(en base a la disminución de la humedad del bagazo)

Año	Bagazo (kilocalorias por tonelada)	Combustible (por tonelada producida)	Total	Bagazo (Mton)	Combustible (MMlt)
1970	7 201 979	1 313 821	8 515 700	7 972	317
1971	6 859 334	1 405 666	8 265 000	8 229	369
1972	6 809 376	1 697 024	8 506 400	8 053	431
1973	7 292 352	1 879 648	9 172 000	9 476	498
1974	7 287 545	1 866 555	9 154 100	9 678	545
1975	7 123 929	1 984 671	9 108 600	9 100	561
1976	6 796 233	2 110 467	8 906 700	8 678	585
1977	7 177 311	2 092 589	9 269 900	8 850	560
1978	7 440 798	2 349 002	9 788 800	10 287	704
1979	8 388 286	2 146 514	10 534 800	11 120	651
1980	8 850 837	2 629 263	11 480 100	10 601	720
1981	9 348 811	2 596 289	11 945 100	9 681	647
1982	8 847 684	2 374 584	11 222 268	10 362	669
1983	7 723 956	2 317 557	10 041 513	9 541	706
tmca		8.4	2.5		

Fuentes: Elaborado en base a datos de Schutz, Fernando. Consumo de energía en la industria azucarera.

Lamina 4.2  
 Consumo de energia en la industria azucarera. En base a la reduccion de la  
 humedad del bagazo. (Millones de kcal)



Por otro lado, según estudios realizados por Azúcar, S. A., el aprovechamiento del consumo de energía en los ingenios nacionales es muy bajo, ya que del poder calorífico de los combustibles utilizados sólo se aprovecha el 56%, el 44% restante son pérdidas por gases arrojados a la atmósfera, radiación y combustión. El incremento de este aprovechamiento repercutiría directamente en una disminución del consumo específico de energía. Anteriormente se mencionó que los consumos específicos internacionales se ubican entre 5 y 6 millones de kilocalorías por tonelada producida de azúcar. En este sentido es posible suponer que existe la siguiente relación entre el aprovechamiento de la energía y los consumos específicos :

$$AEU = 99.28557 - 0.0000038571 CEE$$

donde:

AEU = Aprovechamiento de la energía utilizada (porcentaje).

CEE = Consumo específico de energía (kcal/ton).

En el cuadro 4.3 se puede observar el aprovechamiento de la energía utilizada para el periodo de referencia.

Nuevamente para ilustrar el impacto de una medida de este tipo, se supone que a partir de 1977 se hubiera aumentado dicho aprovechamiento de la siguiente forma:

---

3. Lo anterior basado en la suposición de Azúcar, S.A. referente a que los ingenios cubanos y hawaianos aprovechan su energía en aproximadamente el 80%.

**Cuadro 4.3**

**Aprovechamiento de energía en la  
industria azucarera.  
1970-1983  
(porcentaje)**

<b>Año</b>	<b>Aprovechamiento</b>
1970	66.4
1971	67.4
1972	66.5
1973	63.9
1974	64.0
1975	64.1
1976	64.9
1977	63.5
1978	61.5
1979	58.6
1980	55.0
1981	53.2
1982	56.0
1983	60.5

**Fuente:** Elaborado en base a datos del cuadro 4.1.

Año	Aprovechamiento	Consumo esp.
1977	65%	8 888 950
1979	67%	8 370 426
1981	69%	7 851 902
1983	71%	7 333 377

El impacto de esta medida aunado a los resultados de la que se refiere a la reducción de la humedad del bagazo, se puede ver en el cuadro y lámina 4.4. En este sentido se observa que estas medidas por sí solas serían capaces de convertir a la industria azucarera en una actividad autosuficiente energéticamente y además, se liberaría una considerable parte de bagazo que podría servir como materia prima para otras industrias. Los ahorros acumulados entre 1977 y 1983 serían de casi 4 millones de toneladas de bagazo y de casi 5 millones 200 mil metros cúbicos de combustible; sin embargo, la implementación de estas medidas no resulta ser tan fácil como podría parecer a simple vista.

#### 4.3 Problemática económica, política y social en la implementación de un programa de ahorro y conservación en la industria azucarera.

Hasta este momento se ha hablado de las posibles soluciones técnicas al problema energético de la actividad azucarera; sin embargo, dicha problemática no es sólo de carácter técnico sino que tiene importantes implicaciones económicas, políticas y sociales que dificultan su solución.

En lo que se refiere a la reducción de la humedad



Cuadro 4.4

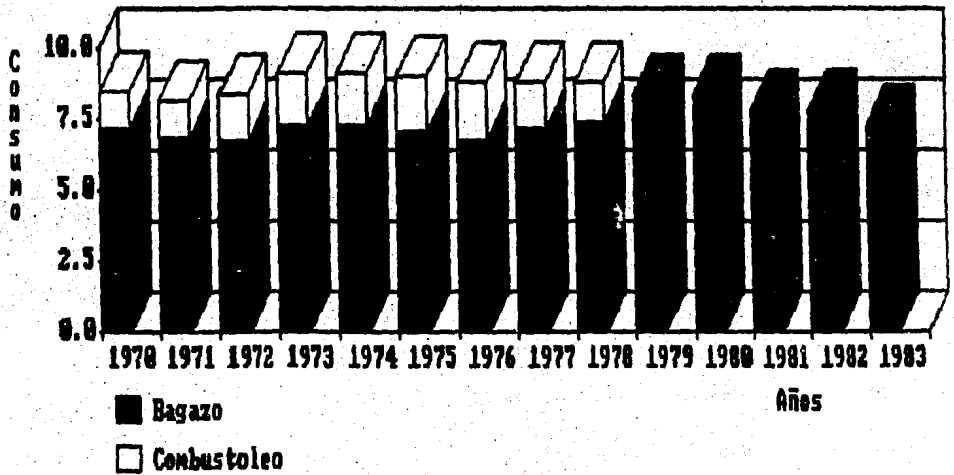
Consumo de energía en la industria azucarera.  
1970-1983

Año	Bagazo (kilocalorías por tonelada producida)	Combustóleo (kilocalorías por tonelada producida)	Total	Bagazo (Mton)	Combustóleo (MMit)
1970	7 201 979	1 313 821	8 515 700	7 972	317
1971	6 859 334	1 405 666	8 265 000	8 229	369
1972	6 809 376	1 697 024	8 506 400	8 053	431
1973	7 292 352	1 879 648	9 172 000	9 476	498
1974	7 287 545	1 866 555	9 154 100	9 678	545
1975	7 123 929	1 984 671	9 108 600	9 100	561
1976	6 796 233	2 110 467	8 906 700	8 678	583
1977	7 177 311	1 711 639	8 888 950	8 850	458
1978	7 440 798	1 448 152	8 888 950	10 287	434
1979	8 370 426	---	8 370 426	11 096	-
1980	8 370 426	---	8 370 426	10 025	-
1981	7 851 902	---	7 851 902	8 131	-
1982	7 851 902	---	7 851 902	9 196	-
1983	7 333 377	---	7 333 377	9 059	-

taca

Fuente: Elaborado en base a datos de Schutz, Fernando. Consumo de energía en la industria azucarera.

Lamina 4.4  
 Consumo de energía en la industria azucarera  
 En base al aumento del aprovechamiento de la energía  
 (Millones de kcal)



del bagazo, la industria se enfrentaría a los siguientes problemas:

a) La adquisición de secadores de bagazo es poco factible debido a la problemática financiera de esta actividad.

b) El control del proceso de imbibición requiere de una adecuada instrumentación al interior de la fábrica, lo cual se obstaculiza por la misma razón mencionada en el inciso anterior.

Por otra parte, el mayor aprovechamiento de la energía utilizada se puede solucionar técnicamente mediante las siguientes medidas: reducción de tiempos perdidos, aprovechamiento del vapor de baja presión y abastecimiento continuo de la materia prima, entre otras. No obstante se presenta la siguiente problemática:

a) La reducción de los tiempos perdidos y el abastecimiento continuo de la materia prima, suponen una mayor utilización de la capacidad instalada de molienda, la cual se ve entorpecida por los bajos precios de liquidación al cañero, por la mala planeación y programación de los cortes de las parcelas y por la escasa coordinación dentro de las diferentes áreas de la fábrica.

b) El aprovechamiento de los vapores de baja presión se vincula fundamentalmente con la problemática financiera de la industria.

Conviene mencionar que este tipo de problemas

serán tratados con mayor amplitud en las conclusiones de este trabajo.

## CONCLUSIONES.

La necesidad de abordar los problemas energéticos desde un enfoque económico, se hace patente a partir de que el mundo adquirió conciencia de la alta vulnerabilidad que se presenta frente a la escasez y manipuleo político de la oferta y demanda de energía.

En este sentido, los recursos energéticos desempeñan un papel de características vitales para el funcionamiento de la economía, su estudio debe partir de considerar a la energía como un factor productivo adicional e independiente a los recursos naturales, el trabajo y el capital.

De esta forma la energía deja de ser un área de estudio exclusiva de la ingeniería para ser objeto de estudio de las ciencias sociales.

Uno de los principales indicadores para evaluar la eficiencia con que se utiliza la energía, es el coeficiente energético, que relaciona la actividad económica con el consumo de energía. Al observar la evolución de este indicador entre 1975 y 1980 se encuentra que su crecimiento para el caso de México fue del 10%, lo cual hace evidente un uso ineficiente de los recursos energéticos. La principal causa de este problema fue sin lugar a dudas una adecuada política de precios que estimuló el dispendio energético, además de que la tecnología utilizada (por razones de dependencia) es intensiva en energía. En contraposición, en los países de la OCDE donde se han aplicado programas de

conservación y ahorro de energía se han obtenido logros importantes, un claro ejemplo es el caso de Japón en donde el coeficiente energético disminuyó en casi un 14% durante este periodo.

Por otra parte, en nuestro país existe una amplia dependencia hacia los hidrocarburos. De ahí que existan amplios potenciales de diversificación energética en fuentes tales como hidroenergía, geoenergía y biomasa.

Además el sector energético se ha convertido en uno de los pilares de nuestra economía, lo cual se refleja en el acelerado crecimiento de este sector (11% entre 1970 y 1982).

No obstante son muchos los esfuerzos que aún se tienen que realizar ya que actualmente un 25% de la población de nuestro país no cuenta con energía eléctrica, asimismo buena parte de los habitantes se ven obligados a consumir leña debido a que no tienen acceso a energéticos comerciales alternativos.

En lo que se refiere al consumo de energía el sector energético es el principal demandante de este insumo. Si se considera sólo el consumo final el principal sector consumidor es el industrial y en la estructura de este, la actividad azucarera ocupa el cuarto sitio, esto sin considerar la energía proveniente del bagazo de caña.

La actividad azucarera se caracteriza por haber hecho un uso ineficiente de la energía, lo cual se

demuestra al calcular la elasticidad ingreso de su demanda que durante el periodo 1970 - 1983 fue de 2.5 (1.6 para bagazo y 5.6 para combustfleo). Además su consumo específico es de casi 11 kilocalorías por kilogramo de azúcar, mientras que los coeficientes internacionales oscilan entre 5 y 6 mil.

La problemática energética de esta actividad se encuentra estrechamente ligada a su problemática económica, por ello metodológicamente es necesario partir de un análisis de las características socioeconómicas, para luego estudiar específicamente las cuestiones energéticas.

En relación a lo anterior, como consecuencia de los elevados consumos de azúcar en nuestro país, México de ser un importante exportador se convirtió en 1980 en importador de este producto, adquiriendo del exterior casi el 20% de sus necesidades internas.

La baja rentabilidad con que operaba esta industria provocó por un lado, su estatización de forma tal que actualmente más de tres cuartas partes de la producción proviene de ingenios públicos; y por otro, que el crecimiento de la producción de azúcar se haya basado en el crecimiento de la actividad de campo.

En lo que respecta a la fuerza de trabajo empleada en esta agroindustria, destaca la explotación ejercida sobre los trabajadores de campo principalmente sobre los jornaleros y ejidatarios, los primeros sujetos a condiciones de vida infrahumana, en tanto que los

segundos se ven obligados a cultivar caña de azúcar que aunque no les es rentable, lo hacen para poder contar con los servicios del Seguro Social y tener acceso a créditos. Por su parte, los pequeños propietarios tienden a diversificar sus cultivos hacia otros productos más rentables. Todo lo anterior se desprende de las pláticas sostenidas con tres jornaleros, dos ejidatarios y un pequeño propietario.

Por otra parte, el consumo industrial de azúcar ha crecido gracias al congelamiento de precios que ha favorecido a industrias como la refresquera, lo cual ha significado que cada mexicano consuma casi medio litro de refresco al día, lo que constituye un grave deterioro para la alimentación y salud de la población.

Por otra parte, en lo que se refiere al consumo de energía de esta industria, los altos consumos de combustóleo ejercen un importante impacto sobre los costos totales, así la diferencia entre un ingenio que utilice bagazo y uno que utilice únicamente combustóleo es de más de un 600%.

En el transcurso de esta investigación se utilizaron tres metodologías para evaluar la eficiencia del consumo energético en esta actividad. La primera de éstas se basa en comparaciones internacionales, en base a ella se infiere un potencial de ahorro de energía del 55%; sin embargo, esto no es muy preciso ya que las condiciones de operación nacionales presentan amplias



diferencias con respecto a la de otros países, sobre todo de aquellos en que esta actividad es considerada como estratégica. La segunda metodología, se basó en realizar un análisis de la evolución del consumo de energía de la industria azucarera nacional, aquí la ineficiencia se observa en los altos coeficientes de la elasticidad ingreso y en el acelerado crecimiento del consumo específico de energía; sin embargo, esta metodología tampoco permite un análisis definitivo, ya que esta industria sufrió cambios estructurales muy profundos desde el inicio del proceso de estatización. Por último, la metodología que permitió abordar el problema de una forma más definitiva, fue el análisis por grupos de ingenios, que con características estructurales semejantes muestran diferentes consumos energéticos.

De esta forma, si bien no se especifican ahorros potenciales, si se localizan los principales puntos a atacar. Tales como la utilización de la capacidad instalada, la calidad de la caña procesada, los tiempos perdidos, el equipo utilizado y la humedad de la caña que se procesa.

Es importante destacar que el problema de la baja utilización de la capacidad instalada es de orden estructural y parte de la misma actividad agrícola, en tanto que el problema de los tiempos perdidos tiene su origen en la organización de los ingenios.

En este sentido, el análisis hasta aquí realizado

arroja los siguientes resultados:

1) La industria azucarera cuenta con amplias posibilidades para disminuir sus niveles de consumo energético.

2) Teóricamente esta rama industrial podría ser autosuficiente en materia energética; esto es, satisfacer sus necesidades sólo mediante la utilización del bagazo. Lo anterior sin alterar el abastecimiento hacia las industrias papeleras y madereras.

3) Dentro de los obstáculos inmediatos en la implementación de un programa de ahorro de energía en esta industria, se encuentra su problemática política, económica, social y organizacional. Por ello los primeros esfuerzos deben de enfocarse hacia la estabilización de esta rama de actividad económica.

4) No es posible definir un potencial de ahorro energético global para la industria azucarera, debido esencialmente a las diferentes características operativas de los ingenios nacionales.

Este trabajo constituye un esfuerzo por integrar al estudio de la cuestión energética, el análisis de los factores económicos, políticos y sociales que intervienen en la definición del consumo de energía, al interior de una determinada rama de actividad económica. Asimismo, pretende convertirse en un elemento que contribuya al desarrollo de un nuevo campo de la ciencia económica: la economía energética.

## ANEXO I.

### Aspectos energéticos.

Para facilitar la comprensión de algunos aspectos sobre economía energética, es necesario abordar la definición de algunos conceptos relacionados con la energía.

#### - Energía primaria.

Las fuentes de energía primaria 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, a excepción de aquellas actividades relacionadas con su extracción. Entre las fuentes de energía primaria, que se aplican o tienen posibilidades de aplicación en nuestro país, destacan las siguientes: el petróleo crudo, el gas natural, el carbón mineral, la energía hidráulica, el uranio, la energía geotérmica, la energía solar, la energía eólica, la energía biomásica, la energía mareo-motriz y la energía microhidráulica.

#### - Centros de transformación.

Los centros de transformación comprenden todas las instalaciones en las cuales se convierte la energía primaria en energía secundaria, entre ellos se encuentran: las refineries y las plantas termoeléctricas, geotermoeléctricas, hidroeléctricas, nucleoeeléctricas, los generadores eléctricos movidos por la energía eólica, entre otros.

#### - Energía secundaria.

Se define como energía secundaria a las distintas formas de energía destinadas a los sectores de consumo y/o al reciclaje para generar una nueva forma energética. Entre las principales formas que asumen las fuentes de energía secundaria se encuentran los productos obtenidos de la refinación del petróleo crudo y del procesamiento del gas natural: gasolinas, gas licuado, kerosinas, diesel y combustóleo. Otra forma energética secundaria es 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 y el aprovechamiento de la energía solar.

**-Energía útil.**

Dentro de esta categoría se incluye la energía realmente aprovechada por los usuarios mediante una nueva transformación: por ejemplo, la gasolina y la energía eléctrica pueden convertirse en energía mecánica mediante un motor de combustión interna o un motor eléctrico, respectivamente.

**- Pérdidas.**

Son aquellas que ocurren durante las actividades que se realizan para suministrar energía, se destacan entre otras: las pérdidas en refineries, gasoductos, poliductos, almacenamiento y en las redes de transmisión eléctrica.

Por último, es necesario mencionar que existe una clasificación adicional de la energía: energía comercial

y energía no comercial; la primera es aquella que se encuentra inmersa en una estructura de mercado definida, tal es el caso de la electricidad y los productos derivados del petróleo; en contraposición, la energía no comercial, puede ser utilizada libremente de acuerdo a su disponibilidad, tal es el caso de la leña y el bagazo de caña.

- Balance de energía.

El balance energético nacional es el conjunto de relaciones físicas y estructurales, que ponen de manifiesto todos los mecanismos por los cuales la energía se produce, transforma, distribuye y consume. Las relaciones físicas son aquellas que dependen fundamentalmente de los procesos tecnológicos de producción, transformación y distribución; tales como, los rendimientos de refinería o de una central eléctrica; de ellas se forma el balance físico. Las estructurales son las que tienen que ver con las características específicas del mercado energético; tales como, el grado de sustitución entre formas análogas de energía, la racionalización de su uso, entre otras.

La etapa del balance energético que aquí se presenta, consiste únicamente en el balance físico de energía el cual es la sistematización de la información acerca de los flujos energéticos que se presentan en el sistema, siguiendo un modelo que represente en forma

ordenada la estructura del sector.

El balance de energía se presenta con una estructura matricial, en la que las columnas corresponden a las diversas fuentes y formas de energía y los renglones indican su origen y destino.

En México se han utilizado dos diferentes metodologías para la construcción del balance energético a partir de 1970; desde este año y hasta 1981 se utilizó la metodología de los países de la OCDE.

A partir de 1982, México adoptó la metodología de la Organización Latinoamericana de Energía ( OLADE ), a través de Petróleos Mexicanos, institución que desde esa fecha sustituyó a la entonces Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, en la elaboración de los balances energéticos nacionales.

Esencialmente las dos metodologías presentan la misma información, la diferencia más notable, radica en el hecho de la mayor desagregación de la metodología de la OLADE en relación a la de la OCDE. De ahí su mayor utilidad. Con el fin de poder comparar las distintas fuentes y formas de energía, en la construcción de los balances energéticos, se utiliza una unidad de medida común, esto es, se utiliza el poder calorífico de los combustibles para medir su capacidad de producir energía, dicha unidad es la kilocaloría.

- Metodología de construcción del balance energético tipo OLADE.

El balance desarrollado por la OLADE refleja las

relaciones entre todas las etapas del proceso energético: la producción, la distribución y el consumo, tal como se ilustra en la lámina A.1.

La estructura general del balance se compone de cuatro partes:

- . Energía primaria.
- . Transformación.
- . Energía secundaria.
- . Consumo final total de energía.

En la lámina A.2 se muestra la estructura matricial, así como las submatrices que lo componen y el significado de los renglones y las columnas.

- Energía primaria.

En la primera parte se presentan las relaciones relativas a la energía primaria, desagregadas a su vez en oferta total primaria y oferta bruta primaria, en la cual se verifican las siguientes ecuaciones:

$$OTP = PEP + IMP + VIP$$

$$OBP = OTP - EXP - NAP$$

En donde:

OTP = Oferta total primaria.

PEP = Producción de energía primaria.

IMP = Importación de energía primaria.

VIP = Variación de inventarios primarios.

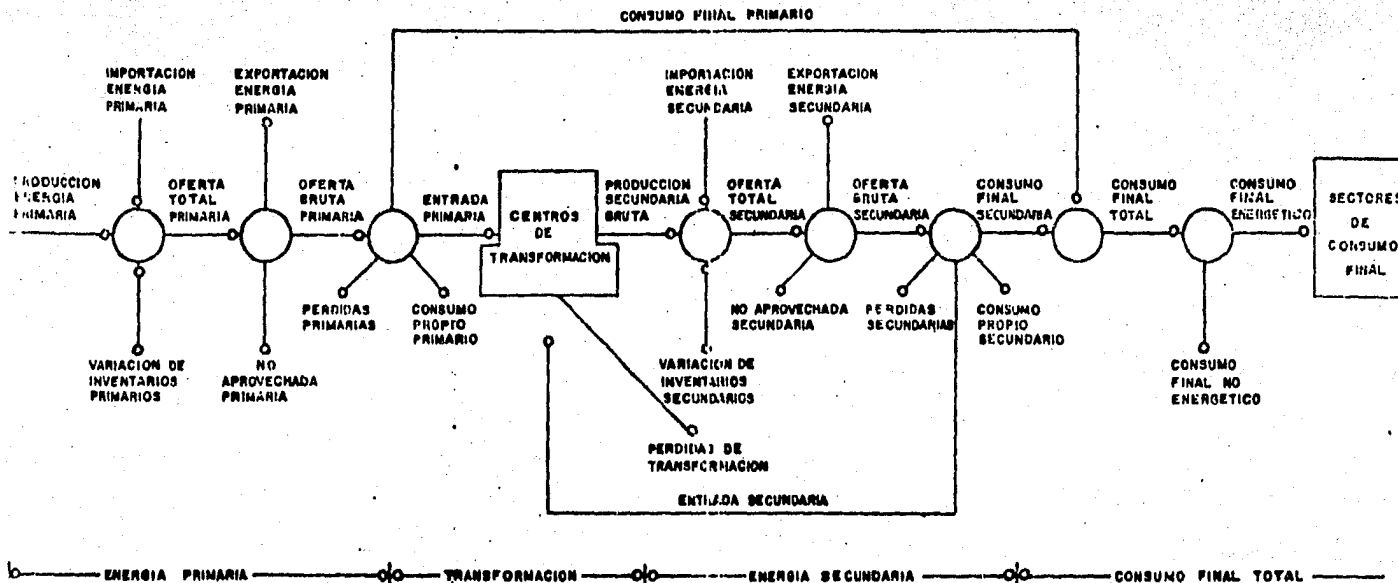
OBP = Oferta bruta primaria.

EXP = Exportación de energía primaria.

NAP = No aprovechada primaria.

Lamina A.1

ESTRUCTURA DEL BALANCE ENERGETICO OLADE





Lamina A.2

Estructura matricial del balance energetico

UNIDADES : TEP x 10 <sup>6</sup>		BALANCE ENERGETICO CONSOLIDADO																				AÑO:																							
REPUBLICA DE _____		ENERGIA PRIMARIA										ENERGIA SECUNDARIA																																	
MINISTERIO DE _____		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																					
FECHA _____		CARBON MINERAL	LEÑA	OTROS COMBUST. CRUDO	PETROLEO CRUDO	GAS NATURAL	GAS ASOCIADO	HIDROGENA	SECUNDARIA	COMBUSTIBLE FISIOABLE	TOTAL PRIMARIA	COQUE	CARBON VEGETAL	GAS LICUADO	GASOLINA Y NAFTAS	DISEL Y GASOL.	CENICIENTE FEZADCS	OTROS COMB. ALTERNOS	PRODUCTOS NO ENERGETICOS	GAS	ELECTRICIDAD	TOTAL ENERGIAS SECUNDARIAS	TOTAL																						
LUGAR _____		Energía Primaria										Energía Secundaria																																	
SECTOR ENERGETICO	1	PRODUCCION																																											
	2	IMPORTACION																																											
	3	VARIACION DE INVENTARIOS																																											
	4	OFERTA TOTAL																																											
	5	EXPORTACION																																											
	6	NO APROVECHADA																																											
	7	OFERTA INTERNA BRUTA																																											
	8	TOTAL TRANSFORMACION																																											
	8.1	COQUERIAS ALTOS HORNOS																																											
	8.2	CARBONERAS																																											
8.3	BIOMASA																																												
8.4	REFINERIAS																																												
8.5	PLANTAS DE GAS																																												
8.6	CENTRALES ELECTRICAS SEM. PUBL.																																												
8.7	CENTRALES ELECTRICAS AUTOPROD.																																												
9	CONSUMO PROPIO SECTOR ENERGIA																																												
10	PERDIDAS																																												
11	AJUSTES																																												
CONSUMO FINAL	12	CONSUMO FINAL TOTAL																																											
	12.1	CONSUMO FINAL NO ENERGETICO																																											
	12.2	CONSUMO FINAL ENERGETICO																																											
	12.3	RESIDENCIAL, COMERCIAL, PUBLICO																																											
	12.4	TRANSPORTE																																											
	12.5	AGROPECUARIO																																											
	12.6	INDUSTRIAL																																											
12.7	CONSUMO NO IDENTIFICADO																																												
OBSERVACIONES :		<table border="1"> <tr> <td>PRODUCCION</td><td>ENERGIA</td><td>SECUNDARIA</td><td>BRUTA</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																				PRODUCCION	ENERGIA	SECUNDARIA	BRUTA																				
PRODUCCION	ENERGIA	SECUNDARIA	BRUTA																																										
OTRAS _____																																													

Por otro lado, debe verificarse que:

$$OBP = ENP + CFP + CPP + PEP$$

En donde:

ENP = Entrada primaria.

CFP = Consumo final primario.

CPP = Consumo propio primario.

PEP = Pérdidas primarias.

Esta ecuación indica que el destino de la oferta bruta de energía primaria puede ser un flujo denominado entrada primaria a centros de transformación, un flujo de consumo propio primario y un flujo de pérdidas primarias debidas a transporte, distribución y almacenamiento.

- Transformación.

La segunda parte está constituida por los centros de transformación, en los cuales la energía que entra se transforma en una o más energías secundarias con sus correspondientes pérdidas de transformación.

En esta parte del balance se establece la siguiente ecuación:

$$PSB = ENP + ENS - PET$$

En donde:

PSB = Producción secundaria bruta.

ENP = Entradas primarias.

ENS = Entradas secundarias.

PET = Pérdidas de transformación.

Nota: Por razones estadísticas, normalmente la producción secundaria bruta no incluye el autoconsumo;

por ejemplo: la electricidad consumida en bombas, iluminación, en una central eléctrica, entre otras.

- Energía secundaria.

En la tercera parte se presentan las relaciones relativas a la energía secundaria, desagregadas en oferta total secundaria y oferta bruta secundaria, expresadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$OTS = PSB + IMS + VIS$$

$$OBS = OTS - EXS - NAS$$

En donde:

OTS = Oferta total secundaria.

PSB = Producción secundaria bruta.

IMS = Importaciones secundarias.

VIS = Variación de inventarios secundarios.

OBS = Oferta bruta secundaria.

EXS = Exportaciones secundarias.

NAS = No aprovechada secundaria.

Por otra parte, debe verificarse que:

$$CFS = OBS - ENS - PES - CPS$$

En donde:

CFS = Consumo final secundario.

OBS = Oferta bruta secundaria.

ENS = Entradas secundarias.

PES = Pérdidas secundarias.

CPS = Consumo propio secundario.

- Consumo final total de energía.

En la cuarta parte se presenta el consumo final total, donde el consumo final secundario se agrega la

parte de la energía primaria que se utiliza directamente en el consumo final, para llegar así al consumo final total. La ecuación correspondiente es:

$$CFT = CFP + CFS$$

El consumo final total de energía se distribuye en consumo final energético y consumo final no energético; es decir, que para este caso se cumple la siguiente ecuación:

$$CFT = CFE + CFN$$

Por su parte, el consumo final energético se descompone en los distintos sectores de la actividad económica que para el caso de México se han dividido en :

- . Residencial, comercial y público.
- . Transporte.
- . Agropecuario.
- . Industrial.
- . Consumo no identificado.

La estructura del balance energético así concebida puede ampliarse en el futuro para contemplar y analizar otras etapas del proceso energético. En tales circunstancias existe la posibilidad de agregar al balance descrito la siguientes partes:

- . El inventario de reservas para las fuentes finitas de energía y la evaluación de los recursos renovables.
- . La distribución de la energía final por tipo de uso en los sectores de consumo.

. La distribución de la energía útil por tipo de uso para cada uno de los sectores de consumo.

## ANEXO II.

### El concepto de unidad productiva.

El balance energético en una planta industrial, debe considerar todos los flujos de energía que se presentan en una planta, con el fin primordial de detectar consumos excesivos y/o pérdidas de energía en cada una de las etapas que conforman el proceso.

Un punto esencial para la elaboración del balance energético en una planta, radica en decidir el grado de detalle en que sería conveniente detectar los flujos energéticos, los dos extremos serían: por un lado, consultar la factura empresarial de energía; y por otro, el estudio minucioso de los flujos energéticos en cada uno de los equipos. En el primer caso se obtendrían resultados sumamente agregados y por ello de escasa utilidad; mientras que en el segundo, el grado de detalle conduciría a una evidente imposibilidad práctica en su elaboración.

La utilización del concepto de unidad productiva logra un equilibrio entre los extremos descritos.

La unidad productiva es una agrupación de maquinaria y equipo dentro de una línea de proceso, que cumple, cuando menos, con una de las siguientes condiciones de frontera:

- Cuando dentro de la línea de proceso se elabora un producto o variante del mismo, que puede o no encontrarse en el mercado. Ese mismo producto puede ser insumido como materia prima por otras unidades de la

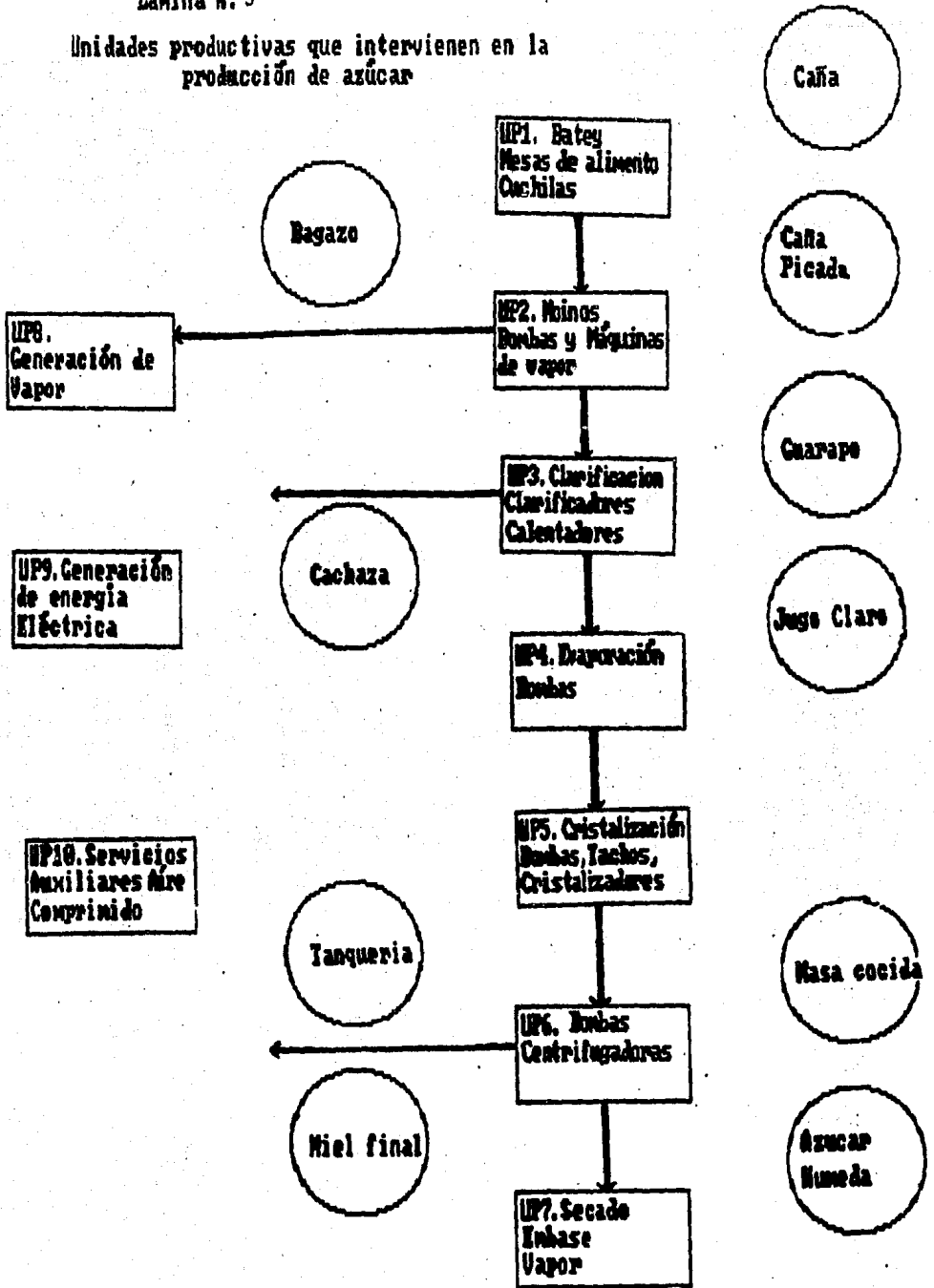
misma planta para la elaboración de otro u otros productos.

- Cuando en una etapa se obtengan varias corrientes y al menos una de ellas reciba un tratamiento físico y/o químico diferente.

- Cuando existan equipos cuyos consumos de energía sean intensivos y cada uno de ellos constituya una línea paralela de proceso, que implique el mismo tratamiento físico y/o químico.

La variedad de casos que existen en la industria mexicana es tan amplia, que aplicar el concepto de unidad productiva en cada planta constituye un caso particular. En la lámina A.3 se presenta el caso de la industria azucarera como ejemplo ilustrativo.

Unidades productivas que intervienen en la producción de azúcar





### ANEXO III.

#### Tamaño y ubicación de las instalaciones actuales.

El fin primordial de este anexo consiste en presentar la situación actual de funcionamiento de algunos de los principales ingenios que actualmente operan en nuestro país, para ello se considera el análisis de algunas variables de importancia operativa en la actividad azucarera nacional.

#### Ingenio Huixtla.

Pertenece al sector público, se localiza en el estado de Chiapas y en 1983 participó con el 31% de la producción total del estado (el 69% restante provino del ingenio Pujilic). Este ingenio empezó a operar en la zafra de 1981 bajo condiciones sumamente desfavorables con respecto a los demás ingenios, principalmente en lo que se refiere a los factores de fábrica. Los rendimientos de fábrica de la primera zafra (1981) fueron de 4.56% con casi un 65% de tiempos perdidos. Para los siguientes años el tiempo perdido total mejoró sensiblemente (55% en 1982 y 43% en 1983). Al mismo tiempo, se observaron drásticos problemas en el campo, ya que el tiempo perdido por falta de caña, corte y acarreo fue del 26% en 1983, ubicándose Huixtla como el cuarto ingenio con mayores tiempos perdidos en este renglón, sólo después de Benito Juárez, Libertad y José López Fortillo.

Por otra parte, el ingenio se encuentra entre los más altos consumidores de petróleo. La media nacional se

encuentra en 28.17 litros por tonelada de caña molida; Huixtla en 1981 consumió 111.32 litros; en 1982, 95.65 y en 1983, 62.46 litros.

A pesar de haberse presentado una clara mejoría en el desarrollo operativo del ingenio, durante las tres zafras consideradas, Huixtla fue en 1983 de los ingenios más deficientes en cuanto a la utilización de la capacidad instalada de molienda y eficiencia (43.27 y 31.99 por ciento, respectivamente).

#### **Ingenio Tala.**

Tala es por un amplio margen el principal productor de azúcar en el estado de Jalisco, segunda entidad con mayor concentración de ingenios en el país.

En el renglón de eficiencia potencial, el ingenio Tala ocupa el segundo lugar dentro del grupo de los cinco ingenios con mayor capacidad instalada de molienda; sin embargo, los resultados obtenidos presentan una brecha considerable aun considerando un rendimiento de fábrica de 9.62%, esto gracias a la buena calidad de la caña que utiliza el ingenio ya que en el estado de Jalisco se cuenta con caña de un alto contenido de sacarosa.

Otra de las características distintivas de este ingenio es su alto consumo de petróleo que si bien en términos relativos esta apenas por encima de la media nacional, el volumen utilizado de combustible en la zafra pasada fue el cuarto más alto sólo después de San

Cristobal que consumió cerca de 60 000 metros cúbicos, Tres Valles 49 547, Motzorongo 43 609 y Tala 38 992.

#### **Ingenio El Potrero**

Es uno de los mayores productores de azúcar en el país, actualmente ocupa el segundo lugar después del ingenio San Cristobal, a pesar de no haber superado su máxima producción, alcanzada en 1978 con 154 666 ton. Este ingenio es uno de los más importantes ingenios estatales y de los que operan con una mayor eficiencia, ello debido al alto contenido de sacarosa de la caña que procesa. La elevada calidad de la materia prima que utiliza este ingenio es el factor que lo diferencia de San Cristobal; así, mientras que El Potrero sólo requiere una superficie cosechada de 16 677 hectáreas, San Cristobal requiere casi el doble (36 512), en tanto que la diferencia en sus niveles de producción es de tan sólo un 12.5%. Aunado a lo anterior, los escasos tiempos perdidos tanto en fábrica como en campo, hacen del ingenio El Potrero uno de los de mejor funcionamiento y mayor rentabilidad.

#### **Ingenio Rosales.**

Este ingenio se distingue por dos características. Por un lado, es el único ingenio que no consume combustóleo y, por otro, es el que opera bajo los menores rendimientos de fábrica (6.29%).

Los tiempos perdidos de este ingenio, oscilan alrededor de la media nacional; sin embargo, durante la última zafra considerada, Rosales operó con una de las

eficiencias más bajas de todo el país (44.79%). Por su parte, la utilización de la capacidad instalada de mollienda ascendió a 71.22%.

#### **Ingenio Atencingo.**

El ingenio Atencingo se localiza en el estado de Puebla, a nivel estatal aportó el 70.6% de la producción, cuenta con una capacidad instalada de 4 500 toneladas por día. En 1983 se utilizó por encima del 70% de la capacidad, operando con una eficiencia del 63.3%.

El ingenio se abastece de una superficie de 5 214 hectáreas, todas ellas de riego, los rendimientos de campo obtenidos durante la zafra de 1983 fueron los segundos más altos de todo el país. De igual forma, el contenido de sacarosa en caña que se obtuvo fue un punto más alto que el obtenido a nivel nacional.

#### **Ingenio Emiliano Zapata.**

Este ingenio se destaca como el más importante del estado de Morelos, en 1983 aportó el 71% de la producción estatal; sin embargo, la producción de 1983 fue casi 6 000 toneladas menor a la del año anterior.

En la última zafra considerada puede observarse una notable mejoría en el contenido de sacarosa y en los rendimientos de fábrica, cosa que no sucede con los rendimientos de campo, los cuales fueron los menores de los últimos seis años.

Por otra parte, Emiliano Zapata junto con el ingenio El Mante, constituye el sector cooperativo de la

industria azucarera nacional, lo cual le confiere características especiales.

Las cooperativas debieran funcionar bajo principios de autonomía e igualdad de sus miembros; sin embargo, si partimos de las condiciones reales de las masas trabajadoras, sean estos obreros o campesinos, no es difícil verificar que no poseen los elementos necesarios para iniciar un proceso productivo, por lo tanto tienen que aceptar la participación estatal. En el caso de las cooperativas azucareras, esta participación se empieza a manifestar en el hecho de que el gerente del ingenio no surge de la Asamblea General sino que es impuesto por los organismos oficiales del sector, lo cual niega el carácter propio de la cooperativa. Además al encontrarse sujetas al crédito, su carácter autónomo se reduce considerablemente.

Este ingenio durante la zafra 1982-1983 operó con una eficiencia del 91.4%, cifra que coincidió con la utilización de su capacidad instalada de molienda. El ingenio se abastece de casi 11 000 hectáreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar y sus rendimientos, tanto de fábrica como de campo, fueron los más altos del país.

Por otro lado, su consumo de combustóleo por tonelada de caña molida se encuentra 21% por debajo de la media nacional (22.21 litros contra 28.17).

Asimismo, los tiempos perdidos del ingenio fueron menores que los que se perdieron en promedio a nivel

nacional; no obstante, es importante señalar que fueron mayores que los del ingenio cooperativo El Mante.

#### **Ingenio Lázaro Cárdenas.**

El ingenio Lázaro Cárdenas, y en general todos los ingenios del estado de Michoacán, se caracteriza por operar bajo condiciones de fábrica sumamente favorables en relación a los ingenios restantes. Este ingenio es el que tiene la más alta eficiencia (87.77%) y los mayores rendimientos de fábrica (11.38%) de todo el país.

En la zafra 1982-1983 contribuyó con el 13.5% de la producción estatal. La utilización de la capacidad instalada de molienda osciló alrededor del 77% y su consumo de petróleo se encuentra por debajo del promedio nacional (46.7%).

Aunados a las condiciones de fábrica favorables, se destacan algunos factores de campo: el contenido de sacarosa en caña es el segundo más alto del país (13.95) sólo después de la caña que abastece al ingenio San Sebastián (también en el estado de Michoacán). Cabe destacar que el 100% de la zona de influencia de este ingenio se compone por tierras de riego.

Por otro lado, los tiempos perdidos totales se encuentran por debajo de la media nacional (24.91% contra 29.43%); a pesar de ello, el 60% de estos correspondieron a la actividad fabril.

### **Ingenio San Cristobal.**

Es administrado por Azúcar S.A., corresponde a la región del Bajo Papaloapan en Veracruz. Es el mayor productor de azúcar en el país; sin embargo, sus rendimientos de fábrica no son notables, lo cual se debe a tres razones fundamentales:

- Baja calidad de su materia prima, ya que la caña utilizada es de un bajo contenido de sacarosa.
- Si bien el ingenio San Cristobal es por un margen considerable el que cuenta con la mayor zona de influencia (37 500 has.), sus bajos rendimientos de campo impidieron utilizar al 100% la capacidad de molienda del ingenio.
- Considerables tiempos perdidos tanto en fábrica como en campo.

#### ANEXO IV.

##### Descripción del proceso productivo.

Las principales fases del proceso de elaboración de azúcar se pueden agrupar en seis etapas: a) preparación de la caña; b) extracción del jugo; c) clarificación; d) evaporación; e) cristalización y, f) centrifugación y secado.

a) Preparación: en esta etapa se corta y defibra la caña por medio de juegos de cuchillos y martillos respectivamente. Ambas operaciones utilizan energía proveniente de turbinas de vapor.

b) Extracción: para obtener el jugo de la caña de azúcar, se comprime la caña ya cortada y desmenuzada a través de molinos de tres rodillos. Luego, para extraer el mayor volumen de jugo se le agrega agua (a esta operación se la conoce como imbibición). El grado de extracción de jugo está determinado por el nivel de preparación de la caña cortada, la presión y separación de los rodillos, las revoluciones con que giran los molinos, por la cantidad y temperatura del agua de imbibición y, además, depende del contenido de sacarosa. Estos molinos son impulsados por turbinas de vapor.

c) Clarificación: Esta etapa tiene por objeto remoción y eliminación de impurezas y los compuestos no azúcares que contiene el jugo extraído en los molinos (jugo mezclado o guarapo). Para tal fin se sulfita y alcaliza el jugo y se lo somete a un doble proceso de calentamiento, para que se lleve a cabo la reacción y



sedimentación. Posteriormente se separa el jugo clarificado del precipitado o cachaza que fue removida. Desde el punto de vista energético, el calentamiento se realiza en dos etapas, se eleva la temperatura del jugo a 45 grados centígrados y luego a 105, para lo cual se utiliza el vapor de baja presión, de escape de las turbinas o de extracción de los evaporadores.

d) Evaporación: el jugo clarificado tiene aproximadamente un 85% de agua, en esta etapa se eliminan dos terceras partes mediante evaporación. Para ello se dispone de un sistema de evaporación para obtener el jugo concentrado (meladura). Este sistema permite, por medio de un proceso escalonado de caída de presión y temperatura, utilizar sucesivamente el vapor de un vaso a otro y en consecuencia disminuir el consumo de vapor.

e) Cristalización: la meladura es sometida a un proceso de concentración y saturación para la conformación de los cristales de azúcar por medio de la mezcla de meladura, cristales de siembra y mieles, en recipientes al vacío (tachos). Esta operación se puede hacer en dos o tres etapas según sea el grado de pureza de la meladura.

f) Centrifugación y secado: consiste en el lavado, con agua de condensados, del azúcar con el fin de separar la miel que recubre el azúcar cristalizado, por medio de cilindros provistos de mallas metálicas

sedimentación. Posteriormente se separa el jugo clarificado del precipitado o cachaza que fue removida. Desde el punto de vista energético, el calentamiento se realiza en dos etapas, se eleva la temperatura del jugo a 45 grados centígrados y luego a 105, para lo cual se utiliza el vapor de baja presión, de escape de las turbinas o de extracción de los evaporadores.

d) Evaporación: el jugo clarificado tiene aproximadamente un 85% de agua, en esta etapa se eliminan dos terceras partes mediante evaporación. Para ello se dispone de un sistema de evaporación para obtener el jugo concentrado (meladura). Este sistema permite, por medio de un proceso escalonado de caída de presión y temperatura, utilizar sucesivamente el vapor de un vaso a otro y en consecuencia disminuir el consumo de vapor.

e) Cristalización: la meladura es sometida a un proceso de concentración y saturación para la conformación de los cristales de azúcar por medio de la mezcla de meladura, cristales de siembra y mieles, en recipientes al vacío (tachos). Esta operación se puede hacer en dos o tres etapas según sea el grado de pureza de la meladura.

f) Centrifugación y secado: consiste en el lavado, con agua de condensados, del azúcar con el fin de separar la miel que recubre el azúcar cristalizado, por medio de cilindros provistos de mallas metálicas

perforadas (centrifugadoras) que giran a alta velocidad. Posteriormente se procede a secar el azúcar con vapor y luego a envasarlo.

Otras operaciones como la de refinación constituyen un proceso que acentúa la calidad del producto en cuanto a pureza, textura y color. Utiliza como materia prima el azúcar crudo, al cual se le somete a un nuevo proceso de clarificación, previa disolución del azúcar crudo en agua de condensados, posteriormente es decolorado con absorbentes industriales y carbón activado. Por último, el licor obtenido es cristalizado, centrifugado y secado.

Por último, en los ingenios que cuentan con planta productora de alcohol, se fermenta el mosto y se destila el vino que se obtuvo de la fermentación, el consumo de energía para la elaboración de alcohol no es significativo en comparación al de la producción de azúcar.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Armando Bartra.  
La explotación del trabajo campesino por el capital.  
Macehual. México 1982.
2. Asociación Internacional de la Energía.  
Bilans Energetiques 1970-1982.  
AIE. Paris 1984.
3. Autores varios.  
Seminario sobre uso eficiente de la energía.  
AIVAC (memorias). México varios años.
4. Azúcar S.A.  
Estadísticas azucareras.  
UNPASA. México varios años.
5. Azúcar S.A.  
Informe de corridas.  
UNPASA. México varios años.
6. Azúcar S.A.  
Manual azucarero.  
UNPASA. México varios años.
7. Banco de México.  
Informe anual.  
México varios años.
8. Colegio Mexicano de Ingenieros Mecánicos y electricistas.  
Medio ambiente y ecología.  
CMIME. México 1984.
9. Comisión Coordinadora de Política Industrial del Sector Público.  
El sector público en la industria azucarera.  
México mimeo 1976.
10. Comisión Nacional de la Industria Azucarera.  
Revista Azúcar.  
CNIA. México números 1, 2 y 3 1981.
11. David Ronfeldt.  
Atencingo: La política de la lucha agraria en un ejido mexicano.  
UNAM. México 1979.
12. El Colegio de México.  
Uso eficiente y conservación de la energía en México: diagnóstico y perspectivas.  
El Colegio de México. México 1985.

13. Fernando Schutz.  
Consumo de energía en industrias seleccionadas  
CONACYT. México 1983.
14. Fondo Monetario Internacional.  
Anuario 1983.  
FMI. USA 1983.
15. Gerard Foley.  
La cuestión energética.  
LAIA. España 1981.
16. Hugot E.  
Manual para ingenios azucareros.  
Mac Graw Hill. México 1963.
17. Institut Francaise du Petrole.  
Niveaux du vie, croissance et energie.  
IFP. Paris 1977.
18. Instituto Mexicano del Petróleo.  
Curso regional: Economía de los energéticos.  
IMP. México mimeo 1985.
19. Instituto Mexicano del Petróleo.  
Demanda sectorial. Análisis y perspectivas.  
IMP. México 1975.
20. Instituto Politécnico Nacional.  
Foro interdisciplinario sobre fuentes alternas  
de energía.  
IPN. México mimeo 1984.
21. International Sugar Organisation.  
Sugar Year Book.  
ISO. USA 1983.
22. Jacinto Viqueira.  
Metodología para el análisis energético.  
UNAM. México 1984.
23. Luisa Parée.  
El proletariado agrícola en México.  
Siglo XXI. México 1984.
24. Luisa Parée.  
Ensayos sobre el problema cañero.  
UNAM. México 1980.
25. Marcelo García.  
Petróleo y alternativas energéticas en América  
Latina.  
Nueva Imagen. México 1984.

26. Michael Tanzer.  
Energéticos y política mundial.  
Nuestro tiempo. México 1975.
27. Miguel A. Cáceres.  
Consumo de energía en la industria azucarera.  
El Colegio de México. México 1985.
28. Munasin Mohan.  
Energy economics. Demand management and  
conservation policy.  
VNR. USA 1984.
29. Petróleos Mexicanos.  
México: Balance de energía 1983.  
PEMEX. México 1984.
30. Poder Ejecutivo Federal.  
Programa Nacional de Energéticos 1984-1988.  
SEMIP. México 1984.
31. Richard Eden et. al.  
Energy economics growth, resources and  
policies.  
Australia 1981.
32. Secretaria de Programación y Presupuesto.  
X Censo general de población y vivienda.  
BPP. México 1984.