PN-AAY-012

AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA
ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE LA ENERGÍA

PN-AAY-012

COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA INDUSTRIA

Actas del Seminario Internacional sobre Uso Racional de la Energía en la Industria organizado por la Organización Latinoamericana de la Energía, la Agencia Internacional de la Energía, el Ministerio de Energía y Minas de la Republica de Perú y la Comisión de las Comunidades Europeas.

LIMA
4-8 Julio 1983

OCDE
OECD
PARIS 1983

INDICE

PROLOGO 7

AGENDA Y COMPOSICION DE LAS MESAS 10

INFORME FINAL

Introducción 16
Discursos de Inauguración 18
Conclusiones y Recomendaciones Finales 35

PONENCIAS PRESENTADAS EN EL SEMINARIO

Dietrich Barth/AIE, La Gestión de la Demanda Energética en los Paises Industrializados 39

Cornelio Marchán y Ramón Flores/OLADE, Consideraciones sobre el Uso Racional de Energía en la Industria Latinoamericana 50

Jorge Aguinaga, Carlota Huaroto, Máximo Nuñez y Donald Tarnawiecki/Perú, Consumo de Energía en la Industria Peruana 75

M. W. Horning/Paises Bajos, Uso Efficiente de la Energía y Sustitución del Petróleo en la Industria Textil 109

Hugo Serrano Marino/Colombia, Uso Racional de Energía en la Industria Textil: "La Experiencia de Colombia" 129

Teófilo de la Torre/Costa Rica, Uso Racional de Energía en la Transmisión y Distribución de Electricidad: "La Experiencia de Costa Rica" 148

Siegfried Schindler/República Federal de Alemania, Uso Racional de Energía y Sustitución del Petróleo, particularmente en la Generación de Electricidad en la República Federal de Alemania 181

Francisco E. Granadino/El Salvador, Uso Racional de Energía en la Producción de Electricidad: "La Experiencia de El Salvador" 228

Knut Berge/Dinamarca, Opciones para Mejorar el Rendimiento Energético de los Combustibles y del Carbón en la Generación de Electricidad y en la Cogeneración de Vapor y Energía Eléctrica 255

Julian Jatem/Venezuela, El Uso de Energéticos en SIDOR: "El Caso de Venezuela" 280

Naoaki Suzuki/Japón, Ahorro de Energía en la Industria Siderúrgica Japonesa 293

Rosenval Jorge de Oliveira/Brazil, Uso Racional de Energía en la Industria Siderúrgica: "El Caso del Brasil" 317

Marc Grumbach/Francia, La Nueva Estrategia Energética 341

Eli Campos Sandoval/México, Uso Racional de Energía en la Industria Siderúrgica: "La Experiencia en Altos Hornos de México" 367

Hugo Bonomelli y Valerio Rioseco/Chile, Consumo y Racionalización en las Operaciones de la Gran Minería del Cobre: "La Energía en Codelco-Chile" 392

Jane Carter/Inglaterra, Empleo Racional de la Energía en la Industria de Metales No Ferrosos (distintos del Aluminio) 420

Ralph Sheneman/Estados Unidos, Utilizacion Racional de la Energía en la Industria del Aluminio 459

César Fuentes/Perú, Racionalización en el Consumo de Energía en la Refinería de Zinc de Cajamarquilla 480

Vladimiro Camacho Rodriguez/Colombia, Uso Racional de la Energía en la Industria Cementera 489

Brian Wilson/Australia, Utilizacion Racional de Energía en la Industria del Cemento 508

Luis O. Galvez Taupier/Cuba, Uso Racional de la Energía en la Industria Azucarera: "La Experiencia Cubana" 531

Juan Carlos Llorente Chala/España, La Problemática de la Conservación de Energía en el Sector Azucarero 548

Gary Gaskin y Julio Gamba/Banco Mundial, Factores que influyen en el Uso Racional de la Energía 579

Fausto Furnari/Brasil, Política de Planificación e Implementación del Uso Racional de la Energía 595

Graham T. Armstrong/Canadá, Políticas para un Uso Eficiente de la Energía y la Sustitución de los Combustibles: "La Experiencia Canadiense" 620

José Ramón Acosta/República Dominicana, La Conservación de Energía en la Industria y la Transferencia de Tecnología 644

Ubaldo Zito/CCE, Esquema de Demostración Energética de la Comunidad Europea 654

Ulises Ramírez Olmos/OLADE, Posibilidades de Cooperación Internacional en el Campo del Uso Racional de Energía 701

J. Wallace Hopkins/AIE, Posibilidades de Cooperación Internacional en el Campo del Uso Racional de Energía 718

LISTA DE PARTICIPANTES 731

PROLOGO

Las políticas energéticas nacionales e internacionales han reconocido cada vez más durante la pasada década la necesidad de un uso más racional de la energía, en particular de los recursos energéticos escasos, agotables y costosos como el petróleo. La mejora de la eficiencia energética significa el fortalecimiento de la productividad económica general y de la competitividad así como la reducción de la dependencia respecto de las importaciones de energía. Dicha mejora ayuda a desarrollar el empleo y los recursos nacionales así como a aliviar las tensiones de la balanza de pagos de las naciones. En general, deberá desempeñar un papel capital en el desarrollo de economías energéticas mejor equilibradas, más económicas y estables en todos los países del mundo.

La industria es el sector más consumidor de energía en muchas regiones del mundo. También es allí donde se ofrecen grandes posibilidades de progreso en el campo de la eficiencia energética. Por esta razón, se decidió celebrar un Seminario sobre Uso Racional de Energía en la Industria, que tuvo lugar en Lima del 4 al 8 de julio de 1983, el cual fue organizado conjuntamente por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Comisión de las Comunidades Europeas (CEE) y el gobierno de Perú. También proporcionaron apoyo financiero a dicho Seminario el gobierno de la República Federal de Alemania, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de Norteamérica (USAID). El Seminario fue oficialmente inaugurado y clausurado por el Doctor Fernando Montero Aramburu, Ministro de Energía y Minas, en nombre del Presidente de la República de Perú, Fernando Belaunde Terry.

Además de los representantes de las instituciones organizadoras y otras organizaciones internacionales, también participaron en este Seminario representantes de los sectores público y privado de los siguientes países miembros de la OLADE, la AIE y la CEE : Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay,

Perú, Suriname, Uruguay, Venezuela, República Federal de Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos de América, Francia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido.

El objetivo del Seminario consistía en intercambiar experiencias entre los países de la OLADE, la AIE y la CEE en el campo del uso racional de energía en varios sectores industriales, tales como el textil; la generación, transmisión y distribución de electricidad; la siderurgia; los metales no férreos; el cemento; el azúcar. También se examinaron los instrumentos y tecnologías para el uso racional de energía en la industria, así como las posibilidades de cooperación internacional en este campo.

Las 29 ponencias sobre estos temas hechas por 14 expertos de los países de la AIE/CEE y 15 expertos de Latinoamérica y del Banco Mundial, representaron un amplio panorama del contexto y de la experiencia en el campo del uso racional de energía en la industria. Todos fueron invitados a participar en el Seminario según sus capacidades individuales en calidad de expertos en cada materia. Los documentos técnicos y resúmenes de las discusiones de esta publicación sólo representan pues sus opiniones y no deben tomarse necesariamente como la expresión de los puntos de vista de sus gobiernos u organizaciones.

El Seminario proporcionó la plataforma para un intercambio sumamente útil de opiniones, basándose en las ponencias que fueron de alta calidad técnica. Su éxito ha subrayado la utilidad de este tipo de cooperación internacional al unir personas de horizontes y experiencias diferentes pero con el objetivo común de emplear más racionalmente un valioso recurso.

Quedamos agradecidos a todos aquellos que han contribuido a este éxito : los conferenciantes, los que han dado apoyo financiero, el gobierno peruano por su muy generosa hospitalidad y todos los que han ayudado a asegurar el fructuoso resultado de este Seminario.

Con la publicación de las actas del Seminario de Lima, OLADE y la AIE tienen la intención de poner a la disponibilidad de todas las partes interesadas, tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, la importante información que ha sido discutida en esta reunión. Al mismo tiempo, deseamos transmitir el mensaje de que, no sólo es una necesidad, sino también una posibilidad real, colaborar en una amplia escala internacional para lograr un mejor equilibrio energético mundial en la actual era de transición en el campo de la energía.

Ulises Ramírez Olmos
Secretario Ejecutivo
Organización Latinoamericana de Energía.

Ulf Lantzke
Director Ejecutivo
Agencia Internacional de Energía.

AGENDA

Y

COMPOSICION DE LAS MESAS

Lunes, 4 de Julio de 1983

Bienvenida e introducción al Seminario por:

- Ubaldo Zito,
  Jefe de la División de Ahorro Energético
  Comisión de las Comunidades Europeas (CEE)

- J. Wallace Hopkins
  Director Adjunto
  Agencia Internacional de la Energía (AIE)

- Ulises Ramírez Olmos
  Secretario Ejecutivo
  Organización Latino Americana de Energía (OLADE)

- Fernando Montero Aramburu
  Ministro de Energía y Minas
  República de Perú

ADMINISTRACION DE LA DEMANDA ENERGETICA EN LA INDUSTRIA*

Presidente de mesa: Ulises Ramírez Olmos
Secretario Ejecutivo de OLADE

Expositores:

- Dietrich Barth
  Jefe de la División de Conservación de Energía
  AIE

- Cornelio Marchan
  Director Estudios Económicos y Planificación Energética
  OLADE

- Donald Tarnawiecki
  PNUD/MEM
  Perú

Relator: Gloria Villa
Costa Rica

* Todas las exposiciones en cada uno de los diferentes sectores se siguieron de una sesion de preguntas y respuestas.

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA TEXTIL

Presidente de mesa: J. Wallace Hopkins
Director Adjunto
AIE

Expositores:

- M.W. Horning
  Departamento de Política Energética
  General
  Ministerio de Economía
  Holanda

- Hugo Serrano Marino
  Superintendente Servicios Técnicos
  Enka de Colombia

Relator: Carlota Huaroto
Perú

Martes, 5 de Julio de 1983

USO RACIONAL DE ENERGIA, EN LA GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD

Presidente de mesa: Augusto Martinelli Tizon
Presidente Electrolima

Expositores:

- Teofilo de la Torre
  Instituto Costarricense de Electricidad
  Costa Rica
  (Presentado por Mario Hidalgo Pacheco
  Instituto Costarricense de Electricidad)

- Siegfried Schindler
  Kraftwerk Union AG
  Gerente de ingenieria y ventas de centrales nucleares
  República Federal de Alemania

- Francisco Granadino
  Comisión Ejecutiva
  Hidroeléctrica del Rio Lempa
  El Salvador

- Knut Berge
  Jefe del Departamento de Ingeniería
  ELKRAFT Power Co.
  Dinamarca

Relator: Roland Castillo
Guatemala

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

Presidente de mesa: René Barbis
Secretario Regional
ILAFA
Perú

Expositores:

- Julian Jatem
  Jefe Centro de Investigaciones
  SIDOR
  Venezuela

- Naoaki Zuzuki
  Director General
  Nippon Steel Corporation
  Japón

- Rosenval Jorge de Oliveira
  Presidente del Comité de Energía
  COSIPA
  Brasil

- Marc Grumbach
  Instituto de Investigación de la Ind.
  Siderúrgica
  Francia

- Eli Campos Sandoval
  Sub-Gerente Altos Hornos de México S.A.
  México

Relator: Gloria Figueroa
Venezuela

Miércoles, 6 de Julio de 1983

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA MINERO-METALURGICA

Presidente de mesa: Erik Tjon Kie Sim
Ministro de Recursos Naturales y
Energía de Surinam

Expositores:

- Hugo Bonomelli
  Director Técnico Codelco
  Chile

- Jane Carter
  Consultantes Internacionales de
  Eficiencia Energética
  Inglaterra

- Ralph Sheneman
  Jefe de Sección del Departamento de Energía
  Estados Unidos

- César Fuentes
  Director Refineria de Zinc de Cajamarquilla
  Peru

Relator: Graham T. Armstrong
Canadá

Jueves, 7 de Julio de 1983

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

Presidente de mesa: Dietrich Barth
Jefe de la División de Conservación de Energía
AIE

Expositores:

- Vladimiro Camacho Rodríguez
  Compañia de Cemento Samper
  Colombia

- Brian Wilson
  Ex-Director de Investigación de la Compañia de Cementos Goliath Portland
  Australia

Relator: Jane Carter
Inglaterra

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Presidente de mesa: Sra. Altagracia Rivera de Castillo
GEPLACEA

Expositores:

- Luis Gálvez O. Taupier
  Vice-Ministro de Azúcar
  Cuba
  (Presentado por Roberto Cáceres, OLADE)

- Juan Carlos Llorente Chala
  Director de Programa
  Ministerio de Industria y Energía
  España

- Arnaldo Veras
  IICA

- Segundo Torres
  Uruguay

- Marco Compodonico
  GEPLACEA

- José Villanueva
  Perú

Relator: Roberto Cáceres
OLADE

INSTRUMENTOS Y TECNOLOGIAS PARA EL USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA

Presidente de mesa: Raúl Fajardo
Director General
ITINTEC
Perú

Expositores:

- Gary Gaskin
  Dpto. Energía
  Banco Mundial
  y
  Julio Gamba
  Dpto. Industria
  Banco Mundial

- Fausto Furnari
  IPT
  Brasil

- Graham T. Armstrong
  Director de Política y Co-ordinación
  Departamento de Energía, Minas y Recurso
  Canadá

- Ubaldo Zito
  Jefe de la División de Ahorro de Energía
  CEE

- José Ramón Acosta
  República Dominicana
  (Presentado por Francisco Castillo,
  República Dominicana)

Relator: Jorge Aguinaga
Perú

Viernes, 8 de Julio de 1983

POSIBILIDADES DE COOPERACION INTERNACIONAL
EN EL CAMPO DEL USO RACIONAL DE ENERGIA

Presidente de mesa: Basil B. Buck
Ministro de Estado
Jamaica

Expositores:

- Ulises Ramírez Olmos
  Secretario Ejecutivo de OLADE

- J. Wallace Hopkins
  Director Adjunto
  AIE

- Ignacio Soto
  Ministerio de Energía y Minas
  Perú

Relator: Eduardo Pascual
OLADE

APROBACION DEL INFORME FINAL

SESION DE CLAUSURA

Conclusiones finales:

- Ulises Ramirez Olmos
  Secretario Ejecutivo
  OLADE

- J. Wallace Hopkins
  Director Adjunto
  AIE

- Fernando Montero Aramburu
  Ministro de Energía y Minas
  Perú

INFORME FINAL DEL SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA

I. INTRODUCCION

1. El Seminario sobre Uso Racional de Energía en la Industria se llevó a cabo en la ciudad de Lima entre el 4 y el 8 de julio de 1983. Fue organizado por el Ministerio de Energía y Minas del Perú, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Comisión de las Comunidades Europeas (CEE). También auspiciaron este Seminario la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de Norteamérica (USAID), el Gobierno de la República Federal de Alemania y la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA).

2. El evento fue inaugurado y clausurado por el señor Ministro de Energía y Minas del Perú, Dr. Fernando Montero Aramburu, en representación del Excmo. señor Presidente Constitucional de la República del Perú, Arq. Fernando Belaunde Terry y del gobierno peruano. Han participado en el mismo el Ministro de Estado de Jamaica, Dr. Basil B. Buck; el Ministro de Recursos Naturales y Energía de Suriname, Dr. Erik Tjon Kie Sim; el Secretario Ejecutivo de la Organización Latinoamericana de Energía, Dr. Ulises Ramírez Olmos; el Director Adjunto de la Agencia Internacional de Energía, J. Wallace Hopkins y el representante de la Comisión de las Comunidades Europeas, Ubaldo Zito.

3. En el Seminario tomaron parte 193 representantes oficiales y del sector privado de los siguientes países miembros de OLADE, de la AIE y de la CEE: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Suriname, Uruguay, Venezuela, República Federal de Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido.

Además de los organizadores, participaron representantes de las siguientes instituciones intergubernamentales: BID, PNUD, Banco Mundial, GEPLACEA, ILAFA, IICA, ICAITI, CEPAL, ONUDI, SIECA, JUNAC y OEA.

4. El Seminario se desarrolló en el marco del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) y los programas de cooperación de la Agencia Internacional de Energía y las Comunidades Europeas y forma parte de las actividades de las instituciones organizadoras para fomentar la racionalización de la producción y consumo de energía entre sus países miembros.

5. El objetivo principal del evento fue promover el intercambio de experiencias sobre el uso racional de energía en el sector industrial entre los países latinoamericanos y entre éstos y los países industrializados, así como identificar posibilidades de cooperación internacional en este campo.

6. Las ramas industriales analizadas durante el evento fueron la textil; la de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; la siderúrgica; la de metales no férreos; la cementera y la azucarera. También se trataron varios aspectos relativos a instrumentos y tecnologías de gestión energética industrial así como las posibilidades de cooperación internacional en el campo del uso racional de energía en la industria.

Se presentaron 29 ponencias centrales, 14 de expositores procedentes de países industrializados y 15 de América Latina. También se distribuyeron 15 contribuciones oficiales e individuales de países miembros de OLADE.

Se conformaron 9 mesas de trabajo, que tuvieron el encargo de analizar las exposiciones de los temas tratados y elaborar el cuerpo de Conclusiones y Recomendaciones.

Durante el evento se hizo una visita a la Refinería de Zinc de Cajamarquilla, ubicada a 29 kilómetros al Noroeste de Lima.

II.a. DISCURSO PRONUNCIADO POR EL JEFE DE LA DIVISION DE CONSERVACION DE ENERGIA DE LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA, SR. - UBALDO ZITO, EN LA SESION INAUGURAL DEL "SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA

1. Me honra tomar parte en la sesión de apertura de un Seminario Internacional tan importante como este sobre Uso Racional de la Energía en la Industria, junto -- con el Dr. Ulises Ramírez, el Sr. J.W. Hopkins y su Excelencia el señor Montero, Ministro de Energía y Minas del Perú.

En nombre de la Comisión Económica Europea, quisiera extender el más sentido agradecimiento al Gobierno Peruano por haber servido de anfitrión del Seminario. Un a vez más, el Perú ha mostrado el alto grado de su participación en el desarrollo de la cooperación internacional.

Sólo desde mi llegada anoche, he podido saborear el placer de conocer este país latinoamericano, histórico y hermoso.

En esta oportunidad, también quisiera agradecerle al Doctor Ulises Ramírez, Secretario Ejecutivo de OLADE, y al señor J. W. Hopkins, Director Ejecutivo adjunto de la Agencia Internacional de Energía, junto a todo su personal, por todos los esfuerzos para organizar este Seminario conjuntamente con la Comunidad Económica Europea.

2. El uso racional de la energía es un tema de gran importancia. Hoy en día, la productividad en el uso de la energía es tema central de las políticas económicas, industriales y de empleo.

La transición hacia una mayor eficiencia energética y la sustitución del petróleo por otros combustibles, continúa siendo una meta de gran envergadura para todos nuestros gobiernos.

El desafío tiene que ser el de emprender una campaña por la eficiencia energética como medio para gozar de una mayor prosperidad, y no una menor prosperidad.

La idea medular del uso racional de la energía es que los recursos energéticos se pueden utilizar de manera más eficiente, aplicándose medidas que son técnicamente factibles, económicamente justificados y aceptables desde el punto de vista ambiental.y social.

Para lograr esto, todavía nos hace falta tener una mejor administración para poder obtener una mayor eficiencia energética en todas kas fases del aprovechamiento de los recursos naturales, desde su explotación hasta su utilización.

3. Los tres últimos años han conllevado cambios drásticos en el mercado petrolero mundia, conforme se haya ajustando nuevas y distintas condiciones de mercado. Los aumentos de precios de 1979--80 contribuyeron de manera sustancial a la dañina depresión de la actividad económica que se ha presenciado por todo el mundo industrializado. Pero, por el lado positivo, tuvieron un efecto directo sobre la demanda del petróleo y sobre la oferta y uso de otros combustibles. También lograron cambiar las percepciones y comportamiento de los gobiernos tanto en los países productores de petróleo como en los consumidores , así como de las empresas e individuos dentro y fuera de la industria petrolera.

La combinación de estos factores impulsó la demanda mundial de petróleo hacia abajo, en un asombroso 20% en 3 años, y con esto ha venido la baja del precio del crudo mismo.

Estos cambios dan importantes lecciones para la política energética y plantean un nuevo contexto para futuras acciones. Esta nueva situación requiere de una respuesta diferente fundamentada en los éxitos del pasado pero aprendiendo de los errores, aprovechando las oportunidades al mismo tiempo de minimizar los riesgos, y proporcionando un sólido puente desde el presente hasta el futuro más cierto.

4. Las lecciones del pasado

Una lección clave del pasado es que la política energética conlleva a compensaciones claras.

Algunos de los logros alcanzados se deben a los esfuerzos de los gobiernos por impulsar un uso más racional de la energía y un patrón de oferta energética menos vulnerable y más diversificado .

Otra lección es que las fuerzas del mercado están muy vivas y activas en el campo de la energía. Con un viguroso trabajo en los últimos tres años se han apoyado los objetivos de nuestras políticas energéticas.

5. Tenemos que suponer que la actual situación del mercado del petróleo esté aquí de manera permanente. Si bien como resultado de esta nueva situación, las perspectivas económicas a corto plazo serán mejores para todos los países y las de largo plazo claramente son menos seguras.

Tenemos "un espacio para respirar", consolidad los logros del pasado y dar un mejor soporte y más firme al futuro.

6. Los precios del petróleo y las percepciones cambiables de su evolución en el futuro, ciertamente dificultarán aún más el alcance de los objetivos del uso racional de la energía.

Los riesgos son de dos tipos: primero, que los Gobiernos colocarán las políticas - energéticas en un segundo plano, ya que existen otros asuntos más apremiantes tales como el empleo y la inflación que continúan como predominantes en los debates políticos; y segundo, que los consumidores e inversionistas tanto del sector público como del privado, percibieran pocos incentivos en el mercado para mantener el ritmo de la reestructuración cuando las inversiones fuera del sector energético estén comenzando a mostrar retornos considerablmente más rápidos y cuando los precios relativos de la energía estén disminuyendo.

7. Sin embargo, puesto que el uso racional de la energía es tan fundamental para el feliz alcance de las metas económicas generales, debe recibir un tratamiento especial y prioritario. Si el principal objetivo de la política energética es evitar

racionar el crecimiento de bienes y servicios de los años venideros, entonces el uso racional de la energía debe volverse un beneficio mayor en lugar de una víctima potencial de la baja de los precios del petróleo.

Al utilizar en el sector energético, algunos de los recursos liberados por la baja de precios del petróleo, se puede reducir el riesgo de restricciones energéticas sobre el crecimiento en un plazo más largo.

8. Esto sirve de antecedente para nuestro Seminario. Estoy seguro de que las discusiones y conclusiones de esta semana harán un aporte importante a aquellos involucrados con los Gobiernos e industrias que tengan que hacer frente a tales problemas.

MUCHAS GRACIAS.

Los cambios en los patrones de uso de energía toman mucho tiempo, dependen de los hábitos y decisiones de los consumidores y muchas decisiones en eficiencia energética resultan por años, en un stock de capital de calderas, carros, caminos, casas, fábricas, etc. Lo que decidamos ahora, por lo tanto, afectará a nuestras economías de energía por un largo tiempo. Y por supuesto este componente a largo plazo es más difícil de sortear políticamente.

Hemos hablado mucho sobre la energía en sí. Ahora, me gustaría mencionar la segunda razón principal que nos ha reunido a todos hoy, y es la necesidad reconocida y el deseo mostrado para la cooperación internacional. Esta reunión expresa dos elementos, diferentes pero complementarios.

Primero, el acuerdo común existente dentro de las organizaciones y muy difundido entre ellas, de trabajar juntos para obtener metas similares, lo que puede ser expresado como economía mundial más fuerte. Esto nos reune, seamos exportadores netos o importadores netos. Seamos países industrializados o países en desarrollo, aunque nuestras economías sean dirigidas por el Estado o por el sector privado, y aunque nuestras instituciones en materia política difieran.

En segundo lugar el hecho de que estas diferencias existen, son una fuente de riqueza y fuerza, pero también significan que aunque las metas políticas sean similares, las políticas específicas usadas para alcanzarlas deben ser adecuadas a la situación específica de cada país y a sus costumbres y tradiciones, etc.

Finalmente, sabemos que el asunto de energía, y, especialmente el uso racional de la energía, es mucho más complejo de lo que pueda parecer a primera vista. El uso de la energía está íntimamente ligado a casi cada meta que busca nuestra sociedad, desde el desarrollo económico hasta todas las otras metas que se derivan de él. Es muy fácil proclamar nuestro respaldo a una meta tan universalmente aceptada como el uso racional de la energía, pero es otra cosa hacer difícil las decisiones políticas sobre fondos y precios que usualmente acarrea este respaldo.

Los asuntos de energía son profundamente de naturleza política, por su importancia para la vida y bienestar de nuestras gentes y naciones y por las dificultades que todo gobierno afronta para conseguir la comprensión y respaldo del público necesarios para lograr resultados efectivos.

Ustedes ecucharán más sobre esto y en detalle de expertos de muchos países durante el curso de esta semana. Cada uno de nuestros países así como cada una de nuestras organizaciones han tenido diferentes experiencias en este campo, algunas exitosas y otras menos. Pero los problemas que encaramos todos en mejorar la eficiencia de la energía y en encontrar una mejor mezcla de combustible, particularmente en la industria, son tan similares que todos podremos aprender de los demás. Esto es, por supuesto, la verdadera esencia de la cooperación internacional, basándonos en el común acuerdo como base y cimiento y utilizando la diversidad de experiencias individuales así como circunstancias para llegar a un mejor resultado el cual ninguno de nosotros podría lograrlo por sí mismo.

Esta es la razón básica de ser de la Agencia Internacional de Energía y de todas las otras organizaciones energéticas: compartir las propias experiencias y aprender de las experiencias de los demás. Estamos contentos de encontrarnos aquí para este propósito, este semana en una escala más amplia e internacional, y de acuerdo como nuestro trabajo en conjunto vaya progresando, estaré dispuesto a tratar de llevar adelante y expandir esta clase de cooperación.

MUCHAS GRACIAS.

II.c DISCURSO PRONUNCIADO POR EL SECRETARIO EJECUTIVO DE LA ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA, OLADE, DR. ULISES RAMIREZ OLMOS, EN LA SESION INAGURAL DEL "SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA".

"Lo que se destruye es inútil para todos, en una palabra lo que se destruye es nuestro, y ya nos queda poco por destruir".

Esta frase del libertador Simón Bolivar recogida hoy, a pocos días de la celebración del Bicentenario de su nacimiento, cobra un significado especial,- pues nos indica como los forjadores de nuestra nacionalidad de pueblos jóvenes, pusieron especial atención en despertar conciencia en cuanto al valor que tiene la preservación de los recursos morales y materiales.

La conservación surge así del nuevo proceso y que vienen a conformar nuestra cultura energética. Si bien hoy día la misma está integrada por un componente externo importante, proveniente de nuestra emulación pda los patrones de consumo de las naciones industrializadas, para América Latina el concepto de ahorrro energético se refiere mejor a transferir, la caloría que se salva del derroche, a la satisfacción de las necesidades de aquellos sectores de la población a los cuales se les ha menguado. No es entonces una tesis absoluta de "conservar por conservar" sino "conservar aumentando la demanda"; de allí que el Seminario al cual hoy asistimos se refiere al uso racional, porque este último tiene una connotación más directa con el estado de conciencia de nuestra sociedad en cuanto a hacer valer el uso de - su razón para no desperdiciar la energía escasa y no renovable que motoriza la economía mundial.

Esta racionalidad va desde el mayor desarrollo de nuestras fuentes indígenas hasta tomar acciones en su proceso de transformación y uso final para evitar su desperdicio.

En este sentido confrontamos desde el punto de vista tecnológico, las mismas realidades que el mundo desarrollado; pero sin embargo disponemos de una mayor gama de alternativas. Por un lado la abundante diversidad de fuentes de energía dentro de las cuales los hidrocarburos ocupan un lugar relevante al lado de la hidroenergía, el carbón y la geotermia además de la biomasa y la exhuberante radiación solar. Y al mismo tiempo, si bien la estructura en nuestro consumo está sustentada en el uso intensivo de los hidrocarburos, no es despreciable la intensa utilización de la biomasa con sus efectos adversos al sistema ecológico y alimentario.

Los planteamientos anteriores nos indican que debemos hacer un uso más adecuado de los recursos autóctonos, explotando aquellos de menor costo social y de mayor disponibilidad, que nos garantice la protección del ambiente y permita substituir el petróleo mal utilizado. De igual manera tenemos la responsabilidad de transformar nuestra ineficiente planta industrial y de servicios por una que consuma menor cantidad de energía por unidad de producto.

Ambas alternativas se enfrentan a la realidad de un mundo donde vàn a competir con recursos financieros escasos en un momento de crisis internacional y en especial de los países Latinoamericanos.

Afortunadamente en América Latina la energía no es ni ha sido motivo de confrontación entre exportadores e importadores de petróleo, sino que por el contrario la misma ha abierto caminos más amplios para intensificar nuestras relaciones institucionales y comerciales, como lo demuestran los Acuerdos de Cooperación Petrolera de México - Venezuela y el de Trinidad y Tobago, con países de Centro América y El Caribe, así como la existencia dentro de OLADE de un Programa Latinoamericano de Cooperación Energética, PLACE, a través del cual se movilizan todas nuestras capacidades instaladas en el sector energético para propiciar la evaluación, desarrollo y mejor aprovechamiento del potencial Latinoamericano. Estos programas pasan a ser así, un ejemplo de cómo América Latina se enfrenta a transitar esta etapa de cambio energético de una manera ordenada y coherente, con un gran espíritu de solidaridad.

Al lado de este movimiento de cooperación Sur-Sur, queremos la cooperación del Norte porque estamos concientes de que en el mundo interdependiente de hoy, ningún país es una isla que pueda resolver por sí solo sus apremiantes necesidades. Es necesario entonces buscar alternativas para que esa cooperación fluya dentro del marco de la justicia social e internacional, lo cual sólo puede lograrse a través de un diálogo franco como el que hoy iniciamos en el interesante campo del uso de la energía en la industria. Y en efecto en este sentido es conveniente destacar la pluralidad de apoyos que han concurrido para la realización de este Seminario.

En primer lugar, la Nación Peruana cuyo Gobierno nos abre las puertas a través del Ministerio de Energía y Minas, en la persona de su Ministro Dr. Fernando Montero, para que aquí en Lima, al igual que como en el 73 se firmara el Convenio Constitutivo de OLADE y en el 81 se consolidara la formación del PLACE, en esta oportunidad se produzcan resultados que dentro del marco de los postulados del diálogo Norte-Sur fortalezcan el establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional.

En segundo lugar la Agencia Internacional de Energía y la Comunidad Económica Europea que definen así la importancia que en esta coyuntura que a finales de siglo tienen los Organismos Regionales como OLADE. A estas dos Organizaciones así como a los Gobiernos de Alemania, Canadá y Estados Unidos que contribuyeron a financiar este Seminario, debemos reconocerles su feliz iniciativa.

Señor Ministro del Perú: ruégole extender al Ciudadano Presidente de la República, a nombre de la Comunidad Energética reunida en esta ocasión nuestras expresiones de gratitud por la generosa hospitalidad brindada y que esperamos que los trabajos que hoy se inician produzcan beneficios especiales a su país como Miembro del Concierto de Países Latinoamericanos.

Señores Delegados: está abierta la escena para que ustedes que representan la más importante actividad de consumo del sector energético como lo es el industrial, nos orienten e indiquen la dirección adecuada a seguir en esta nueva etapa de OLADE en su Décimo Aniversario: Autosuficiencia energética con autonomía tecnológica.

Que los logros que aquí alcancemos sirvan para fortalecer la confianza de nuestros pueblos en sus Gobiernos, en sus hombres de Empresa y en la Cooperación Internacional.

GRACIAS

II.d. DISCURSO PRONUNCIADO POR EL EXCELENTISIMO SENOR MINISTRO DE ENERGIA Y MINAS DEL PERU, DR. FERNANDO MONTERO ARAMBURU, EN LA SESION INAUGUPAL DEL "SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA

En nombre del Presidente Fernando Belaunde y del Gobierno Peruano me es muy grato darles a todos ustedes la más cordial bienvenida y, al hacerlo, quisiera en primer lugar felicitar a la Organización Latinoamericana de Energía por la iniciativa de haber organizado este Seminario que consideramos de tanta trascendencia. Al hacerlo, también quisiera agradecer a la Agencia Internacional de Energía y a la Comunidad Económica Europea, así como a los países amigos que han apoyado y posibilitado la realizacion de este Seminario porque creo que el apoyo de todas estas personas e instituciones ha permitido reunir en Lima a un grupo de alto nivel técnico, tanto de los países en desarrollo como de los países desarrollados que seguramente permitirá un intercambio de experiencias que será mutuamente beneficioso.

Se lleva a cabo este Seminario en un momento particularmente crítico. En América Latina, la recesión internacional que, se empieza a agudizar a partir de 1980 y que determina una caída sustancial en el precio de las exportaciones principales de los países Latinoamericanos tanto de materias primas como de productos manufacturados, deterioraron seriamente nuestras relaciones de intercambio con el exterior. Posteriormente como resultado de las políticas monetaristas que se aplicaron en el mundo en desarrollo, el mundo tuvo las tasas de interés más altas, que complicaron aún más este

panorama que ya venía presentándose crítico. Finalmente, en este momento, estamos enfrentados a una serie de problemas de restricciones en el campo tanto crediticio como comercial.

El conjunto de estas circunstancias configuran un panorama crítico y es muy posible que ustedes se pregunten a que viene todo esto. Esto es un SEminario de Energía y no de Política Económica Internacional, sin embargo yo creo que es fundamental mencionar esta preocupación que tenemos los países Latinoamericanos por un problema que ciertamente, es hoy día de la mayor urgencia y creemos que este problema no se va a resolver en ausencia de un diálogo y de una concertación que se base en la creencia de que vivimos "Como dijo el Primer Ministro Trudeau" en un mundo de creciente interdependencia en el cual las políticas que se vayan adoptando, deben tomar en consideración que el mundo es un todo y que no caben políticas egoístas que eventualmente serán como siempre han sido, inevitablemente contraproducentes.

Me perdonan esta discreción pero creo que es importante tocar el tema urgente para pasar ahora al tema importante que es el de la reunión, así como creo que es pertinente indicar aquellos aspectos que nos preocupan de manera singular, no quiero dejar de mencionar la importancia que tiene el Uso Racional de la Energía, hoy día, y que estamos seguros, los que estamos aquí presentes, que seguirá siendo un tema de enorme actualidad

y trascendencia en el futuro.

Usualmente en el manejo de los asuntos de gobierno hay que hacer un balance y una priorización, a veces difícil, entre lo que es urgente y lo que es importante. Afortunadamente esta semana creo que vamos a estar dedicados a tratar aspectos de singular importacia.

Estoy convencido que este problema y este tema que hoy día se va a tratar es de singular importancia, tanto para los usuarios como para la economía en su conjunto; además me parece que, es a través de este tema que vamos a poder tratar sobre la Energía y de la Problemática energética en general que tanto nos interesa, la planificación y la racionalización de los recursos energéticos seguirá siendo un tema de enorme actualidad en el futuro.

En el Perú tenemos experiencia, de muchos años, en el desarrollo de nuestros recursos energéticos y tenemos también algunas realizaciones que nos enorgullece. Sin embargo, un análisis realista de la situación en que estamos hoy día nos obliga necesariamente a ser sobrios, tenemos un país que todavía depende de manera muy importante del petróleo; tenemos un país en el cual estamos utilizando recursos forestales en mayor medida del que podamos reponerlos;

tenemos un país en el cual el desarrollo del carbón, del cual disponemos de abundantes reservas, está limitado a algunos pequeños mineros e industriales de avanzada; tenemos finalmente un país en el que todavía se están dando los primeros pasos para el uso de otras fuentes de energía yendo a una diversificación de fuentes que es un objetivo común en cualquier país; sin embargo, estamos trabajando activamente en este campo y el Perú está dando suma importancia al probelma de la planificación y la racionalización energética.

Estamos continuando con la ayuda y la coperación de instituciones como OLADE, las que están representadas en esta mesa y muchos países amigos, con los estudios de base que permitirán una mejor planificación de los asuntos energéticos del país; estamos también dando los primeros pasos para un Centro de Conservación de Energía en cordinación con el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Norma Técnicas, (ITINTEC) y este Instituto que se da también con coperación internacional tendrá como propósito fundamental llevar al uso racional y al ahorro de energía a los usuarios públicos y privados, en el campo de las realizaciones prácticas.

Este gobierno, desde 1980 ha estado dando medidas de aliento para aumentar la exploración en el campo del petróleo.

Los resultados, han sido ciertamente positivos en términos de los montos dedicados a la exploración y desarrollo petrolero, no lo han sido tanto en cuanto a los hallazgos tenidos en los últimos años. Sin embargo han habido algunos otros aspectos que son ciertamente alentadores como el desarrollo de algunas tecnolo - gías que quizá en un futuro nos permitan una mayor utilización del petróleo pesado que tenemos en nuestra Selva Norte, y quizá este mismo tipo de adelanto tecnológico pueda tener gran impacto en algunos países miembros de OLADE que tienen petróleo de similares características. En el campo de la electricidad se ha aumentado sustancialmente la inversión para potenciar los recursos hidroeléctricos que en el Perú no hemos utilizado en toda su magnitud y la crisis, a la que he hecho referencia, ciertamente ha limitado la posibilidad de llevar las obras de la manera más técnica y económicamente factible difiriendo en muchos casos y postergando en otros algunos de los principales desarrollos hidroeléctricos en el país.

Estamos trabajando también activamente para dar una mayor utilización del gas, del carbón y de la energía nuclear para la cual anticipamos exclusivamente usos pacíficos pero que pensamos que puede y debe ser una de las fuentes a futuro para una economía adecuadamente diversificada en sus fuentes energéticas.

Los resultados, han sido ciertamente positivos en términos de los montos dedicados a la exploración y desarrollo petrolero, no lo han sido tanto en cuanto a los hallazgos tenidos en los últimos años. Sin embargo han habido algunos otros aspectos que son ciertamente alentadores como el desarrollo de algunas tecnolo - gías que quizá en un futuro nos permitan una mayor utilización del petróleo pesado que tenemos en nuestra Selva Norte, y quizá este mismo tipo de adelanto tecnológico pueda tener gran impacto en algunos países miembros de OLADE que tienen petróleo de similares características. En el campo de la electricidad se ha aumentado sustancialmente la inversión para potenciar los recursos hidroeléctricos que en el Perú no hemos utilizado en toda su magnitud y la crisis, a la que he hecho referencia, ciertamente ha limitado la posibilidad de llevar las obras de la manera más técnica y económicamente factible difiriendo en muchos casos y postergando en otros algunos de los principales desarrollos hidroeléctricos en el país.

Estamos trabajando también activamente para dar una mayor utilización del gas, del carbón y de la energía nuclear para la cual anticipamos exclusivamente usos pacíficos pero que pensamos que puede y debe ser una de las fuentes a futuro para una economía adecuadamente diversificada en sus fuentes energéticas.

Finalmente, y en términos de uno de los aspectos que más interesa a este Simposio, hemos creado un Consejo Nacional de Energía en el cual habrá representación del Sectro Público, del Sector Privado y del Sector Académico. El Consejo Nacional de Energía trabajará a través de una Secretaría Técnica que es el principal órgano de consulta y asesoría del Ministro de Energía y Minas, y a través de la Secretaría Técnica, que ya tenemos en funcionamiento, tendrá principalmente 3 actividades; en primer lugar, desarrollar y coordinar para que sean consistentes las diferentes fuentes energéticas, las políticas de planificación a mediano y largo plazo; en segundo lugar el uso racional de la energía que consiste tanto en un ahorro como en un aprovechamiento óptimo del balance de recursos energéticos de que cada país dispone y en tercer lugar, lo cual es muy importante, el desarrollo de fuentes nuevas y renovables.

Estamos pues en un momento que ciertamente es crítico. He querido referirme y hacer un análisis muy resumido y crítico de algunos de los principales problemas que nos afectan a nosotros y quisiera agradecerles, a todos los que van a participar en este Seminario porque creo en el carácter, el nivel de las ponencias, las instituciones que lo han apoyado y los expositores que en él van a participar, nos van a enriquecer a todos y desearles en nombre del gobierno peruano la mejor suerte en este Seminario y que nos honren haciéndolo en la ciudad de Lima.

Muchas gracias.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

1. Los contínuos incrementos de los precios del petróleo que se dieron en la última década, en especial los fuertes aumentos de 1973-1979 1980, han cambiado la economía del uso de este energético y sus derivados. Después de 1979 se produce un cambio de actitudes y surge la necesidad de revisar las políticas energéticas previas y considerar programas de conservación y uso racional de energía.

2. Los trabajos presentados y los debates sostenidos indican que en los países representados y los sectores estudiados existe un potencial importante para el ahorro de energía en el sector industrial, el cual debe ser explícitamente considerando dentro de los planes nacionales de energía. Sin embargo, existen restricciones del orden económico, técnico e institucionales que dificultan la ejecución de medidas o limitan sus resultados.

3. En consecuencia, el adecuado aprovechamiento de ese potencial requiere que el Estado defina políticas nacionales que estén basadas en las realidades concretas de cada país y sean coherentes con sus políticas para el desarrollo del sector y de la economía en su conjunto. Para ello, será necesario que utilice tanto la capacidad de gestión, estímulo y desestímulo de forma que la empresa industrial pública o privada utilice adecuadamente su potencial de racionalización.

4. En este sentido, los Estados deben formular y ejecutar programas nacionales que incluyan acciones de concientización y de promoción de las necesidades y posibilidades de usar más eficientemente la energía posible.

5. Además, dentro de las limitaciones derivadas de las estructuras económicas en cada país, los instrumentos a utilizarse deben ser acompañados por políticas de precios adecuados observando al mismo tiempo su compatibilización con objetivo socio-económicos más amplios.

6. Se requiere desarrollar y consolidan una infraestructura técnica capaz de ofrecer asistencia y capacitación requerida a nivel de planta. Para la contratación de consultoría y otras formas de prestación de servicios técnicos internacionales, fueren necesarias, se debe adaptar procedimientos que garanticen una máxima transferencia tecnológica a las empresas e instituciones nacionales.

7. El Estado debe reorientar el financiamiento interno, a fin de que, aún dentro de las limitaciones financieras actuales, los proyectos de racionalización encuentren volúmenes apropiados de recursos en condiciones adecuadas.

8. La continuidad en el tiempo de programas de uso racional de energía requiere el establecimiento y consolidación de una base institucional adecuada mediante legislaciones y organizaciones que permitan la coordinación de la actividad pública y privada en este campo.

La creación de centros nacionales para el fomento de uso racional de energía en la industria debe ser elemento relevante del marco institucional.

9. Los programas nacionales de uso racional de la energía deben considerar la cooperación regional como complemento necesario para hacer más viables y efectivos los esfuerzos nacionales en esta área.

10. Para lograr ese propósito, conviene que la Secretaría Permanente de OLADE diseñe y coordine un programa sobre uso racional de energía, el cual además de tomar en cuenta los aspectos regionales del proble-

ma, sirva de apoyo a las acciones nacionales. Dicho programa debería contemplar entre otros los siguientes aspectos:

a) Crear conciencia sobre la importancia del uso racional de la energía.

b) Diseñar metodologías para elaborar encuentas sobre el consumo de energía, balances energéticos por rama industrial y estudios de potencial de conservación en industrias específicas;

c) Realizar estudios sobre políticas y estructuras de precios en América Latina;

d) Estudiar los aspectos legales e institucionales relacionados con el uso racional de la energía en el sector industrial;

e) Capacitar personal nacional para los programas de uso racional de energía; y,

f) Promover y coordinar la cooperación regional e internacional para apoyar los esfuerzos nacionales en el uso racional de energía en la industria.

11. Los Países Miembros y las organizaciones regionales deberían apoyar el programa de uso racional de energía propuesto a OLADE, de manera que los recursos y experiencias existentes, puedan sumarse a un esfuerzo de cooperación que redunde en beneficio de desarrollo energético de América Latina.

12. Por otra parte, el éxito del Seminario de Lima reafirma la importancia de los intercambios de experiencias entre países de diferentes estructuras económicas y estadios de desarrollo. Las organizaciones participantes deberán continuar esos intercambios e incluir en los mismos a nuevas regiones o grupos de países.

13. En ese orden, de ideas, se considera conveniente que OLADE organice cada dos años un Seminario Internacional en donde expositores especializados provenientes de todas las regiones del mundo discutan sobre los avances logrados en la racionalización energética.

14. Dentro de ese espíritu de cooperación, tanto los países industrializados como los organismos internacionales deberán prestar a OLADE el concurso técnico y financiero necesario para la realización del programa y el seminario sobre uso racional de energía propuestos a esa Organización.

15. Se recomienda a las agencias internacionales de desarrollo asignar una más amplia prioridad a los proyectos sobre uso racional de energía y apoyar los programas nacionales en esa área.

16. Se reitera que OLADE es como el canal adecuado para viabilizar programas internacionales de cooperación para el uso racional de energía en América Latina.

17. Finalmente, las entidades organizadoras y los participantes reconocen los esfuerzos y la hospitalidad del Gobierno del Perú, expresados a través del Ministerio de Energía y Minas y las empresas nacionales del sector, sin cuyo apoyo firme y entusiasta no habría sido posible el éxito de este Seminario.

LA GESTION DE LA DEMANDA ENERGETICA EN LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS

Observaciones preliminares presentadas por el Sr. Dietrich Barth, Jefe de la División de Conservación de la Energía, Agencia Internacional de Energía.

I Introducción

Desde la crisis del petróleo de 1973, los países de la OCDE han organizado diversas reuniones internacionales con el fin de definir políticas energéticas nacionales basadas en un enfoque de cooperación. Los Miembros de la Agencia Internacional de Energía aprobaron doce Principios de Política Energética en 1977, y adoptaron otras directivas, más específicas, en las reuniones ministeriales subsiguientes. Algunos Miembros cooperan en el marco de las Comunidades Europeas. También se ha prestado especial atención a los problemas energéticos en las diferentes reuniones de la conferencia económica cumbre de los siete países occidentales industrializados más importantes. En el transcurso de estos distintos debates, los objetivos convenidos en materia de política energética se centraron generalmente en el aumento del rendimiento energético y en la sustitución del petróleo por otras fuentes de energía. Dado el carácter limitado y agotable de los recursos petrolíferos, los países industrializados sintieron la necesidad particular de mejorar la eficiencia de su utilización. Es evidente que se requiere un mejor rendimiento ahora que el mercado mundial otorga un valor mucho más elevado a estos recursos. Por este motivo, deberían destinarse a aquellos usos finales que no se prestan a la sustitución del combustible, por ejemplo, el sector del transporte y la industria petroquímica. Una mayor eficiencia en la utilización del petróleo en los países industrializados contribuiría además a reducir la demanda mundial y por consiguiente los posibles problemas de abastecimiento y de precios, cuyos efectos pueden ser particularmente perjudiciales para las economías de los países en desarrollo. En consecuencia, las políticas energéticas de los países industrializados apuntan actualmente a realizar cambios estructurales en sus economías

energéticas, con el fin de reducir la dependencia respecto del petróleo a través de la sustitución del mismo, la rápida expansión de la producción y utilización del carbón, el gas natural, la energía nuclear y las demás fuentes de energía disponibles.

En lo referente a la gestión de la demanda energética en particular, el cuarto principio rector de los Principios de Política Energética de la AIE lleva a una marcada intensificación de los esfuerzos de conservación de la energía, con el objeto de limitar el crecimiento de la demanda energética relacionado con el desarrollo económico, eliminar el uso ineficiente de la energía, particularmente cuando se trata de combustibles que se agotan rápidamente, y fomentar la sustitución de combustibles de abastecimiento más difícil.

Este Principio ha sido reafirmado y ampliado por diferentes acuerdos posteriores, especialmente por los Principios para la Acción de la AIE en materia de Carbón en 1979, y las Líneas de Acción para la Conservación de la Energía y la Sustitución de Combustibles aprobadas por los ministros de la AIE en 1980.

En su última reunión de mayo de 1983, los ministros confirmaron que estos objetivos comunes de política energética internacional siguen siendo válidos. Convinieron en que el actual mejoramiento de la situación del mercado mundial del petróleo no constituía una razón para cambiar los principios establecidos, dadas las incertidumbres que persisten en cuanto a su evolución a corto plazo y a las tendencias subyacentes que conducen a condiciones comerciales más difíciles a largo plazo. En consecuencia, los ministros de la AIE reafirmaron los objetivos que apuntan a mejorar el rendimiento energético global y a lograr una combinación energética mejor equilibrada. También los Jefes de Estado y los Gobiernos reunidos en la conferencia de Williamsburg convinieron en que la reciente baja de los precios del petróleo no disminuía en modo alguno la importancia y la urgencia de los esfuerzos tendentes a

conservar la energía, a crear fuentes alternativas económicas de energía, a mantener y, cuando sea posible, mejorar las relaciones entre los países exportadores e importadores de petróleo, y a fomentar la expansión de la producción energética local en los países en desarrollo, que actualmente carecen de la misma.

II Cambios estructurales en las economías energéticas de la OCDE

La evolución del mercado mundial del petróleo desde 1973 ha tenido marcadas repercusiones en las economías de los países de la OCDE en general, y en la estructura de sus economías energéticas en particular.

A continuación de los primeros aumentos de los precios del petróleo, que se produjeron en 1973/74, el precio nominal del petróleo se mantuvo durante cierto tiempo, pero el precio en términos reales, o sea teniendo en cuenta la inflación, bajó con regularidad, hasta la segunda "crisis del petróleo" provocada por la revolución iraní en 1979. Entre fines de 1978 y fines de 1980, los precios aumentaron en más de un 170 %. Así, en sólo una década, el precio del petróleo pasó de 1,60 dólares EE.UU/barril a casi 35 dólares EE.UU/barril a fines de 1982, o sea un aumento de veinte veces en términos monetarios y de seis veces en dólares constantes. Desde entonces, los precios han naturalmente disminuido nuevamente, tanto en términos nominales como, más especialmente, en términos reales, pero siguen siendo bastante más elevados que antes.

Como consecuencia de esta evolución de los precios y de otros factores, entre otros la recesión económica, se han producido varios cambios estructurales importantes en los países de la OCDE :

- La eficiencia global de la utilización de la energía, y en particular del petróleo, se ha incrementado en forma considerable. Entre 1973 y 1982, el consumo energético total con relación al PNB disminuyó en

aproximadamente un 15 %, y el consumo de petróleo con relación al PNB se redujo en un 29 % en los países de la OCDE.

- La dependencia global respecto del petróleo importado en los países de la OCDE (evaluada según la proporción de petróleo importado en el consumo energético total) disminuyó de 30 % en 1973 a aproximadamente 26 % en 1982. Esta tendencia persiste, a medida que se sustituye progresivamente el petróleo por otros combustibles, y que sigue mejorando el rendimiento en su utilización. No obstante, se prevé que el petróleo continuará siendo una de las principales fuentes de energía hasta fines de este siglo.

- Los progresos estructurales no se limitan exclusivamente a la demanda energética. Así, la producción nacional de energía en los países de la OCDE se multiplicó por 400 (aproximadamente 8 millones de barriles por día) entre 1973 y 1981. Los dos tercios de este aumento provienen de la producción adicional de energía a partir del carbón y de la energía nuclear, lo que refleja los esfuerzos realizados para lograr un mejor equilibrio entre las diferentes fuentes de energía en nuestras economías.

Los principales factores que condujeron a estas mejoras estructurales de las economías energéticas son los siguientes :

- la reacción a los aumentos de precios de 1973/74 y 1979/80;

- el fortalecimiento de las políticas energéticas. Hoy día, todos los países de la OCDE cuentan con estrategias completas en materia de energía destinadas a fomentar la conservación de la energía, la creación de recursos energéticos nacionales y la investigación, desarrollo y demostración. Estas políticas brindan un importante apoyo a los indicadores de mercado que son los precios en aumento del petróleo y de otras fuentes de energía;

- otro factor importante que determinó la reducción del consumo de energía y de petróleo fue, naturalmente, la pausa intervenida en el crecimiento económico, debida a su vez, en parte, a los aumentos de los precios de la energía. Pensamos que el restablecimiento previsto de la actividad económica acarreará un importante aumento de la demanda energética global.

Cabe señalar, sin embargo, que estas mejoras estructurales sólo pudieron realizarse con elevados costes económicos. En realidad, la economía mundial no estaba en condiciones de absorber sin daños los aumentos del precio del petróleo. Estos últimos contribuyeron a :

- el marcado aumento de la inflación en los países de la OCDE, especialmente en 1980 y 1981;

- la interrupción del crecimiento económico;

- el incremento del desempleo en los países de la OCDE, que pasó de 19 millones de desocupados en 1979 a más de 32 millones en la actualidad.

Estos datos ilustran la dimensión y la dificultad de la tarea que representa adaptar nuestras economías a un futuro energético más equilibrado y sostenible.

III El papel que desempeña un mejor rendimiento energético

Hoy día, la OCDE prevé un aumento de la demanda energética global en su región de aproximadamente un 40 % hasta el año 2000. Este aumento deberá ser cubierto por fuentes de energía que no sean el petróleo. Si se aplican las políticas necesarias y si se efectúan las inversiones requeridas, la estructura del abastecimiento energético podría ser la siguiente en el año 2000 : petróleo, 30-35 % ; gas, 18 % ; energía nuclear, 11 %, y fuentes de energía renovables, incluyendo la energía hidráulica, 6 % .

Los esfuerzos continuos realizados en el ámbito de la gestión de la demanda energética deberán desempeñar un importante papel en el logro de este equilibrio.

En realidad, las proyecciones actuales de los Estados Miembros con relación a las necesidades de energía y petróleo en el año 1990 suponen mejoras continuas en el uso eficiente de la energía, y una aceleración del ritmo de disminución del consumo de petróleo, en comparación con los resultados realmente obtenidos entre 1973 y 1981. Se prevé que los progresos más considerables en el rendimiento energético global se lograrán en Norteamérica, donde los resultados fueron relativamente limitados hasta 1979, pero mejoraron sustancialmente a partir de la liberación de los precios del petróleo en los Estados Unidos. Tanto en Europa como en las regiones del Pacífico, se prevé que la tasa de rendimiento global seguirá creciendo, pero a un ritmo más lento en los años 80 que el que se registró desde 1973.

La importancia de las mejoras en el rendimiento para alcanzar los objetivos energéticos futuros puede comprobarse en las proyecciones actuales de los países. Si las mejoras proyectadas para 1995 por los Miembros de la AIE con relación a la razón EPT/PNB no se producen - por ejemplo, si el consumo energético global en sus economías permanece en los niveles de 1981 - el consumo energético total aumentará en más de un 15 % en los años 80 y alcanzará un nivel más elevado en 660 Mtep que el que se prevé para 1995. De la misma manera, si el consumo de petróleo en la economía no disminuye respecto de los niveles de 1981, el consumo de petróleo alcanzará un nivel de 820 Mtep (casi 17 millones de barriles por día) más del que se proyecta actualmente para 1995.

IV Consumo energético industrial en la OCDE entre 1973 y 1981 y previsiones hasta 1990.

La industria es el sector de mayor intensidad energética en la OCDE, puesto que absorbió en 1981 el 37 % de las necesidades totales de

energía para usos finales, el 22 % del consumo total primario de petróleo, y el 44 % del consumo de electricidad. En el transcurso del periodo 1973-1981, el consumo energético industrial disminuyó a un ritmo medio anual de 1,5 % (pero durante el periodo de restablecimiento económico, entre 1975 y 1979, aumentó en un 4,3 % anual).

Para el periodo 1981-1990, los países de la OCDE prevén un fuerte incremento del consumo energético industrial, con un ritmo medio anual del 4,2 %, que reflejará el crecimiento económico previsto. No obstante, se estima que durante el mismo periodo, el consumo industrial del petróleo disminuirá, como lo ha hecho en el periodo 1973-1981. En consecuencia, se prevé que la proporción del petróleo en el consumo industrial de energía en la OCDE se reducirá de 38 % en 1981 a 34 % en 1990. El carbón y la electricidad serán las principales fuentes de sustitución.

Se han logrado progresos considerables en el rendimiento energético en la industria, evaluado en términos de la razón energía/producción global. El consumo de energía y petróleo por unidad de producción industrial total disminuyó en aproximadamente 22 % y 31 %, respectivamente, entre 1973 y 1981. Así pues, en la industria, al igual que en otros sectores que utilizan energía, han perdido efecto los vínculos históricos entre la producción industrial y el consumo de energía y petróleo. Naturalmente, los resultados varían mucho en función del país y de la industria de que se trate. Nuestro análisis revela que estos progresos son la consecuencia no solamente de los aumentos de los precios del petróleo y de la energía, sino también de las mejoras generales realizadas en la productividad industrial y la introducción de nuevas tecnologías. No hay duda de que las políticas que fomentan la inversión industrial son fundamentales para mejorar el uso eficiente de la energía, pues generalmente los nuevos equipos y métodos de producción tienen mayor rendimiento energético que los antiguos.

Por otra parte, no todas estas mejoras pueden atribuirse al progreso permanente logrado en el uso eficiente de la energía, y especialmente

a la instalación de equipos de mejor rendimiento energético. Una gran parte de la reducción del consumo energético específico en la industria se explica por los cambios realizados en el sector industrial para obtener industrias de menor intensidad energética, especialmente las del hierro y del acero. Mientras el PNB total de los países de la OCDE aumentó en un 20 % entre 1973 y 1981, la producción industrial se incrementó solamente en un 13 %. Así pues, el consumo energético global decreció en parte porque algunos sectores industriales, con una intensidad energética relativamente baja, acrecentaron su participación en la producción industrial total.

V Políticas para la gestión de la demanda energética

Los gobiernos de la AIE convienen en que unas políticas adecuadas de fijación de precios de la energía deben constituir la base de políticas energéticas coherentes. En los países industrializados, los aumentos de los costes de la energía aportan generalmente el incentivo más eficaz para que los usuarios utilicen la energía en forma más racional, y abandonen las fuentes de energía más costosas. Se han logrado progresos considerables en este ámbito, especialmente con la liberación de los precios del petróleo en los Estados Unidos.

Pero si bien se admite que las políticas adecuadas de fijación de precios son el fundamento de políticas energéticas sanas, la mayoría de los gobiernos también convienen en que los mercados funcionan con frecuencia en forma imperfecta. Y aún cuando funcionan correctamente, el resultado puede estar en conflicto con otros objetivos sociales, y debe equilibrarse con los mismos. Por este motivo, la mayor parte de los gobiernos de la OCDE reconocen que tienen un papel legítimo que desempeñar, y para ello la necesaria responsabilidad de mejorar y ampliar la operación de los mecanismos del mercado cuando sea necesario, con el fin de alcanzar los objetivos energéticos y de índole política.

Algunas de las restricciones que dificultan el mejoramiento del rendimiento energético, especialmente en la industria, son las siguientes :

- restricciones económicas y financieras, tales como problemas de disponibilidad de capital o una situación financiera de efectivo deficiente de los inversores potenciales, así como la "competencia" dentro de cada empresa entre proyectos de conservación y de sustitución de combustibles y otras inversiones, más atractivas;

- limitaciones de información y falta de conocimiento tanto de los problemas energéticos como de los costes de la energía y de las posibilidades técnicas de ahorrar energía, especialmente en las industrias de baja intensidad energética y en las pequeñas compañías;

- limitaciones económicas e institucionales, tales como las que se encuentran a menudo en la utilización acrecentada de calor residual y en la producción combinada de vapor y electricidad.

Además de las políticas adecuadas de fijación de precios y de fiscalización de la energía, numerosos países aplican diferentes medidas para resolver estos problemas. Las categorías más importantes de medidas de esta índole son las siguientes :

- Incentivos fiscales y financieros destinados a fomentar la investigación, desarrollo y demostración, la comercialización y la inversión en técnicas de ahorro energético. La mayor parte de los gobiernos de la AIE otorgan a sus industrias descuentos tributarios, subvenciones, préstamos a bajo interés y otras ayudas con el fin de darles un mayor incentivo económico para que inviertan en equipos de alto rendimiento energético.

- Varios países recurren a programas de presentación de informes y comprobación de cuentas voluntarios o (excepcionalmente) obligatorios, combinados a menudo con objetivos fijados para el ahorro energético

en la industria, así como al intercambio de información obtenida gracias a estos programas;

- Numerosos gobiernos se han empeñado asimismo en eliminar las limitaciones institucionales, por ejemplo las que se oponían a la expansión de la producción combinada de vapor y electricidad, a través de leyes o de acuerdos voluntarios celebrados entre las industrias y los servicios públicos interesados.

Oiremos hablar con más detalle de estas políticas en el transcurso de este seminario.

La cooperación internacional en este ámbito se ha centrado en la información y la educación relativas al mismo y en las actividades en cooperación de investigación, desarrollo y demostración. La AIE, por ejemplo, creó un Mes Internacional de Conservación de la Energía en octubre de 1979, y la Iniciativa Internacional de Gestión de la Energía en 1980. Ambas actividades apuntaban a mejorar la información, a nivel nacional e internacional, acerca del problema energético, la necesidad de aumentar el rendimiento energético, y a fomentar un mayor intercambio de la experiencia adquirida y de las posibilidades y soluciones prácticas.

VI Conclusión

A pesar de los considerables progresos realizados en el uso eficiente de la energía en la industria, quedan todavía amplios campos de acción en los que pueden lograrse mejoras adicionales. En nuestra revisión de las proyecciones de los gobiernos y otros estudios, hemos comprobado que, entre 1980 y 1990, los ahorros energéticos en la industria podrían representar aproximadamente 15 a 20 % del consumo actual. Los ahorros potenciales para el periodo 1980-2000 podrían ascender al 30 %. Las posibilidades de ahorrar energía varían de un país a otro y son diferentes en cada caso, en función de factores tales como el nivel básico

existente de rendimiento energético, los precios de la energía y, sobre todo, la relación coste/beneficio de las inversiones potenciales en el uso eficiente de la energía.

El aprovechamiento efectivo del potencial de conservación, y la medida en que se logrará, dependerán del futuro crecimiento económico y de las actividades de inversión de la industria. El progreso dependerá asimismo de la predisposición de las industrias a tener en cuenta, más de lo que lo hicieron hasta ahora, el valor de un abastecimiento energético seguro a largo plazo, antes que las aparentes ventajas a corto plazo de costes de la energía mínimos.

El progreso contínuo en el incremento del rendimiento energético y de la sustitución de los combustibles deberá desempeñar un importante papel para lograr equilibrios estables en los mercados energéticos y para reducir la dependencia excesiva de los países de la OCDE respecto del petróleo. En la actual situación favorable del mercado del petróleo, será particularmente necesario mantener el impulso orientado hacia las mejoras estructurales en nuestras economías energéticas. Un aprovechamiento exitoso de estas posibilidades contribuirá a garantizar que la energía no se convierta una vez más en una limitación para el crecimiento futuro de la economía mundial.

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA LATINOAMERICANA

Econ. Cornelio Marchán

Director de Estudios Económicos y Planificación Energética

Ing. Ramón Flores

Jefe de Estudios Económicos

1. INTRODUCCION

Desde el Convenio de Lima en noviembre de 1973, pasando por la Declaración de San José en julio de 1979 y llegando al Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) en noviembre de 1981, los Ministros de los Estados Miembros de OLADE han insistido en la necesidad de racionalizar la producción y el consumo de energía.[1/]

Al hablar aquí de racionalización de la producción y del consumo de energía no se hace referencia a una disminución en la producción o consumo nacional. Propone el ahorro racional de energía en sociedades de bajo

1/ Véase OLADE, "Convenio de Lima", OLADE, Declaración de San José, pág. 4 y 6; OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética, Pág. 6 y 19.

consumo equivale a proponer el mantenimiento en un estado de atraso económico y social a pueblos que ni tienen la posibilidad ni la obligación moral ante el mundo de reducir su consumo.

Por racionalización para América Latina se entiende en este trabajo al proceso político, tecnológico y organizativo mediante el cual un país va ajustando la estructura productiva de su sector energético a su dotación de recursos y a criterios elementales de eficiencia, y sus patrones de consumo a la estructura de su oferta, a su nivel de desarrollo y principios de justicia, de suerte que con la cantidad limitada que dispone vaya satisfaciendo las necesidades de su propia economía y asegurando a cada ciudadano la cantidad y calidad mínima de energía necesaria para una productiva integración de la sociedad.

Definida de esa manera la racionalizacion energética cubre cuatro aspectos fundamentales. En primer lugar, la conservación para obtener mayor producción de cada unidad de energía utilizada o menor consumo por unidad de producción o bienestar. En segundo lugar, el ajuste del sistema energético a la dotación nacional o regional de recursos mediante una apropiada combinación de fuentes. Esa combinación apropiada puede o no conllevar a la sustitución directa de una fuente por otra. En tercer lugar, la justa redistribución sectorial y geográfica del consumo de energía a fin de hacerlo compatible con los objetivos del desarrollo y los criterios de equidad social imperante. En cuarto lugar, el ajuste paulatino de la economía hacia un estilo de desarrollo compatible con el verdadero potencial de los países de la Región.

Para entender este planteamiento, coviene analizar el desarrollo energético regional a partir de 1973 cuando los primeros aumentos en los precios internacionales del petróleo comienzan a modificar el panorama mundial.

Así, durante el período 1973-82, el consumo de energía de América Latina experimentó un ritmo de crecimiento muy satisfactorio a juzgar por las experiencias de otros grupos de países y del mundo. En efecto, en ese período el consumo regional aumentó al 3.4 por ciento acumulativo anual, esto es cinco veces superior al de Estados Unidos y Canadá, cuatro veces la tasa de Europa Occidental y tres veces y medio la tasa de expansión del consumo energético mundial. Aún cuando ese crecimiento comenzó a desacelerarse a partir de 1979, fue del orden del 2.0 por ciento en el período 1979-82, mayor al mundial, cuatro veces superior a la de los países de economía planificada y marcadamente contrastante con la evolución negativa registrada en los países industrializados.

Sin embargo, a pesar del dinamismo alcanzado y del progreso logrado en períodos en que la crisis económica internacional ha afectado duramente a la Región, el consumo total de energía por habitante fue de sólo 1050 Kep en 1981, menos de una quinta parte de países de la OECD. Más aún, si se excluyera la biomasa en sus formas tradicionales (leña, bagazo, etc.), el consumo por cápita de energía comercial en 1981, sería apenas 830 Kgep, menos de la sexta parte del promedio de los países industrializados de economía de mercado.

En consecuencia, mantener un rápido crecimiento en el consumo de energía constituye un imperativo para el desarrollo y el progreso social de América Latina. No se trata de un imperativo simple. Para mantener un crecimiento constante del consumo se requieren acciones profundas para incrementar la oferta, ya sea mediante la producción interna o la importación.

Entre 1973 y 1981 la producción de energía primaria comercial de América Latina creció al 3.9 por ciento, un ritmo muy aceptable si se compara con las tasas de expansión mundial y la de grupos de países industrializados. Más aún, debido al incremento de la producción petrolera mexicana en el período 1979 - 1982,

cuando la producción mundial y la de la mayoría de las regiones y grupos de países se redujo, América Latina logró un crecimiento de 7.2 por ciento, el más alto del mundo.

Sin embargo, para mantener ese ritmo de expansión de una producción intensiva en capital y con divisas escasas, América Latina ha tenido que hacer grandes esfuerzos. En la mayoría de los países de la Región, importadores netos de energía, las divisas para importar combustible compiten con las necesarios para expandir rápidamente su producción energética interna.[2/] Para esos países mantener una rápida expansión de los sistemas energéticos nacionales en un período de creciente inflación internacional y de caída de los precios internacionales de sus materias primas ha requerido flujos importantes de capitales externos.

Supóngase ahora, como un simple ejercicio, que la demanda de energía pudiera crecer no ya al 3.4 por ciento histórico en los últimos 10 años sino al 7.3 por ciento acumulativo anual, esto es, un crecimiento del consumo por habitante del 3.5 por ciento per cápita. Con ese ritmo de crecimiento, extraordinario, pero ireal, América Latina necesitaría esperar hasta el año 2000 para alcanzar el nivel de consumo per cápita que en 1980 tenía España, uno de los países de más bajo consumo per cápita de Europa. Aquí es conveniente subrayar que América Latina no espera homologar el consumo per cápita de los países industrializados por cuanto preconiza cambios sustanciales de sus estilos de desarrollo

La incapacidad objetiva actual de América Latina para superar en un período corto, sus bajos niveles de consumo, aún manteniendo elevadas tasas de crecimiento en el mismo, y el costo y las limitaciones para expandir la producción a ritmos mucho más altos que el histórico, exigen que cada unidad

---

2/ Entre los países importadores de petróleo de América Latina en 1973, la factura energética representó el 10 per ciento de sus ingresos por exportaciones, en 1983 esa suma alcanzó al 34%. Para algunos de ellos el costo de la energía importada consume más de la mitad del valor de sus exportaciones. Al respecto, cabe subrayar que los países de Centro América, Panamá y algunos del Caribe disfrutan de condiciones financieras blandas para la adquisición de su petróleo mediante el Acuerdo de Cooperación Méxicano-Venezolano y el de Trinidad y Tobago

de energía disponible sea utilizada y cada unidad sea producida de la manera más racional, de suerte que una oferta limitada de energía pueda sustentar los esfuerzos de desarrollo y justicia social, y la ineficiencia productiva no se convierta en un obstáculo al desarrollo del sector y a través de éste de toda la economía.

El reto energético de la región se hace entonces evidente. Por un lado, se requiere mantener una elevada tasa de producción y consumo. Por el otro, se debe producir y consumir cada unidad de energía de la manera más racional posible. Este doble reto aparece claramente señalado por la XII Reunión de Ministros celebrada en Santo Domingo, cuando en el documento básico del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética PLACE, se señala que "los objetivos fundamentales del PLACE consisten en vincular la producción y uso de energía a las metas de un proceso de desarrollo autónomo y sostenido; ampliar y diversificar la oferta energética y la capacidad científica y tecnológica y, racionalizar la producción y consumo de energía.3/

2. PRODUCCION Y CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA

Antes de pasar a analizar el consumo de energía en la industria latinoamericana y los esfuerzos hechos en la Región para racionalizar la producción y el consumo de la misma, resulta útil estudiar someramente la estructura energética dentro de la cual se encuentra el consumo industrial.

Tanto la producción como el consumo energético de América Latina descansan sobre el petróleo. La estructura económica regional se ha orientado fundamentalmente hacia la adopción interna de los patrones de producción de los países desarrollados. De forma tal que el desarrollo industrial se ha sustentado en un consumo masivo e indiscriminado de petróleo, este consumo basado en precios bajos del mismo, han estimulado un desarrollo energético inadecuado

3/ Véase OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética PLACE Santo Domingo, 1981- Pág. 6.

a la dotación de recursos naturales, humanos y financieros de la Región.

Sin embargo, aunque en 1980 la participación del petróleo en la producción energética regional alcanzaba el 55 por ciento contra 16 por ciento del gas, 14 por ciento de la biomasa, 12 por ciento de la hidroenergía y menos del 2 por ciento del carbón, esa participación fue muy inferior al 64 por ciento de 1970 debido, no a una caída en la producción petrolera, sino al resultado de los esfuerzos nacionales para aumentar la producción de fuentes alternas. 4/

Del lado del consumo, por el contrario, la participación del petróleo se mantuvo entre el 45 y el 48 por ciento durante la década pasada, aunque hay signos de que esa participación ha comenzado a reducirse a partir de 1980 como consecuencia de la recesión mundial y del impacto de fuentes alternas sobre la estructura del consumo de energía primaria. En efecto, tanto la hidroenergía (con un 15%) como el gas (con un 15%) y el carbón mineral (con un 3.5%) comienzan a ganar la participación en el consumo global de energía. 5/

Para evaluar la reacción del consumo regional de petróleo a los aumentos de los precios conviene tomar en cuenta algunos elementos:

En primer lugar, los países latinoamericanos por su bajo nivel económico y tecnológico no pueden reducir consumo de energía, sino a costa de un menor crecimiento económico. Debido a que sus opciones tecnológicas son más escasas y su consumo per cápita muy reducido no tienen mayor espacio para adoptar medidas de ahorro de energía. En otras palabras su demanda de energía es inelástica frente a variaciones en los precios.

4/ Así durante 1972-82 la tasa de crecimiento del petróleo 2.8% acumulativo anual, fue una tasa muy satisfactoria a juzgar por los índices internacionales, pero muy inferior al 6.4% del carbón 6.6% del gas y 9.5% de la hidroenergía.

5/ Véase OLADE, Balance Energético de América Latina, 1980.

Paralelamente hasta mediados de la década de los 70, los aumentos en los precios del petróleo coincidieron con aumentos importantes en los precios de otras materias primas básicas de las economías de muchos países de la Región. Ello permitió cierta recuperación de los términos de intercambio de esos países, aliviando las presiones sobre la balanza de pagos y sobre la economía fiscal, lo cual a su vez facilitó a los gobiernos el manejo de la coyuntura.

En segundo lugar, la transformación del aparato productivo y de la estructura de consumo energético toma tiempo. Para economías altamente dependientes del petróleo las alternativas eran mantener las importaciones o reducir el consumo.

En tercer lugar, América Latina no es sólo un exportador neto de petróleo sino que tres de sus cuatro más grandes economías (Argentina, México y Venezuela) son autosuficientes o exportadoras de petróleo. Cuatro economías más, Perú, Ecuador, Trinidad y Tobago y Bolivia, también lo son. Para esos países la sustitución o reducción del consumo de petróleo con fines energéticos y su uso en fines más nobles es, al igual que los demás países de la región, un objetivo nacional. Sin embargo, el énfasis en la sustitución de petróleo ha sido menor que en los países importadores.

Además, el aumento de los precios del petróleo condujo al incremento de su exploración y explotación. Para los países exportadores la prosperidad económica generada por los precios del petróleo produjo un aumento inmediato en el consumo de energía. Poseyendo petróleo, era obvio que ese aumento súbito de la demanda se satisfaciera con hidrocarburos y no con fuentes alternas. Se requeriría algún tiempo antes de que estas economías pudieran reaccionar y utilizar parte de los ingresos petroleros para cambiar su estructura energética interna, y también para que maduraran las inversiones realizadas en proyectos alternos de energía.

Respecto a la distribución sectorial del consumo de energía en América Latina, ésta muestra cambios muy significativos, los cuales reflejan la evolución misma de la economía regional. Durante la década del setenta el sector industrial alcanzó la primera posición como consumidor sectorial de energía, con un 34 por ciento.[6/] El sector residencial comercial y público, por el contrario perdió participación, pasando del primer al tercer lugar.

Mientras el crecimiento de la participación del sector industrial significa una tendencia muy positiva en una región en desarrollo, lo mismo no podría decirse del crecimiento del consumo en el transporte. Este último refleja muy bien las grandes contradicciones del desarrollo económico de América Latina y por consiguiente el rápido crecimiento de su consumo puede representar por igual una dinamización de la producción o del derroche. De cualquier manera, ese crecimiento rápido del consumo en el sector transporte explica la importante participación que mantiene el petróleo en la estructura regional de consumo. El sector depende casi en su totalidad de los derivados del petróleo y absorbe cerca de dos terceras partes de todo el petróleo consumido en América Latina. [7/]

Importa señalar que la divergencia entre la tendencia de la participación de las diversas fuentes en la estructura productiva y en la estructura de consumo es de carácter temporal y refleja el tipo de asimetrías que habrán de generarse en la transición energética. Pero no hay duda, la producción y el consumo de energía en América Latina se esta orientando hacia una combinación de fuentes más acordes con el potencial energético de la Región.

6/ Este criterio válido regionalmente, deja de serlo sin la participación Argentina, Brasil y México, convirtiéndose el sector residencial, comercial y público en el principal consumidor.

7/ Véase, OLADE, Situación Energética de América Latina, 1982 - pág. 45

3. LA ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Durante la década pasada el consumo del sector industrial creció al 6.7 por ciento acumulativo anual al pasar de 46.400 TEP en 1970 a 88.400 TEP en 1980, aumentando por tanto su participación en el consumo de energía final.

Contrario a lo que ocurre en los países industrializados, los datos existentes señalan que la intensidad energética del sector industrial latinoamericano está aumentando ligeramente. Esa tendencia es lógica, pues a diferencia de las economías maduras, las de América Latina, particularmente en los países mayores, entran en la etapa de desarrollo de los grandes proyectos siderúrgicos del cemento y petroquímicos, etc., los cuales tienen un intenso consumo energético. Es plausible suponer que a pesar de la crisis, el énfasis en el desarrollo de la industria continúe durante el resto del siglo con sus implicaciones en la intensidad energética del sector.

3.1 Optimización energética en el sector industrial

Por optimización se entiende aquí al conjunto de medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso, cualquiera que sea su fuente. Como ya se explicó, la conservación no significa una simple reducción del consumo que conlleve a una disminución en los niveles de producción o bienestar, sino un uso más adecuado para mantener los mismos niveles de producción o bienestar y aún mejorarlos con menor energía.

En América Latina, puede señalarse que el esfuerzo sistemático para ajustar la estructura energética a la dotación nacional de recursos, ha significado en la práctica un conjunto de acciones para sustituir el petróleo o para reducir su participación en la demanda

futura de energía. Las acciones conducentes a mejorar la eficiencia en la producción y el uso de la energía parecen tener todavía un carácter puntual y de poco impacto en su reciente aplicación.

Parece ser que aunque en menor grado que en otros sectores, la reacción del consumo de energía del sector industrial al reajuste en los precios del petróleo ha sido lenta. Con pocas excepciones, hasta el segundo aumento, los esfuerzos nacionales realizados para usar más eficientemente la energía fueron insignificantes. De hecho en 1979 cuando se acelera el incremento de los precios del petróleo, algunos países latinoamericanos se encontraron con que su organización estatal no disponía de mecanismos apropiados para manejar un sector cuya incidencia en la economía era ya determinante. Fue entonces cuando el problema de la administración de la energía comenzó a ser lo suficientemente importante como para requerir la atención gubernamental y asimismo, fue después de una decuada conceptualización del sector energético cuando el concepto de optimización energética adquirió cierta relevancia.

Una de las consecuencias de esa falta de interés en los programas de conservación es la insuficiencia de estadísticas sobre el consumo energético por ramas industriales que alimenten un sistema nacional de información sobre el uso de energía. Los datos nacionales disponibles se limitan a estudios aislados sobre determinadas ramas. En esos estudios aislados se observan potenciales importantes para un trabajo serio en conservación.

La única excepción de trabajo sistemático que se tiene en América Latina podría ser el Brasil, en donde el Estado ha venido trabajando desde 1978. En un estudio sobre consumo y comportamiento energético del sector industrial en el cual se incluyeron más de 2.200 empresas el Consejo Nacional de Petróleo de Brasil encontró que en 1979 el

potencial de economía energética de las empresas estudiadas era de 26 por ciento, sin necesidad de cambios importantes en los procesos, es decir, en base a una administración más cuidadosa de la energía y ciertos ajustes técnicos.

Despúes de un año de trabajo en conservación el potencial había caído en un 6.2 por ciento, mientras la eficiencia energética había mejorado en un 7.2 por ciento, probando con ello que una vez que se inicia el proceso de racionalización tienden a aparecer nuevas posibilidades de conservación hasta alcanzar un límite máximo.

Uno de los resultados de las encuestas brasileñas fue que el consumo energético se concentra en unas pocas ramas industriales y dentro de éstas en un número muy pequeño de empresas. Unas doscientas empresas consumen el 65 por ciento de la energía del sector industrial, y las 1000 empresas de mayor consumo absorben el 90 por ciento de la energía que va a la industria.

El resultado de los estudios y de las medidas de conservación de Brasil, aún con las particularidades propias de esta nación, parecen confirman la existencia de un potencial de conservación en la industria regional y la posibilidad real de aprovecharlo. Confirman, asimismo, que el inicio de un programa de conservación puede ser factible cuando un número relativamente pequeño de empresas concentran un alto pocentaje del consumo. De la experiencia de Brasil también se podría concluir que en las economías de la Región unas pocas decenas de empresas tienen la misma significación porcentual en el consumo de energía. La concentración de esfuerzos en esas pocas empresas pueden permitir, con recursos limitados, inician una primera fase de un programa nacional de conservación energética en el sector industrial.

Uno de los elementos más relevantes del proceso brasileño ha sido la firme participación del Estado en la creación de mecanismos que desarrollarán el interés y la voluntad de miles de actores por la racionalización. Sin esa participación estatal, la estructura interna de la economía brasileña hubiera desalentado el proceso.

3.2 Composición energética del sector industrial

La composición del consumo del sector industrial sufrió modificaciones importantes en la década pasada. La electricidad y el carbón ganaron participación a costa del petróleo y la biomasa.

AMERICA LATINA: DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL CONSUMO DEL SECTOR INDUSTRIAL POR FUENTES

	1970	1980
Carbón y Coque	8.4	9.1
Biomasa	10.4	9.5
Gas	20.6	22.8
Petróleo	46.3	41.2
Electricidad	10.2	14.0
Otros	4.1	3.5

Fuente: OLADE

Esas modificaciones, sin embargo, constituyen el inicio de un proceso de reestructuración del perfil energético de la industria latinoamericana, donde a pesar de las dificultades, ya algunos países están haciendo esfuerzos importantes para utilizar en la industria otras fuentes energéticas.

La biomasa, que constituyó la primera fuente de energía de la industria regional está siendo recuperada para convertirla en una forma de energía de uso amplio. En varios países se están tomando acciones para mejorar la producción del carbón vegetal y usarlo en la industria minero-metalúrgica y en la producción de cemento, en algunos casos directamente, en otros mezclado con carbón mineral o "fuel oil".

En la industria azucarera, donde se llegó a sustituir el bagazo por petróleo, no sólo se vuelve a usar aquel para autogeneración de vapor y electricidad, sino que en muchos países azucareros de la Región se han ejecutado o se tienen ya proyectos para usar el bagazo de manera más eficiente, de suerte que sus sobrantes sean utilizados para generación eléctrica en otras industrias. En Brasil, el consumo energético de alcohol etílico paso de 0.5 millones de metros cúbicos en 1976 a más de 4.0 millones en 1982, reemplazando el equivalente a unos 53 mil barriles diarios de petróleo en el transporte.

Otros elementos biomásicos ignorados, como los residuos de los molinos de arroz y de aserraderos, están siendo aprovechados para satisfacer las necesidades energéticas propias de la industria que los genera. Asimismo, la paja de arroz y otros desperdicios están encontrando uso en la industria del cemento.

En cuanto al carbón, el desarrollo de la industria minero-metalúgica y la conversión a carbón de las plantas de cemento va mejorando su participación en el consumo del sector industrial. El proceso es lento y se concentra en los países más grandes de la Región.

Asimismo, el uso del gas natural va incrementando su participación. La facilidad de su manejo y la disponibilidad del mismo en los países petroleros de la Región, permitirán su uso más intenso en el futuro.

Finalmente, la electricidad con una cantidad impresionante de usos posibles está diendo aprovechada por la industria para sustituir con ella fuentes de energía más escasas o de más difícil manejo. Al uso tradicional para generar fuerza electromotriz, se suma ahora la electrotermia en calderas, hornos, secadores y otros elementos industriales. Pese a que durante las últimas dos décadas la producción creció al 8.8 por ciento acumulativo anual, el consumo per cápita de electricidad en América Latina apenas supera los 2.000 kwh, lo cual demuestra que existe una inmensa capacidad de uso potencial en la Región.

El interés en la electricidad no se debe solamente a su diversidad de usos sino también a la diversidad de fuentes primarias de origen nacional desde las cuales se puede generar. Esa diversidad se nota en los cambios observados en la composición de las fuentes usadas en la producción eléctrica en el período 1970-80. La hidroenergía ha ganado participación a la generación térmica y ya para 1980 el 58 por ciento de la electricidad era de origen hídrico. Se estima que para 1982 esa participación superó el 60 por ciento. Las otras fuentes: biomasa, geotérmica y nuclear tienen una participación muy pequeña en la producción eléctrica regional.

AMERICA LATINA: PRODUCCION ENERGIA ELECTRICA
(Millones KW.h.)

	1 9 7 0		1 9 8 0		Tasa Crecimiento 1970-80
Térmico	78630	0.49	154260	0.41	7%
Hídrico	81450	0.51	214348	0.58	8%
Otros	46	0	3630	0.01	
TOTAL	160126	100	372238		8.8%

Fuente: U.N. Yearbook of World Energy Statistics 1979 y 1980

Esas cifras, sin embargo, no reflejan los cambios en la composición de fuentes que están ocurriendo en la Región, ya que el largo período de gestación y de ejecución han impedido que grandes proyectos iniciados en la década pasada puedan tener incidencia en el balance.[8/]

Pese a las dificultades para obtener el financiamiento para proyectos hidroeléctricos, no cabe duda de que esta fuente jugará un papel muy importante en la estructura energética latinoamericana de principio del Siglo XXI. Los bajos índices de consumo per cápita de energía eléctrica, la escasa cobertura del servicio dentro de la Región, las posibilidades de intensificar el uso de la electricidad en la industria y el transporte, la experiencia regional en la planeación y ejecución de proyectos hidroeléctricos y la capacidad latinoamericana para producir bienes de capital para este tipo de obra han convertido a la hidroenergía en uno de los pilares estratégicos del desarrollo energético regional.[9/]

Además de los esfuerzos realizados para sustituir petróleo con hidroenergía, merece señalarse las acciones de Brasil y Colombia para usar carbón en la generación eléctrica. En algunos países del Caribe existen proyectos para convertir plantas térmicas de petróleo a carbón y expandir el sistema eléctrico en base a éste último recurso. Los proyectos carboníferos colombianos están aumentando la factibilidad de esos programas nacionales.

En El Salvador y México se han desarrollado proyectos geotérmicos importantes. En otros países, como Nicaragua, se avanza en la ejecu-

---

8/ Véase OLADE, Informe Situación Energética de América Latina, 1982, pág. 21.

9/ Véase OLADE, Hydro Power: Energy Alternative and Industrial and Financial Challenge for Latin America, 1981.

ción de proyectos eléctricos en base a geotermia.[10/]

3.3 Racionalización de la distribución del consumo

Siendo la energía un elemento imprescindible para el desarrollo económico y social de un país y dados los escasos niveles de consumo y las dificultades para superar esos niveles en períodos cortos, la distribución de la energía constituye un elemento crucial del problema de racionacilizacion.

Sobre este aspecto han señalado los Ministros de Energía de América Latina: "Los aumentos de la oferta deben destinarse requerimientos reales del desarrollo, no a cubrir consumos innecesarios ya sea dentro de la Región o fuera de ella.[11/]

Hay dos aspectos en la racionalización de la distribución que deben ser considerados. En primer lugar, la distribución de la energía disponible entre los diferentes sectores y subsectores de consumo deben seguir un orden de prioridad definido por los requerimientos y el nivel de desarrollo económico de un país. Tanto la producción como la importación de energía requieren cantidades considerables de recursos escasos. En los países del Tercer Mundo esos recursos convertidos en energía tienen que ser distribuídos entre diferentes sectores de suerte que aceleren el desarrollo nacional y provean a cada uno de los grupos sociales la energía necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. De otra parte, es importante impulsar sistemas de planificación y política energética que permitan alcanzar los objetivos señalados.

10/ Véase OLADE, Boletín Energético N° 20 y 22

11/ Véase OLADE, Declaración de San José, San José-Costa Rica, 1979

En segundo lugar, el proceso de racionalización energética consiste en una distribución del suministro energético concordante con la estrategia de desarrollo regional de cada nación. Aún cuando los datos son escasos, parecen señalar que la distribución del suministro energético es un factor que viene incentivando el proceso de concentración económico-poblacional que caracteriza a América Latina.

Como ya fue visto, la evaluación del consumo sectorial de energía muestra signos alentadores en cuanto mejora la participación de los sectores productivos en el consumo global; aún cuando ese mejoramiento no ha sido el resultado de un proceso deliberado de racionalización de la distribución.

Asimismo, aún cuando la distribución del consumo no ha sido explícitamente tratado en la Región, muchas de las medidas tomadas en los países apuntan hacia allá. El sistema tarifario y los diferenciales de precios de los hidrocarburos reflejan una intención de favorecer determinados sectores y subsectores de consumo y/o penalizar a otros. La sistematización de ese proceso de discriminación tendrá que ser parte de las políticas de racionalización de la energía en muchos países de América Latina.

3.4 Cambio en los estilos de desarrollo

Para América Latina, uno de los grandes logros de los aumentos de los precios del petróleo fue el cuestionamiento radical a un estilo de desarrollo importado y dependiente en donde las estructuras productivas y el consumo no se correspondían con su dotación de recursos y sus niveles de ingresos.

Ahora debe buscarse la readaptación de la economía y los estilos de vida a las posibilidades internas de la Región y sus países, esto es, el reencuentro de la Región con su propia realidad, mediante el proceso global de racionalización de toda su economía. Un proceso que tendrá que ser lento y complejo y en el cual la racionalización de la producción y el consumo de la energía será un elemento fundamental.

4. RACIONALIZACION Y ESTRUCTURA ECONOMICA

Desde 1973, con la decisión unificada de los países exportadores de petróleo de valorizar una materia prima no renovable que hasta ese entonces había sido la base de sustento de un estilo de desarrollo energético dispendioso, se inicia una época donde habría que encontrarse soluciones para la transición hacia otras fuentes de energía.

Las repercusiones que han tenido los incrementos en los precios del petróleo ocurridos en la década pasada han hecho que los países tomen conciencia de la importancia que tiene la conservación y sustitución de un recurso que tienda a agotarse; de ahí que sea imprescindible buscar esquemas de planificación energética que tiendan a eliminar la incertidumbre que provoca la fijación de precios dentro de una estructura "libre" de mercado. A su vez, el aumento de los precios del petróleo ha servido como argumento de los países industrializados para culpar a los exportadores de la actual crisis económica siendo que la mal llamada "crisis energética" es tan solo una de sus manifestaciones y del estilo de desarrollo seguido que ha provocado importantes deformaciones en la estructura productiva latinoamerican.

La interrelación entre las actividades económicas y la energía es necesaria para desarrollar una política eficaz para racionalizar la producción y el consumo de energía pues, la posibilidad de racionalización energética para un sector hay que buscarla dentro de un proceso de racionalización de la vida en sociedad.

De otra parte, siendo los países industrializados los mayores importadores de hidrocarburos, los efectos de la "crisis energética" son menores que en los países subdesarrollados dado que cuentan con balances energéticos más diversificados; además, su mayor capacidad económica y tecnológica les permite enfrentar con más facilidad coyunturas de escasez de petróleo e incrementos en sus precios.

Cuando teniendo estas ideas en mente uno analiza las respuestas dadas por los países de la OECD a los aumentos en los precios del petróleo descubre que esas respuestas no tienen elementos novedosos. Se trata de reacciones típicas, de economías que han logrado acumular cantidades inmensas de capital y conocimiento técnico, que poseen estructuras productivas muy diversificadas, que tienen la capacidad para reaccionar a cambios en los costos y los precios. Esa reacción, en sus vertientes políticas, económicas y tecnológicas se produciría frente a cualquier situación similar con otra materia prima básica.

4.1 La racionalización energética en América Latina

La situación regional es muy distinta y esas diferencias deben ser comprendidas para formular políticas que basadas en la realidad latinoamericana permitan superar las frustraciones generadas por las soluciones imitativas. Más todavía, esas diferencias tienen que ser comprendidas para valorar adecuadamente los avances alcanzados por la Región en su proceso de racionalización energética. La reacción de una econo

mía a los cambios en los precios de un insumo básico, depende fundamentalmente de la estructura productiva y su sensibilidad a los cambios en los costos. La necesaria protección de la empresa nacional frente a la competencia de monopolios transnacionales, los controles de precios establecidos para hacer menos graves ciertas desigualdades y la propia industria estatal no han evolucionado adecuadamente para sustentar sus propios objetivos dentro de niveles aceptables de eficiencia. El poco énfasis del Estado en lograr un funcionamiento más eficaz de los mercados no sólo ha perjudicado la necesaria evaluación de esos instrumentos básicos para el desarrollo de las economías de América Latina, sino que ha permitido que los aumentos en los costos sean pasados automáticamente al consumidor, sin que el productor se sienta obligado a generar respuestas innovadoras que permitan un ajuste razonable a la nueva situación.

En esas circunstancias, las políticas de precios siendo un elemento esencial de la política energética, no sólo resultan muy limitadas sino que deben ser diseñadas con el mayor cuidado para evitar que se conviertan en nuevos elementos de distorsión en las economías de la región.

De otra parte, la Región tiene también serias limitaciones financieras. A partir de finales del Siglo XV América Latina se convirtió en uno de los principales productores de riquezas del mundo. Desafortunadamente, sus grandes riquezas siempre han sido enajenadas, creándose la paradoja de una región que mientras más ahorra menos acumula pués el sacrificio de sus pueblos se convierte en remesas para el exterior.

Aún cuando hay posibilidades significativas de racionalización sin grandes inversiones, es incuestionable que para esta Región el financiamiento constituye un obstáculo real para la ejecución de importantes proyectos de conservación.

En cuanto a la sustitución, no debe perderse de vista que el proceso puede ser intensivo en capital. La inversión para sustituir un barril de petróleo por año mediante hidroelectricidad requiere entre 250 y 350 dólares, en la sola generación, esto es, sin incluir las inversiones necesarias para que la industria pueda usar esa electricidad en lugar de petróleo o sus derivados. Sustituir petróleo por carbón, gas o biomasa puede requerir inversiones de distintas magnitudes, pero en todo caso importantes, de forma tal que los proyectos de inversión en este campo tendrán que compartirse con el escaso financiamiento disponible para otros poryectos. Lo que hace difícil y complejo poder financiar las inversiones que se requerirán para cambiar sustancialmente el parque industrial.

El problema de financiamiento se hace mucho más agudo por los niveles de endeudamiento de los países de la Región. El pago de la deuda y la limitación de los flujos de capitales crearán nuevas limitaciones al proceso de racionalización.

Asimismo, América Latina posee un conjunto de economías de diversos tamaños, grados de desarrollo y diversificación con bajos niveles de integración entre ellas. Para nuestras economías la conservación y sustitución pueden convertirse en elementos dinamizadores de la inversión y la producción interna. Los proyectos de desarrollo hidroenergético, carburífero y biomásico del Brasil, para citar un ejemplo, han podido ser desarrollados con una participación muy alta de la industra y la tecnología brasileña, conviertiéndose en motores importantes no ya del desarrollo energético exclusivamente, sino de todo el desarrollo nacional.

También cabe subrayar que si bien América Latina posee grande y variados recursos energéticos, su distribución es muy desigual y ello obliga a diseñar esquemas de sustitución diferentes para orientarlos a las estructuras energéticas nacionales.

Algunos países no tienen suficientes recursos o el recurso disponible no puede ser rápidamente desarrollado, viéndose obligados a continuar la importación de energía. Como fuera dicho, esa importación compite por el financiamiento necesario para el desarrollo energético interno, haciendo muy difícil la búsqueda de una combinación óptima de recursos nacionales y foráneos que yauden a la consecución de los objetivos nacionales. En ese sentido el programa de Cooperación Mexicano-Venezolano para el financiamiento energético de Centro América y el Caribe, y el acuerdo de Suministro financiado entre Trinidad y algunos países del Caribe Oriental ofrecen ejemplos de cooperación que debían igualarse con otras partes del mundo.

Finalmente, aún cuando existe un amplio conjunto de tecnologías y se desarrollan otras para conservar energía o sustituír fuentes, muchas de ellas no están disponibles para todos los países de la Región o requieren dotaciones de recursos muy distintas a las de esos países.

Así, la mayor parte de las tecnologías energéticas desarrolladas en Europa y Japón, para conservar o sustituir energía tienen a reemplazar energía por capital mediante procesos cada vez más refinados y costosos. Para una región con dificultades financieras una tecnología intensiva en capital puede provocar mayores problemas que los que resuelve.

4.2. Reflexiones finales

Los problemas de estructuras de mercados, de disponibilidad de financiamiento, de distribución de recursos energéticos y de tecnologías, conducen a algunas reflexiones finales sobre el proceso de racionalización energética en la industria de América Latina. Resulta obvio que el desarrollo de una combinación racional de fuentes no será un proceso simple. Por el lado de la sustitución, los esfuerzos exitosos para desarrollar fuentes alternas de energía han requerido cantidades enormes de recursos para desplazar petróleo.

grandes repercusiones internas. Otro puede reducir o sustituir una energía que no se tiene, por un capital y una tecnología que tampoco se tiene, cambiando la dependencia del país que posee la energía al país que posee el capital y la tecnología.

Finalmente, si bien en cualquier tipo de economía la racionalización energética, requiere una participación activa del Estado, tanto para superar limitaciones del mercado como para dar una orientación adecuada a un sector estratégico, en sociedades como las de América Latina el aspecto institucional deja de ser un complemento para con-convertirse en el elemento medular del proceso.

Sin una clara y firme decisión del Estado, manifiesta en acciones concretas que guíen a la empresa industrial, no existe ninguna posibilidad de desarrollar un programa de racionalización exitoso. En el caso del sector eléctrico ese apoyo público, a la sustitución de petróleo por otras fuentes ha sido claro y los resultados evidentes. Sin embargo, en las otras ramas del sector, muy pocos países tienen programas concretos capaces de producir impacto. De ahí la necesidad de formular programas integrales de acción en este campo.

Tampoco debe perderse de vista que aún cuando la Región posee suficientes recursos naturales y humanos y tiene el conocimiento tecnológico básico para envolverse en un proceso importante de racionalización, parece muy difícil que en las presentes circunstancias internacionales la racionalización energética pueda avanzar rápidamente a menos que el espíritu de cooperación latinoamericana se consolide a través de proyectos específicos. Juntos los países de América Latina podrán superar muchas de las limitaciones que ahora sufre el proceso, separados, cada uno de los países encontrará escollos difíciles de vencer.

Por el lado de la conservación, no importa su potencial en el sector industrial y los demás sectores de consumo, el proceso tiene un límite tecnológico y un límite económico a partir del cual la disminución del consumo conlleva una merma o un encarecimiento de la producción o del bienestar. La expansión de la producción industrial requiere energía y si bien un programa de conservación puede reducir la tasa de crecimiento del consumo industrial y aún el consumo industrial mismo, se trata de un fenómeno temporal que irá desapareciendo en la medida en que el programa madure exitosamente.

Se puede reducir la densidad energética del sector industrial, más no el hecho de que la producción industrial requiere energía y que un sector industrial en crecimiento hace incrementar su demanda de energía.

Así las cosas, se puede concluir que la presencia decisiva del petróleo en la oferta y la demanda de energía en América Latina continuará por muchos años. Los países que no poseen petróleo tienen que actuar en consecuencia con esta realidad.

Por otra parte, los proyectos de conservación y sustitución tiene que ser vistos con la misma objetividad que los proyectos de desarrollo energético, prestando debida atención al lugar donde esos proyectos crean progreso y a los ligamentos de dependencia que destruyen o generan. Como ya fue señalado, no todos los países pueden aprovechar de igual manera las inversiones en cambiar un proceso o desarrollo fuentes sustitutas. Si los proyectos no se eligen en base a sus repercusiones nacionales, los mismos pueden tener menores efectos en los países que los ejecutan que en aquellos que aportan el equipo y la tecnología. Tanto la conservación como la sustitución pueden ser instrumentos efectivos para aminorar la dependencia, pero igualmente pueden serlos para aumentarla. Un proyecto puede reducir el consumo de energía importada o sustituirla por fuentes nacionales cuyo desarrollo puede tener

Las reflexiones anteriores no pretenden crear desaliento, sino colocar el proceso en su justo lugar. En todos los países de la Región existe un potencial de racionalización que debe ser aprovechado como parte de su estrategia de desarrollo energético. Sin embargo, no debe perderse de vista que si bien es parte importante de la solución a los problemas energéticos regionales, la racionalización no es una panacea para esos problemas y que sus características deben emanar de las realidades concretas de la Región para convertirse en un instrumento para dinamizar sus economías y ayudar a superar estados de dependencia.

Esto no quiere decir que en sus esfuerzos para racionalizar su producción y consumo de energía América Latina deba actuar a espalda del mundo. Como dice el PLACE "Los países de América Latina tienen que encarar la situación económica y energética internacional con soluciones propias e independientes. Dichos esfuerzos deben ser completados a través de la cooperación internacional a pesar de las dificultades derivadas de la prolongada crisis que experimentan los países industrializados. No cabe duda que una intensa cooperación internacional será mutuamente beneficiosa para los países desarrollados como para aquellos en desarrollo". 12/

12/ OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética, PLACE Santo Domingo, 1981 -Pág. 273

CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA PERUANA

Jorge Aguinaga, Carlota Huaroto, Máximo Núñez, Donald Tarnawiecki*

Presentación

El trabajo ha sido elaborado para ser presentado en el Seminario Internacional sobre Uso Racional de la Energía en la Industria, auspiciado por el Ministerio de Energía y Minas del Perú, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Comunidad Económica Europea (CEE). En él se describen y analizan las principales características del consumo de energía del Sector Industrial y en particular de las industrias: Siderúrgica, Minero-Metalúrgica, Cementera, Textil, Azucarera y Eléctrica; que son materia específica de este Seminario.

El documento presenta en su primera sección un breve esbozo de las características socio-económicas del país, así como del rol y la evolución del sector industrial. En la segunda sección, se presentan las principales características del sistema energético nacional y del consumo energético del sector industrial.

En la tercera sección, se examinan los sistemas de energía de cada una de las industrias que son materia del Seminario; en este caso se analizan: los procesos de cada industria, los consumos totales y consumos específicos de energía, las recomendaciones sobre las oportunidades de racionalización de energía y las experiencias concretas sobre la aplicación de medidas para economizar energía, todo ello en base a la información disponible.

En la última sección, se presenta la política de uso racional de la energía en el Perú, según el Plan Sectorial de Mediano Plazo (Plan Nacional de Desarrollo 1982-1985) y la Ley Orgánica del Sector Energía y Minas.

Finalmente, se deja expresa constancia del reconocimiento al apoyo y colaboración recibidos de las entidades y empresas cuya información ha hecho posible la preparación de este trabajo.

(*) Consultores del Proyecto PER/82 - Estudios Técnico-Economicos de Energia.

Ministerio de Energia y Minas - PNUD.

I. Marco de Referencia

El Perú está ubicado en la Costa Occidental de Sud América. Su territorio tiene una extensión aproximada de 1,3 millones de Km^2. La población actual es de 17.8 millones de habitantes, con una tasa de incremento anual en la última década de 2.5%. Aproximadamente el 45% de la población habita en la Costa, el 50% en la Sierra y el 5% en la Selva. Estas regiones cubren el 12%, 27% y 61% respectivamente del área total del país. Lima está situada en la región de la Costa, tiene una población que bordea los 5 millones de habitantes, número que se incrementa rápidamente debido a la migración. Las principales industrias están ubicadas en esta área y se puede decir que es el corazón económico del Perú.

En 1982 el producto bruto interno fue de 19173 millones de dólares que significó un producto percápita de 1068 dólares. El valor total de las exportaciones fue de 3230 millones de dólares y la deuda total del país era del orden de los 11600 millones de dólares.

En lo referente a la industria manufacturera nacional, ésta tuvo un período dinámico a partir de la década del 50 y estuvo orientada básicamente a sustituir importaciones de bienes de consumo final e intermedios. El crecimiento de la industria manufacturera y su importancia dentro de la economía nacional, es mostrada en el cuadro siguiente:

PERU: PRODUCTO BRUTO INTERNO

Valores en 10^3 Millones de Soles Constantes 1973

Cuadro I1

	1950		1960		1970		1981 (*)	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Industria Manufacturera	22.9	18.1	49.5	22.9	87.2	24.7	123.5	24.6
Producto Bruto Interno Total	126.3	100.0	215.7	100.0	352.6	100.0	502.9	100.0

(*) Estimado

FUENTE: Referencia 1-a

Del cuadro anterior se desprende que el PBI del país y el Producto Industrial tuvieron las tasas de crecimiento medio anual por períodos que se muestran a continuación:

TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO ANUAL

(%)

Cuadro I-2

Período	Producto Bruto Interno	Producto Industrial Manufacturero
1950/60	5.5	8.0
1960/70	5.0	5.8
1970/80	3.2	3.3
1950/81	4.6	5.6

El crecimiento de la Industria Manufacturera en la década reciente, según grandes divisiones industriales y la importancia relativa de cada una de ellas en el producto industrial manufacturero es mostrado en el siguiente cuadro:

PERU: PRODUCTO BRUTO DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

Valores en 10^3 Millones de Soles Constantes - 1973

Cuadro I-3

	1 9 7 0		1981 (*)	
	Valores	%	Valores	%
Alimentos	31.4	36.0	30.1	24.4
Textiles	12.5	14.3	15.1	12.2
Productos Químicos	10.8	12.4	22.8	18.5
Metálica Básica	7.6	8.7	14.1	11.4
Productos Metálicos	7.9	9.1	18.2	14.8
Otras Industrias	17.0	19.5	23.2	18.7
PBI Industrial	87.2	100.0	123.5	100.0

(*) Estimado.

FUENTE: Referencia (1-a).

El cuadro anterior resume algunas de las características del crecimiento de la industria manufacturera: En el período 1970-1981, las industrias de productos químicos, metálica básica y productos metálicos tuvieron un rol dinámico sobre el crecimiento industrial y sus respectivas tasas de crecimiento promedio anual fueron de 7.0, 5.7 y 7.8%. Cabe destacar también, que al comenzar la década, estas industrias tuvieron una participación en el producto industrial del 30.2%, en cambio en el año 1981 esta participación fue de 44.7%.

II. El Sistema Energético Nacional

En 1982 el consumo aparente de energía primaria, es decir la cantidad disponible para el consumo interno antes de la transformación, ha sido de 133000 Tcal mientras que la producción alcanzó 155000 Tcal.

La diferencia entre estas dos cifras la constituye principalmente la exportación de petróleo (20000 Tcal). Para este mismo año, el consumo aparente de energía primaria ha estado constituido por las siguientes fuentes:

CONSUMO APARENTE DE ENERGIA PRIMARIA

Cuadro II-1

	Tcal	%	
Petróleo y Gas Asociado	86700	65.2	62.8 10^6 Bbl
Hidroenergía	10000	7.5	9.3 10^3 GWh
Combustibles Vegetales y Animales	35600	26.8	9.8 10^6 Ton
Carbón Mineral	700	0.5	100.0 10^3 Ton

FUENTE: Referencia (1-b).

Por consiguiente 73.2% del consumo aparente de energía primaria corresponden a las fuentes comerciales y 26.8% a fuentes no comerciales. Estas últimas han disminuido regularmente su contribución al balance energético nacional, puesto que representaban 45% en 1970.

La producción de energía comercial está constituida en gran proporción (92%) por las fuentes no renovables cuyas reservas son las más reducidas (petróleo: 1'070,000 Tcal, Gas: 160000 Tcal y Carbón: 19000 Tcal), que en conjunto significan el 8% de las reservas totales ; mientras que fuentes como la hidroenergía cuyas reservas (16'000000 Tcal)* representan el 92% del potencial energético nacional sólo contribuye a la producción con el 8%. En esta comparación no han sido incluidos los recursos forestales, uraníferos, etc. cuyos potenciales pueden ser muy importantes.

La producción nacional de petróleo en 1982 ascendió a 71.2 millones de barriles, volumen que permitió satisfacer la demanda nacional y disponer de un excedente para la exportación. El parque de refinerías tiene una capacidad instalada de 187,500 Bl/día, de los cuales 173,000 Bl/día están instalados

(*) En base a 58,000 MW con 5000 horas/año y 50 años de vida útil.

en la Costa y 14,500 Bl/día en la Selva.

La producción de energía eléctrica en 1982 ascendió a 11328 GWh, de los cuales el 82% fue de origen hidráulico y el 18% de origen térmico. Con excepción de un consumo reducido de bagazo (4% y que tiende a disminuir), los insumos energéticos para la producción de energía termoeléctrica están constituidos por petróleo residual, diesel y gas distribuido. Durante el período 1970-1982 la producción de energía eléctrica creció a una tasa promedio de 6%. Por otro lado, en dicho año, la capacidad instalada de las centrales eléctricas ascendió a 3228 MW, correspondiendo 1917 MW, es decir 59% a centrales hidroeléctricas y 1321 MW, es decir 41% a centrales térmicas. Por tipo de servicio el 65% de la capacidad instalada total corresponde a las empresas de servicio público y el 35% a los autoproductores.

La producción nacional de carbón en 1982 fue de 70,000 Toneladas, habiendo importado además en dicho año 30,000 Toneladas de carbón bituminoso y 86300 Toneladas de coke para su empleo en la industria metalúrgica y siderúrgica respectivamente.

El consumo final de energía en el año 1981, fue de 99700 Tcal y su estructura por sectores de consumo es como sigue:

	%
Residencial, Comercial y Público	42.7
Industria (Manufacturera, Agroindustria, Pesquería y Minero-Metalúrgica)	32.0
Transportes	25.3

El consumo percápita de energía en el año 1981 fue de 6.3 Gcal/hab, mientras que el consumo de energía eléctrica llegó a 594 KWh/hab, niveles inferiores a los promedios mundiales (19.5 Gcal/hab y 1700 KWh/hab, respectivamente) y a los indicadores correspondientes a los países latinoamericanos en su conjunto. Es necesario señalar que cerca del 35% de la población total consume leña y que alrededor del 40% de la población total está servida con energía eléctrica.

Es importante destacar de otro lado, la participación que tienen los sectores en la creación del PBI, en la demanda de energía y en la demanda de energía eléctrica. El sector industrial manufacturero, conjuntamente con el pesquero, agroindustria y minero-metalúrgico contribuyen con el 53.8% en el

PBI, en cambio lo hacen con el 32% en la demanda de energía y con 67% en la demanda de energía eléctrica.

El comercio exterior de energía ha tenido durante los últimos años, una evolución favorable para la economía nacional debido al incremento de la producción de petróleo que ha permitido cubrir los requerimientos internos y tener margen para la exportación. Actualmente, el coeficiente de dependencia del país, respecto a la energía importada es menor al 2% debido principalmente a las importaciones de coque y carbón para la industria siderúrgica y metalúrgica. De otro lado, es necesario destacar que las ventas de petróleo al exterior representan el 20% de las exportaciones totales del país.

El consumo energético del sector industrial en el año 1981 fue de 31900 Tcal, es decir representó el 32.0% del consumo energético total del país; de ese consumo, el 57% comprendió a la industria manufacturera, el 26% a la industria minero-metalúrgica, el 10% a la agroindustria y el 7% a la industria pesquera. Cabe destacar que en el período 1970/1981 el consumo de energía del sector industrial en su conjunto creció a una tasa promedio anual del 1.6% y el PBI sectorial a una tasa promedio anual de 2.8%.

El perfil de abastecimiento del consumo energético en el sector industrial, presentó las siguientes características en los años 1970 y 1981:

CONSUMO ENERGETICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL

POR PRODUCTOS

Cuadro II-2

	1970		1981	
	Tcal	%	Tcal	%
Productos petroleros y gas	17200	64.2	21200	66.5
Carbón Mineral y coque	300	1.1	800	2.5
Energía eléctrica	3100	11.6	5400	16.9
Leña y bagazo	6200	23.1	4500	14.1
	26800	100.0	31900	100.0

FUENTE: Referencia (1-b)

De esta información se desprende que los combustibles de petróleo no sólo han mantenido un claro predominio en el abastecimiento, sino que lo han incrementado; asimismo, es necesario señalar que la energía eléctrica ha logrado cierta penetración y la participación del carbón mineral y coque es aún insignificante.

El sector industrial manufacturero que comprende las divisiones industriales 31 a 39 de la Clasificación CIIU registró en el año 1981 un consumo de combustible derivados de petróleo y energía eléctrica del orden de los 1300 Tcal, de este total las divisiones industriales: Fabricación de Productos Minerales No Metálicos (Div. 36), Industrias Metálicas Básicas (Div. 37), Fabricación de Papel (Div. 34) y Fabricación de Sustancias Químicas y Productos Químicos Derivados del Petróleo y del Carbón, Caucho y Plástico (Div. 35), dieron cuenta del 77% del consumo.

En el Perú durante el período 1970/74 los precios de los derivados de petróleo y de las tarifas de energía eléctrica se mantuvieron estabilizados en términos de dólares. Dichos precios y tarifas empezaron a subir a partir de 1975 y, en los últimos años, alcanzan los niveles que se muestran a continuación:

PRECIOS DE LA ENERGIA EN EL PERU

1. Precios de los combustibles del petróleo (U.S.¢/gal)

Combustible	1970/74	Mayo 1983
Gasolina (84)	21	103
Gasolina (95)	35	117
Kerosene doméstico	4	52
Kerosene industrial	10	86
Diesel N° 2	10	86
Residual N° 6	6	74
Gas licuado	16	74

2. Tarifas de Energía Eléctrica (Lima, en U.S.¢/KWh)

	1970/74	Mayo 1983
Sector doméstico	2.6	2.8
Sector industrial	2.7	4.5
Sector comercial	6.7	10.6

FUENTE: Elaboración propia

III. Uso de la Energía en Ramas Seleccionadas de la Industria

A. Industria Siderúrgica

A.1. Conformación de la Rama

La Industria Siderúrgica en el Perú está constituida por la Empresa Pública SIDER PERU y las empresas privadas Laminadora del Pacífico y Empresa Siderúrgica San Antonio recientemente instaladas, ésta última dedicada a la producción de alambrón y fierro de construcción y la anterior a la producción de palanquillas de acero, con una capacidad instalada de 60,000 TM.

A.2. Procesos de Producción utilizados, Capacidades instaladas y Niveles de Producción Física

El complejo Siderúrgico SIDER PERU se encuentra ubicado en Chimbote y consta de las siguientes plantas: planta de hierro, planta de acero, planta de fundición, planta de laminación, planta de hojalata y planta de reducción directa. La capacidad de producción anual de la planta de Chimbote es aproximadamente de 520,000 TM de acero líquido.

La planta de hierro está equipada con un alto horno de 5.5 m de diámetro, con un volumen útil de 540 m^3 y con una capacidad de producción de 310,000 TM/año. Este alto horno utiliza los pellets ácidos provenientes de Marcona (al Sur del país) y el coque siderúrgico, el cual es totalmente importado. La escoria del alto horno es parcialmente utilizada en la industria del Cemento.

La planta de acero está equipada de 4 hornos eléctricos de arco con capacidades de producción conjunta de 270,000 TM/año de acero líquido. La planta también tiene 2 convertidores de óxigeno de 30 TM/colada cada uno y con una capacidad de 330,000 TM/año en acero líquido y 2 coladas continuas con capacidad de 162,000 TM/año cada una.

La planta de reducción directa está diseñada para producir 100,000 TM de hierro esponja al año con el proceso SL/RN de 3 hornos rotatorios. Emplea como materia prima los pellets ácidos de hierro, finos de coque y finos de caliza.

A.3. Consumos de Energía, consumos específicos y patrones internacionales

La Empresa Siderúrgica SIDER PERU, es considerada como una de las principales empresas consumidoras de energía: su participación en el consumo de energía de la industria manufacturera es de aproximadamente el 9.8%, representando el 5.6% de todo el consumo del Sector Industrial; siendo el coque y el residual los combustibles más utilizados, los cuales en conjunto repre-

sentan el 70% tal como se detalla en el cuadro A1.

Los consumos específicos por Kg. de producción de acero líquido para los años 1980-1981 son los siguientes:

	Producción Acero Liq. TM	Combustible Líquido Kcal/Kg	Energía Eléctrica KWh/TM	Coque Kcal/Kg.	Carbón Kcal/Kg.	Energía Kcal/Kg.
1980	381.061	1611	707.8	2729	160	5109
1981	310.302	1929	799.5	2698	417	5732

Como se observa el consumo específico de energía por Tonelada de acero líquido es alto si se compara con consumos específicos de las industrias siderúrgicas de otros países como los que se indican a continuación, ello se debe principalmente al bajo nivel de utilización de la capacidad instalada (60%) y a la baja eficiencia en los procesos de combustión.

Francia	(1973)	4967	Kcal/Kg.
R.F.A.	(1974)	3988	Kcal/Kg.
Italia	(1974)	3558	Kcal/Kg.
Holanda	(1973)	4800	Kcal/Kg.
Reino Unido	(1974)	4681	Kcal/Kg.

FUENTE: Referencia (2)

A.4. Incidencia del Costo de la Energía

La participación del costo de la energía en el costo total de producción se considera relevante, llegando a representar en el año 1981 el 26%; siendo los energéticos coque y la energía eléctrica los de mayor peso relativo, tal como se señala seguidamente:

	Combustible Líquido	Energía Eléctrica (%)	Coque	Carbón	Total
1981	5.0	9.0	12.0	.6	26.6

FUENTE: Referencia (4)

A.5. Estudios realizados sobre el Potencial de Ahorro de Energía

En relación a los estudios realizados en el campo siderúrgico relacionados

con el ahorro de energía se puede mencionar a los siguientes:

- Estudio de Racionalización en la Industria y el Transporte; elaborado por el Ministerio de Energía y Minas en el marco del Proyecto PER/78/010-PNUD (Ver Referencia (3)) que incluye la determinación del potencial de ahorro de energía en la Industria Siderúrgica.
- En el año 1982 la Empresa Sider Perú en el marco del Proyecto PER 82/802 ONUDI realizó el estudio Energy System Studies (Ver referencia (4)), a través del cual se evaluó nuevamente el potencial de ahorro de energía y se propuso un conjunto de recomendaciones orientadas a lograr ahorros efectivos dentro de los cuales se detallan las principales:

  (a) Corto Plazo:
  - Aumentar el consumo de petróleo residual en el alto horno por resultar más económico que el coque importado; para ello se requiere renovar el forro de rafractarios del horno.
  - Incrementar el uso del gas de alto horno en los calderos.
  - Reducir las considerables pérdidas de vapor en planta, trampas de vapor y en general de las fugas.
  - Realizar una campaña de inspección, instalación y mantenimiento de material aislante en toda la planta.

  (b) Mediano y Largo Plazo:
  - Reemplazo parcial del coque por antracita.
  - Incremento de la temperatura de la llama del alto horno mediante cambios en la mezcla de combustible y enriquecimiento del aire (con oxígeno) inyectado, así como su deshumedificación.
  - Recuperación del gas de convertidores LD.
  - Recuperación de calor de los lingotes y láminas para precalentamiento de chatarra.
  - Para reducir el pico de demanda eléctrica, efectuar un calentamiento complementario de los hornos eléctricos con petróleo residual y oxígeno.

Por otro lado, Sider Perú ha elaborado el estudio de Rehabilitación del Complejo Siderúrgico en el cual se toman en cuenta aspectos relacionados con la eficiencia energética, los mismos que serán ampliados con las recomendaciones del estudio realizado en 1982 con apoyo de ONUDI. La empresa ha previsto en el más breve plazo, iniciar la implementación de este proyecto.

CONSUMO DE ENERGIA DE SIDERPERU

AÑO 1981

CUADRO A1

Unidades de Producción	Combustibles Sólidos Coke 10^3 TM	Combustibles Sólidos Antracita 10^3 TM	Combustibles Líquidos Residual 10^3 Gln	Combustibles Líquidos Diesel 10^3 Gln	Combustibles Líquidos Propano 10^3 Gln	Energía Eléctrica 10^6 KWh	TOTAL
Alto Horno	102.1	--	500	11.9	--		
Planta Calderos	--	--	1,547	76.5	--		
Planta Reducción Directa	28.7	18.5	--	1,932.3	--		
Planta de Horno Acero Fundido	--	--	226.8	532.1	80.1		
Horno de Cal	--	--	1,521.4	0.9	--		
Fundición	--	--	--	168.9	--		
Planta no planos	--	--	4,561.1	564.2	--		
Laminados planos	--	--	4,178.6	611.2	107.8		
Calderos (proceso)	--	--	6,866	--	--		
General (otras)	--	--	--	107.3	--		
Total	130.8	18.5	13,221.5	4,005.3	184.9	248.1	
Total Tcal	837.1	129.5	462.8	131.6	4.2	213.4	1,778.6
Participación porcentual (%)	47.1	7.3	26.0	7.4	.2	12.0	100.0

FUENTE : Referencia (4).

B. Minero Metalúrgia

B.1. Conformación de la Rama

Esta rama posee cuatro empresas; a saber: Southern Perú Copper Corporation (SPCC), Centromín Perú, Minero Perú. Hierro Perú. Las primeras tres extraen fundamentalmente minerales de cobre, aunque la segunda también extrae cantidades importantes de Zn, Pb, Ag y 19 otros productos minerales. Hierro Perú extrae y procesa mineral de hierro.

B.2. Procesos, Capacidad Instalada y Producción

De las cuatro empresas mencionadas solamente Centromín Peru, desarrolla parte importante de su actividad en minas subterráneas. Esta compañía opera seis unidades mineras y un complejo metalúrgico (La Oroya) en la Sierra Central. El mineral de Southern es llevado por ferrocarril desde sus minas Toquepala y Cuajone, a la fundición de Ilo (Costa Sur) produciéndose allí el Blister. Dicho producto se lleva entonces a la vecina refinería de cobre de Minero Perú, donde se obtienen cátodos mediante refinación térmica y electrolítica. Paralelamente, Minero Perú produce cátodos de cobre a partir de óxidos de su mina Cerro Verde mediante un proceso hidrometalúrgico (electrowinning). Finalmente esta empresa refina concentrados de Zinc en su planta de Cajamarquilla, cerca a Lima, usando procesos de tostación, lixiviación electrodeposición, fusión y moldeo.

En el cuadro B1 se presenta la capacidad productiva por empresa y tipo de producto, así como la producción física:

CAPACIDAD Y PRODUCCION MINERO-METALURGICA

Cuadro B1

Empresa/Centro Productivo	Capacidad Instalada por Producto (TM/año)	Producción (TM) y año de Refer.
Southern Perú Copper Corp.		
- Fundición Ilo	300,000 Cu Blister (99.2%)	240,807 (1982)
Centromín Perú		
- La Oroya	59,000 Anodos de Cu (98%)	54,069 (1981)
	57,000 Cátodos Cu (99.99%)	50,026 (1981)
	70,000 Barras Zn Refinado	72,487 (1981)
	92,000 Barras Pb Refinado	85,258 (1981)
Minero Perú		
- Refinería de Ilo	150,000 Cátodos Cu (99.99%)	141,630 (1980)
- Cerro Verde	33,000 Cátodos Cu (99.99%)	33,366 (1981)
- Refinería de Zinc	101,500 Barras Zinc (99.99%)	92,152 (1982)
Hierro Perú		
- Planta San Nicolás	7'600,000 Pellets y otros Fe (65%)	5'779,284 (1982)

FUENTES: Referencias (6) y (7); Southern Perú y Hierro Perú.

En general se aprecia que el factor de utilización de la capacidad instalada es alto, excepto el caso de Hierro Perú, ya que tanto la demanda externa por los pellets como la producción interna de acero han descendido considerablemente como resultado de la recesión y la importación de acero.

B.3. Consumos de Energía, Consumos Específicos y Patrones Internacionales

El consumo total de energía en minero-metalurgia se indica en el cuadro B2. Del total mostrado, entre 70 y 73% fue petróleo residual, utilizado en hornos y calderos.

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (en Tcal)

Cuadro B2

Empresa	1980	1981	1982
Southern Perú Copper Corporation	3,795	3,589	3,822
Centromín Perú	1,019	1,069	976
Minero Perú	876	555	558
Hierro Perú	839	818	618
Total	6,529	6,031	5,974

FUENTE: Petroperú y Dirección General de Electricidad.

En general, se aprecia una declinación del consumo total de energía de la minero-metalurgia que se explica evidentemente por la recesión en los mercados de metales internacionales.

En el cuadro B3 se muestran los consumos específicos de la rama. Se presentan valores tanto térmicos como eléctricos que no pueden ser directamente sumados, puesto que las empresas de la rama son autogeneradoras de energía eléctrica.

CONSUMOS ESPECIFICOS DE ENERGIA: MINERO METALURGIA- PERU

Cuadro B3

Empresa / Proceso	Cons. Espec. Térmico (Kcal/Kg)	Cons. Espec. Eléctrico (KWh/TM)	Producto y Año
1. Southern Perú Copper Corp. Ilo			
Concentra. a Cu Blister	7,384*	--	Cu Blister (1978)
2. Centromín Perú (La Oroya)			
Concentra. a Blister Cu	7,000	n.d.	Cu Blister (1981)
Concentra. a Cátodos Cu	8,780	n.d.	Cátodos Cu (1981)
Concentra. a Zn Refina.	385	4,000	Zn Refinado (1981)
Concentra. a Pb Refina.	4,820	180	Pb Refinado (1981)
3. Minero Perú			
Cu Blister a Cu Refina. (Ilo)	1,980	362	Cátodos Cu (1980)
Concentra. a Zn Refina. (Cajamarquilla)	283	4,212	Zn Refinado (1981)
Oxidos a Cátodos de Cu (Cerro Verde)	10,350*	3,800	Cátodos Cu (1981)
4. Hierro Perú (San Nicolás)			
Mineral a Pellets de Fe	225	--	Pellets Fe (1978)

FUENTES: Referencias (3), (6) y (7).

*) Considera el consumo de combustibles para generar electricidad; el consumo específico eléctrico sólo considera el consumo de electricidad.

Dependiendo de la eficiencia con que se genere la electricidad utilizada, se tendría un consumo específico total mayor o menor. Por ejemplo, los valores mostrados para Southern Perú y Cerro Verde reflejan las diferentes eficiencias de sus respectivos sistemas de generación, aún teniendo en cuenta que se refieran a procesos distintos.

Por las diferencias de ley y tipo de concentrado, de proceso y modo de generación eléctrica, es difícil comparar los consumos específicos peruanos con valores internacionales.

Se estima que transformar concentrados de cobre a blister en plantas modernas requiere de entre 5500 y 6000 Kcal/Kg (térmicos) 1/, habiéndose registrado valores de unos 6,500 a 7,500 Kcal/Kg (térmicos) y 200 KWh/TM 2/ para

1/ Referencia (7).

2/ Referencias (7) y (15).

el proceso completo de concentrados a cátodos de cobre. Se ha concluido, asimismo, que los valores peruanos para el cobre son más altos, en algunos casos sustancialmente, con respecto a los valores internacionales 3/. En cuanto a los pellets de fierro, se ha estimado que es posible reducir el consumo específico actual en 20% 4/.

B.4. Incidencia del Costo de la Energía

El cuadro B4 muestra la incidencia de la energía en el costo total directo (sin incluir impuestos ni intereses) de producción. Se obtienen valores altos, que en parte, se explica por la inclusión de los combustibles adquiridos para generar electricidad. Este rubro es relativamente importante, como se ha visto, para Cerro Verde. En cambio en San Nicolás se está aprovechando crecientemente la hidroelectricidad mediante interconexión con la Central Hidroeléctrica del Mantaro.

INCIDENCIA DE LA ENERGIA EN EL COSTO DE PRODUCCION

Cuadro B4

Empresas	Incidencia (%)
Southern Perú Copper Corp.	40
Centromín Perú	n.d.
Minero Perú: Refinado Cu	63
" " Cerro Verde	83
" " Refinado Zinc	69
Hierro Perú	25

FUENTE: Datos proporcionados por las empresas para 1982; costos totales sin considerar intereses ni impuestos.

B.5. Estudios realizados sobre el Potencial de Ahorro de Energía

Los estudios realizados en el Perú sobre conservación de la energía han producido recomendaciones específicas cuya realización depende de inversiones que pueden ser pequeñas a altas.

Para la Southern, se ha recomendado mejorar la operación de turbinas y calderos, el reemplazo del precalentamiento de aire de hornos a fuego directo,

3/ Referencias (3), (6) y (7)

4/ Referencia (3)

por uno que use el calor de los gases de fuga de dichos hornos, la mejoría operativa de la planta de cal y el uso del calor residual de los convertidores para generar vapor. Esta última se considera de alta inversión y lograría un ahorro del 11% del consumo de energía. Un 14% adicional de ahorro sería posible mediante acciones de baja inversión (Ver referencia (3)).

El caso de Centromín Perú es muy especial por tratarse de instalaciones complejas (22 productos) y antiguas, por lo que la estimación de un ahorro potencial de energía de 40% no debe sorprender (Ver referencia (3)). Esto no incluye el ahorro posible a partir de sustituir la alimentación de oxígeno por aire en la fundición de cobre.

Respecto a Hierro Perú, se ha estimado un ahorro potencial de un 20%, mediante mejorías operativas en la planta de San Nicolás. Recientemente la Empresa ha firmado un contrato con una consultora local para estudiar el incremento del factor de potencia eléctrica de 0.84 a 0.91, así como para reducir las pérdidas en el sistema de distribución de la Empresa.

Finalmente, se analizan las recomendaciones y logros en materia de ahorro de energía para Minero Perú separadamente para cada una de sus 3 instalaciones:

(a) Refinería de Ilo: La integración operativa de la fundición de Southern con la refinería y el balanceo de las plantas de tratamiento térmico y por electrodeposición de esta última lograría un ahorro de cerca de 15% del consumo con una inversión de U.S.$ 100-123,000 (Ver referencia (6)). Respecto al balanceo, Minero Perú ha firmado recientemente contrato con ONUDI para iniciar este año pruebas piloto para aumentar la capacidad de la planta de electrodeposición por el uso de corriente periódica reversible.

(b) Refinería de Zinc: En general, las recomendaciones (Ver referencia (6)). son de carácter marginal. Sin embargo, se ha estimado un ahorro inmediato del 2% mediante una inversión de sólo 5 a 10,000 U.S.$. De otro lado, merece destacarse que si bien la planta puede operar con carga uniforme a lo largo de las 24 horas, se está estudiando su operación a menor ritmo entre las 18:00 y 22:00 horas, a fin de reducir la carga de punta de Lima. También se estudia la generación de vapor, recuperando el calor residual del horno de tostación.

(c) Cerro Verde: Se ha concluido que el principal problema es el alto costo de la electricidad (U.S.$ 0.12/KWh versus U.S.$ 0.08 en la Central de -

Southern en Ilo, según referencia (6) y datos de Southern). La captación de hidroelectricidad de Charcani V, cuando se concluya esta obra, podría no ser siempre posible debido a las frecuentes sequías en la zona. Por ello parece más recomendable trasladar las actuales turbogases a Arequipa, donde operarían con mucho mayor eficiencia gracias a la menor altitud de esta ciudad y a la posibilidad de cogeneración. Esto se complementaría con instalar en Cerro Verde grupos diesel diseñados para consumir el petróleo residual.

C. Industria del Cemento

C.1. Conformación de la Rama

La industria del Cemento en el Perú está conformada por 5 empresas (6 plantas) productoras, las cuales se encuentran localizadas en diferentes regiones del país cerca de sus respectivos yacimientos de calizas; siendo la casi totalidad de la producción de cemento portland.

Actualmente el Estado tiene una participación del 49% en el capital social de las empresas Cementos Lima, Cementos Norte Pacasmayo y Cemento Andino, siendo dueño de las empresas Cementos Yura y Cementos Sur.

C.2. Procesos, Capacidad Instalada y Producción

En relación al proceso de producción utilizado, de las 6 plantas instaladas, 2 de ellas utilizan el proceso húmedo y las 4 restantes el proceso seco. La capacidad instalada y producción por plantas para el año 1981 se muestra en el cuadro N°C1.

C.3. Consumos de Energía, Consumos Específicos y Patrones Internacionales

En relación al consumo de energía de estas empresas, en el año 1981 este ascendió a 2,667.8 Tcal (Ver cuadro N°C1) el mismo que representa el 14% aproximadamente del consumo total de energía del sector manufacturero, situando a esta rama industrial como la principal consumidora de energía de dicho sector, y a las empreas Cementos Lima, Cementos Pacasmayo, Cemento Andino y Cemento Yura, en el ranking de las 7 empresas mayores consumidoras de energía de la rama manufacturera. De otro lado podemos decir que casi la totalidad de la energía térmica es utilizada en los hornos y en pequeña proporción en los calderos.

El consumo específico pro dio de energía (combustibles) para el proceso húmedo es de 1370 Kcal/Kg, mayor al consumo específico promedio obtenido para el proceso seco ascendente a 940 Kcal/Kg. El consumo específico de la industria del cemento del Perú de 950 Kcal/Kg y .15 KWh/Kg se considera comparable con los consumos específicos de empresas similares de otros países como los que se citan a continuación:

	Kcal/Kg Cemento	KWh/Kg. Cemento
República Federal Alemana	800-1200	.118
Italia	900	.127
EE.UU.	886	.127
Reino Unido	1358	.163

FUENTE: Referencia (10)

C.4. Incidencia del Costo de la Energía

La participación del costo del petróleo residual en el costo de producción varía según las plantas entre 40% y 50%.

Por otro lado la incidencia de la energía eléctrica en el costo, varía de una empresa a otra, ya que algunas son empresas autoproductoras de energía eléctrica, ya sea de origen hidráulico o térmico (a petróleo residual) y otras adquieren parcialmente o en su totalidad la energía eléctrica que utilizan. La participación del costo de la energía eléctrica en el costo oscila entre 15% y 25%.

C.5. Estudios realizados sobre el Potencial de Ahorro de Energía

Los principales estudios realizados por las empresas cementeras sobre ahorro de energía son:

Cemento Norte Pacasmayo:

- Ahorro de energía de Molturación, por ayuda de Molienda.
- Producción de Clinker con consumo mínimo de energía.
- Fabricación de cemento Portland de Escocia.

Cemento Andino :

- Utilización de carbón en la fabricación de cemento (en curso).
- Ahorro de energía en la producción de Clinker (en curso) .

Cemento Lima:

- Fabricación de Cemento Portland por Puzolánico.

Asimismo, el Ministerio de Energía y Minas en el marco del Proyecto PER/78/010 PNUD elaboró el estudio de Racionalización de la Energía

en la Industria Peruana (Ver referencia (3))en el cual incluye un capítulo relacionado con la determinación del potencial de ahorro de energía en las 2 plantas de la Empresa Cementos Lima.

De otro lado se ha realizado un estudio de sustitución de petróleo residual por carbón en el sistema de combustión de las plantas de la empresa Cemento Lima (Ver referencia (14).

En relación a las medidas implementadas y los resultados logrados, tenemos lo siguiente: Se ha ampliado la producción de cementos mezclados, en especial el cemento Portland , por Puzolánico de tipo 1 PM.

Por otra parte, desde 1967 la producción de cemento en el Perú se realiza predominantemente por el proceso seco. Asimismo, las cuatro plantas más importantes tiene instalado sistemas de ahorros con precalentador y algunas de ellas han instalado precalcinación o están en el proceso de hacerlo.

PRODUCCION FISICA Y CONSUMO DE ENERGIA EN LAS EMPRESAS CEMENTERAS - AÑO 1981

Cuadro C1

Plantas	Proceso	Capacidad Instalada 10^3 TM	Producción de Cemento 10^3 TM/año	Consumo de Energía Calor Tcal	Consumo de Energía E.E. Gwh	Consumo Específico para la producción de cemento Kcal/Kg.	Consumo Específico para la producción de cemento Kwh/Kg
Atocongo	Seco	1000	992.8	750.0	116.9	755.4	.12
Chilca	Húmedo	200	229.8	326.6	20.3	1412.1	.09
Pacasmayo	Seco	1000	404.0	383.9(1)	79.6	950.2	.13
Andino	Seco	450	432.0	443.8	80.2	1027.3	.19
Yura	Seco	500	295.0	302.5	47.5	1025.4	.16
Sur	Húmedo	90	81.0	107.1	9.4	1322.2	.12
Promedio			2434.6	2313.9	353.9	950.4	.15

(1) Estimado.

FUENTE: Referencias (14,13,11).

D. Industria Textil

D.1. Conformación de la Rama

La industria textil en el Perú está conformada por más de 600 establecimientos industriales a cargo de empresas privadas, las cuales se encuentran distribuidas en los siguientes sub-sectores de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) 1/.

CIIU		Establecimientos %
3211	Hilado, Tejidos y acabados textiles.	41.8
3212	Artículos confeccionados de materiales textiles (excepto prendas de vestir).	7.2
3213	Fabricación de tejidos de punto.	45.3
3214	Fabricación de tapices y alfombras.	1.6
3215	Cordelería.	2.1
3219	Fabricación de textiles N.E.P.	2.0
		100.0

Los sub-sectores Hilado, tejidos y acabados textiles, conjuntamente con la fabricación de tejidos de punto, representan el 87% de los establecimientos de la rama textil.

D.2. Consumo de Energía y Consumos Específicos

El consumo de energía de la industria textil en el año 1979 ascendió a 960.2 Tcal, representando aproximadamente el 7% del total de energía de la industria manufacturera nacional y el 1.2% del consumo total del país.

La participación de los consumos de combustibles de esta rama, con respecto al consumo total de combustibles en la industria manufacturera es de 6% y en el caso de la energía eléctrica, la participación es del 9%.

A continuación se detalla la participación porcentual de los combustibles y de la energía eléctrica por sub-sectores.

1/ FUENTE: Referencia (12).

CIIU		Combustibles %	E.E. %	Total %
3211	Hilados, tejidos y acabados textiles	91.1	87.8	90.1
3212	Artículos confeccionados de materiales textiles (excepto prendas de vestir)	.2	2.4	.9
3213	Fábrica de tejidos de punto	8.0	7.8	8.0
3214	Fab. de tapices y alfombras	.3	.5	.3
3215	Cordelería	.3	.7	.4
3219	Fab. de textiles N.E.P.	.1	.8	.3
		100.0	100.0	100.0

Tal como se observa el sub-sector hilados, tejidos y acabados textiles es el sub-sector mayor consumidor de energía de toda la rama textil (90.1%); debiendo destacar que sólo 5 del total de establecimientos conformantes del mismo, consumen el 20% del total de combustibles.

En relación al consumo de energía del proceso productivo del sub-sector antes citado podemos decir que las operaciones de tipo blanqueo, aprestado y teñido consumen fundamentalmente energía en forma de calor. En hilatura y tisaje el consumo de energía en el proceso de fabricación es principalmente energía eléctrica, aunque una parte importante se consume en el acondicionamiento de locales.

El consumo específico por unidad de producto elaborado fue de 14860 Kcal/Kg de tela, de acuerdo con la información tomada del documento que se señala en la referencia 16.

D.3. Incidencia del Costo de la Energía

La incidencia del costo de la energía en el costo de producción, para el caso de la Fábrica de Tejidos La Unión Ltda., una de las principales empresas de la rama textil, durante el año 1982 fue de 9.7% para la energía eléctrica y de 7.3% para los combustibles.

D.4. Estudios realizados sobre el Potencial de Ahorro de Energía

En varias empresas de la rama textil se han realizado estudios orientados a identificar ahorros de energía, recientemente se elaboró el documento Análisis Preliminar de Conservación de Energía en la Planta N° 2 de la Fábrica

La Parcela en Lima (Ver referencia (16)), cuyas principales recomendaciones se citan a continuación:

- Mejoramiento de operación de las calderas.
- Aumento de la temperatura del agua de alimentación.
- Mejoramiento del aislamiento térmico.
- Aprovechamiento de purgas.

Estas medidas permitirían obtener entre un 12% y 18% de ahorros en términos de energía y entre U.S.$ 25,000 y U.S.$ 38,000 anuales de ahorros monetarios.

La implementación de las medidas de conservación de energía por modernizaciones, posibilitarán obtener ahorros de hasta el 10% en el corto plazo y de hasta el 20% en el mediano plazo. La inversión podría ser recuperada entre 1 y 3 años.

Es necesario señalar que en algunas empresas textiles se han implementado medidas para racionalizar el uso de energía, tal es el caso de la Fábrica de Tejidos La Unión Ltda. S.A., en la cual se han aplicado diversas medidas, siendo las principales: Instalación de rodillos exprimidores con cubierta especial para aumentar en 35% la extracción de agua, este sistema permite un ahorro del 17% del vapor en el secado; reemplazo del sistema de teñido por agotamiento por el sistema de "impregnado-enrollado", en este caso se obtiene un ahorro de 4,082 Kcal/Kg de tela, planeamiento de producción y óptimo mantenimiento de las líneas de vapor y aislamiento entre otros.

Asimismo, se puede mencionar a la Empresa Textil "El Amazonas", en cuyas instalaciones se ha mejorado el factor de potencia, se ha coordinado el inicio de operación de los equipos a fin de disminuir la máxima demanda de potencia. Por otro lado, se ha perfeccionado el sistema de recuperación del condensado y el aislamiento térmico y está en estudio la instalación de una planta turbovapor a base de carbón pulverizado para suministrar vapor de proceso y energía eléctrica.

E. Azúcar

E. 1. Conformación de la Rama

Esta industria se encuentra ubicada mayormente en los valles de la Costa Norte del Perú. Un total de 12 haciendas cooperativas con ingenios azucareros conforman la industria.

E.2 . Procesos, Capacidad Instalada y Producción

Los ingenios están compuestos de las siguientes unidades: trapiche, difusor, tachos, refinería y turbinas a vapor de contra presión. En el cuadro E1 se muestra la producción de caña molida, bagazo y azúcar de las empresas de la Rama. No se dispone de datos sobre la capacidad instalada actual, pero se sabe que en 1975 se produjo un total de 8.9 millones de TM de caña molida , lo que indicaría que la industria opera actualmente bastante por debajo de su capacidad real.

PRODUCCION DE LAS EMPRESAS
AZUCARERAS - AÑO 1981
(En Miles de TM)

CUADRO EI

Empresa	Caña Molida	Bagazo	Azúcar	Bagazo (en Tcal)
Casa Grande	573.1	219.2	68.8	328.8
Cartavio	513.0	195.4	42.3	293.1
Paramonga	617.3	234.6	53.3	351.9
Tumán	761.2	271.7	74.1	407.6
Pucalá	830.4	283.1	90.3	424.6
Pomalca	684.2	219.4	63.5	329.1
Cayaltí	317.8	117.6	27.7	176.4
Laredo	258.4	81.0	24.9	121.5
San Jacinto	195.8	64.7	16.9	97.0
Andahuasi	205.6	65.8	21.1	98.7
Chucarapi	116.9	37.0	9.1	55.5
Ingenio	52.2	19.0	4.0	28.5
Total	5'125.9	1'808.5	496.0	2,712

Fuente : Referencia (17)

E. 3 Consumos de Energía , Consumos Específicos y Patrones Internacionales

El cuadro E2 señala los consumos totales por empresa y por combustible. No se incluye a la electricidad porque esta se autogenera y se consume casi - en su totalidad in situ, con excepción de Paramonga que fue motivo de un tratamiento especial.

CUADRO E2

CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DEL AZUCAR

AÑO - 1981

Empresa	Diesel Oil (Mil Bb)	Petróleo Residual (Mil Bb)	Bagazo (Mil.TM)	Diesel (Tcal)	Residual (Tcal)	Bagazo (Tcal)
Casa Grande	25.6	329.4	180	35	484	271
Cartavio	21.2	258.8	162	29	380	243
Paramonga	12.3	325.4	195	17	478	292
Tumán	16.7	101.0	242	23	148	363
Pucalá	26.9	74.5	262	37	110	393
Pomalca	17.1	40.2	216	24	59	324
Cayaltí	9.3	51.8	100	13	76	150
Laredo	10.5	43.1	81	14	63	122
San Jacinto	6.3	-	62	9	-	93
Andahuasi	9.7	-	65	13	-	97
Chucarapi	5.0	14.7	37	7	22	55
Ingenio	3.4	-	17	5	-	25
Total	164.0	1238.9	1619	226	1820	2428

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PETROPERU e Instituto del Azúcar.

Puesto que los datos de consumo de bagazo fueron calculados mediante coeficientes globales para la industria, el consumo específico que se muestra es también global y, desde luego, sólo aproximado, obteniéndose un valor de 5,351 Kcal/Kg. de azúcar.

También se dispone de un estudio sobre Paramonga referido al año 1978 que da los valores siguientes:

Cuadro E4

Paramonga	Consumos Específicos Kcal/Kg	kWh/TM	Patrón (Normal) Kcal/Kg	Internacional (Moderno) Kcal/Kg
Azúcar Cruda	4,654	97	3000-3200	2000-2200
Azúcar Refinada	1,747	35	1,500	1000-1300
Total	6,401	132	4500-4700	3000-3500

FUENTE: Referencia (3)

Resulta que los valores peruanos se sitúan bastante por encima del mejor valor internacional. Esto se debe a una falta de mantenimiento adecuado de los equipos cuyas edades, en la mayoría de los casos superan los 40 años. Se ha detectado que algunos calderos a bagazo y fuel operan con eficiencas bajas; de entre 55 y 70%.

E.4 Incidencia del Costo de la Energía

No se dispone de datos sobre la incidencia de la energía en los costos directos de producción.

E.5. Estudios realizados sobre el Potencial de Ahorro de Energía

En cuanto a posibles medidas de ahorro de energía en la rama azucarera, cabe señalar la necesidad de instalar equipo moderno de control en calderas. Es posible que, debido a su antiguedad, resulte conveniente una modernización integral. Algunas cooperativas están desarrollando estudios para el pre-secado del bagazo mediante los gases de escape de calderos.

También puede sugerirse el estudio de un sistema de generación eléctrica a partir del carbón mineral que no sólo tenga en cuenta las necesidades de la industria, sino de las regiones en que ésta se desarrolla, las que tradicionalmente han padecido de restricciones en la oferta de energía eléctrica.

Esta es una opción que merece ser analizada conjuntamente con las empresas azucareras. Otra opción de carácter similar concierne a los problemas de la industria del papel, ya que actualmente ésta utiliza gran parte del bagazo producido como insumos, comprándolo al precio calorificamente equivalente al petróleo residual. Por tal motivo el papel resulta caro y, de otro lado obliga a los ingenios azucareros a consumir petróleo.

F. Sector Eléctrico

F.1 Empresas de Servicio Público y Parque de Generación

El mercado de energía eléctrica en el Perú es servido por dos tipos de suministradores; las empresas de servicio público y los autoproductores. Las empresas de Servicio Público de Electricidad son : ELECTROPERU, ELECTROLIMA S.A. Energía Eléctrica Andina S.A. (HIDRANDINA), Sociedad Eléctrica de Arequipa Ltda. S.A. (SEAL), Compañía de Servicios Eléctricos S.A. (COSERELEC) y Empresa de Energía de Piura S.A., controlan el 64 % de la capacidad instalada total del país y el 75 % de la producción de energía eléctrica, en cambio los autoproductores que son principalmente empresas dedicadas a la minería, cemento, madera, petróleo,procesamiento de pescado y refinación de azúcar tienen a su cargo el 36 % y 25 % respectivamente de la capacidad instalada y producción de energía eléctrica.

ELECTROPERU, tiene a su cargo el suministro de energía a nivel nacional, opera 287 centrales, con una capacidad instalada de 1408 MW (75 % hidro y 25 % térmico) y con una generación de 4637 GWh/año; sirve a 372,000 abonados. Es necesario señalar que sólo 13 centrales eléctricas cuya potencia unitaria supera los 10 MW explican el 90 % de la capacidad total instalada y el 95 % de la producción total de esta empresa. El nivel de electrificación en las áreas servidas por ELECTROPERU alcanza al 33 % de la población.

ELECTROLIMA, dispone de una capacidad instalada de 599 * MW, de los cuales 75 % son hidráulicos y 25 % térmicos y suministra en el área de Lima-Metropolitana a más de 682,000 usuarios.

SEAL, cuya área de influencia es la ciudad de Arequipa, administra una capacidad instalada de 70.8 MW, de los cuales el 57 % son hidráulicos y 43 % térmicos. El número de suministros de SEAL es de aproximadamente 70,200 usuarios.

La capacidad instalada de las Empresas de Servicio Público de Electricidad asciende a 2246.4 MW, de los cuales 1660.7 MW (77%) fueron hidráulicos y 585.7 MW (26 %) son térmicos.

De la capacidad instalada térmica de dicho servicio 44.5 MW corresponden a grupos a vapor (CC.EE. de Iquitos, Chilina y Chiclayo), 251.1 MW a grupos

(*) Incluye la nueva Central Turbogas de 109 MW

turbo-gas (Chimbote, Trujillo, Santa Rosa y Chilina) y el resto es decir, 290.1 MW corresponden a grupos diesel distribuidos en 274 centrales témicas de menos de 10 MW.

El consumo de combustible de las empresas de Servicio Público de Electricidad durante el año 1982 fue de 1986 Tcal de los cuales 1238 correspondieron a petróleo diesel y 748 Tcal al petróleo residual. De otro lado los consumos específicos de las centrales termo-eléctricas de dichas empresas se sitúan en los siguientes niveles:

Centrales Termoeléctricas con grupos	Consumo Específico KWh/Galón
Diesel	14.0
Vapor	10.0
Turbogas	9.4

Estos valores dependen de las características técnicas del parque térmico (tamaño, antiguedad, estado de los equipos, etc.) y de su régimen de operación. Es necesario señalar que para las centrales diesel los consumos específicos corresponden a grupos más eficientes, que no son precisamente la mayoría de grupos que opera ELECTROPERU y cuyos rendimientos son mucho menores.

F.2 Experiencia acerca del uso racional de la energía en el sector eléctrico

En la industria de generación de energía eléctrica, si bien se han aplicado determinadas medidas tendientes a racionalizar el uso de la energía en la generación, sin embargo estas no han estado comprendidas dentro de un programa formal de uso racional de la energía. Por ejemplo, en el caso de ELECTROPERU podemos referirnos al cambio de régimen de opración de las centrales turbo - gas de Chimbote y Trujillo (de base o semi base a punta o reserva), como consecuencia de la entrada en operación de la Línea Lima-Chimbote que lleva energía hidroeléctrica al Sistema Santa, habiendo logrado por este motivo un importante ahorro de combustible diesel. Otro caso se ubica en el área de ELECTROLIMA, en cuyo sistema eléctrico ha ido mejorando su factor de carga y potencia debido por un lado a la entrada en servicio de un mayor número de cargas industriales y por otro lado al régimen tarifario aplicado en los últimos años que toma en cuenta la energía activa y reactiva.

Un logro importante que es necesario resaltar en lo que respecta al mejor uso de la energía en la generación de energía eléctrica, es el de SEAL, que luego de haber instalado un grupo turbogas del orden de 20 MW, puso en servicio un caldero de recuperación, para aprovechar los gases de escape de dicho grupo; el vapor producido sirve para generar una potencia adicional de 6 MW, con lo cual se hace un uso más eficiente del combustible utilizado (Diesel).

Actualmente ELECTROLIMA ha iniciado con su principal cliente que es la Refinería de Zinc de Cajamarquilla la aplicación de tarifas al costo marginal; con este mecanismo se ha logrado reducir la máxima demanda que exige esta carga al sistema de ELECTROLIMA y de otra parte la tarifa promedio que paga la refinería de Zinc ha disminuido, es decir el beneficio ha sido para las dos empresas.

Adicionalmente, ELECTROLIMA ha previsto llevar a cabo un programa de actividades orientado a un mejor uso de la energía, para tal propósito estudiará próximamente la factibilidad técnico-económica de las siguientes acciones :

- Conversión de turbinas a gas a ciclo combinado
- Renovación y modernización del alumbrado público de Lima.
- Administración de carga.

Estudios preliminares indican que la central turbogas de 109 MW recientemente instalada es capaz de producir alrededor de 40 MW adicionales si se le convierte a ciclo combinado. Por otro lado, el reemplazo de 160,000 lámparas incandecentes y mixtas por lámparas más eficientes como las de mercurio y sodio, podría reducir la carga de alumbrado público entre 22 a 24 MW y que la energía ahorrada podría llegar a apróximadamente entre 98 y 100 millones de KWh/año.

Finalmente el programa de administración de carga que incluye el control directo e indirecto de la máxima demanda de los usuarios; el desplazamiento hacia horas fuera de "punta" de algunas de las cargas industriales importantes, etc. tendría como efectos positivos la reducción de la máxima demanda y mejora del factor de carga en el sistema de ELECTROLIMA S.A.

IV Política de uso racional de la energía

La política energética nacional resalta la importancia de la conservación de energía, la cual involucra una amplia gama de decisiones sobre precios, polí-

tica industrial, financiamiento, etc.

La Ley Orgánica del Sector Energía y Minas establece la creación del Consejo Nacional de Energía que tiene como una de sus funciones fundamentales la de proponer normas para la conservación energética, tanto por parte de los usuarios como de la fabricación de equipos.

Una de las principales acciones que el Consejo Nacional de Energía tiene previstas en el campo del uso racional de la energía, tanto en la industria como en los demás sectores del país, es la creación del Centro Nacional de Conservación y Uso Racional de la Energía.

El programa de dicho centro estará destinado a :

1. Acceder a niveles adecuados de eficiencia energética integral en el conjunto de las actividades productivas y de servicios y,

2. Estimular y Promover la sustitución de energéticos derivados de petróleo por otros más convenientes para el país.

De estudios realizados en el Sector Energía y Minas orientados a identificar el potencial de ahorro de energía, se estima que en el sector industrial es posible alcanzar niveles de ahorro en combustibles derivados del petróleo del orden del 9 al 13 % para los próximos 5 años y del 25 % para los próximos 10-12 años. Las estimaciones de corto plazo significarían un ahorro de aproximadamente un millón de barriles de petróleo por año, que a los precios actuales representarían aproximadamente 30 millones de dólares anuales.

El Centro Nacional de Conservación Energética (CNCE) que deberá estar dotado con adecuados medios técnicos y financieros para la formulación, evaluación y seguimiento de los programas de acción, tiene entre las actividades generales que desarrollará las siguientes :

- Elaborar los balances de energía útil;
- Llevar a cabo auditorías energéticas tanto en los sectores productivos como de servicios;
- Proponer la legislación necesaria para crear los incentivos y normas relevantes a la conservación energética.
- Coordinar la fabricación de equipos con criterios de conservación de energía.

La puesta en funcionamiento del Centro Nacional de Conservación de Energía requerirá del apoyo inicial de la cooperación técnica y financiera internacional; en tal sentido se vienen realizando las gestiones pertinentes.

Referencias Bibliográficas

(1a) Cuentas Nacionales del Perú y Anexo. INP/ONEC-INE.

(1b) Balances Nacionales de Energía. Ministerio de Energía y Minas. Lima Perú.

(2) Industrial Internacional Data Base. Energy Analysis Methodology. U. S. Department of Energy 1978.

(3) Report on Energy Rationalization in Peruvian Industry. (Large Energy Consummers) J. Jasiewicz. Project PER 78/010 PNUD. Ministerio de Energía y Minas. Lima-Perú, 1980.

(4) Energy System Studies. Project SI/PER/82/802 UNIDO/SIDERPERU. Rajaram, R. Lima, 1982.

(5) Joint Peru/United States Report on Peru/U.S. Cooperative Energy Assessment. U.S. Department of Energy. August 1979.

(6) Conservación de Energía en los Sistemas Industriales de MINERO PERU. J. Jasiewicz. Lima-Perú, 1983.

(7) Energy Conservation Analysis in CENTROMIN PERU (The La Oroya Plant). J. Jasiewicz. Lima-Perú. Octubre 1982.

(8) Estructura de la venta de Energía Eléctrica por ELECTROPERU en 1980. J. Caballero. Lima, 1981.

(9) Estudio Técnico-Económico sobre la Renovación del Sistema Actual de Alumbrado Público. ELECTROLIMA. 1980.

(10) The Cement Industry. Gordian Associates Inc. NATO/CCMS 46, 1976.

(11) PETROPERU. Gerencia de Comercialización.

(12) Ministerio de Industria, Turismo e Integración. Dirección de Estadística.

(13) Ministerio de Energía y Minas. Dirección de Estadística.

(14) Escuela Superior de Administración de Negocios "Sustitución del Petróleo Residual por Carbón en la Industria Cementera". Tesis. Lima 1982.

(15) "Energy Expenditures Associated with the Production and Recycle of Metals" Oak Ridge National Laboratory. Nov. 1972.

(16) "Análisis Preliminar de Conservación de la Energía en la Planta N° 2 de

la Fábrica " La Parcela". J. Jasiewicz y M. Llauri. ITINTEC, Lima Mayo 1983.

(17) " Estadística de Control de Producción, Cuadro Comparativo de Procedimientos de los Ingenios Azucareros, Año 1981. " Instituto del Azúcar".

Unidades y Equivalencias

1 Tcal = 10^9 Kcal

1 Gcal = 10^6 Kcal

Productos	Poder Calórico Inferior
Carbón Mineral (Antracita)	7.00 Tcal/10^3 Ton
Leña	3.60 Tcal/10^3 Ton
Bagazo	1.50 Tcal/10^3 Ton
Petróleo Grudo	1.38 Tcal/10^3 Bbl
Gas Asociado	0.234Tcal/10^3 Pc
Coque	6.40 Tcal/10^3 Ton
Carbón Vegetal	6.50 Tcal/10^3 Ton
Gas Licuado	0.95 Tcal/10^3 Bbl
Gasolina Motor	1.22 Tcal/10^3 Bbl
Kerosene	1.33 Tcal/10^3 Bbl
Diesel	1.38 Tcal/10^3 Bbl
Petróleo Residual N°5	1.47 Tcal/10^3 Bbl
Petróleo Residual N°6	1.48 Tcal/10^3 Bbl
Energía Eléctrica	0.86 Tcal/GWh
Energía Hidráulica	1.075 Tcal/GWh

M. W. Horning
Division de Politica Energetica
Ministerio De Asuntos Economicos
La Haya

USO EFICIENTE DE LA ENERGIA Y SUSTITUCION DEL PETROLEO EN LA INDUSTRIA TEXTIL

---

1. La situación de la industria textil en los Países Bajos y en América del Sur.

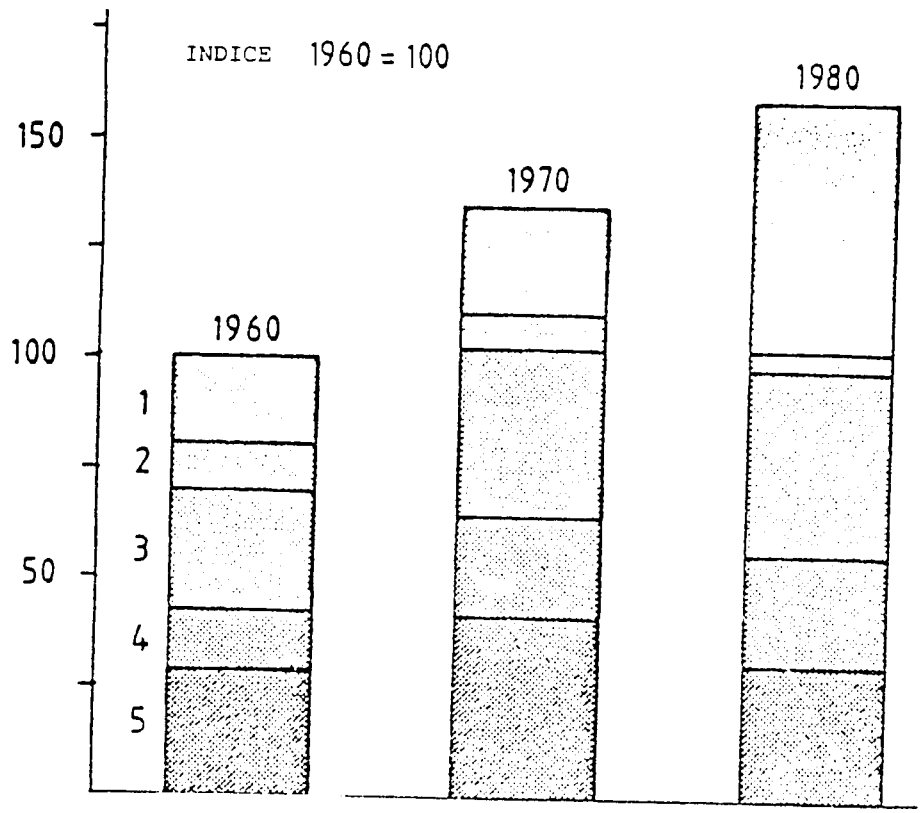
La manufactura textil industrializada hizo sus comienzos en Inglaterra en el siglo XIX. En los Países Bajos, las fábricas textiles surgieron a mediados de dicho siglo, y constituyeron una de las primeras actividades industriales importantes del país. Estas actividades, enteramente mecanizadas, abarcaban toda la gama de los procesos de producción textil, incluyendo el hilado, el estiraje, el secado, el tisaje y el acabado, que comprende el aprestado. En el periodo transcurrido entre las dos guerras mundiales, la industria textil holandesa se expandió y exportó una gran parte de su producción, especialmente con destino a la densa población del sudeste de Asia, en el que Indonesia -en esa época colonia holandesa- representaba un mercado considerable. La segunda guerra mundial marcó el inicio de un cambio radical. Varios factores contribuyeron a una regresión de esta floreciente industria durante un periodo de 20 años. Las principales causas fueron :

- el surgimiento de una capacidad de producción en países asiáticos tales como la India, Taiwan y Corea del Sur, que despojaron a la industria textil holandesa de su principal mercado de exportación.
- los bajos costos de producción, especialmente en los países asiáticos, que dieron lugar a una invasión del mercado nacional holandés de importaciones baratas.
- el bajo rendimiento del proceso de producción holandés, al que se sumaron costos elevados de mano de obra. Como las empresas se veían obligadas a utilizar una gran parte de sus reservas financieras para compensar sus pérdidas, no podían invertir dinero en nuevos equipos que les permitieran ahorrar mano de obra para reemplazar a la maquinaria obsoleta. El Cuadro I ilustra con cifras esta evolución.

	1960	1970	1980
Ventas en millones de dólares E.E.U.U. (precios actuales)	1.020	1.050	1.530
Mano de obra x 1.000	116	60	32
Porcentaje de la producción industrial total holandesa	7,6	8,0	2,3

Cuadro I. Evolución de la industria textil holandesa, en cifras. (Fuente: Oficina Central de Estadísticas de los Países Bajos).

El cuadro II ilustra la evolución de la manufactura y el comercio de los Países Bajos medido en tiempo, así como la participación de algunos sectores en dichas actividades.



1 = Otras industrias
2 = Textil
3 = Alimentación
4 = Química
5 = Metalurgia

Cuadro II . Evolución de la participación de diversos sectores industriales holandeses en las ventas (base 1960 = 100).

Actualmente, la industria textil holandesa mantiene su producción en un nivel estable gracias a un alto nivel de especialización.

La producción actual incluye telas estampadas y tratadas de alta calidad, con destino a usos especiales, tales como el vestir, los artículos recreativos y otros productos de esta índole.

En cuanto a Sudamérica, de la información disponible en los Países Bajos -publicaciones realizadas por el Organismo de Comercio Exterior de los Países Bajos, dependiente del Ministerio de Asuntos Económicos- se desprende que Brasil, Colombia y Argentina en particular, poseen industrias textiles comparables con las de Holanda. En aquellos países, esta industria representa una proporción considerable de la producción manufacturera total (en Brasil, 10 % en 1980; en Latinoamérica, un total del 8 % en 1975) .

2. El consumo energético en los Países Bajos.

El siguiente gráfico representa una visión general y esquemática de la economía energética actual de los Países Bajos.

42 %	industria	17 % de la energía como materia prima
		25 % consumo energético
15 %	transporte	
43 %	sector de la construcción	

Gráfico I. Participación de los tres sectores consumidores principales en el consumo energético holandés.

En el cuadro III, se describe el consumo energético de diversos sectores manufactureros, quedando claro que la industria textil representa una parte relativamente pequeña del consumo industrial total de energía.

	Porcentajes
Alimentos, bebidas, tabaco	7,6
Productos textiles, ropa y artículos de cuero	1,4
Industria del papel e imprenta	3,2
Productos químicos, caucho - usos energéticos	22,8
- usos no energéticos	42,7
Maderas y materiales de construcción	4,2
Metalurgia	11,7
Industrias mecánicas y electrotécnia	5,3
Otras industrias	0,1
	100,0

Cuadro III. Estudio del consumo energético por sector industrial, en porcentajes.

3. El consumo energético en la industria textil

La información que se presenta en este capítulo y en los subsiguientes concierne principalmente al sector de mayor consumo energético de la industria textil, es decir, el acabado, dentro del cual el aprestado es el de mayor consumo energético.

En las plantas donde se efectúa el aprestado, se produce toda clase de telas para prendas de vestir y artículos diversos, así como textiles destinados a fines recreativos. Los materiales que componen a estas telas son generalmente el algodón y el algodón reforzado con fibras de poliéster.

El aprestado sirve para realzar la apariencia y mejorar las cualidades de los tejidos.*

Los procesos destinados a mejorar la apariencia son, en general, el blanqueo, el teñido y el estampado. Las cualidades que presentan los tejidos pueden reforzarse dándoles las características de que no se arrugan, no encogen, y son impermeables. Estos tratamientos pueden efectuarse a lo largo de las diferentes etapas del proceso de producción, cuando el algodón está en borlas, en madejas o tejido.

Como estos tratamientos se llevan a cabo en distintas secuencias, en función del producto final que se desea, es imposible describir un proceso general de aprestado de tejidos.

No obstante, mencionaremos procesos importantes que son imprescindibles :

- tratamientos mecánicos previos, tales como el chamuscado. Este proceso consiste en pasar el tejido por encima de llamas, utilizando rodillos. Para evitar que el chamuscado sea excesivo, se enfrían los quemadores y se extraen los gases de combustión, al tiempo que se desplaza al tejido a una velocidad adecuada.
  Este tratamiento permite eliminar las fibras sobresalientes, con el fin de obtener una superficie lisa.

- tratamientos húmedos previos, tales como el estiraje de las madejas, el mercerizado y el blanqueo. Para ello, se hace pasar el tejido por baños químicos (soluciones acuosas), y luego por secadores de tambor.

- teñido y estampado.

---

* N.delT. Esta operación se realiza casi al final del proceso, en las operaciones de acabado, después del teñido y antes del planchado y doblado.

- post-tratamientos tales como la impregnación del tejido y el fijado de los pigmentos en la tela.

Todos estos procesos requieren grandes consumos de energía, pues los baños de tintura y los productos químicos de las soluciones acuosas, que se enfrían constantemente, deben calentarse. Después de casi todos los tratamientos, la tela, lavada y escurrida, se seca de diferentes maneras, y/o se la pone en contacto con aire caliente para el fijado.

Además de estos tratamientos térmicos, se necesita una gran cantidad de energía mecánica para impulsar al tejido a través de los rodillos, y para propeler a los ventiladores que evacúan el aire saturado después del proceso de secado.

En un reciente estudio sobre las maneras en que puede ahorrarse energía en la industria del acabado en los Países Bajos, se fijaron cifras claves para el consumo energético en numerosas plantas que fueron objeto de este estudio. Véase el Apéndice 1.

En el cuadro IV, se presentan los principales datos relativos al consumo energético en el proceso de acabado en la industria textil holandesa. Dichos datos conciernen al consumo de energía, incluyendo la calefacción, registrado en 16 empresas de acabado de los Países Bajos.

Energía primaria total (en toneladas de equivalente petróleo)	gas 56.210	
	petróleo 9.190	
Electricidad, en kWh	- suministro público	$41.6 \cdot 10^6$
	- auto-producción	$31.4 \cdot 10^6$
Consumo medio por kg de tejido	energía primaria en kg. equiv. petróleo	1.15
	electricidad en . Wh	1.0

Cuadro IV (pág. anterior). Consumo energético de la industria del acabado de los Países Bajos. Véanse las tablas de conversión de la energía en el Apéndice 2.

Teniendo en cuenta los precios actuales de la energía en los Países Bajos, la parte correspondiente a la energía en los costos totales de producción varía entre el 10 y el 20 %. Para observar los precios actuales de los combustibles en este país, véase el Apéndice 2.

4. Métodos para reducir los costos energéticos en el proceso de acabado en la industria textil.

Los costos energéticos de la industria dependen de :

- los precios, sujetos a factores externos. Los costos energéticos pueden reducirse sustituyendo los combustibles empleados por otros menos costosos. Este punto se comenta brevemente en el párrafo 4.2.
- el rendimiento energético de los procesos de producción. Los aspectos técnicos y económicos de los ahorros de energía en el proceso de acabado en la industria textil se describen en el párrafo 4.1.

4.1. Uso eficiente de la energía

Los ámbitos en que pueden tomarse medidas cuya finalidad tienda al ahorro energético son :

- los procesos de producción, como se ha explicado en el capítulo 3.
- el suministro de energía, con relación a la producción de vapor en la sala central de calderas.
- la calefacción en las instalaciones y en los edificios de oficinas.

Como ya se ha explicado en el capítulo 3, la mejor manera de describir el proceso de producción consiste en dividirlo en cuatro grupos de operaciones, mencionando las medidas generales correspondientes a cada uno de dichos grupos :

- Tratamientos mecánicos previos : Con relación al chamuscado, los elementos que deben tomarse en cuenta son :
  a) mayor velocidad en el transporte.
  b) el ajuste del ancho de la sección del quemador al ancho de la tela.

  De esta manera, es posible obtener un ahorro de un 25 al 50 % en comparación con máquinas que no han sido reajustadas. El consumo energético por metro cuadrado varía entre 0,03 y 0,19 MJ.

- Tratamientos húmedos previos : Los elementos que se enumeran a continuación afectan al consumo de energía durante el estiraje de las madejas :
  a) debería cubrirse la cuba de impregnación, dejando pequeñas aberturas para la entrada y la salida del hilo.
  b) debería interrumpirse el suministro de energía a los tambores de secado cuando la máquina de estiraje está inactiva.
  c) debería efectuarse un escurrimiento adicional antes del secado.
  d) debería utilizarse el condensado de vapor que sale de los tambores de secado para calentar el agente de impregnación.

El rendimiento económico de la mayor parte de estas medidas es satisfactorio (véase el Cuadro V, página 9).

Otro tratamiento previo se efectúa en los generadores de vapor (que también se utilizan para fijar las tinturas y condensar las resinas sintéticas en los tejidos). En esta operación, se pone la tela en contacto con aire completamente saturado con vapor de agua, con una temperatura de 100° C.

	Ahorro de vapor (%)	Medida tomada	Periodo de recuperación
a	6	instalación de una tapa	6 meses
b	3 - 5	dispositivos de control automático	6 meses
c	15 - 20	no puede aplicarse en las plantas existentes	2 años
d	3 - 5	sistemas de tuberías + depósito	6 meses - 2 años

Cuadro V. Ahorros en el proceso de estiraje de las madejas. El consumo energético de las máquinas de estiraje varía entre 4,1 y 7,0 MJ/kg de hilo.

Para reducir el consumo energético de estas máquinas, debería intentarse hacer pasar una mayor cantidad de tejido a través del generador de vapor, y reducir al mínimo la pérdida de vapor en el sistema de extracción.

El vapor se evacúa por las mismas aberturas por las que entra y sale la tela, con el fin de impedir que penetre el aire frío exterior (a tal efecto, se mantiene generalmente en el generador de vapor una ligera sobrepresión). Según el proceso de generación de vapor utilizado, el consumo de energía varía entre 1 y casi 5 MJ/kg de tela. No se conocen los porcentajes exactos de ahorro energético.

- Teñido y estampado : los principales factores que pueden aumentar innecesariamente el consumo de energía de las máquinas de teñido son los siguientes :

a. una relación demasiado elevada entre el peso de la tela y el volumen del baño de tintura. Existen cuatro tipos de máquinas de teñido : los "jiggers" (máquinas de teñido a lo ancho), las barcas de torniquete, las máquinas de chorro y las de rebosamiento. Puede fijarse una relación óptima, basada en experiencias prácticas, para cada tipo de máquina.

b. debería intentarse mantener la temperatura de los baños de tintura, en las máquinas de teñido abiertas, justo por debajo de los 100° C, con el fin de que pueda controlarse el suministro de vapor mediante un termostato.
Además, debería instalarse una tapa equipada con un tubo indicador, para evitar pérdidas innecesarias de calor.

c. en las máquinas de teñido cerradas, a veces se extrae el vapor de agua que se halla sobre el baño de tintura. Para evitar pérdidas de energía, convendría proceder a esta extracción después del teñido, cuando ha cesado el suministro de calor al baño de tintura.

Con estas medidas, puede ahorrarse cerca del 50 % del consumo de

energía del proceso de teñido, sin efectuar ninguna inversión (fuera de la instalación de tapas sobre los baños de tintura abiertos).

Así pues, puede reducirse el consumo energético a 5-10 MJ/kg de carga, según el tipo de máquina de teñido.

Durante la estampación, se necesitan grandes cantidades de energía para evaporar las sustancias volátiles tales como la trementina y el agua presentes en la tinta o la pasta de impresión.

En la mayor parte de las máquinas de estampación rotativa, la tela estampada se seca con aire calentado directamente por llamas de 100-150° C. Se pierde mucha energía durante el secado, debido a una utilización excesiva de aire por razones de seguridad, con relación al vapor de trementina. Los fabricantes de máquinas estampadoras pueden especificar con precisión los márgenes de seguridad. El punto de inflamación límite de una mezcla aire-trementina es del 0,6 % de trementina por volumen.

- post-tratamientos : estos tratamientos consisten principalmente en secar la tela y fijar los pigmentos o resinas sintéticas.

  La tela puede secarse en una batería de tambores de secado, calentados con vapor, y utilizados la mayoría posible de veces para secar la tela entre uno y otro tratamiento. Los ahorros posibles más importantes pueden obtenerse de la siguiente manera :

a. secar hasta obtener un contenido de humedad residual bajo. Dicho contenido puede variar en función de la presión del vapor y de la velocidad de desplazamiento de la tela, sin que se requieran inversiones.
b. un cierre hermético para evitar pérdidas de vapor.
c. reducir las pérdidas de inactividad.

  Las pérdidas de inactividad pueden reducirse en gran medida mediante un dispositivo adecuado de control del vapor, que no es forzosamente

costoso. El periodo de recuperación para una inversión de 1000 dólares E.E.U.U. es sólo de unos meses.

Se ha comprobado que el consumo medio de energía de los tambores de secado varía entre 3,0 y 4,5 MJ/kg de agua evaporada.

La tela puede secarse en instalaciones de secado especialmente concebidas, en las que se estira la tela a lo ancho en una cámara en la que se introduce aire caliente. El aire saturado es extraído por ventiladores. El aire frío se calienta ya sea directamente con llamas, o bien haciendo pasar tuberías de vapor o de fluido térmico caliente.

El consumo energético de estas máquinas, incluyendo el consumo de electricidad de los ventiladores, es de aproximadamente 5-10 MJ/kg de agua evaporada.

Es posible ahorrar energía de la siguiente manera :

a. reduciendo la cantidad de aire caliente, lo que puede hacerse automáticamente gracias a un sistema de control que vigile el contenido de vapor de agua del aire extraído y la entrada de aire. La norma debería fijar un contenido de humedad de 0,1 kg por kg de aire extraído. La inversión a efectuar en este dispositivo, que permite ahorrar más del 30 % de la energía, no es importante, y el periodo de recuperación es inferior a un año.

b. secando la tela hasta llegar a un contenido de humedad residual más elevado; no es necesario secar la tela de algodón más allá de un contenido de humedad de 6-7 %, en la mayoría de los casos.

   La experiencia práctica ha demostrado que con un contenido de humedad residual del 1 % en lugar del 6-7 %, la pérdida de energía es de 9 %.

   También puede ahorrarse energía mediante un escurrimiento adicional efectuado antes de que la tela entre en la instalación de secado.

Si el contenido de humedad se reduce en un 5 %, el ahorro energético es de 4 %. Estos dos últimos métodos de ahorro no requieren inversión alguna.

Manteniendo los ventiladores en la menor velocidad posible, en numerosos casos puede ahorrarse cerca de 30 % del consumo energético.

Los pigmentos y demás sustancias orgánicas se fijan en hornos especiales que funcionan aproximadamente según el procedimiento antes mencionado.

Al igual que en el proceso de secado, es posible ahorrar energía en dichos hornos utilizando una dosis correcta de aire caliente. El volumen de aire no debe ser mayor que el que se necesita para retirar las sustancias fijadoras liberadas junto con el aire extraído. La experiencia recomienda 4-5 kg de aire por kg de tela.

Para un consumo energético que varía entre 2 y 2,5 MJ/kg de tela, en el que se incluye el consumo de electricidad de los ventiladores, esta medida permitió obtener un ahorro del 20 al 25 % en los hornos holandeses.

El consumo de combustible en el proceso de acabado no depende solamente del rendimiento energético del proceso de producción. La calefacción de las unidades de la fábrica y la eficiencia del suministro de energí (sala de calderas, planta de producción combinada de vapor y electricidad), también desempeñan un papel importante.

Las formas de ahorrar energía en estos ámbitos no son exclusivamente propias de la industria textil. En las salas de calderas existentes, se deben tomar en cuenta los dispositivos siguientes:

a. La utilización de un economizador, en el cual parte del calor de los gases de combustión se transmite al agua de alimentación.

b. También pueden realizarse considerables ahorros de energía calentando previamente el aire de combustión con el calor recuperado de los gases de combustión.

c. Para mantener la calidad del agua conforme a las normas deseadas, se desagua regularmente la caldera. El calor contenido en esta agua puede utilizarse casi totalmente para el calentamiento previo del agua de fabricación, gracias al empleo de un intercambiador de calor.

d. El agua de condensación reciclada que se forma durante el proceso de producción suele acumularse en un depósito bajo presión atmosférica; como consecuencia de la disminución de presión resultante, un 10 a 15 % del agua de condensación se transforma en vapor, conocido bajo el nombre de "flash steam" (vapor instantáneo). En la mayoría de los casos este vapor se descarga en la atmósfera, sin tener en cuenta la posibilidad de hacer uso del mismo.

e. Finalmente, dos puntos técnicos relativos a la caldera misma : hay que asegurarse de que se efectúe regularmente la inspección del ajuste del quemador para garantizar que funciona con la proporción correcta de sobrealimentación de aire. También pueden producirse innecesarias pérdidas de energía si el regulador de tiro del conducto de chimenea no cierra correctamente cuando la caldera no está en servicio. En las firmas holandesas se ha demostrado que la combinación de estas medidas permite ahorrar en promedio un 7 % del consumo total de energía de una fábrica. El período de amortización de todas estas inversiones es inferior a 2 años.

4.2. Combustibles de sustitución

El combustible más utilizado en los Países Bajos es el gas natural (véase el capítulo 3). Las plantas que producen su propia energía, lo que es provechoso desde el punto de vista económico debido a la interesante combinación calor-electricidad, emplean principalmente

motores o turbinas de gas. El consumo de combustible varía en función de las condiciones regionales y económicas.

Desde un punto de vista técnico, en el proceso de acabado en la industria textil puede utilizarse todo tipo de combustible adecuado para las calderas o para una instalación combinada de vapor y electricidad (carbón, petróleo o gas). También puede resultar interesante utilizar los desechos como combustible, por ejemplo, los residuos de la madera u otros desechos orgánicos. Con las actuales tecnologías de combustión y gasificación, es posible emplear los desechos para producir electricidad, de manera eficiente y sin peligro de exceso de contaminación del medio ambiente.

Teniendo en cuenta el carácter constante de la demanda de vapor y electricidad por parte de la industria textil, las opciones de la energía eólica y solar todavía no son aplicables, desde un punto de vista económico, con las tecnologías actualmente disponibles.

4.3. Gestión de la energía

No es posible iniciar y controlar debidamente un programa de ahorro energético en la industria, a menos que se conozca el consumo de energía de los diferentes procesos de producción en relación con el volumen de producción.

Esto significa que debería controlarse con frecuencia el consumo energético, midiendo la entalpía, el kWh o el vapor, en diferentes puntos vitales de los procesos. La experiencia ha demostrado que este sistema sólo puede funcionar si está a cargo de una persona directamente responsable del mismo. Este responsable debe supervisar las cifras correspondientes al consumo, compararlas con las normas que se indican en el párrafo 4.1, y proceder a los reajustes necesarios . Estas cifras también sirven de base para tomar las decisiones ade-

cuadas en materia de inversión en equipos que permitan ahorrar energía.

El siguiente ejemplo, tomado de la práctica, ilustra la importancia que reviste el sistema de control energético :

Inversiones en equipos de control (dólares E.E.U.U.)	
- 6 puntos de medición del vapor	13.000
- 2 puntos de medición del gas	1.450
- medidores adicionales de electricidad	725
	15.175

Horas-hombre utilizadas en la gestión energética (horas por semana)	
- coordinador	1 - 2
- tratamiento manual de los datos	6
	7 - 8
Total por año	400

Ahorros obtenidos en comparación con años anteriores :

- combustible 23 %
- electricidad 7 %

5. Introducción de políticas energéticas en las plantas manufactureras; el papel del gobierno y de la industria.

La realización de un programa energético específico depende generalmente de diversos factores, que pueden dividirse aproximadamente en las cuatro categorías siguientes :

a) conocimiento por parte de la empresa del consumo energético en relación con la producción, de los aspectos tecnológicos y económicos del ahorro de energía, y de las tecnologías de sustitución de combustibles.

b) el sistema directivo interno encargado de establecer y hacer funcionar el sistema de control energético.

c) se requiere cierto conocimiento de las perspectivas futuras de la empresa para poder tomar la decisión necesaria para una inversión.

d) la situación financiera de la empresa, y sus posibilidades de créditos para la inversión en equipos que permitan ahorrar energía.

La armonización y la coordinación de las políticas y actividades del gobierno, de las empresas y de los demás interesados, en lo que se refiere a los aspectos enumerados anteriormente, pueden aportar los incentivos necesarios.

En el cuadro VI, a continuación, se describe la forma en que pueden abordarse estos diferentes aspectos :

aspectos	industria	gobierno	varios
a.conocimiento	- adquisición activa de conocimientos, mediante programas gubernamentales, etc. - asesoramiento pedido a consultores, contratistas y fabricantes de equipos.	- programas de información de diferentes tipos (tal vez por sector). - apoyo a proyectos de demostración y difusión de conocimientos al respecto. - alentar a las empresas a que soliciten asesoramiento externo (tal vez mediante ayuda financiera).	- consultorías -suministro de conocimientos -intercambio de conocimientos (gobiernos, empresas, países, organizaciones internacionales) -contratistas y fabricantes de equipos: suministro de tecnología y conocimientos.
b. gestión	- designación y capacitación de un coordinador responsable de la energía. - la gestión debería incluir políticas energéticas.	- información	- respuesta de los consultores a las solicitudes. - escuelas, organización de cursos sobre gestión energética
c.perspectivas de la empresa	- planificación general de la empresa.		
d. financiamiento	- planificación adecuada de las inversiones (realización de análisis de la relación coste-beneficio).	- subvenciones para la inversión. - garantías. - papel de intermediario entre los bancos y las empresas.	- bancos; préstamos otorgados para la inversión destinada al ahorro energético.

Cuadro VI . Políticas energéticas en la industria.

Si bien los precios de la energía constituyen el principal incentivo para que las empresas adopten políticas energéticas, el gobierno puede desempeñar un importante papel en el fomento de las mismas. Debería intentar, en particular, crear una conciencia de la política energética en las empresas. Puede hacerlo otorgando incentivos financieros o promoviendo proyectos de investigación y demostración, y suministrando informaciones específicas basadas en dichas actividades de investigación y desarrollo.

Dado el carácter homogéneo de la industria, convendría tomar estas medidas por sectores a través de grupos de operaciones homogéneas.

Es importante que las empresas adopten sistemas de control energético como herramienta para la gestión, y se familiaricen con las tecnologías energéticas.

Por otra parte, los consultores, los proveedores de equipo y los bancos deben desempeñar un papel activo en este mercado.

La cooperación internacional, a través de los intercambios de conocimientos, puede aportar una contribución positiva al conjunto del proceso.

Apéndice 1

Las cifras y las conclusiones que figuran en este documento se basan en un estudio del consumo energético realizado en el sector de acabado en la industria textil por :

- TNO-Vezelinstituut, Schoenmakerstraat 97, 2628 VK DELFT, Países Bajos. Tel. 015-569330.
  Autores : R.B.M. Holweg y H. Schukking.

- Krachtwerktuigen, Regentesselaan 2, 3818 HJ Amersoort. Países Bajos, tel. 033-17245.
  Autores : J.A.H. Karsmakers y J. Boers.

Apéndice 2

Se han utilizado los siguientes factores de conversión :

- 1 m^3 de gas natural	= 31,7 MJ
- 1 tonelada de equivalente petróleo	= 40.300 MJ
- 1 kWh	= 3,6 MJ

Los precios de la energía en los Países Bajos eran, en 1982 :

- 1 m^3 de gas natural	= 0,16 dólares E.E.U.U.
- 1 kWh	= 0,07 dólares E.E.U.U.

Uso Racional de Energia en la Industria Textil: "La Experiencia de Colombia"

Hugo Serrano Marino
Superintendente Servicios Tecnicos
Enke de Colombia

1. Colombia fué exportador de petróleo durante varias décadas, pero inició las importaciones de hidrocarburos a comienzos de la primera crisis del petróleo en 1973. Exportó un alto porcentaje de sus reservas cuando los precios eran muy bajos y se convirtió en importador en la época de los precios crecientes. Esta situación llevó a plantear serios temores sobre los impactos que tendrían las importaciones sobre la balanza exterior del país. Afortunadamente la bonanza del café y de otros rubros del sector externo así como la exportación de algunos derivados del petróleo redujeron considerablemente esos impactos.

   En los últimos años, gracias al esfuerzo exploratorio, se reversó la tendencia en la producción de crudos y la esperanza actual es la de que el país retorne en algunos años a la autosuficiencia.

2. No puede decirse que Colombia afronte una crisis de recursos energéticos, porque, en verdad, dispone de cantidades apreciables de carbón, de un inmenso potencial hidroeléctrico, que apenas está aprovechando en un 5%, de importantes yacimientos de gas y, muy probablemente, de algunos minerales radioactivos. Su ubicación geográfica le permite utilizar también las fuentes no convencionales de energía entre las cuales se destacan la solar y la biomasa.

   El recurso crítico es el petróleo, cuya búsqueda es afanosa, especialmente en zonas promisorias.

   El problema energético del país surge entonces del hecho bien significativo de que el uso de los recursos energéticos está en relación inversa con las disponibilidades. Es decir, que los consumos están centrados en el recurso más escaso, como es el petróleo, mientras que el recurso más abundante satisface una parte muy reducida de las necesidades. De allí surge la importancia de los ahorros, del uso racional y de los procesos de sustitución de energía. En algunas zonas se está acelerando la sustitución de hidrocarburos líquidos por gas y por carbón.

3. En los actuales momentos el país se halla embarcado en dos grandes pro-

yectos, además de intensificar la actividad exploratoria en el área petrolera, uno de los cuales tiene que ver con la explotación del carbón en gran escala, para atender especialmente las necesidades del exterior, mientras que el otro se centra en el desarrollo hidroeléctrico, cuya capacidad, para finales de siglo, se debe multiplicar por cinco.

4. La política energética se ha concentrado en activar la exploración petrolera, adecuar los precios a las tendencias del mercado mundial y sustituír por carbón y gas algunos de los grandes consumos de derivados líquidos.

   En el año de 1979 el país emprendió el Estudio Nacional de Energía, cuyo objetivo se sintetiza en las siguientes palabras del Ministro de Minas y Energía: ".... permitirá contar con un mecanismo a través del cual es posible simular diferentes alternativas o escenarios energéticos sobre un horizonte de tiempo que se extiende hasta el año 2.000. Con su ayuda se podrán analizar los diversos segmentos que tienen que ver con el campo de la energía, establecer y estudiar las interacciones entre cada uno de ellos, allegar elementos de juicio para la toma de decisiones, y sugerir orientaciones y metas encaminadas a lograr un uso racional de nuestros recursos naturales y una asignación eficiente de nuestros factores productivos".

5. En relación con la industria el Estudio Nacional de Energía anota lo siguiente: (1)

   La industria consume algo más del 30% de la energía total y la tasa promedio anual de crecimiento del consumo fué del 3.3% entre 1970 y 1979. Sin embargo, en el caso del petróleo dicha tasa es negativa (-2.7%), que contrasta con la de la electricidad que es superior al 8% anual. Para lo que resta del siglo la participación de la industria se incrementará.

   La composición de la demanda por energía en el sector industrial será la

---

(1) Estudio Nal. de Energía: Pg. 110, 113, 224, 226.

siguiente para el año 1990:

Eléctrica	18%
Carbón	48%
ACPM	12%
Kerosene	2%
Fuel oil	9%
Gas natural	11%

Los productos cuyo consumo crecerá a una mayor tasa son: energía eléctrica (8.5%) carbón (6.3%), ACPM (5.2%) y gas natural (5.5%). Es notable el decrecimiento del kerosene (-0.8%) y del fuel oil (-0,2%). Estos crecimientos serán mayores o menores según sea el escenario en que se desarrollen la economía y la industria.

Se espera que continúe el proceso de sustitución de derivados de petróleo por carbón y energía eléctrica.

"Sobre conservación de energía es poco lo que se pude decir puesto que no existe información adecuada sobre los usos de la energía y la eficiencia de cada producto en cada uso. En términos calóricos agregados, sin considerar esas eficiencias, la demanda por energía crece a una tasa de 5.4% por año, menor que la de la producción industrial, hecho que se refleja tanto en la conservación inducida por el crecimiento en los precios de los productos, como en el cambio de la composición de la demanda. Por ejemplo la energía eléctrica, que es el producto más eficiente en la mayoría de los usos finales, aumentará su participación de un 13% de la energía total en 1980, a un 18% en 1990 y a un 20% en el 2.000. El carbón pasa del 42% en 1980 al 48% en 1990 y al 49% en el 2.000, siendo suministrado el resto de la energía por los derivados del petróleo y por el gas natural" (1).

Esta composición puede sufrir variaciones de acuerdo con las políticas de precios, especialmente de los derivados del petróleo. Esta política es casi

---

(1) ENE Pg. 231.-

la única posibilidad de conservación y sustitución de energía a través de medidas de carácter general para la industria. Tratándose de sectores, en cinco de los cuales se encuentra el 80% del consumo energético industrial y que fueron estudiados por el ENE (petroquímico, cementos, alimentos y bebidas, siderúrgica, papel y pulpa) se encuentran posibilidades específicas que deben ser estimuladas a través del crédito de fomento (1).

6. El sector industrial, por su parte, está adquiriendo conciencia del problema energético, no solo como uno que afecta sensiblemente a la economía global sino, muy en particular, porque es de especial relevancia en la propia empresa. A ello han contribuído dos foros que se han realizad sobre el uso racional de la energía en la industria; la literatura que los gremios de la producción han distribuido sobre el tema; (x) los planes que ha desarrollado cada empresa y que tratan de ser imitados por otras; la acción de centros universitarios que están actuando tanto en el campo académico (planeación energética) como en el práctico empresarial (balance de energía y ahorro energético).

7. El anterior marco nos sitúa adecuadamente para comprender la experiencia textil colombiana.

   7.1. El Sector textil ha sido uno de los más afectados por la crisis económica actual. En 1980 había 500 establecimientos que ocupaban 72.000 personas. Su producción representaba el 10.2% de la producción bruta industrial nacional; su aporte al valor agregado industrial era del 11.3% y el consumo de energía eléctrica en el sector representaba el 13.4% del total consumido en la industria.

   El Cuadro No. 1 resume la situación comparativa entre los años 1974 y 1980 en los diferentes subsectores. Las cifras de la crisis actual no se conocen todavía.

---

(1) ENE Pg. 656.

(x) Manual de Ahorro de Energía Eléctrica en la Industria (ISA-ANDI) y Gestión Energética en la Industria (Ministerio de Energía de España).

7.2 El Estudio Nacional de Energía ha venido realizando algunos estudios sobre sectores específicos, entre los cuales se encuentra el sector textil, cuyos principales hallazgos preliminares se resumen a continuación. Para poder realizarlo fué necesario adelantar una encuesta en 16 empresas representantivas del sector (1).

El consumo energético promedio fué de 4.7 mwh/ton (eléctrico y 1.49 TEP/ton (térmico). Sin embargo, según se muestra en el cuadro No. 2 los resultados varían mucho entre grupos de empresas:

Se destacan tres grupos de empresas: las del grupo 1, cuyos índices promedios resultan similares a los de las empresas que conforman el grupo 3, mientras que los de las empresas del grupo 2 resultan fuera de toda comparación, lo que revela malas condiciones en las instalaciones, o ineficiencia en el uso que tiene de recursos dispersos.

La participación de la energía eléctrica en los consumos energéticos del sector, es similar a la que existe en otros países (25%). El carbón y el fuel oil tienen una participación muy elevada, debido a que las dos empresas más grandes generan su propia electricidad a base de carbón, que es un recurso abundante en la región.

7.3 Para poder evaluar los consumos promedios de la industria textil colombiana, el ENE utilizó los estandares americanos. De acuerdo con ellos el consumo promedio debería ser de 26,6 Kwh/Kg. Sin embargo, el factor encontrado para la industria textil es de 22.08 Kwh/Kg, de los cuales el 21.5% es electricidad y el 78.5% es energía térmica. En consecuencia, la industria colombiana está dentro de las normas propuestas para Estados Unidos, en el

---

(1) Kirchenheim, Ger hard von; "Energy consumption in colombian textile industry". Estudio Nacional de Energía, Bogotá, D.E. Noviembre 1.982 (mimeo)

programa de mejoramiento de la eficiencia energética.

El consumo de energía en las empresas investigadas se consigna en las tablas No. 3 y 4.

7.4 Establece el ENE, que el potencial de conservación de energía que tiene la industria textil es muy reducido, debido a que también son bajos los niveles de temperatura que se utilizan en los procesos. Ese potencial alcanza al 3.7% de la energía total consumida. El 29% de esta suma se concentra en la recuperación de energía residual, el 38% en el mantenimiento y reemplazo de los equipos, el 18% en el control de equipos auxiliares y el 15% en la programación de las operaciones.

Aplicando diferentes tasas de crecimiento al consumo percápita de productos textiles e incluyendo tasas de conservación de energía se puede esperar que los factores de consumo energético, tengan la siguiente evolución para los próximos años:

	TEP/to	Mwh/To
1980	1.49	4.74
1985	1.47	4.67
1990	1.46	4.62
1995	1.45	4.58
2000	1.44	4.56

El potencial de ahorro , calculado por el ENE es de 8.140 TEP, para una producción de 100.000 tonealdas/año de textiles. Este ahorro se discrimina así:

2.280 TEP por reemplazo y modificación de equipo
1.150 TEP por ahorro a través de medidas administrativas
1.140 TEP por ahorros en las calderas y equipo auxiliar
1.060 TEP por ahorros a través de la recuperación de calor de los condensadores.

980 TEP por ahorros a través de la recuperación de calor de vapores.

970 TEP por ahorros a través de procesos de optimización.

8. Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo una búsqueda cuidadosa de las experiencias que las principales empresas podían presentar en este campo. Después de un análisis de los datos y ejemplos presentados, pareció conveniente dividir la información en dos partes:

a) Proyectos realizados

b) Proyectos futuros

8.1 Proyectos Realizados: No se trata de proyectos de gran envergadura o de cambios espectaculares.

Hasta ahora se han realizado pequeños esfuerzos con muy buenos resultados. Puesto que todos se refieren a cosas sencillas no parece necesario entrar en detalles; solamente se especifican los costos de inversión y el ahorro anual. Este tipo de programas ha sido desarrollado en casi todas las plantas grandes.

A- VAPOR

1) Recubrimiento de tuberías de vapor (T)

Costo inversión	$ 304.570
Ahorro anual	$ 326.892
Recuperación	11 meses

2) Pérdida de agua y vapor en blanqueo en cuerda (x) (T)

Costo inversión	$ 950.356
Ahorro anual	$ 2.723.682
Recuperación	4.18 meses

3) Recuperación de agua y calor en máquina recuperadora de Soda (F).

Costo inversión	$ 584.000
Ahorro anual	$ 1.200.000
Recuperación	5.8 meses

4) Recuperación de agua caliente (F)

a) Planta de Teñido de Hilos:

Inversión	$ 160.000
Ahorro anual	$ 732.000
Recuperación	2.6 meses

b) Refrigeración de Compresores:

Inversión	$ 160.000
Ahorro anual	$ 800.000
Recuperación	2.4 meses

(x) Se encontró que el 32% del tiempo trabajado por las máquinas lavadoras de blanqueo, no estaban trabajando y tenían las válvulas que controlan los flujos de agua y vapor abiertas, debido a que su control era manual. Se trata de automatizar el proceso.

5) Cambio de Turbinas de Vapor (F)

Inversión	$ 2.400.000
Ahorro anual	$ 6.000.000
Recuperación	4.8 meses

6) Instalación válvulas automáticas (2 etapas) (F)

Inversión	$ 1.850.000
Ahorro anual	$ 2.800.000
Recuperación	7.9 meses

7) Modificación estación reductora de vapor (F)

Inversión	$ 30.000
Ahorro anual	$ 2.000.000
Recuperación	0.18 meses

(8) Recuperación de calor en la zona de blanqueo (C).

Entre los proyectos realizados en una de las empresas textiles, que vale la pena destacar desde el punto de vista del ahorro de energía en plantas de acabados, se encuentra la instalación de un equipo recuperador de calor para la zona de blanqueo.

Los desagues calientes se toman en cantidad de 1000 GPM, haciéndolos pasar por un intercambiador de calor "Ludel" que transfiere calor al agua limpia que se usa en algunas máquinas de este mismo proceso. La economía en vapor durante la utilización de este equipo, es de unas 8.000 Lbs. de vapor por hora, producidos mediante carbón en la planta de vapor.

En el estudio inicial que conluyó en la realización de este proyecto, se determinó usar los desagues de las máquinas que mayor tempe-

ratura aportaban y que tenían la mejor ubicación para una instalación económica. Fué así como se escogieron las siguientes unidades:

Lavadora de cámara	No. 1	-	170 GPM
" de "	No. 2	-	130 "
" de "	No. 3	-	380 "
" de mercerizadora		-	80 "
" de Siete Jotas		-	490 "

Con un factor de utilización cercano al 80%, se promedió el afluente contínuo de aguas utilizadas en 1000 GPM y temperatura de 150°F. Con ello es posible transferir 9.000.000 de Btu/Hr. a unos 360 GPM de agua limpia para ser consumida en las mismas máquinas de blanqueo. Quiere ello decir, que al proveer vapor de calor total de 1170 Btu/Lb. y pasar al agua de 50 Btu/Lb., serían necesarias aproximadamente 8.000 Lbs/Hr. de vapor, que es la cantidad de ahorro.

El agua fría y limpia está generalmente a 82°F. Se calienta hasta 132°F. Los desagues se promedian a 150°F la mayoría de las veces y salen del intercambiador aproximadamente a 132°F.

Llevando igual proyecto a las condiciones actuales, la inversión sería de unos $ U.S. 100.000 (Col. $ 10.000.000). La economía en pesos colombianos por 8.000 Lbr./Hr. alcanzaría a $ 1.760 por hora de trabajo del equipo. Se estima ahora una operación de 3.800 horas anuales, lo cual representa un total de $ 6.688.000.

B- Energía Eléctrica: En este campo sobresalen los siguientes datos:

1) Racionamiento de alumbrado en días festivos y normales (F)

Inversión	$ 180.000
Ahorro anual	$ 6.500.000
Recuperación	0.33 meses

2) Disminución de niveles de alumbrado en oficinas y zonas de servicio: (F)

Inversión	$ 120.000
Ahorro anual	$ 1.000.000
Recuperación	1.4 meses

3) Reforma del alumbrado en el área de encordado y tejido para llantas: (E)

El proyecto consistió en disminuir la altura y cambiar las lámparas de 4 a 2 tubos fluorescentes, elevando el factor de iluminación del 70% al 90% y facilitando las operaciones de reparación y mantenimiento del alumbrado.

Inversión	$ 806.000
Ahorro anual	$ 532.075
Recuperación	18.2 meses

Adicionalmente se disminuyó la mano de obra para el mantenimiento y se redujo el cambio de respuestos por la eliminación de un número importante de tubos fluorescentes, balastas y bases.

C) AIRE :

El solo cambio de válvulas en las zonas de limpieza a 1/4" permitío apagar un compresor: (F)

Inversión	$ 100.000
Ahorro anual	$ 2.000.000
Recuperación	0.6 meses

D) Combustible:

1) Mediante la centralización de servicios de vapor y la instalación de una red adicional fué posible eliminar calderas cuyo consumo de fuel oil era de 380.000 galones. (F).

Inversión	$ 5.000.000
Ahorro anual	9.900.000
Recuperación	6.1 meses

Como síntesis de los trabajos realizados hasta ahora en las empresas, pude resultar significativo el resumen que presenta una de ellas, para todos los proyectos desarrollados: (F)

Gran total Inversión	$ 12.815.000
Gran total de ahorro	$ 45.352.000
Recuperación	3.4 meses

8.2 Proyectos Futuros:

Las empresas están plenamente conscientes de que en el ahorro de la energía hay un vasto campo de acción hacia el futuro y también de que los proyectos importantes están por realizarse. Por ello parece conveniente reseñar algunos de los principales proyectos que se están prospectando, cuya realización dependerá de la situación económica de las empresas y del apoyo que brinde el Gobierno a este tipo de programas.

a) Recuperación de aire caliente en ventiladores de salida de máquinas de planta de acabados: (F)

Inversión	$ 16.500.000
Ahorro anual	$ 10.300.00
Recuperación	19.2 meses

b) Recuperación de calor en chimenea Baghouse (F)

c) Cambio de recuperador de soda de 1 etapa por otro de 7 etapas (C)

Inversión	$ 8.000.000
Ahorro anual	$ 7.800.000
Recuperación	12.3 meses

d) Sustitución de calderas, con el fin de sustituir combustibles líquidos por carbón. (C).

Inversión	$ 60.000.000
Ahorro anual	$ 50.000.000
Recuperación	14.4 meses

e) Reducción en los consumos de carbón, mejorando la eficiencia en el funcionamiento de la planta termoeléctrica, mediante la aplicación de un sistema de instrumentación electrónica, que controla el caudal de aire, la alimentación de carbón, el caudal de fuel oil, las calorías totales, el nivel del domo, el caudal del agua, la presión del hogar y el reparto de la carga y de combustibles. Con este sistema se puede reducir en un 5% el consumo de carbón sin variar las salidas de vapor y electricidad (C).

Inversión	$ 32.000.000
Ahorro anual	$ 13.600.000
Recuperación	28 meses

f) Las plantas nuevas se están equipando con sistemas de alumbrado de HID (metal Halide). Se basa este cambio en el hecho de que las lámparas fluorescentes tienen costos superiores en un 39.8% durante el primer año de operación.

Para un salón de hilatura de open end con un nivel de 60 fc, 5000 metros cuadrados y 4.5 metros de altura se llega al siguiente cálculo (C)

Lámparas fluorescentes	(2 x 40w)	$ 10.688.230
Metal Halide-Director	400 w	$ 7.642.124

g) Otro campo de acción en el área eléctrica, es la sustitución de motores convencionales por motores de alta eficiencia. La mayor inversión que implica, el cambio en el caso de motor de 20 HP 480 V, se recupera en 8.5 meses aproximadamente. (C).

h) Las empresas cuentan, entre otros, con estudios terminados o en curso sobre:

- Recuperación de calor de aguas afluentes en varios procesos (C).
- Aplicación de reguladores de temperatura en varios procesos de acabado (C).

CONCLUSIONES:

a) La industria textil colombiana está operando dentro de los estandares de consumo energético.

b) Se han venido desarrollando algunos proyectos que permiten ahorrar recursos energéticos y cuya inversión se recupera fácilmente.

c) Están preparados los estudios para emprender acciones más de fondo en el ahorro o conservación de la energía. Su realización dependerá de la disponibilidad de recursos económicos con que puedan contar las empresas y de los estímulos que otorgue el Gobierno para ello.

CUADRO 1

DISTRIBUCION PRODUCTO-CANTIDADES & PORCENTAJE DE CONSUMO ENERGETICO POR SUBSECTORES REGISTRADOS ESTADISTICAMENTE EN LA INDUSTRIA TEXTIL

		1974				1980			
		EMPRESES	PRODUCCION t/a	PESO % DE TODOS LOS TEXTILES	% DE CONSUMO ENERGETICO DE LA INDUSTRIA TEXTIL	EMPRESAS	PRODUCCION t/a	PESO % DE TODOS LOS TEXTILES	% DE CONSUMO ENERGETICO DE LA INDUSTRIA TEXTIL
321.1	TELAS ACABADAS TEJIDAS & HILADAS	99	46,897	36.3	29.8	133	88,639	61	57.8
321.2	ARTICULOS TEXTILES MANUFACTURADOS (SALVO VESTIMENTAS)	29	590	0.45	0.3	45	948	0.65	0.5
321.3	PRODUCCION DE TEJIDOS DE PUNTO	143	1,306	8	4.6	172	19,196	13.2	8.8
321.4	PRODUCCION DE ALFOMBRAS & TAPICES	29	403	0.3	0.3	29	556	0.3	0.4
721.5	PRODUCCION DE ARTICULOS DE CORDELERIA	9	980	0.76	0.3	5	1,277	0.88	0.4
721.6	PRODUCCION DE TEXTILES DE ALGODON Y ALGODON MEZCLADO	33	57,246	44	53.7	36	21,790	15	21
321.7	PRODUCCION DE TEXTILES DE LANA Y LANA MEZCLADA	38	3,033	2.3	3.3	18	2,500	1.7	2.8
321.8	PRODUCCION DE TELAS CON TEXTILES SINTETICOS, ARTIFICIALES & MEZCLADOS	44	9,260	7.1	7.4	47	9,284	6.3	7.5
321.9	PRODUCCION DE OTROS TEXTILES (NO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE)	8	407	0.3	0.3	15	908	0.79	0.7
321.1	TOTAL	432	129,122	100	100	500	145,062	100	100

CUADRO 2

CONSUMO ENERGETICO DE PLANTAS TEXTILES DIFERENTEMENTE ESTRUCTURADAS EN LA INDUSTRIA TEXTIL COLOMBIANA

	EMPRESAS	MATERIA PRIMA T/ANO	% DE LA INDUSTRIA TEXTIL COLOMBIANA		CONSUMO ENERGETICO		CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA	
			EVALACION ESTAOISTICA	PROYECCION SUPUESTA	CONSUMO ELECTRICO Mwh/ano	ENERGIA TERMICA Tcal	Mwh/t (ELECTRICA)	tep/t (TERMICA)
PRINCIPALES TIPOS DE TEXTILES COMUNES	A/B/C/D/E/F	46160	51	32	175835	500.36	3.8	1.34
TELAS DE ALTA CALIDAD	H	15492	17.1	11	118278	472	7.6	3.0
	J	7488	8.3	5	32060	96.2	4.3	1.28
TODO TIPO DE TEXTILES LIGEROS	G/K/L/M/N/P/Q	8647	9.6	6	42853	91.44	4.6	1.05
PROMEDIO TOTAL		77787	86.0	54	369030	1160	4.7	1.49

FUENTE: ESTUDIO NACIONAL DE ENERGIA; CONSUMO ENERGETICO

CUADRO 3

EVALUCION DEL CONSUMO ENERGETICO DE LOS SUBSECTORES CARACTERISTICOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL

	CODIGO	MATERIA PRIMA/ PRODUCCION T/ANO	CONSUMO DE ELECTRICIDAD MwH/ANO	CONSUMO DE ENERGIA TERMICA TCAL/ANO	CONSUMO SPECIFICO DE ENERGIA		% DEL TOTAL DE TEXTILES PRODUCCION		CONSUMO DE COMBUSTIBLE		
					MwH/T	TEP/T	EVALUADA	SUPUESTA	CARBON t/a	LPG t/a	FUEL OIL t/a
COMPANIA TEXTIL INTEGRADA	A/B/C/D/E/F	46.160	175.835	500.36	3.8	1.34	51	32	18980	56.5	37.638
GRANDES PRODUCTORES DE TELAS	H/3	22.980	150.342	568.2	6.5	2.4	25.4	16	87280	242	3.480
PRODUCTORES MEDIOS DE TELAS DE ALTA CALIDAD	K/L	2.115	15.948	23.4*	7.5	1.1	2.7	1.4	1800	94.4	2.320
PRODUCTORES DE LILADOS (LILATURA)	G	984	4.380	-	4.4	-	-	-	-	-	-
PRODUCTORES DE TEJEDOS DE PUNTO	P/Q	2.788	11.605	24.9	4.1	1.12	3.6	1.9	-	-	2.534
TODO TIPO DE OPERACIONES TEXTILES (SALVO TEJEDURA DE PUNTO)	M/N	2.760	10.920	43.14	3.9	1.56	3.5	1.9	-	90.8	4.252
ACABADO (TINTURA, LAVADD, TERMOFIJADO)	E/R	5.156**	5.759	55.55**	1.11	1.00	-	-	-		
TOTAL		77.787**	369.030	1160	4.74	1.49	86.2***	53.2****	108060	483.7	50.224

* L "sin acabado"

** Sin tener en cuenta la materia prima utilizada por los acabadores ni su consumo energético, que se incluye en el consumo energético de las empresas ya mencionadas.

*** Basado en los datos de Dane sobre la producción anual por peso.

**** Basado en los datos de Dane sobre el consumo anual de electricidad

Fuente: Estudio Nacional de Energía

CAUDRO 4

EVALUACION DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (KWH/KG) EN LA INDUSTRIA FABRIL TEXTIL COLOMBIANA*

CODIGO		KWH/KG
A	HILATURA, TISAJE DE MEZCLA ALGODON/SINTETICOS	12.5
B	ACABADO DE TEJEDURA DE PUNTO	24.7
C	HILATURA "CON FIBRA LIBRE"	7.4
D	HILATURA DE PANA Y TERCIOPELO	23.3
E	ACABADO DE TEXTILES	22.3
F	ALFOMBRAS Y TAPICES	22.2
G	TEXTURACION DE HILATURA	4.4
H	HILATURA, TISAJE, FIELTRAMIENTO, TINTURA, ACABADO	42.5
J	HILATURA, TISAJE, ACABADO DE ALGODON MEZCLADO	19.2
K	HILATURA, TISAJE, TINTURA, ACABADO	26.9
L	LAVADO DE LANA, TELAS DE LANA Y DE LANA MEZCLADA	11.2
M	TISAJE, TEJEDURA DE PUNTO, TINTURA, IMPRESSION, TRATAMIENTO	27.7
N	HILATURA, TISAJE, TEJEDURA DE PUNTO, TINTURA, IMPRESION, ENGOMADO	14.7
P	TEXTURACION, TEJEDURA DE PUNTO RASCHEL-JACQUARD-CIRCULAR	14.0
Q	TEXTURACION DE TEJEDURA DE PUNTO POR URDIMBRE Y CIRCULAR	15.4
R	ACABADO, TINTURA, LAVADO, TERMOFIJADO TEXTIL	10.7

* FACTOR DE CONVERSION = 860 Kcal - 3.412 Btu = 1 KWh

BIBLIOGRAFIA

Estudio Energético Nacional :

Preparado por Mejía, Millán, & Perry Ltd. con la colaboración de Consultores Unidos Ltda., Econometría Ltda y el asesoramiento de la Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania.
Bogotá, junio de 1982, Carlos Valencia Editores.

Kirchenheim, Gerhard von : "Energy Consumption in Colombia Textile Industry" (Consumo energético en la industria textil colombiana), Estudio Energético Nacional, Bogotá, noviembre de 1982 (mimeografiado).

Informes suministrados por las compañías textiles Coltejer, Fabricato, Enka y Tejicóndor.

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD

"La experiencia de Costa Rica"

1. INTRODUCCION

El uso racional de la energía en la generación, transmisión y distribución eléctrica debe enmarcarse dentro del contexto económico y financiero del país, de sus fuentes de energía y de sus requerimientos energéticos. Se tocarán por lo tanto diversos temas que contribuyen a formar un amplio criterio sobre sus alcances y limitaciones.

Complementariamente se comentarán las políticas adoptadas, las obras realizadas y los resultados obtenidos en el sistema costarricense de la transmisión y de la distribución de la energía eléctrica.

Por muchos años la eficiencia del sistema de potencia se mantuvo invariable y prácticamente desapercibida. Fue conforme la crisis energética originada en 1973 que se agudizó, surgió y tomó fuerza la necesidad de reducir pérdidas, pues la independencia energética de cualquier país está estrechamente ligada a sus políticas de conservación de energía. Sin embargo, el balance entre inversión de capital y pérdidas de energía continúa dependiendo de la situación financiera de las empresas eléctricas, de la filosofía de operación, desarrollo de integración de la industria eléctrica y por supuesto de las políticas dictadas por las entidades nacionales de planificación y regulación.

Todos los sitemas de potencia de un país involucran cuatro áreas básicas: la de generación, la de transmisión, la de distribución y la de utilización de la energía. En cada una de estas áreas ocurren pérdidas; sin embargo, este trabajo se concentra sobre las correspondientes al transporte y distribución de energía, pero conviene observar que las etapas extremas de generación y de utilización, ocasionan pérdidas apreciables que igualmente deben ser in-

vestigadas.

Las pérdidas en el sistema de transmisión pueden ser controladas tanto en la etapa de planeamiento como durante su operación, pues el nivel de voltaje y la forma en que se efectúe el despacho de potencia activa y reactiva, permiten ejercer control sobre la magnitud de estas pérdidas.

El sistema de distribución es más rígido, pues al ser básicamente radial hace que las pérdidas dependan exclusivamente del voltaje utilizado y de la densidad de la carga de los circuitos.

El planeamiento del sistema de potencia, al controlar el desarrollo del mismo, según la evolución anticipada del mercado, con base en pronósticos sobre su comportamiento futuro, resulta una herramienta fundamental para asegurar tanto el uso racional de la energía como el recurso financiero al alcance de las empresas, pues define oportunamente las futuras ampliaciones y adiciones que requerirán los sistemas, según la configuración que se proyecte dar a los mismos y al conjunto de ellos.

El grado de coordinación entre las empresas eléctricas de un país, en los campos de planificación, desarrollo y operación, suele tener gran influencia sobre el uso racional de recursos financieros y de energía en los sistemas a su cargo cuyo desarrollo y operación debe ejecutarse en conjunto en procura de óptimos resultados.

2. El PAIS, FUENTES Y REQUERIMIENTOS ENERGETICOS, INDUSTRIA ELECTRICA

a. Características Geográficas

Costa Rica es un pequeño país con casi tres millones de habitantes que con una área de 51 000 Km^2, ocupa el 9.4 por ciento del territorio centroamericano. Es básicamente un itsmo con una anchura de 240 Km, atravesado por un eje montañoso, preponderadamente volcánico en el noroeste y más antiguo, escarpado y con grandes elevaciones en el sureste. En el punto de unión de ambos

sectores se encuentra el valle central, asiento de sus principales poblaciones.

En la mayor parte del territorio costarricense los registros pluviométricos oscilan entre los 2 y 4 metros de precipitación anual. El clima es por lo tanto tropical lluvioso, aunque con ciertas variantes regionales propias de la altitud e influencia de los vientos.

El sector oriental del valle central desagua por el sistema hidrográfico del Reventazón, cuyas aguas son utilizadas pra generar gran parte de la energía eléctrica del país. El sector occidental desagua por los ríos Virilla y Grande de San Ramón, que también contribuyen a la generación de energía eléctrica.

En el norte, la laguna natural del Arenal se ha convertido en el embalse más voluminoso del país, cuyas aguas se aprovechan tanto para la generación hidroeléctrica como para la irrigación de un vasto territorio caracterizado por sus prolongados y áridos veranos.

En el sur, mediante el proyecto Boruca, el Río Grande de Térraba promete convertirse en la fuente de generación hidroeléctrica de mayor envergadura del país.

Es evidente que sus condiciones geográficas le garantizan a Costa Rica un preciado potencial hidroeléctrico que, en un mundo urgido de energía, constituye un importante recurso de desarrollo.

b. Consumos de energéticos totales y por sectores:

El consumo energético total del país en 1980[1] muestra una fuerte dependencia externa del sector de consumo, pues cerca del 49% corresponde a hidrocarburos, que tienen que importarse. La leña y residuos vegetales aportan cerca del 40% y la energía eléctrica el restante 11% del consumo energético total del país. En la actualidad, la energía eléctrica es 99% de origen hidroeléctrico.

[1] Anuario Estadístico del año 1980 del Ministerio de Energía.

En forma convencional, este consumo puede dividirse en un 70% en energía comercial y un 30% no comercial.

En cuanto a consumo sectorial, la energía "Comercial" tiene la siguiente distribución:

Transporte	45%
Industria y Agro	36%
Residencial y Comercial	15%
Otros	4%
Total	100%

La estructura del consumo energético de cada uno de esos subsectores es como sigue:

	Petróleo %	Derivados de Electricidad %	Carbón leña y Residuos Vegetales %
Transporte	99.2	0.2	-
Industria y Agro	47.5	15.3	37.2
Residencial y Comercial	6.8	18.4	74.8

En valores absolutos tenemos el siguiente consumo energético total en Terajoules por sector y por forma de energía:

COSTA RICA: CONSUMO ENERGETICO NETO POR SECTOR Y FORMAS DE ENERGIA

AÑO 1980

(Terajoules)

	Residencial y Comercial	Transporte	Industrial y Agro	Otros	Total
Electricidad	4 367	29	2 520	156	7 072
Gas licuado	913	-	105	71	1 087
Gasolina	-	5 803	-	8	5 811
Kerosene y Jet Fuel	699	938	176	-	1 813
Diesel Oil	-	12 435	1 633	105	14 173
Fuel Oil	-	-	5 433	983	6 422
No energéticos	-	-	-	594	594
Carbón de leña	373	-	-	-	373
Carbón mineral	-	-	12	-	12
Leña	17 400	-	679	-	18 079
Residuos Vegetales	-	-	5 288	-	5 288
TOTALES	23 752	19 205	15 852	1 917	60 726
% del Consumo Total de Energía	39.1	31.6	26.1	3.2	100

Energía Comercial (70.2%)	42 647
Energía no Comercial (29.8%)	18 079

c. El país y sus recursos energéticos:

- El recurso hidroeléctrico constituye la principal fuente energética disponible en el país actualmente[2], suficientemente desarrollada y cuantificada, habiéndose identificad 75 proyectos (mayores de 40 MW), que totalizan un potencial teóricamente explotable de unos 37 000 GWh/año, con una potencia instalable de unos 9 000 MW, a un factor de planta medio de 0.5 (Ver figura 1).

  En la actualidad, sólo se encuentra aprovechado el 6.4% del potencial hidroeléctrico identificado en potencia.

- Otro abundante recurso energético existente en el país, y renovable al igual que el anterior, es la biomasa en general, y la leña en particular. El área cubierta por bosques densos y de densidad media representa alrededor del 46% del territorio nacional.

  Considerando primeramente un parovechamiento de la leña a nivel comercial como producto ligado a la explotación forestal, se estima que podría obtenerse de los bosques productores un volumen de algo más de 100 millones de m^3 de leña, y un promedio de 5 millones de toneladas de leña/año.

- En cuanto a los residuos vegetales, en la actualidad se utilizan en su totalidad el bagazo de caña de azúcar y la cascarilla de café. La producción anual se encuentra entre 700 000 y 800 000 toneladas de bagazo y unas 22 000 toneladas de cascarilla de café, en base a la producción anual de caña de azúcar y café respectivamente.

---

2. "Alternativas de Desarrollo Energético" preparado por el Ministerio de Energía y Minas, el Instituto Costarricense de Electricidad y las Naciones Unidas en enero de 1981:

- Con respecto al alcohol, el que puede obtenerse a partir de diversos vegetales e incluso de la madera, se estima que hay terrenos suficientes para obtener unos 488 000 m^3 anuales de alcohol para uso carburante.

- En lo referente a geotermia, se han identificado al presente 54 lugares de interés. Sólo se encuentra en una etapa avanzada de desarrollo el Proyecto Geotérmico Miravalles, con tres pozos perforados hasta la fecha, donde se ha comprobado un potencial de 78 MW que podría funcionar durante 20 años a un factor de planta elevado, previéndose para 1988 la puesta en servicio de la primera unidad de 55 MW.

- Con respecto a los combustibles fósiles (hidrocarburos y carbón), se tienen indicios de la existencia de los mismos, aunque no existe una cuantificación de reservas. En ambos casos se encuentran en desarrollo programas tendientes a completar las investigaciones necesarias para evaluar debidamente dichos recursos.

- En relación a fuentes de energía no convencionales como eólica y solar, no existen suficientes datos básicos como para efectuar a la fecha una cuantificación del recurso con alguna aproximación. Algunas evaluaciones preliminares indican cinco zonas con mayores posibilidades para aprovechamiento del viento en el país, mientras que para la energía solar las mejores condiciones se darían en zonas del Pacífico Seco y Valle Central.

d. Organización del Sector Energético:

El país cuenta con dos instituciones ejecutoras estatales de la política energética nacional a saber: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), a cargo de generar, transmitir y distribuir (parcialmente) la energía eléctrica en todo el territorio nacional y la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), encargada de la importación, refinación y distribución a granel del petróleo y sus derivados. El primero es una institución autónoma de Estado, y la segunda opera como una Sociedad Anónima, cuyas acciones están en manos del Estado.

Ambas entidades se encargan de la evaluación de los recursos afines, los hidroeléctricos y geotérmicos en el caso del ICE y del petróleo y carbón mineral en el caso de RECOPE.

Existen trabajos de investigación energética en las dos universidades del Estado y el Instituto Tecnológico de Costa Rica, también estatal, que buscan fundamentalmente el aprovechamiento de energía no convencional (solar, biomásica, etc.), en pequeña escala, para usos domiciliares o en pequeñas agroindustrias.

Existe además un Ministerio rector de la política energética, el de Industrias, Energía y Minas (MIEM), que se encarga, a través de una Dirección Sectorial, de recopilar la estadística de consumo energético, y de coordinar el sector. Con ese objetivo se preapró y se está ejecutando un "Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético", el cual cuenta con el financiamiento y la ayuda de varias instituciones internacionales.

e. Sub-Sector electricidad, características, organización:

El subsector eléctrico está integrado por el ICE ya descrito, y dos compañías municipales que generan y disitribuyen su propia producción, y la adquirida en bloque del ICE, tres cooperativas de distribución rural y una compañía originalmente de carácter privado con capital extranjero (Compañía Nacional de Fuerza y Luz: CNFL), que actualmente pertenece al ICE en un 92.3% y que se encarga de distribuir en el Area Metropolitana principalmente su propia energía y la que adquiere del ICE. El Sistema Nacional Interconectado (SNI), que enlaza todas las principales plantas con los centros de consumo de todo el territorio Nacional, sirviendo al 98% de todos los usuarios del país. El restante 2% es servido mediante pequeñas plantas aisladas, en su mayoría de tipo térmico. Actualmente, un 73% de la población del país cuenta con servicio eléctrico. Se está llevando a cabo la II Etapa del Plan Nacional de Electrificación Rural, lo que permitirá extender el servicio eléctrico a pueblos cada vez más alejados de los centros urbanos. Estos servicios rurales se instalan bajo criterio social, y son subvencionados por los abonados urba-

nos, dentro de la política estatal para mejorar el nivel de vida del campesino, evitando así su emigración hacia las ciudades. En la figura 2 se muestra el área servida por las diferentes empresas en Costa Rica. Existe un organismo regulador del servicio eléctrico, denominado "Servicio Nacional de Electricidad", cuyas funciones son, entre otras, revisar y aprobar tarifas eléctricas para todas las empresas públicas del país y velar por la calidad del servicio eléctrico. Se trata en general que la tarifa del consumido residencial del primer bloque (hasta 300 KWh), tenga los valores más bajos por KWh, recibiendo así el subsidio de los consumidores de más alto consumo y por consiguiente de mayor capacidad económica. Al mismo tiempo, la estructura tarifaria tiende a disminuir el uso suntuario de la electricidad, desmotivando el mayor uso con tarifas crecientes.

f. Preponderancia de la generación hidroeléctrica:

La ley constitutiva del ICE del año 1949, lo obliga a resolver el problema del suministro de energía eléctrica, con énfasis en el desarrollo de los recursos hidroeléctricos que el país posee.

Sin embargo, antes de la crisis energética mundial de los años 1973-1974, el KWh más económico se obtenía con un complemento cercano al 30% en energía térmica, generada con unidades tipo diesel que utilizan Bunker C como combustible.

La incertidumbre observada a partir de ese momento en cuanto al costo y suministro de combustibles derivados del petróleo, obligó al sector de planeamiento del ICE a impulsar la utilización del recurso hidroeléctrico, eliminando el uso del térmico. Con ese fin se recomendó la ampliación de algunas plantas hidroeléctricas existentes y acelerar la construcción de la planta hidroeléctrica de Arenal, que aportó al sistema su regulación plurianual de caudales; acciones que permitieron alcanzar un 100% de generación hidro en el Sistema Inteconecatado (SNI), a partir de 1980. Sólo resta eliminar algunos centros aislados, que se irán integrando al SNI en los próximos años, con lo cual la generación eléctrica en todo el país quedará totalmente libre de

su dependencia de combustibles importados.

Aparte de la enorme ventaja económica de no depender de hidrocarburos importados para este subsector, el predominio de plantas hidroeléctricas sobre las térmicas (que han quedado básicamente como reserva), origina en años hidrológicos favorables (superiores al crítico), un exceso de energía hidroeléctrica que es posible exportar a países vecinos.

g. Planificación unificada y desarrollo coordinado del subsector electricidad

La planificación tanto del sistema de generación, como del sistema de transmisión la lleva a cabo el ICE considerando el país como un todo, es decir, teniendo en cuenta las necesidades de cada región geográfica y de las empresas eléctricas que existen en el país.

Como para definir la fecha de entrada de las plantas generadoras debe partirse de un mercado eléctrico, en el mismo se integran los consumos futuros de las diferentes regiones y empresas de todo el territorio nacional, que están integradas al SNI o quedarán unidas a este sistema dentro del horizonte de planeamiento (usualmente 15 años).

Lo anterior lleva asi mismo a considerar el planeamiento integrado de las redes de transmisión y distribuciín; independientemente de la segregación por el área servida de cada empresa.

Como objetivo a corto plazo, se pretende llegar a unificar los niveles tarifarios para que hayan tarifas uniformes en todo el país, independientemente a la empresa distribuidora.

3. EL SISTEMA DE GENERACION

Para dar un necesario marco de referencia al tema principal de este trabajo, y por la gran influencia que la ubicación de las fuentes generadoras

tiene sobre el sistema de trasmisión es conveniente explicar brevemente los aspectos relacionados con el sistema de generación de Costa Rica, sin tocar los tópicos de la presentación relativa a la economía de energía en la generación, por estar fuera de los objetivos del presente trabajo.

a- Criterio de selección

De la lista de los 75 proyectos de 40 MW o más que se han definido en el proceso del inventario de los recursos hidroeléctricos del país, se van seleccionando los más adecuados desde el punto de vista de costo de la energía y características energéticas para llenar en la forma más económica las necesidades del mercado eléctrico. De estos se debe seleccionar el siguiente a construir, utilizando el concepto de alternativa de menor costo (inversión, operación y mantenimiento), mediante un análisis por valor presente. En la figura 3 se muestra el programa de desarrollo actual del Sistema Nacional Interconectado.

b- Composición: sistema nacional interconectado y centros aislados

Las plantas generadoras de Costa Rica están unidas en su mayoría al Sistema Nacional Interconectado (SNI), que sirve al 98% de los abonados de todo el país. El sistema de transmisión a voltajes de 138 y 230 KV sirve a las áreas económicamente más activas del país y las líneas de distribución a 34.5 KV cubren una buena parte del resto del país, excepto las zonas aún servidas a 13.2 KV. En el sur del país existen los centros térmicos aislados de mayor capacidad: Ciudad Neily 7 000 KW y Palmar 3 300 KW. Otros centros aislados son: Los Chiles 450 KW, Upala 735 KW, Puerto Jiménez 525 KW, Nosara 750 KW, Cahuita 450 KW.

Los centros aislados de la Zona Sur quedarán integrados al SNI en el transcurso del año 1984, como parte de la prolongación de las líneas de interconexión a 230 KV que llegará a ese mismo año hasta la frontera con Panamá. Otras plantas que quedarán integrada entre 1983 y 1984 son: Cahuita, Upala, Guatuso y Nosara, mediante la extensión de las líneas de distribución

a 34.5 KV. Con los trabajos anteriores, la generación eléctrica en Costa Rica, que actualmente es 99% hidro, alcanzará prácticamente el 100% en producción hidroeléctrica a partir de 1984.

c- Campos bajo investigación y desarrollo:

Como se explicó antes el desarrollo del subsector eléctrico en Costa Rica se basa en el incremento de la capacidad generadora hidroeléctrica. La eliminación de la generación térmica se logra gracias al desarrollo del complejo hidroeléctrico de Arenal Corobicí de 330 MW de capacidad, y 1 500 GWh de generación anual promedio. Para evitar quemar combustibles importados en el futuro se está procediendo a desarrollar el campo geotérmico Miravalles, cuya factibilidad técnica y económica está siendo determinada; se planea instalar una primera unidad de 55 MW hacia 1987 y una segunda de igual capacidad hacia 1991.

También la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) está llevando a cabo, paralelamente a sus exploraciones petroleras, investigaciones sobre los recursos carboníferos del país. Se sabe que existen yacimientos de carbón en diferentes lugares de Costa Rica, pero nunca se ha hecho una evaluación detallada de ese recurso. Si se llegara a demostrar la existencia de este recurso en cantidad y calidad adecuadas, podría llegar a considerarse también la posibilidad de instalar una planta térmica a base de carbón, para complementar las plantas hidro a filo de agua, que se lleguen a construir en el futuro.

4. EL SISTEMA DE TRANSPORTE

Para Costa Rica, caracterizada por ser uno de los pocos países todavía capaces de autoabastecerse mediante la generación hidroeléctrica, el sistema de transporte de energía toma especial importancia, pues es el único medio a su disposición para llevar la energía desde las centrales hidroeléctricas hasta los consumidores, dispersos sobre la mayor parte del territorio nacional.

Mediante este sistema el costarricense cuenta con una alternativa energética que le permite disminuir al máximo el consumo de combustibles importados.

Ha sido necesario por lo tanto garantizar el aprovechamiento óptimo de las instalaciones y minimizar las pérdidas en el transporte, mediante la continua vigilancia del comportamiento del sistema y del mercado eléctrico.

Se planea con amplias perspectivas hacia el futuro y se efectúan ajustes periódicos para mantener una acertada concordancia entre el desarrollo de las obras contempladas en los planes y las necesidades reales del momento.

Se pretende con ello tomar las medidas correctivas necesarias para optimizar el suministro de energía conforme surjan nuevas cargas, modificando de ser el caso, el trazado y/o la capacidad de trasporte de las futuras líneas.

Los programas de robustecimiento y ampliación de las instalaciones, los trabajos relativos a reconstrucciones y cambios importantes y los programas de inversiones correspondientes, obedecen en un todo a un planeamiento integral que mantiene el paralelismo necesario entre los proyectos de generación, transmisión y distribución.

De esta manera se ha logrado operar instalaciones que en todo momento cuentan con la flexibilidad y capacidad necesarias para atender los requerimientos de la carga, aprovechando al máximo los medios económicos y técnicos de la empresa.

A continuación se detallan los esfuerzos desarrollados en este campo.

a- <u>El sistema de transmisión</u>

En el año 1958 se inició una etapa importante del desarrollo eléctrico del país, pues se cristalizó el primer gran esfuerzo costarricense en este campo, al entrar en operación la Planta Hidroeléctrica de La Garita, con una capacidad de 30 megavatios y con ella la primer línea de transmisión a nivel de 138 KV.

En ese entonces el sistema de transmisión creció lentamente, pues se limitó a un escaso conjunto de líneas que enlazaban las principales plantas de generación para transportar su energía hacia la subestación más importante del país, ubicada en la propia área metropolitana.

A pesar de su pausada expansión el Sistema Nacional Interconectado (SNI) fue abarcando nuevas poblaciones e incorporando redes que por años habían sido alimentadas mediante pequeños centros aislados de generación, algunos de ellos de aprovechamiento hidroeléctrico, pero más aún de tipo térmico.

Ya en 1964 el SNI abarcaba el área de Barranca y Puntarenas en el Pacífico y diez años más tarde incorporaba la región del Guanacaste, mediante las líneas de transmisión que enlazan las subestaciones de Barranca, Cañas (1974) y Guayabal (1978). Similar y casi simultáneamente se incorporó la Zona Atlántica al SNI, mediante la línea que alimenta la subestación de Moin (1976) y a su paso la de Siquirres (1980).

En la década de los setenta el sistema de transmisión a 138 KV aumentó de 180 a 600 Km. Ver gráfico 1.

Hasta el año 1979 el sistema de transmisión se complementaba con líneas que a nivel de subtransmisión alimentaban e interconectaban las principales subestaciones de la Meseta Central. Desde esa fecha se cuenta con un anillo a 138 KV que alimenta seis subestaciones periféricas que no sólo han descongestionado el transporte de energía en el Area Metropolitana sino que ha contribuido a disminuir las pérdidas en el sistema de distribución. El antiguo sistema de subtransmisión ha perdido toda su importancia desde el punto de vista de transmisión y ha pasado a formar parte de la red de distribución a nivel de 34.5 KV.

Conforme el consumo de energía eléctrica del país ha ido incrementándose, ha surgido la necesidad de desarrollar proyectos de generación hidroeléctrica

de mayor capacidad, desafortunadamente ubicados en sitios cada vez más alejados de los centros de consumo. Ha sido necesario por lo tanto introducir líneas de transmisión a mayores voltajes, para lograr un uso óptimo de las inversiones y de los costos de operación del sistema. Así, para transportar la energía generada en el complejo Arenal-Corobicí (ubicado a 170 km del área metropolitana) y a su vez para interconectar el sistema costarricense con el de los países vecinos, se diseñó, y se está construyendo una columna vertebral a lo largo del país, a nivel de 230 KV. A la fecha tiene una extensión de 550 Km que aumentará a 750 Km una vez se finalice la línea de interconexión con Panamá en 1984. (Ver figura 4).

La interconexión con el sistema nicaraguense y Honduras se efectuó temporalmente a nivel de 138 KV, con una capacidad límite de 60 megavatios y con resultados muy satisfactorios, pues fue posible evitar el consumo de energía de origen térmico en esos países al sustituirla por energía hidroeléctrica costarricense.

Se proyecta completar para 1984 la línea de interconexión con Panamá. Así quedarían integrados en uno solo, los sistemas de Panamá, Nicaragua y Honduras, con una capacidad instalada total superior a 1.5 millones de KW. También se proyecta interconectar El Salvador y Guatemala y El Salvador - Honduras por lo que se espera que hacia 1985, quedará integrado eléctricamente todo el Istmo Centroamericano.

A nivel de 230 KV se han introducido reactores, para garantizar una operación excenta de peligrosos sobrevoltajes y molestos atrasos durante su restablecimiento, y además, permitir un eficaz control del flujo de reactivos.

Similarmente, se cuenta con bancos de capacitores, ubicados estratégicamente en barras de 34.5 KV de ciertas subestaciones críticas, para controlar el transporte de energía reactiva y disminuir en lo posible las pérdidas del sistema de transmisión.

También se ha esmerado el diseño y se ha intensificado la atención del

sistema de transmisión, pues al disminuir el número de interrupciones de servicio, se evitan las pérdidas que inevitablemente surgirían al recurrir al transporte de la energía mediante rutas alternas de mayor longitud o bien, más congestionadas.

Los transformadores de potencia se adquieren tomando en consideración tanto sus costos de inversión como las pérdidas producidas en el núcleo y devanados para minimizar su costo total.

b- El Sistema de Distribución

Hasta la década de los sesenta, la distribución de energía eléctrica se efectuó a los voltajes de 2.4, 2.4/4.16 y 7.6/13.2 KV. Con el tiempo se normalizó este último como el voltaje de distribución urbano, expandiéndolo restringidamente hacia ciertos sectores rurales.

Sin embargo, lo alejado y disperso de las cargas motivó que en una primera etapa de expansión del sistema de distribución en el área rural, auspiciada por el AID, con la asesoría de la REA (Rural Electrification Administration), se introdujera en el país el voltaje de distribución 14.4/24.9 KV, en el año 1965. En esa época la distribución a nivel de 19.9/34.5 KV daba sus primeros pasos, pero áun requería de un mayor período de maduración.

Al desarrollarse el segundo programa de electrificación rural, financiado en esta oportunidad por el BID, en el año 1973, se escogió el voltaje de distribución 19.9/34.5 KV, pues ya en esa época, casi 10 años después del primer proyecto, la distribución a dicho voltaje resultaba competitiva. De esta manera se redujo el número de transformaciones de voltaje, al eliminar las subestaciones intermedias, que no solo encarecen sino que complican la expansión, la operación y el manteniemiento del sistema.

Mediante este programa se han incorporado al sistema de distribución todas las líneas de subtransmisión que operaban a este voltaje. Igualmente se han mantenido en servicio muchas de las antiguas líneas de distribución, pues

al convertirlas al nuevo voltaje han demostrado contar con amplia capacidad de transmisión y bajas pérdidas para muchos años más.

Se han alimentado satisfactoriamente cargas residenciales, agroindústriales y aún complejos turísticos, a lo largo de extensos circuitos que oscilan entre los 100 y 150 km de extensión.

En el gráfico 2 se presenta el desarrollo que ha experimentado el sistema de distribución del país en la década de los setenta. En este período se triplicó la extensión del sistema de distribución al pasar de escasos 3000 km a casi 9000 km, de los cuales 3300 km se han construido a 34.5 KV.

En el área metropolitana se ha normalizado también la distribución a 19.9/34.5 KV, logrando de esta manera disminuir el número de circuitos necesarios para transportar la energía requerida y abarcar en cierto grado una mayor área de servicio para cada subestación.

En los circuitos más extensos y en aquellos con mayores cargas, tanto a nivel de 7.6/13.2 KV como de 19.9/34.5KV, se han instalado reguladores de voltaje y capacitores, para mantener un alto y uniforme voltaje de distribución, a fin de garantizar adecuado voltaje a todos los usuarios y disminuir en lo posible las pérdidas en los alimentadores primarios.

Se ha normalizado también la distribución secundaria trifilar a 120/240 KW y se ha fomentado su utilización en las instalaciones del abonado, pretendiendo de esta manera mantener un mayor balance de la carga en los circuitos secundarios y con ello un mejor voltaje de suministro y menores pérdidas.

Los transformadores de distribución se adquieren en base a consideraciones económicas que ponderan tanto los costos de inversión como el efecto de las pérdidas de energía durante su vida útil. Además se mantiene una constante vigilancia sobre la carga que experimentan, para garantizar su aprovechamiento óptimo y anticipar su reemplazo en caso de sobrecargas o subutilización de los mismos.

Se ha normalizado el alumbrado público con lámpara de vapor de sodio, pues las economías observadas han demostrado la conveniencia de evitar la expansión de la iluminación con luminarias de mercurio.

El control de nivel de pérdidas en más efectivo durante la etapa de planeamiento. Una vez construidas las líneas resulta más difícil justificar económicamento el aumento de su capacidad o modificaciones en su conformación. Se pueden adicionar reguladores y capacitores para mejorar el perfil del voltaje pero las pérdidas de energía serán superiores a las óptimas desde la perspectiva de un oportuno y efectivo planeamiento.

También en este caso la inversión en la planta de distribución ha cubierto mayor holgura en capacidad y un mayor grado de redundancia, aunque se ha conservado una relación de inversiones entre distribución y sistema total, alrededor de 17.5%.

c- El Sistema Nacional Interconectado

Para evitar el uso innecesario de combustibles importados, tanto a nivel del ICE (al requerir el funcionamiento de sus unidades térmicas de reserva) o del industrial (como producto de la utilización de sus sistemas de emergencia), al sistema de transmisión se le ha dado el mayor grado de fiabilidad compatible con la reducida disponibilidad de recursos financieros. Ello evita en la mayoría de oportunidades las "salidas" totales, confinando el efecto de las inevitables averías al sector más pequeño posible. La diversificación de rutas para líneas, el cierre de algunos anillos y la duplicación de algunas instalaciones críticas han contribuido sustancialmente a mantener la operación normal del resto del sistema, durante contingencias simples en un sector del mismo.

Desde el punto de vista de transporte de la energía, se han instalado líneas de amplia capacidad para reducir de un 5 a un 3% el desperdicio de energía en los conductores de alta tensión.

Previendo el inicio del funcionamiento del complejo Arenal-Corobicí con una capacidad de operación del 50% del país, y la interconexión con Honduras, Nicaragua y eventualmente con Panamá, se efectuó la instalación de medios modernos para la centralización y agilización del control del sistema, contándose a la fecha con un "Centro de Control de Energía" bien establecido. Esta obra vino a sustituir un sistema de despacho que recopilaba la información de las plantas de generación y de algunas subestaciones por medio de comunicación telefónica, haciendo difícil el oportuno manejo de la información en condiciones normales y casi imposible en casos urgentes.

El moderno Centro de Control de Energía cuenta con un sistema automático de supervisión, control y adquisición de datos en forma directa de las principales subestaciones y controla la generación de las principales unidades generadoras, así como las entregas a las restantes siete empresas eléctricas del país y la producción de sus principales plantas. Además, cuenta con programas digitales en línea para simular condiciones normales y fuera de lo normal. Desde este Centro se controlan las obras más importantes del sistema de transmisión a 230 y 138 KV y los principales circuitos de distribución a 34.5 KV. Además de las plantas generadoras, el Centro supervisa y controla las potencias activas, reactivas y voltajes en subestaciones y líneas, así como la frecuencia, el error de tiempo y el intercambio de energía con los sistemas de los países vecinos. El Centro es atendido por personal debidamente capacitado en el manejo del sistema eléctrico y en el uso del moderno equipo instalado a dicho fin.

Para lograr fiabilidad y eficiencia en el transporte de energía hacia los centros de consumo, en vez de continuar ampliando y reforzando el sobrecargado sistema de subtransmisión a 34.5 KV que vino sirviendo por años al Valle Central del país, se construyeron ramales de líneas a 138 KV hacia centroides de carga del mismo, unas 11 subestaciones a esa tensión de entrada para igual número de centroides, con 30 a 100 MVA de capacidad cada una, y un anillo de 138 KV alrededor del Area Metropolitana, también ubicado dentro de dicho Valle.

El sistema de subtransmisión reemplazado, por un robusto sistema a 138 KV, pasó a formar parte de la red de distribución a 34.5 KV de las empresas distribuidoras del país. Dicha subtransmisión, funcionando como alimentadores de distribución con márgenes adecuados de capacidad, permite diferir la inversión en ampliaciones de las subestaciones de centroide, pues dos o tres de ellas son capaces de transportar importantes bloques de carga entre centroide y centroide, en casos de salida temporal de servicio de alguno de los transformadores de subestación o en caso de salida temporal de alguna de las líneas radiales a 138 KV.

Para confirmar la eficiencia del sistema de transmisión se ha instalado un buen número de contadores de KWH adecuadamente ubicados al comienzo y al final de las líneas de alta tensión, asi como a la entrada y salida de las subestaciones de potencia.

5. MERITOS DE LAS POLITICAS CONSERVACIONISTAS

Examinando las políticas conservacionistas que se han aplicado en Costa Rica y guardando las proporciones, puesto que es un país pequeño y de muy limitados recursos, conviene destacar aquellas que han demostrado mayor impacto.

Para ello se investigará el comportamiento del sistema en los últimos años. El gráfico 3 presenta la generación y demanda anual del Sistema.

El gráfico 4 presenta el comportamiento de las pérdidas del sistema, a nivel de transmisión y a nivel de distribución.

Conviene recordar que la distribución a 19.9/34.5 KV se intensificó a partir de 1975 y que el anillo a 138 KV del área metropolitana entró en operación en el año 1979.

Los resultados obtenidos son muy sobresalientes, tomando en cuenta que el sistema de distribución se ha expandido de 3000 a 9000 KM de 1970 a 1982,

(ver el gráfico 2), y la carga ha aumentado (como se evidencia en el gráfico 3), las pérdidas del sistema de distribución han venido disminuyendo consistentemente desde 1971, de un 15% a un 8.6% y en procura de un 7% futuro.

Los resultados de los esfuerzos en el área de transmisión de energía son igualmente importantes al lograrse reducir las pérdidas de un 5% a valores cercanos al 3%, a pesar del marcado aumento que ha experimentado la carga del sistema. (Ver gráfico 3). Puede concluirse que las medidas adoptadas han sido también eficientes en el campo de la transmisión de energía.

Según el nivel de generación alcanzado en Costa Rica en años recientes (2800 GWH/año), una economía en pérdidas del 9% como la alcanzada en transmisión y distribución, representa un bloque de energía de unos 250 GWH/año que en vez de disiparse en los conductores puede ponerse a mucho mejor uso, posponiendo nuevas plantas generadoras evitando el consumo de unos 6500 m^3 de petróleo o supliendo necesidades de nuevos mercados nacionales o internacionales.

A continuación se presentan aquellas políticas o disposiciones que a nuestro criterio han surtido un mayor efecto sobre la conservación de energía en el sistema de potencia.

a- Marco institucional

Después de la creación del ICE y por las labores que éste realizara como entidad rectora, se logró consolidar en sólo ocho empresa los esfuerzos que en un momento llegaron a realizar unas 40 entidades prestatarias del servicio eléctrico, dispersas por el territorio nacional. Este cambio trajo consigo un ambiente propicio para alcanzar un desarrollo y manejo racional de la prestación de servicios eléctricos en Costa Rica.

Dentro de tales circuntancias, consistentes con la política nacional de desarrollo, han sido posible realizar tareas como las siguientes: Proyección geográfica del mercado eléctrico nacional, independientemente de las áreas de servicio asignadas a cada empresa eléctrica. Concepción, planificación

y desarrollo integral a cargo del ICE, de las fuentes de generación y transmisión negociadas por los diversos centros de consumo. Concepción y planificación dentro de criterios uniformes de las redes de distribución requeridas por los usuarios del país. Normas de servicio y estructuras tarifarias uniformes para los clientes de las diversas empresas eléctricas, a cargo del ICE y de la entidad reguladora del país (Servicio Nacional de Electricidad). Distribución de grandes clientes entre las empresas según criterios de menor inversión y menores pérdidas de transporte y de distribución. Financiamiento simultáneo, compras conjuntas de bienes y servicios, desarrollo coordinado de la reconstrucción y construcción de las redes de distribución urbanas y rurales, para las diversas empresas. Planes coordinados de operación de plantas, líneas, subestaciones y redes de distribución. Cada una de estas tareas es ejecutada dentro del criterio de hacer el mejor uso posible de los recursos financieros disponibles y la mejor utilización de la energía a transportar.

b- El Sistema de Transmisión

Las pérdidas en el sistema de transmisión se han reducido del 5% a valores cercanos al 3% de la energía generada, entre 1971 y 1981.

Para reducir las pérdidas de transporte, el Centro de Control de Energía, mantiene el voltaje en barras de subestaciones y en puntos de entrega dentro del 5% por encima del voltaje nominal, mediante el uso de capacitores, reactancia capacitiva de las líneas, cambiadores automáticos de derivación en transformadores y autotransformadores de grandes subestaciones.

Asimismo y mediante los equipos apropiados, se reducen las pérdidas de transmisión generando lo más cerca posible del punto de consumo, los reactivos que abonados y empresas distribuidoras demandan, en vez de originar tal potencia en las plantas generadoras. Mediante multas por bajo factor de potencia y campañas de convencimiento, los factores de potencia típicos en los puntos de entrega a los alimentadores de distribución son superiores a 97%, y los que se registran a la salida de las plantas generadoras oscilan alrededor del 100%

c. Sistema de distribución

La conversión de voltajes y expansión del sistema de distribución a nivel de 19.9/34.5 KV, es el factor que más ha influido sobre la disminución en pérdidas que ha demostrado el sistema costarricense en los últimos años.

El uso de transformadores de bajas pérdidas y el aprovechamiento de reguladores de voltaje y capacitores para manetener un alto y uniforme voltaje en los alimentadores primarios, aseguran también una sensible disminución de las pérdidas.

El planeamiento oportuno y sólidamente fundamentado del sistema de distribución, ha contribuido positivamente a la conservación de energía.

d. El sector consumidor

Para aprovechar el sistema de potencia en una forma eficiente, se cuenta con mecanismo que contribuyen indirectamente a mejorar el factor de carga.

Así se han establecido tarifas que favorecen a aquellos que se acojan a horarios de trabajo fuera de las horas pico.

Igualmente se han bonificado, mediante tarifas especiales, aquellas industrias estacionales que laboran preferiblemente en la época lluviosa época en que la generación se produce en las plantas más próximas a los centros de consumo.

También se ha puesto en práctica tarifas preferenciales para la calefacción industrial fuera de hora pico, buscando evitar la importación de combustibles y una mejor utilización del sistema de transmisión.

Para abonados de escasos recursos existen tarifas que tienden a fomentar el uso eficiente de la energía en el sector residencial.

Además, se cuenta con unidades de asesoría para el usuario, dedicadas a la divulgación de prácticas eficaces para el ahorro de energía mediante el

uso de los equipos y utensilios comunes, correción del factor de potencia y aprovechamiento de tarifas especiales.

Por el reducido tamaño del mercado actual y limitaciones de tipo económico, no se han puesto en práctica mecanismos para la administración de carga; sin embargo, con las anteriores medidas se está logrando cierto avance en este sentido.

6- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1- No obstante que la atención del país se concreta prioritariamente sobre el uso óptimo de sus embalses para la generación hidroeléctrica, la experiencia costarricense ha demostrado que se puede y se debe hacer un uso racional de la energía en la transmisión y distribución de electricidad.

2- Para garantizar el aprovechamiento óptimo del sistema de potencia y minimizar pérdidas de transporte, se ha comprobado que es muy provechoso contar con una entidad que a nivel nacional se encargue de la concepción, planificación y desarrollo de las fuentes de generación y del sistema de transmisión; sea rectora en materia de redes de distribución; y a su vez propulse la ejecución y financiamiento conjunto de nuevos proyectos en este campo.

3- El mantener voltajes altos dentro de los límites permisibles, generando los reactivos necesarios lo más cerca posible de los centros de consumo, contribuye a evitar el desperdicio en el transporte de energía; también, la adición de líneas de amplia capacidad destinadas al descongestionamiento del transporte de energía, ha demostrado contribuir a reducir sustancialmente las pérdidas.

4- En el campo de la distribución se ha comprobado que el nivel de voltaje de 19.9/34.5 KV no solo evita etapas de transformación intermedias, sino que permite cubrir áreas de servicio más extensas y lograr apre-

ciables reducciones en pérdidas. El uso de transformadores de bajas pérdidas y el aprovechamiento de reguladores de voltaje y capacitores también han contribuído a alcanzar mayor eficiencia en esta área.

5- La administración de carga mediante políticas indirectas, tales como el establecimiento de tarifas preferenciales fuera de horas pico, ha demostrado influir positivamente en cierto sectores de la industria.

6- Aún en sistemas con generación sustancialmente hidroeléctrica, como el de Costa Rica, el ahorro de pérdidas de transmisión y distribución se convierte en un bloque importante de energía que permite diferir la instalación de una nueva planta generadora, o la obtención de importantes ingresos anuales cuando ese bloque se exporta a los mercados de países vecinos.

GRAFICO 1

SISTEMA DE TRANSMISION

DE COSTA RICA

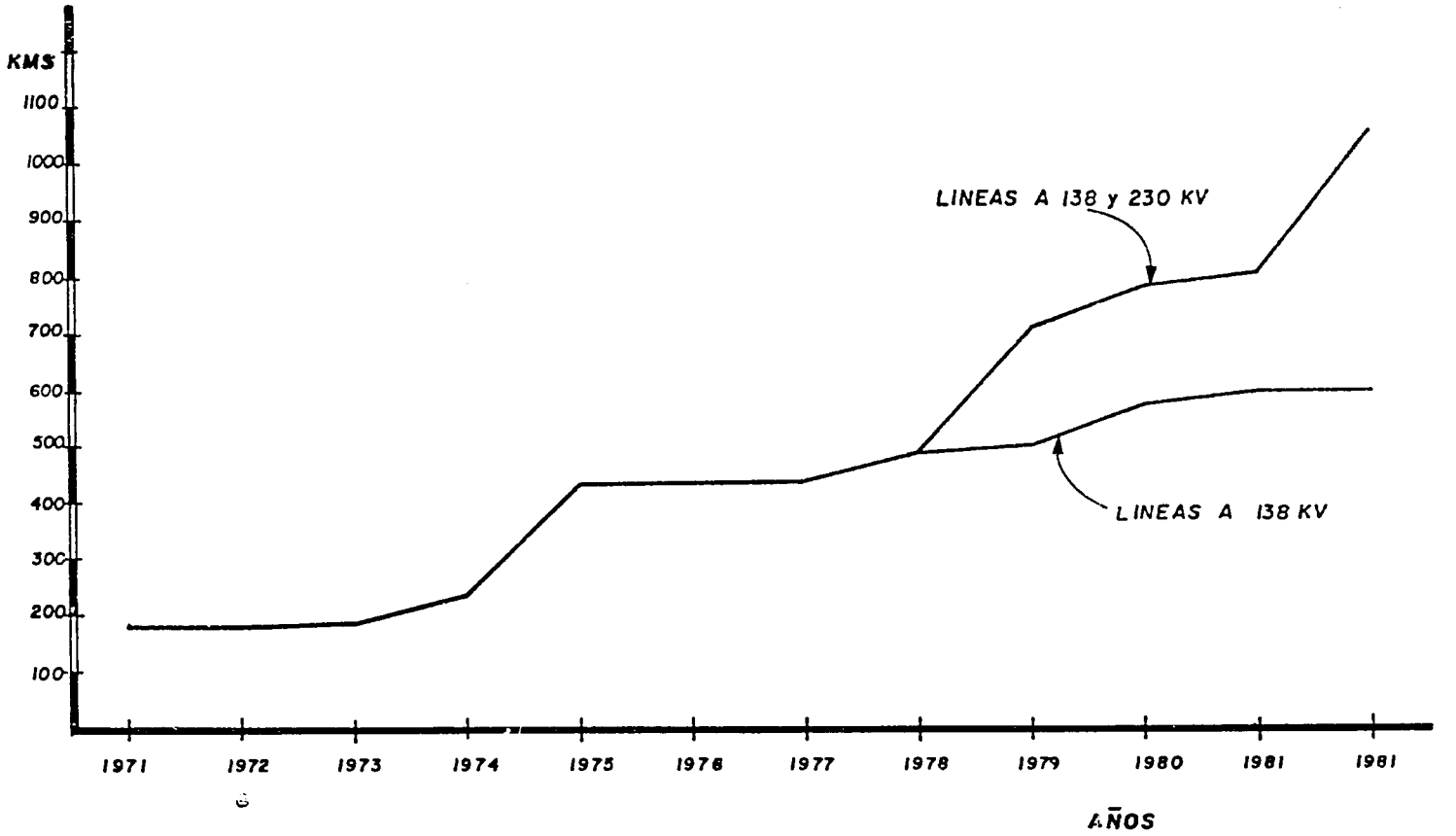
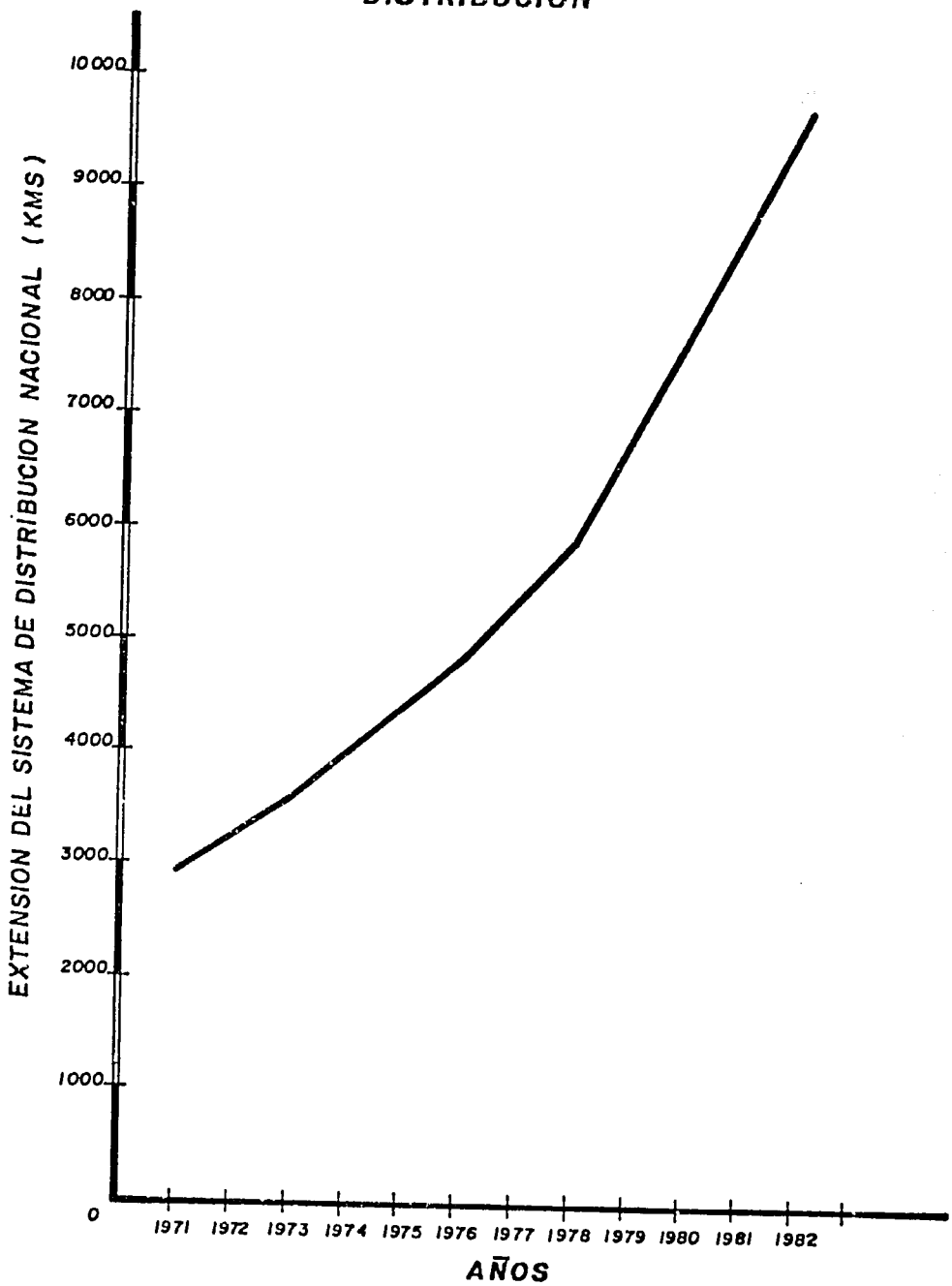


GRAFICO 2

EXTENSION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION



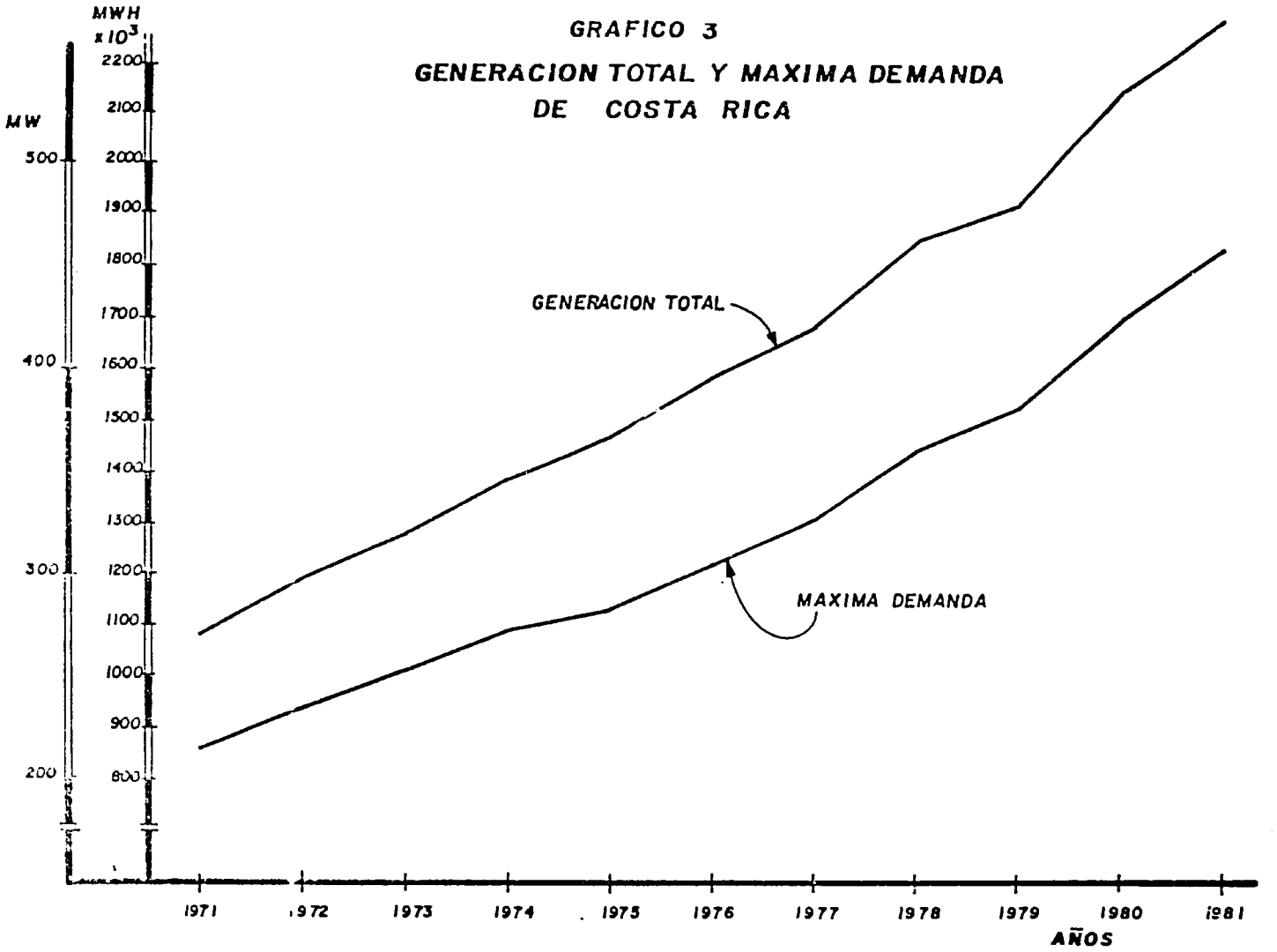


GRAFICO 3
GENERACION TOTAL Y MAXIMA DEMANDA
DE COSTA RICA
MWH
x10³
MW
500
400
300
200
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
GENERACION TOTAL
MAXIMA DEMANDA
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
AÑOS

GRAFICO 4

PERDIDAS EN EL TRANSPORTE
Y DISTRIBUCION DE ENERGIA

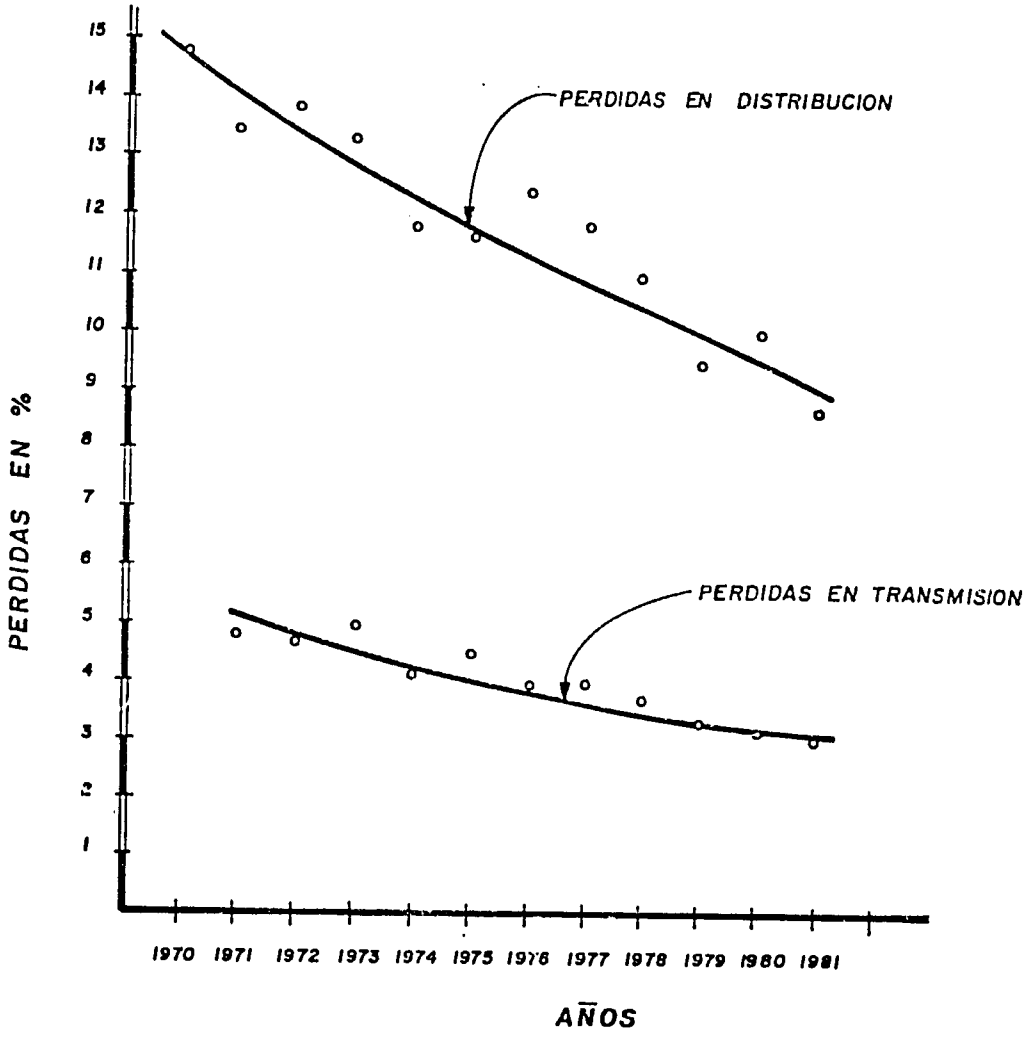
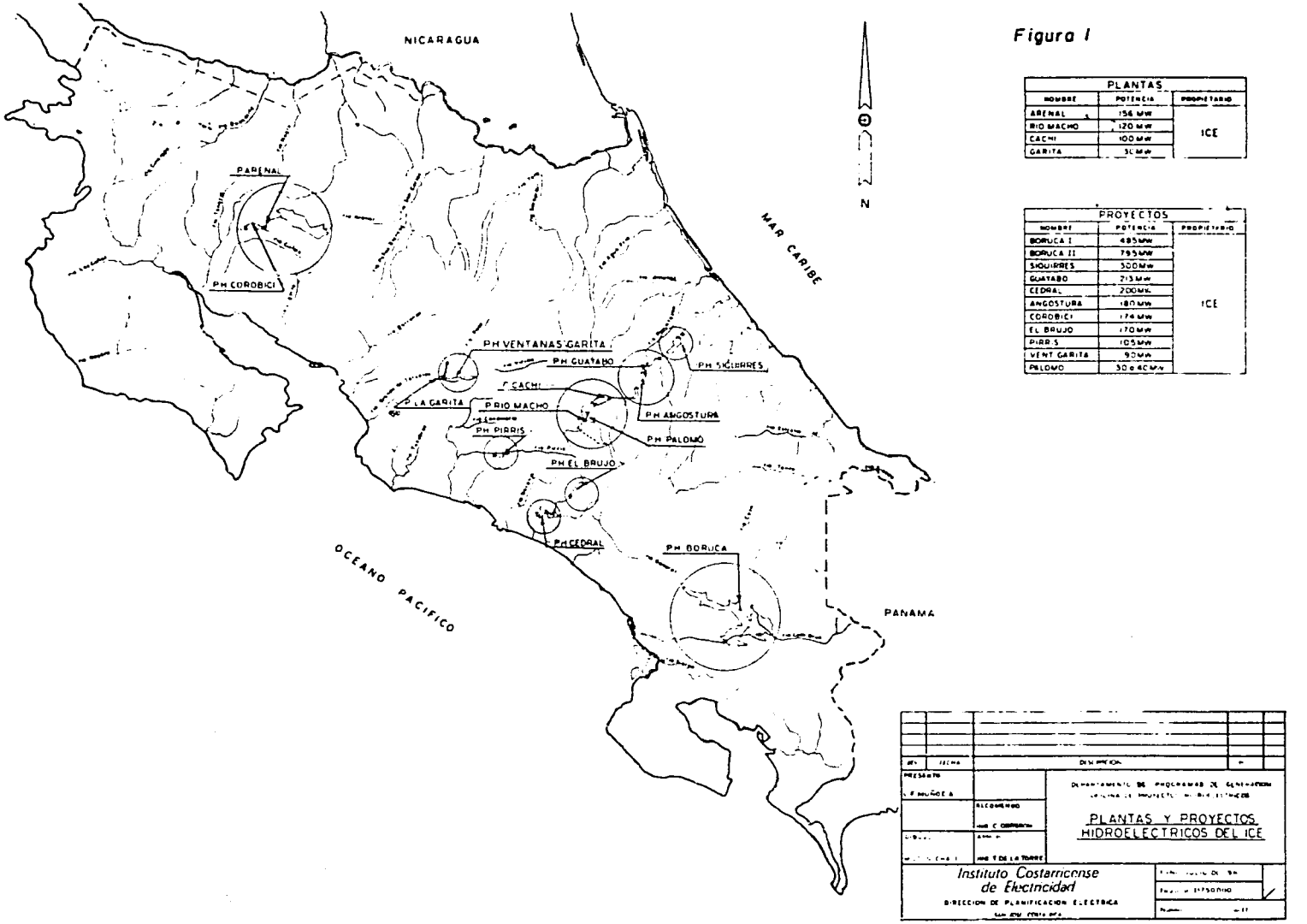


Figura I



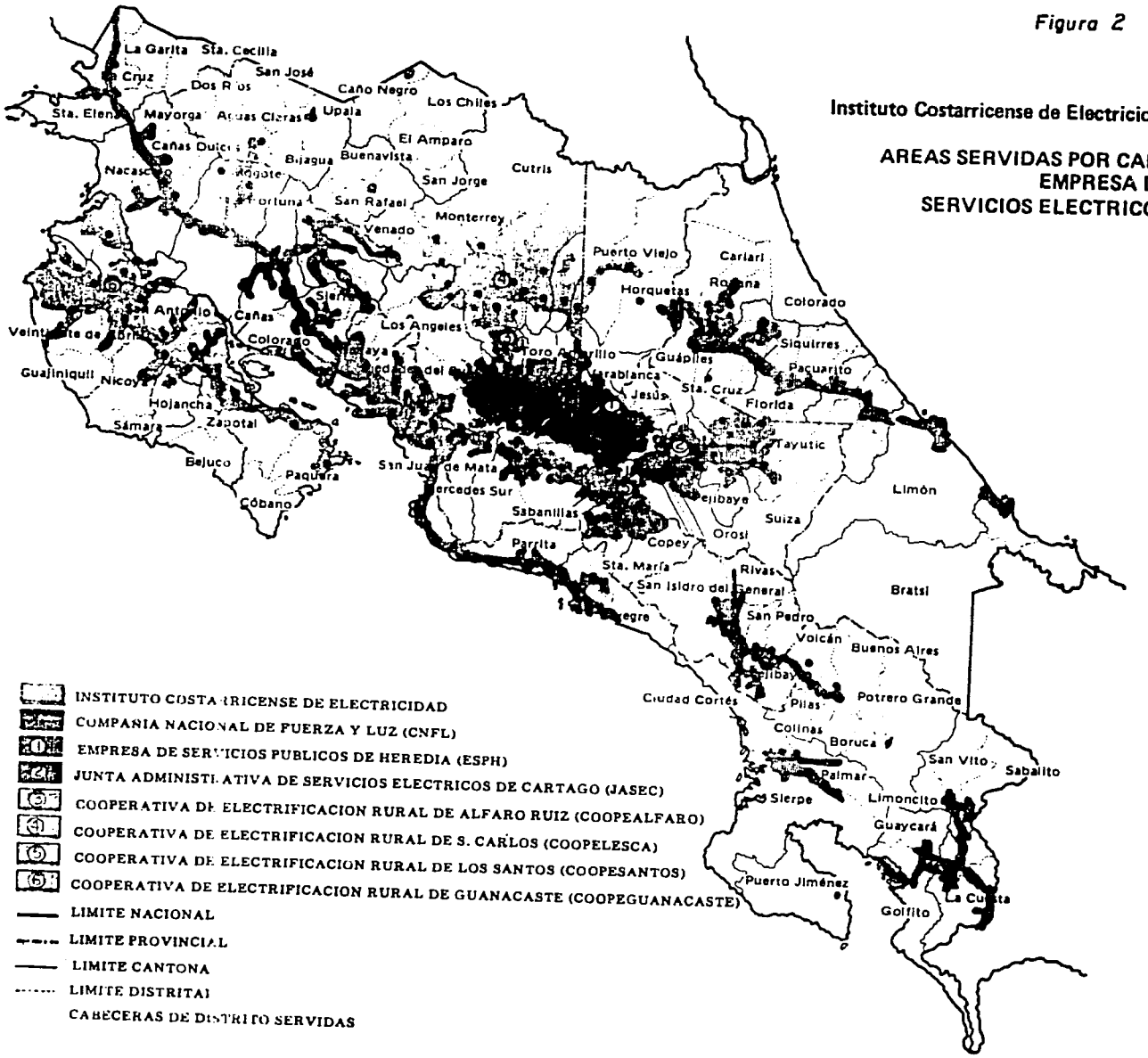
PLANTAS		
NOMBRE	POTENCIA	PROPIETARIO
ARENAL	156 MW	ICE
RIO MACHO	120 MW	
CACHI	100 MW	
GARITA	30 MW	

PROYECTOS		
NOMBRE	POTENCIA	PROPIETARIO
BORUCA I	485 MW	ICE
BORUCA II	795 MW	
SIQUIRRES	300 MW	
GUATABO	215 MW	
CEDRAL	200 MW	
ANGOSTURA	180 MW	
COROBICI	174 MW	
EL BRUJO	170 MW	
PIRRIS	105 MW	
VENT GARITA	90 MW	
PALOMO	30 a 40 MW	

Figura 2

Instituto Costarricense de Electricidad

AREAS SERVIDAS POR CADA EMPRESA DE SERVICIOS ELECTRICOS



programa de expansión de generación
sistema nacional interconectado
alternativa hg.I febrero 1983
potencia en año promedio

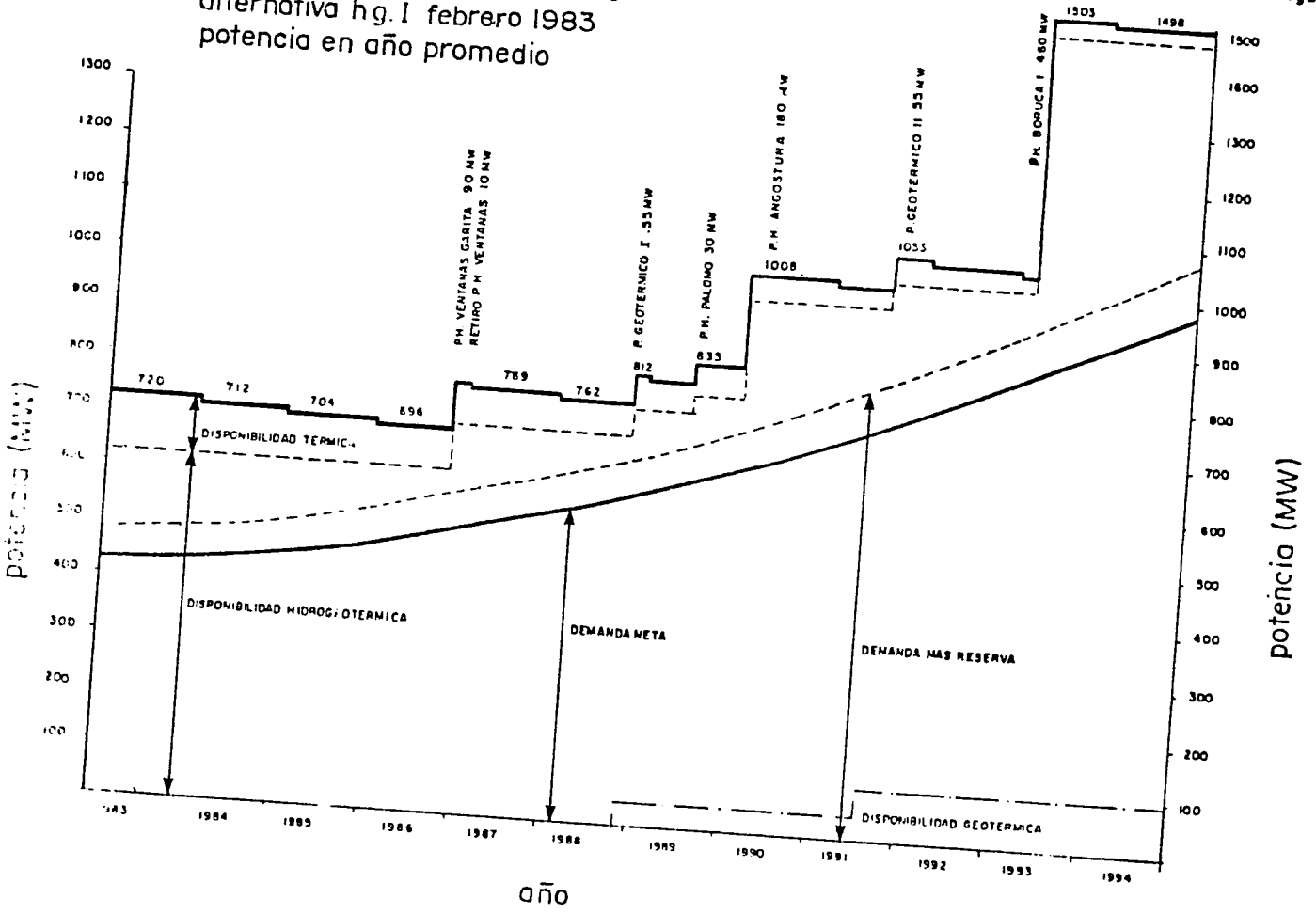
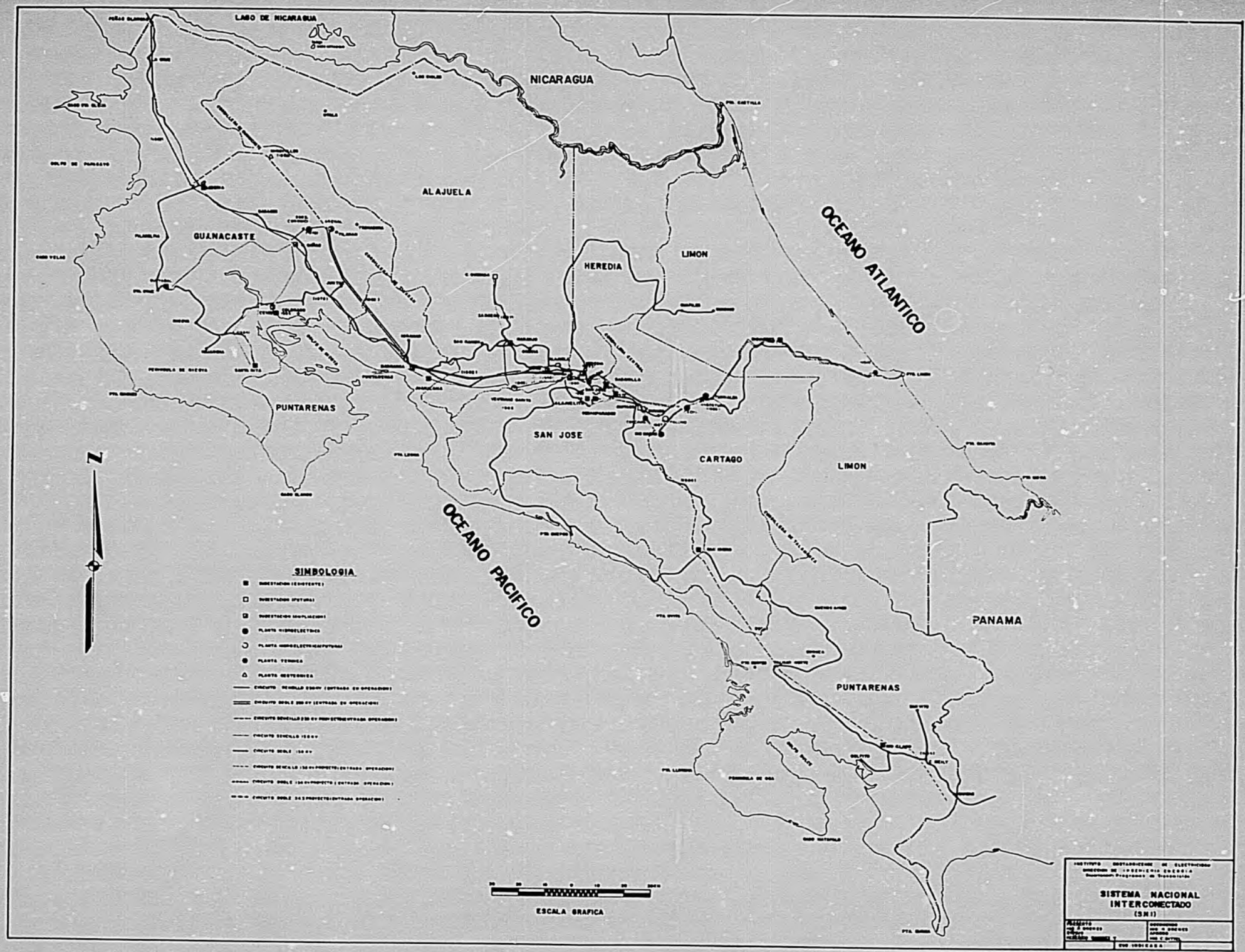


Figura 3


LAGO DE NICARAGUA
NICARAGUA
ALAJUELA
GUANACASTE
HEREDIA
LIMON
OCEANO ATLANTICO
PUNTARENAS
SAN JOSE
CARTAGO
LIMON
OCEANO PACIFICO
PANAMA
PUNTARENAS
N
SIMBOLOGIA
ESCALA GRAFICA
SISTEMA NACIONAL
INTERCONECTADO
(SNI)

180

USO RACIONAL DE ENERGIA Y SUSTITUCION DEL PETROLEO, PARTICULARMENTE EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD EN LA REPUBLICA ALEMANIA

Dipl. Ing (FH) Siegfried Schindler
Gerente de Ingenieria y Ventas Centrales Nucleares
Kraftwerk Union AG
Republica Federal de Alemania

1. Introducción

Creo que sería, por cierto, echar agua al mar o llevar leña al monte si ante este auditorio pretendiera justificar el por qué todos los países del mundo se ven obligados ahora a orientar su política energética hacia las máximas a que hago alusión en el tema de mi disertación, a saber:

" Ahorro de energía y empleo racional de la misma, y sustitución del petróleo por otras fuentes de energía, en la generación y el consumo de la corriente eléctrica. "

Quedo muy agradecido a los organizadores y, ante todo, a OLADE por haberme brindado la oportunidad de informarles hoy sobre las experiencias que se poseen en la República Federal de Alemania en relación con este tema.

Basándome en estas experiencias especiales, intentaré demostrarles que se han conseguido notables éxitos en el empeño de utilizar de forma racional la energía primaria, incluso para la generación de corriente eléctrica. Además, existen ya hoy día muchas posibilidades tecnológicas maduradas que nos permitirán un avance importante en el camino tomado.

Si consideramos a escala mundial la actual correlación entre las reservas energéticas no recuperables y su aprovechamiento (figura 1), se apreciará una evidente desproporción entre los tantos por ciento. El actual uso prioritario de petróleo y de gas natural, no está en consonancia con la estructura de las reservas. Las fuentes energéticas más importantes del futuro son el carbón y la energía nuclear.

Si hablamos ahora de las experiencias que se poseen en Alemania, no hay que perder de vista que se refieren a las circunstancias particulares de un país industrializado, el cual, en el período considerado, se ha convertido de un

país no dependiente de la importación de energía, es decir, de un país autárquico, en un país que debe importar aproximadamente el 50 % de sus fuentes de energía primaria.

Por esta razón, los conocimientos adquiridos y las conclusiones a que se ha llegado no son aplicables, sin más ni menos, a otras regiones o países. Mas soy lo suficientemente optimista para afirmar que para cada economía nacional se puede establecer una estrategia energética óptima, siempre que se empleen convenientemente los conocimientos tecnológicos, se conozcan las relaciones entre los factores económicos nacionales, se efectúan las inversiones adecuadas y se motive a las personas ocupadas en estos problemas. Dicha estrategia no ayudará solamente al país en cuestión sino que contribuirá, en último término, a moderar el consumo mundial de las reservas energéticas no recuperables.

2. Situación energética de la República Federal de Alemania

El consumo de energía primaria en la República Federal de Alemania asciende a aproximadamente 400 millones de tec. * La figura 2, con guarismos correspondientes al año 1979, muestra la transformación de la energía primaria en energía disponible y en energía útil, o sea, la que está a disposición después de la última conversión. El consumo de energía primaria en el año 1982 se elevó a aproximadamente 370 millones de tec. La distribución de las relaciones en el diagrama no experimenta apenas cambio. La reducción del consumo en comparación con el año 1979 viene determinada, en lo esencial, por cuatro factores:

- el desarrollo regresivo de la economía
- el clima suave en el último invierno
- el cambio de estructura en algunos ramos de la industria con consumos específicos de energía muy elevados
- el ahorro energético

La figura 3 muestra cómo, por ejemplo, el clima suave puede influir claramente sobre el balance energético:

Del consumo de energía disponible, del orden de 270 millones de tec., corresponde el mayor porcentaje, un 73 %, a la demanda térmica, es decir, para la producción de vapor de proceso y la calefacción de edificios. El restante 27 % es para instalaciones de alumbrado y de fuerza. Lógico, por lo tanto, que también en este sector se vean en Alemania buenas posibilidades de ahorro energético a corto y medio plano.

Permítanme mostrarles otra comparación de hechos: (Figura 4)

En el año 1981 se consumieron en Alemania aproximadamente 370 millones de tec., de las que un 43 % era petróleo importado que gravó la balanza de pagos con unos 70.000 millones de marcos alemanes.

* Toneladas equivalentes de carbón

En el año 1973, empero, la demanda fue de unas 340 millones de tec., con un porcentaje de petróleo importado del 52 % , que requirió divisas por valor de 15.000 millones de marcos alemanes.

¿Qué nos dicen estas cifras?

En primer lugar, que las tasas de crecimiento de la demanda de energía, las cuales entre 1960 y 1970 se elevaron a un 4,8 % anual, experimentaron una notable moderación después de 1973.

Segundo, que el porcentaje y la cantidad absoluta de petróleo importado han descendido manifiestamente.

Y, en tercer lugar, que a pesar de ello el costo del petróleo importado a Alemania se ha quintuplicado en este período.

Seguro que conclusiones similares podrían sacarse también para cualquier otro país importador de petróleo. Basta una comparación tan sencilla como la hecha ahora para evidenciarnos la influencia que tiene el desarrollo del mercado mundial del petróleo sobre la economía internacional.

Hay que constatar, aquí, que, en comparación con otros países, Alemania se hallaba en 1973 en una base de partida relativamente favorable, cuando el mercado energético mundial requirió, bajo circunstancias prácticamente dramáticas, una adaptación rápida y eficiente de las distintas economías nacionales.

Quiero cimentar esta afirmación alegando las tesis y pruebas siguientes:

1) Desde el comienzo de su industrialización en el siglo pasado, Alemania ha sido un país de elevados costes energéticos. La hulla nacional, que, hasta la invasión del petróleo barato en los años 60, fue la base fundamental del abastecimiento energético, había y hay que extraerla, con elevados costes, de yacimientos dificultosos en el aspecto geológico. Los elevados costes energéticos han favorecido la creación y la introducción de tecnologías con consumo reducido de energía. La figura 5 muestra el desarrollo del consumo específico de energía invertida en la industria alemana por cada 100 marcos de valor de producto. Puede verse que la tendencia a la baja transcurre prácticamente uniforme y que sólo recientemente muestra ciertas señales de disminuir. En la misma medida en que se va relegando la energía disponible a base de combustibles fósiles, aumenta la importancia de la electricidad. Sobre esta evolución favorable trataremos en el capítulo próximo. De esta figura puede desprenderse, además, que bajo determinadas condiciones, el consumo creciente de energía puede ser un medio adecuado para reducir la demanda específica de energía primaria.
La figura 6 representa una comparación internacional del desarrollo entre 1973 y 1978. Aquí se evidencia que los países europeos y, entre ellos, sobre todo Alemania, no quedan en mal lugar en comparación con los Estados Unidos de América, por ejemplo.

2) La flexibilidad de todo el sistema de consumo de energía se ha garantizado estableciendo un máximo en economía de libre competencia y un mínimo en medidas administrativas. La experiencia nos ha mostrado que las dificultades derivadas de las adaptaciones necesarias en las últimas décadas han sido superadas en su mayoría gracias al sistema económico de libre competencia en Alemania, lo que puede documentarse con la posición que ocupa actualmente Alemania en el mercado mundial. Las

intervenciones administrativas que, por regla general, dan lugar a controles y gastos de vigilancia y de administración, y que, con frecuencia, causan tardanza en lugar de efectividad, se redujeron a un mínimo. Así por ejemplo, hasta el año 1973 se limitó mediante disposiciones legales que el carbón nacional fuera relegado a un segundo lugar por la invasión impetuosa del petróleo barato, la que hubiera sido factible según las reglas del mercado libre de precios. La razón de ello estribó en que por motivos políticos y estratégicos se quisieron mantener los recursos nacionales de energía.

Por medio de algunas de las figuras antes mostradas he intentado indicarles la distribución de energía en la República Federal de Alemania. Echemos ahora una mirada al desarrollo de los porcentajes de las distintas fuentes de energía primaria. La figura 7 contiene las cifras del programa energético oficial de 1981 del gobierno alemán.

La meta, de reducir a aproximadamente una tercera parte el porcentaje de petróleo, puede conseguirse, en lo esencial, mediante 3 medidas:

- Proseguir con el mejor aprovechamiento de la energía. Parece factible conseguir que hacia finales de este siglo la relación entre los incrementos del consumo de energía y del producto social bruto sea del orden de 0,5 (en lugar de 0,8, que es el valor promedio de 1965 a 1980). Esto quiere decir que a un incremento del 1 % en el producto social bruto sólo correspondería un aumento del medio por ciento en la demanda de energía.

- Incrementar el porcentaje de la energía nuclear hasta un valor del 17 % de la energía primaria, sobre todo para la generación de la corriente de carga base.

- Aumentar, continuamente, el porcentaje de hulla, para lo que debería tenerse en consideración también la importación de carbón, una vez que la capacidad de extracción nacional esté agotada. Las energías hidráulicas y el lignito alemán se aprovecharán al máximo posible. Lo dicho es válido también para el gas natural; a tal efecto se están concertando nuevos contratos de suministro con la Unión Soviética, sobre todo en sustitución de otros contratos a punto de concluir.

La figura 8 muestra en forma semejante el desarrollo de la demanda de energía disponible, constituyendo las futuras cifras de nuevo el escenario.

La proporción de la energía eléctrica dentro de las diversas formas de la energía disponible ha aumentado de manera contundente, puesto que es una forma de energía limpia, económica y aplicable sin problemas y con toda flexibilidad. Les recuerdo la representación en la figura 5, que subraya esta aseveración.

Pasemos ahora a considerar que fuentes de energía primaria para la generación de esta energía disponible, tan ventajosa para el usuario, eran de importancia en Alemania en el pasado y, sobre todo, lo serán en los próximos lustros. Este tema constituye el capítulo 3 de mi exposición:

3. Energía Eléctrica en la República Federal de Alemania

La figura 9 respalda una afirmación hecha en el capítulo anterior:

El abastecimiento autárquico de la República Federal de Alemania hasta bien entrados los años 50, mencionado en el capítulo anterior, lo refleja también la prevalencia del carbón en la generación de la corriente eléctrica.

El petróleo, al mismo tiempo que iba conquistando en Alemania, poco a poco y gracias a su bajo precio, el mercado de la energía comerciable para las calefacciones y el vapor de proceso, aparte de ser utilizado ya en el sector de tráfico, avanzaba también en el sector de la generación de corriente, alcanzando a principios de los años 70 su participación más elevada.

La tónica del futuro es fácil de conocer, si bien cambiarán algunas de las cifras correspondientes a la previsión sobre la tercera etapa de prosecución del programa energético de Alemania, del año 1981, la llamada alternativa media. Estos cambios son de esperar, sobre todo, en lo referente a las cifras para la corriente bruta producida, que son fuertemente influidas por la demanda industrial.

Las cifras más recientes de 1982 (figura 10) confirman, empero, que el desarrollo se está encaminando en la dirección deseada, puesto que los porcentajes de aceite pesado y de gas natural han experimentado una baja más grande que la estimada en el programa energético:

Crudos	menos del 3% ya en el año 1982
Gas natural	menos del 10%

Esto ha sido posible por el fuerte incremento de la energía nuclear y del lignito. Merece destacarse, sobre todo, el papel de la energía nuclear, que, con una potencia instalada de 10.360 megavatios, o sea, aproximadamente el 14% de la potencia pública

total instalada de 74.900 megavatios, llegó casi al 21% de la generación bruta. Condiciones indispensables para obtener tales resultados operacionales son una alta fiabilidad y disponibilidad de las centrales nucleares que permitan que los equipos nucleares trabajen durante 24 horas a plena potencia en régimen de carga base.

En relación con este punto quisiera hacerles las observaciones siguientes:

En un sistema de centrales térmicas con diferentes energías primarias y diversos tamaños de bloques, la carga base es aportada, normalmente, por las plantas cuyos costes de generación de corriente son los más bajos. Por regla general, se trata en este caso de las plantas donde el porcentaje del costo del combustible en los costes totales de generación de corriente es el más bajo; en Alemania son, por lo tanto, las plantas de energía hidráulica, de lignito y de energía nuclear. La figura 11 muestra el diagrama anual de cargas correspondiente al año 1980. Como pueden ver, aún no se ha puesto en práctica en medida suficiente el principio antes mencionado. Todavía se utilizan centrales de hulla con combustible caro para la carga base. La figura 12 muestra, en una proyección para finales de este siglo, la estructura de la generación de corriente deseable para la República Federal de Alemania, a saber, energía hidráulica, energía nuclear y lignito para la carga base, hulla para la carga media así como gas y petróleo para la carga punta.

De las centrales nucleares adicionales que son necesarias para conseguir esta meta, se hallan ya varias en fase de construcción, con una capacidad total de 14 gigavatios, habiéndose previsto diferentes plazos de puesta en servicio dentro de los próximos 7 años.

Después de haber considerado los porcentajes de las distintas energías primarias en la generación de corriente, quisiera llamar ahora su atención, aunque sea solo brevemente , sobre la

estructura de la distribución y utilización. Quiero renunciar a discutir en detalle sobre la complicada representación de la figura 13, que refleja el diagrama de flujo de la electricidad en la República Federal de Alemania en el año 1981. Bastan algunas indicaciones:

- el porcentaje de la energía generada por la industria se eleva aproximadamente a un 17% de la generación total,
- aproximadamente una tercera parte de la generación industrial se lleva a la red pública, y dos terceras partes son utilizadas directamente por la industria,
- el porcentaje preponderante del consumo industrial proviene de la red pública,
- dentro de los consumidores industriales, la industria química constituye el consumidor principal,
- las casas, el comercio y la industria manufacturera, el tráfico y la economía rural, etc. consumen hoy en día en Alemania ya más energía eléctrica de la generación pública que la industria
- el consumo propio de las centrales térmicas y las pérdidas en las redes pudieron reducirse a un mínimo en el transcurso del tiempo.

Con esta última observación quisiera pasar ahora al próximo capítulo:

4. Ahorro energético y sustitución de combustibles fósiles

Consideramos, en primer lugar, el sector de la energía eléctrica. Aquí se puede ahorrar en

- la generación
- la distribución
- el consumo

Primero: En la figura próxima, número 14, podemos ver la evolución del rendimiento promedio de la generación de corriente en Alemania. Los éxitos esenciales en el intento de una utilización racional de la energía se obtuvieron claramente en el período que precede al aumento de los precios del petróleo. Ello subraya la afirmación hecha en el capítulo 2 sobre los costes de energía tradicionalmente altos en Alemania. En lo referente al rendimiento medio de las centrales enlazadas con la red de interconexión, esta evolución ha concluido, puesto que por la creciente utilización de las centrales nucleares ya no es posible incrementar el valor alcanzado del 37,5 %.

Cuáles son las medidas técnicas que han permitido esta notable reducción de la utilización específica de la energía en el pasado?

A este restecto hay que citar, sobre todo:

1. Sustitución de la central con "tubería común de vapor" por el sistema de "bloque independiente", es decir, ya no hay varias calderas, posiblemente con distintas presiones, que funcionen con una tubería común de vapor y que abastezcan varias turbinas, sino que cada turbogrupo dispone de su caldera independiente

2. Aumento de la presión del vapor vivo a valores entre 125 y 180 bar e implementación del recalentamiento intermedio

3. Incremento de las potencias de los bloques

4. Mejoras en la técnica de los materiales, sobre todo en relación con la construcción de las calderas, que permiten temperaturas de vapor vivo y de recalentamiento de hasta 538 °C.

5) Implementación de la caldera de flujo forzado y del servicio a presión variable, con disminución apreciable de las pérdidas en el arranque y la parada y en el régimen de carga débil

6) Mejoramiento de los quemadores, de la combustión, de los circuitos de regulación, etc., con el consiguiente aumento de los rendimientos de las calderas

7) Perfeccionamiento en el circuito agua-vapor, por ejemplo, aumento del número de escalones de precalentamiento regenerativo, mejores gradientes en los intercambiadores de calor, disminución de las pérdidas de carga en las tuberías, etc.

8) Nuevos conceptos en la realización de centrales térmicas, como son las plantas combinadas de turbinas a gas y vapor y el aprovechamiento del calor residual.

Permítanme que les explique algo más este punto, sirviéndome de algunos ejemplos:

Los rendimientos en la generación de corriente en las centrales térmicas convencionales oscilan entre el 30 y 37% (figura 15), según las condiciones del vapor, la temperatura del agua refrigerante y el circuito agua-vapor. La generación de calor de proceso o de caldeo mediante combustibles fósiles puede realizarse con un rendimiento del 60 al 65%. La combinación de la generación de corriente con la de calor de proceso y de caldeo, en plantas de contrapresión o en turbinas de condensación con extracción permite un aprovechamiento de la energía primaria de hasta más del 80%. En las figuras 16 podemos ver ejemplos típicos de disposiciones. En la figura 17 se comparan los diagramas típicos de flujos energéticos, habiéndose supuesto, en el caso de la variante de contrapesión (diagrama de la izquierda), que el calor residual es aprovechado completamente.

Por lo que respecta al tema de las plantas combinadas de turbinas a gas y vapor, quisiera presentarles dos disposiciones que, por cierto, pueden ser consideradas como las más extendidas en todo el mundo: (figura 18)

En la figura puede verse una central de vapor convencional, con combustión de fósiles, designada por A. Esta central dispone de una turbina de gas antepuesta. El contenido de oxígeno de los gases de escape de la turbina es suficientemente alto para servir de aire de combustión para la caldera de vapor. De esta forma es posible utilizar el calor residual del proceso de la turbina de gas hasta un nivel de temperatura del aire de salida que viene determinado por el punto de rocío, o sea, que oscila entre 130 y 150 grados centígrados.

El principio citado en último lugar determina también la disposición del tipo B. En este caso se aprovecha el calor residual de una o varias turbinas de gas para la generación del vapor, sin tener lugar una combustión adicional de combustibles fósiles.

Realizando una comparación directa de ambas alternativas, puede deducirse que las dos ofrecen ventajas y desventajas. Sin embargo, lo que es común a ambas es que aprovechan notablemente mejor la energía primaria que las centrales térmicas de vapor convencionales. La figura 19 nos dice que el tipo A se caracteriza por el hecho de que, en el margen comprendido entre plena carga y aproximadamente el 50% de carga, alcanza un elevado rendimiento casi constante. En el tipo B, en cambio, puede conseguirse un elevado rendimiento a plena carga y, si se emplean varias turbinas de gas, también notables mejoras a carga parcial, en comparación con las centrales de vapor normales, puesto que se pueden desconectar algunas de las turbinas a gas.

Otras ventajas del tipo B son el tiempo de construcción relativamente corto y los costes bajos de inversión.

Con ambos tipos de centrales se han obtenido mundialmente buenos resultados operacionales. Actualmente se están realizando en Alemania y en otros países trabajos de investigación encaminados a utilizar en bloques combinados el gas procedente de las plantas de gasificación del carbón, a fin de reducir el consumo del gas natural, tan valioso, o de destilados del petróleo.

Los nuevos conceptos en la realización de centrales térmicas y las nuevas tecnologías se estudian en Alemania con subvenciones del Estado y también con miras al serio problema de la contaminación del medio ambiente. Así, por ejemplo, ha sido puesto en marcha recientemente una central modelo en Völklingen, Alemania (figura 20).

En esta central se está combinando una serie de nuevas tecnologías que son ensayadas a escala industrial, como por ejemplo:

- un ciclo combinado de turbinas de gas y vapor
- hogar de lecho fluidizado para carbón de lastre, que precalienta el aire de combustión de la turbina de gas
- desulfuración de humos; este sistema se ubica en la torre de refrigeración
- aprovechamiento del calor a baja temperatura para la calefacción de edificios

El rendimiento de la planta será superior al 39%.

Segundo En los últimos años pudieron reducirse también las pérdidas que se originan en el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Como muestra la figura 21, los ahorros hechos en los años 50 y 60 fueron mayores que los de los últimos años.

En la red alemana, de dimensiones geográficas reducidas y con un enmallado muy denso, se consiguió disminuir las pérdidas gracias a las medidas siguientes:

- Secciones más grandes de los conductores de las líneas
- enmallado más denso
- construcción de nuevas centrales más cerca de los centros de consumo
- empleo de tensiones de transporte más elevadas (380 kV aparte de 110 y 220 kV)
- eliminación de tensiones intermedias
- utilización de instalaciones de distribución completamente blindadas, con elevadas tensiones de alimentación que llegan hasta los centros de consumo.

Sin embargo, últimamente ya no era posible disminuir aún más las pérdidas, pese a que se seguió fortaleciendo la capacidad de las redes. Deberá aceptarse, al parecer, que con una pérdida del orden del 5% se ha alcanzado un límite técnico y económico en la red de interconexión en la República Federal de Alemania.

Tercero En lo referente al ahorro de energía eléctrica, no existe una solución "genial" que permita obtener de un plumazo, por decirlo así, resultados óptimos. Mas bien vemos en este problema un reto al ingeniero, incitándole a conseguir resultados palpables mediante la introducción paulatina de un gran número de mejoras en todos los sectores de utilización de la energía eléctrica.

En el futuro será la electrónica la que desempeñará un papel decisivo en lo que a la regulación y al mando del proceso se refiere. Se estima, de hecho, que mediante la aplicación razonable de regulaciones electrónicas podría conseguirse un ahorro energético del orden del 15%. He aquí un ejemplo para confirmar esta aseveración:

La mayor parte de las plantas que consumen energía o corriente eléctrica trabajan con carga variable.

Pueden conseguirse ahorros regulando la cantidad de energía utilizada conforme a la carga o la capacidad de producción. Las bombas, los compresores, los ventiladores, etc. funcionan, normalmente, según el principio de estrangulación (figura 22). Puede conseguirse una reducción del caudal de, por ejemplo, el 20 % por medio de una compuerta de estrangulación o variando la velocidad. En el caso primero, el consumo de energía del motor es del orden del 90 %, mientras que, empleando un equipo electrónico para regular la velocidad, podría ser reducido el consumo al 58 % de dicho valor, aproximadamente. Ello significa que con la regulación electrónica se ahorra aproximadamente un 42 % de energía eléctrica.

Otro ejemplo más:

Aún hoy en día hay muchos trenes eléctricos que tienen resistencias de frenado que transforman la energía cinética en calor, el cual se libera al medio ambiente desde el techo del vehículo. Existen hoy día locomotoras y ferrocarriles metropolitanos de nuevo desarrollo que permiten que la energía de frenado sea devuelta a la red. Sobre todo en los sistemas de tráfico de corto trayecto, con elevadas velocidades punta y distancias cortas entre las paradas, es donde se pueden conseguir ahorros de energía del orden del 20 al 30 %, si se aprovecha el efecto de frenado.

Con su permiso, abandono ahora el sector de la utilización de la energía eléctrica y les digo algunas palabras en lo concerniente al ahorro energético en los sectores de tráfico y de calor.

- En la República Federal de Alemania, aproximadamente un 25 % de la cantidad total del petróleo lo consumen los vehículos de carretera.

Ya reducciones del consumo de algunos pocos porcientos llevarían a ahorros notables de productos de petróleo en cantidades absolutas. Tanto la electrónica como la microelectrónica pueden contribuir a ello.
Pienso, por ejemplo, en el encendido electrónico, el ajuste electrónico del encendido, la inyección de carburante regulada electrónicamente, etc. Se calcula con que el potencial de ahorro derivado de estas medidas oscila entre el 15 y el 25 %.

- Más de una tercera parte de la energía disponible se gasta en Alemania para calefacción (figura 3). Un mejor aislamiento de viviendas y oficinas abriría un extenso campo de posibilidades de ahorro energético. Prosiguiendo la ampliación de los sistemas de calefacción a distancia se obtendrán, por una parte, ventajas por aprovechamiento del calor residual de las centrales térmicas, que implica un rendimiento más elevado y, por otra parte, se tendrá un medio adecuado para sustituir el petróleo importado por carbón nacional o, en el futuro, por el calor residual proveniente de centrales nucleares.

  Puesto que aproximadamente el 76 % de la energía disponible consumida por la industria se utiliza en forma de calor de proceso, es en este campo donde más posibilidades de ahorro se ofrecen, sobre todo mediante

  - el aprovechamiento directo del calor residual como calor de proceso,
  - la utilización del calor residual para calefacciones
  - la generación de energías mecánicas y eléctricas sirviéndose de calor residual
  - la recuperación de calor por medio de bombas de calor

Este congreso ofrece muchas conferencias sobre las posibilidades especiales de una utilización racional de la energía en los distintos ramos de la industria; por ello me he limitado a los conceptos clave que acabo de citar.

Permítanme, para terminar, exponer las experiencias y los objetivos de la República Federal de Alemania en relación con el tema objeto de mi conferencia:

- Gracias a sus múltiples posibilidades de aplicación, la energía eléctrica aumenta en importancia de día en día y seguirá conquistando posiciones predominantes en el sector de tráfico, de la producción de vapor de proceso y de la calefacción de edificios. Además ofrece posibilidades para la utilización racional de la energiá y para la sustitución de combustibles fósiles en general y de los productos del petróleo en especial.

- Intensificando la utilización de la energía nuclear con reactores de agua ligera y desarrollando de forma encauzada nuevas generaciones de reactores, como, por ejemplo, los reactores reproductores y de alta temperatura, se conservan las reservas de energía primaria disponibles en forma de combustibles fósiles.

- En el importante campo de la gasificación y licuación del carbón, el calor proveniente del proceso nuclear puede permitir, en el futuro, la obtención de productos económicos así como el ahorro de carbón.

- Se calcula con que las energías aditivas, tales como la energía solar, eólica o de biomasa, no contribuirán en Alemania, dentro de los próximos 20 años, de manera decisiva al abastecimiento de energía. No obstante hay que proseguir con el desarrollo de estas energías en los países indutrializados, sobre todo con miras a países usuarios donde existan distintas condiciones climatológicas y geográficas así como una densidad de energía diferente.

El objetivo de reducir en el año 2000, en Alemania el consumo de petróleo a la mitad del valor de 1980, o sea, a aproximadamente 150 millones tec, parece viable si se

aprovechan en forma consecuente los potenciales siguientes:

- el ahorro de energía
- la sustitución directa por el carbón
- la conversión del carbón
- la ampliación de los sistemas de calor a distancia
- la calefacciones eléctricas y las bombas de calor
- la energía eléctrica para el sector de tráfico
- las energías aditivas.

5. Aplicación de los conocimientos expuestos a países terceros

Si se planteara la pregunta qué países de otras regiones podrían sacar provecho de las experiencias y desarrollos hechos en los últimos años en Alemania o, mejor dicho, en Europa en general, entonces se podría contestar lo siguiente:

1. Para el aprovechamiento racional y moderado de las reservas de energía se dispone de dos medios auxiliares. Por una parte, el talento de invención, es decir, la fantasía y la inteligencia y, por otra parte, el capital, o sea, la inversión.

2. Todas las medidas encaminadas al ahorro de energía deben ser optimadas (figura 23). Costes de energía en descenso significan, por regla general, mayores costes de capital. Para cada sistema de energía, bien sea la economía energética de una empresa o la de toda una nación, hay que encontrar el costo mínimo del sistema. Estas bases y requisitos son transferibles a otros países, habiéndose, además, desarrollado modelos matemáticos que, considerando las condiciones marginales decisivas, ayudan a determinar la configuración óptima del sistema.
   El Gobierno Federal, los institutos estatales de investigación, las universidades y la industria, todos están dispuestos a poner estos instrumentos a disposición de países terceros.

3. La competencia entre las diferentes fuentes de energía sólo puede servir para establecer la "mezcla de energías" más oportuna.
   A largo plazo, la humanidad no puede renunciar a ninguna de las fuentes de energía útiles.

4. Sistemas de energía única son peligrosos para cualquier economía nacional. El reto consiste en encontrar la diversificación óptima.

5. Los cambios y procesos de adaptación en los sistemas energéticos transcurren en períodos largos. Todos los que tienen que tomar decisiones en este conjunto y responder de que sean materializadas, deberían planificar a largo plazo y proseguir el camino considerado como correcto, sin dejarse influir por los avatares de la política cotidiana.

References

/1/ H. Hammer, M. Römheld
Abwärmenutzung zur Krafterzeugung mittels neuer Kreislaufmedien,
VDI-Berichte Nr. 415, (1981) pp. 81 - 87

/2/ BGR 1976

/3/ K. H. Beckurts
Technologies for Oil Substitution - the Situation in Germany
Siemens AG, March 17, 1982

/4/ Elektrizität 1982, VDEW-Bericht

/5/ Elektrizitätswirtschaft 1981 (1982) Heft 21

/6/ Vom Wärmeschutz bis zu Wärmepumpen
Frankfurter Allgemeine Zeitung, Blick durch die Wirtschaft
October 1, 1982

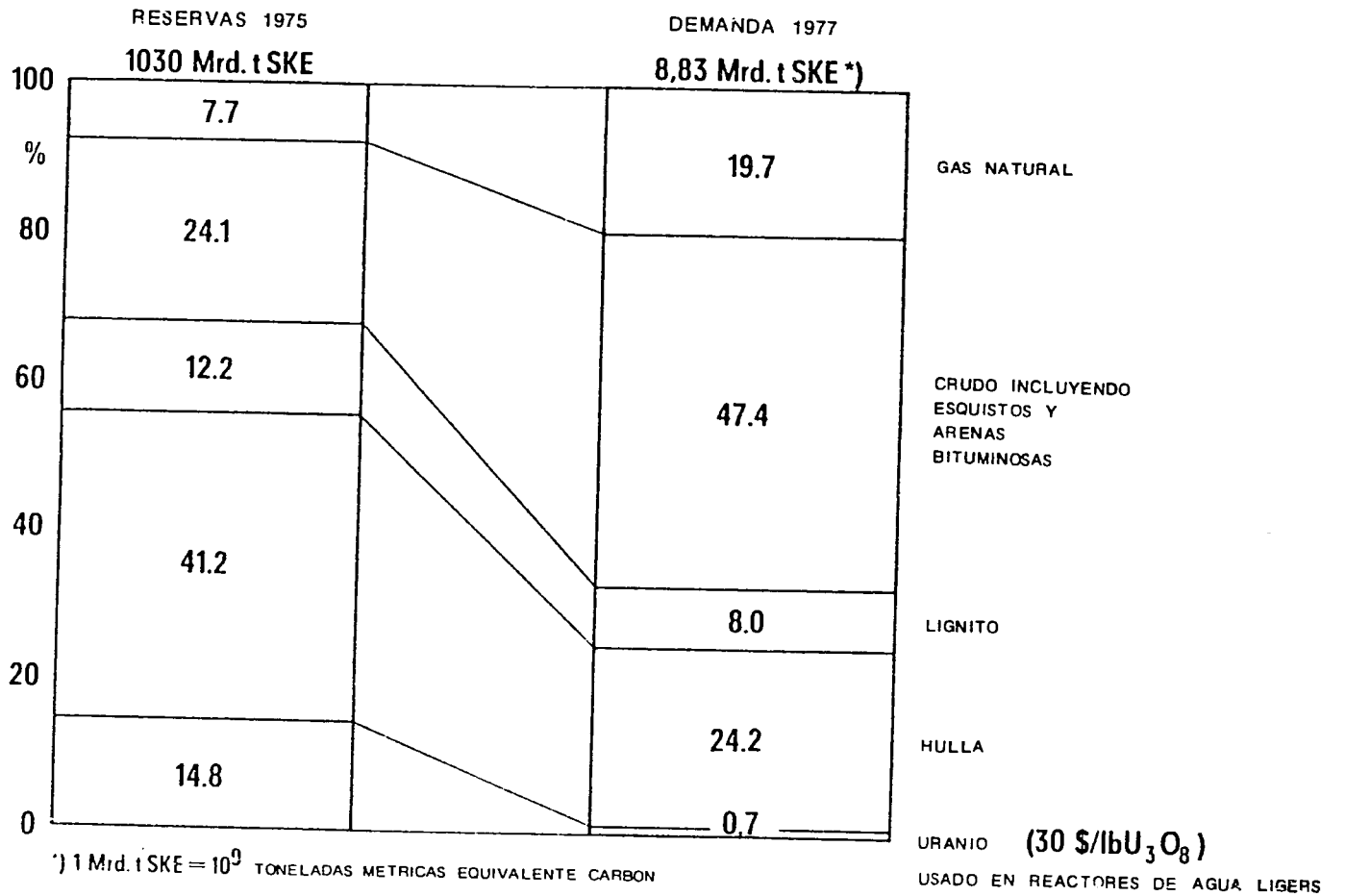
/7/ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

/8/ Ch. Koch, W. Korzen, St. Rath-Nagel, M. Römheld
H. Waldmann
"Energy Management and Conservation in the Industry of the FRG"
International Seminar Sao Paulo, October 1982

/9/ H. J. Schürmann
Strukturwandel weltweiter Energiemärkte
Glückauf 15 (1981)

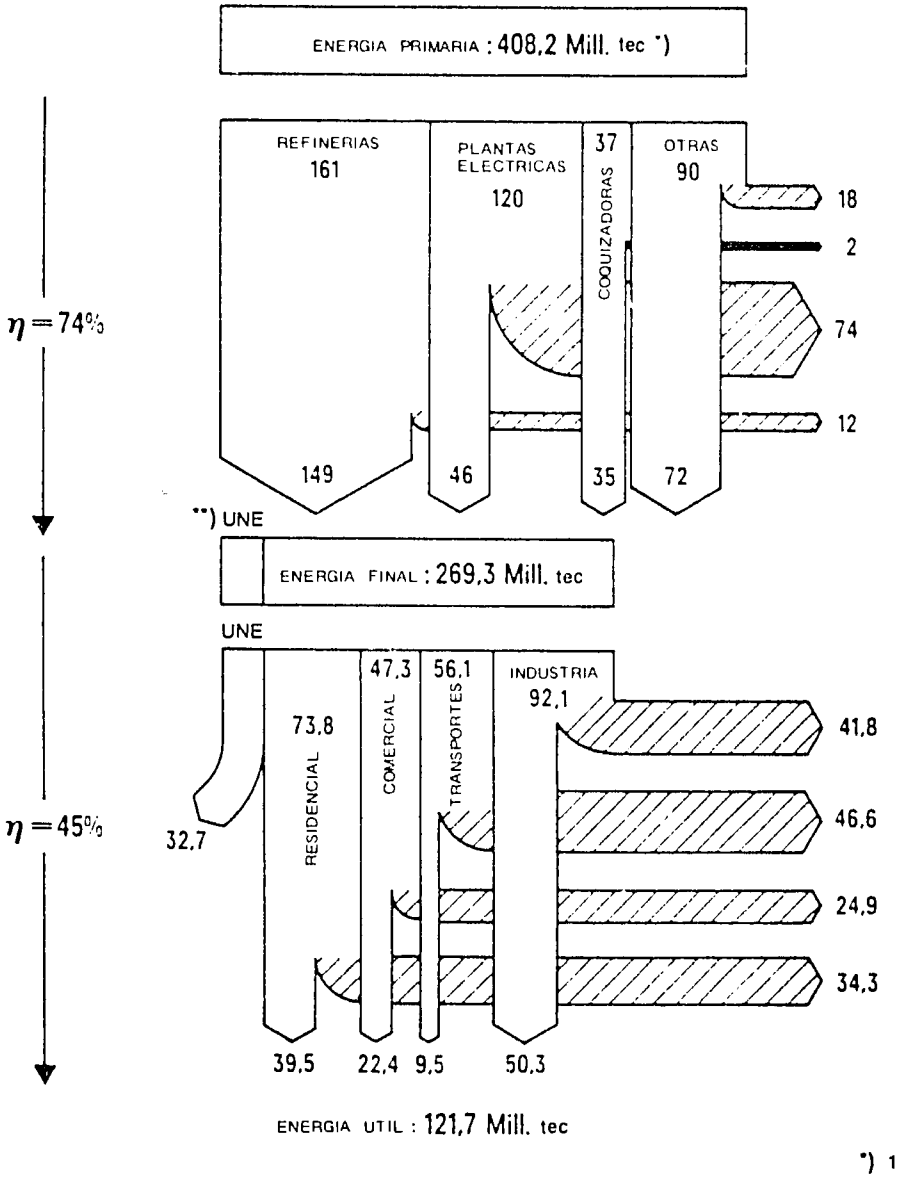
/22/ R. Gerstbrein
Kraft-Wärme-Kopplung in Industriekraftwerken
Siemens Energietechnik 2 (1980), Nr. 7, pp. 235 - 239

/24/ A. Schneider
Energy Conservation in the Chemical Industry
in: J. P. Millhone, E. H. Willis
Proceedings of an International Conference, Berlin
April 6. - 10., 1981, Springer Verlag, pp. 1902 - 1918



EXPLOTACION ECONOMICS MUNDIAL DE ENERGIA
RESERVAS Y DEMANDA [2]

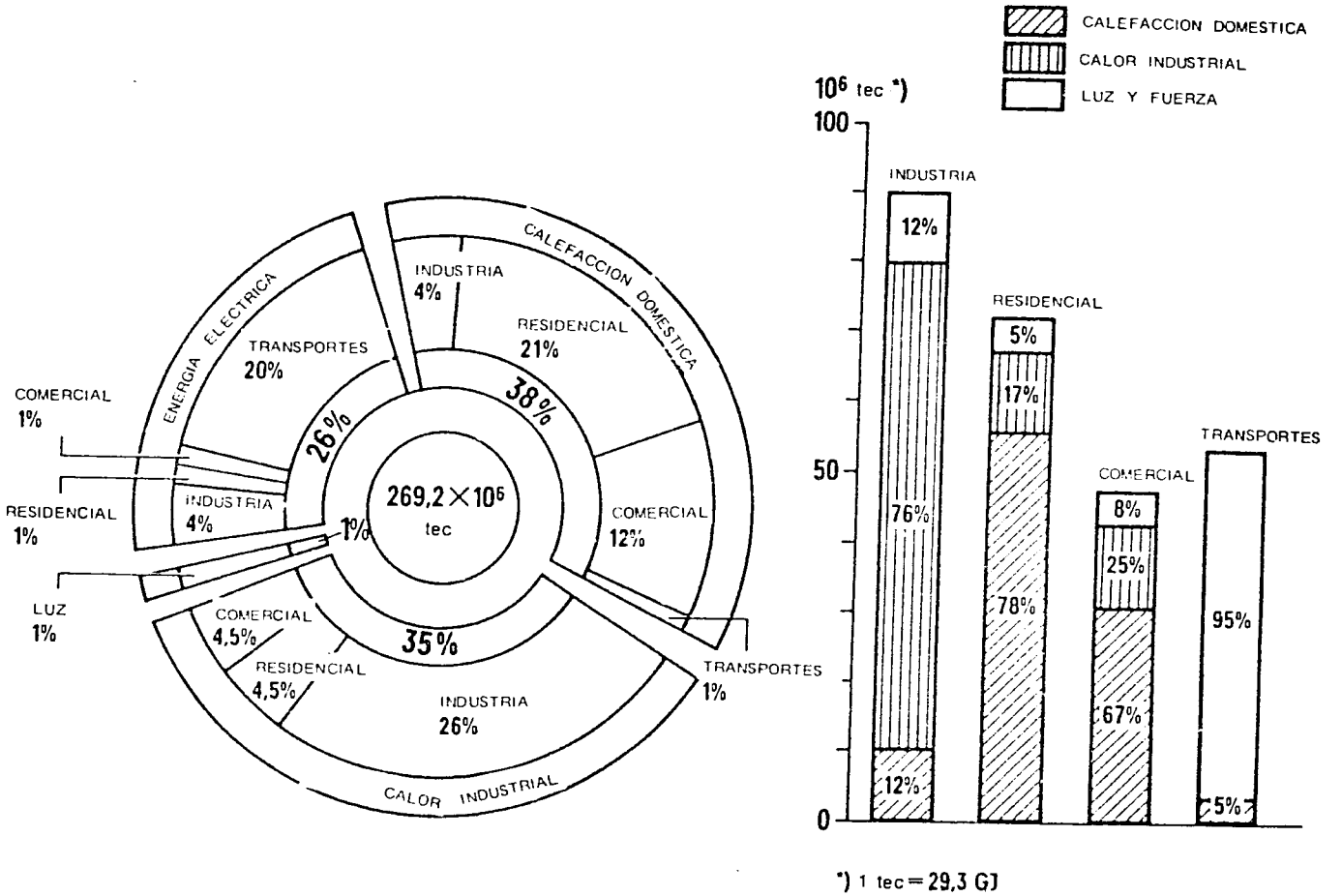
Fig. 1



*) 1 tec = 29,3 GJ
**) UNE = USO NO ENERGETICO

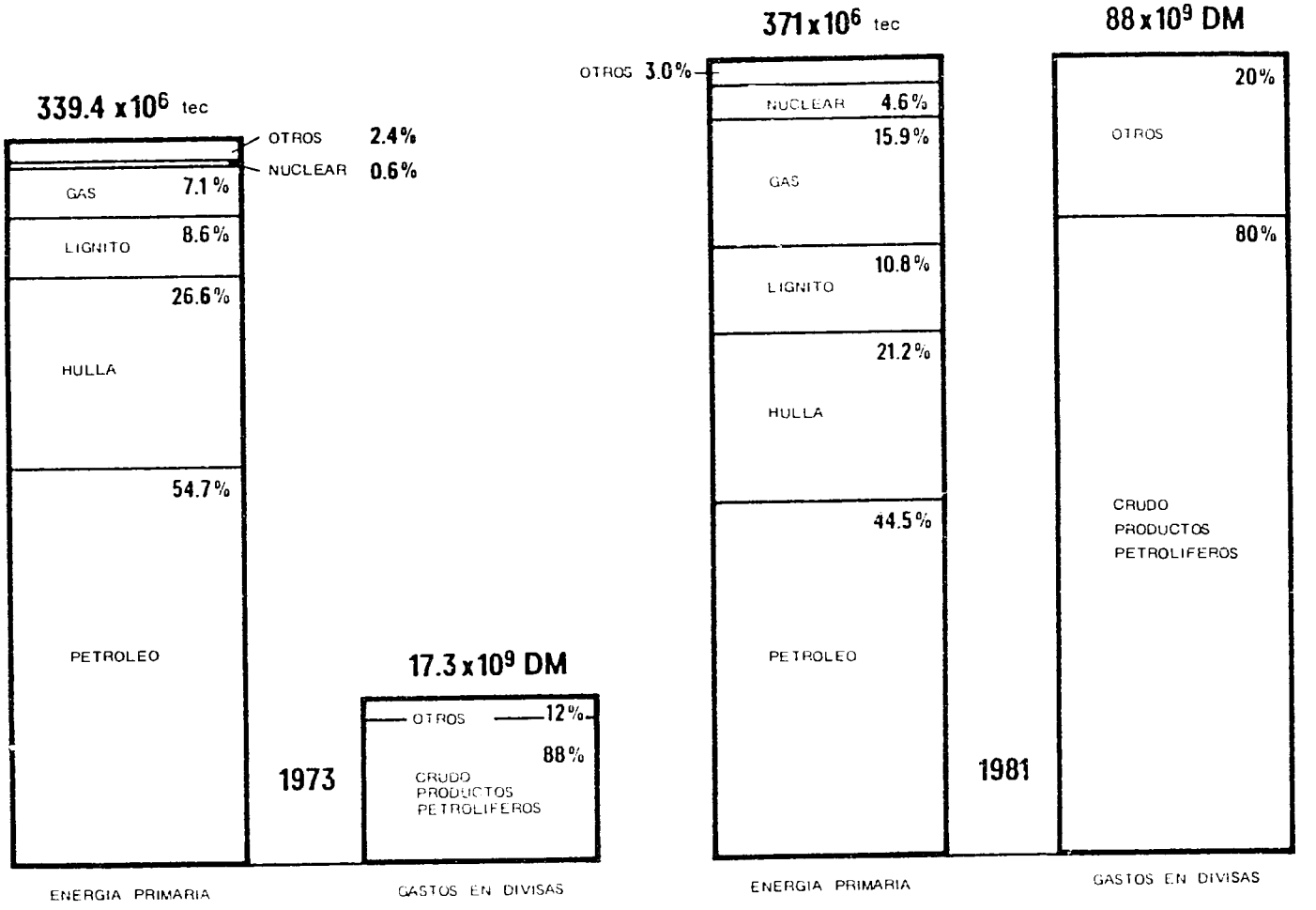
FLUJO ENERGETICO EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA 1979 [1]

Fig. 2



ANALISIS DE LA ENERGIA FINAL SEGUN SECTORES DE DEMANDA Y TIPOS DE ENERGIA (REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA 1979) [6]

Fig. 3

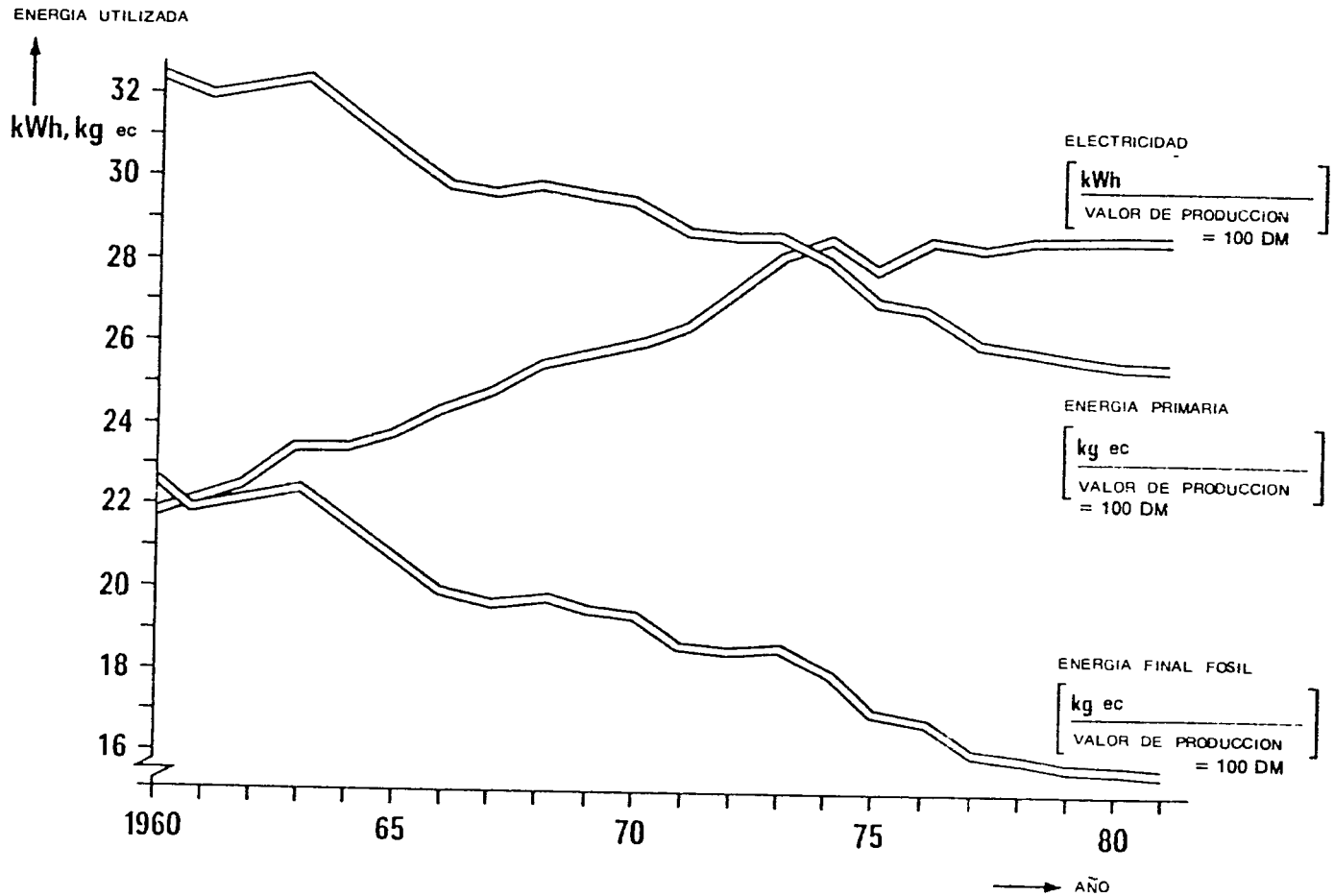


DEMANDA DE ENERGIA PRIMARIA Y GASTOS EN DIVISAS DESTINADOS A LA ENERGIA

(REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA) [3]

32 292 Ce

Fig. 4

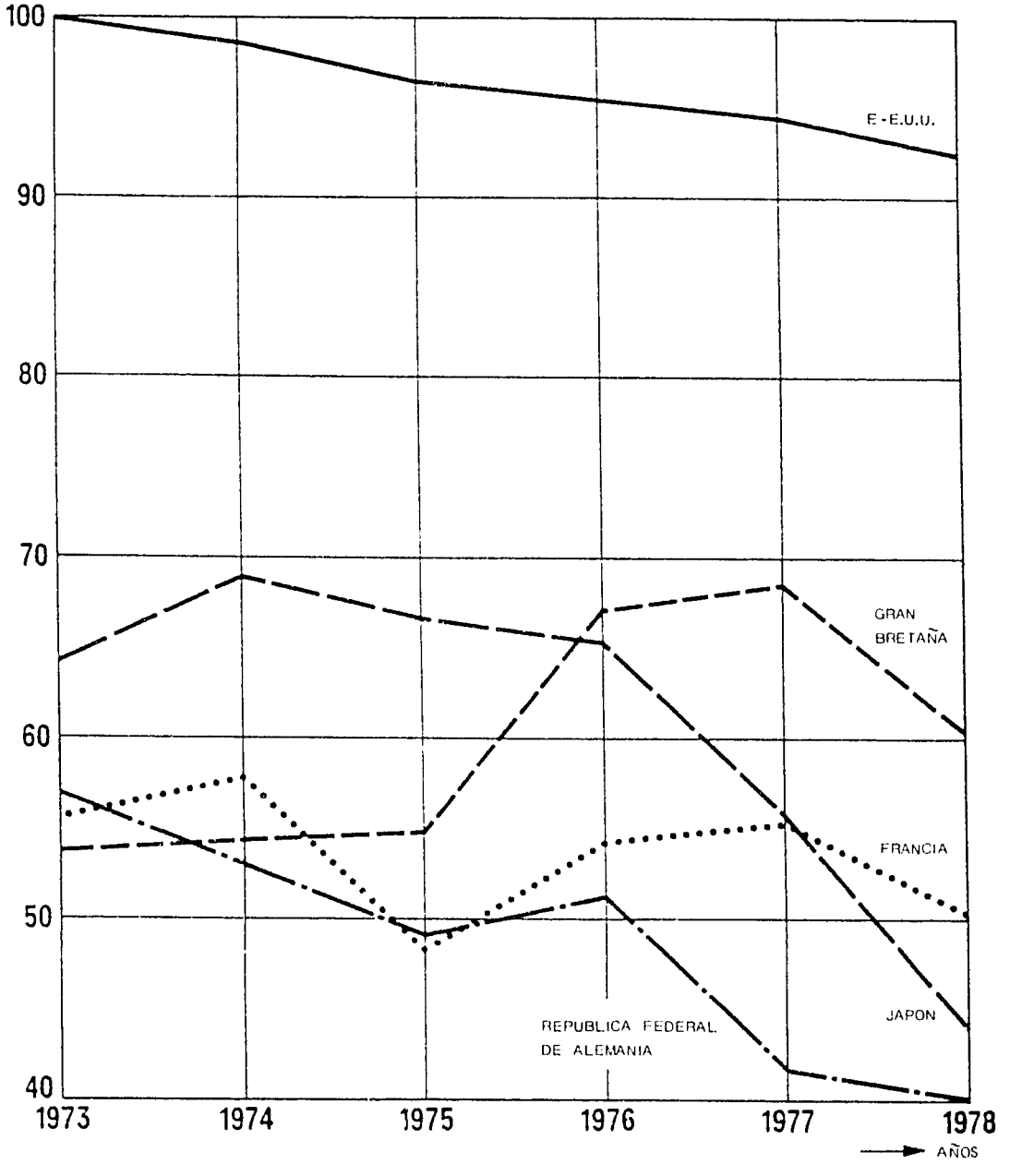


CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA EN LA PRODUCCION INDUSTRIAL

(REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA) [3]

E 82 324 Ce a

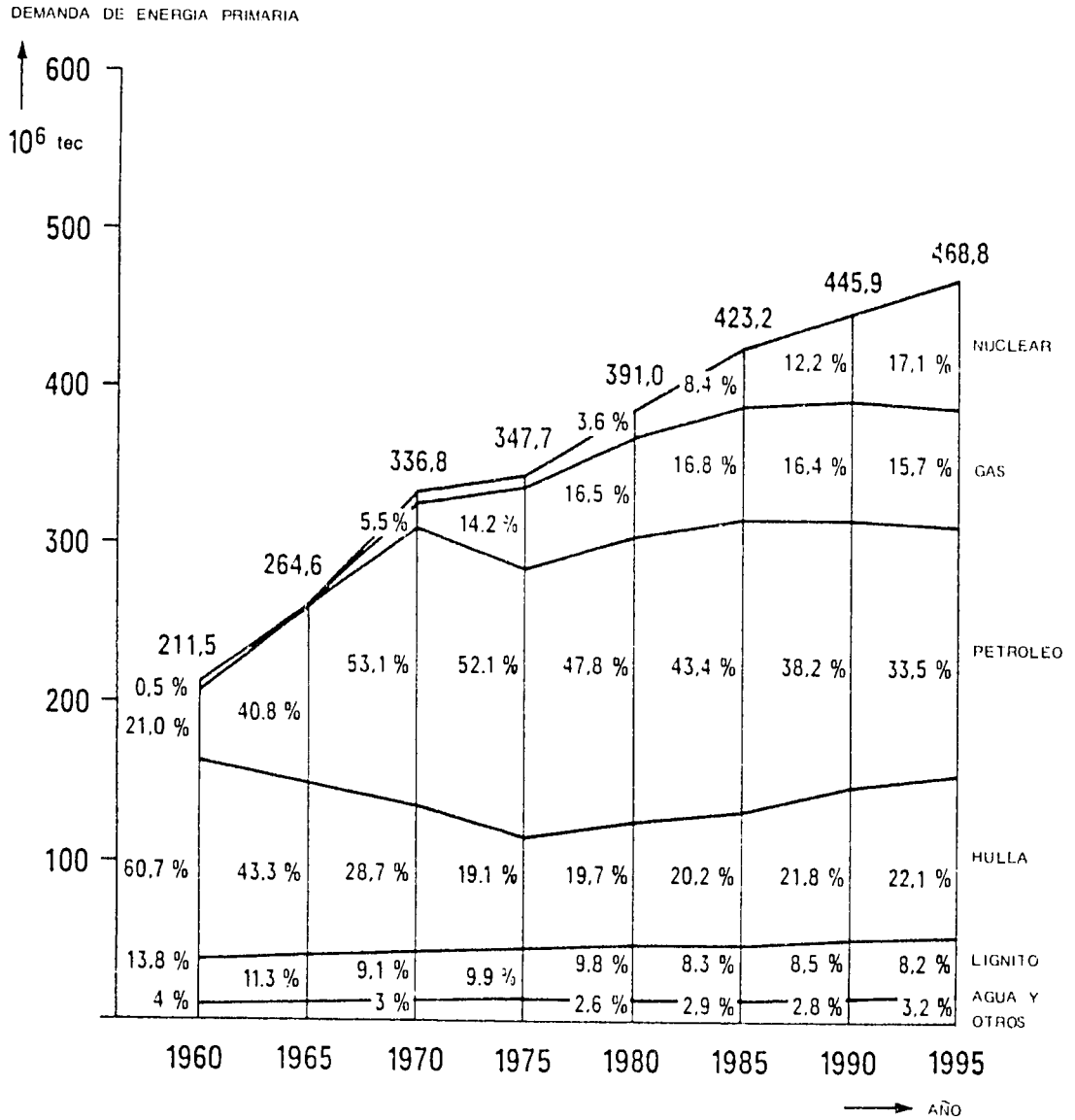
Fig. 5



COMPARACION INTERNACIONAL DE INTENSIDADES ENERGETICAS

(CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA VS. PRODUCTO INTERNO BRUTO REAL) [9]

Fig. 6

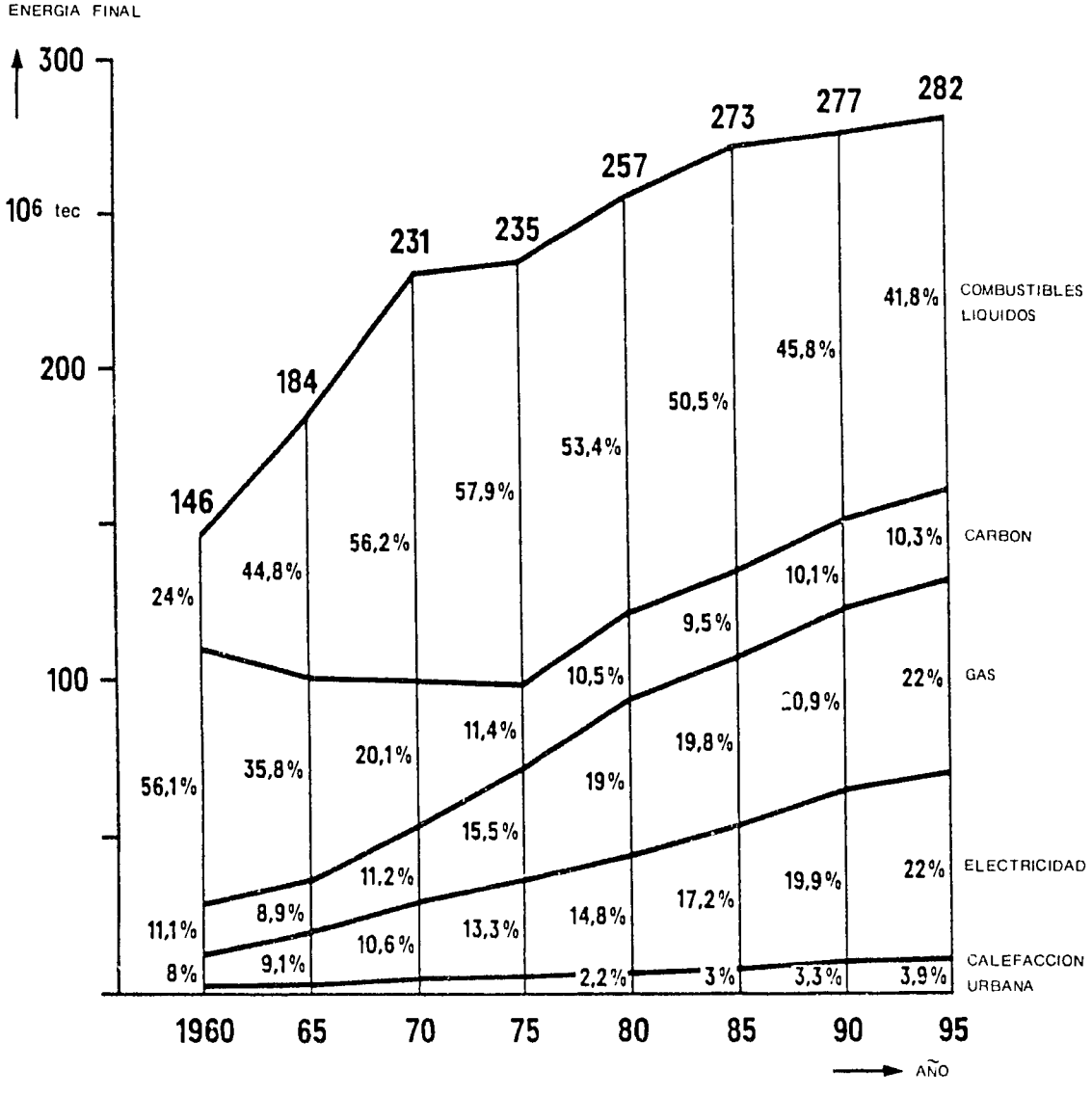


DEMANDA DE ENERGIA PRIMARIA

(PROGRAMA ENERGETICO, REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, 1981) [3]

E82033Ce a

Fig. 7



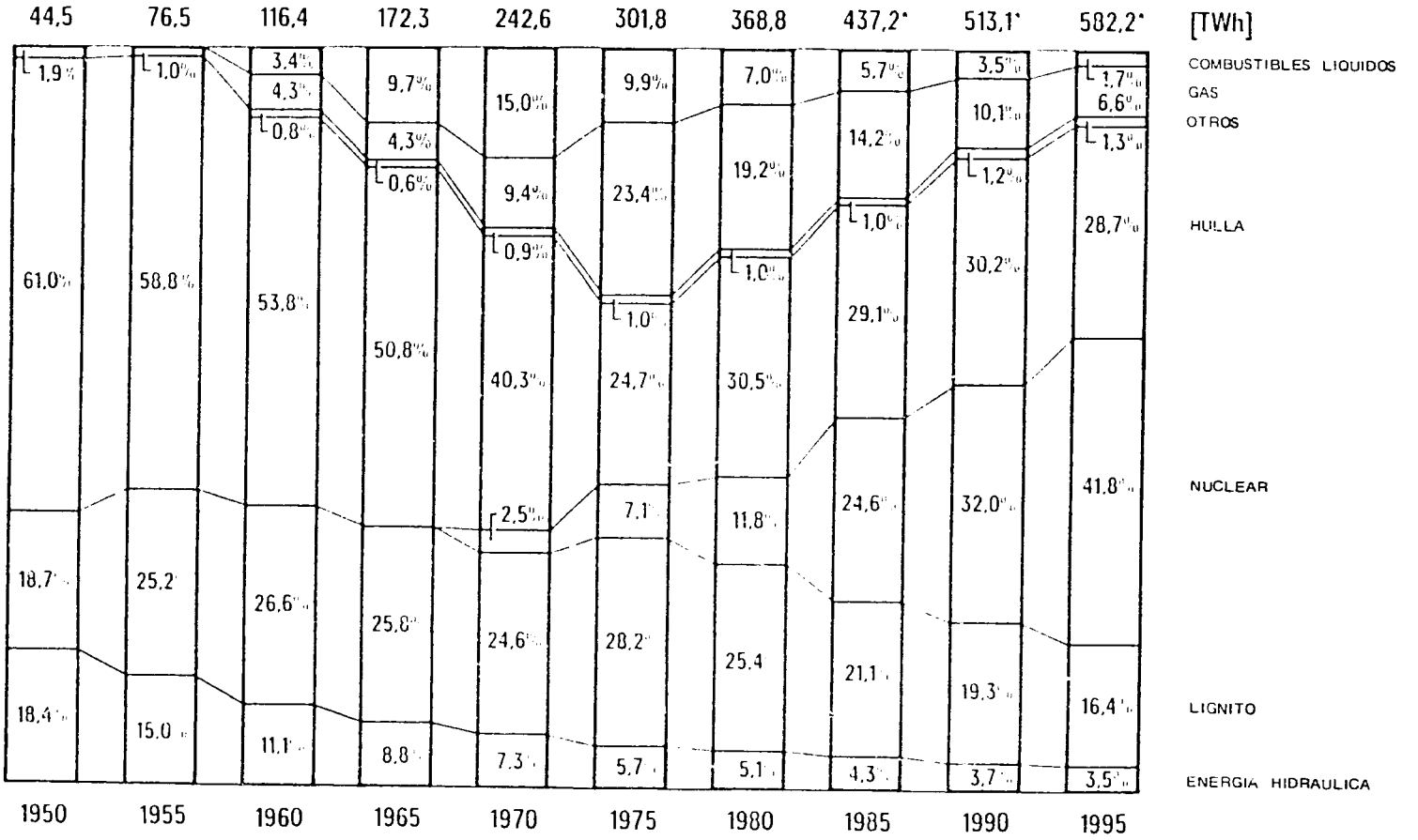
DEMANDA DE ENERGIA FINAL

(PROGRAMA ENERGETICO, REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, 1981) [3]

E 82 285 Ce

Fig. 8

Kraftwerk Union

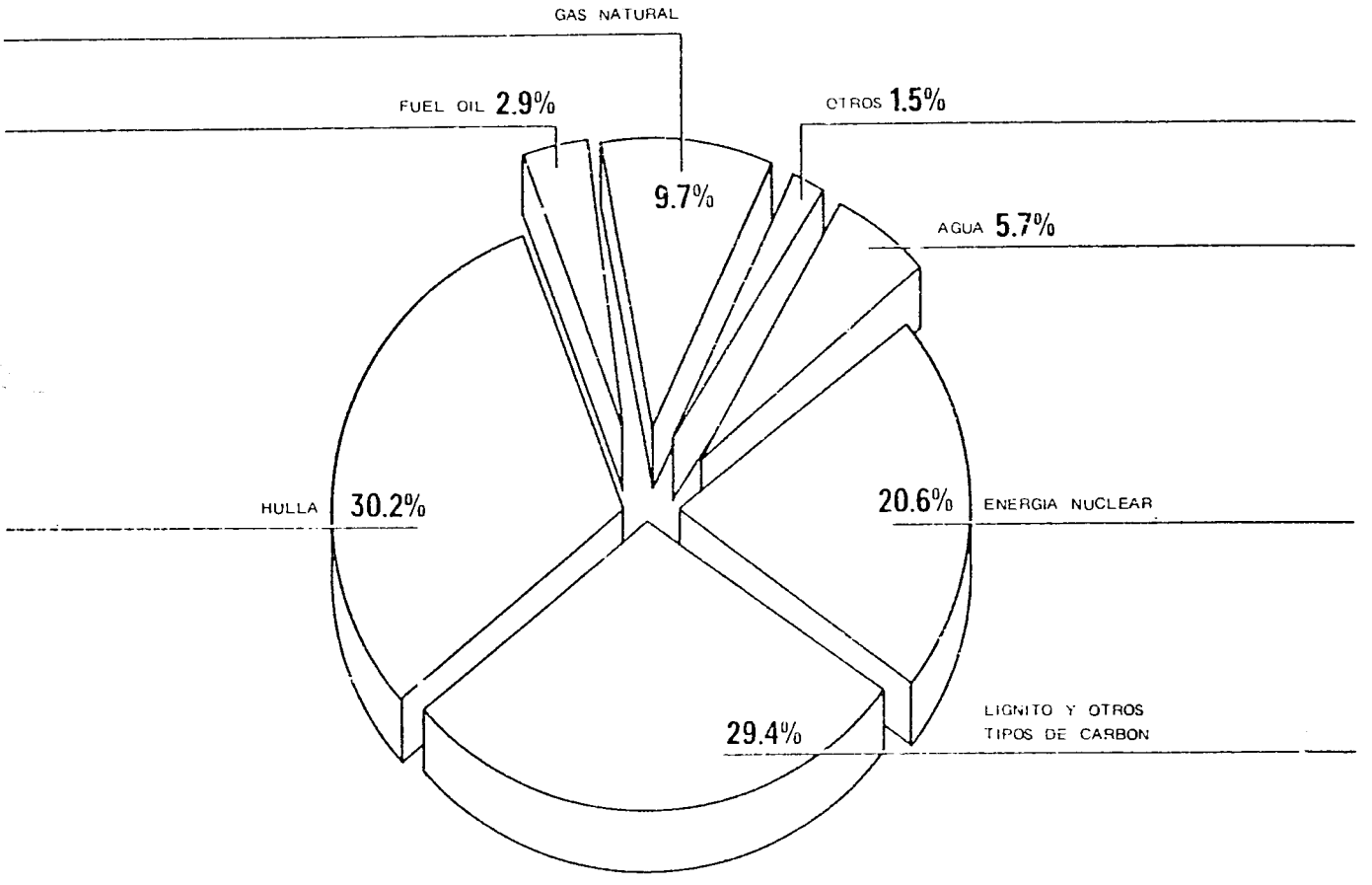


* PROGRAMA ENERGETICO 1981 (ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA)

GENERACION DE ELECTRICIDAD BRUTA EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

E 82 646 Ce

Fig. 9

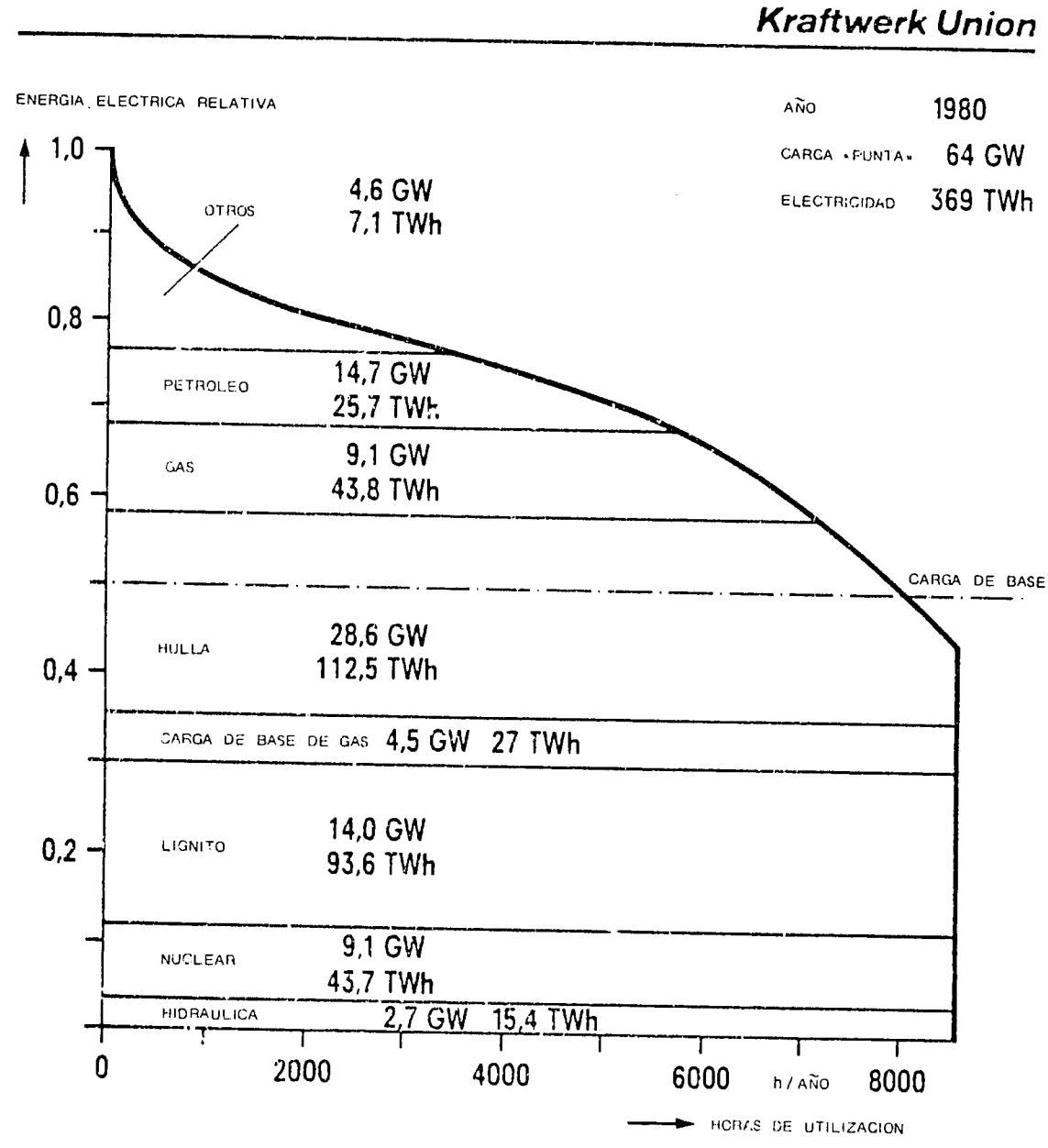


TIPOS DE ENERGIA PRIMARIA UTILIZADA PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD PUBLICA

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA 1982 [4]

Fig. 10

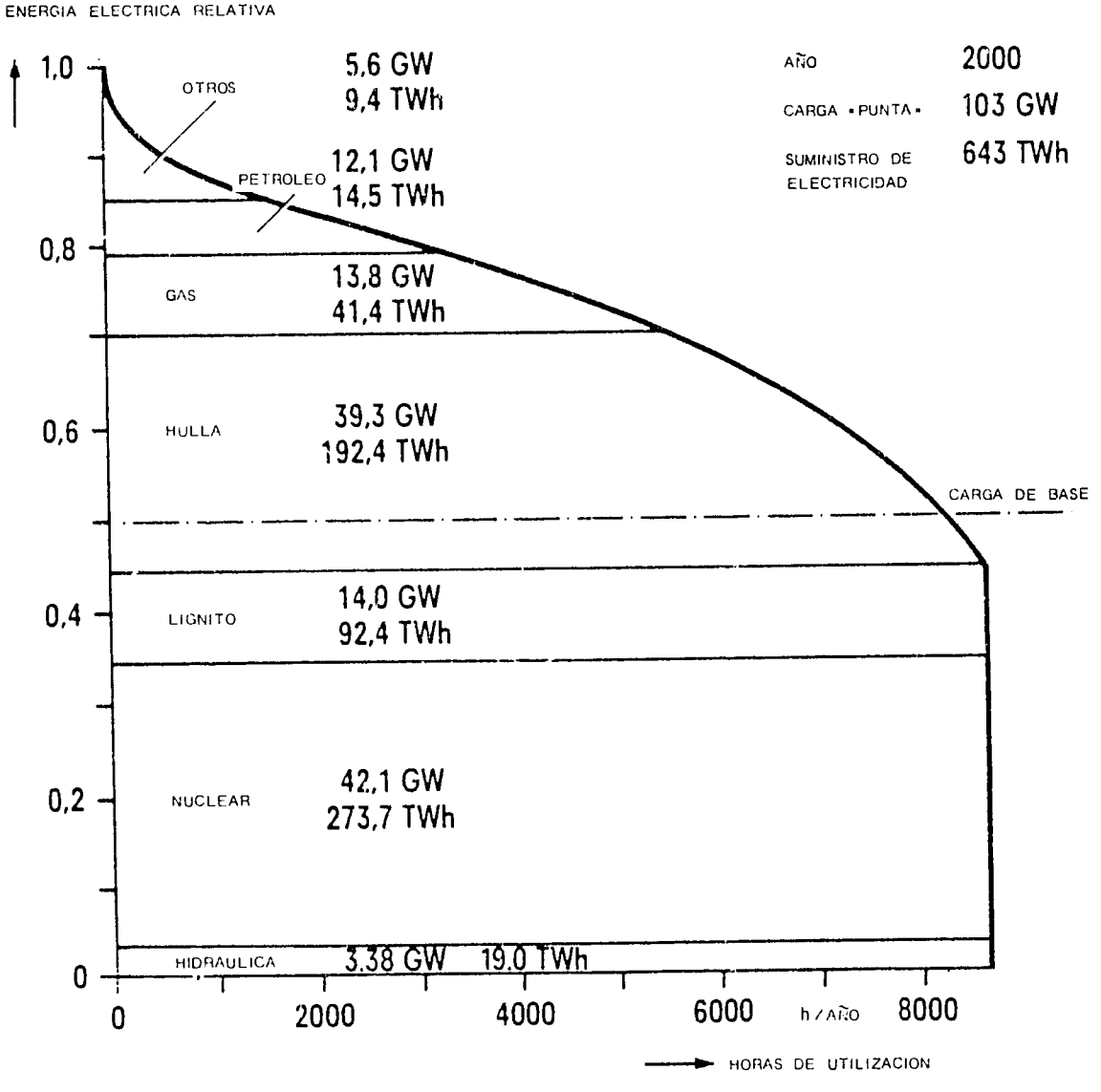
Fig. 11



CARACTERISTICAS DE LA CARGA ANUAL DE SUMINISTRO DE ENERGIA

(REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA) [3]

E 82 286 Ce



CARACTERISTICAS DE LA CARGA ANUAL DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA [3]

E 82 291 Ce

Fig. 12

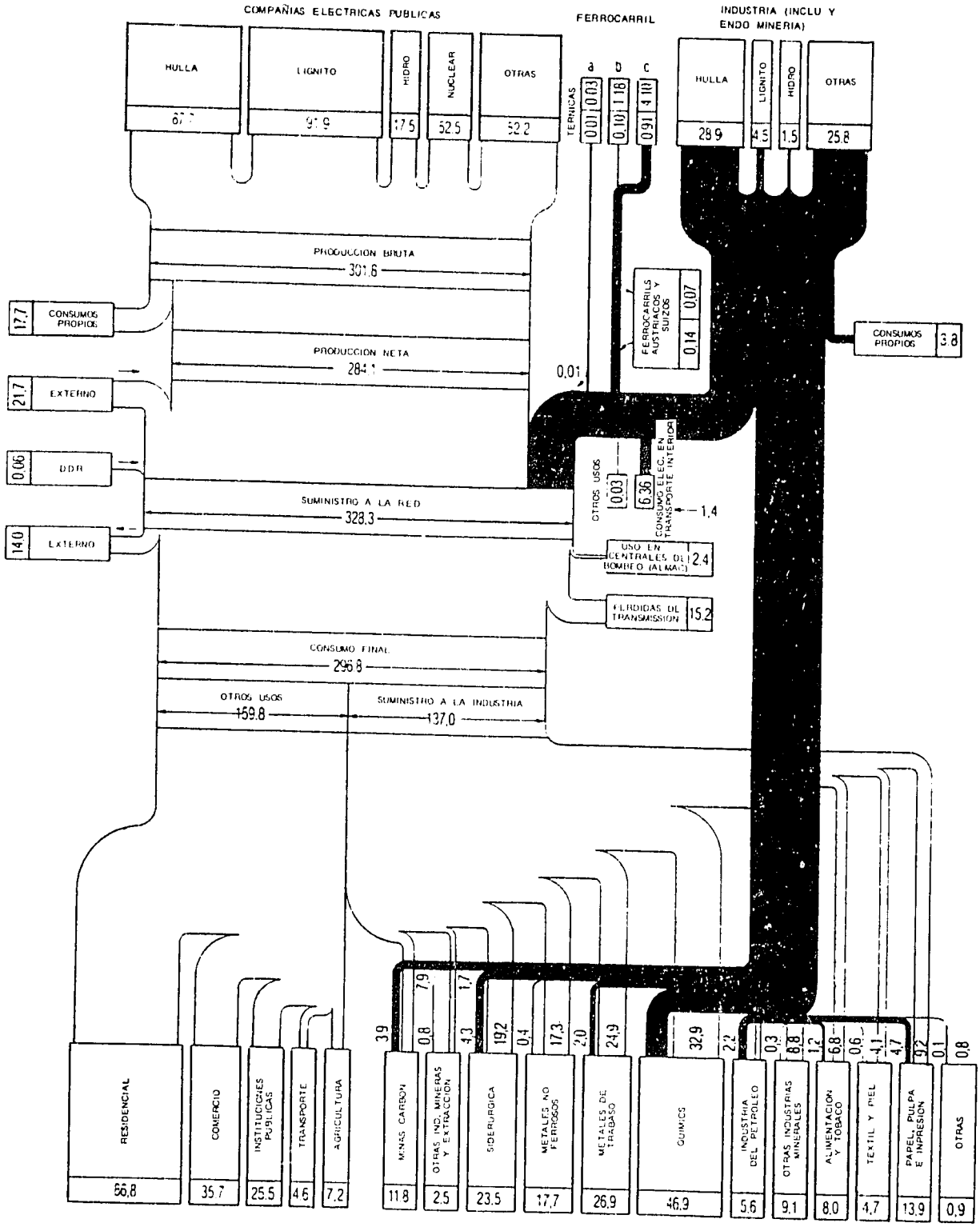
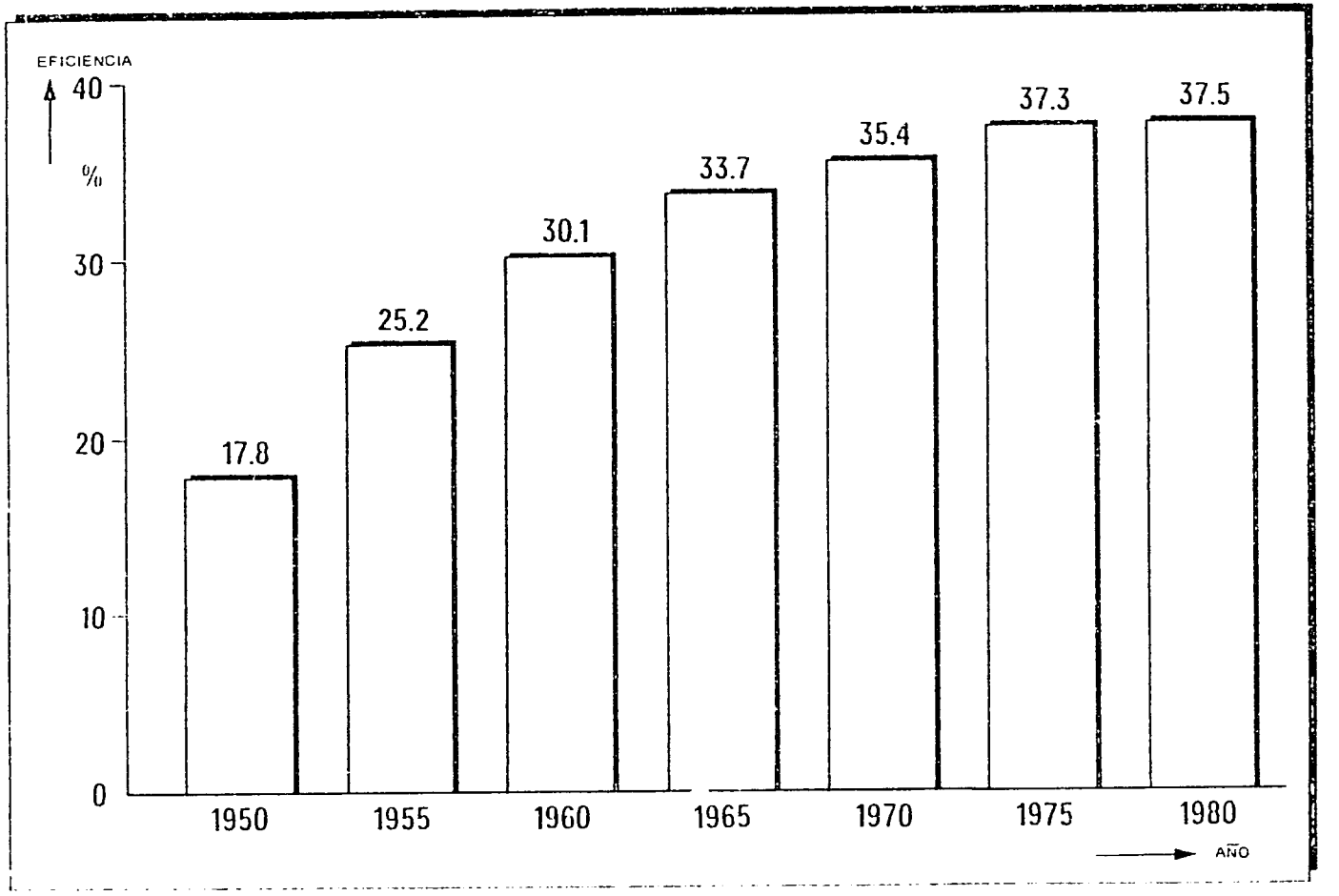


DIAGRAMA DE FLUJO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA - ENERO 1981 (TWh)

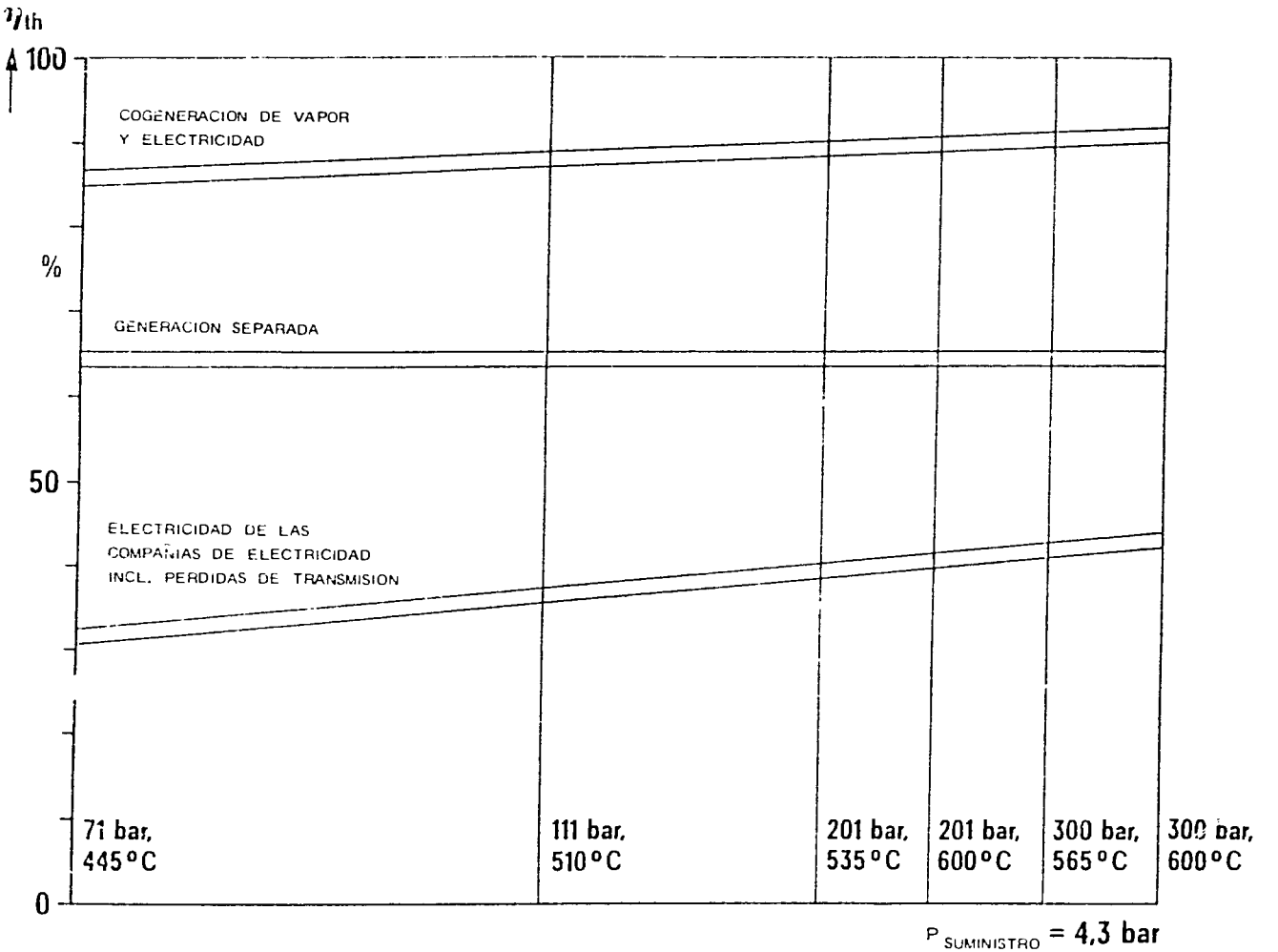
Figure 13



EFICIENCIA DE LA PRODUCCION DE ELECTRICIDAD BRUTA

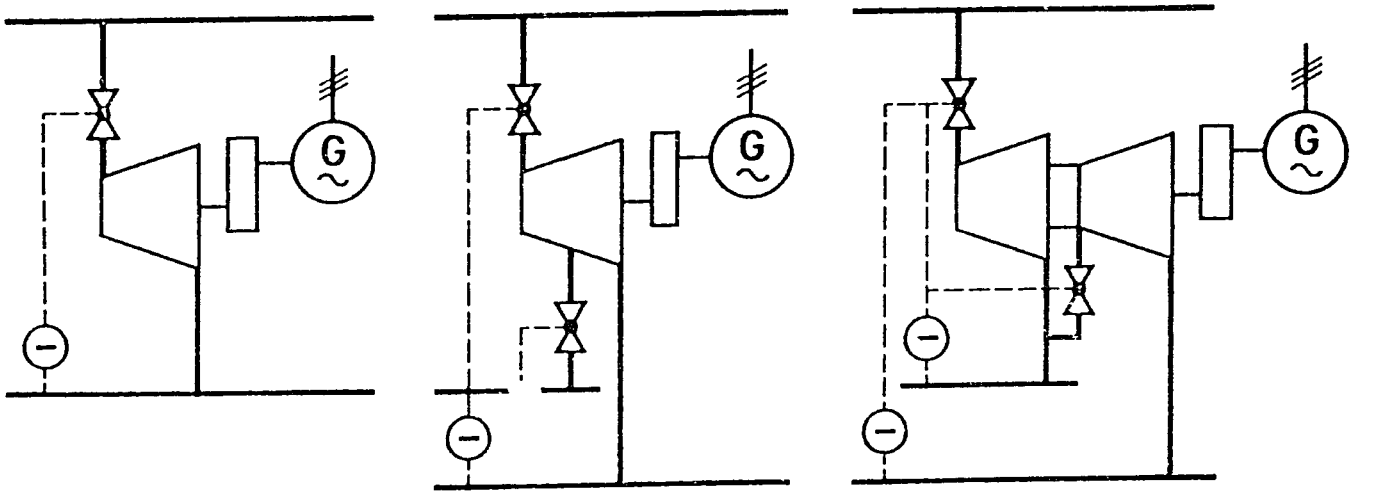
EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA [7]

Fig. 14



EFICIENCIA (TERMICA) DE LA COGENERACION DE VAPOR Y ELECTRICIDAD [24]

Fig. 15



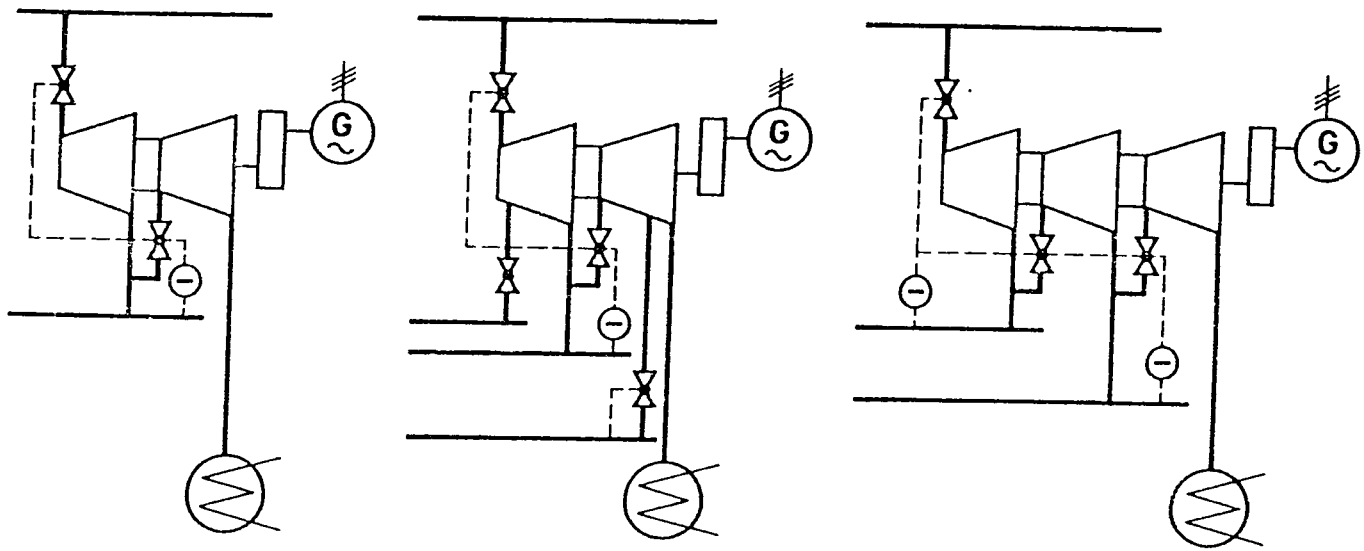
DISEÑO DESIGN

DISEÑO CON PURGA

DISEÑO CON EXTRACCION CONTROLADA

TURBINAS DE CONTRAPRESION PARA LA GENERACION CONJUNTA DE CALOR Y ELECTRICIDAD [22]

Fig. 16 a



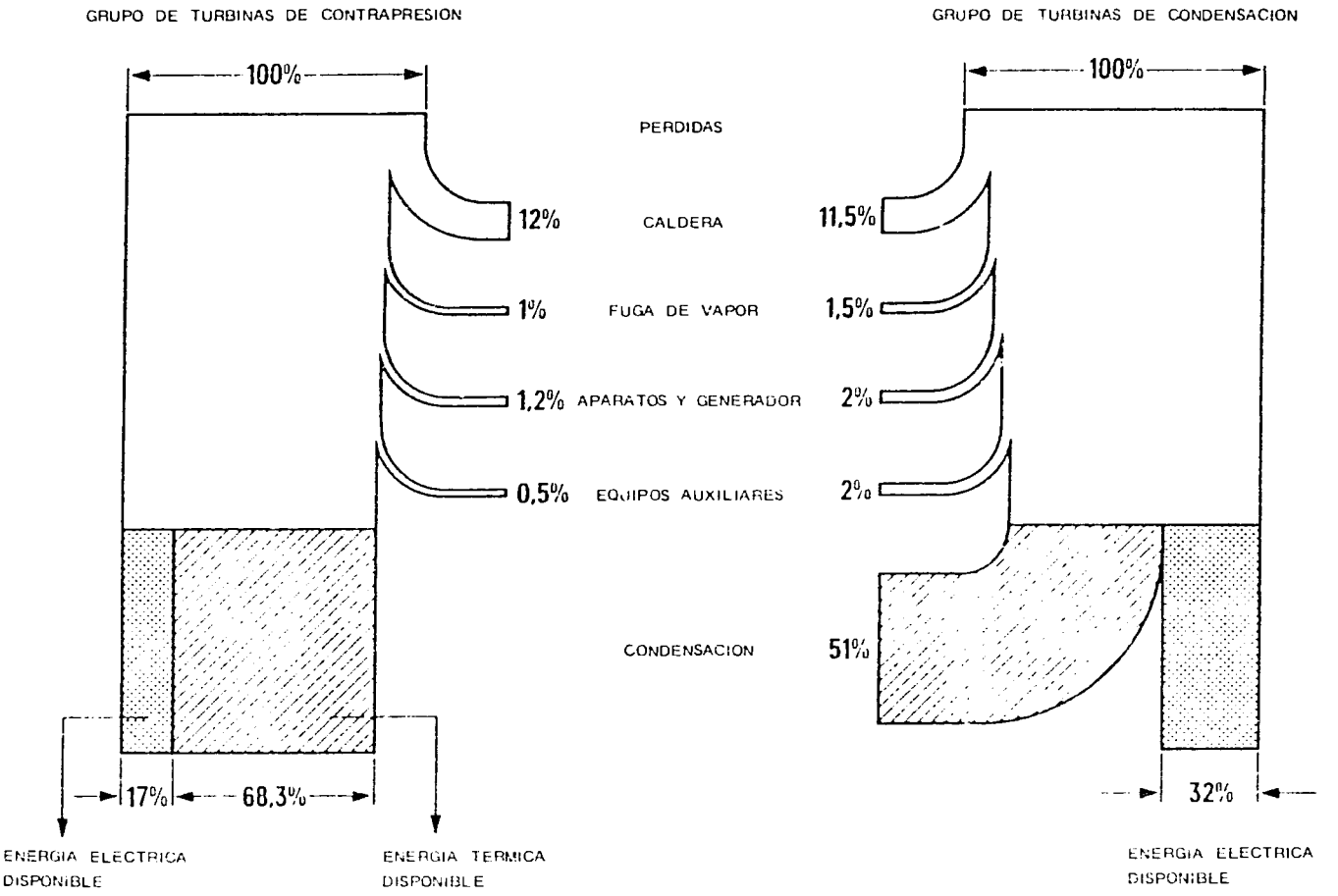
DISEÑO BASICO

DISEÑO CON PURGA
DE ALTA PRESION Y
BAJA PRESION

DISEÑO CON DOBLE
EXTRACCION CONTROLADA

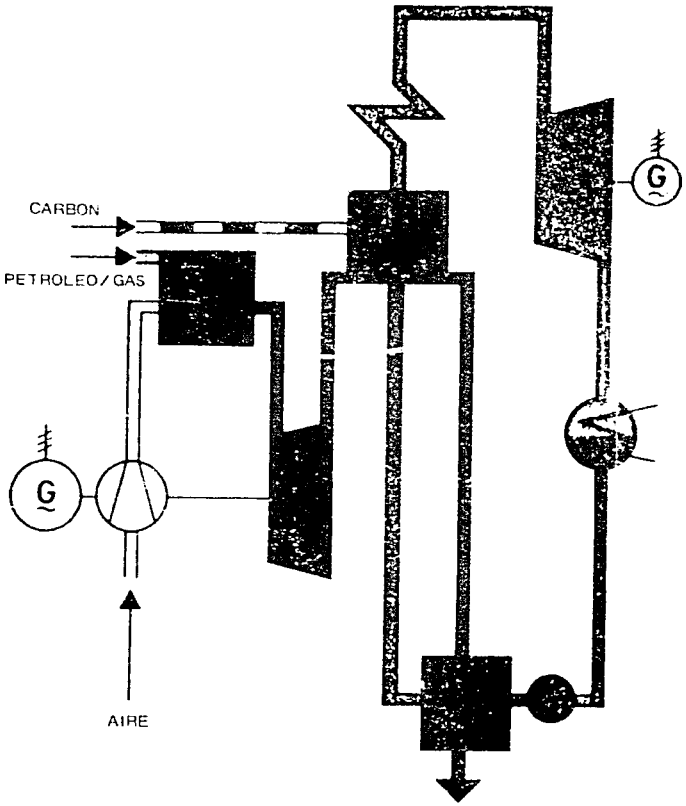
TURBINAS DE CONDENSACION DE EXTRACCION PARA LA GENERACION CONJUNTA DE CALOR Y ELECTRICIDAD [22]

Fig. 16 b

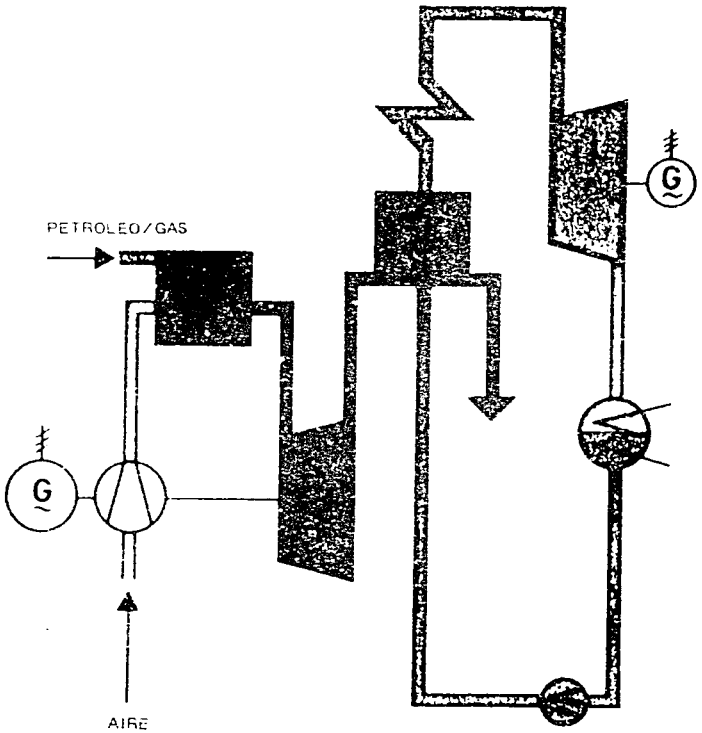


DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA PAR UN GRUPO DE GENERADORES A TURBINA DE CONTRAPRESION Y DE CONDENSACION [22]

Fig. 17



TIPO A (EJEMPLO GERSTEINWERK)

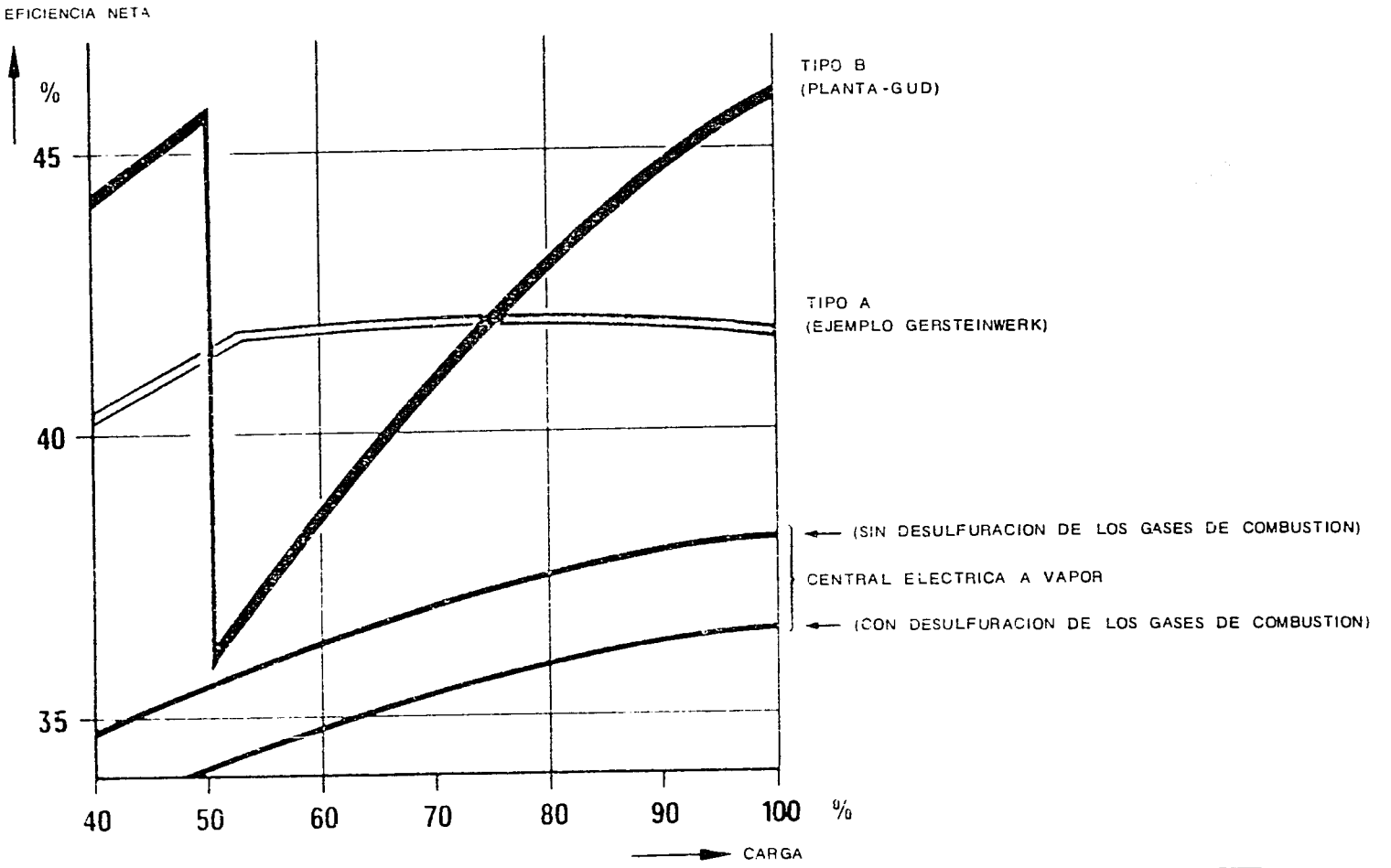


TIPO B (PLANTA - GUD)

CICLOS COMBINADOS DE TURBINAS A VAPOR Y A GAS DE TIPO CONVENCIONAL

E 80 715 Ce

Fig. 18



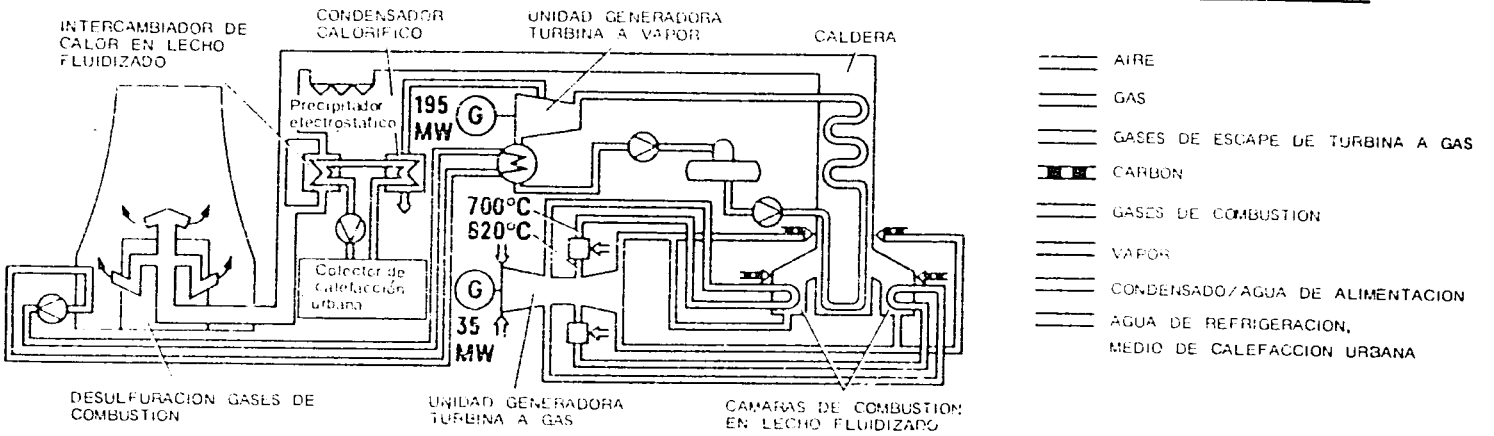
CICLOS COMBINADOS DE TIPO CONVENCIONAL

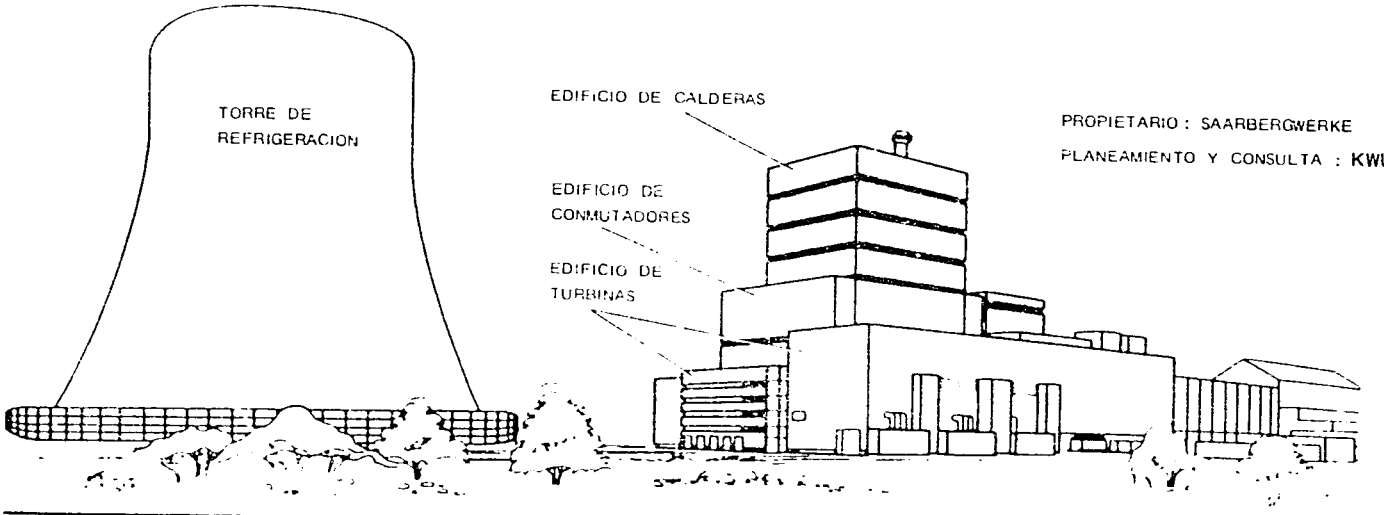
COMPARACION DE EFICIENCIAS

E 80 703 Ce

Fig. 19

Kraftwerk Union

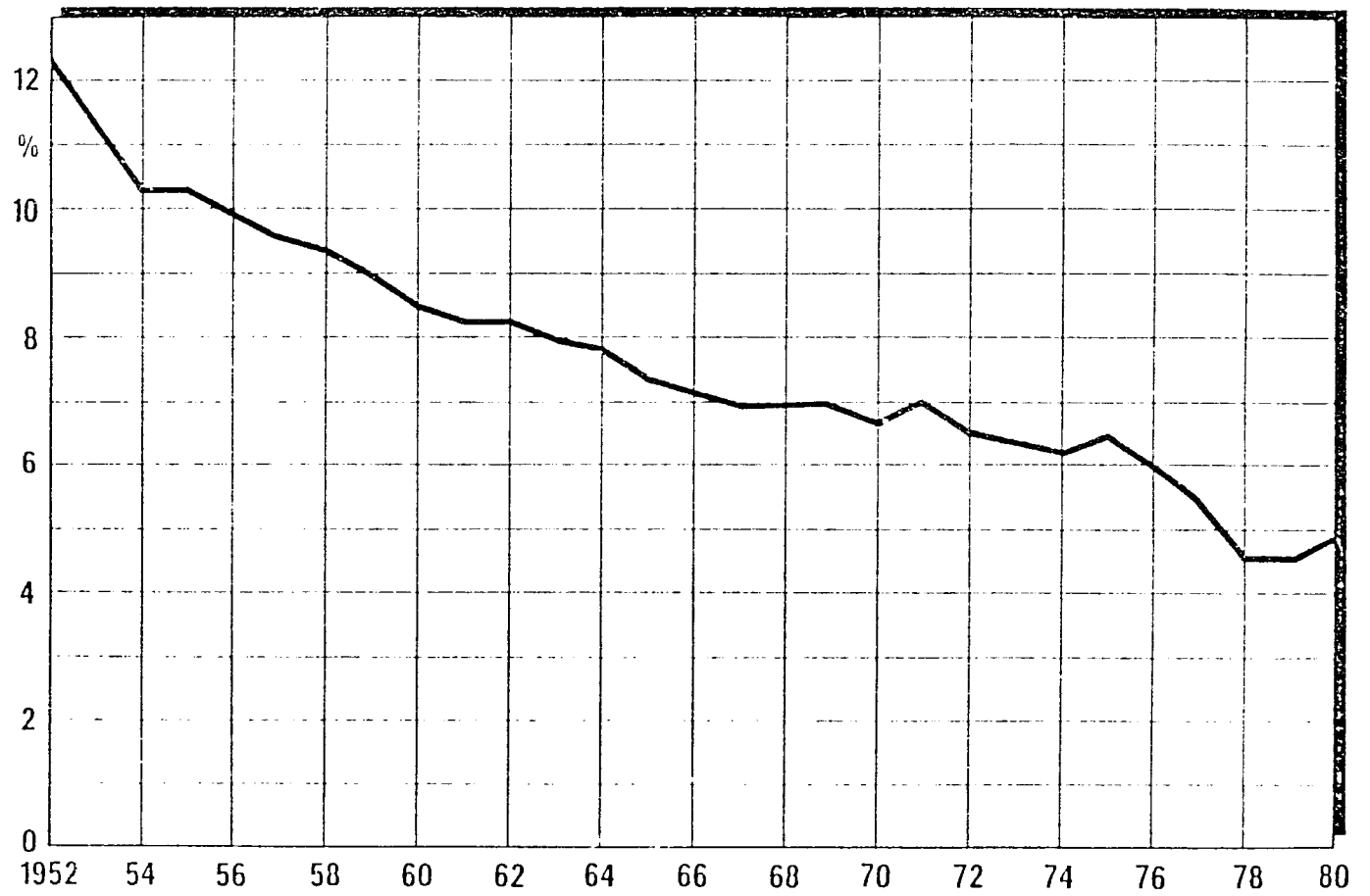




CENTRAL ELECTRICA DE VÖLKLINGEN [3]

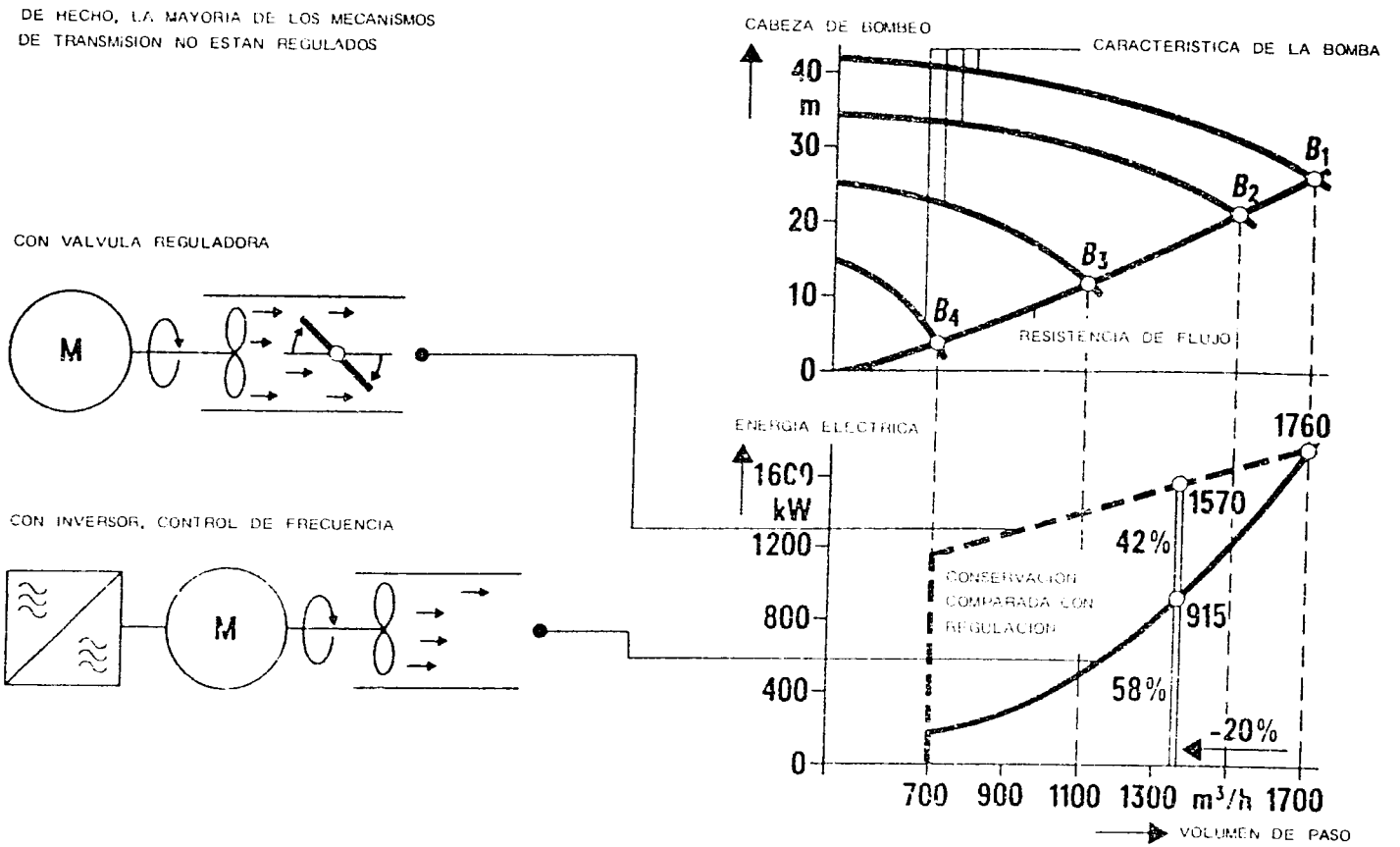
79 750 Ce

Fig. 20



PERDIDAS EN LA DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD
(REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA) [5]

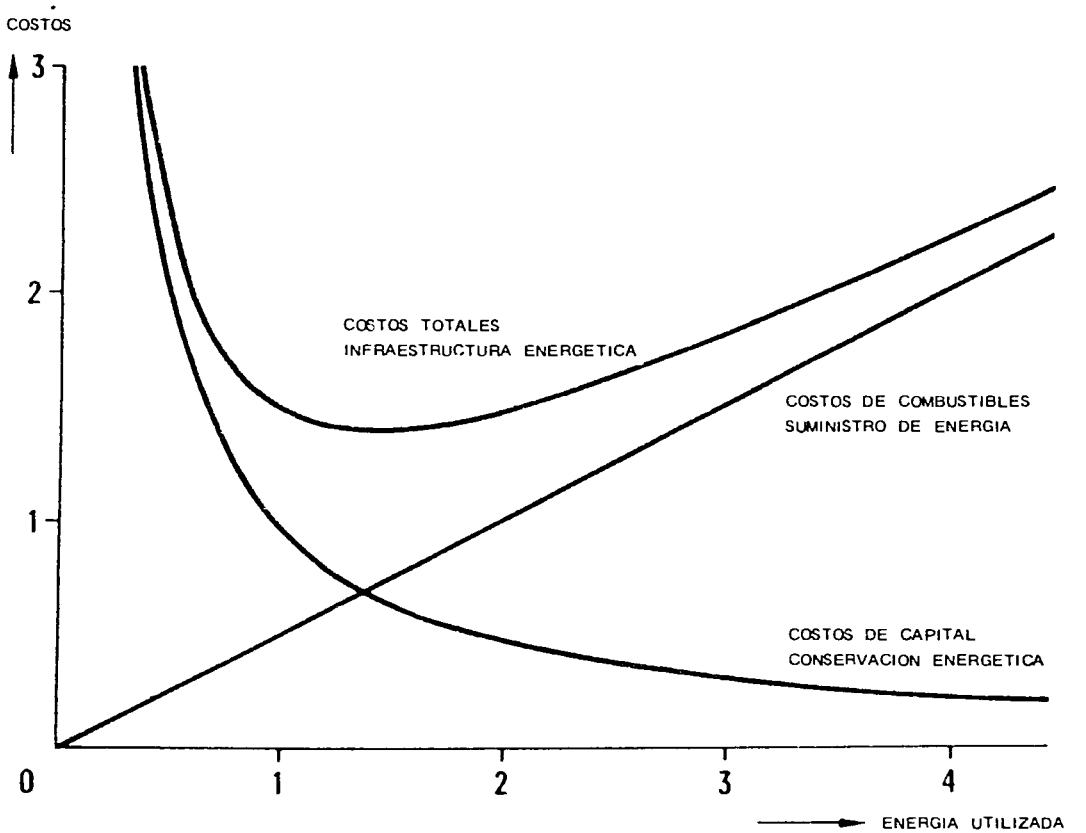
Fig. 21



CONSERVACION DE ENERGIA AL USAR MECANISMOS DE TRANSMISION CON FRECUENCIA CONTROLADA

EJEMPLO : CONTROL DE VOLUMEN DE PASO [8]

Fig. 22



COSTOS DEL SUMINISTRO DE ENERGIA [3]

: 81 966 e

Fig. 23

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA PRODUCCION DE ELECTRICIDAD:

"La experiencia de EL SALVADOR"

Francisco E. Granadino
Director Ejecutivo
Comision Ejecutiva Hidroelectrica
de Rio Lempa (CEL)

1. INTRODUCCION

Centroamérica es un área con recursos energéticos naturales limitados a unas pocas fuentes, como lo son en forma de energía primaria, los recursos vegetales, hidráulicos, geotérmicos y los hidrocarburos.

Muchas veces al hablar de energía se asocia el concepto con la energía eléctrica, la cual es en realidad el producto de la transformación de formas de energía primaria, por lo que se le califica como energía secundaria y se utiliza como tal en el consumo humano.

La República de El Salvador, con una extensión territorial equivalente al 5% de Centroamérica y una población de aproximadamente el 25% de los habitantes de la región, ocupa en el área un lugar prominente como país productor de energía eléctrica, poseyendo un parque de generación integrado con Centrales hidroeléctricas, térmicas convencionales y geotérmicas y un sistema de transmisión formado por una red que ha garantizado gran confiabilidad a la oferta de energía eléctrica, componente importante en el desarrollo económico y social del país.

El uso de la energía eléctrica se inició en El Salvador a principios del presente siglo y su primer uso fue relacionado al sector residencial, posteriormente se ocupó en el área comercial y alumbrado público y finalmente se incorporó a mover las máquinas de las instalaciones industriales. Originalmente la energía eléctrica se obtenía de pequeñas plantas que quemaban gasolina o diesel y con el incremento en la demanda se planteó la explotación a nivel comercial, para lo cual se constituyeron empresas privadas de servicio público que instalaron pequeñas centrales hidráulicas y térmicas con capacidades gobernadas por una demanda sin proyecciones.

2. EL MERCADO DE LA ENERGIA ELECTRICA

2.1 Desarrollo Institucional

El desarrollo tecnológico, como consecuencia de la segunda guerra

mundial, se sintió en El Salvador, dando inicio a su desarrollo industrial, presionado además por el gran crecimiento poblacional y la estrechez territorial; esto provocó que se presentaran demandas de energía eléctrica que no podían ser satisfechas con los medios de generación de que se disponía en la década de los 40.

El crecimiento desordenado de la demanda y la incapacidad de la empresa privada de proveer una oferta adecuada, fué motivo para que por decreto legislativo se creara en el año 1948 la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), como Ente Autónomo de Servicio Público para resolver el problema, a nivel nacional, de abastecimiento de energía eléctrica, con fines de desarrollo económico y social.

Con la entrada en operación comercial, en junio de 1954, de la primera unidad de 15 MW de la Central 5 de Noviembre, primer aprovechamiento hidroeléctrico realizado por la CEL, se inició en la República de El Salvador una nueva época en que desaparecieron las restricciones para el uso de la energía eléctrica.

A la fecha, la CEL dispone de un Sistema Hidrotérmico de Generación, compuesto por modernas plantas, cuya capacidad instalada de 455 MW, constituye una adecuada oferta para el mercado eléctrico nacional. El sistema CEL suple el 98% de las demandas nacionales de potencia y energía.

En el año de 1981, por decreto del Poder Ejecutivo se modificó la ley de la CEL para incorporar dentro de sus objetivos "desarrollar, conservar, administrar y utilizar los recursos energéticos y fuentes de energía de El Salvador"

Dentro de los objetivos de la CEL como responsable del sector de energía eléctrica se trazaron las siguientes políticas:

- Proyectar el crecimiento de la demanda por parte del consumidor y

planificar la expansión del sistema en forma de mantener una oferta de energía eléctrica anticipada a la demanda.

- Aprovechar en forma racional los recursos naturales existentes en el país para generar energía eléctrica.
- Estudiar y promover medidas tendientes al uso racional de la energía por parte de los consumidores.
- Mantener un programa permanente de investigación de fuentes no convencionales de energía.
- Hacer llegar a la mayor cantidad de habitantes los beneficios de la energía eléctrica.
- Hacer uso racional de las fuentes internas y externas del financiamiento

2.2 Evolución de la Demanda

Una aguda escasez eléctrica prevalecía en el país antes de que la CEL iniciara sus operaciones en Junio de 1954. A mediados del siglo, la capacidad de potencia eléctrica instalada en El Salvador, era del orden de 33 MW, de los cuales el 50% era suministrado por servicios públicos y el otro 50% provenía de 200 perqueñas plantas privadas empleadas en actividades industriales.

Al disponer de una oferta de suministro de energía eléctrica sin restricciones, la demanda creció rápidamente en los primeros años llegando a establecerse un incremento histórico de la demanda de potencia y energía del orden de 10.5%, lo cual implica que ellas se duplican cada 7 años. Para determinar los pronósticos de la demanda se ha establecido que las pérdidas por transformación y distribución son del orden del 15% de la generación neta. La demanda máxima del sistema se determina utilizando el pronóstico de generación neta anual y un factor de carga constante de 0.57. En la Figura I se indica los crecimientos de la demanda y la capacidad instalada a partir del año 1954.

2.3 Composición Porcentual de la Demanda

Los requerimientos del consumo han sufrido cambios en su magnitud desde que la CEL inició la generación de electricidad, sin embargo el sector industrial a ocupado siempre el primer lugar en la demanda de potencia y energía siguiendo en su orden los sectores residencial, comercial y gubernamental.

En el cuadro siguiente se muestra la evolución de la composición porcentual de la demanda

	1977	1981	
Industrial	45.5%	466.1 Gwh	38.9 %
Residencial	26.6	383.1	31.9
Comercial	13.5	165.0	13.8
Gubernamental	14.7	185.4	14.5
	100.0	1,199.6	100.0

3. PRODUCCION DE ELECTRICIDAD EN EL SALVADOR

3.1 Hidroelectricidad

Desde que la CEL fué encargada de desarrollar de desarrollar, conservar y administrar los recursos capaces de generar electricidad en El Salvador, su política fué orientada a la explotación de los recursos naturales y es precisamente por esta razón que el instituto eléctrico se denominó como una Comisión Ejecutiva, para explotar el recurso hidráulico del Río Lempa generando electricidad en beneficio del país.

El Río Lempa es el más caudaloso de la América Central en la vertiente del Océano Pacífico y es el mayor recurso hidraúlico disponible a nivel nacional. Su cuenca internacional es de aproximadamente 20,000 kilómetros cuadrados, de los cuales aproximadamente la mitad corresponde a territorio salvadoreño.

Desde los primeros estudios realizados se planteó su utilización planificando su explotación racional en una serie de siete aprovechamien

tos en cascada (Ver Figura II), que permitirán disponer de 1,404 MW, de potencia y 4,499 GWH de enrgía media, de lo cual se dispone actualmente de 232 MW de capacidad instalada y 1,132 GWH de energía media, que representan el 17.2% y el 26.3% respectivamente del potencial total.

Los aprovechamientos hidroeléctricos del Río Lempa, de acuerdo a los estudios realizados, son los siguientes:

	TOTAL	ACTUAL	AÑO	Gwh/AÑO
Guajoyo	* 15 MW	* 15 MW	1963	* 54
Zapotillo	120	-	-	422
Paso del Oso	40	-	-	152
Cerrón Grande	270	135	1977	515
5 de Noviembre	202	82	1954	703
El Tigre	540	-	-	718
San Lorenzo	180	** 180	1983	722
San Marcos	52	-	-	208
	1,404 MW	232 MW		4,499

---

* Al entrar en operación Zapotillo se cancela

** Al entrar en operación San Lorenzo el aprovechamiento del Río, será del 30.5% en potencia y 43.1% en energía.

La mayoría de los ríos salvadoreños son de pequeño caudal inferior a un metro cúbico por segundo durante la estación lluviosa y permanecen sin caudal en la estación seca. Los ríos de flujo más grande, representan una fuente de aprovechamiento hidráulico adicional al Río Lempa.

El resumen del potencial disponible de energía hidráulica para generar electricidad, se resume así:

Río Lempa	1,404 MW
Ríos de Flujo permanente	60
Lagos (Olomega, Ilopango)	45

Ríos de estación lluviosa	43
	1,552 MW

3.2 Termoelectricidad

Dentro de la planificación del equipamiento eléctrico, para atender la creciente demanda del mercado, se incorporaron centrales convencionales de generación térmica para afirmar energía, debido a la irregular hidrología en la cuenca del Río Lempa, llegando a disponer de una capacidad instalada de 128.2 MW, distribuidos así:

Centrales Térmicas a Vapor	63 MW	1966 y 1969
Centrales Térmicas a Gas	65.2	1972/73

La incorporación de las unidades térmicas al sistema fue totalmente justificada en su oportunidad como la mejor opción técnica y económica.

3.3 Geotermoelectricidad

Desde el año 1954 se iniciaron en la República de El Salvador investigaciones para establecer la existencia de recursos geotérmicos capaces de generar electricidad.
En la búsqueda que fue intensificada en la década de los 70, se logró identificar el campo geotérmico de Ahuachapán como capaz de producir 100 MW de potencia eléctrica.

Paralelamente se realizaron investigaciones en otras áreas del país en las que se manifiesta la presencia de la energía endógena, habiendo determinado la existencia de los campos geotérmicos de Berlín, San Vicente y Chinameca en el Oriente del país y Chipilapa en las proximidades de Ahuachapán.

Los estudios realizados han permitido instalar y poner en operación una central con capacidad instalada de 95 MW en Ahuachapán, han esta-

blecido la factibilidad de otra central en Berlín y han señalado la posibilidad de explotar en Chipilapa, San Vicente y Berlín otros campos geotérmicos.

Con los datos que actualmente se dispone, se ha estimado la posibilidad de generar energía eléctrica con los recursos geotérmicos así:

Central Ahuachapán	95 MW	(en operación desde 1975)
Central Berlín	55	
Central Chipilapa	55	
Central San Vicente	55	
Central Chinameca	35	
	295 MW	

3.4 Capacidad Instalada

La capacidad instalada del sistema de generación de energía eléctrica se ha incrementado en una forma planificada desde el año 1954 a la fecha, creciendo de 30 MW hasta 455.2 MW en el año 1982, con la siguiente composición actual:

Hidroelectricidad	323 MW	51.0%
Geotermoelectricidad	95	20.9
Termoelectricidad	128.2	28.1
	455.2	100.0%

En la Figura III, se puede ver la evolución histórica de la capacidad instalada, en la que se observa la gran participación de la hidroelectricidad y recientemente, a partir de 1975, el componente de capacidad geotérmica ha llevado al 72% la capacidad instalada de generación de energía eléctrica con recursos naturales. Al entrar en operación la Central Hidroeléctrica San Lorenzo, en el curso del presente año, la composición de la capacidad se modifica, alcanzando el 80% la capacidad instalada capaz de generar con recursos naturales.

1984		
Hidroelectricidad	412 MW	64.9 %
Geotermoelectricidad	95	15.0
Termoelectricidad	128.2	20.1
	635.2	100.0

4. CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA

El sector industrial es el preponderante en el consumo de energía eléctrica, habiendo participado hasta en un 47% de la demanda total, sin embargo a raíz de la crisis socio-económica actual su participación se ha restringido al orden de 39%.

Tres son las formas de energía que participan en la implementación del sector industrial y ellas son: derivados de petróleo, residuos vegetales y electricidad. De estos tres insumos el que tiene mayor participación es el petróleo con el 47% seguido del bagazo de caña con el 37.5% y finalmente la electricidad con el 15.5%.

En el año de 1981 el consumo de energía en el sector industrial del país, por producto es el siguiente:

	Tcal	%
Electricidad	449	15.5
Fuel - Oil	1058	36.6
Diesel - Oil	242	8.4
Residuos Vegetales	1079	37.3
Otros (derivados petróleo)	63	2.2
	2891	100.0

En este cuadro se observa la alta participación de los derivados del petróleo, particularmente el fuel oil, que en conjunto representan el 47.2% del consumo energético en la industria, La alta participación de los productos petroleros en el consumo industrial pone de manifiesto la necesidad de racionalizar su consumo ya que son productos importados y causan serios problemas en la balanza de pagos.

Por su parte la electricidad participa con el 15.5% y ha manifestado una tendencia definitamente creciente, debido a un claro mecanismo de sustitución de diesel por electricidad. Exceptuando las pequeñas cantidades usadas como consumo propio en la refinería, el diesel se usa para la producción de vapor, el que a su vez se emplea en procesos de calentamiento y movimiento.

El crecimiento relativo de la electricidad sugiere que las nuevas industrias son del tipo electro-intensivos, como textiles, zapatos, etc., en lugar de termo-intensivos como los ingenios azucareros. En el sector industrial se hace evidente el uso racional de la energía, para lo cual se reconoce la necesidad de efectuar estudios que determinen las eficiencias con que las diferentes industrias consumen la energía, las posibles sustituciones entre una y otra fuente y los costos de modificaciones o sustituciones de los procesos actuales, con miras a lograr mejores eficiencias.

En El Salvador no se tiene una política definida en relación con las acciones que deben realizar los sectores públicos y privados en relación con el uso racional de la energía en el sector industrial,aunque sí existen planes de realizar estudios de auditos.

Dentro del Programa de Fortalecimiento de la capacidad de Planificación Energética, actualmente se tramita entre la CEL y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), un estudio titulado "Planificación de la Conservación de la Energía y Auditos Energéticos". De parte del sector privado, está por realizarse en colaboración con el Instituto Centroamericano de Investigación de Tecnología Industrial (ICAITI), una serie de auditos de energía en la mayoría de las empresas industriales.

En la figura IV, se puede observar la estructura del consumo de energía para el año 1982.

5. PLANTEAMIENTO DEL ESQUEMA ENERGETICO

Dentro de la realidad que vivimos, debemos plantear con la mejor propiedad las características de nuestro universo energético, y dentro de este con-

texto fijar los horizontes que marquen las metas a alcanzar.

Es necesario en todo caso conocer el comportamiento histórico del sector energético, para de allí derivar un diagnóstico y posteriormente plantear las proyecciones autónomas y no autónomas de acuerdo a los antecedentes históricos y a la política socio-económica de beneficio nacional.

5.1 Situación de la Demanda

De los balances energéticos históricos se llegó a establecer que el sector energético ha tenido un comportamiento de crecimiento bastante uniforme en el período 1970-1978, con una tasa aproximada del 5%, observándose una marcada declinación en el período 73-74 y 78-79; el primero debido al planteamiento de la crisis energética y el segundo debido a la situación socio-política que vive el país.

Para el año 1982 la situación del consumo de energía en El Salvador se presentó así:

Sector	%
Industrial	16.5
Residencial y Comercial	67.7
Transporte	14.2
Gobierno	0.9
Otros	0.7

Estos consumos fueron cubiertos con las siguientes fuentes de energía secundaria:

Fuente	1979	1982
Electricidad	5.0 %	5.4 %
Derivados de Petróleo	29.0	24.2
Leña	59.0	64.8
Residuos Vegetales	6.8	5.5
Otros	0.2	0.1

Tanto la composición porcentual del consumo, como la de la oferta de energía, se ha mantenido en el período 1970-1978 dentro de los términos del año 1979.

Dentro de los sectores de consumo cabe destacar la gran participación del residencial y comercial, debido a la incidencia que ejerce el consumo doméstico rural con el uso de leña; y el sector transporte, que aunque sólo participa con el 14.2% representa el 59% de consumo en derivados del petróleo.

Dentro de las fuentes de suministro de energía, es el producto leña el que contribuye masivamente con el 64.8%, siguiéndole en magnitud los productos derivados del petróleo con el 24.4%.

5.2 Situación de la Oferta

A nivel de energía primaria debemos conocer de cuales fuentes dependemos, cuantificando la disponibilidad de las mismas.

Considerando la importancia de energéticos, es el petróleo la fuente tradicional que suple nuestro mercado para alimentar en su totalidad el sector transporte, participar con un 42% en la estructura del sector industrial y con el 3.2% del sector residencial y comercial, para el año 1982.

La disponibilidad del petróleo es por el momento bastante segura, debido a convenios de suministro suscrito con México y Venezuela, limitados al suministro total de seis millones de barriles anuales, sin embargo es conveniente investigar las posibilidades de suministros de carbón y el eventual uso de la energía termo-nuclear.

Las fuentes naturales de energía primaria son: los recursos vegetales que alimentan el 91.2% del sector residencial y comercial y el 45.4% del sector industrial; y los recursos hidráulicos y geotérmicos que participan en un 5.0% en la alimentación de los sectores de con-

sumo industrial, residencial, comercial y de gobierno a través de la electricidad.

Es también importante establecer cuantos habitantes dependen de cada fuente, para conocer las prioridades y/o implicaciones de las políticas energéticas.

Se han podido establecer cifras aproximadas de los beneficiarios de las diferentes formas de energía de la manera siguiente:

Electricidad	300.000	abonados
Derivados de Petróleo	137.000	vehículos
Leña	3.3	millones usuarios

De estos datos se desprende nuevamente el tremendo impacto que tiene la leña en el sector energético.

5.3 Planificación Energética

La Planificación Energética no es más que una secuencia de acciones que se inician con el conocimiento del sector energético a través de los balances históricos, se continúa con el diagnóstico de situaciones para después plantear las hipótesis autónomas y no autónomas que proyectan los planes de desarrollo.

Dentro de este proceso se usan los balances energéticos como herramientas que orientan el planeamiento en sus prospecciones.

El planeamiento energético, como lo hemos concebido, incorpora dentro de sus elementos el diagnóstico del sector, el cual incluye el análisis de tendencias absolutas, el análisis histórico de estructuras; la evolución de las principales variables económicas y sociales en su relación con la energía y las tendencias que muestran los indicadores macroeconómicos. Además se plantean las proyecciones de la demanda de energía por sectores, por productos y en forma total.

En el cuadro siguiente se presenta la estructura de Consumo Neto de energía para el año 1982.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO NETO DE ENERGIA

AÑO 1982

%	ENERGIA SECUNDARIA	TCal	SECTORES DE CONSUMO	%	
5.4	Electricidad	1119.6	Industrial	38.0	2.06
			Residencial	30.7	1.67
			Comercial	13.4	0.73
			Gobierno	17.9	0.97
				100.0	
24.2	Derivados de Petróleo	4970.8	Industrial	28.6	6.93
			Residencial y Comercial	9.0	2.17
			Transporte	58.8	14.22
			No Identificados	0.8	0.18
			No Energéticos	2.3	0.56
			Gobierno	0.5	0.12
				100.0	
64.8	Leña	13324.6	Industrial	2.7	1.75
			Residencial	97.3	63.04
				100.0	
5.5	Residuos Vegetales	1130.5	Industrial	100.0	5.50
	Otros	20.0	Industrial	29.5	0.03
0.1	(Carbones y Coque)		Residencial	70.5	0.07
				100.0	

6. LA PROBLEMATIVA ENERGETICA EN EL SALVADOR

6.1 Esquema Energético

La sociedad salvadoreña se enfrenta al problema energético dependien-

do de tres formas de energía, cada una de ellas con sus propias incidencias.

Los derivados del petróleo aparecen en el esquema energético nacional con características de alto grado de dependencia, elevado costo y fuga de divisas; es sin duda una forma de energía de la cual dependeremos a mediano y largo plazo, por lo que debemos buscar en nuestra planificación la mejora alternativa de su uso. Esta forma de energía es de gran impacto en la economía nacional y afecta sustancialmente los sectores de transporte e industrial.

La leña es un producto energético que afecta una elevada proporción de la población nacional, en particular el sector doméstico rural que es una población de escasos recursos económicos, para los cuales la leña les significa el único contacto con la energía. La leña es una forma de energía usada tradicionalmente y está incorporada masivamente en el esquema energético nacional, siendo su implicación, además de social, ecológico por los efectos de la deforestación.

La electricidad es otra de las formas de energía que se consume en El Salvador, la cual presenta la característica de ser una forma de energía deseable, que puede ser generada por recursos naturales nacionales renovables o por derivados del petróleo. La electricidad es un producto energético que sirve de soporte al desarrollo económico del país, a pesar de su escasa participación en el sector energético, siendo un indicador de la situación en que se desarrolla la economía nacional.

Presentado el esquema bajo la problemática del suministro de energía mediante las tres formas de energía antes referidas, surge una gran pregunta: ¿Qué podemos hacer?

6.2 Formulación de Políticas Energéticas

Ante la problemática que se plantea en el sector energético por las

limitaciones de la oferta en las formas de energía, hay un denominador común que les corresponde y es el uso eficiente.

Las acciones a seguir para hacer frente al problema, se pueden resumir de la siguiente manera:

Para los derivados del petróleo se debe incrementar la eficiencia en su consumo y buscar la sustitución con otras fuentes de energía renovable, como es la hidroelectricidad, la geotermoelectricidad y el alcohol etílico.

La leña debe ser consumida con mucha mayor eficiencia mediante el uso de cocinas a fuego cerrado que facilmente duplica su eficiencia; por otra parte se deben poner en ejecución planes forestales que incluyan el cultivo de árboles para producir leña; y finalmente sustituir parte del consumo de leña con fuentes renovables de bajo costo como lo es el biogas y la bosta.

La electricidad debe ser consumida también con mejor eficiencia; deben acelerarse programas de investigación para el uso de otras fuentes de energía renovable, que como el sol y el viento, son capaces de producir electricidad, e implementar estudios de interconexión eléctrica con los países vecinos.

7. CONCLUSIONES

El seguimiento del comportamiento de la demanda de energía eléctrica y una adecuada planificación en el equipamiento ha permitido a la CEL mantener una oferta firme dimensionada a la necesidad nacional.

Dentro de la filosofía del equipamiento se ha dado prioridad a la utilización de los recursos naturales con miras a proveer toda la energía eléctrica con dichos recursos. Este objetivo fué logrado a partir del año 1977, cuando la capacidad instalada, dentro de lo planificado, alcanzó a cubrir las necesidades totales de potencia y energía eléctrica de todo el país.

Con los criterios expuestos se mantiene una planificación dinámica del equipamiento del sistema eléctrico, que genera programas como el que se presenta como una alternativa en las figuras 5 y 6.

Asociado al Sistema de Generación se ha diseñado y construído una red de líneas de transmisión a 115 KV que interconecta las centrales y transporta la energía eléctrica a los centros de carga. Integrada con el sistema de transmisión se superpone la red de subtransmisión que opera a 44 KV y termina en las subestaciones de distribución donde se inician las líneas de distribución primaria a 13.2 KV (Figura 7).

Como una unidad complementaria, dentro del sistema de generación y transmisión, se ha incorporado el Centro de Operaciones del Sistema (COS), que permite el manejo automático de los equipos del sistema, el cual está implementado en un 75% y está diseñado para planificar, operar y supervisar la generación y transmisión de energía eléctrica, por medio de un "Sistema de Computación de Tiempo Real". Este elemento del sistema permite la operación más eficiente, optimizando las disponibilidades de los recursos dentro de las curvas de carga.

En la República de El Salvador, la CEL ha logrado implementar un sistema de generación y transmisión de energía eléctrica que ha cumplido su cometido dentro de los requerimientos socio-económicos del país.

8. INDICE DE FIGURAS

Figura I	Capacidad y Demanda Máxima Sistema CEL
Figura II	Aprovechamiento Hidroeléctrico Río Lempa
Figura III	Estructura de la Potencia Instalada según Fuentes
Figura IV	Consumo Neto de Energía Año 1982
Figura V	Equipamiento Eléctrico
	Demanda y Capacidad de Potencia
Figura VI	Alternativa y Equipamiento
	Demanda y Disponibilidad de Energía
Figura VII	Líneas de Transmisión

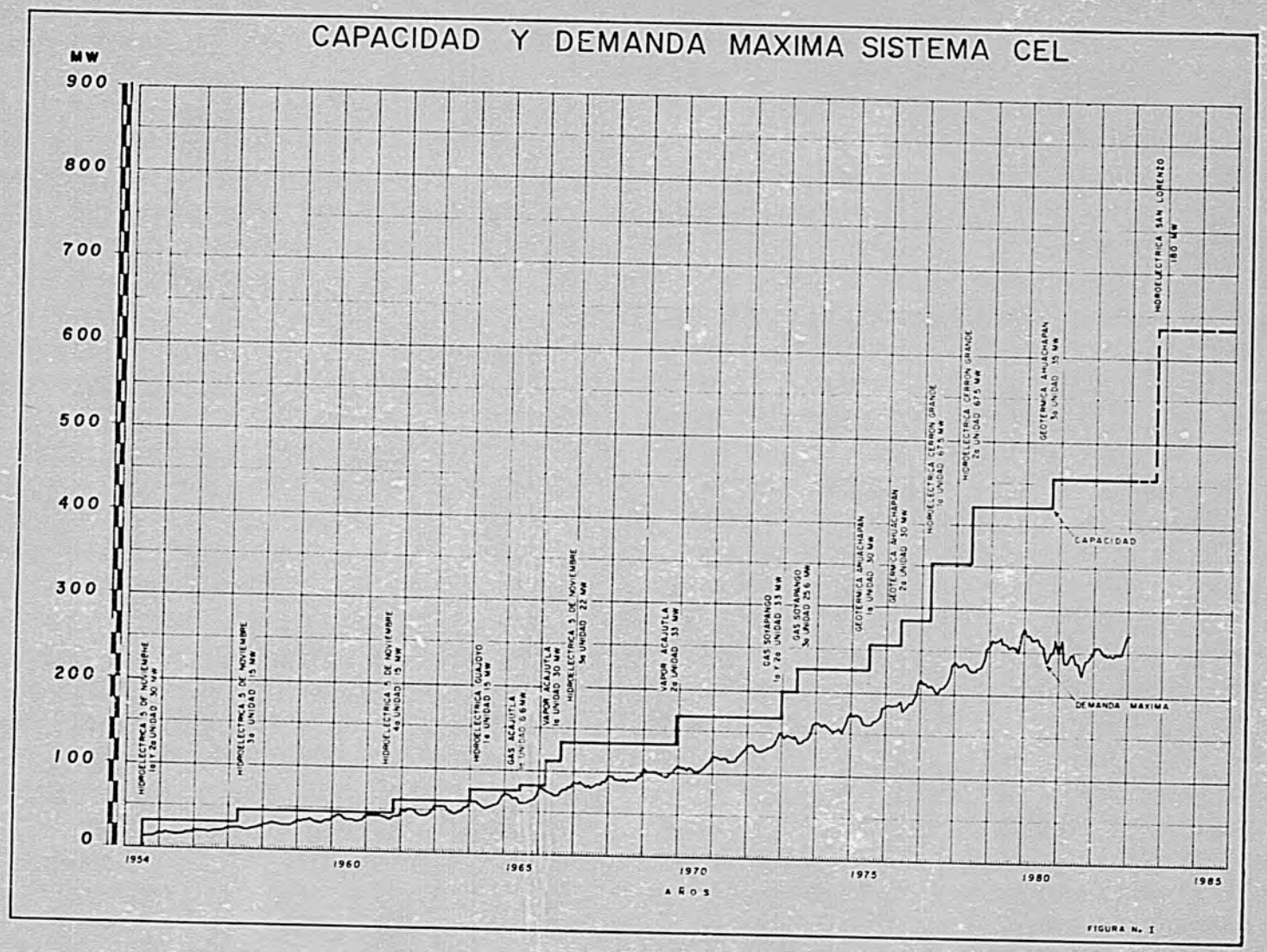

CAPACIDAD Y DEMANDA MAXIMA SISTEMA CEL
MW
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1954
1960
1965
1970
1975
1980
1985
AÑOS
HIDROELECTRICA 5 DE NOVIEMBRE 1a Y 2a UNIDAD 30 MW
HIDROELECTRICA 5 DE NOVIEMBRE 3a UNIDAD 15 MW
HIDROELECTRICA 5 DE NOVIEMBRE 4a UNIDAD 15 MW
HIDROELECTRICA GUAJOYO 1a UNIDAD 15 MW
GAS ACAJUTLA 1a UNIDAD 6.6 MW
VAPOR ACAJUTLA 1a UNIDAD 30 MW
HIDROELECTRICA 5 DE NOVIEMBRE 5a UNIDAD 22 MW
VAPOR ACAJUTLA 2a UNIDAD 33 MW
GAS SOYAPANGO 1a Y 2a UNIDAD 33 MW
GAS SOYAPANGO 3a UNIDAD 25.6 MW
GEOTERMICA AHUACHAPAN 1a UNIDAD 30 MW
GEOTERMICA AHUACHAPAN 2a UNIDAD 30 MW
HIDROELECTRICA CERRON GRANDE 1a UNIDAD 67.5 MW
HIDROELECTRICA CERRON GRANDE 2a UNIDAD 67.5 MW
GEOTERMICA AHUACHAPAN 3a UNIDAD 15 MW
HIDROELECTRICA SAN LORENZO 180 MW
CAPACIDAD
DEMANDA MAXIMA

FIGURA N. I

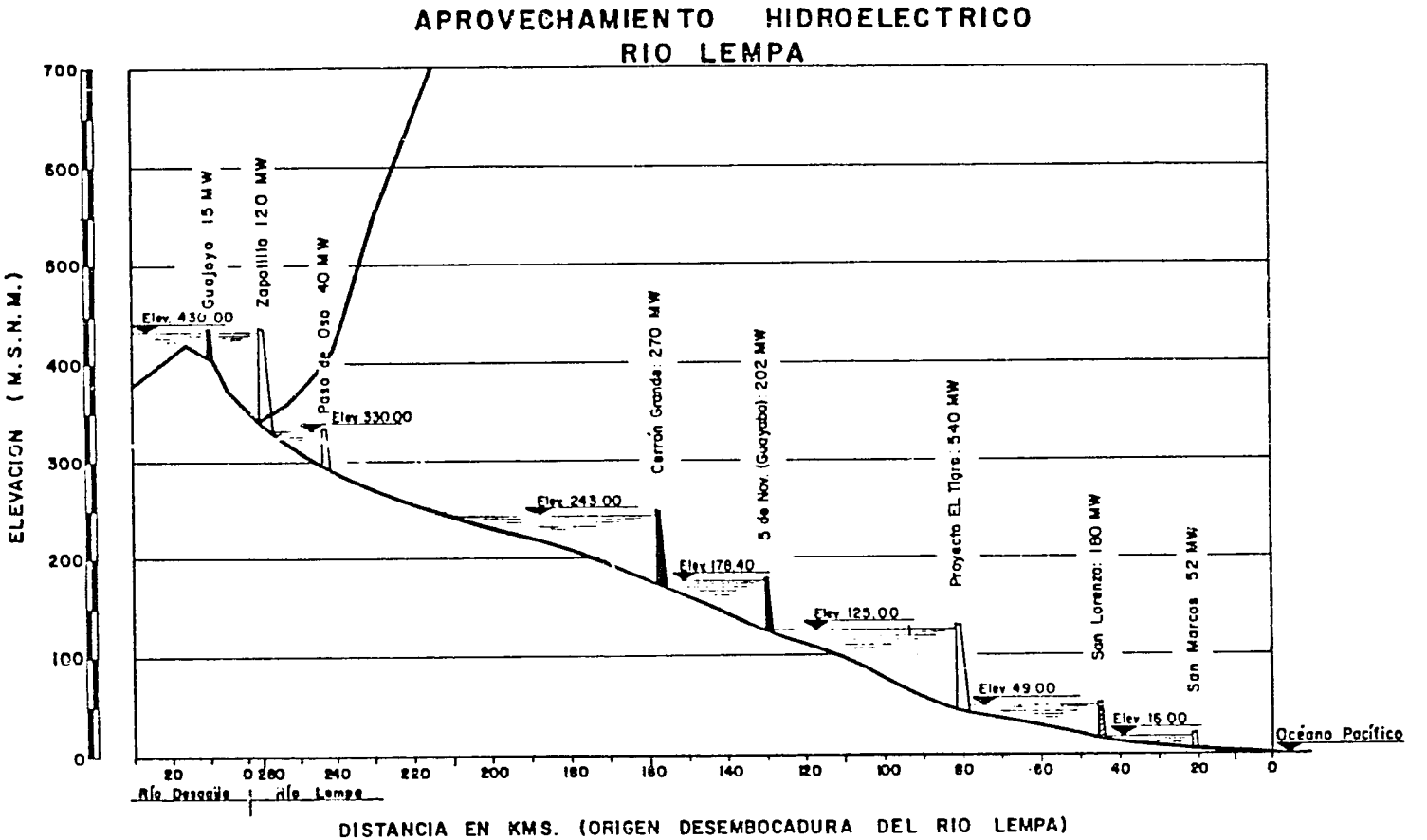


Figura II

PROYECTOS EN OPERACION

PROYECTOS EN EJECUCION

PROYECTOS PROPUESTOS

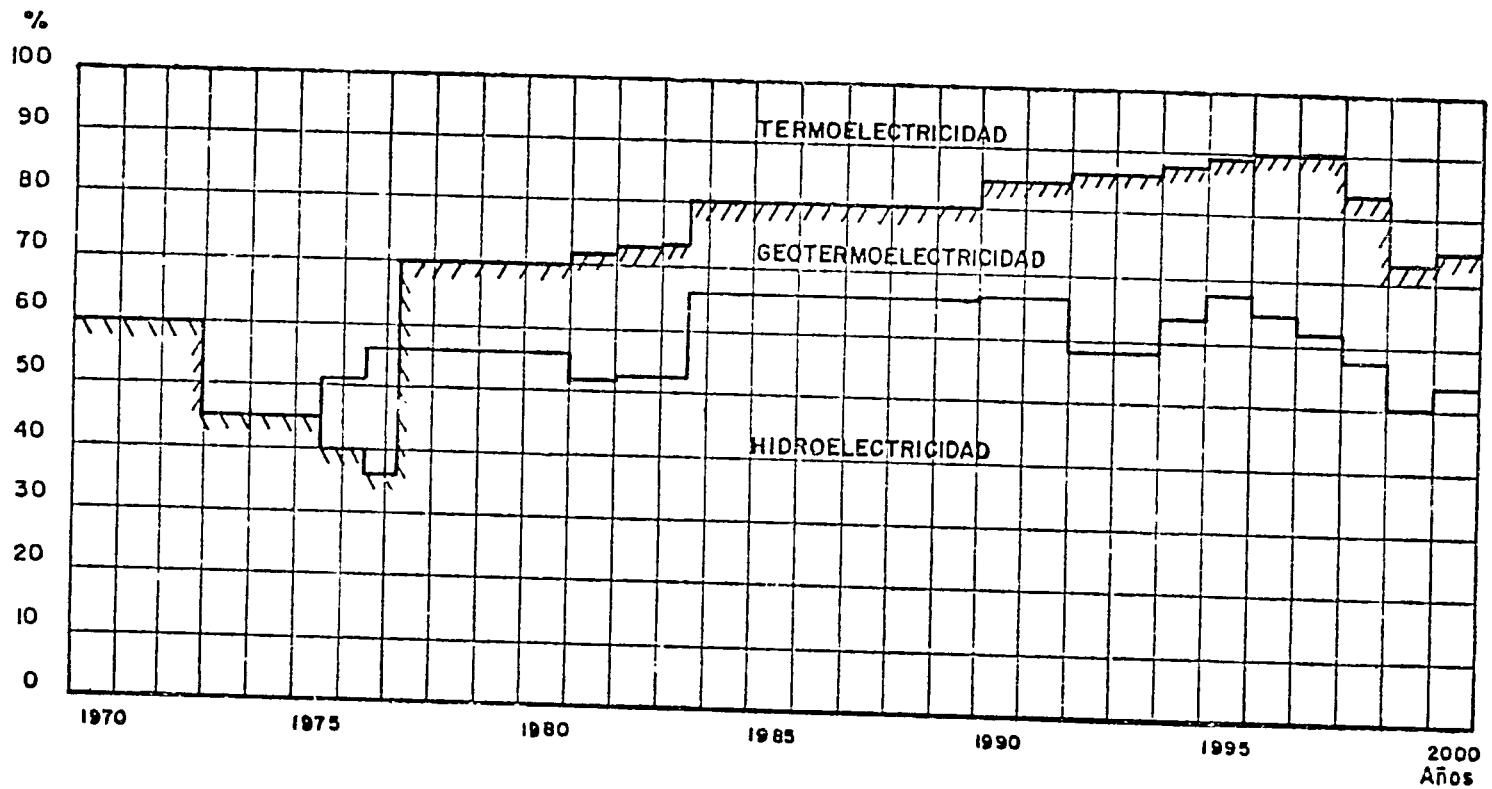


Figura III ESTRUCTURA DE LA POTENCIA INSTALADA SEGUN FUENTES

CONSUMO NETO DE ENERGIA

AÑO 1982

E S T R U C T U R A P O R S E C T O R E S

SECTOR	%	TCAL
Industrial	16.5	3,388.3
Residencial y comercial	67.7	13,919.0
Transporte	14.2	2,923.6
Gobierno	0.9	182.2
Otros	0.7	152.4
Total	100	20,565.5

FORMA DE ENERGIA

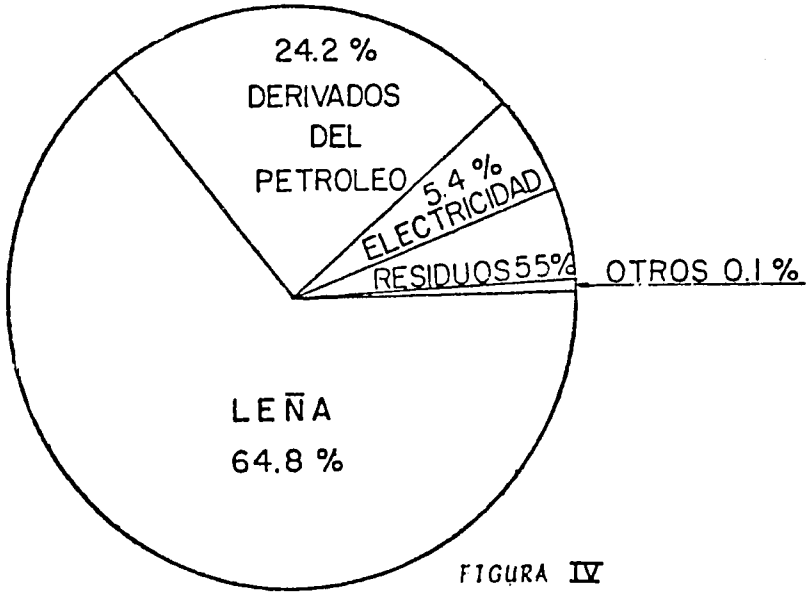


FIGURA IV

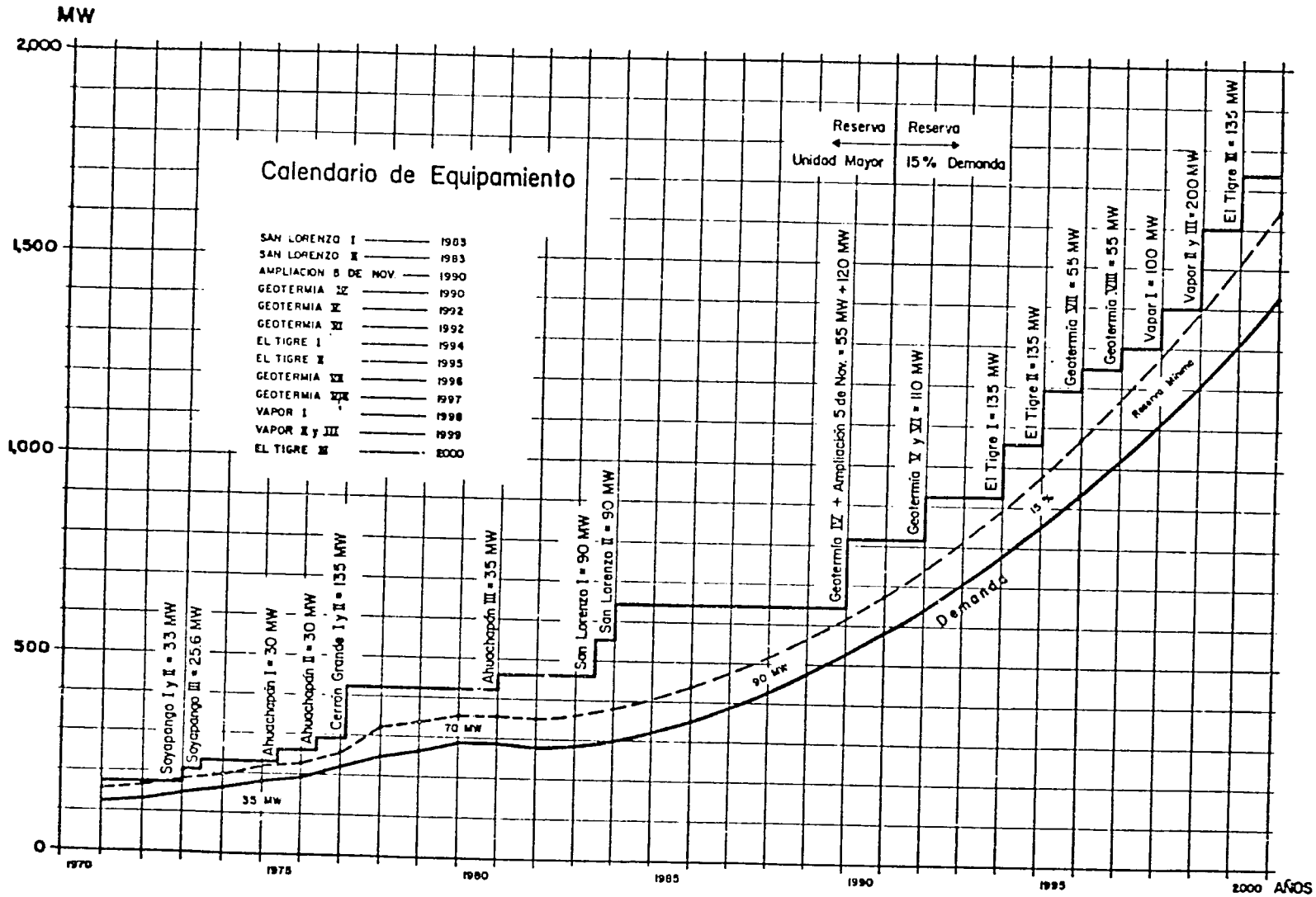
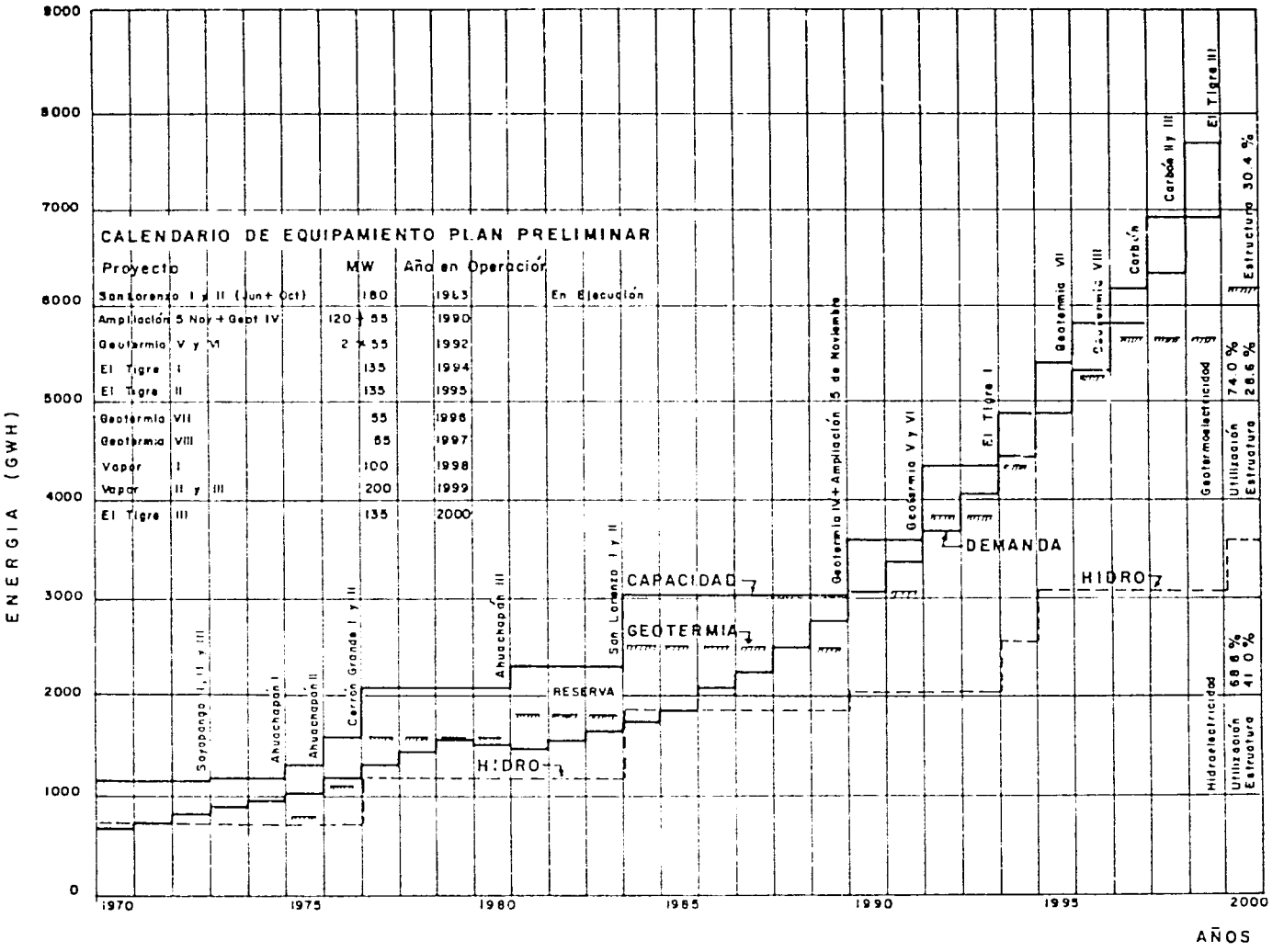


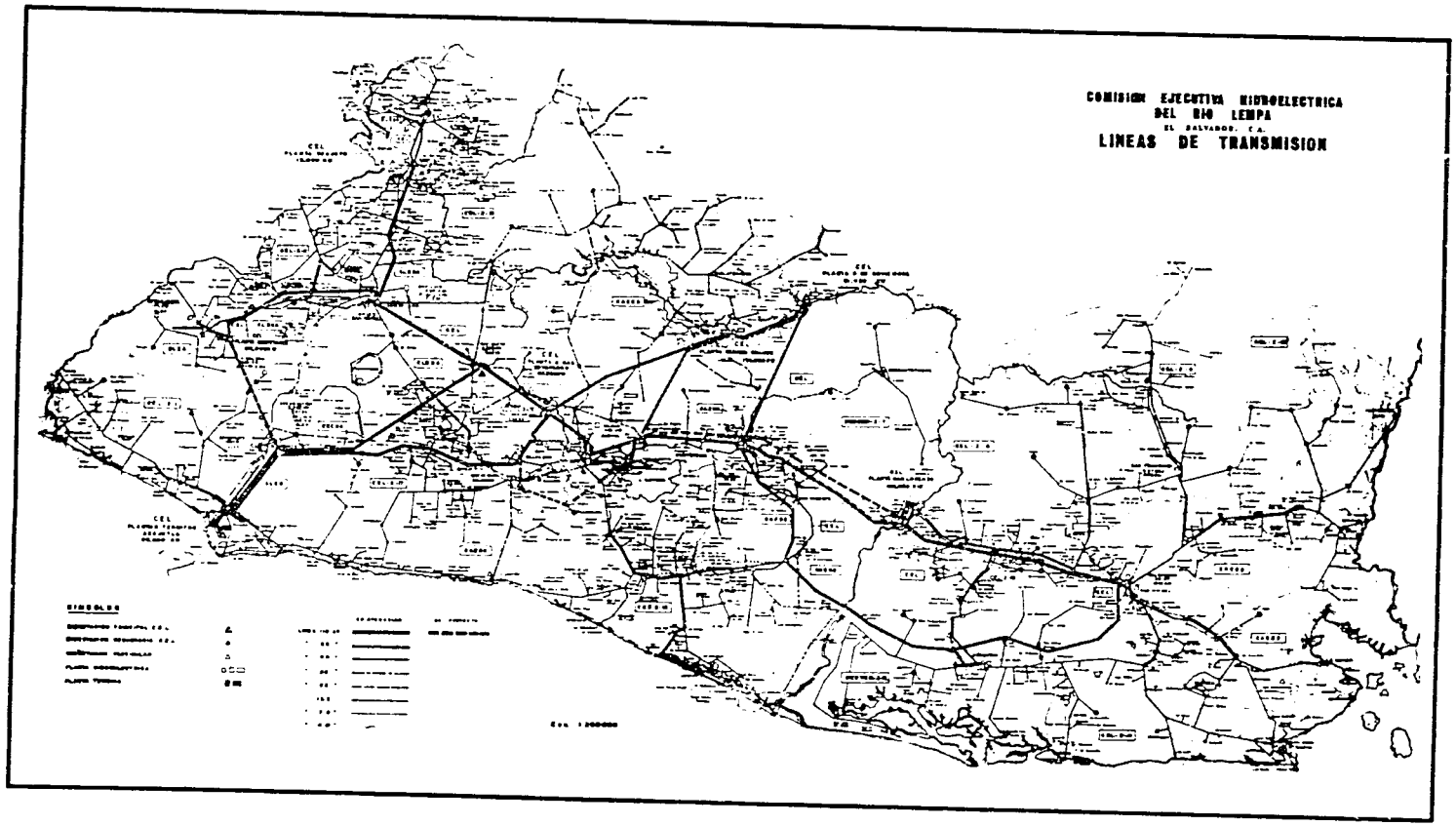
Figura V

Equipamiento Eléctrico
Demanda y Capacidad de Potencia



Fuente: Plan Energético Preliminar CEL

Figura VI


COMISION EJECUTIVA HIDROELECTRICA
DEL RIO LEMPA
EL SALVADOR, C.A.
LINEAS DE TRANSMISION

USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA PRODUCCION DE ELECTRICIDAD

CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA
Synopsis de "EL SALVADOR'

1. CONSUMO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA

En al año de 1981 el consumo de energía en el sector Industrial del país por productos fue el siguiente:

	TERACALORIAS	%
Energía Eléctrica	449	15.5
Fuel Oil	1058	36.6
Gas Licuado	29	1.0
Kerosene	28	1.0
Diesel Oil	242	8.4
Carbón Mineral y Coque	6	0.2
Residuos Vegetales	1079	37.3
TOTAL	2891	100.0

Fuente: Balance Energético Nacional -1970-1981-CEL-PNUD

Puede verse que básicamente son tres productos principales los que la industria consumió. En primer lugar estan los derivados de petróleo que representan el 47% aproximadamente del consumo; luego los residuos vegetales, principalmente el bagazo de caña con un 37.3%, el cual es totalmente consumido en los ingenios azucareros y finalmente la energía eléctrica que participa en un 15.5%.

De esta manera se aprecia la alta participación de los productos petroleros en el consumo industrial, lo que revela la necesidad de racionalizar su consumo, ya que el país no posee recursos propios de petróleo y por lo tanto son importados causando un serio problema en la balanza de pagos del país.

2. SITUACION ACTUAL DEL SECTOR INDUSTRIAL

El estudio de la energía en su totalidad es bien reciente en El Salvador. No fue sino hasta en 1979 que se empezaron a realizar los Balances Energéticos Nacionales a través del Programa Energético del Itsmo Centroamericano (PEICA) financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en colaboración con la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) la cual creó dentro de su organigrama la Superintendencia de Energía, encargada de toda la Planificación Energética del País. Dichos balances fueron terminados en 1980. De ahí se comenzaron a elaborar las Alternativas de Desarrollo Energético Nacional 1980-2000.

En esta forma se pudo hacer a través de los Balances de Energía un diagnóstico general de la situación de todos los sectores consumidores de energía, incluyendo al industrial; sin que para este último se llegara a determinar energías útiles, eficiencias etc. por rama de actividad industrial.

En el aspecto legal no se cuenta a la fecha con una legislación adecuada en este sentido, así como no existen incentivos a las empresas por el buen uso de

una fuente energética u otra.

De igual manera en el aspecto financiero, no hay incentivos de ningún tipo ni tampoco arancelarios.

3. SITUACION FUTURA DEL SECTOR INDUSTRIAL

En el campo del uso racional de la energía en la industria, se ha visto la urgente necesidad de efectuar estudios más profundos a fin de determinar las eficiencias con las que las diferentes industrias estan consumiendo su energía; las posibles sustituciones entre una y otra fuente de energía, así como los costos en que las industrias incurrirían al efectuar modificaciones o cambios en sus procesos actuales. Todas estas interrogantes y más, tendrían que ser solucionadas al realizar áuditos y estudios en el sector industrial. Es por ello que dentro del Programa de Fortalecimiento de la Capacidad de Planificación Energética, actualmente en trámite con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), se ha contemplado un estudio llamado "Planificación de la Conservación de la Energía y Auditos Energéticos" lo que comprende el estudio del consumo de energía en la Industria.

Se piensa además como política general que dado que el país posee por el momento recursos naturales propios para generación eléctrica, enfocar la industria hacia el uso intensivo de la electricidad como sustituto de los derivados de petróleo, lo cual en la realidad ya está ocurriendo. Hay que hacer notar también el período de crisis que atravieza el país y qu ha afectado enormemente el sector industrial.

De la parte del Sector Privado, está por realizarse en colaboración con el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), una serie de auditos de energía en la mayoría de las empresas industriales.

Como se ha podido explicar muy brevemente en El Salvador no se tiene una política definida tanto del sector público como del privado en relación al uso racional de la energía en el sector industrial. A futuro si existen planes en el sentido de realizar estudios de auditos y de uso racional de la energía en la industria. Se sabe que la industria consume grandes cantidades de Fuel-Oil los cuales como productos derivados de petróleo son importados; y por lo tanto se hace necesario su racionalización.

Finalmente se quiere hacer énfasis en la buena intención que se tiene de recibir ayuda financiera y técnica de otros países o instituciones que ya tengan programas de este tipo y esten dispuestos a compartir sus conocimientos en esa área.

OPCIONES PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ENERGETICO DE LOS COMBUSTIBLES Y DEL CARBON EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD Y EN LA COGENERACION DE VAPOR Y ENERGIA ELECTRICA.

Knut Berge
M. Sc. M. E.
Director de la Sección de Desarrollo de la Ingeniería
ELKRAFT Power Co., Copenhague, Dinamarca
Asesor de alto nivel del Danish Power Consult A/S.

Introducción

Tradicionalmente, los cuatro países nórdicos -Finlandia, Suecia, Noruega y Dinamarca- tienen un alto consumo específico de energía por habitante, debido en parte a la gran demanda de calefacción ocasionada por las condiciones climatológicas.

Durante la pasada década, se han tomado medidas decisivas en estos cuatro países, destinadas a reducir el consumo específico de energía y la utilización del petróleo.

A diferencia de los otros tres países, Dinamarca tiene un bajo nivel de autoabastecimiento energético, y hoy en día depende de las importaciones de energía para más del 90 % de sus necesidades energéticas primarias.

Durante el periodo 1972-1980, el crecimiento real del PNB fue del 18 %, pero el consumo de energía se mantuvo constante, como lo muestra la Figura 1.

La vulnerabilidad de Dinamarca ante posibles interrupciones de suministros de petróleo y la perspectiva de que las importaciones de petróleo provoquen tensiones cada vez mayores en la balanza de pagos con el extranjero son aspectos decisivos que han motivado la política del país en este ámbito.

Se ha logrado reducir el porcentaje del petróleo en el consumo energético gracias a la reconversión al carbón, en primer lugar en las compañías de electricidad, que están encargadas de la producción de electricidad y de una parte considerable de los suministros de calor para la calefacción urbana e industrial, a partir de las unidades de cogeneración de vapor y energía eléctrica (CVE).

Se realizarán otras reducciones de la demanda de petróleo en los años futuros mediante la ampliación de los sistemas de suministro de calor de las centrales eléctricas y la creación de una red de distribución de gas natural.

El gas suministrado procederá del sector danés del Mar del Norte y servirá principalmente para satisfacer la demanda de calefacción.

En la Figura 2, se expone el consumo de energía por sectores durante el año 1981, así como las previsiones para el año 2000. El aumento previsto del consumo de combustibles para la producción de electricidad se debe a la expansión de la producción de CVE, la calefacción eléctrica de viviendas que no pueden abastacerse con gas natural o calor procedente de las plantas de CVE y la electrificación de los ferrocarriles públicos.

Consumo de electricidad en Dinamarca

Las Figuras 3 y 4 muestran respectivamente los porcentajes relativos de las ventas de electricidad a distintos tipos de consumidores en 1981, y la evolución del consumo de electricidad por habitante. Estos datos muestran que, durante los últimos años, ha habido un estancamiento en el consumo específico, debido a ahorros energéticos en general y a la adopción de equipos que consumen menos energía, especialmente en el sector residencial.

En la Figura 5 se establece una comparación del consumo de energía eléctrica por habitante en algunos países seleccionados. Esta comparación permite ver que el consumo en Dinamarca es casi equivalente al consumo medio en los 10 países de la CEE, pero muy inferior al consumo medio de los países nórdicos. Como los otros países escandinavos tienen una larga tradición de generación de electricidad basada en la energía hidráulica, la disminución de los precios de la electricidad ha provocado el desarrollo de industrias de gran consumo de energía eléctrica, tales como la fundición de metales, que no existen en Dinamarca.

Fuentes de energía para la generación de electricidad

La Figura 6 muestra las distintas fuentes de energía utilizadas para la generación de energía eléctrica, divididas en fuentes de energía renovables y no renovables.

En los países escandinavos, se utilizan todos los tipos de fuentes de energía no renovables, así como las renovables, tales como la energía hidráulica, eólica y la biomasa (turba, madera). Se están elaborando actualmente métodos para poder utilizar la energía maremotriz y solar en la producción de electricidad, especialmente para suministros locales en lugares remotos, como en las pequeñas islas.

Los sistemas de suministro de energía eléctrica difieren mucho de un país a otro en Escandinavia, debido a las condiciones naturales y a las tradiciones de cada país.

En Noruega, predomina totalmente la electricidad de origen hidráulico, mientras que en Dinamarca prevalece la de origen térmico.

Suecia y Finlandia combinan ambas fuentes de energía. En Dinamarca, la electricidad de origen térmico se produce a partir de carbón y fuel

oil; en Suecia y Finlandia, a partir de carbón, fuel oil y energía nuclear.

En la totalidad del sistema, la energía hidroeléctrica representa el mayor porcentaje de la producción total de electricidad, pero la energía nuclear y el carbón tienen una proporción cada vez mayor. En la Figura 7 se muestra la producción de electricidad durante los años 1979 y 1980 en los cuatro países, así como los porcentajes relativos de la energía eléctrica de origen hidráulico y térmico.

Intercambios de electricidad entre los países nórdicos

La cooperación mutua de los países nórdicos en cuanto a la energía eléctrica, generalmente llamada NORDEL, tiene una tradición larga y bien establecida. Los cuatro países, Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca, están vinculados por una serie de cables marítimos y líneas aéreas, como lo indica la Figura 8.

Como los sistemas de generación de energía eléctrica son muy diferentes de un país a otro, las ventajas de la explotación conjunta son considerables.

El objetivo global de la cooperación consiste en reducir los costes totales. Si cada uno de los países tuviera que mantener la producción para sus propias necesidades únicamente, sin realizar intercambios con los países vecinos, el coste total sería mucho mayor. Además de esto, se deberían consumir más productos derivados del petróleo para la producción de energía eléctrica.

Este sistema de cooperación, por otra parte, contribuye al mantenimiento de una alta fiabilidad de funcionamiento.

Como es previsible que el intercambio de electricidad se haga tan a menudo hacia una dirección como hacia otra, es razonable, y generalmente

aceptado, compartir cualquier beneficio por igual entre las dos partes involucradas.

Generación de electricidad en Dinamarca

La energía eléctrica se produce en 19 centrales, todas ellas situadas en la costa, como lo indica la Figura 9.

Las compañías de electricidad están organizadas en dos consorcios, ELSAM y ELKRAFT.

Todas las unidades de producción utilizan combustibles fósiles y, hasta ahora, no se ha tomado ninguna decisión en cuanto a la introducción de la energía nuclear.

En 1973, sobre una potencia instalada total de aproximadamente 5500 MW, unos 3000 MW funcionaban con carbón. Después de los súbitos aumentos de los precios del petróleo, se volvió a poner en servicio la mayor cantidad posible de instalaciones alimentadas por carbón. Entre éstas existían, sin embargo, numerosas centrales pequeñas y antiguas, con alto consumo específico de calor.

Debido a la diferencia creciente del precio entre el petróleo y el carbón importados, y a la voluntad de reducir la dependencia respecto del petróleo, las compañías de electricidad iniciaron un extenso programa de reconversión del fuel oil al carbón, que incluía :

- Reacondicionamientos
- Reconversiones
- Nuevas instalaciones.

Reacondicionamientos

Varias unidades construidas en los años 60 habían sido diseñadas para utilizar carbón, pero equipadas sólo para funcionar con fuel oil. El

programa de reconversión incluye el reacondicionamiento de todas estas centrales para que consuman carbón, como lo muestra el Cuadro I.

El tiempo de parada para cada instalación fue generalmente de 6 a 8 meses.

He aquí algunos de los reacondicionamientos característicos :

- Puertos de importación de carbón con descargadores
- Sistemas de transporte y de almacenamiento de carbón
- Equipos de pulverización y de combustión de carbón
- Sopladores de hollín
- Precipitadores
- Manutención y almacenamiento de cenizas.

En promedio, el coste específico de reconversión fue de aproximadamente 100 dólares E.E.U.U./kW.

Después de volver a poner en servicio las instalaciones alimentadas con carbón, por ser los precios del carbón muy inferiores a los del petróleo, el periodo de recuperación del capital invertido en los reacondicionamientos fue generalmente de dos años.

Reconversiones

Todas las unidades en construcción o en servicio en 1973 se habían diseñado solamente para la combustión de fuel oil. Las compañías de electricidad realizaron estudios preliminares para determinar cómo reconvertirlas al carbón. En varios casos, esta reconversión era imposible por falta de espacio en el sitio. En otros casos, se consideró posible hacerlo y, después de llevar a cabo estudios detallados, se tomó la decisión de realizar 4 reconversiones, como lo indica el Cuadro II.

Un requisito previo de todos los proyectos de reconversión consistía en mantener la combustión de carbón (como la de fuel oil) a plena capacidad.

La primera de estas reconversiones se llevó a cabo en la Unidad 4 de la central eléctrica de Fynsvaerket.

Esta unidad, inicialmente puesta en servicio en 1974, ya había funcionado durante 22.000 horas con fuel oil antes de que se la detuviera para efectuar la reconversión. La Figura 10 muestra la caldera inicial de tipo compacto alimentada con fuel oil, y la caldera reconvertida a la combustión de carbón.

Este proyecto incluía :

- Excavación hasta 10 metros por debajo del nivel del suelo para colocar el dispositivo de recuperación de cenizas.
- Instalación de un precalentador de aire primario separado, necesario por el aumento de la demanda total de aire.
- Ampliación del edificio de la caldera con el fin de proporcionar espacio suficiente para las tolvas de carga de carbón, alimentadores y pulverizadores.
- Sistema de transporte del carbón.
- Sistema de combustión del carbón.
- Sistema de soplado de hollín.
- Precipitador electroestático.
- Manutención de cenizas y silos de almacenamiento.

El tiempo total de parada fue de 18 meses, y los costes totales de reconversión ascendieron a 30 millones de dólares E.E.U.U. El periodo de recuperación del capital fue inferior a dos años.

La unidad funciona con un programa CVE y suministra calor a la ciudad de Odense.

El rendimiento del combustible de esta unidad varía entre un 40 % para la producción de electricidad solamente y un 80 % para la producción combinada de calor y energía eléctrica. El promedio anual de rendimiento registrado es de aproximadamente un 67 %.

El segundo proyecto de reconversión se llevó a cabo en la Unidad 5 de la central de Asnaes.

Esta unidad tenía que entrar en servicio a principios de 1980. Sin embargo, a principios de 1978, se decidió efectuar la reconversión para que funcione totalmente a base de carbón. En ese momento, ya se había terminado el edificio de la caldera y se había montado la mayor parte de la misma. La Figura 11 representa la caldera inicial de un solo paso al fuel oil y la caldera reconvertida a dos pasos al carbón. Además de los trabajos mencionados para el proyecto de Fynsvaerket, la reconversión incluyó una ampliación del 100 % del edificio de la caldera.

No se puede establecer en forma exacta el coste y el tiempo de parada de esta reconversión, porque se tomó la decisión durante el periodo de construcción de esta unidad. El periodo de recuperación del capital se estimó en 4 años, incluyendo todos los costos relacionados con la reconversión.

Nuevas unidades de carbón

Para cubrir el aumento previsto del consumo de electricidad y el reemplazo de las unidades retiradas de servicio, así como para asegurar el suministro de calor procedente de unidades de CVE, se incluyeron varias unidades nuevas en el programa de reconversión al carbón, como se puede observar en el Cuadro III.

Suministros de carbón a Dinamarca

El carbón térmico se importa del mundo entero. Las importaciones totales suman de 8 a 10 millones de toneladas por año.

A diferencia de otros combustibles como el petróleo y el gas, el carbón es, por naturaleza, una substancia heterogénea cuya composición y propiedades varían mucho según los diferentes orígenes del mismo. De la

misma forma, en una sola unidad de producción pueden existir variaciones notables.

El hecho de que los suministros de carbón procedan de distintas partes del mundo implica que se utilizan carbones diferentes, cuyas propiedades físicas y químicas difieren. A menudo, esto tiene como consecuencia comportamientos variables (y en algunos casos, muy extraños) en las calderas y los sistemas de suministro de carbón. Es necesario mezclar algunos tipos de carbón con otros antes de su utilización en una unidad específica.

En los países productores de carbón, los usuarios se basan, para seleccionar su equipo, en las características del carbón de las minas cercanas, teniendo en cuenta las experiencias anteriores.

Para un país importador de carbón, el aspecto clave del diseño de una central es la flexibilidad, con la menor cantidad posible de limitaciones en cuanto a las variaciones del espectro de características del carbón en general.

Si bien se debe transigir sobre ciertos elementos al diseñar una central, es preferible hacerlo evitando en lo posible que el comprador de carbón se vea limitado por este problema frente al mercado internacional.

Las naciones importadoras no sólo están muy deseosas, sino que necesitan diversificar sus fuentes de abastecimiento para reducir a un mínimo los riesgos de interrupción de suministro en épocas de crisis.

En el caso de Dinamarca, la evolución de la estructura de las importaciones durante los años recientes aparece en la Figura 12. En este periodo, los problemas y restricciones característicos han sido los disturbios políticos en Polonia, las huelgas frecuentes en Australia, el atasco de los puertos norteamericanos y el llamamiento del gobierno danés a minimizar las importaciones procedentes de Sudáfrica.

Durante los últimos años, se han construido varios puertos así como varias terminales de carbón, entre las que podemos destacar dos importantes, capaces de recibir buques de carga de hasta 70.000 toneladas de carga máxima.

Se han firmado contratos a largo plazo con varios países (entre los cuales se incluye Colombia) para asegurar el suministro de carbón, y además se ha tenido en cuenta el tamaño de los depósitos de almacenamiento de carbón en cada una de las centrales.

Resultados de la expansión de la utilización de carbón en Dinamarca

La Figura 13 muestra la totalidad de los programas de reconversión, en términos de potencia instalada.

La Figura 14 nos muestra una evaluación de los esfuerzos realizados para cumplir con el objetivo fundamental de minimizar el consumo de petróleo. El porcentaje de petróleo en el consumo de combustibles, que era del 80 %, se ha reducido al 8 %.

Cogeneración de vapor y electricidad en Dinamarca

En Dinamarca, aproximadamente un tercio de las viviendas están conectadas con la red de calefacción urbana, instalación considerada como muy corriente, como por ejemplo el servicio público de distribución de agua, electricidad y gas.

La cogeneración de vapor y energía eléctrica comenzó en los años 20 y se desarrolló paralelamente a la expansión del suministro de electricidad. Las primeras unidades funcionaban con generadores diesel pero, posteriormente, cuando la utilización de unidades de mayor tamaño fue necesaria, se introdujeron las turbinas de vapor. Actualmente, un 10 % del consumo total para la calefacción de locales es cubierto mediante centrales que combinan la producción de calor y electricidad, y según

los planes existentes, se espera que en los próximos diez años este porcentaje aumente hasta un 25 %. Si se compara a un sistema en que la energía eléctrica y la calefacción urbana se producen por separado, el ahorro total alcanza aproximadamente 1 millón de toneladas de petróleo por año. Además, la expansión de los sistemas de cogeneración de vapor y energía eléctrica hará disminuir aún más el consumo de petróleo, ya que estas centrales funcionarán en gran medida con carbón.

En una unidad moderna de producción de vapor con quemadores de carbón, el rendimiento térmico es de un 40 % aproximadamente. La mayoría de las pérdidas se deben al agua de refrigeración, que absorbe un 45 % de los combustibles utilizados.

En una unidad de cogeneración de vapor y energía eléctrica (CVE), aproximadamente el 85 % del combustible se utiliza en la producción de calor y electricidad.

Para la utilización del calor generado en una central eléctrica se necesitan grandes inversiones en la red de distribución. En cambio, el consumo de combustible es bajo, lo que implica que los costes del calor sean relativamente poco sensibles a grandes variaciones del precio del combustible.

En Dinamarca, se redujo la polución total del medio ambiente gracias a la introducción de las unidades de CVE, en parte por la disminución de la cantidad total de combustible quemado, y también porque las centrales se encuentran lejos de los centros urbanos.

El suministro de calor del país está reglamentado por una legislación que proporciona a las autoridades nacionales y locales medios para emitir decisiones relativas a los sistemas regionales de suministro de calor que se deben adoptar.

Tales decisiones se formularán después de haber determinado los planes

de calefacción local y de que los hayan examinado las partes involucradas.

Estos planes se aplicarán a menudo más allá de las fronteras administrativas existentes y, en última instancia, el Ministerio de Energía debe coordinarlos y aprobarlos, con el fin de asegurar un mercado para el suministro colectivo de calor que sea conforme con los objetivos superiores de la política energética.

Si los objetivos superiores de la política energética exigen que se realice un determinado proyecto de suministro de calor, y si éste resulta menos provechoso que otras opciones, su aprobación debe garantizar, al mismo tiempo, subsidios gubernamentales suficientes.

El propósito de la legislación sobre el suministro de calor consiste en asegurar que la utilización de energía para la calefacción de edificios, suministro de agua caliente, etc., y otros usos energéticos de baja temperatura se haga de acuerdo a una planificación global, que forme parte de la planificación energética total del país, y en proporcionar las bases administrativas necesarias para dicha planificación.

La planificación del suministro de calor se determina sin tomar en cuenta la reducción de la vulnerabilidad de los suministros de energía, especialmente la dependencia respecto de los suministros de petróleo. Esta planificación ayuda a frenar el crecimiento del consumo de energía, fomenta la utilización óptima de los recursos energéticos y procura disminuir el impacto de la misma sobre el medio ambiente.

Un rasgo característico de los sistemas de calefacción urbana de Dinamarca es el hecho de que se utilizan bajas temperaturas, lo que proporciona varias ventajas, tales como una producción combinada más económica gracias a la baja temperatura de condensación, menos pérdidas de calor en la red de distribución, construcciones de conductos más simples y conexiones directas con las viviendas sin necesidad de inter-

cambiadores de calor y de equipos de verificación que serían muy costosos. Esto permite reducir los costes iniciales y de funcionamiento, lo que constituye una de las razones más importantes de la gran difusión de la calefacción urbana y de la cogeneración en Dinamarca.

Otras utilizaciones del calor residual de las centrales eléctricas

Por las condiciones climatológicas prevalecientes en Dinamarca, la producción de legumbres en invernaderos consume mucha energía. Por ejemplo, el consumo medio anual para cultivar 1 kg de tomates es de aproximadamente 1 kg de fuel oil. Se investiga actualmente acerca de la posibilidad de sustituir la calefacción directa a base de fuel oil por calor procedente de centrales eléctricas. Estos sistemas ya funcionan con éxito en algunas centrales.

Después de pasar a través de los condensadores de turbina, la temperatura del agua de enfriamiento se incrementa en unos 5-8° C, lo que la vuelve ideal para la piscicultura. Se han planificado varios criaderos de peces y ostras, así como algunas instalaciones de prueba, como la que se observa en la Figura 15, que ya están en servicio.

Además de la calefacción urbana, en que el medio normal de transporte del calor es el agua, algunas de las centrales entregan vapor extraído de las turbinas a las industrias cercanas para usos de transformación.

Sugerencias para la toma de decisiones de las compañías de electricidad y los gobiernos.

La experiencia adquirida por las compañías de electricidad danesas en el ámbito de la reconversión del fuel oil al carbón y el desarrollo de la cogeneración de vapor y energía eléctrica está basada en las condiciones locales, y no puede ser utilizada directamente para formular recomendaciones de o den general.

Sin embargo, muchos de los problemas encontrados son de carácter universal, y pueden establecerse las siguientes afirmaciones :

Se puede ahorrar combustible y reducir el impacto sobre el medio ambiente mediante :

- Inversiones y otras medidas destinadas a disminuir las pérdidas en cada una de las partes de las unidades de generación.
- Mantenimiento preventivo y otras precauciones para asegurar el funcionamiento adecuado de la planta y un alto nivel de disponibilidad. Esto es especialmente importante en las centrales de carbón.
- La introducción de la cogeneración de vapor y energía eléctrica.

En el ámbito de la generación de electricidad, se pueden realizar considerables ahorros gracias a la cooperación, incluyendo el intercambio de corriente eléctrica entre las compañías de electricidad y los países vecinos.

Cuando se producen cambios importantes en el suministro de combustibles, tales como la reconversión masiva del fuel oil al carbón, es necesaria una estrecha colaboración entre las compañías de electricidad y las autoridades, para resolver en forma efectiva los problemas de orden general, tales como los aspectos relativos al financiamiento, la seguridad de suministro de combustible y el impacto sobre el medio ambiente.

Dado que las calidades y características de combustión del carbón varían mucho según su procedencia, es esencial que el diseño de una unidad alimentada con carbón esté basado en un programa realista de suministros de carbón.

En el caso de grandes cambios en las formas de suministrar el calor, como la calefacción urbana a partir de centrales de cogeneración de vapor y electricidad, un aspecto importante es la información eficiente a los consumidores, productores, y a las autoridades.

Es muy importante que una planificación energética firme establecida por el gobierno guíe la reconversión del fuel oil al carbón y la introducción de los sistemas de cogeneración de vapor y energía eléctrica, incluyendo una política fiscal de energía coherente que respalde dicha planificación.

Abreviaciones utilizadas

PNB:	Producto Nacional Bruto
CVE:	Cogeneración de vapor y energía eléctrica
CEE:	Comunidades Económicas Europeas
E.E.U.U.:	Estados Unidos
RFA:	República Federal de Alemania
NORDEL:	Organismo de cooperación para el suministro de electricidad a los países nórdicos
DEF:	Asociación danesa de empresas de suministro de electricidad
kW:	Kilowatio (10^3 watios)
MW:	Megawatio (10^6 watios)
PJ:	Petajoule (10^{15} joule)
tonelada:	tonelada métrica (10^3 kg)
TEP:	tonelada equivalente de petróleo
Tiempo de parada:	Período total durante el cual no se puede disponer de una unidad para generar energía eléctrica.

Programa de reconversión del fuel oil al carbón de las compañías de electricidad danesas

Cuadro I

Reacondicionamientos

Nombre de la central	Unidad No.	Tamaño de la unidad MW	Año de puesta en servicio	Fin de la reconversión	Tiempo de parada Meses
Asnæs	4	268	1968	1978	7
Vestkraft	2	268	1969	1979	6
Stigsnæs	2	285	1970	1980	8
Skærbæk	2	285	1971	1981	7
NEFO	1	137	1967	1982	6
Stigsnæs	1	150	1966	1983	16
Total		1393			

Cuadro II

Reconversiones

Nombre de la central	Unidad No.	Tamaño de la unidad MW	Año de puesta en servicio	Fin de la reconversión	Tiempo de parada Meses
Fynsværket	3	285	1974	1980	18
Asnæs	5	698	1981	1981	
Nordkraft	1	285	1973	1985/86	25
NEFO	2	305	1977	1985/86	25
Total		1573			

Cuadro III

Nuevas unidades

Nombre de la central	Unidad No.	Tamaño de la unidad MW	Año de puesta en servicio
Ensted	3	630	1979
Herning	1	95	1982
Randers	1	50	1982
Studstrup	3	375	1984
Studstrup	4	375	1985
H.C.Ørsted	7	90	1985
Total		1615	

Figura 1

DINAMARCA: Consumo total de combustibles

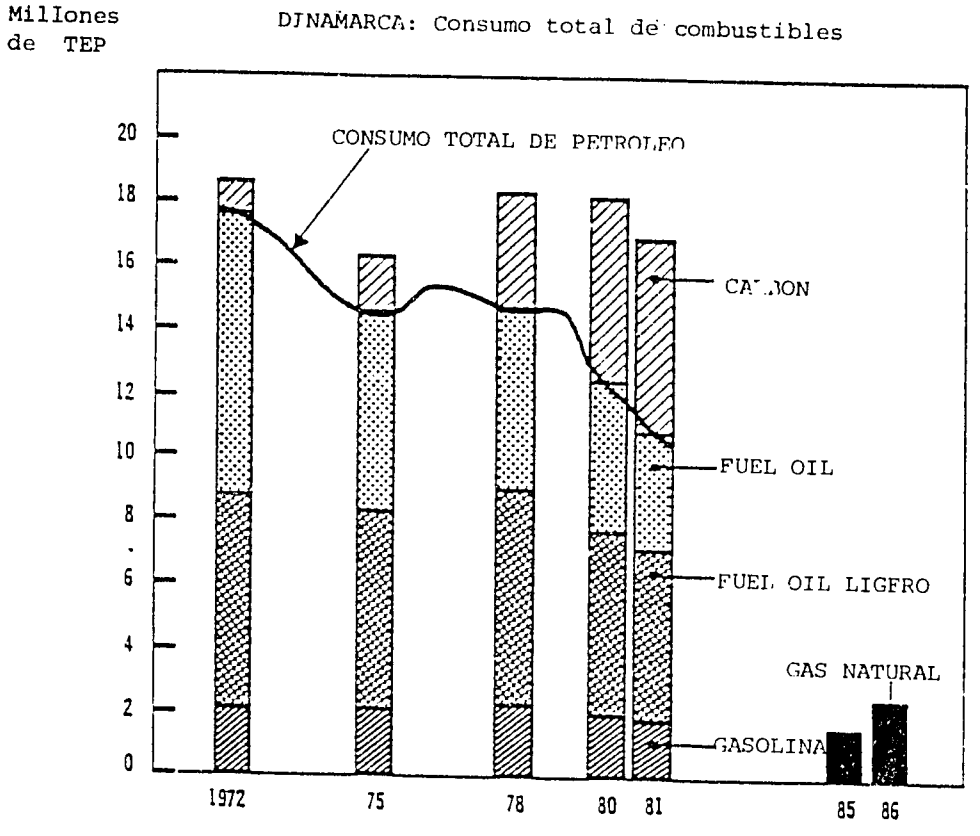


Figura 2

DINAMARCA: Consumo de energía por sectores

(1981 y 2000)

Fuente: Ministerio de Energía de Dinamarca

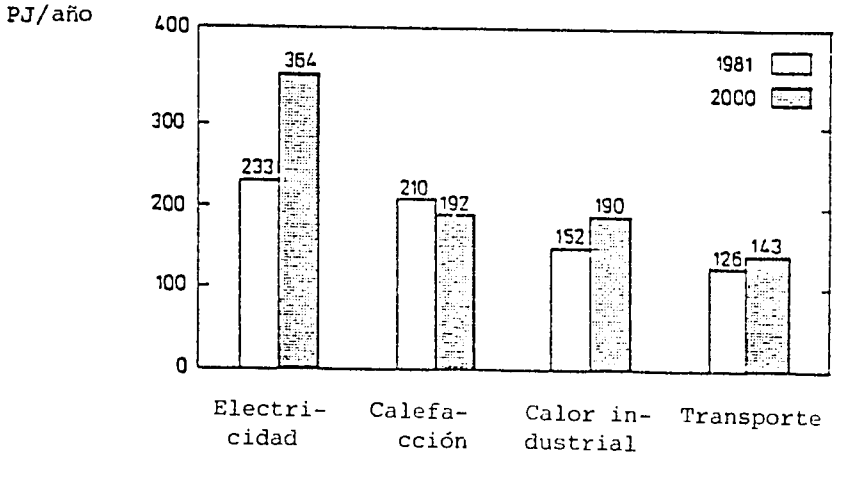


Figura 3

Ventas a consumidores en 1981:

Fuente : DEF

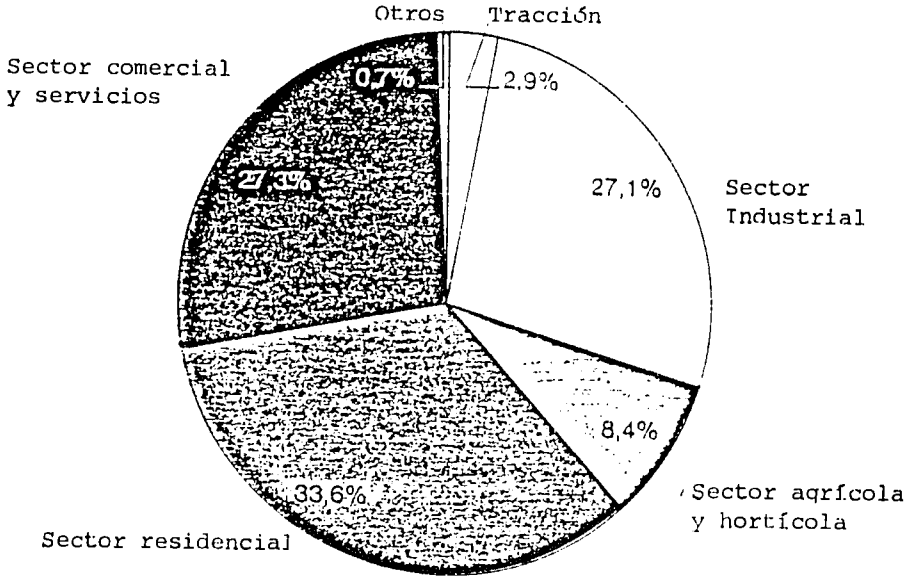
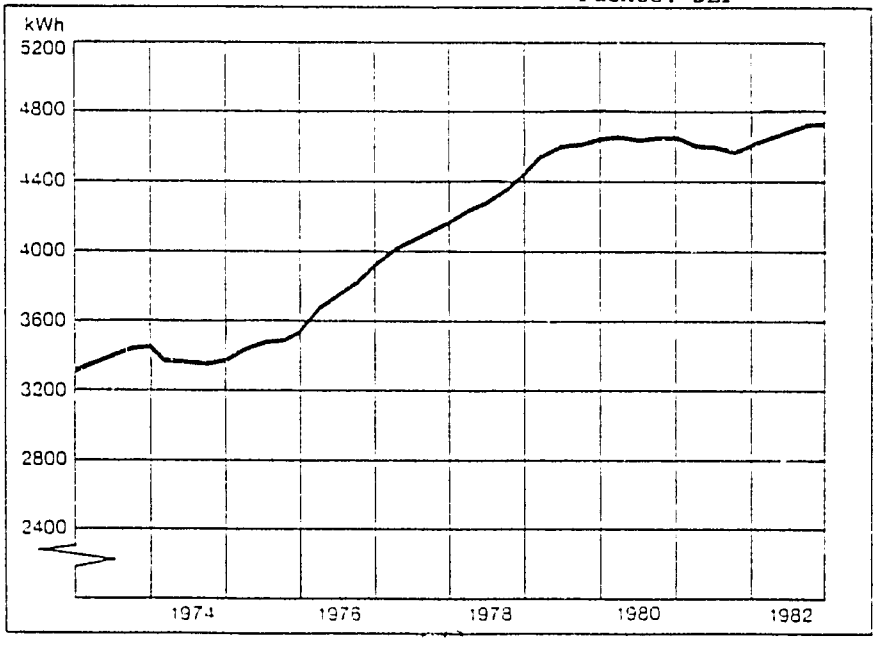


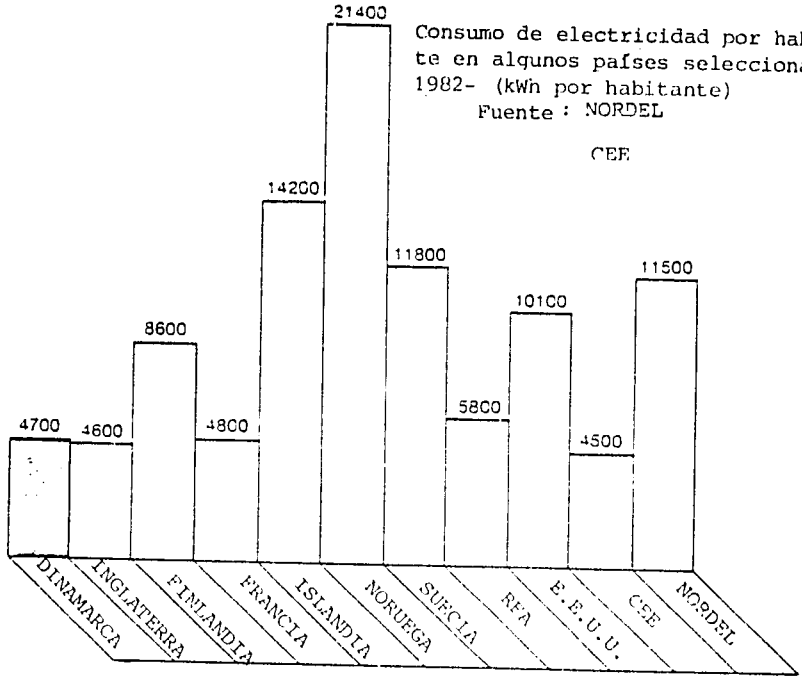
Figura 4

Consumo de electricidad por habitante (incl. pérdidas en la red) en Dinamarca. Curva de 12 meses. Fuente: DEF



Consumo de electricidad por habitante en algunos países seleccionados. 1982- (kWh por habitante)
Fuente : NORDEL

Figura 5



DISTINTAS FUENTES DE ENERGIA UTILIZADAS PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD (POSIBLE COMBINACION CON PRODUCCION DE CALOR)

Figura 6

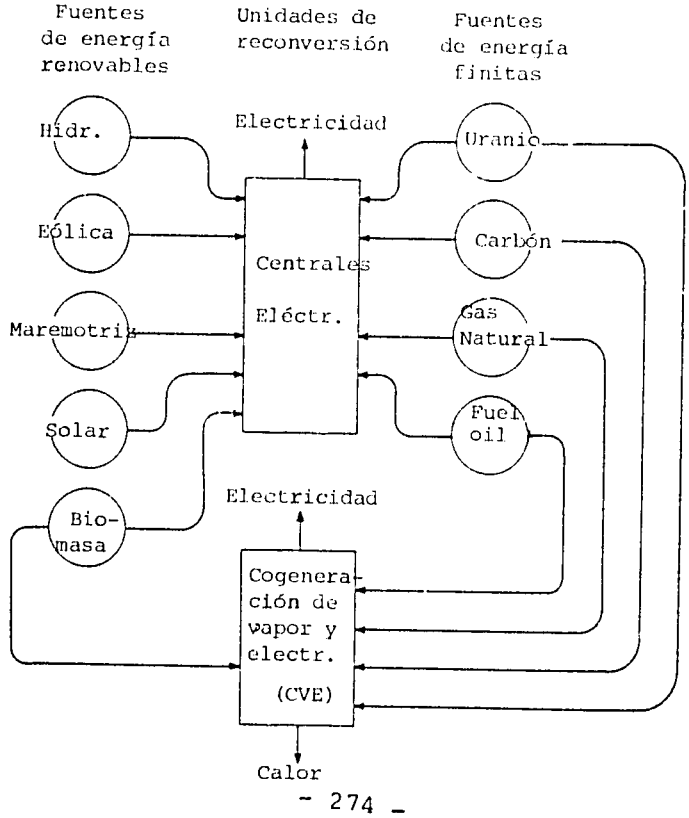


Figura 7

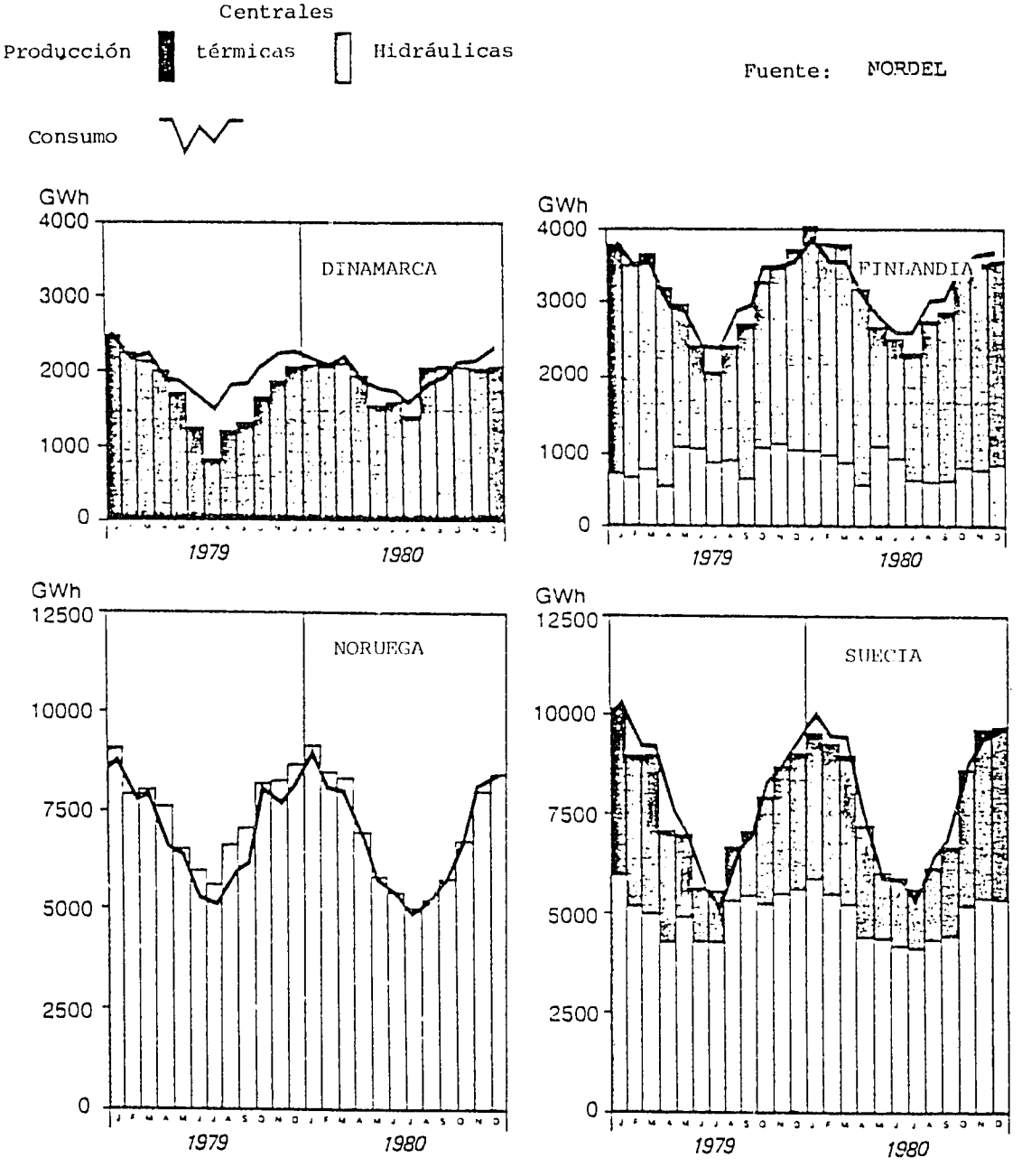

Centrales
Producción
térmicas
Hidráulicas
Fuente: NORDEL
Consumo
GWh
4000
3000
2000
1000
0
DINAMARCA
1979
1980
GWh
4000
3000
2000
1000
0
FINLANDIA
1979
1980
GWh
12500
10000
7500
5000
2500
0
NORUEGA
1979
1980
GWh
12500
10000
7500
5000
2500
0
SUECIA
1979
1980

Figura 8

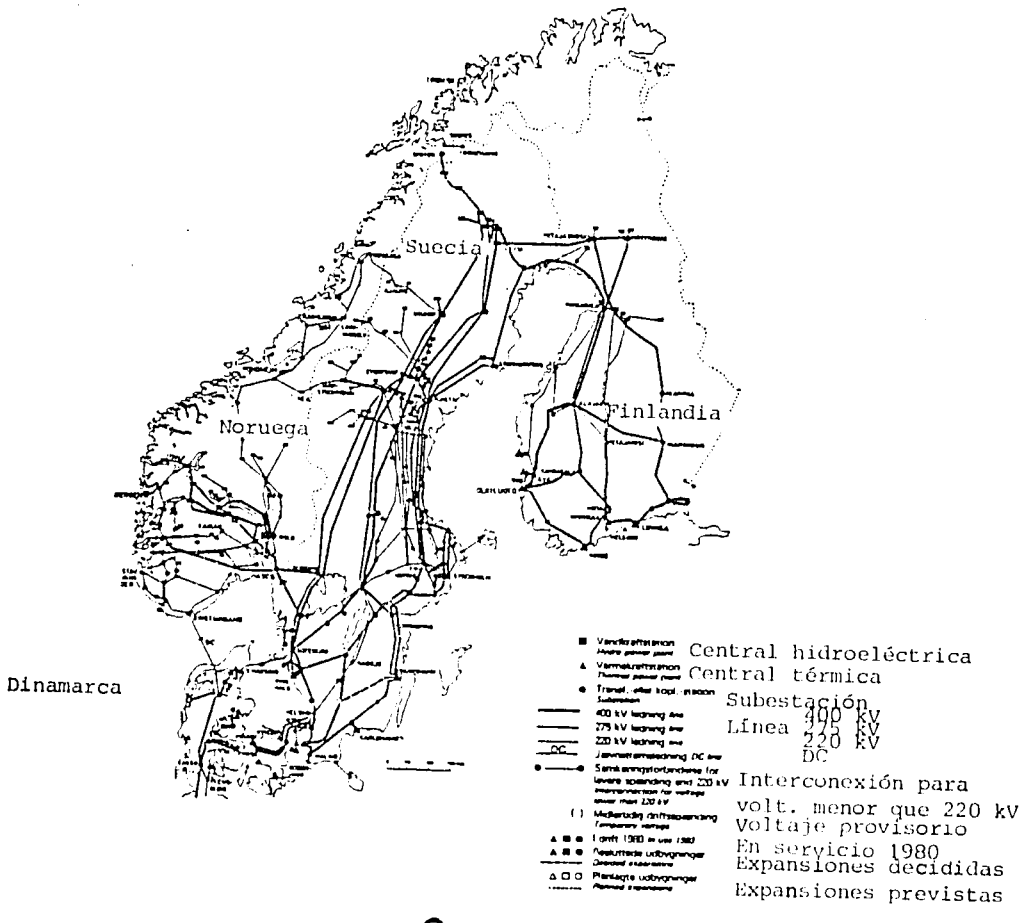
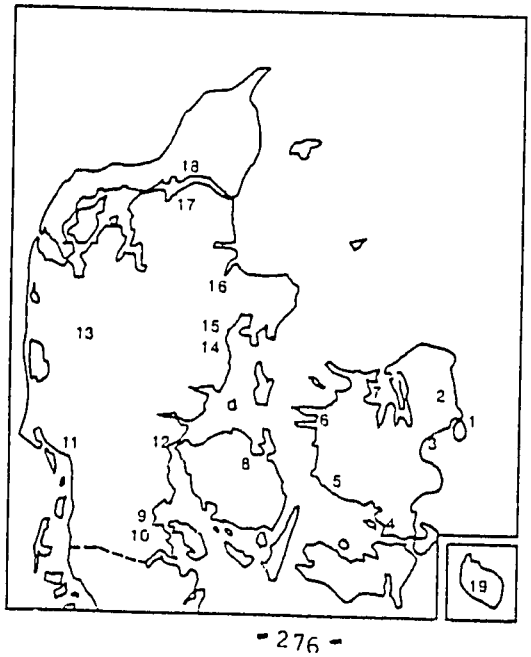


Figura 9

LOCALIZACION DE LAS CENTRALES ELECTRICAS EN DINAMARCA



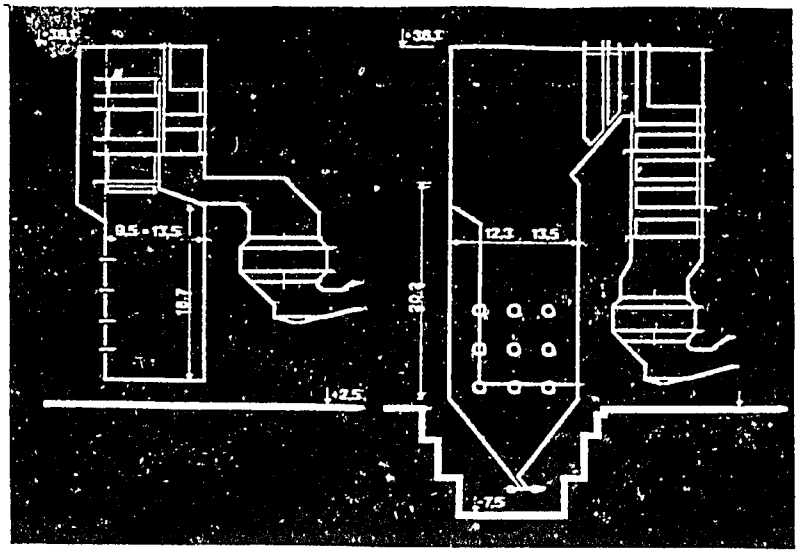


Figura 10

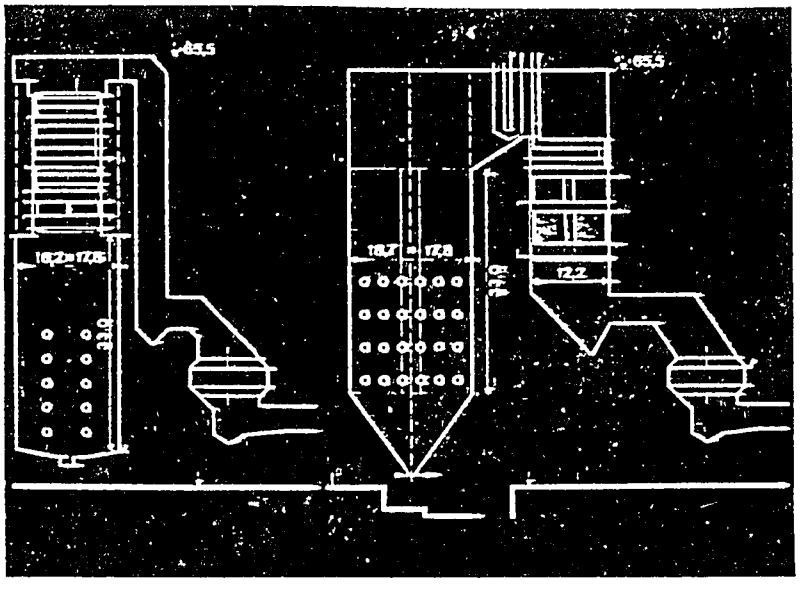


Figura 11

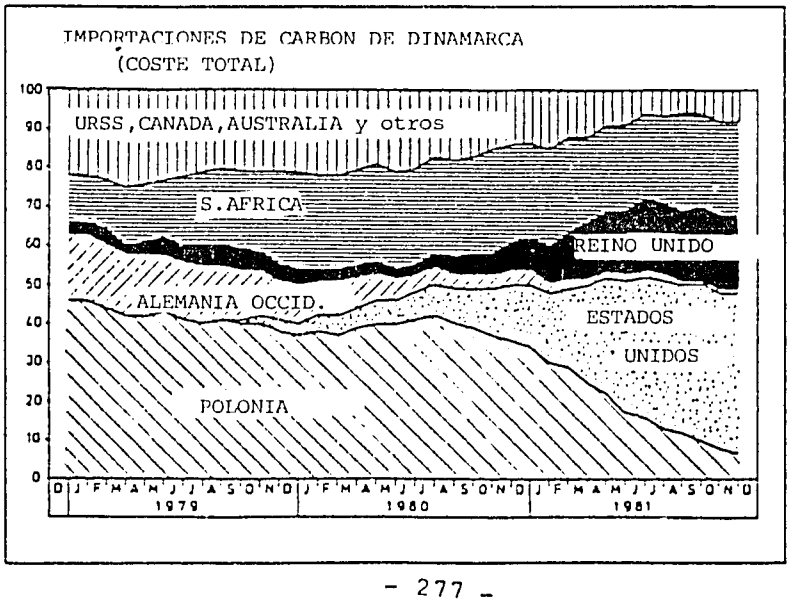


Figura 12

Figura 13

CENTRALES ELECTRICAS DANESAS

POTENCIA INSTALADA

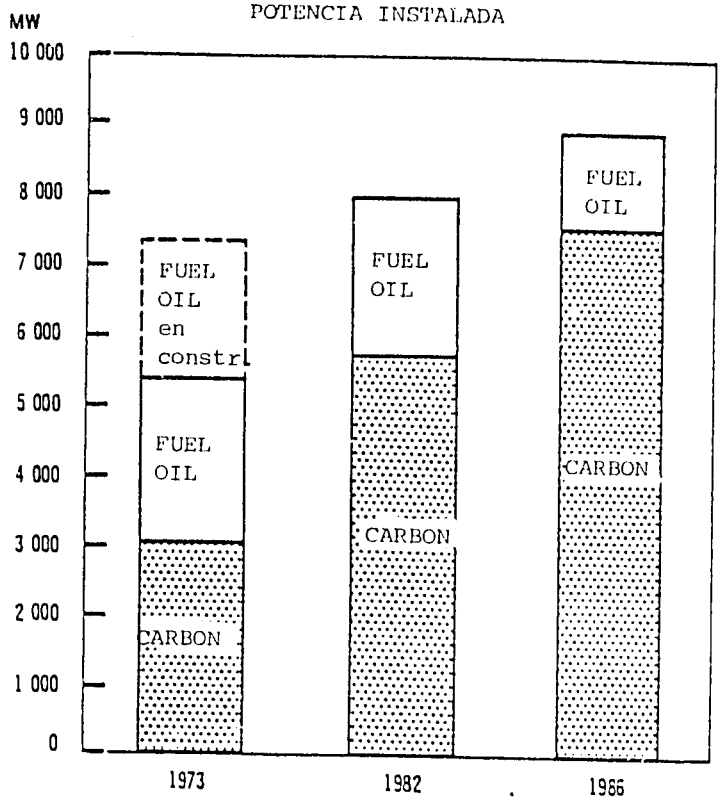


Figura 14

CENTRALES ELECTRICAS DANESAS: PRODUCCION DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE CARBON Y DE FUEL OIL

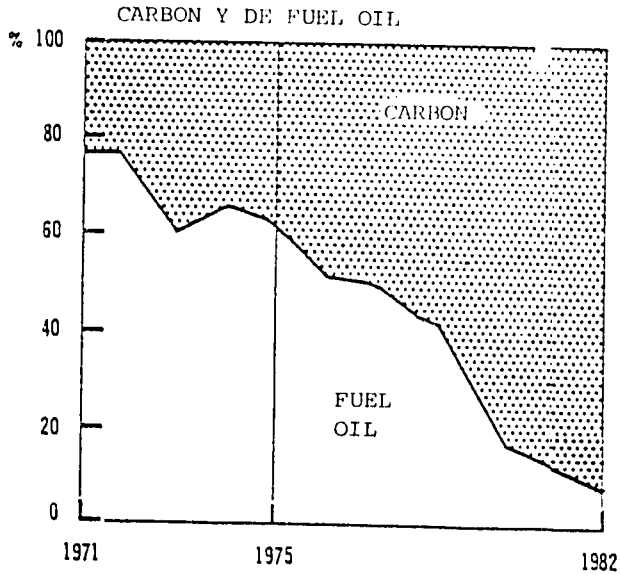
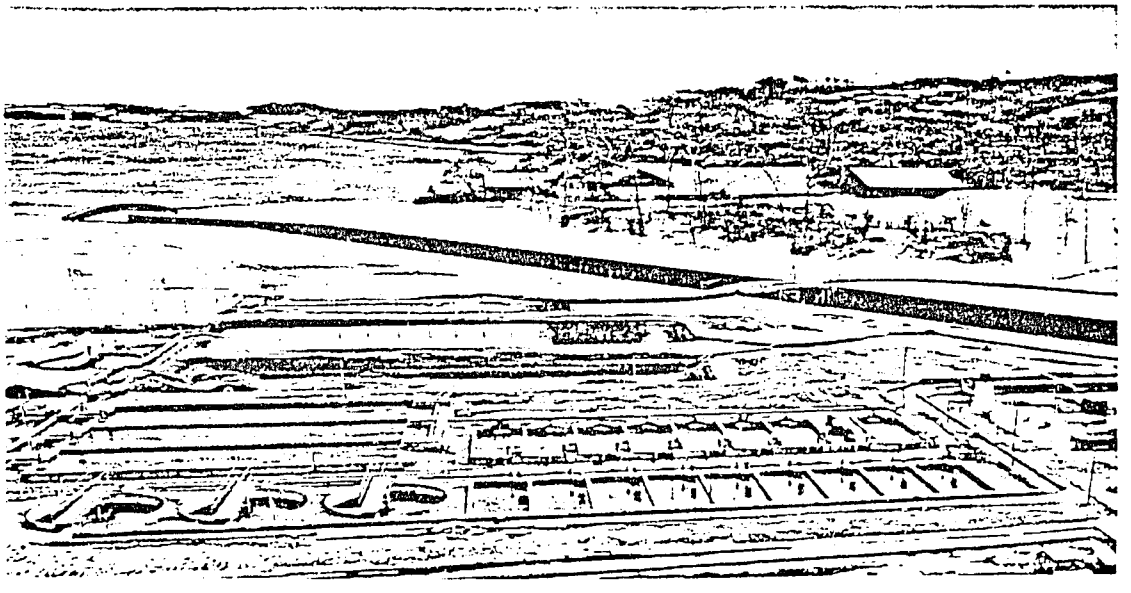


Figura 15

DINAMARCA: Criadero de peces en la central eléctrica de Ensted.



EL USO DE ENERGETICOS EN SIDOR

"El caso de VENEZUELA"

Julian S. Jatem
Ingeniero Metalúrtgico
Jefe del Centro de Investigaciones de SIDOR

A. INTRODUCCION

Venezuela inicia su incursión en el campo siderúrgico, a mediados de la década de los 50, cuando decide instalar un complejo siderúrgico en la zona de Matanzas en el Edo. Bolívar, construyendo la actual Planta Siderúrgica del Orinoco (SIDOR). Desde ese momento y en todas las etapas posteriores de expansión y modernización por las que ha pasado la Empresa, el parámetro energético ha estado presente. Se tomó en cuenta para seleccionar los procesos más rentables la gran abundacia y el fácil acceso a la gran mayoría de los recursos necesarios para operar un complejo siderúrgico. Sin embargo, la consideración primordial que se tuvo en cuenta fué la relacionada con la disponibilidad de energéticos.

La planta original se diseñó con una capacidad de 750.000 TPA. En ese entonces se adoptó la tecnología más desarrollada para la fabricación de aceros, como lo era la Acería Siemens Martin, y los procesos de laminación subsiguientes. Posteriormente, a mediados de la década de los 70, se decide ampliar la capacidad de 1.8 MTPA, y nuevamente es el factor energético el que privará de una manera contundente para decidir sobre los procesos productivos a utilizar. En suma se puede decir que desde su concepción y posterior desarrollo SIDOR ha considerado de vital importancia la disponibilidad y concurrencia de los recursos energéticos de la zona donde instaló la Planta productora.

B. OBJETIVOS

B.1. Presentar las consideraciones de tipo energético que primaron para la instalación y expansión de SIDOR.

B.2. Presentar la situación de SIDOR desde el punto de vista de racionalización en el uso de energéticos.

C. DESARROLLO

C.1. Descripción de la planta original

SIDOR está ubicada en Matanzas, Edo. Bolívar-Venezuela, al sur-

este del país, en la confluencia de los ríos Canori y Orinoco. Se destaca esta referencia ya que esta ubicación resulta sumamente ventajosa pues en un radio de 400 km, y con fácil acceso se consiguen los recursos necesarios para desarrollar un complejo siderúrgico, con excepción del coque. Esta aparente desventaja se compensa con el gran potencial hidroeléctrico de la zona donde existe una capacidad instalada de 1.315 MW con perspectivas de ampliación hasta 8.200 MW.

Inicialmente se instalaron las siguientes plantas:

C.1.1. Planta de Sinter
C.1.2. Planta de Arrabio
C.1.3. Acería Siemens Martin
C.1.4. Planta de Laminación Primeria y de Barras y Perfiles
C.1.5. Planta de Tubos
C.1.6. Trefilería
C.1.7. Fundición

C.1.1. Planta de Sinter: Consta de una máquina de 100 m^2 de superficie y una capacidad instalada de 3.000 TPd.

C.1.2. Planta de Arrabio: Consta de 9 hornos eléctricos de reducción tipo Tysland Hole de 33.000 kva. cada uno y con una capacidad de producción de 200 TPd cada horno. Estos hornos utilizan coque como agente reductor y la energía eléctrica como fuente térmica siendo la carga promedio de cada horno de 22.500 KW. Adicionalmente cuenta con un taller para la fabricación de electrodos con capacidad de 8.000 TPA y una lingoteadora con capacidad de 2.500 TPd.

C.1.3. Acería Siemens Martin: Consta de cuatro hornos cuya capacidad fué incrementada de 250 T. cada uno, diseño LOFTUS.

C.1.4. Planta de Laminación Primaria y de Barras y Perfiles: Consta

de 4 laminadores; un duó reversible de 1.100 mm. y otro de 800 mm. de 3 bastidores; un laminador de 500 mm. con un bastidor laminador desbastador en trío y tres bastidores en trío y un laminador de 300 mm. de 22 bastidores. Consta también de 10 hornos a foso con una capacidad de 125 T. de lingotes cada uno y hornos de recalentamiento para cada tren.

C.1.5. Planta de Tubos: Consta de 3 trenes de las siguientes características:

- Tren Grande: Con dos bastidores para la laminación en caliente de tubos sin costura a paso de peregrino desde 8-5/8 hasta 16" de diámetro.

- Tren Medio: Con dos bastidores para la laminación en caliente de tubos sin costura a paso de peregrino desde 3-1/2 gasta 7" de diámetro.

- Tren Pequeño: Con un reductor para la fabricación de tubos sin costura desde 2-3/8" hasta 4-1/2" de diámetro.

C.1.6. Trefilería: Consta de tres unidades para el pre-estirado del alambrón, catorce unidades de trefilado para la producción de alambre, treinta y dos maquinarias para la fabricación de alambre de púas y dos líneas de galvanizado por inmersión en caliente.

C.1.7. Fundición: Esta planta se utiliza para el vaciado de piezas y repuestos, lingoteras y placas principalmente. Para esto tiene instalaciones para el manejo y preparación de arena, hornos eléctricos de arco de 15 T. de capacidad cada uno. Además existen 2 máquinas para la producción de tubos centrifugados con capacidad de 30.000 TPA. entre 60 y 300 mm. de diámetro.

Cuenta además la planta original con diversas instalaciones de

apoyo y servicios que participa en los aspectos de producción.

C.2. Modificaciones y Ampliaciones

SIDOR, ha experimentado tres etapas de modificación y de ampliación de sus instalaciones. Todas incluyeron en el análisis correspondiente, consideraciones de tipo energético. Estas etapas fueron:

2.1. Ampliación de capacidad de la Acería Siemens Martin
2.2. Construcción de la Planta de Productos Planos
2.3. Plan IV.

C.2.1. Ampliación de la Capacidad de la Acería Siemenes Martin: Consistió en aumentar la capacidad de los hornos originales de 250 T á 300 T, incluyendo además insuflado de oxígeno, llevando la capacidad a 1.200.000 TPA. Esta modificación se concluyó a fines de 1976.

C.2.2. Construcción de la Planta de Productos Planos: Se inicia esta etapa a principios de la década de los 70, estando aún por terminarse el programa de ampliación. Esta planta cuenta con facilidades para la fabricación de una gran variedad de productos, en caliente y en frío, incluyendo la fabricación de hojalata.

C.2.3. Plan IV: Es el proyecto más ambicioso de la Empresa, ya que en él se contempló la ampliación de la capacidad de fabricación de acero, de 1.200.000 TPA a 4.800.000 TPA. Este proyecto reviste características particulares, ya que no sólo la ampliación de la capacidad de producción mencionada plantea un sinnúmero de problemas, sino que cobra singular importancia el aspecto energético. En efecto, se planteó SIDOR dos alternativas: una, la vía convencional es decir alto horno, convertidor al oxígeno y colada contínua ó la vía reducción directa, hornos eléctricos y colada continua. Realizado el análisis correspondiente,

SIDOR decide adoptar la vía reducción directa, hornos eléctricos y colada continua, instalando las siguientes plantas:

2.3.1. Planta de Cal
2.3.2. Planta de Pellas
2.3.3. Planta de Reducción Directa
2.3.4. Acería y Colada Continua de Planchones
2.3.5. Acería y Colada Continua de Palanquillas
2.3.6. Tren de Barras y Alambrón
2.3.7. Ampliación de Planos y Tubos

C.2.3.1. Planta de Cal: Se construyó fundamentalmente para fabricar cal que se utilizaría en la planta de Pellas como aglomerante y en las Acerías como fundente desulfurante y defosforizante. La capacidad de esta instalación es de 240.000 TPA.

C.2.3.2. Planta de Pellas: Consta de dos unidades de molienda y peletización con una capacidad de 6.600.000 TPA.

C.2.3.3. Plantas de Reducción Directa: Constan de 8 módulos con una capacidad de 3.840,000 TPA.

C.2.3.4. Acería y Colada Continua de Planchones: Consta de seis hornos eléctricos de arco con una capacidad total de 2.300.000 TPA de acero líquido, acoplados a tres máquinas de colada continua con una capacidad de 2.200.000 TPA de planchones.

C.2.3.5. Acería y Colada Continua de Palanquillas: Consta de cuatro hornos eléctricos de arco con capacidad para producir 1.200.000 TPA de acero líquido acoplados con tres máquinas de colada continua con capacidad de 1.050.000 TPA de palanquillas.

C.2.3.6. Tren de Barras y Alambrón: Consta de un tren continuo de alambrón con capacidad de 500.000 TPA y uno de barras de 700.000 TPA.

C.2.3.7. Ampliaciones de Planta de Productos Planos y Fábrica de Tubos: Aún en desarrollo

Como se puede ver la magnitud y significancia de estas ampliaciones es considerables.

C.3. Consideraciones para la ampliación de SIDOR

C.3.1. Análisis de Alternativas: La vía Alto Horno, Acería Siemens Martin y procesos subsiguientes de laminación constituyen ya desde mediados de la década de los 60 una alternativa obsoleta para la fabricación de acero. En su lugar ha sido desarrollada la vía Alto Horno, convertidores al oxígeno y colada continua. Tanto la colada continua como los convertidores al óxigeno se desarrollan en la década de los 60, y con las mejoras introducidas al Alto Horno, constituye al utilizarlos conjuntamente la vía más eficiente para fabricar acero. Esta alternativa impone la existencia o disponibilidad de coque ó de carbón coquizable.

Aproximadamente desde la misma época, se ha venido desarrollando otra alternativa, utilizando Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Colada Continua para la fabricación de acero; esta vía menos eficiente desde el punto de vista energético, constituye una posibilidad real en países donde no se consiguen carbones coquizables, como es el caso de Venezuela. Esto fué un elemento importante que privó al decir tomar la vía Reducción Directa, Hornos Eléctricos y Colada Continua para emprender la ampliación de SIDOR.

A continuación se analiza brevemente la disponibilidad de recursos materiales y energéticos disponibles en el país.

C.3.1.1. Materias primas: Participan fundamentalmente en la elaboración del acero los siguientes materiales: Coque, Mineral de Hierro, Fundentes, Refractarios.

3.1.1.1. Coque: En Venezuela aún no se define con claridad la posibilidad de fabricar coque; en el año 1973,

cuando se inicia el proyecto de ampliación, esta situación era aún más valedera. Existen yacimientos de carbón en el Edo. Anzóategui a unos 400 kms, de SIDOR y otros yacimientos en el Edo. Zulia, en el extremo occidental del país a unos 2.000 Kms. de SIDOR; de estos yacimientos se sabe que se ha estado trabajando recientemente para determinar la posibilidad de coquizarlos.

3.1.1.2. Mineral de hierro: SIDOR está ubicada en una zona donde abunda el mineral de hierro, las reservas calculadas son del orden de 2.131 millones de tons. Este mineral es explotado actualmente por una empresa de la C.V.G., la Ferrominera Orinoco.

3.1.1.3. Fundentes: Además de los depósitos de mineral, se encuentran en la zona abundantes yacimientos de caliza y dolomita, que aseguran el suministro de estos materiales.

C.3.1.2. Energéticos: Los usualmente utilizados en plantas siderúrgicas son: coque, fuel oil, gas natural y electricidad; en el caso de SIDOR, tanto el gas natural como la electricidad con insumos cuya magnitud de utilización es considerable.

3.1.2.1. Fuel Oil: Existen varias refinerías cercanas a SIDOR de donde se obtiene este combustible.

3.1.2.2. Gas natural: Los yacimientos de gas natural se encuentran en el Edo. Anzóategui, al norte de SIDOR, a unos 400 kms.

Es de hacer notar que parte del gas utilizado por SIDOR, se quemaba anteriormente.

3.1.2.3. Electricidad: El río Caroní posee un alto potencial para la producción de energía hidroeléctrica; las dos represas construídas, Macagua y Raúl Leoni, tienen capacidad para generar 360 MW y hasta 8.200 MW respectivamente.

C.3.1.3. Chatarra: Constituye en sí mismo un material esencial en la elaboración de acero, cuya participación es míscrítica en la vía Alto Horno, convertidor al oxígeno, colada continua. Es un material escaso en Venezuela que por lo general se importa.

C.3.2. Requerimientos energéticos para la fabricación de acero: La tabla I, muestra una comparación de los requerimientos teóricos necesarios para la producción de acero mediante diversas alternativas.

C.3.3. Consideraciones sobre el uso de energéticos en SIDOR: El cuadro operativo de SIDOR es complicado o complejo, donde se combinan tecnologías novedosas con obsoletas, con consumos grandes de energía.

En la tabla II se muestran los consumos de los energéticos de SIDOR a partir del año 1980.

Se observa en la tabla un gran consumo de energía eléctrica y de gas natural y al mismo tiempo una tendencia decreciente en el consumo de coque. El uso eficiente de estos recursos depende de una operación a régimen de una manera continua y sostenida.

Los planos originales de SIDOR preveían que para 1985, se estaría en una situación de producción a capacidad total, superándose para esa fecha la curva de aprendizaje establecida. Las perspectivas de cumplir con ese compromiso se ven un tanto dudosas, debido al desfasaje producido por sufrir la industria siderúrgica venezolana las mismas contracciones que en otras

partes del mundo. No obstante ese fenómeno, y aceptando una recomendación de ILAFA, SIDOR ha creado dentro de su seno, un Comité de Energía con el propósito de concretar acciones que conlleven al uso racional de la energía en la Empresa. El Comité funciona a nivel de Planta, y está integrado por la más alta jerarquía operacional dentro de la organización. La acción de este Comité se aplica en las diferentes plantas a través de los sub-comités de Energía que funcionan a nivel de cada Gerencia de Producción. A pesar que existe una situación de depresión del mercado y que no se ha dominado la curva de aprendizaje, las actividades del Comité están dirigidas a apoyar a la Empresa en su intención de mantener los consumos de energéticos en niveles razonables. Este Comité se ha trazado como política, encaminar los esfuerzos a:

- Implantar medidas conservacionistas.
- Propender al uso de calores sensibles de afluentes y materiales en proceso.

El Comité ha tenido relativo éxito, en el sentido que ha logrado inculcar al personal la necesidad de vigilar el uso de estos consumos así como la adopción de medidas conservacionistas.

Cabe destacar aquí los trabajos realizados en Planta de Sinter en donde se logró una disminución substancial del coque al utilizar escama de laminación y finos de hierro reducido. Experiencias similares se están planificando a nivel de Planta de Pellas pra incluir estos materiales en el proceso normal de producción y lograr nuevamente ahorros en el consumo de gas natural. En Hornos Eléctricos de Reducción se han realizado experiencias con hierro reducido obteniéndose disminuciones apreciables en el consumo de coque. En esta planta se incorporaron sellos telescópicos para incrementar la recuperación de gas que se utiliza como combustible en hornos de recalentamiento.

D. CONCLUSIONES

Es indudable que SIDOR se presenta como una Planta compleja en donde se combinan tecnologías novedosas, con tecnologías obsoletas; que estas tecnologías hacen consumos masivos de energía, complicándose la situación por la gran diversidad de bienes que se producen.

A pesar que los procesos existentes presentan consumos de energía globales mayores que los de la vía convencional, está plenamente justificada su adopción debido a que hace uso de los recursos existentes en el país reduciendo así la dependencia económica.

Finalmente la situación de pre-régimen y las condiciones del mercado afecta actualmente el uso eficiente de los energéticos, pero que se están realizando esfuerzos para lograr su uso racional.

TABLA I

F.M.O.	SINTERIZACION	F.M.O.	PELETIZACION	REDUCCION DIRECTA		F.M.O.	HOR. ELECT. REDUC.	ALTO HORNO	PLANTA Y OTROS		REQUERIMIENTOS PARA PRODUCIR 1 TM. DE ACERO			
				HIERRO ESPONJA										
MIN.	SINT.	MIN.	PELL.	HYL	MID.	MIN.	ARRAB.	ARRAB.	CHAT.	ACERIA	ELECT. Kw-h	GAS NAT. Nm^3	FUEL-OIL Kg.	COQUE Kg.
X	40	X	X	60	-	-	45	-	55	SM	1296	473	31	194
X	40	X	X	-	60	-	45	-	55	SM	1334	331	31	186
X	60	-	-	-	-	40	45	-	55	SM	1757	8	31	270
-	-	X	X	60	-	40	45	-	55	SM	1308	465	31	155
-	-	X	X	-	60	40	45	-	55	SM	1278	366	31	154
-	-	X	X	80	-	-	-	-	20	AE	1570	508	-	-
-	-	X	X	-	80	-	-	-	20	AE	1485	375	-	-
X	100	-	-	-	-	-	-	60	40	SM	115	82	31	280
X	100	-	-	-	-	-	-	80	20	BOF	447	8,69	-	425

TABLA II

CONSUMOS DE ENERGETICOS EN SIDOR

ENERGETICOS	1 9 8 0	1 9 8 1	1 9 8 2
COQUE	185.107 ton.	161.055 ton.	111.276 ton.
FUEL OIL	42.000 ton.	40.683 ton.	35.345 ton.
GAS NATURAL			
REDUCCION	447.054.712 nm^3	598.351.000 nm^3	870.700.442 nm^3
RECALENTAMIENTO	493.503.931 nm^3	432.719.822 nm^3	523.248.625 nm^3
ELECTRICIDAD	3.441.306 Mwh	3.356.910 Mwh	3.391.859 Mwh
ACERO BRUTO	1.639.094 ton.	1.670.239 ton.	1.858.256 ton.

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

1.- C.V.G. SIDERURGICA DEL ORINOCO C.A., PLAN 4 SIDOR.-
Programa de ampliación de la capacidad de producción de la Planta Siderúrgica del Orinoco. Matanzas, 1974.

2.- DAM, Oscar.-
Modelo para el análisis del balance energético global de SIDOR - experiencias en el ahorro de energía en la fabricación de hierro. Matanzas, 1980.

JSJV/mdr

AHORRO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA JAPONESA

Naoaki Suzuki
Director General
Division de Investigaciones Economicas y Sociales
Nippon Steel Corporation, Japon

1. Características del consumo de energía en Japón

Japón ha creado una sociedad altamente industrializad en los 40 años posteriores a la guerra, y se ha convertido en un país que consume abundantes cantidades de energía. El PNB japonés es de aproximadamente un billón de dólares E.U., o sea un 10 % del PNB estimado del mundo entero. En 1981, el consumo energético fue de aproximadamente 350 millones de toneladas equivalente de petróleo, o sea 5 % de los casi 6.800 millones de toneladas consumidos en el mundo. Como es bien sabido, la estructura económica de Japón depende en mayor medida de las industrias manufactureras que las de los demás países industrializados. Este aspecto se refleja en el desglose del consumo de energía por sector : 58 % corresponde a la industria, 17 % a los transportes, y 25 % al sector doméstico. Figura 1.

El consumo energético de petróleo equivalente de Japón por 100 millones de dólares E.U. de PNB es relativamente bajo comparado con otros países industrializados, y este hecho indica que la estructura de la economía japonesa ha sido objeto de una transformación centrada en los ahorros de energía que ha logrado realizar. Japón dispone de pocos recursos minerales, y dependía del petróleo, para sus necesidades de energía primaria, en más del 70 %. Por este motivo, el impacto de las crisis del petróleo sobre la economía japonesa fue realmente muy serio. En el transcurso de los últimos 10 años, se han llevado a cabo esfuerzos tendentes a reducir el consumo energético global del país. Recientemente, la tendencia al ahorro de energía se ha centrado en la reducción del consumo de petróleo.

Si se comparan las cifras de la dependencia respecto del petróleo de hoy día con la anterior a la primera crisis del petróleo, se observa una disminución del 14 %, puesto que pasó de 78 % en 1973 a aproximadamente 64 % en 1981. Este último porcentaje no deja, empero, de ser alto en comparación con el promedio mundial de 42 %. Por este

motivo, la reducción del consumo de petróleo es una de las principales tareas actuales de Japón. Figura 2-1, 2.

2. Características del consumo de energía de la industria siderúrgica japonesa.

Quisiera comentar ahora los problemas energéticos con que se enfrenta la industria siderúrgica japonesa.

(1) La industria siderúrgica como industria de fuerte intensidad energética.

Con una producción de 30 millones de toneladas de acero bruto por año, Nippon Steel absorbe aproximadamente el 5 % de la energía total que consume Japón, y el 0,25 % del consumo mundial anual. En vista de este consumo energético tan elevado, no puede recalcarse demasiado la obligación que tiene la industria siderúrgica de ahorrar energía.

Se estima que el consumo energético total de la industria siderúrgica mundial representa aproximadamente el 6 % del consumo total mundial de energía. Por este motivo, es considerable la contribución que puede aportar la industria del acero a la solución de los problemas energéticos actuales.

En 1974, Nippon Steel fijó objetivos para reducir el consumo de energía en un 20 % : 10 % en cada una de las dos etapas. Hasta el presente, se ha logrado una disminución del 17 %. Si la industria siderúrgica mundial pudiera reducir el consumo energético en un 20 %, la cifra correspondiente representaría aproximadamente el 1 % del consumo mundial de energía, lo que equivale a unos 70 millones de toneladas de petróleo por año, o 1,4 millones de barriles de petróleo por día. Figura 3.

Otra característica del consumo energético de la industria siderúrgica japonesa es la posición que ocupa el carbón como fuente de energía. Durante el ejercicio fiscal (EF) 1973, un análisis del consumo de energía atribuyó el 61 % al carbón y sus derivados, el 18 % a la electricidad comprada, y el 21 % al petróleo y sus derivados. En el ejercicio fiscal (EF) 1981, estas cifras eran de 74 % para el carbón y sus derivados, el 19 % para la electricidad comprada, y el 7 % para el petróleo y sus derivados. La parte del carbón aumentó en un 13 % desde la primera crisis del petróleo. Gracias a los recientes esfuerzos realizados para reducir la dependencia respecto del petróleo, el análisis del consumo energético de Nippon Steel en el ejercicio fiscal (EF) 1981 muestra que el carbón y sus derivados representan ahora el 87 %, la electricidad comprada el 9 %, y el petróleo y sus derivados solamente el 4 %. De este modo, Nippon Steel ha creado un sistema de producción compatible con un nivel de consumo de petróleo muy bajo. Figura 4-1, 2.

(2) Ahorros de energía en la industria siderúrgica japonesa antes de las crisis del petróleo.

1. Bajo consumo de combustible en los altos hornos.

Ya he mencionado que la siderurgia es una industria de fuerte intensidad energética. ¿Por qué se requieren cantidades de energía tan considerables?

En la tierra, los minerales metalíferos existen generalmente bajo forma de óxidos. Para extraer los metales de estos óxidos minerales, es necesario separar primero los metales del oxígeno. Este proceso exige grandes cantidades de energía.

En el proceso de producción del hierro, se colocan los minerales en un alto horno y se los reduce con coque y petróleo (principalmente coque), con temperaturas que alcanzan los 1.600° C. Se decía, en el pasado, que se necesitaba una tonelada de energía equivalente coque para

producir una tonelada de lingotes de hierro. Esta energía procedente del coque equivale a la energía suministrada por aproximadamente 1,5 tonelada de carbón. En la industria siderúrgica, la reducción del consumo de combustible en los altos hornos constituyó durante largo tiempo un importante objetivo. Al efectuar diversas mejoras tanto en el funcionamiento como en el equipo, la industria japonesa del acero logró reducir el consumo de combustible en los altos hornos a aproximadamente 0,5 tonelada equivalente de coque, en la época de la primera crisis del petróleo. Es éste un buen ejemplo de lo que puede obtenerse mediante esfuerzos continuados de ahorro de la energía. Figura 5.

2. Reducción al mínimo de los costos de transporte.

En la industria del acero, el transporte desempeña un papel capital. Desde el punto de vista de los costos, el transporte abarca las tres categorías siguientes :

a) Transporte marítimo de enormes cantidades de materias primas y combustibles para la producción de acero, procedentes de fuentes lejanas de ultramar.

b) Transporte dentro de la planta, a lo largo de los numerosos procesos que van de la recepción de las materias primas a la expedición de los productos acabados.

c) Transporte hacia el exterior de los productos siderúrgicos acabados, con destino a los mercados interno y de ultramar.

Los costos de transporte son un elemento muy importante que debe reducirse. Con el fin de minimizarlos, la industria siderúrgica japonesa se concentró en complejos integrales costeros.

Desde el punto de vista de la economía del transporte, un complejo siderúrgico integral costero presenta las siguientes ventajas :

d) El transporte marítimo del conjunto de las materias primas y de los combustibles directamente a la planta siderúrgica, y de los productos acabados directamente desde dicha planta hacia los mercados interno y de ultramar.

e) La planificación integral de las plantas siderúrgicas permite obtener una disposición racional de la planta y del equipo, con el fin de reducir al mínimo los transportes.

La mayor parte de estos complejos siderúrgicos costeros de Japón se construyeron antes de la primera crisis del petróleo, y la ubicación y disposición eficiente de las instalaciones y del equipo contribuyó considerablemente a disminuir el consumo de energía de la industria.

3. Procesos contínuos.

Existe un antiguo dicho, que reza "a hierro caliente batir prontamente". La fundición y el moldeo del hierro y del acero se efectúan bajo temperaturas elevadas. En consecuencia, si por alguna razón se deja enfriar el hierro, será necesario gastar una gran cantidad de energía para volver a calentarlo hasta que alcance temperaturas suficientemente altas para reanudar el proceso. Desde el punto de vista de la producción del acero, por lo tanto, el proceso ideal debería consistir en un único proceso de calentamiento, o procedimiento contínuo. Para lograr este último, empero, deben resolverse varias dificultades técnicas. Las mismas se centran en :

a) Capacidades de producción equilibradas.
b) Estabilidad de la operación.
c) Estabilidad de la calidad del producto.

Durante años, se han realizado esfuerzos para superar estas dificultades. Como consecuencia, se han logrado adelantos considerables en cierto número de campos, por ejemplo la continuidad de ciertos procesos, la eliminación de otros, el perfeccionamiento de la tecnología relativa

al mantenimiento del equipo, los sistemas integrados de control de la calidad, y el control integrado de los procesos desde la recepción del pedido hasta la expedición del producto, mediante la utilización de sistemas de ordenadores. Aún antes de la crisis del petróleo, la continuidad de ciertos procesos ya se había establecido en gran medida.

4. Utilización eficiente de los gases residuales.

El último aspecto de ahorro energético en el que la industria siderúrgica japonesa realizó progresos notables antes de la crisis del petróleo es en el de la utilización de los gases residuales. Como ya se ha explicado, el empleo de importantes cantidades de carbón en la industria da lugar a la aparición de grandes volúmenes de gases residuales durante los procesos de producción. Estos gases residuales encierran cantidades sustanciales de energía. El gas de coquerías, por ejemplo, contiene 4.600 kcal/Nm^3, y el gas de alto horno, 700 kcal/Nm^3. Los fabricantes de acero también suministran gases para la producción propia de electricidad y para compañías de electricidad ajenas. Se ha buscado asimismo utilizar estos gases como combustibles para recalentar los hornos y para las calderas de vapor. La consecuencia es que, hoy día, se utilizan prácticamente todos los gases residuales.

De este modo, aún antes de la primera crisis del petróleo, la industria siderúrgica japonesa había establecido una estructura de producción bastante adelantada con un uso eficiente de la energía, lo que constituye un alivio para la industria. Si la primera crisis del petróleo se hubiera producido a comienzos de los años sesenta, la industria japonesa del acero habría sufrido penurias incalculables, y su existencia misma habría corrido peligro.

3. Repercusiones de las crisis del petróleo y fomento del ahorro de la energía.

(1) Resolver tres problemas.

La primera repercusión de las crisis del petróleo en la industria siderúrgica consistió en un aumento de los costos.

En segundo lugar, se inició un prolongado periodo de reducción de la demanda de acero. El clima comercial ha seguido siendo sumamente desfavorable, particularmente a partir de la segunda crisis del petróleo.

El consumo aparente de acero bruto por parte de los países industrializados fue de aproximadamente 430 millones de toneladas en 1973, y en cambio de 308 millones de toneladas en 1982. Se prevén para este año 314 millones de toneladas, o sea 100 millones de toneladas menos que en 1973. El consumo aparente de acero bruto a nivel mundial era de unos 700 millones de toneladas en 1973. Descendió a 655 millones de toneladas en 1982, a pesar de algunos incrementos en ciertos países en desarrollo y en países comunistas. Para este año, la cifra prevista es de 667 millones de toneladas, según el IISI. De este modo, queda claro que la industria siderúrgica seguirá enfrentándose con dificultades durante algunos años más. Figura 6.

Esta prolongada disminución de la demanda de acero trajo aparejado el problema de un considerable exceso de capacidad de producción. Dicho exceso obligó a la industria a adoptar un ritmo de funcionamiento más lento lo que, a su vez, acarreó un fuerte aumento de los gastos fijos.

En tercer lugar, los cambios en la estructura de la demanda, acelerados por las crisis del petróleo, obligaron a la industria siderúrgica japonesa a trasladar rápidamente su prioridad de la cantidad a la calidad. Por este motivo, la industria tuvo que hacer frente a una severa competencia en la elaboración de productos de mejor calidad.

A lo largo de la última década, la industria siderúrgica ha intentado resolver estos tres problemas.

(2) Ahorro de energía.

Frente a la crisis del petróleo, la industria siderúrgica de Japón decidió movilizar mano de obra y fondos con destino a proyectos de ahorro energético.

El consumo específico de energía por tonelada de acero bruto fue 5,41 Gcal en el ejercicio fiscal 1973, cuando la producción total de acero bruto era de 120 millones de toneladas. En el ejercicio fiscal 1981, dicho consumo se redujo a 5 Gcal, con una producción total de acero bruto de 103 millones de toneladas. Para mayor precisión, luego de un reajuste del consumo basado en las condiciones de operación de 1973, la cifra correspondiente al consumo energético específico para el año fiscal 1981 es 4,64 Gcal, o sea un nivel inferior en un 14 % al de ocho años antes. Si se suman estas cifras, los ahorros de energía acumulativos ascenderían a 36 millones de kl de equivalente petróleo. Por otra parte, el consumo de petróleo y de sus derivados fue de 15,5 millones de kl en el ejercicio fiscal 1973, pero fue reducido a 4,3 millones de kl en el ejercicio fiscal 1981, lo que representa una disminución de aproximadamente 70 %. Figura 7.

4. Sistemas de gestión de ahorro energético en Nippon Steel.

A continuación, quisiera describir la manera en que se fomentan y administran los proyectos de ahorro de energía.

(1) Definición de objetivos para la empresa.

En primer lugar, se fijaron para la empresa ambiciosos objetivos que fueron comunicados a todos los empleados. A continuación, las plantas afectadas desglosaron dichos objetivos en función de cada instalación

y taller de laminación.

(2) Sistema de gestión creado para ahorrar energía.

Además de los sistemas clásicos de administración general destinados a controlar los presupuestos, los costos, la tecnología, etc., se creó un nuevo sistema general de control de la utilización de la energía, con el fin de fortalecer los aspectos administrativos y organizativos de los ahorros energéticos.

(3) Formación.

Numerosas personas recibieron formación en materia de técnicas de ahorro energético, y se convirtieron en especialistas en este ámbito. Este grupo de especialistas no solamente efectuó el análisis de las complejas características del consumo de la energía, sino que también colaboró con el personal de fabricación y de talleres de laminación para definir sistemáticamente los campos en que podía ahorrarse energía.

(4) Gestión integrada de la demanda y la oferta de energía.

Se fortaleció al Centro de Información, Control y Gestión de la oferta y la demanda energética, equipado con ordenadores, con el fin de obtener un control integrado y detallado de la oferta y la demanda de energía.

Estos cuatro sistemas han resultado muy eficientes para el fomento de los ahorros energéticos. En la aplicación de estos sistemas, sin embargo, la elaboración e introducción de instrumentos de medición y de sensores destinados a obtener una detección y conocimientos precisos de los complejos flujos de energía, han desempeñado un papel excepcionalmente importante en el progreso de la técnica de análisis energético.

5. Métodos para ahorrar energía y sus resultados.

Desearía examinar ahora los diferentes métodos empleados para ahorrar energía, y sus resultados.

(1) Perfeccionamiento de los métodos de operación.

Los primeros esfuerzos de ahorro energético se orientaron hacia el perfeccionamiento de los métodos de operación. Se buscó reducir las pérdidas energéticas del funcionamiento diario cambiando las condiciones del mismo, hasta alcanzar aquellas que apuntan a maximizar el rendimiento energético, con el fin de eliminar el mal uso de la energía. Estos esfuerzos requirieron poca inversión, pero produjeron muy pronto ahorros de energía. Naturalmente, para tener éxito este método exige constantes estudios técnicos, realizados por supervisores y por el personal especializado. La industria siderúrgica japonesa recibió una gran ayuda, en estos estudios, procedente de las actividades voluntarias de mejora llamadas actividades Jishu Kanri o J-K.

(2) Inversiones selectivas en equipo auxiliar y en instalaciones de ahorro energético.

El segundo método utilizado para ahorrar energía consistió en fomentar inversiones en equipo auxiliar y en instalaciones de ahorro energético. Con el marcado aumento de los precios de la energía, cobró sustancial importancia la rentabilidad de ciertas propuestas de inversión en equipo, que antes se consideraba poco elevada. Como consecuencia, se estudiaron todas las medidas técnicamente factibles en todos los procesos, y se formuló una norma muy exigente para evaluar los aspectos económicos de cada posible inversión.

El clima comercial era tan desfavorable, que no se intentó aumentar la capacidad de producción, y, por el contrario, se contempló la posibilidad de parar temporalmente ciertos equipos. Los periodos de recuperación del capital se fijaron finalmente en 1-2 años para las inversiones

en pequeña escala, y en 2-3 años para las inversiones en gran escala. Con el fin de respetar estas normas, se realizaron amplios esfuerzos para elaborar una nueva tecnología del equipo. De este modo, pensamos que hemos efectuado algunas inversiones muy eficientes en el equipo para ahorrar energía.

Dichas inversiones abarcan una extensa gama, desde inversiones relativamente pequeñas en sistemas automáticos de control del combustible para hornos de recalentamiento, hasta inversiones en gran escala en equipos de generación de energía eléctrica alimentados con la energía del calor recuperado del coque caliente. Solamente en Nippon Steel, se cuentan 1.000 grandes inversiones en 150 ámbitos diferentes, que requirieron una suma total de más de 100.000 millones de yens (aproximadamente 400 millones de dólares E.U.). El importe total de las inversiones efectuadas por el conjunto de la industria siderúrgica japonesa se estima en más de 300.000 millones de yens (unos 1.200 millones de dólares E.U.).

(3) Racionalización y modernización de equipos e instalaciones en gran escala.

El tercer método de ahorro energético es la racionalización y modernización total del equipo, o la sustitución del equipo obsoleto. Como las inversiones destinadas a este fin se orientaban principalmente hacia el logro de mejoras en productividad, calidad del producto y costos, se incorporaron numerosas tecnologías nuevas en el equipo en el que se invertía. Estas inversiones produjeron beneficios adicionales bajo forma de ahorros de energía. Por ejemplo, se obtuvieron importantes ahorros energéticos gracias a las inversiones realizadas en el proceso de fundición contínuo, el proceso contínuo de recocción, la elaboración de procedimientos avanzados de galvanización, y la sustitución del equipo de fabricación de acero, del equipo de la laminación en caliente y en frío, etc.

(4) Principales tecnologías que contribuyeron a los ahorros energéticos.

Mencionaré ahora brevemente las tecnologías que más contribuyeron a los ahorros de energía.

El 90 %, aproximadamente, de todos los ahorros energéticos realizados durante los últimos ocho años se efectuaron utilizando las tecnologías de reducción del consumo específico de combustible en los altos hornos, recuperación del gas residual del convertidor, mejora del funcionamiento del horno de arco eléctrico, aplicación del procedimiento contínuo de fundición, mejora de la operación de recalentamiento del horno en los laminadores en caliente, y recuperación de diversos tipos de calor residual. Figura 8.

(5) Cambio de orientación en los métodos de ahorro de energía.

Al examinar las medidas de ahorro de energía adoptadas en esos ocho años, se comprueba que se han producido algunos cambios característicos.

En lo referente a dichas medidas, la prioridad se trasladó progresivamente de las mejoras en la tecnología de la operación a las mejoras en la tecnología de los equipos. La contribución aportada al ahorro energético por las mejoras en las técnicas operativas fue del 55 % en los primeros cinco años, pero disminuyó luego hasta ser del 13 % durante los últimos tres años.

La importancia de la recuperación del gas residual en el ahorro energético fue creciendo progresivamente en los últimos años, gracias a diversas medidas tomadas con relación al equipo. Si bien el gas residual representaba sólo el 13 % de las inversiones de ahorro energético en los primeros años, su contribución actual supera el 80 %.

De lo que antecede se desprende claramente que las condiciones económicas de las inversiones realizadas en el equipo para ahorrar energía

fueron empeorando año tras año. No obstante, desde otro punto de vista, podría considerarse que los contínuos aumentos de los precios de la energía a lo largo de los años han requerido inversiones en una gama cada vez más amplia de campos. De todos modos, debemos proseguir nuestros esfuerzos para elaborar tecnologías con el fin de incrementar la eficiencia del uso de la energía. Figura 9.

6. Medidas para reducir el consumo de petróleo

Examinaremos ahora algunas de las medidas que se han tomado para reducir el consumo de petróleo.

La diferencia de precios entre el petróleo y el carbón se vio ampliada por la segunda crisis del petróleo. Por consiguiente, las medidas para reducir el consumo de petróleo son muy importantes en la actualidad.

Una práctica muy corriente, a este respecto, consiste en hacer funcionar los altos hornos exclusivamente con coque. Tradicionalmente, el fuel oil pesado representaba aproximadamente un 10 % del combustible utilizado en los altos hornos. Se reemplazó todo este fuel oil por coque, con el fin de reducir la dependencia de la industria respecto del petróleo. Aunque esta sustitución del petróleo por carbón aumentó ligeramente la cantidad total de energía requerida para producir acero, acarreó importantes ventajas desde el punto de vista del costo.

Actualmente, la mayoría de los altos hornos de Japón funcionan con coque, y en los últimos años se han adoptado nuevas técnicas de operación tales como la inyección de brea y de carbón pulverizado.

El incremento de la cantidad de coque utilizada en la operación de los altos hornos aumenta el volumen de los gases residuales producidos. Estos últimos pueden emplearse en diferentes procesos para reemplazar a los combustibles derivados del petróleo, lo que ha permitido reducir

aún más el consumo de petróleo. El resultado es que el consumo de petróleo y de sus derivados en la industria siderúrgica japonesa ha disminuido sustancialmente, hasta llegar a aproximadamente 4 millones de kl, o sea solamente un 1,5 % de la totalidad del aceite pesado consumido en Japón.

7. Perspectivas del ahorro de la energía.

(1) Como último tema de mi conferencia de hoy, quisiera referirme brevemente a las perspectivas de un mayor ahorro energético en la industria siderúrgica japonesa.

Como ya lo he mencionado, el porvenir de la demanda de acero no es muy brillante. La producción japonesa de acero bruto se mantendrá en aproximadamente 100 millones de toneladas durante algunos años más. En consecuencia, las instalaciones y el equipo antiguos y poco eficientes se cerrarán o reemplazarán. Puede suponerse, por cierto, que las plantas siderúrgicas integradas competitivas y las fábricas de acero de pequeñas dimensiones pero eficientes, equipadas con hornos de arco eléctrico, con características propias, tienen probabilidades de sobrevivir.

Es indudable, asimismo, que las tecnologías necesarias para ahorrar energía seguirán progresando. Tomando en cuenta todo lo que antecede, es posible que el consumo de energía por tonelada de acero bruto producida por la industria siderúrgica japonesa disminuya en un 10 % respecto del nivel actual.

(2) Recuperación del calor residual.

Para lograrlo, es necesario fomentar aún más la elaboración de nuevas tecnologías aplicables al ahorro energético, especialmente las que atañen a la recuperación de calor residual, y se necesitarán activas inversiones en ellas. Es sabido que aproximadamente el 40 % de la energía

consumida en la fabricación de hierro y de acero se pierde bajo forma de calor residual, y actualmente sólo se recupera un pequeño porcentaje del mismo. Deberán efectuarse inversiones considerables para recuperar todo el calor residual, pero dicha recuperación total no es posible todavía, dado el estado actual de desarrollo de esta técnica. Ahora bien, es menester mejorar el bajo nivel actual de la recuperación. A este respecto, la necesidad de mayores progresos técnicos se hace notar claramente.

De este modo, con motivo de los difíciles problemas aún no resueltos que se plantean en la búsqueda de una reducción adicional de 10 % del consumo de energía, serán necesarios cinco años o más para alcanzar este objetivo.

(3) Complejos siderúrgicos integrados con uso eficiente de la energía.

Lo que cabe señalar en esta coyuntura es que, si se obtiene esa reducción adicional de 10 % en el consumo de energía, y cuando se logre la misma, la única energía primaria que comprará una planta siderúrgica integrada será el carbón. Por supuesto, no se necesitará en absoluto el fuel oil pesado. Además, la electricidad necesaria puede producirse en su totalidad mediante los gases residuales o la energía recuperada.

Luego llegará la etapa siguiente, en la que se producirá un exceso de energía, que se venderá al exterior de la planta. Aunque actualmente Nippon Steel ya vende un poco de energía a usuarios exteriores, bajo forma de gas para la producción de electricidad, etc., lo que se considera factible con nuevas formas de energía realizables gracias a los adelantos de la carboquímica. Nippon Steel ha logrado segregar destilados ligeros, destilados medios, brea, alquitrán, etileno, hidrógeno, etc., del alquitrán del carbón y del gas de coquerías, y produjo y vendió diversos productos químicos a partir de esas materias primas. Nippon Steel trabaja actualmente en la química llamada C_1, o sea, la síntesis de CO y de hidrógeno como materia prima para la fabricación

de productos químicos básicos, lo que constituye una ampliación de la carboquímica.

(4) Expansión de las tecnologías de utilización del carbón.

En comparación con las reservas petrolíferas, las reservas de carbón son abundantes y están ampliamente distribuidas en el mundo entero. Por consiguiente, puede esperarse contar con un aprovisionamiento de carbón relativamente estable.

La experiencia del pasado, empero, nos ha mostrado que una perturbación del equilibrio entre la oferta y la demanda de petróleo también afecta al equilibrio entre la oferta y la demanda de carbón. La industria siderúrgica es la industria que puede utilizar el carbón en la forma más eficiente. Por este motivo, dicha industria se empeña siempre en asegurarse aprovisionamientos de carbón estables. Al mismo tiempo, esta industria necesita ampliar la gama de carbones utilizables, para tener mayor libertad en la elección de los tipos de carbón que va a emplear.

La industria siderúrgica ha participado activamente en la investigación y la aplicación de sus resultados y en la comercialización de la tecnología de manufactura de coque moldeado, y de la técnica de la inyección de carbón pulverizado en los altos hornos. Por otra parte, se está elaborando la tecnología relativa a la utilización de carbón no coquizable o poco coquizable, que apunta a liberar a la industria de la dependencia respecto del carbón coquizable.

(5) La importancia de la utilización de la chatarra.

Otro tema que no debe descuidarse, con relación al ahorro de la energía, es la utilización de la chatarra. Esta última constituye una importante fuente de hierro que, empleada en la producción del acero, puede contribuir a ahorrar energía.

Durante los años sesenta, las inversiones efectuadas por el sector privado en capital social y en equipos se incrementaron rápidamente en los países industrializados y, como consecuencia, la acumulación de hierro y de acero ha aumentado considerablemente en dichos países.

Además, la producción de bienes de consumo duraderos, tales como los automóviles y equipos eléctricos, han alcanzado un nivel muy alto en los últimos años. La cantidad de chatarra que se produce en los países industrializados aumenta año tras año. No obstante, puesto que no puede esperarse un incremento de la producción de hierro y de acero en el futuro previsible, es razonable suponer que la situación de la oferta y la demanda de chatarra seguirá siendo estacionaria durante algunos años. Por este motivo, la utilización de la chatarra en la industria siderúrgica se acrecentará probablemente en forma progresiva, y el resultado será que contribuirá a la conservación de energía.

8. Conclusión

(1) He mencionado anteriormente las actividades que lleva a cabo la industria siderúrgica japonesa con el fin de ahorrar energía.

Varios años de contínuos esfuerzos realizados por la industria para mejorar sus condiciones técnicas con el fin de fabricar productos de mejor calidad y de menores costos, han producido importantes ahorros energéticos. Los tres problemas antes mencionados con que se enfrenta la industria han conducido a efectuar innovaciones técnicas en diversos campos que han favorecido el aumento de la productividad de la mano de obra, la reducción del consumo específico de energía y de materias primas, la mejora de varios rendimientos en diferentes etapas de la producción de hierro y de acero, la elaboración de materiales de alta calidad, la creación de una estructura de costos fijos compatible con unos niveles de funcionamiento inferiores, y otros adelantos.

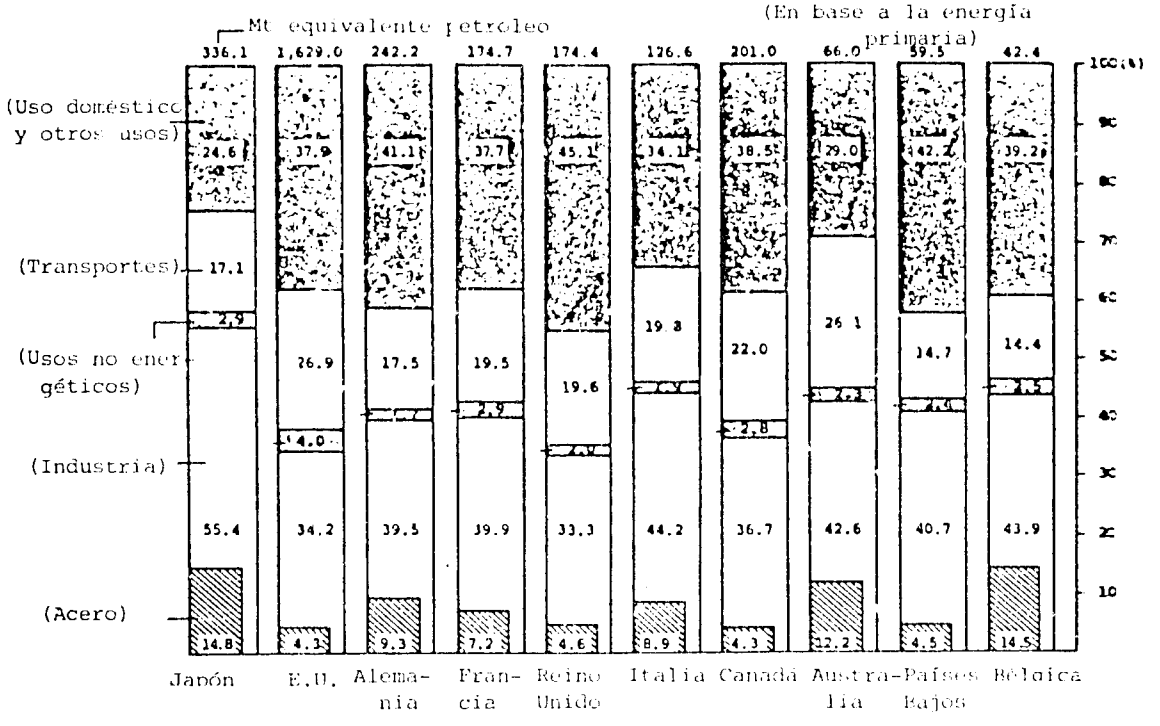
No obstante, la energía es indudablemente un aspecto que requerirá una atención constante por parte de las compañías industriales, y de la industria siderúrgica en particular.

(2) Sin lugar a dudas, los problemas energéticos tendrán una gran influencia sobre el futuro de la industria siderúrgica. Se prevé que la demanda de acero de los países en desarrollo irá en aumento. El suministro de productos siderúrgicos para responder a esta demanda dependerá de la demanda interna de hierro y de acero, o de las condiciones energéticas. Si son desfavorables para la producción nacional, puede ser conveniente importar productos de hierro y de acero, o productos semi-acabados. Sin embargo, si se dispone de energía hidroeléctrica o de gas natural con bajos costos, puede resultar adecuado que estos países adopten un sistema de producción, tal vez aquel llamado sistema de mini-laminadores, que combina una instalación de reducción directa y los procesos de horno de arco eléctrico.

Los complejos siderúrgicos integrados, equipados con altos hornos para la producción de hierro como principal procedimiento, que he descrito anteriormente, seguirán representando, indudablemente, la tendencia más difundida. Cabría recordar, sin embargo, que este sistema de producción requiere inversiones considerables. Al mismo tiempo, es posible que empiecen a existir plantas siderúrgicas que utilicen nuevos procedimientos, tales como la fabricación nuclear de acero. Todavía pueden esperarse numerosos progresos en las tecnologías de producción de hierro y de acero.

Convendría tomar conciencia, no obstante, como lo he señalado repetidas veces, de que el futuro de la industria siderúrgica será sumamente difícil. Por ello, al concluir mi exposición, quisiera reiterar, "a hierro caliente batir prontamente".

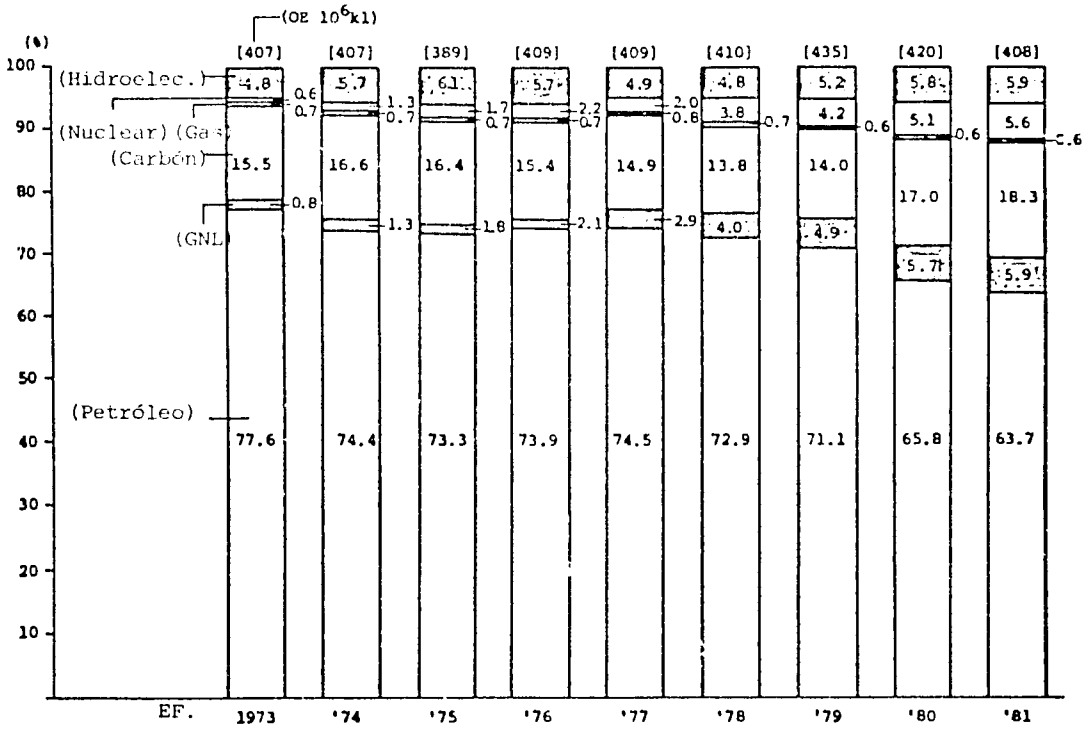
Figura 1. Consumo final total de energía, por sectores, 1980.



Fuente : Balances energéticos de la OCDE.

Figura 2-① Demanda de energía primaria en Japón

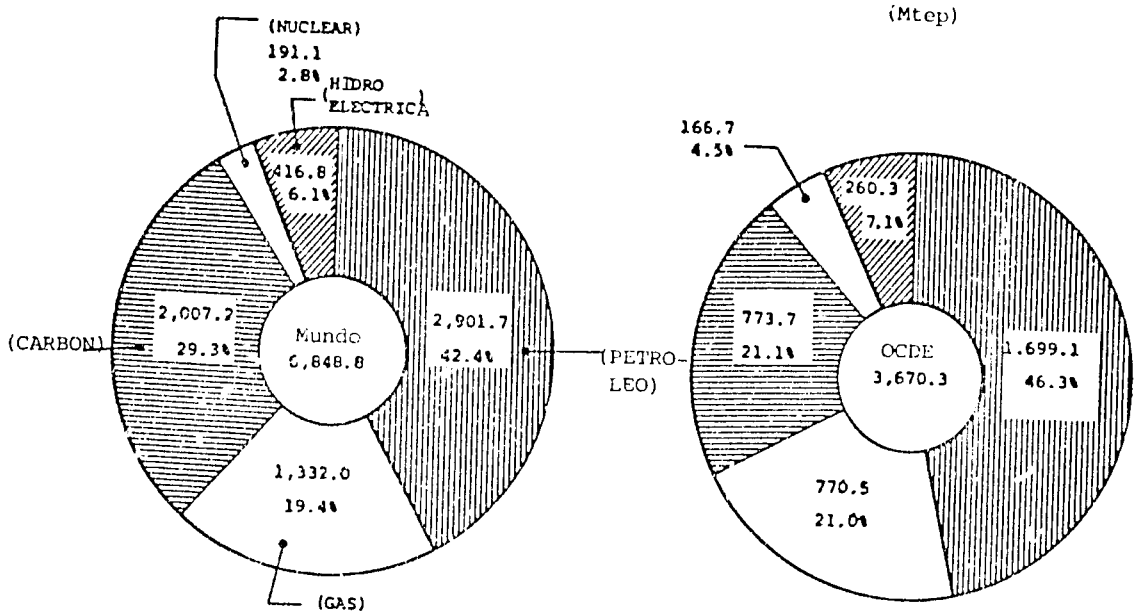
(Participación porcentual por sectores)



Fuente : Estadísticas de la energía de Japón (1982)

Figura 2- (2) . Demanda mundial de energía primaria (1981).

(Unidad: millones de toneladas petróleo equivalente)



FUENTE : BP STATISTICAL 1981

Figura 3. Modificaciones en las medidas destinadas a ahorrar energía (NSC).

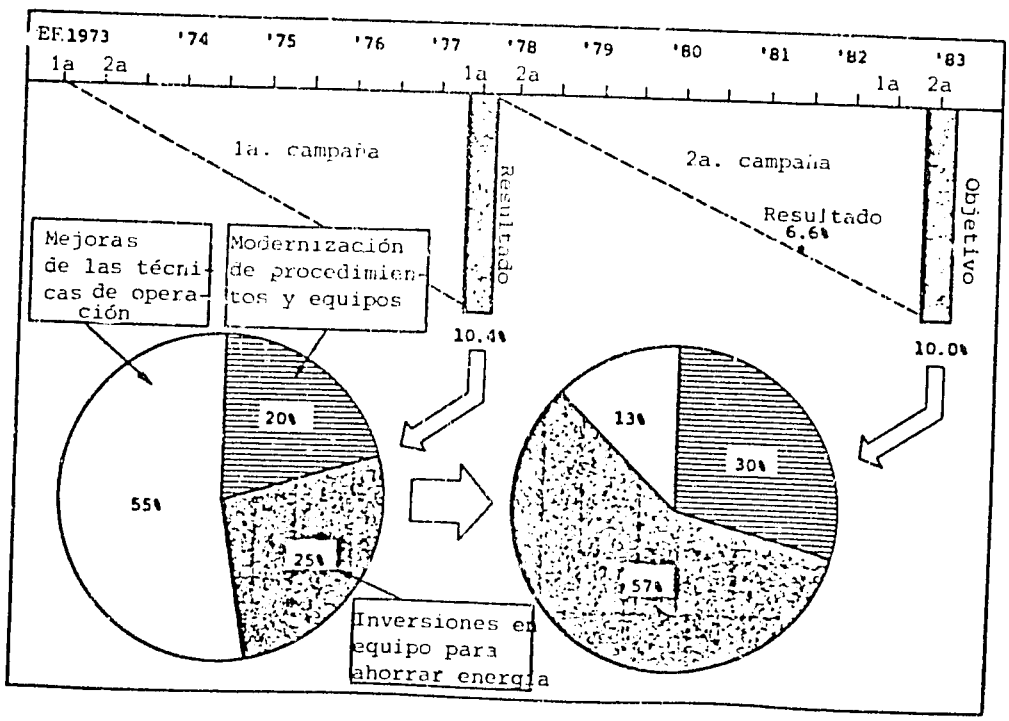


Figura 4- ① Consumo de energía de la industria siderúrgica japonesa.

(Unidad : Pcal (10^{12} Kcal)

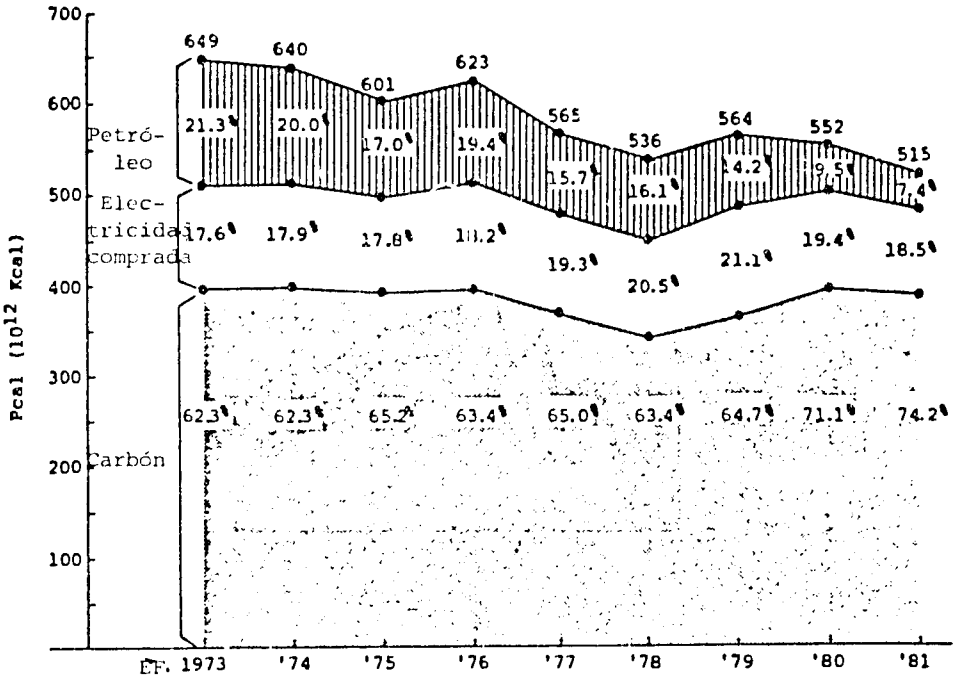


Figura 4- ② . Modelo de consumo energético (NSC).

(Utilización de gases residuales)

(Unidad : Mcal/TCS)

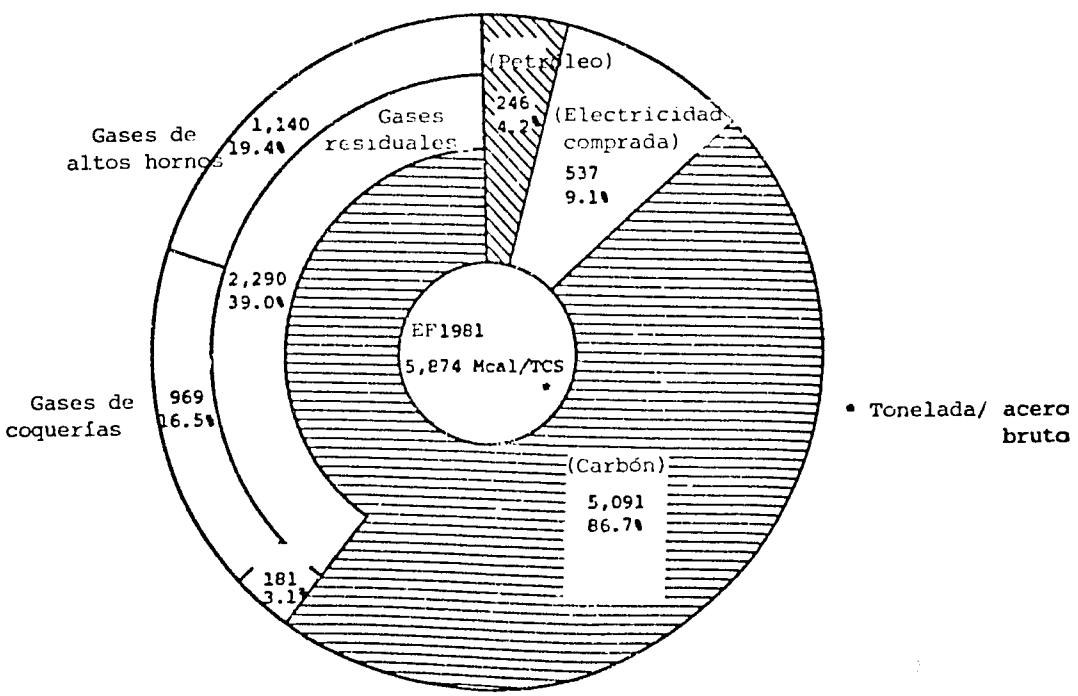


Figura 5. Progresos de la tecnología de producción de hierro en Japón.

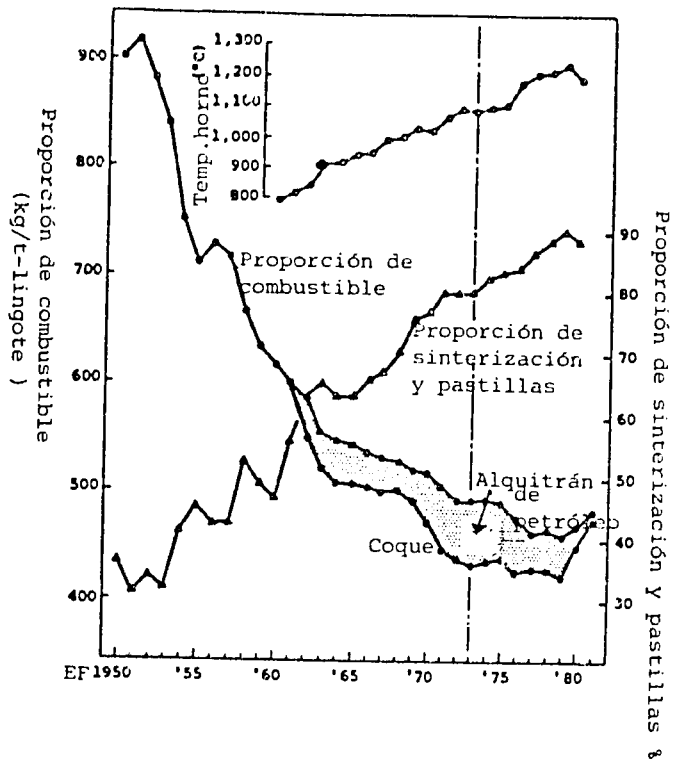
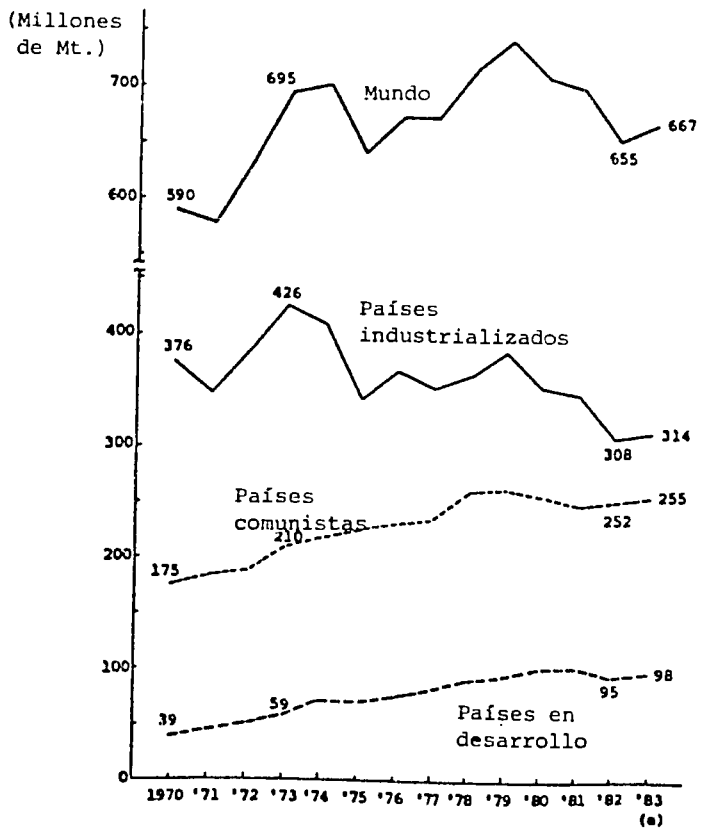


Figura 6. Consumo mundial aparente de acero bruto.



Fuente : IISI

Figura 7. Resultados de los ahorros energéticos y consumo de petróleo en la industria siderúrgica de Japón.

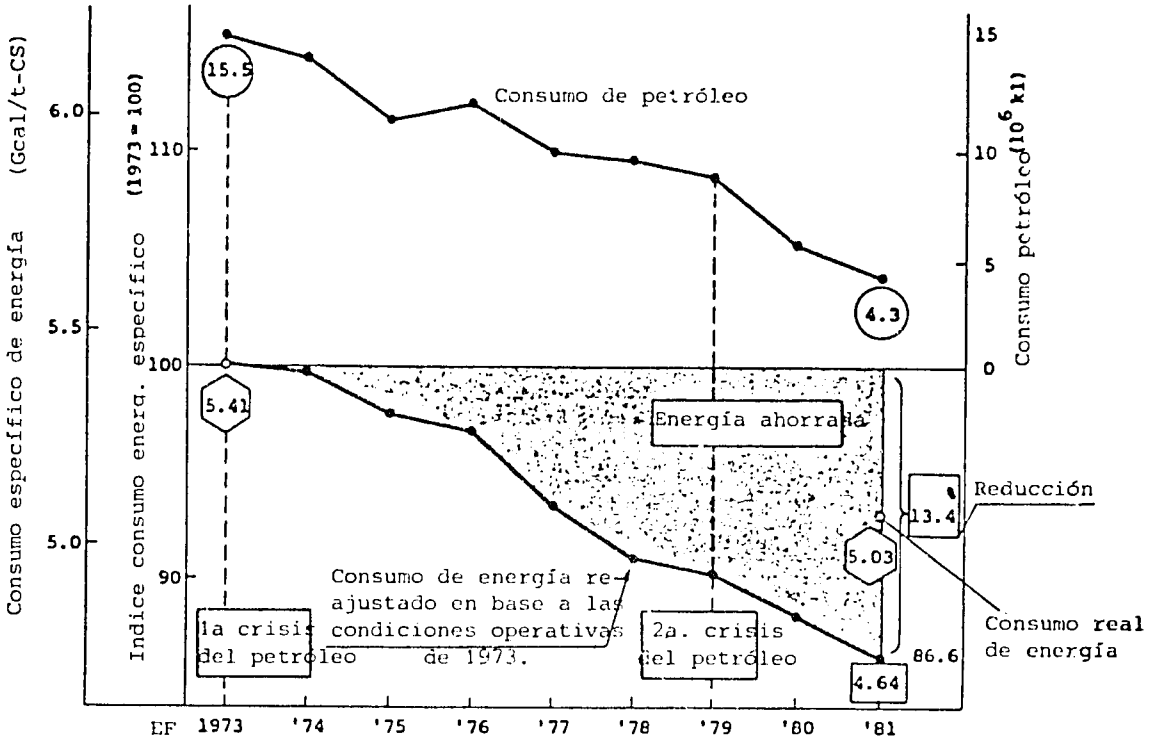
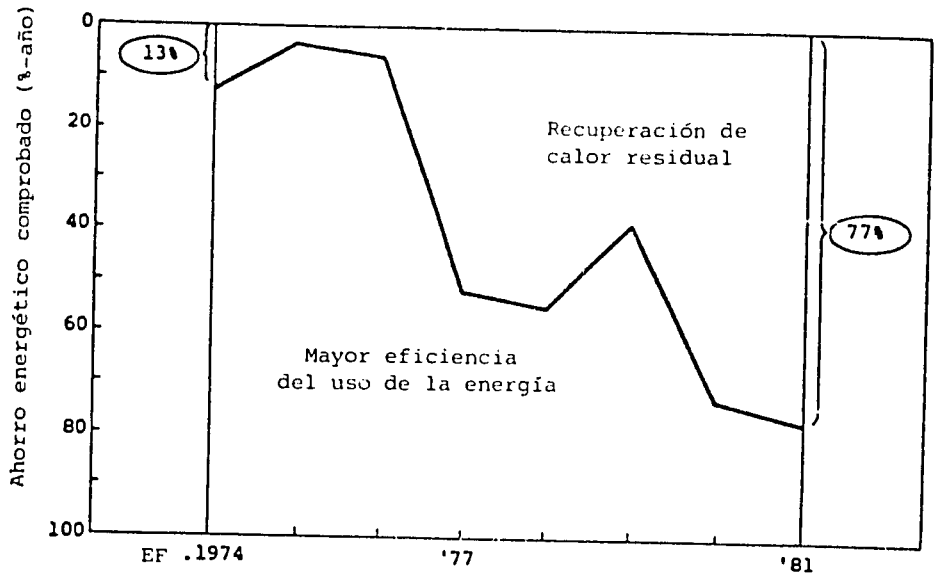


Figura 8. Efectos de las acciones características relacionadas con la energía (Japón).

	Factor	Unidad	EF 1973	EF 1981 (E)	Dife-rencia	Efecto	
						Mcal/tcs)	Proporción de ahorro energ
A	Proporción combustible en altos hornos (Por inyección)	kg/t-pig	498 (58)	486 (8)	12 (50)	85*	1.6
B	Tasa de recuperación de gas en hornos de oxígeno (BOF)	m^3N/tcs-BOF	25	85	60	90	1.7
C	Consumo de energía eléctrica en hornos de arco eléctrico (EAF)	kWh/tcs-EAF	537	467	70	40	0.7
D	Proporción de utilización de fundición contínua (CC)	%	21	73	52	100	1.8
E	Consumo de combustible en hornos de recalentamiento (RF)	Mcal/t -stock	530	320	210	200	3.6
F	Recuperación de calor residual	%	—	2.6	2.6	140	2.6
	Sub-total					655	12.0
	Total					730	13.4

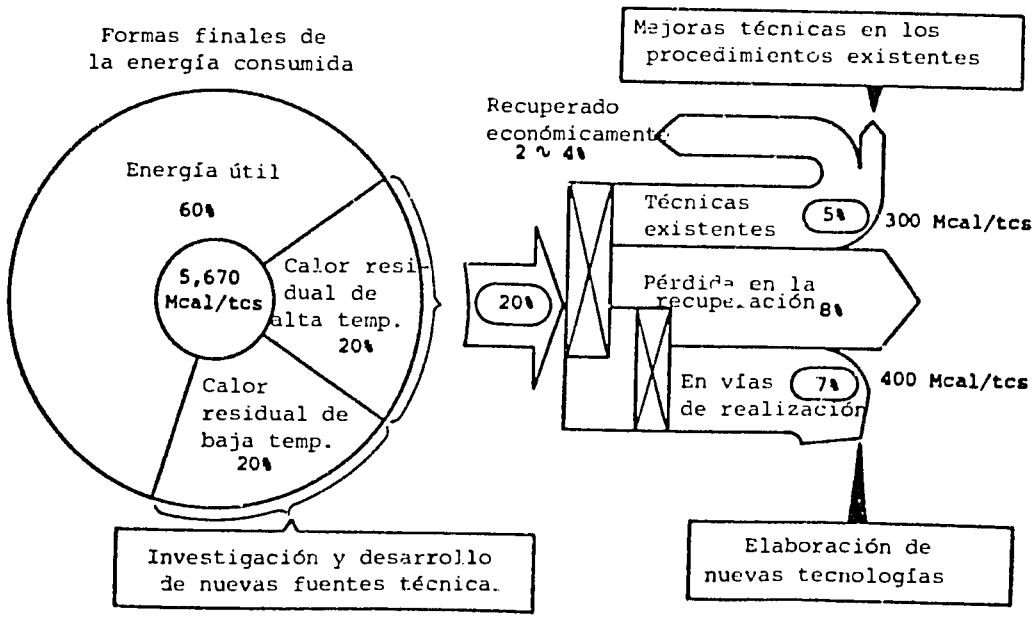
Nota: * Efecto en los altos hornos, tomando en cuenta sus condiciones de funcionamient

Figura 9. Objetivos de la inversión en equipo para ahorrar energía (NSC)



Nota : Importe de la inversión : 100 mil millones de yens, aprox.
Número de proyectos : aprox. 1.000

Figura 10. Recuperación de calor residual en complejos siderúrgicos integrales (NSC)



USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA
"El caso del BRASIL"

Rosenval Jorge de Oliveira
Ingeniero Industrial - Metalúrgico
Asesor del Director Industrial de la
Compañía Siderúrgica Paulista - COSIPA

Sao Paulo - Brasil

1. INTRODUCCION

Creemos que el tema propuesto es y será durante mucho tiempo, de extrema importancia y siempre actualizada pues la problemática energética, además de ser de naturaleza económica, adquirió en el mundo moderno, fuerte contenido estratégico.

El cambio de experiencias propiciada por esta iniciativa de la OLADE, ciertamente se irá a sumar, pues todo lo que hacemos en la vida es siempre posible de mejorar y la acción racional es característica inherente del hombre.

Teniendo en vista que el selecto público aquí presente, no es exclusivamente siderúrgico, trataremos cautelosamente y de la manera más simplificada de introducirlos en este sector industrial para mejor comprensión de las acciones planeadas, ejecutadas y de los resultados obtenidos.

2. Situación de la siderurgia en el consumo total de fuentes primarias de energía en el Brasil:

Inicialmente juzgamos necesario situar la siderurgia con respecto al consumo de energía del país de modo que se tenga una noción justa y perfecta de su significado y comprendan el grado de importancia y su influencia en la economía del país.

El item del Arrabio y Acero en 1980 consumió 6% de todo el petróleo combustible consumido en el Brasil y fué responsable por 7,2% de la energía eléctrica consumida en el país.

En la figura N°1, podemos ver la participación de las diversas fuentes energéticas en la siderurgia brasileña en el mismo año de 1980:

El carbón mineral, participó con 46,3%

La energía eléctrica con 22,8%

El carbón vegetal con 16,6%

El petróleo combustible con 11,4%

El coque adquirido con 1,6%

El gas natural con 1,3%

Una vez conocidos estos datos, se hace necesario saber como esas fuentes de energía son utilizadas en las usinas.

3. Flujo de energía en la usinas siderúrgicas

Para un mejor entendimiento de las acciones ejecutadas es indispensable para todos que conozcamos como se procesa el flujo de energía en nuestras usinas y en este caso, por la facilidad de obtención de datos, vamos a enfocarlo a través de las Usinas del grupo Siderbras.

Con el fin de facilitar el raciocínio dividiremos las usinas en dos grandes subgrupos, "no a coque" y Usinas "a coque".

En la figura N°2, tenemos el flujo de energía del conjunto de las usinas no a coque del sistema Siderbrás, compuesto por las siguientes Empresas:

Usina Siderúrgica da Babia -USIBA
Companhia Siderúrgica de Mogi das Cruzes - COSIM
Aços Finos Piratini - A.F.P.
Companhia de Ferro e Aço de Vitória - COFAVI

De estas, la única que no tiene área de reducción es la COFAVI, cuyo flujo comienza en la Acería; mientras que de las demás, tenemos la USIBA que tiene reducción directa a partir del gas natural, proceso Hylsa; la Aços Finos Piratini tiene reducción directa a partir del carbón mineral, proceso SL/RN, y la COSIM que es una usina integrada a carbón vegetal.

Podemos constatar la gran heterogeneidad de este grupo por tener la virtud de la solución energética regional, sin embargo, es aquí donde encontramos las mayores dificultades para la eliminación del consumo de petróleo combustible.

Es resaltante también, en este conjunto el alto índice de utilización de fuentes energéticas de origen nacional.

En la figura N°3, tenemos el conjunto de las usinas "a coque" del sistema Siderbrás.

En éstas, el carbón mineral entra en la usina a través de la Coquería, ya que el carbón no tiene resistencia mecánica suficiente para soportar el peso de la carga dentro del Alto-Horno.

En la coquería, él sufre una destilación fraccionada, extrayéndose los volátiles de su interior, y obteniendo con eso un producto poroso "el coque" que tiene resistencia mecánica para soportar el peso de la carga en el Alto-Horno.

Los volátiles extraídos del carbón, sufren un proceso de limpieza química, para la extracción de los subproductos de la coquería: Toluol, Benzol, Xilol, Nafta y Benzeno. Además de esos, después de la limpieza química de los volátiles se obtiene un producto gaseoso que es combustible, y es utilizado internamente para calentar los hornos.

Esta mezcla gaseosa es llamada "gas de coquería".

El carbón, ahora en forma de coque, continúa su trayecto y entra en el Alto-Horno para entregar la energía y el reductor necesario para la obtención del arrabio.

El aire, que es soplado por las toberas se combinan con el carbono del coque, formando el monóxido de carbono, que reduce el mineral de hierro; se obtienen otras formaciones gaseosas provenientes de la reacción del CO con carbono de la cual se desprende el CO_2.

También tenemos el agua que entra en el Horno en forma de humedad, disociándose en hidrógeno y oxígeno; mezclándose con el nitrógeno del aire. En fin, esa mezcla gaseosa por no tener un rendimiento de reacción de 100%, sube hasta la cúspide del Alto-Horno constituyéndose así en otra mezcla gaseo-

sa combustible, la que es aprovechada internamente para el calentamiento general.

Esa mezcla gaseosa es llamada gas de Alto-Horno. Para poder utilizarlo se debe someter a una limpieza física con el fin de extraer las partículas que contiene.

La necesidad complementaria de combustible para el calentamiento es obtenida con petróleo combustible. Justamente a través de la acción de estos dos combustibles internos, el gas de coquería y del gas de alto-horno, es que se consigue una reducción de petróleo combustible, que se usaría solamente como suplemento externo.

4. Escala de prioridades

Como primer paso para la reducción del consumo de energía fue establecida la escala de prioridades como sigue:

I. Reducción del consumo de petróleo combustible
II. Reducción del consumo de carbón importado
III. Reducción del consumo de energía eléctrica.

Los dos primeros items de la escala de prioridades ocupan estas posiciones por razones obvias.

La reducción del consumo de energía eléctrica tiene tercera prioridad ya que tenemos energía de origen hidráulica en abundancia y a bajo costo.

La más reciente y gran realización en este sector fue la finalización de la represa de la usina hidroeléctrica de Itaipú, de la cual creo que todos hayan tenido noticias al respecto. Cuando esta usina esté funcionando a plena carga, producirá una cantidad de energía equivalente a 500.000 barriles/día.

5. Estrategia

La estrategia adoptada fue la siguiente:

I. Eliminación de desperdicios.
II. Mejoría de la eficiencia de equipos.
III. Nuevos proyectos energéticamente más eficientes.

Con el fin de eliminar las dudas y comprender mejor, nos gustaría decir que lo que pretendemos con estas frases es colocar en los dos primeros items todas las acciones para el uso más racional de la energía, sin hacer inversiones o con inversiones despreciables.

En el tercer item están situadas todas las acciones que se traducen por grandes cambios de proyectos y por lo tanto, constituyen inversiones significativas.

Podemos afirmar que, con raras excepciones, este último item no fue ejecutado.

6. Acciones y resultados

De todas las acciones ejecutadas, seleccionaremos aquellas que más se destacan, ya sea por cuestión de principio (pues deben ser racionales) o ya sea por su resultado cuantitativo de reducción del consumo de energía.

En este item para facilidad de exposición y por consituirse conjuntos de usinas con características distintas, vamos a subdividirlos en dos grupos.

6.1. USINAS DEL SECTOR PRIVADO

- Eliminación de pérdidas
- Eliminación de punto de consumo
- Mejoría de la eficiencia térmica de equipos existentes.
- Substitución de puntos de consumo de petróleo combustible por gas de alto-horno.
- Carga de tarugos calientes

. Regulaciones de los hornos.
. Racionalización de producción.
. Enriquecimiento del aire de combustión con oxígeno
. Empleo del proceso de soplo sumergido en hornos Siemens Martin.

Encuentro interesante extenderme un poco más sobre esta última acción.

Con este proceso se obtiene una reducción del consumo de petróleo combustible de 75%. Esto quiere decir que un horno Siemens Martin al ser modificado y adoptar este proceso, pasa a consumir solamente 25%, en media anual, del petróleo combustible que consumía antes de la modificación.

Otra característica de extrema importancia es que su productividad aumenta en 100%.

Estos son datos contenidos en un trabajo presentado en el Congreso ILAFA-Energía realizado en Río de Janeiro, en 1981.

Las usinas de este sector pueden ser subdividas en dos grupos:

. el grupo B está constituído por las usinas integradas a carbón vegetal - una usina se dice integrada cuando tiene unidades que posibilitan obtener el producto final empezando por el mineral de hierro.

. el grupo C está constituído por usinas semi-integradas o a base de chatarra.

Los resultados obtenidos están contenidos en la tabla N°1 donde podemos constatar que el grupo B en tres años ultrapasó el compromiso adoptado por el Gobierno Federal para la meta de corto plazo, reduciendo el consumo específico de 118 kg/t en 78, para 66,5kg/t en junio/81, significando una reducción de 43,6%.

Las usinas del grupo C redujeron su consumo específico de 93,1k/t en 78, para 67,9,kg/t en junio/81, reduciendo 27,1%.

6.2. USINAS DEL SECTOR ESTATAL - SIDERBRAS

. Eliminación de Pérdidas

Esta es una acción de suma importancia.

Primero se buscó la forma de eliminar las pérdidas por representar un consumo totalmente innecesario sin ningún beneficio para el proceso productivo.

Este proceso de eliminación fue hecho en todos los fluídos utilizados en las usinas.

Por ejemplo, tuvimos una que al lograr eliminar todas las pérdidas de sus tuberías y redes, su consumo de vapor disminuyó en 10%.

Concientización del Personal

Hubo necesidad de hacer grandes campañas para obtener una motivación dentro de las empresas, en todos los niveles, con el objetivo de reducir el consumo de energía.

Entrenamiento Específico para operadores

A todos se les hizo hincapié nuevamente de cómo debería ser la actuación para conseguir mejor eficiencia en el equipo de su responsabilidad.

Para motivar los operadores también se hizo una especie de campeonato interno de acompañamiento del consumo de combustible y del consumo de energía en cada turno, de tal manera que cada operador quería ser campeón.

Mejoría de la eficiencia de Combustión a través de la regulación de los hornos.

Fue una actividad incentivada que pasó a ser hecha con mayor intensidad a través de los análisis de los gases quemados en las chimeneas, cuyos resultados daban las indicaciones necesarias para el ajuste de la proporción estequimétrica entre combustible y comburente de los hornos.

. Control de demanda, factor de potencia y factor de carga

Este item tiene por objetivo principal la reducción del valor de la factura de la energía eléctrica comparada.

. Manutención efectiva en los revestimientos aislantes

Hubo necesidad de esta acción porque representaba una pérdida de energía tanto en los hornos como en las líneas de vapor.

. Mejoría en la eficiencia de los equipamientos

Obtenida a través de una renovada y constante acción de manutención. Es obvio que un equipo en buenas condiciones de manutención, rinde mucho más que un equipo sin buenas condiciones operacionales.

. Mejoramiento en los aislamientos térmicos de los hornos

En todos los cambios necesarios de revestimientos de los hornos, los proyectos originales de refractarios eran reestudiados tomando la decisión técnico-económica más recomendable.

. Substitución de derivados de petróleo por electricidad

Como ejemplo, podemos citar la substitución de turbinas de sopladores en los altos-hornos por motores eléctricos.

. Mejor aprovechamiento de los hornos

Tentativa de cargar los hornos en el límite de su capacidad nominal y cuando sea posible, ultrapasarlo.

Ejemplos de esta acción fue el aumento de tonelaje por corrida en la acería con objetivo de obtener la plena capacidad de los hornos de recalentamiento de lingotes y el aumento de la longitud de placas aprovechando también aumentar la ocupación de los hornos de recalentamiento de placas.

· Aumento de la inyección de oxígeno en los altos-hornos

Esta acción es acompañada por el aumento de la inyección de petróleo combustible de tal manera que se mejora la productividad del alto-horno, obteniéndose un "Fuel Rate" menor.

Esa práctica fue eliminada posteriormente teniendo en vista los altos precios del petróleo combustible y la baja producción originada por las dificultades de mercado.

En la figura N°4 está retratada la reversión de los precios del carbón importado y del petróleo combustible, ocurrida en el Brasil.

· Análisis automática de los gases de combustión

· Adopción de la Desulfuración externa del arrabio

Todas las usinas a coque adoptaron este proceso.

· Substitución de hornos de reverbero por conversores a oxígeno en la producción de acero

En la figura N°5 podemos ver la evolución de la participación de los diferentes procesos de producción de acero en el Brasil.

A partir de 1957, cuando el proceso LD fue introducido en el país, tuvo su dominio progresivo en deterioro del proceso Siemens Martin, de alto consumo de petróleo combustible.

El proceso LD es ventajoso en cualquier país, en virtud a su alta productividad, más aún en el Brasil, esa ventaja aumenta por el hecho de consumir fuente energética nacional, la energía eléctrica "vía oxígeno".

En la figura N°6, podemos ver la participación de los diversos proceso en la producción brasileña de acero en 1980.

. Adopción del proceso de lingotamiento contínuo

Este proceso posee la virtud de requerir solamente cerca de la mitad de las necesidades energéticas de los equipos que substituye de una línea de Lingotamiento convencional y así mismo solo energía eléctrica, pues elimina todo el consumo de petróleo combustible.

En la figura N°7, tenemos la evolución del porcentaje de la producción nacional de acero que utilizó este proceso.

. Recuperación de gas de la acería LD

De las tres usinas a coque existentes, dos hacen la recuperación de este gas.

. Implementación de los sistemas de control de utilización y distribución de energía

Consiste en la compra e instalación de instrumentos de medida de consumo que fueron colocados en locales importantes donde no existía medición o donde la medición era inoperante por el tiempo de uso de estos equipos.

Dependiendo de la complejidad de la formulación energética, se puede obtener gran ventaja con el uso de computadores. Hay una usina del grupo Siderbrás que posee dos computadores para el control de su flujo energético.

Aunque tengamos una gran cantidad de acciones que no esten citadas, juzgamos que los contenidos en este trabajo, constituyen las más representativas y más significativas.

El consumo específico global de fuentes energéticas primarias, entre otros indices es comunmente aceptado como referencial de la eficiencia de la siderurgia en energía.

En el caso de la Siderbrás, las fuentes energéticas primarias que componen este índice son constituídas por carbón vegetal, carbón mineral nacional, carbón mineral importado, gas natural, petróleo combustible y energía eléctrica.

En la figura N°8, podemos ver la evolución de este índice.

Admitiendo que, en 1976, este índice fue 100, en 1980 fue 75,2, obteniendo una reducción de cerca de 25% en el período.

En la figura N°9 podemos observar que, aunque la producción de acero líquido haya alcanzado más del doble, el consumo de petróleo combustible utilizado como fuente de calor fue reducido en valor absoluto de 34,1%.

7. Consideraciones finales

La conservación de energía es el medio más barato, más eficiente y más rápido para obtener la reducción del consumo de energía. Además es un poderoso factor de motivación del personal pues se traduce en resultados signficativos, como un premio a la creatividad de sus ejecutores del punto de vista de la satisfacción profesional.

El petróleo, va a continuar inestable debido a diferencias políticas e ideológicas que hace siglos se mantienen.

Su precio, no tenemos duda, volverá a subir en un futuro no muy distante.

Ya hubo quien dijera que "el barril de petróleo más barato es aquel que no desperdiciamos".

Para los países que no son importadores de petróleo, el uso racional de energía, trae la ventaja del aumento de las reservas y esta acción es mucho más barata que hacer prospección y extracción.

Para los países que son importadores de petróleo, el uso racional de energía es obligatorio, pues además de los factores financiero y cambial, existe el componente estratégico que es de suma importancia.

La cuestión energética es sobre todo gerencial. Si no fuese así, no sería posible comprender cómo el Japón, en desmedro de no poseer petróleo, consiguió pasar ileso la tempestad que abatió el mundo.

En el gerenciamiento de energía, el planeamiento es especialmente importante.

El planeamiento debe ser suficientemente flexible para adaptarse a las evoluciones coyunturales.

No hay soluciones universales en el sector de la energía, razón por la cual el planeamiento tendrá que ser adaptable a la necesidad de cada usuario.

Aunque exista una incapacidad generalizada, en el momento, para inversiones, es recomendable que se aproveche el tiempo para guardar planos, que serán aplicados cuando la situación lo permita.

De aquí para el futuro, más que nunca, la problemática energética estará en la lista de prioridades de los que gerencian la trayectoria del mundo.

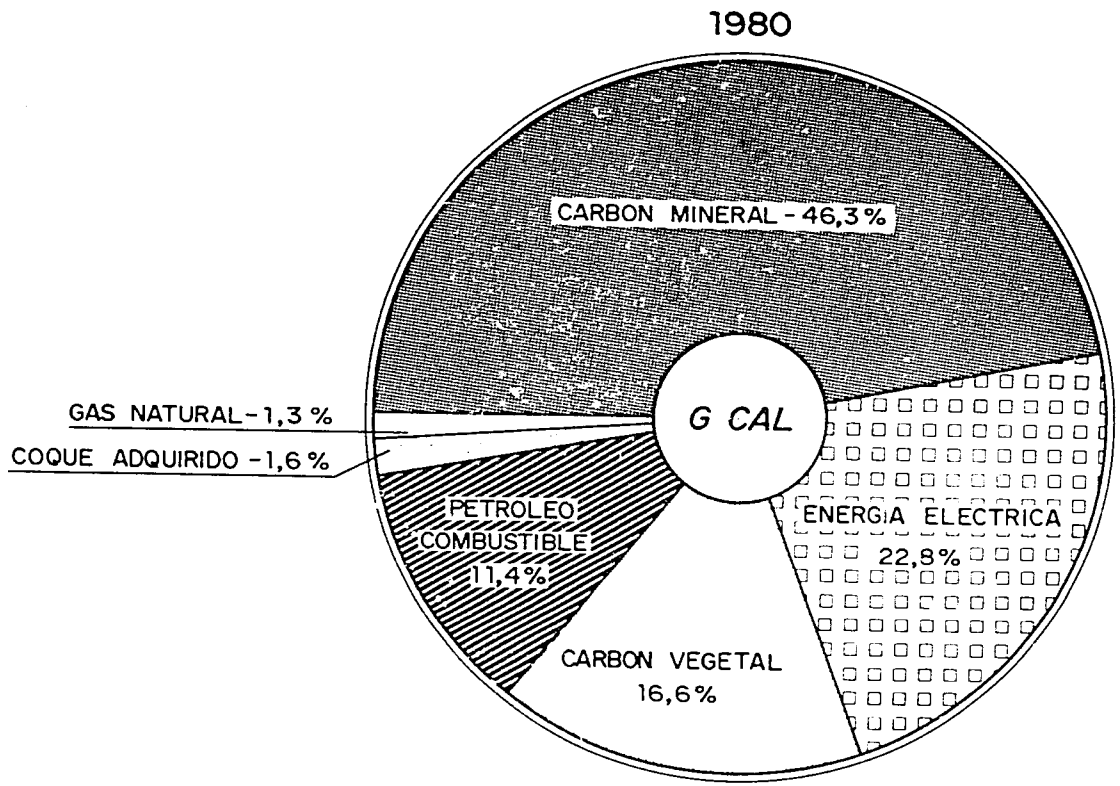


FIG: 1 - PARTICIPACION DE LAS DIVERSAS FUENTES ENERGETICAS EN LA SIDERURGIA BRASILEÑA

FIG: 2 - ESQUEMA BASICO DE RECIBIMIENTO Y CONSUMO DE ENERGIA EN USINAS "NO A COQUE" DE LA SIDERBRAS

AÑO: 1980

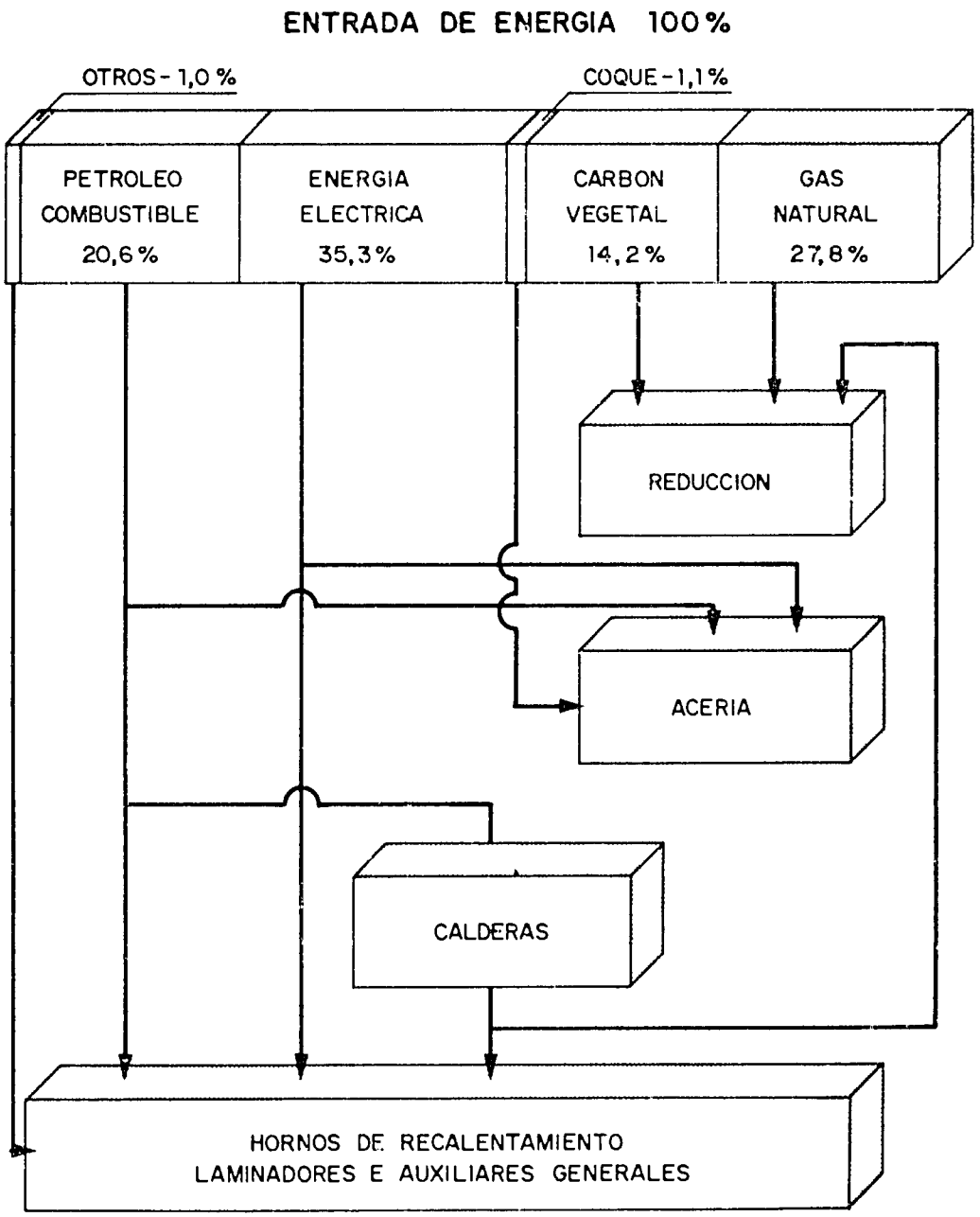


FIG: 3 - ESQUEMA BASICO DE RECIBIMIENTO Y CONSUMO DE ENERGIA EN USINAS "A COQUE" DE LA SIDERBRAS.

AÑO: 1980

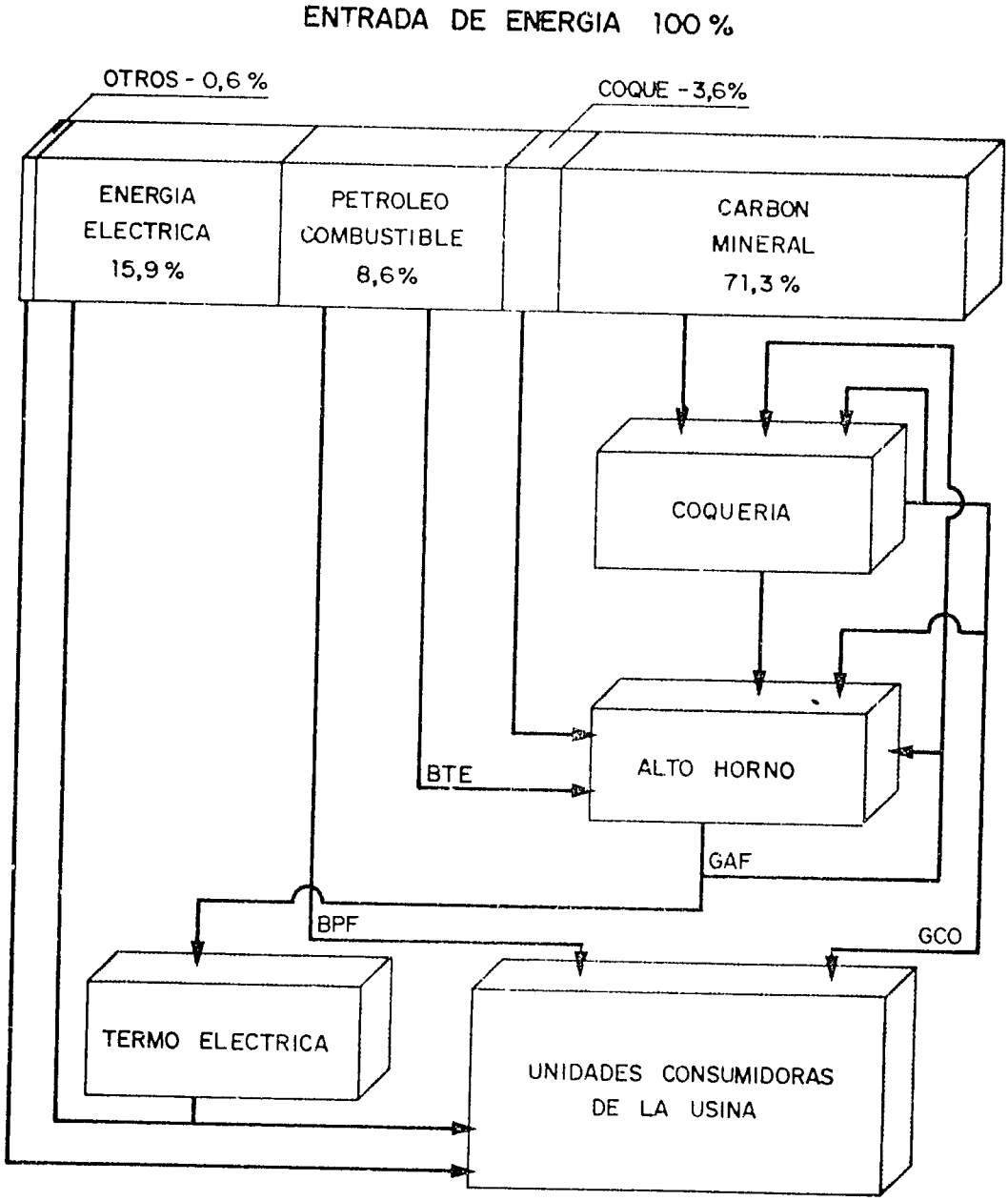
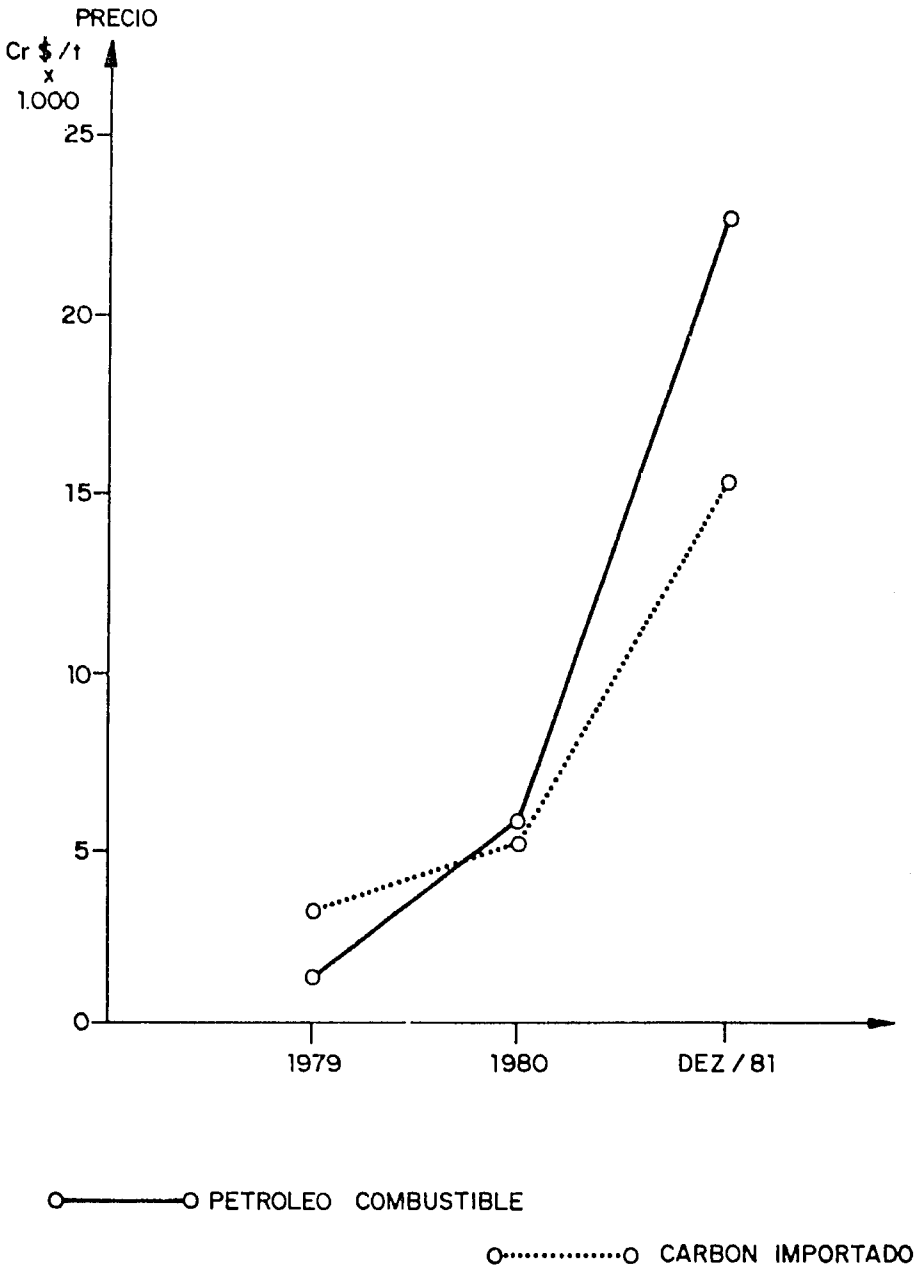


FIG:4 - EVOLUCION DE LOS PRECIOS DE PETROLEO COMBUSTIBLE Y CARBON IMPORTADO



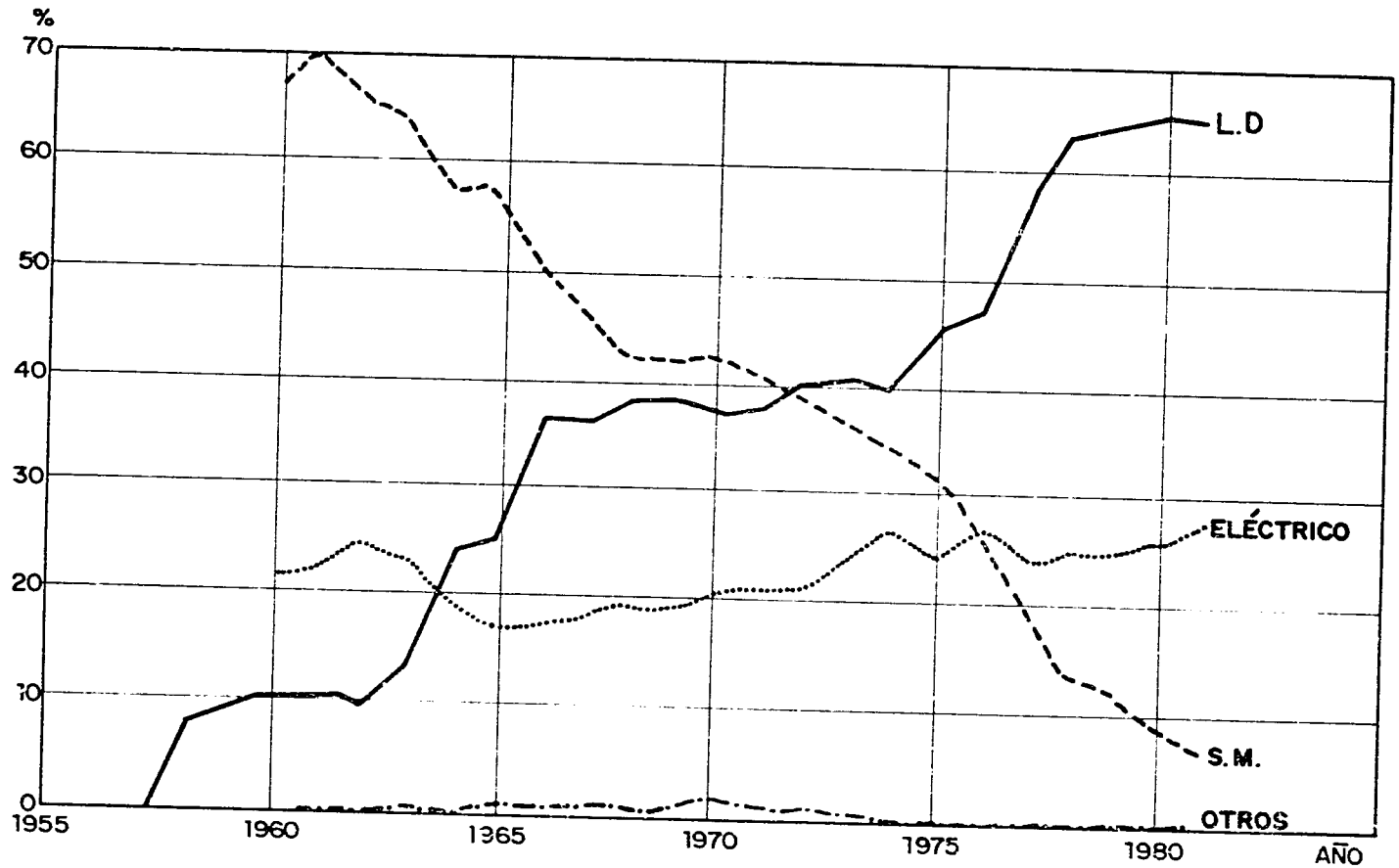


FIG:5 – EVOLUCION DE LA PARTICIPACION DE LOS DIVERSOS PROCESOS EN LA PRODUCCION BRASILEÑA DE ACERO. PERIODO: 1957 A 1981.

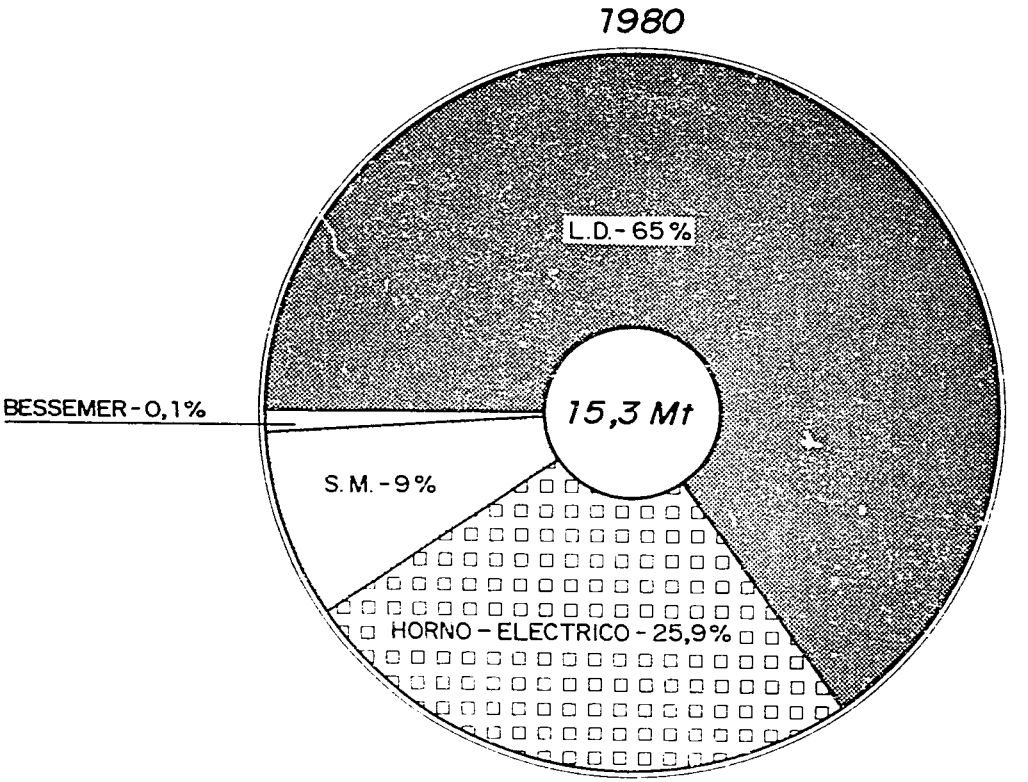


FIG:6 - PORCENTUAL DE PRODUCCION DE ACERO BRUTO POR PROCESO DE FABRICACION

FIG:7- EVOLUCION DEL LINGOTAMIENTO CONTINUO EN LA PRODUCCION DE ACERO BRUTO.

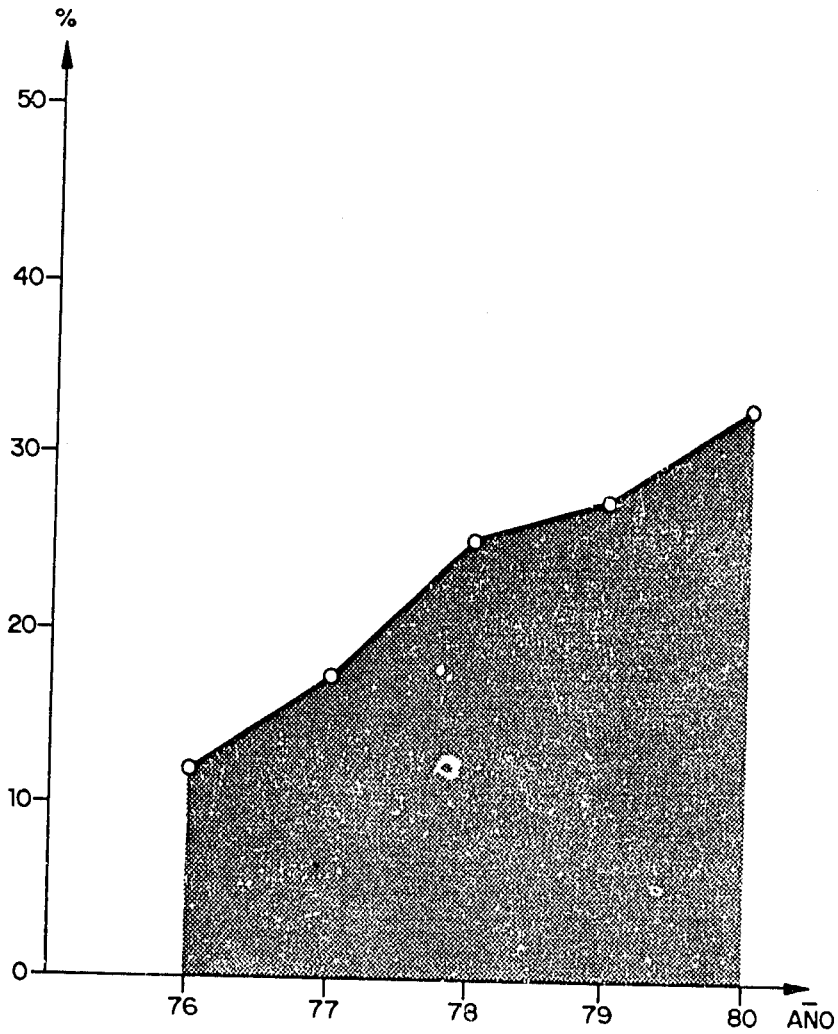


FIG:8 - CONSUMO ESPECIFICO GLOBAL DE LAS FUENTES ENERGETICAS PRIMARIAS. (SIDERBRÁS).

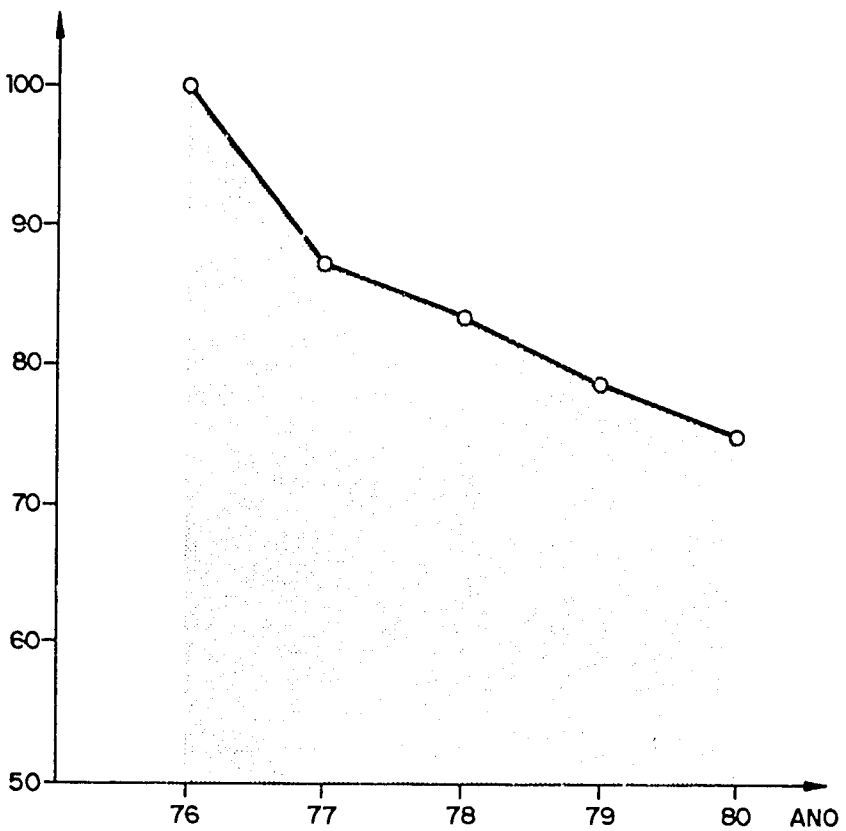


FIG:9A - EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE ACERO LIQUIDO

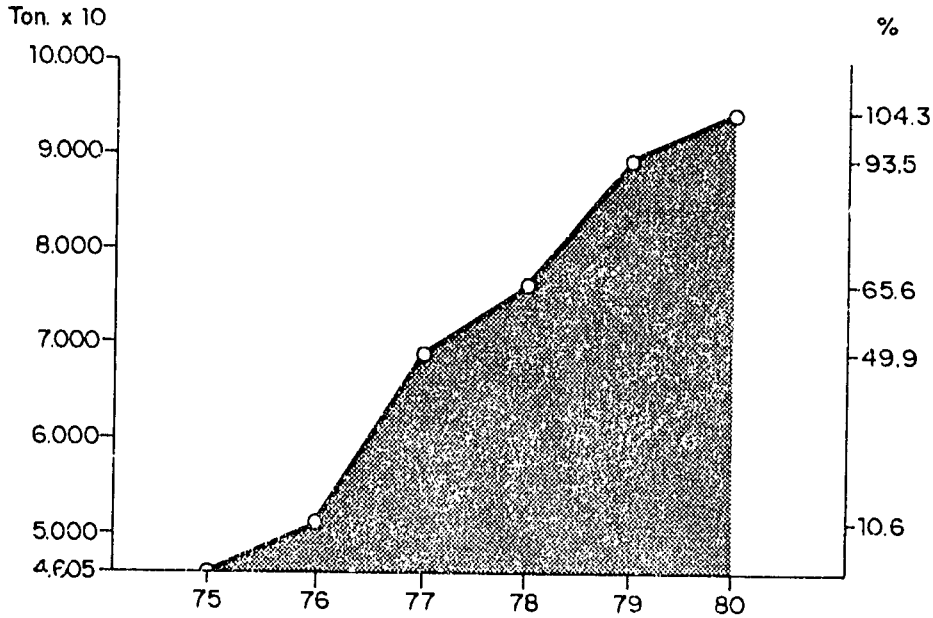
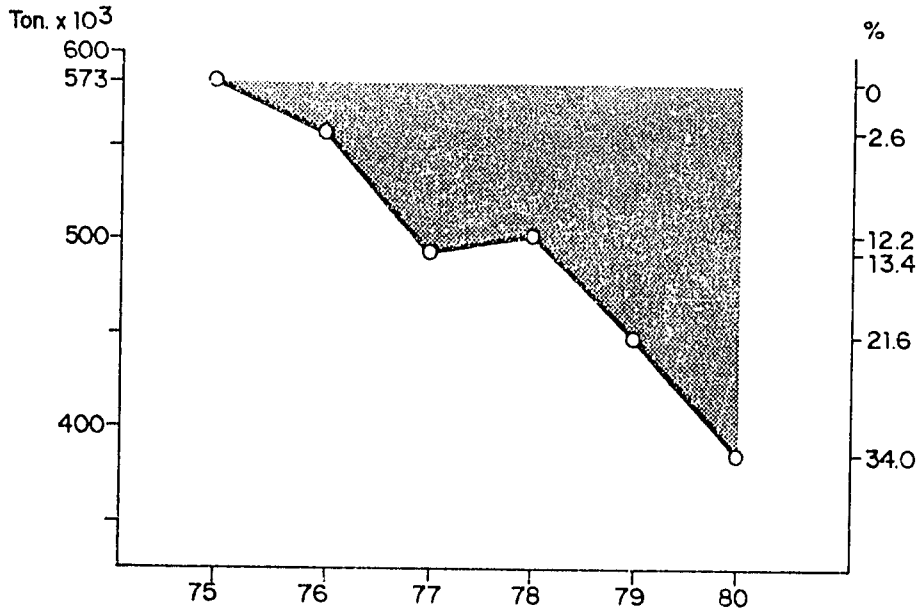


FIG:9B - REDUCCION DEL CONSUMO ABSOLUTO DE PETROLEO COMBUSTIBLE UTILIZADO COMO FUENTE DE CALOR



UNID: Kg. DE PETROLEO COMBUSTIBLE / TON. DE ACERO BRUTO

GRUPO	CONSUMO 1978	META JUN 81	REAL JUN 81	REDUCCION %
B	118	72,2	66,5	43,6
C	93,1	68,0	67,9	27,1

TABELA I - USINAS DEL SECTOR PRIVADO

BIBLIOGRAFIA

- Balanço ENERGETICO Nacional - 1981 - Ministerio das Minas e Energía do BRASIL.

- Balaços ENERGETICOS Globais - outobro/82 - Comissão Técnica de ENERGIA- Associação Brasileira de Metais.

- Anais do Congresso de Utilidades - novembro /81 - Instituto Brasileiro de Petróleo.

- A Realidade Brasileira diante da Problemática ENERGETICA - Outobro/82- Plínio Oswaldo Assmann.

- Anais do Congresso de ENERGIA - julho/81 - ILAFA

- Revista Metalurgia - Fevereiro/83 - Associação Brasileira de Metais.

- Consumo Especifico de ENERGIA da Siderurgia Brasileira - 1980 - Rosenval Jorge de Oliveira.
- Plano de Redução de Inergía de Cosipa - 1979 - Rosenval Jorge de Oliveira
- Panorama de ENERGIA na siderurgia brasileira - 1982 - Rosenval Jorge de Oliveira.

- Outras fontes de dados:

  Instituto Brasileiro de Siderurgia.
  Comissão de ENERGIA da Siderbrás.

Marc Grumbach
Ingenieur en Chef
Institut de Recherche de Sidérurgie
(IRSID)
Francia

LA NUEVA ESTRATEGIA ENERGETICA

1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

A partir de ahora, para precisar las ideas, nos limitaremos al contexto tan sólo de la fábrica de SOLMER. ¿Por qué? En primer lugar, es una fábrica que conocemos bien, pero sobre todo porque es la fábrica de estructura sencilla cuyo contexto energético es a priori el más favorable : gran empleo del gas de alto horno (calentamiento de hornos de coque, soplado de viento), existencia de una central propia que permite una gran flexibilidad de utilización de gases residuales. Señalemos sin embargo que todo lo que se dirá se podrá transponer, total o parcialmente, a las dos fábricas de Dunkerque y de SOLLAC.

En el Cuadro I se dan los niveles de producción previstos, en el marco del Plan Profesional para 1986.

Destaquemos los siguientes puntos :

a. la producción de coque corresponde al límite de capacidad; y ello implica una elevada marcha de caldeo, así como la selección de carbón a base de materias volátiles. Señalemos a este respeto que la coquería de SOLMER tiene una productividad que la sitúa en la primera fila a escala mundial,

b. la producción de la aglomeración corresponde a una proporción de un 80% de aglomerado en el lecho de fusión del alto horno, proporción que se puede considerar óptima,

c. la producción de fundición, de 3,7 MT al año, es sensiblemente inferior a la capacidad de los dos altos hornos (4,3 MT). Se trata de una hipótesis coyuntural,

d. la producción de lingotes (enteramente a partir de colada continua) corresponde a la autarquía chatarras, es decir que la fábrica consume la totalidad de sus propias caídas, pero no recurre a compras exteriores. Ello se deriva de una política basada en razones técnicas y económicas. La producción de bobinas en caliente es por consiguiente directamente proporcional a la producción de fundición,

e. todas las necesidades térmicas de la fábrica se cubren a partir del carbón enhornado en la coquería, con la salvedad de una reducida compra de pequeño coque, de una muy reducida compra de combustibles diversos. En cambio, el alquitrán producido se vende fuera de la fábrica,

f. las compras de corriente eléctrica no incluyen la electricidad de propia producción, a partir de gases residuales, propia producción que en el caso considerado corresponde a un 40% del consumo total,

g. se han expresado los consumos unitarios por tonelada de bobinas por un lado, por toneladas de fundición de otro lado. En efecto, si nos situamos en este único plano energético, todo se basa en el equilibrio de la fábrica de fundición (aglomeración, coquería, alto horno) y es interesante entonces reducirlo todo a una tonelada de fundición. Se concibe entonces que el balance energético del alto horno es un factor esencial que justifica el siguiente apartado.

II. CARACTERISTICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ALTOS HORNOS

Según las cifras de producción de la coquería, 1.480.000 toneladas de coque seco, cribado, apto para el alto horno y de la producción prevista para los altos hornos : 3,7 millones de toneladas, la fábrica dispone muy exactamente de 400 kg de coque por tonelada de fundición. Incluso en las hipótesis más optimistas, es ello insuficiente para asegurar la producción de una tonelada de fundición. Se requiere "otra cosa"; esta "otra cosa" puede ser coque comprado en el exterior, fuel o carbón inyectado en las tuberas. En sus planes de base, la fábrica, que dispone de un excedente de gas rico, como veremos, ha previsto inyectar el excedente de gas de coquería en las tuberas de sus dos altos hornos. Pero en otros contextos energéticos, se puede proyectar como inyección en las tuberas :

- o bien gas residual, después de efectuada la extracción de hidrógeno del gas de coquería,

- o bien carbón; a este propósito hemos admitido que la fábrica tenía interés, en su contexto energético propio, en efectuar la inyección de mezcla agua-carbón (un 25% de agua, un 75% de carbón) en lugar de efectuar la inyección de carbón pulverizado. Ello supone que esta técnica esté bien elaborada, lo cual queda por demostrar, pero las conclusiones que se sacarán de este estudio podrían, en caso necesario, transponerse en gran parte a la inyección de carbón pulverizado.

El cuadro II da las características principales del funcionamiento de los altos hornos, tal como se han calculado a partir del modelo matemático del alto horno del IRSID. Señalemos que todos estos cálculos se basan en la hipótesis de una temperatura del gas de tragante que se supone constante en todos los casos figurados e igual a 100°C.

Se ve que :

- el nivel de inyección es en los tres casos figurados bastante modesto para que no haya ningún problema de combustión y para que sea legítimo emplear el modelo,

- en los tres casos figurados, las principales características de marcha (cantidad de viento y de gas, temperatura de llama) son muy cercanas entre sí. Se puede considerar por tanto que el eventual paso de un tipo de funcionamiento al otro (para una cantidad de coque

correspondiente a 400 kg/tf) se efectúe con un mínimo de problemas. Incluso se puede pensar en soluciones de inyección mixta, estando algunas tuberas alimentadas con gas, mientras que otras lo están con la mezcla agua-carbón,

- pese a todo, la marcha en mezcla agua-carbón trae consigo un ligero aumento de consumo térmico, con una producción de un gas sensiblemente enriquecido (efecto de sobreoxigenación directo e indirecto).

III. SITUACION DE REFERENCIA. INYECCION DE GAS DE COQUERIA EN LAS TUBERAS

Como ya se ha señalado en otras partes (Revista de Metalurgia, noviembre de 1981, páginas 877-890), la evolución del equilibrio energético de la fábrica siderúrgica integrada moderna da lugar a una considerable disminución de las necesidades térmicas ulteriores a la operación del alto horno.

Esta evolución, en la que colaboran factores tales como :

- generalización de la colada continua,

- disminución de las necesidades térmicas a nivel de los hornos,

- aparición del enhornado caliente de los lingotes,

y a la que se suma la recuperación del gas de convertidor, conduce fatalmente al surgimiento de un excedente de gas de coquería.

Esta situación, que será la de Dunkerque en 1986, se verá acentuada aún más a nivel de SOLMER :

- débil consumo térmico de las operaciones ulteriores,

- calentamiento de los hornos de coque con gas mixto de bajo PCI,

- soplante de vapor.

Para resolver el problema y evitar la solución atroz que consiste en quemar gas de coquería en la central, SOLMER ha adoptado la inyección del gas de coquería en sus dos altos hornos. Se puede establecer entonces un balance energético global, relativo a un periodo de tiempo determinado : hora, día, mes o año. Como ya se ha indicado, lo hemos reducido todo a la producción de una tonelada de fundición, obteniéndose entonces el cuadro III, en el que se indican a nivel de los principales talleres los consumos (relacionados con la producción de una tonelada de fundición) en diferentes gases, gas de coquería, gas LD, gas de alto horno, así como el consumo en O2 a nivel del alto horno.

Se destacarán los siguientes factores :

a. no figuran en este cuadro el consumo de carbón en la coquería, ni las compras de pequeño coque, ni el consumo de oxígeno en convertidor, ni la venta de alquitrán..., todos los cuales factores seguirán siendo constantes ulteriormente,

b. el consumo total de gas residual es de

	2.150 th	por tonelada de fundición	
de las cuales	912	para la coquería	42,4%
	170	gas LD	7,9%
	1.068	gas AH	49,7%

c. los diferentes epígrafes de consumo corresponden a las cifras presentadas para la fábrica respecto a 1986. El consumo en los altos hornos de lingotes en particular, 300 ter por tonelada de lingote, es una cifra moderadamente ambiciosa. Un importante aumento del enhornado en caliente debiera permitir reducir sensiblemente dicha cifra,

d. los principales consumidores de gas de coquería son, en este orden :

- los altos hornos	448 ter	49%
- los hornos de lingotes	281 ter	32%
- los hornos de coque	103 ter	11%

El consumo de los cowpers es insignificante gracias al empleo de gas LD y a la recuperación del calor sensible de los humos.

Todavía queda un excedente de 44 ter no empleadas directamente y quemadas en la central (o se mantiene disponible para un eventual aumento de la demanda),

e. La totalidad del gas LD se emplea en el calentamiento de los cowpers,

f. el gas de alto horno se emplea lo más masivamente posible

cowper	328 ter	31%
coquería	252 ter	24%
soplante	202 ter	19%

el resto se consume esencialmente en la central.

Se puede efectuar una presentación sintótica en cuatro puntos :

A. En 1986, para un nivel de producción de fundición, en situación autárquica, respecto a las chatarras, SOLMER funcionará totalmente en carbón, con un complemento de compra de energía eléctrica, pero vendiendo su alquitrán.

B. Esta situación implica un muy importante empleo de gas de coquería, en forma de inyecciones en las tuberas del alto horno (prácticamente la mitad de la producción). Ello excluye cualquier otro tipo de inyección; en la actual situación, SOLMER no puede adoptar la inyección de carbón en las tuberas por más ganas que tenga de ello.

C. En estas condiciones, la fábrica dispone de un excedente de gas en la central que corresponde a la producción de unos 110Kwf/tf, o sea, el equivalente de una potencia de 48 MWH, saturando uno de los grupos, y por encima de la potencia mínima de seguridad.

D. Cualquier mejora térmica :

- disminución del consumo específico
- aumento del enhornado en caliente

libera gas de coquería, que, no habiendo otra solución, se debe quemar en la central.

De igual modo, una disminución del PCI necesario para el calentamiento de los hornos de coque, mediante mejora de la calidad de calentamiento, no acarrea ninguna ventaja, salvo la de substituir gas de coquería a gas de alto horno a nivel de la central.

En resumidas cuentas :

La situación en Francia (muy distinta de la del Japón) de una fábrica como SOLMER, bloquea cualquier tipo de evolución en el plano energético, prohibiendo la inyección de carbón y disuadiendo de que se adopte cualquier nueva medida de ahorro de energía.

IV. LA EXTRACCION DE HIDROGENO

Como ya se ha indicado en otras partes (Revista de Metalurgia ya citada), la extracción de hidrógeno para una utilización exterior a la fábrica siderúrgica aporta un grado de libertad al equilibrio energético de la fábrica integrada.

Sin entrar en los detalles, señalaremos :

- los recientes estudios, basados en un cierto número de experiencias industriales sólidas en los que se muestra que la extracción de hidrógeno, gracias a la técnica PSA, a partir de gas de coquería, es una operación sin problemas particulares en la medida en que se han adoptado un cierto número de precauciones al efectuarse la compresión del gas,

- el interés general de la operación en el plano energético es indiscutible, ya que no consume más que corriente eléctrica, cuando se opone la producción de hidrógeno puro a la técnica clásica del steam-reforming,

- la extracción a alta presión (24 bares) permite además recuperar el benzol con un mínimo de dificultades.

Por ello, SOLMER estudia la posibilidad, a partir de su coquería, de alimentar con hidrógeno una refinería de la región de Fos en base a un suministro de 65 t. de hidrógeno al día.

Tomemos (figura IV) el nuevo balance energético correspondiente, habida cuenta de los siguientes objetivos preliminares :

- 2/3 del gas de coquería, o sea, 608 termias por tonelada de fundición, se comprimen a 24 bares (lo cual implica un consumo de 29 Kwh), tratados en una instalación de PSA que proporciona :

- 32 termias en forma de benzol
- 185 termias en forma de hidrógeno
- 391 termias en forma de gas residual

} por tonelada de fundición

El gas residual proveniente del PSA se expide para ser inyectado en uno de los dos altos hornos, enviándose el resto al horno de lingotes.

- Los gases de coquería, gas LD, gas de alto horno, se emplean de la mejor manera posible, según las mismas reglas anteriormente indicadas.

Pero se debe señalar que es necesario compensar el déficit energético consiguiente a la supresión de la inyección de gas en el segundo alto horno. Hemos admitido que ello se efectuaba gracias a la inyección de mezcla agua-carbón (slurry), en el segundo alto horno, manteniendo la cantidad de coke a 460 kg/TF, conforme a los datos del cuadro II.

Al leer el cuadro IV, vemos que

a. de las 391 termias de gas residual

- 229 ter son inyectadas en un alto horno
- 162 ter se emplean en el horno de lingotes.

b. de las 304 termias de gas de coquería no tratado al PSA

- 119 ter se emplean en el tren de laminación de bandas
- 103 en la coquería
- 29 en la aglomeración,

queda un resto de 52 termias para la central.

c. para el resto, gas LD, gas de alto horno, no hay, o hay pocos cambios respecto a la referencia.

Se puede decir así pues que :

A. La extracción del hidrógeno relativa a los dos tercios del gas de coquería permite, aparte de la ventaja directa, ligada a la producción de hidrógeno, la inyección de carbón en uno de los altos hornos. Señalemos por lo demás que si dijéramos por el contrario "inyección de carbón para la mitad de la producción de fundición", subentenderíamos la posibilidad de una inyección mixta, gas residual, mezcla agua-carbón, lo cual puede dar un campo de experiencia interesante en materia de modulación de regulación (habría entonces, en particular, posible disminución de la cantidad de gas rico expedido a la central), pero de momento no vamos más adelante en tal sentido.

B. En cierto modo, la operación que se acaba de proyectar consiste en retirar del circuito energético de la fábrica la cantidad de energía inyectada anteriormente a las tuberas de un alto horno en forma de gas de coquería, y substituirla por una cantidad de energía carbón de la misma magnitud. No hay modificación de funcionamiento a nivel de los demás aparatos. Así pues, ningún riesgo técnico; pero también a este respecto, no hay la posibilidad de innovación tecnológica (aparte de la inyección carbón, lo cual, sin embargo, no es más que un comienzo). No hay en este contexto apertura hacia nuevas posibilidades de instalaciones de ahorro de energía.

C. Volvamos al problema del hidrógeno propiamente dicho : si tomamos los balances comparados de los cuadros III y IV, vemos que en el caso de la extracción de hidrógeno

- hay un gasto suplementario de 29 Kwh/tf a nivel del PSA, un aumento del consumo de oxígeno de 12 Nm3/tf, pero una producción de electricidad suplementaria respecto a la central de 9,5 Kwh.

- hay, por un lado, consumo de carbón (33,2 Kg/tf) y producción de hidrógeno (185 termias) y de benzol (32 termias).

Finalmente se puede resumir la situación mediante el cuadro V.

Se ve que la producción de una tonelada de hidrógeno entraña :

- el consumo de 5.160 Kg de carbón
  y de 4.340 Kwh,

- la producción de 520 Kg de benzol.

Se trata, según parece, de una operación interesante
- en el plano energético absoluto
- en el plano del "control de la energía".

V. FABRICACION DE METANOL Y UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA

Hemos visto que la simple extracción de hidrógeno relativa a los dos tercios de la producción de gas de coquería modifica de manera importante el contexto de la fábrica siderúrgica. Sin embargo, habíamos minimizado las consecuencias de ello mediante la introducción de la inyección de carbón en uno de los altos hornos. En realidad, se pueden proyectar otras fórmulas, pero hemos preferido enfocar la cuestión en un marco ampliado.

La extracción del hidrógeno presenta, como dijimos, un indudable interés a escala nacional. A escala de la sociedad siderúrgica, o incluso de la sociedad petrolífera, este interés queda un poco atenuado en el contexto del emplazamiento de Fos; no es evidente que haya una inmediata necesidad de establecer una nueva unidad de producción de hidrógeno, ya sea para hacer frente a nuevas necesidades, ya sea para substituir una instalación que se ha convertido en vetusta. Además, las propias refinerías son, al igual que la siderurgia, generadoras de productos residuales diversos a cuyo respecto una política de autoconsumo proporciona un interesante mercado.

Por ello abordaremos la cuestión en un marco ampliado, el de la producción de metanol. Es ésta una solución propuesta por J. CORDIER en el marco de USINOR; nos contentaremos con transponer el plan al contexto de SOLMER.

La fabricación de metanol a partir de los gases residuales de la fábrica siderúrgica es una interesante operación por cuanto

- la fabricación de metanol va a tener previsiblemente un importante desarrollo; se prevé efectuar en Francia con tal objetivo importantes inversiones,

- la fábrica siderúrgica dispone ampliamente de las dos materias de base, H_2 y CO, necesarias,

- el metanol, producto líquido, permite resolver el problema del "confinamiento" de la fábrica siderúrgica, confinamiento limitado a su propio territorio, o ampliado al marco de un emplazamiento industrial como el de Fos.

En las siguientes consideraciones, admitiremos pues que :

- la fábrica trata el máximo nivel posible de su gas de coquería para extraer el mismo el hidrógeno (y naturalmente el benzol),

- se recupera la proporción de gas LD que es necesaria para suministrar las cantidades de CO correspondientes a la estoequiometría CO, $2H_2$,

- como la fábrica, respecto a la estructura de referencia, se hace deficitaria en gas, al menos en gas rico, conviene promover al máximo el gas de alto horno como combustible de base,

- es posible que en estas condiciones, la fábrica se haga deficitaria en gas de alto horno, lo cual libera nuevas posibilidades de progresos técnicos (enhornado caliente generalizado, extinción en seco, etc.).

El cuadro VI corresponde a un caso figurado particular.

El nuevo esquema comporta la puesta en servicio de una instalación de extinción en seco que suministra vapor de alta presión (100 bares) susceptible de alimentar directamente a los soplantes de los altos hornos. Esta aparición de una nueva fuente energética (unas 150 termias por tonelada de fundición), la disminución a su estricto mínimo de la actividad de la central permiten calcular el nuevo balance materia.

Se constata así pues que :

a. el 88% del gas de coquería pasa por el tratamiento con PSA para liberar 243 ter. de hidrógeno correspondientes a la producción de 67,5 Kg de metanol por tonelada de fundición (con 43 ter. de benzol).

b. el gas residual después de tratamiento con PSA es inyectado, en cuanto a lo esencial, en los dos altos hornos que no requieren pues ningún otro combustible auxiliar. Queda un resto de gas residual expedido a los hornos de lingotes.

c. el aproximadamente 12% de gas de coquería no tratado con PSA se envía :

- al calentamiento de los hornos de coque
- a la aglomeración
- al horno de lingotes.

Cabe destacar la proporción de gas de coquería para el calentamiento de los hornos de coque; hemos admitido en efecto con SOLMER que, dado el progreso en la automatización del calentamiento de los hornos, se podría disminuir el PCI de gas mixto utilizado a este efecto a 800 Kcal/Nm3.

d. Hay empleo masivo de gas de alto horno a nivel de los cowpers y de los hornos de lingotes. Ello implica modificaciones tecnológicas a nivel de estos aparatos (sobre todo en los hornos de lingotes), pero es éste otro problema. Ello también implica el empleo masivo de oxígeno para mantener la temperatura de llama al mismo nivel que la referencia.

e. En estas condiciones, la cantidad total de oxígeno es importante

- 48 Nm3/tf en los cowpers
- 19 Nm3/tf en el alto horno
- 47 Nm3/tf en los hornos de lingotes

lo cual excede con mucho de las posibilidades de producción actuales de la fábrica.

Así pues, se debería construir una nueva fábrica de oxígeno, señalándose que el grado de pureza de este oxígeno podría ser sensiblemente inferior al necesario para la conversión al oxígeno.

f. Por último, en el marco considerado, ya no queda gran cosa para alimentar la central de cara a la producción de corriente eléctrica; el esquema implica pues un gran aumento del consumo eléctrico para satisfacer a las necesidades corrientes de la fábrica.

Tomando la presentación ya adoptada, se pueden poner de manifiesto las necesidades de energía diferenciales necesarias para la producción de metanol, lo cual se presenta en el cuadro VII.

Hemos admitido, al carecer de informaciones suplementarias, que el hidrógeno y el gas LD se suministraban a una instalación de producción de metanol situada en el marco de la fábrica

- el hidrógeno en forma de hidrógeno puro de 24 bares
- el CO en forma de gas LD, no tratado y a baja presión.

Ahora bien, se ve que :

- a partir de un consumo de 102 Nm3 de oxígeno y de 134 Kwh por tonelada de fundición, se pueden producir 67,5 Kg de metanol, más 4,3 Kg de benzol, o bien :

- la producción de una tonelada de metanol implica un consumo de 3.040 Kwh, con una producción suplementaria de 64 Kg de benzol.

En resumen, se puede decir que :

A. La producción de metanol es una operación que se sitúa perfectamente en el marco de la fábrica siderúrgica integrada que obtiene de tal modo una interesante valorización del hidrógeno contenido en el gas de coquería y del CO contenido en el gas LD.

B. Esta operación "de apertura" de la fábrica puede permitir una resuelta política de utilización del gas de alto horno, dopado con ayuda de oxígeno.

C. Esta utilización de gas de alto horno, provoca la necesidad de recurrir a nuevos recursos del "yacimiento energético", por ejemplo la extinción en seco del coque.

D. De ello se deriva un mayor consumo de energía eléctrica, incremento ligado a :

- el consumo necesario a la extracción de hidrógeno,
- la producción de oxígeno,
- la disminución de la actividad de la central.

Todo ello constituye un magnífico ejemplo de la penetración de la energía eléctrica de cara a la producción de productos hidrocarburados.

Señalemos, por último, que todo este esquema sólo recurre a técnicas clásicas, todas las cuales son de alta fiabilidad tecnológica.

VI. FABRICACION DE METANOL Y UTILIZACION DEL CARBON

El anterior esquema es interesante desde un punto de vista intelectual; no está sin embargo carente de defectos.

- Recurre sumamente a la energía eléctrica; la misma sigue siendo, pese a todo, durante una buena parte del año, una energía cara,

- implica la realización de importantes inversiones : extinción en seco, central de oxígeno, adaptación tecnológica de los coupers y sobre todo, hornos de lingotes.

Si se admite que, al menos para los próximos años, el carbón seguirá siendo la energía menos cara, se puede proyectar un esquema distinto, recurriéndose de nuevo a la inyección de carbón en las tuberas del alto horno. Tomamos pues, respecto al gas de coquería, el mismo esquema de base que anteriormente, con la diferencia de que ya no hay inyección de gas residual en las tuberas. La fábrica resulta entonces ampliamente excedentaria en gas rico, empleado en los coupers y en los hornos de lingotes, lo cual corresponde al cuadro VII.

Se ve que :

a. hemos mantenido pues las cantidades de gas de coquería tratado, aunque en este caso se podría aumentar todavía la producción de gas de coquería tratado (había en el anterior caso la necesidad de mantener un talón de gas rico a nivel de los hornos de lingotes, por razón de equilibrio térmico gas rico, gas pobre, oxígeno).

b. hemos mantenido la presencia de la extinción en seco. En realidad, es solamente para establecer la comparación con el caso anterior; el establecimiento de esta instalación ya no se justificaría necesariamente en este caso figurado, a causa del excedente de gas.

c. En estas condiciones se ve que ya no hay ningún problema tecnológico particular. Existe un importante excedente de gas rico quemado en la central lo cual, en periodo invernal, es una solución aceptable. Existe entonces un importante excedente de gas de alto horno, lo cual no plantea todavía ningún problema.

Podemos establecer ahora un esquema idéntico al ya presentado respecto a la operación metanol.

Con las mismas hipótesis que en el anterior capítulo (cuadro VIII)

- por tonelada de fundición la utilización de 66,4 Kg de carbón sumado a 17 Nm3 de oxígeno permite la producción de 67,5 Kg de metanol, de 4,3 Kg de benzol y una producción suplementaria de energía eléctrica de 33,2 Kwh.

PARA OBTENER UNA TONELADA DE METANOL EN EL ESQUEMA INDICADO SE REQUIEREN 984 Kg DE CARBON CON LA PRODUCCION SUPLEMENTARIA DE 64 Kg DE BENZOL Y DE 316 Kwh.

Se ve pues que, también a este respecto, estamos en presencia de un interesante esquema que permite obtener metanol (y benzol) a partir de carbón.

Lo que constituye tal vez el principal interés de este esquema es que en realidad no es contradictorio con el anterior. Conocemos bastante los altos hornistas para afirmar que están dispuestos a proyectar un funcionamiento según temporadas

- temporada de "verano" durante siete a ocho meses, en que se practica la inyección de gas en las tuberas,

- temporada de "invierno", durante el resto del año, con inyección de carbón.

Estamos persuadidos de que están dispuestos a aceptar esta adaptación, en la medida en que se les garantice :

- que no se modifique la puesta en la trituradora de coque, lo cual es una condición esencial para la estabilidad del flujo gaseoso,

- que no se modifique el ritmo de producción.

Se ve que ello tiene por lo demás dos consecuencias :

1. en este esquema, la inyección en forma de mezcla carbón-agua es sumamente preferible, ya que

- sólo se adopta en invierno, periodo en el que no hay problemas de vaporización de gas, antes al contrario

- acarrea un mucho menor coste de inversión

2. se encuentra valorizada la propia extinción en seco, en verano porque libera gas del alto horno para uso térmico, y en invierno porque libera gas del alto horno para producir electricidad.

Por último, no está excluido proyectar, para el conjunto del funcionamiento anual, una fórmula mixta, con inyección simultanea de gas residual y de carbón en los dos altos hornos, con posibilidad de modulación.

- por temporadas, con predominancia del empleo de carbón en invierno, y de gas residual en verano,

- instantánea (a escala del alto horno) para adaptarse a las circunstancias energéticas del momento.

Habría de tal forma una magnífica adaptación del alto horno, que se convertiría en regulador del sistema energético de la fábrica. Es cierto que queda por efectuar a este particular un esfuerzo de persuasión respecto a nuestros amigos explotantes.

RESUMEN - CONCLUSION

Una vez realizado el conjunto del programa de inversiones y de progresos previstos por el nuevo plan siderúrgico, las fábricas siderúrgicas francesas integradas verán bloquearse sus esfuerzos en el campo del ahorro de energía por cuanto conducirán a la producción de corriente eléctrica.

En el caso de una fabrica como SOLMER, tomada como ejemplo, se llegará en 1986 a una situación correspondiente a un excedente considerable de gas rico (gas de coquería o gas LD) respecto a las necesidades tradicionales, cowpers, hornos de lingotes, etc... Se ha encontrado una solución mediante la inyección del gas de coquería excedentario (cerca de la mitad de la producción) a las tuberas del alto horno. Ello tiene dos consecuencias inmediatas. Esta solución

- impide la inyección de carbón, operación por lo demás sumamente beneficiaria,

- desalienta a emprender cualquier esfuerzo suplementario en materia de ahorro de energía, ya que el ahorro así obtenido conduciría automáticamente a la producción de electricidad suplementaria.

"La apertura" de la fábrica siderúrgica al mundo exterior, es decir, el suministro por la fábrica de una parte de la energía contenida en sus gases residuales ricos a instalaciones no siderúrgicas, proporciona un importante grado de libertad. Esta salida de energía tiene dos consecuencias :

- permite introducir la inyección de carbón para la totalidad o una parte de la producción de fundición,

- permite efectuar importantes compras a EDF, directamente : energía de compresión, producción de oxígeno, e indirectamente : incrementado empleo de gas de alto horno, como combustible y correlativa disminución de las cantidades de este gas quemadas en la central.

Se han examinado dos modelos "de apertura" :

- la extracción de hidrógeno del gas de coquería para el suministro a una refinería situada en el perímetro del complejo petrolífero de FOS. Esta operación permite introducir la inyección de carbón a las tuberas. Sin embargo es insuficiente para transformar profundamente el contexto energético de la fábrica. Se trata de una operación sencilla, que recurre a técnicas afianzadas, lo cual podría constituir una primera fase de un plan de desarrollo más ambicioso.

- la producción de metanol, a partir del hidrógeno extraído del gas de coquería y del gas LD, que aporta el CO necesario. Este gran recurso a las reservas de energía de la fábrica puede permitir una más ambiciosa política; en particular el masivo recurso al gas de alto horno como combustible de base a nivel de los diferentes hornos puede entrañar una nueva situación en la que la fábrica siderúrgica se convertiría entonces en deficitaria en cuanto a gas pobre. Ello abriría la posibilidad de recurrir a nuevas fuentes de ahorro de energía : la extinción en seco del coque, por ejemplo.

Por otra parte, se debe recurrir a energías suplementarias provenientes del exterior :

- la electricidad mediante recurso masivo al empleo de oxígeno, y también mediante la muy importante disminución de las posibilidades de autoproducción,

- o el carbón por inyección en las tuberas de los altos hornos.

Lejos de oponerse, consideramos que ambas soluciones se pueden compaginar armoniosamente

- recurso a la energía eléctrica durante los siete a ocho meses "cálidos", en los que el precio del Kwh debe ser bastante bajo para que resulte competitiva la energía eléctrica,

- recurso a la inyección de carbón durante los cuatro o cinco meses "fríos".

El cuadro X presenta una versión sintética de los principales resultados : muestra cómo, en los diferentes casos figurados, se opera la transformación, a través del marco de la fábrica siderúrgica clásica, de la energía primaria :

- electricidad
- carbón

en energías sofisticadas:

- H2 (suministro a un refinador)
- o H2 y CO (producción de metanol)

Se impone efectuar dos observaciones, como se deriva de un detallado examen de los diferentes esquemas :

- en todos los casos figurados, sólo se recurre a técnicas experimentadas, de alto grado de fiabilidad; el único problema es la compaginación racional de los diferentes elementos del rompecabezas,

- el rendimiento "energía primaria" y "energía sofisticada" es excepcional ya que, aparte de la energía eléctrica de uso mecánico (compresión para extracción de hidrógeno, o para producción de hidrógeno), no hay ninguna pér-

dida térmica distinta de las pérdidas tradicionales.

Lo que se ha dicho respecto a SOLMER también es cierto para DUNKERQUE y SOLLAC. Se puede decir que nuestras tres grandes fábricas siderúrgicas están perfectamente adaptadas a una nueva evolución en el plano energético, evolución rigurosamente conforme a las principales orientaciones de la política energética nacional.

CUADRO I

B A L A N C E M A T E R I A

SOLMER 1986

PRODUCCION POR TALLER		por tonelada de bobinas Kg	por tonelada de fundición Kg
AGLOMERACION	5300 KT	1480	1440
COQUE			
TOTAL	1680 KT		
HF	1480 KT	417	400
FUNDICION	3700 KT	1042	1000
LINGOTES	3625 KT	1022	980
BOBINAS en caliente	3550 KT	1000	959

COMPRAS (ENERGIA)	KT	Tep (10^3)
CARBON (seco)	2160	1633
PEQUENO COQUE	40	28
CHATARRAS	-	-
COMBUSTIBLES DIVERSOS		6
ELECTRICIDAD	810 GWH	

VENTAS (ENERGIA)		
ALQUITRANES	62,6 KT	54,2

CUADRO II

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ALTOS HORNOS

TIPO DE INYECCION	GAS COQUERIA	GAS RESIDUAL	MEZCLA AGUA-CARBON (25-75)
TEMPERATURA DE VIENTO °C	1300	1300	1300
HUMEDAD DEL VIENTO g/Nm3	10	10	10
CANTIDAD DE COKE NECESARIA Kg/TF	400	400	400
INYECCION (Kg/t)	41,6	54,5	66,4*
Th/tf	448	458	485
CANTIDAD DE VIENTO NATURAL Nm2/tf	939	930	916
O_2 Nm3/tf	11,9	19,3	29
TEMPERATURA DE LLAMA °C	2245	2250	2269
GAS VOLUMEN (seco) Nm3/tf	1420	1423	1430
CALOR LATENTE ter/tf	1068	1078	1090
PCI Kcal/Nm3	754	758	765

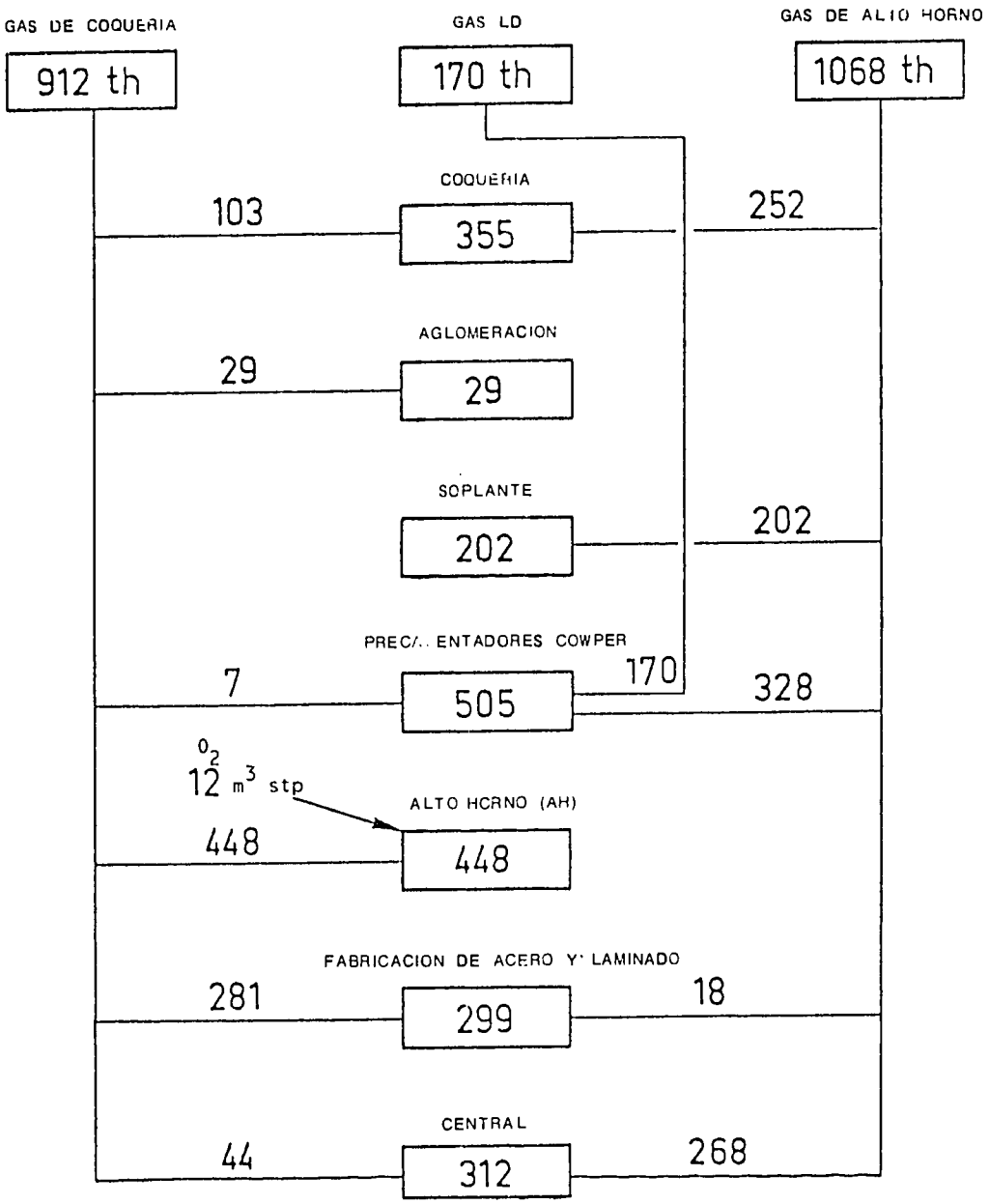
* CARBON SECO

Cuadro III

CASO I

INEYECCION GAS DE COQUERIA EN 2 AH

POR TONELADE DE FUNDICION



Cuadro IV

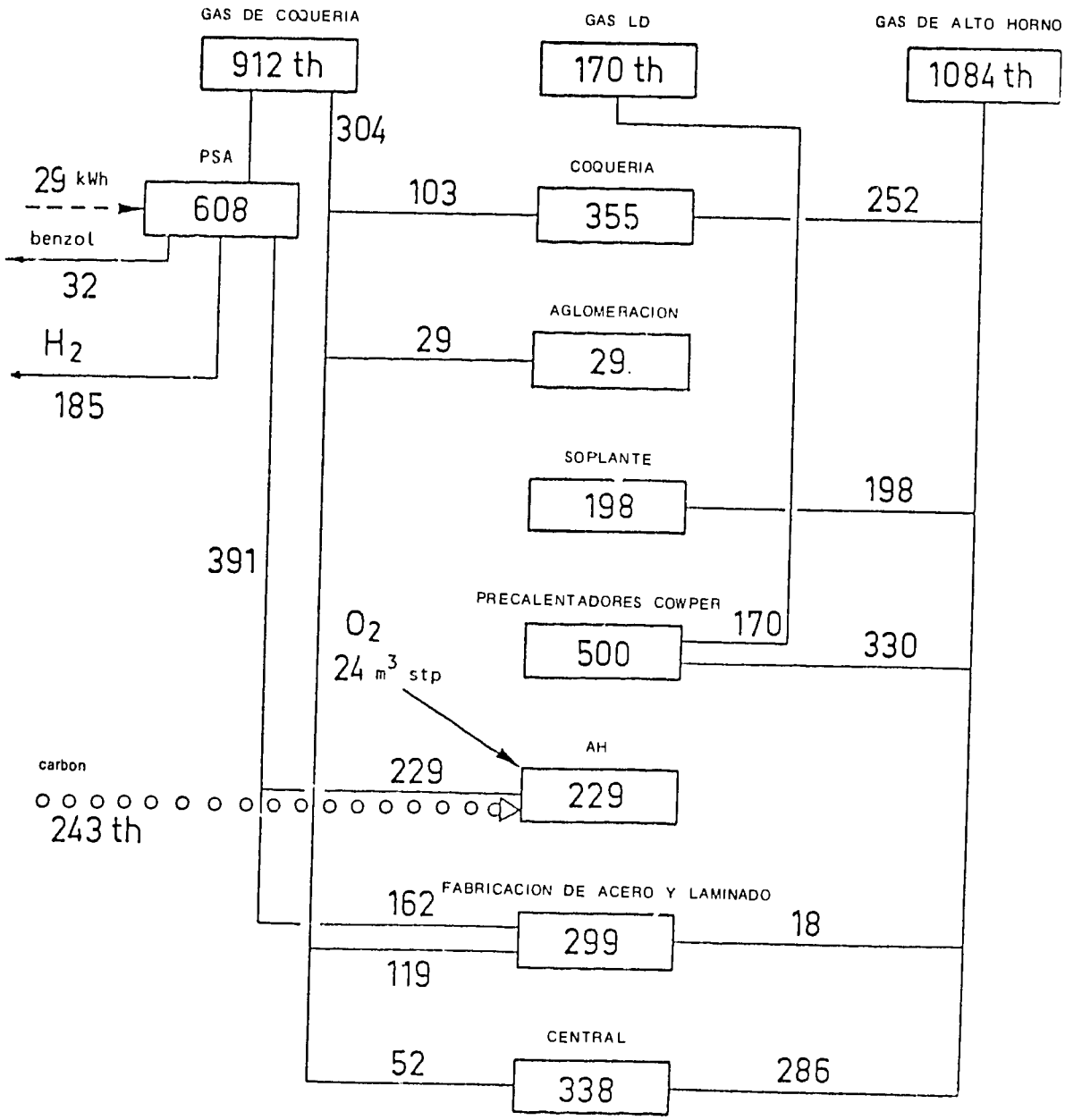
CASO II

EXTRACCION H_2

INYECCION GAS RESIDUAL EN I AH

INYECCION MEZCLA AGUA-CARBON EN I AH

POR TONELADA DE FUNDICION



Cuadro V

EXTRACCION HIDREGENO

POR TONELADA DE FUNDICION

12 m^3 stp O_2 +19.5 kWh + 33.2 kg carbon	=	72 m^3 stp/H_2 + 3.2 kg benzol

POR TONELADA DE HIDROGENO

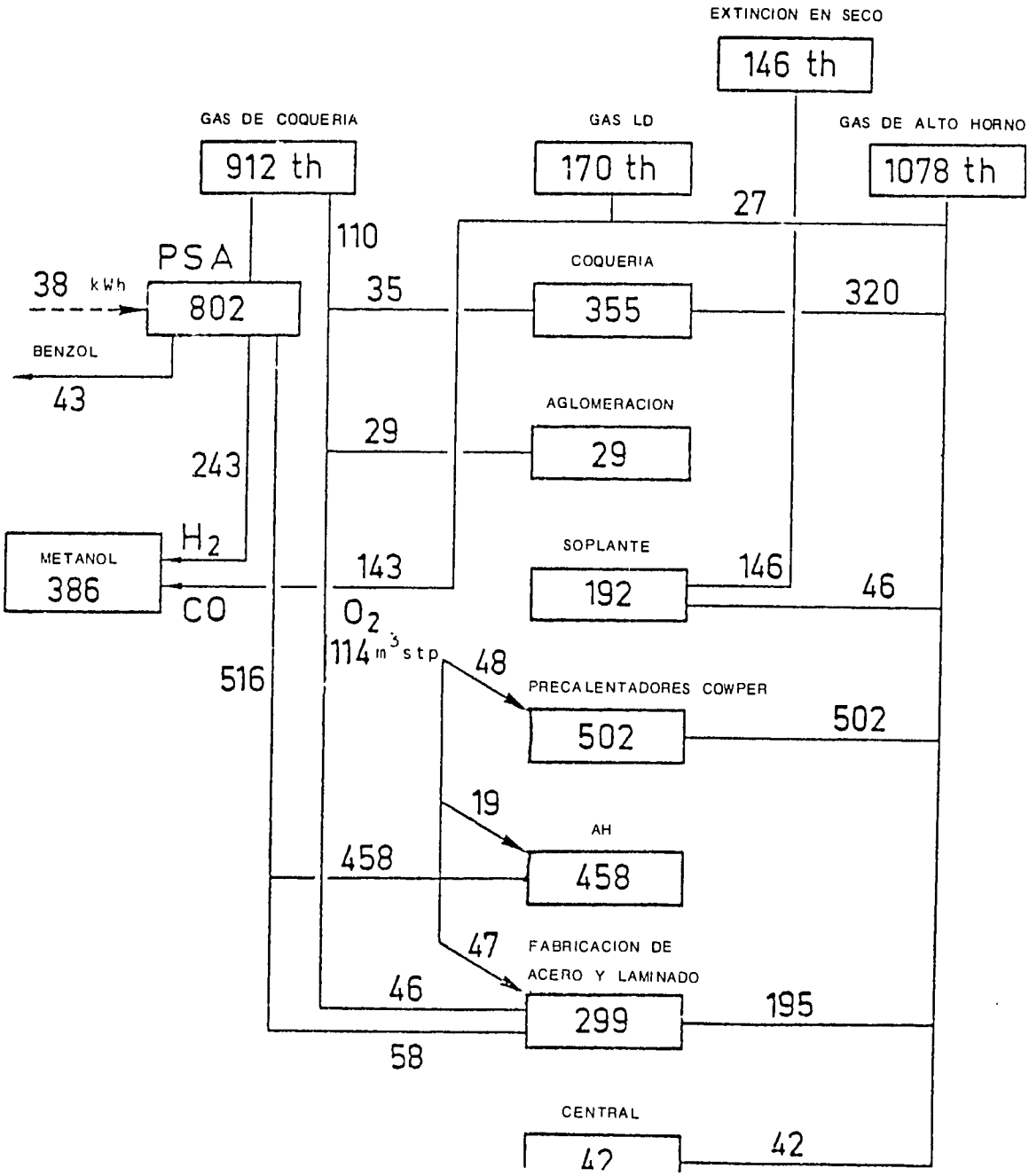
1 tonelada H_2	=	4.340 kWh * +5.160 kg carbon −520 kg benzol

* 1. m^3 stp O_2 = 0,7 kWh

Cuadro VI

CASO III

PRODUCCION DE METANOL
INYECCION DE GAS RESIDUAL EN 2 AH
POR TONELADA DE FUNDICION



Cuadro VII

PRODUCCION DE METANOL
(APARTE DE LA ENERGIA DE FABRICACION)
A PARTIR DE ELECTRICIDAD

POR TONELADA DE FUNDICION

102 m^3 stp O_2	=	67.5 kg METANOL
+ 134 kWh		+ 4.3 kg BENZOL

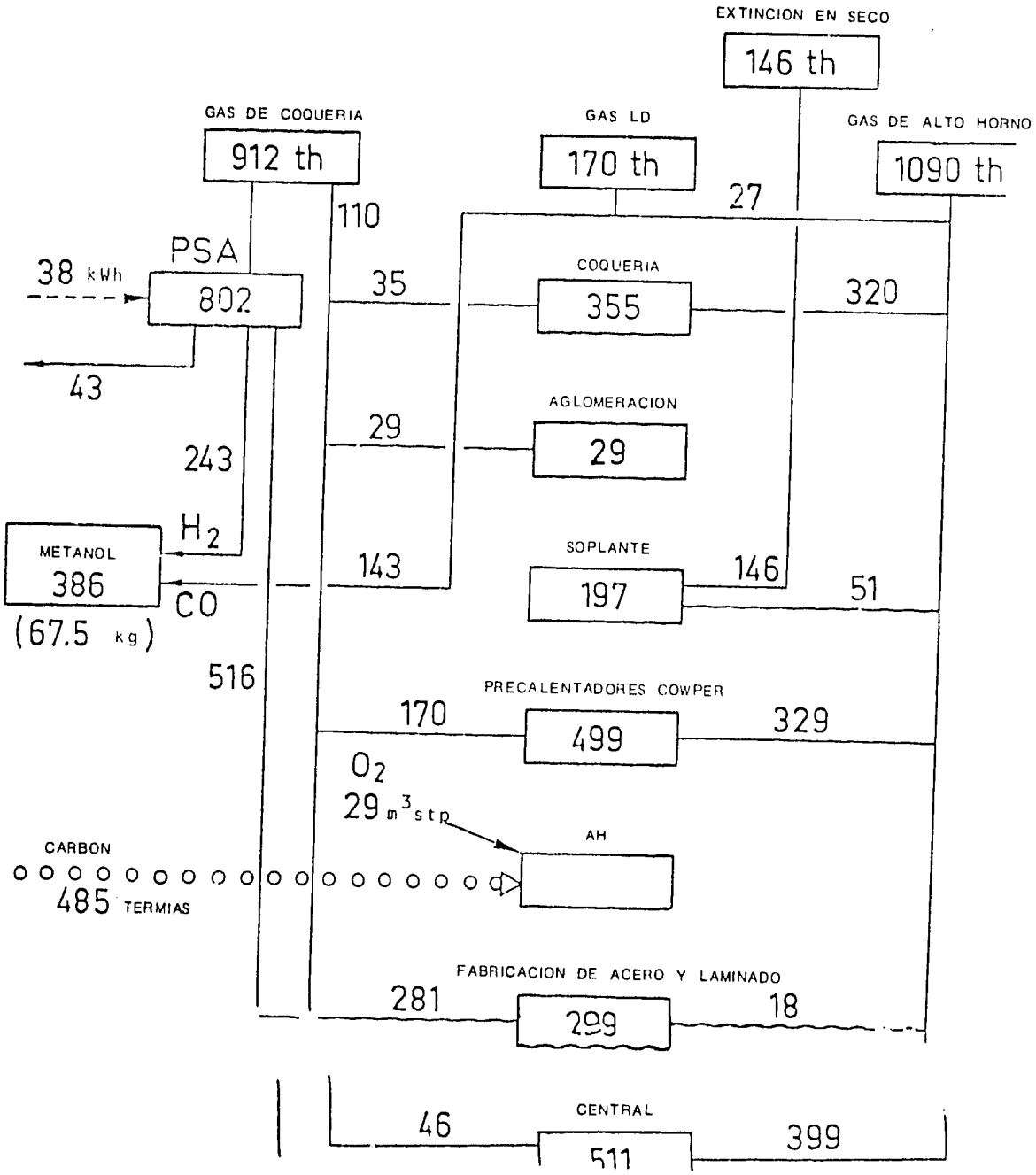
POR TONELADA DE METANOL

3040 kWh	=	1000 kg METANOL
		+ 64 kg BENZOL

Cuadro VIII

CASO IV

PRODUCCION DE METANOL
INYECCION MEZCLA AGUA CARBON EN 2 AH
POR TONELADA DE FUNDICION



Cuadro IX

PRODUCCION METANOL
(APARTE DE LA ENERGIA DE FABRICACION)
A PARTIR DE CARBON

POR TONELADA DE FUNDICION

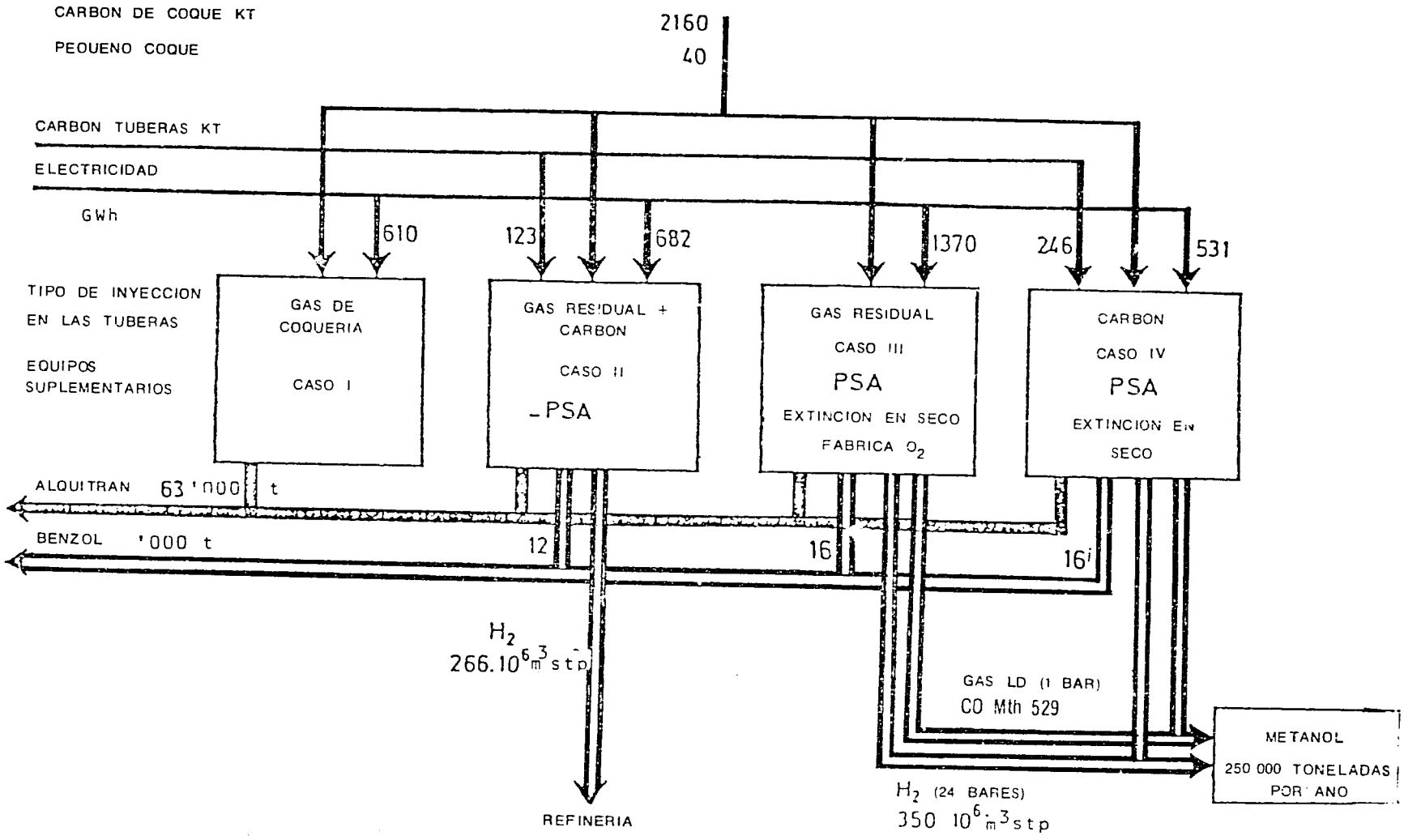
17 m^3 stp O_2 + 66.4 kg CARBON	=	67.5 kg METANOL + 4.3 kg BENZOL 33.2 kWh

POR TONELADA DE METANOL

984 kg CARBON	=	1000 kg METANOL + 64 kg BENZOL + 316 kWh

Cuadro XI

COMPARACION DE DIVERSAS SITUACIONES ENERGETICAS (POR AÑO)



Uso Racional De Energia En La Industria Siderurgia: "La Experiencia en Altos Hornos de México"

Eli Campos Sandoval
Sub-Gerente Fuerza Motriz
Altos Hornos S.A., México

Altos Hornos de México, S. A., es una industria siderúrgica integrada, que con las empresas Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey -- y SICARTSA, forman el grupo de empresas paraestatales de SIDERMEX.

Fundada en 1941, con capital mayoritario del sector público y una - minoría de capital del sector privado, se decidió establecerla en la ciudad de Monclova en el estado Fronterizo de Coahuila, aproximada-- mente 1,000 Kms. al norte de México, D. F., capital de la República. Se optó por establecer la empresa en ésta Ciudad, porque aunque era relativamente pequeña, contaba con la mayor infraestructura que permitiría aprovechar los yacimientos de carbón, situados a 100 Kms. al norte de la ciudad, y el mineral de fierro, localizados a 340 Kms. - al noroeste de la misma, en el vecino estado de Chihuahua, además se contaba con el caudal del Río Monclova para el suministro de agua -- necesario para los procesos siderúrgicos. Así, en 1942 se inició la construcción del complejo siderúrgico mas grande de México, y segundo de América Latina, con una capacidad original de 100,000 Tons. -- anuales de acero, dando ocupación a 1,364 personas, entre obreros, - empleados, técnicos y funcionarios.

Actualmente, A.H.M.S.A. cuenta con una capacidad instalada para 3 -- Millones de toneladas anuales de acero en lingote, en sus plantas -- de Monclova, y están en procesos de construcción equipos que le permitirán incrementar su capacidad a 4.2 MM. de Tons. anuales en un -- futuro mediato. Es fuente de trabajo donde laboran 20,000 personas - en sus plantas de Monclova, y más de 30,000 en las 38 empresas integradas o asociadas que forman el grupo A.H.M.S.A., en el norte y - - centro de la República. Esto ha convertido a esta Empresa en el factor de desarrollo mas importante para la región de Monclova, cuya -- población rebasa ya los 220,000 habitantes; y es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo industrial y económico del país.

La variedad de sus productos es amplia, podría resumirse como sigue:

Placa rolada en caliente: Para la industria naviera, fabricación de tubería, cabezas para tanque de almacenamiento y fabricación de estructuras para torres de líneas de transmisión de energía eléctrica.

Lámina negra, rolada en frío para las industrias automotriz y de enseres domésticos, principalmente.
Hojalata para fabricación de envases para la industria alimenticia.
Pérfiles ligeros y estructurales, en secciones redonda, hexágonal, solera, varilla corrugada, alambrón, ángulo, canal y vigas estándar y tipo "IPR", para las industrias metalmecánica y de la construcción.

Sus departamentos de producción mas importantes son los siguientes:

2 Plantas de Sinter.
1 Planta Peletizadora.
2 Plantas de Coquización.
5 Altos Hornos.
1 Acería H. A.
2 Acerías B.O.F.
2 Máquinas de Colada Continua.
1 Departamento de Laminación en Caliente para aceros planos.
1 Departamento de Laminación en Caliente para pérfiles ligeros y estructurales.
2 Departamentos de Laminación en Frío.
6 Plantas de Fuerza.
3 Plantas de Oxígeno.
y Departamentos de apoyo a la producción.

La naturaleza de sus procesos permite generar volumenes substanciales de gas alto horno y gas de coque que se convierten en una fuente propia de energía que satisface en parte los requerimientos de ésta Empresa.

POLITICAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGETICOS.

Para A.H.M.S.A. ha sido una preocupación constante desde los primeros años de operación, la utilización óptima de todos sus recursos. Congruentemente con esta política, y con el fin de aprovechar las fuentes secundarias de energía que en una industria siderúrgica integrada se presentan, se han modificado todos los equipos que originalmente fueron diseñados para el consumo de combustibles sólidos y/ó líquidos.

De ésta manera, en sus plantas de generación de vapor, que en un principio consumían carbón y combustóleo, se han instalado sistemas de combustión que operan a base de gas de coque y de gas alto horno como combustibles principales y gas natural y/ó combustóleo como combustible de apoyo. Así mismo, en sus hornos y fosas de recalentamiento, que originalmente quemaban aceite diesel ó combustóleo, se han practicado las modificaciones necesarias para consumir gas coque como principal fuente de calor, con apoyo de gas natural.

Otro aspecto muy importante es el aprovechamiento de la energía liberada en sus máquinas de generación de energía eléctrica, en las que se aplican sistemas de "Ciclo Combinado" para la recuperación de calor, lo que permite lograr la mas eficiente operación de éstos sistemas. Algunas de éstas aplicaciones se pusieron en operación desde el año de 1946, época en que se inició la utilización de los gases generados en la planta. Desde entonces, A.H.M.S.A. ha sido fiel en su plítica de optimización en el consumo de sus propios enérgeticos; cabe mencionar que en todos sus proyectos de expansión se ha mantenido la misma filosofía.

A medida que las instalaciones de Altos Hornos fueron incrementándose como resultado de los planes de expansión, muy pronto se detectó la necesidad de contar con un centro de despacho de combustibles; desde el cual, en forma racionalizada, se efectuaría la distribución de los mismos, tomando como base disponibilidad y demandas instantáneas.

Con el objeto de lograr el máximo aprovechamiento de los gases - generados en la planta, Gas de Coque y Gas Alto Horno, en el año de 1967 entró en operación la anteriormente mencionada "Central- de Despacho de Combustibles", en la que se contralizó la medi -- ción de las variables principales, para que mediante observación directa de ellos se tuvieran bases para lograr una distribución- óptima con un mínimo de pérdidas de gases a la atmósfera.

Sobre los mismos principios, en el año de 1972 inició sus operaciones un "Centro de Despacho de Carga", el cual ha permitido -- lograr ahorros substanciales mediante el máximo aprovechamiento- de la capacidad de generación de energía eléctrica instalada en- la planta.

En otros aspectos igualmente importantes de ahorro de energía --- relacionados directamente con los procesos siderúrgicos, no - --- pueden pasarse por alto los esfuerzos desarrollados por A.H.M.S.A. para seleccionar los equipos y procesos mas eficientes, de tal -- manera que a partir de 1971 entraron en operación los siguientes- equipos:

- Un alto horno con capacidad de 1,600 Ton/Día que opera con - una presión en el "TOP" hasta de 1.2 Kg/Cm^2 y una temperatura del aire de soplo de 1,100 °C.
- Una acería que opera a base de 3 convertidores al Oxígeno -- (BOF) .con capacidad de 75 Ton/Colada cada uno.

En 1976 entró en operación la Siderúrgica No. 2, que es practicamente una planta siderúrgica integrada y opera coordinadamente -- con la Siderúrgica No. 1 y cuenta con las siguientes instalaciones:

- Una planta coquizadora con capacidad de 2,300 Ton/Día coque - metalúrgico.

- Un alto horno con capacidad de 4,800 Ton. Arrabio/Día que opera con una presión en el "TOP" de 1.5 Kg/Cm^2, temperatura del aire de soplo de 1,200 °C y que cuenta con un -- sistema de distribución uniforme de carga (Paul Worth).
- Una acería con un convertidor al oxígeno con capacidad de 125 Ton/Colada.
- Una máquina de colada continua de dos hilos para planchones hasta 200 X 1065 mm.
- Una planta de fuerza que cuenta con una caldera de 170 -- Ton/Hr., un turbosoplador de 4,500 M^3/Min. de aire, un -- turbogenerador a base de gas de 14.8 MW con una caldera - de recuperación de 50 Ton/Hr.

Actualmente se tiene en período de prueba una planta concentradora de mineral de hierro, con capacidad de 1'500,000 Ton/Año;- un ferroducto de 200 y 250 mm. X 381.5 Km. de Longitud, para la transportación de finos de mineral de hierro, con una capacidad de 4'500,000 Ton/Año.

En el tercer trimestre de este año entrarán en operación los -- siguientes equipos:

- Planta peletizadora con capacidad de 3'000,000 Ton/Año.
- Un segundo convertidor al oxígeno con capacidad de 125 -- Ton/Colada.
- Una segunda máquina de colada continua de 2 hilos para - - planchones de 200 X 1570 mm.

Para mediados de 1984, iniciará su operación otra planta concentradora de mineral de hierro, con capacidad de 3'000,000 Ton/Año. Posteriormente, se instalarán 2 plantas desulfuradoras de arrabio y se llevarán a cabo instalaciones y modificaciones de equipos en los altos hornos existentes en la Siderúrgica No. 1, para mejorar los--

sistemas de distribución de carga y trabajar con mayor temperatura en el soplo, así como para incrementar la inyección de hidrocarburos, con objeto de disminuir el consumo unitario de coque - - - - (Coke Rate).

Con éstas modificaciones, la producción de acero que antes de 1971 se elaboraba 100% en hornos de Hogar Abierto, en 1983 se lleva a - cabo en un 35% en hornos H. A. y 65% en convertidores "BOF", y - - para 1986 ésta producción será 30% en hornos H. A. y 70% en hornos básicos de oxígeno.

SITUACION ACTUAL CONSUMO DE ENERGETICOS.

En los anexos II y IIA, se muestran los balances de distribución de - combustibles elaborados en base a un ritmo de producción de 2.75 - - MMTon.Acero/Año programado para el año 1983.
La generación de calor se efectúa empleando los siguientes combusti-- bles en las proporciones indicadas:

Combustibles generados en la Planta:

Gas Alto Horno	21.1 %
Gas de Coque	16.8 %

Combustibles comprados:

Gas Natural	58.6 %
Combustóleo	3.1 %
Diesel	0.4 %

Estos combustibles se distribuyen entre 19 departamentos de producción, los cuales incorporan más de 450 unidades de consumo de energía calorífica. En la tabla del anexo I se muestra un resumén de las diferentes - alternativas de distribución.
En éstas condiciones el costo de combustibles comprados estimado para - el presente año, será del orden de 4'289 Millones de Pesos, evaluados - en base a precios proporcionados por pémex para el mismo período.
Es importante hacer notar, que de no utilizarse los combustibles producidos en la planta, el costo por éste concepto para A.H.M.S.A. se - - incrementaría en aproximadamente 2'628 Millones de Pesos.

Para 1983, el consumo unitario de combustible por tonelada de acero - - producido será el siguiente:

Calor aportado por combustibles comprados.	3.47 MMKCal/Ton.	36.4 %
Calor aportado por combustibles generados.	2.12 MMKCal/Ton.	22.2 %
Calor aportado por coque Metalúrgico.	3.95 MMKCal/Ton.	41.4 %
Consumo Total Calor	9.54 MMKCal/Ton.	100 %
Consumo Neto de Calor	7.42 MMKCal/Ton.	

PLANES FUTUROS.

Aprovechamiento de combustibles.- Siguiendo la misma tónica, y con el propósito de absorber los excedentes de gases de coque y de altohorno que se generarán en el futuro, A.H.M.S.A. ha decidido la compra de equipos adicionales para generación de vapor y energía eléctrica, en cuya operación se utilizarán los excedentes mencionados como combustibles comprados:

En los balances de distribución de enérgeticos resumidos en los anexos III y IV, se muestran los resultados que se esperan obtener para un nivel de producción de 4.2 MMTon./Año de acero en lingote en las plantas de Monclova.

En esas condiciones, el costo de combustibles comprados en A.H.M.S.A. se estima será del orden de 6'857 Millones de Pesos por año, evaluados a precios promedio 1983. Nuevamente, cabe enfatizar, que de no consumir los combustibles propios el costo por este concepto se incrementaría en aproximadamente 6'329 Millones de Pesos por año, estimados sobre las mismas bases.

Control de Distribución de Enérgeticos.- Debido al gran número de equipos consumidores en operación, se están elaborando estudios preliminares para un proyecto que contempla la compra e instalación de equipo necesario para implementar un "Centro de Distribución de Enérgeticos", que complementaría a los centros actuales de distribución de energía eléctrica y combustibles.

Mediante la aplicación de las tecnologías mas avanzadas, éste sistema tendría básicamente las funciones de adquisición, procesamiento y visualización de datos en su primera fase, para posteriormente, en su fase final, aplicar un sistema de control digital distribuído para el control directo de las variables mas relevantes.

En éste centro de distribución se planea integrar las funciones de control de distribución de combustibles y de energía eléctrica, mismas que actualmente se ejecutan por separado aunque coordinadamente. Se ha planeado además, incluir en el sistema propuesto, el control de la distribución de otros fluídos vitales para la producción de acero, como son: Oxígeno, Nitrógeno, Agua, Vapor y Aire de Servicio; de ésta manera, puede decirse que la capacidad y flexibilidad características de éstos sistemas serán ampliamente aprovechados.

A.H.M.S.A. no podía descartar otras posibilidades de ahorro que como área de oportunidad se presentan en las unidades mismas de consumo. Para tal fin, se han elaborado estudios para la instalación de sistemas de recuperación de calor en fosas y hornos de recalentamiento.

La instalación de éstos equipos permitirá ahorro de aproximadamente 25% en consumo de combustibles, equivalentes a 72 MMKCal/Hr., y a 293'8 Millones de Pesos por año estimados en base a precios actuales de combustibles comprados. Estos proyectos se encuentran actualmente en la fase de análisis defactibilidad. (Ref. Croquis No. 6, Anexo V).

Para un futuro inmediato, se tienen en proceso de instalación analizadores continuos de gases de combustión para monitorear el contenido de oxígeno en gases de chimeneas. El siguiente paso será el de incorporar estas variables a los sistemas de instrumentación para controlar la relación aire/combustible.

Estos equipos se instalarán inicialmente en calderas y hornos de recalentamiento de planchones.

AHORRO DE ENERGIA EN CICLOS COMBINADOS.

Se tienen a la fecha instalados y en operación 5 ciclos combinados de turbinas de gas y calderas de recuperación. Dichas calderas -- producen con los gases de salida de las turbinas 143 Ton/Hr. de -- vapor para una generación de energía eléctrica de 27,000 KW. El -- ahorro estimado es del orden de 106'7 MMKCal/Hr., equivalentes a - un ahorro anual de 438 Millones de pesos en base a precios actua-- les.

En 1959 se puso en operación un ciclo combinado con turbina de gas de 8,100 KW y caldera de 65 Ton/Hr. de vapor, (Ref. Croquis No. 1). Los gases de salida de la turbina, 317,000 Kg/Hr. a una temperatura de 388 °C se distribuyen en la siguiente forma:
79,000 Kg/Hr. se utilizan como aire de combustión para la caldera,- y los 238,000 Kg/Hr. restantes, se mezclan con los gases de combustión de la caldera, pasando a través del economizador para calentar el agua de alimentación a la misma unidad. El ahorro anual en este- sistema es de 72 Millones de Pesos.

En 1965 entró en servicio otro ciclo combinado con turbina de gas - de 20,000 KW y caldera de recuperación de 27 Ton/Hr. de vapor - - (Ref. Croquis No. 2).
Los gases de salida de la turbina de gas, 470,000 Kg/Hr. a 300 °C - de temperatura pasan a la caldera, mezclados con los gases de salida del sobrecalentador. El ahorro anual en ésta instalación es de - 58 Millones de Pesos.

En 1976 entró en operación ciclo combinado con turbina de gas de -- alto horno de 14,800 KW y caldera de recuperación de 50 Ton/Hr. de- vapor, para alimentar un turbogenerador de vapor de 10,000 KW - - - (Ref. Croquis No. 3).
Los gases de salida de la turbina, 631,440 Kg/Hr. a 400 °C, se - - alimentan directamente a la caldera. El ahorro total es de 148 Millones de Pesos por año.

En 1977 entraron en servicio los ciclos combinados de 2 turbinas de gas de 15,500 KW c./u., y 2 calderas de recuperación de 39 Ton/Hr.- c./u. de vapor para alimentar un turbogenerador de 10,000 KW - - (Ref. Croquis No. 4).

Los gases de salida de la turbina, 420,000 Kg/Hr. a 390 °C en cada- unidad pasan directamente a las calderas respectivas. El ahorro - - total de éste conjunto es de 160 Millones de Pesos por año.

Para un futuro próximo, se tiene en proyecto la instalación de 2 -- calderas de 56 Ton/Hr. c./u., para integrar un ciclo combinado con- 2 turbinas de gas de 24,500 KW que recientemente entraron en operación. Con éste sistema se podrán recuperar 83'8 MMKCal/Hr., que - - representaría un ahorro de 346 Millones de Pesos por año, evaluados en base a precios actuales de combustibles.

ANEXO I

Alternativas de distribucion de combustibles

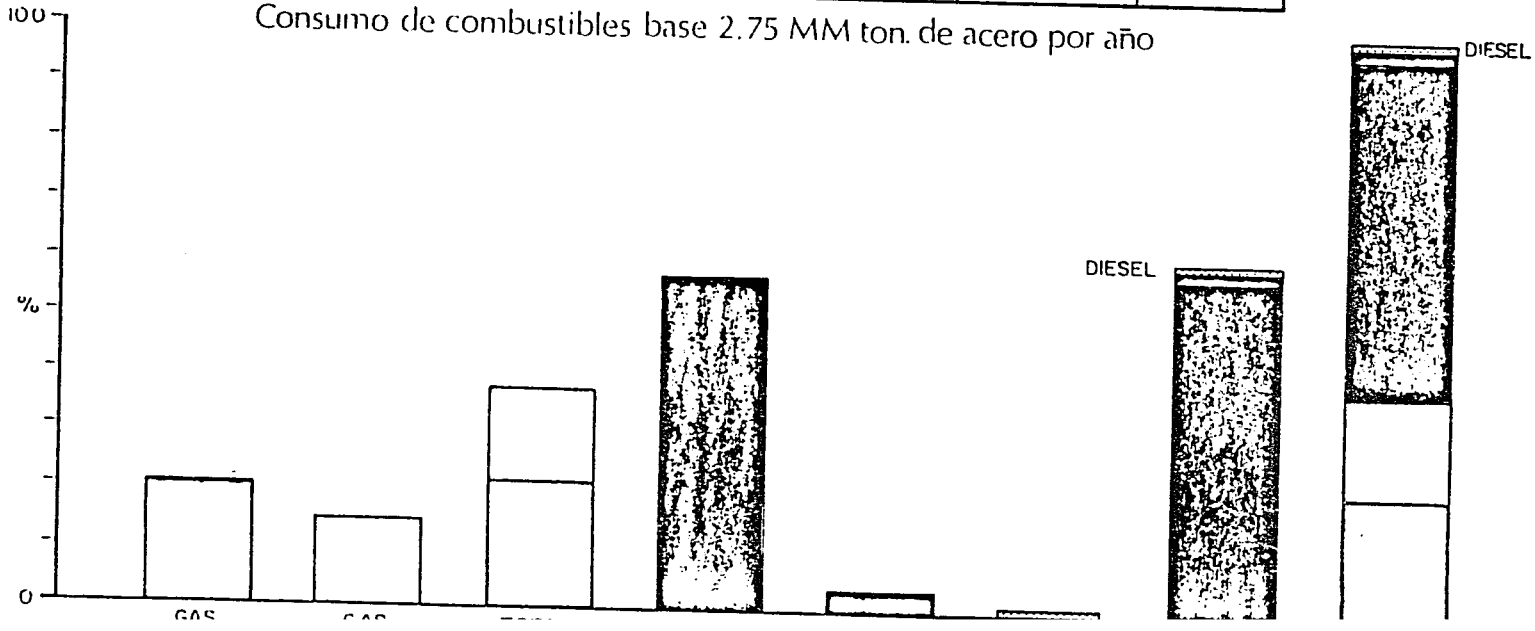
DEPARTAMENTO	GAS ALTO HORNO	GAS COQUE	GAS NATURAL	COMBUSTOLEO	DIESEL
COQUIZADORA					
PTAS DE SINTER					
ALTO HORNO					
ACERACION H A					
ACERACION B O F		F			
FOSAS DESBASTADOR 1					
HORNOS DE TIRA					
HORNOS DE PLANCHA					
FOSAS DESBASTADOR 2					
H. DE PALANQUILLA					
HORNO DE ALAMBRON					
HORNO P PESADOS					
HORNOS RECOCIDO					
P FUERZA No 1					
P FUERZA No 2					
P FUERZA No 3					
P FUERZA No 4					
P. FUERZA No 5					
P FUERZA No. 6		F			
VARIOS					

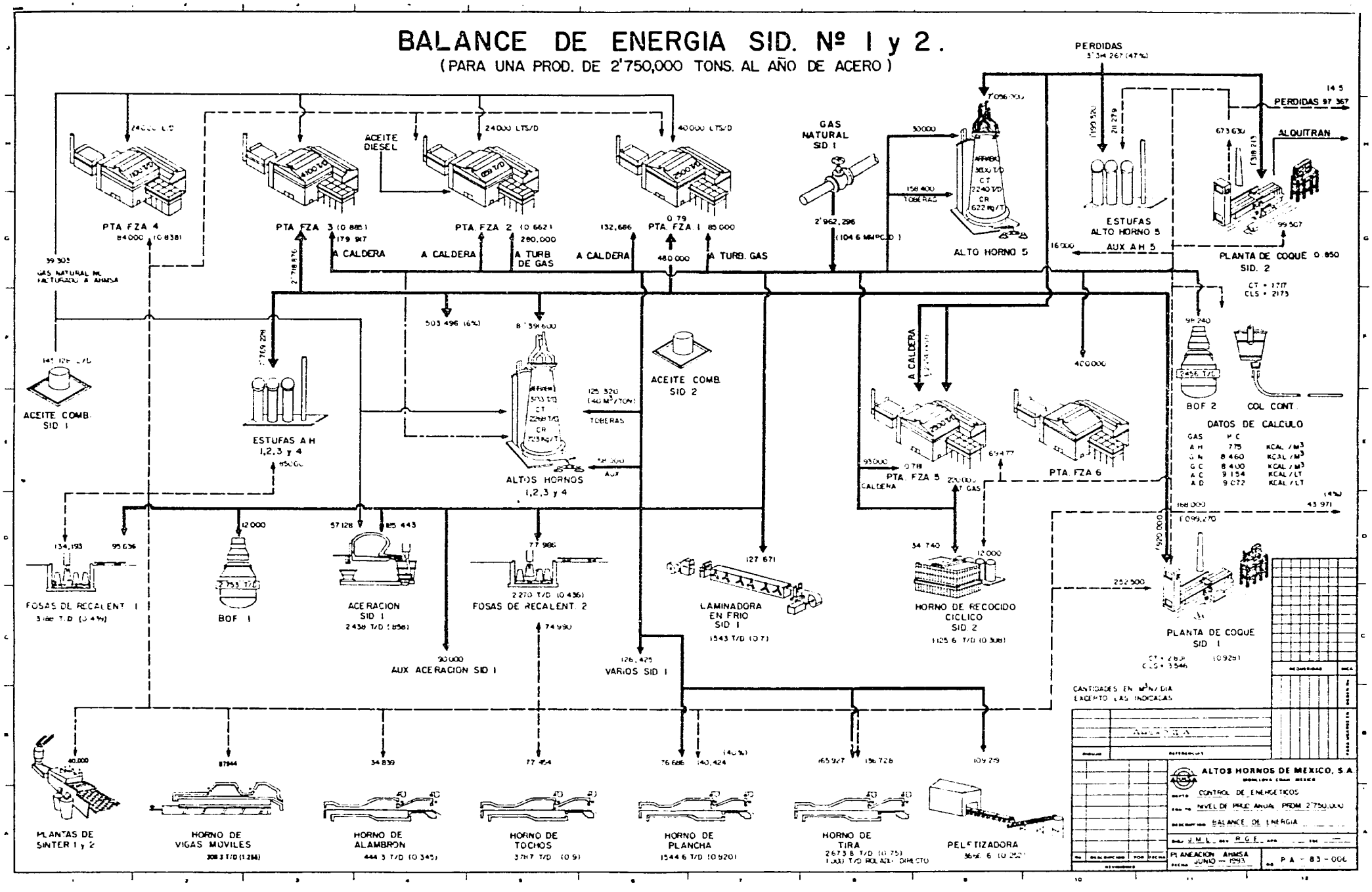
(F)- FUTURO

ANEXO No. II

		MILES M^3 POR DIA	MM K CAL POR DIA	MM K CAL POR TON DIA	% CALOR
COMBUSTIBLES GENERADOS EN LA PLANTA	GAS ALTO HORNO	11,629	9,013	1.17	21.1
	GAS DE COQUE	1,631	7,179	0.93	16.8
	TOTAL		16,192	2.12	37.9
COMBUSTIBLES COMPRADOS	GAS NATURAL	2,962	25,061	3.27	58.6
	COMBUSTOLEO	145	1,328	0.17	3.1
	DIESEL	20	181	0.05	0.4
	TOTAL		26,570	3.47	62.1
GENERADOS + COMPRADOS TOTAL			42,762	5.59	100.0

Consumo de combustibles base 2.75 MM ton. de acero por año

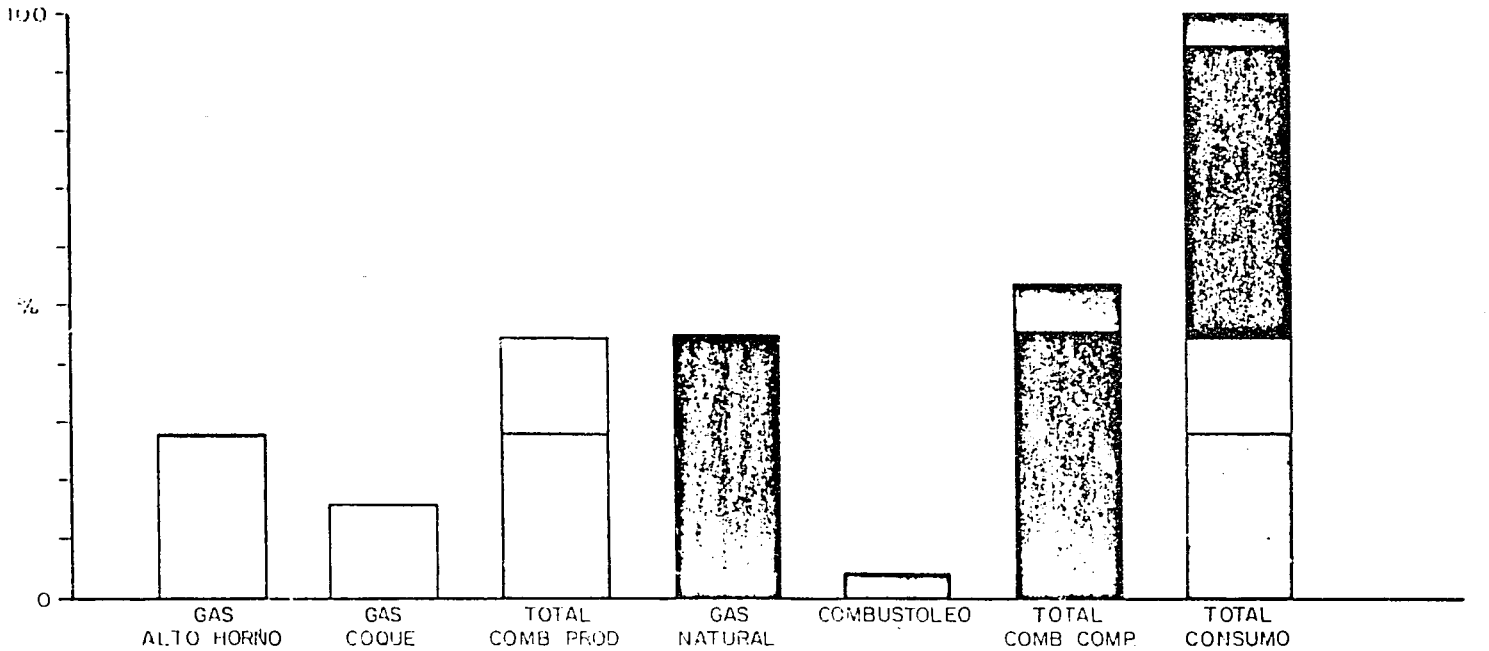



BALANCE DE ENERGIA SID. Nº 1 y 2.
(PARA UNA PROD. DE 2'750,000 TONS. AL AÑO DE ACERO)
PERDIDAS
PERDIDAS 97 367
ALQUITRAN
GAS NATURAL SID 1
ACEITE DIESEL
PTA FZA 4
PTA FZA 3
PTA. FZA 2
PTA. FZA 1
A CALDERA
A TURB. DE GAS
A TURB. GAS
ALTO HORNO 5
ESTUFAS ALTO HORNO 5
AUX A H 5
PLANTA DE COQUE SID. 2
ACEITE COMB. SID 1
ESTUFAS A H 1,2,3 y 4
ALTOS HORNOS 1,2,3 y 4
ACEITE COMB. SID 2
PTA. FZA 5
PTA. FZA 6
BOF 2
COL CONT.
DATOS DE CALCULO
FOSAS DE RECALENT. 1
BOF 1
ACERACION SID 1
FOSAS DE RECALENT. 2
LAMINADORA EN FRIO SID 1
HORNO DE RECOCIDO CICLICO SID. 2
PLANTA DE COQUE SID 1
AUX ACERACION SID 1
VARIOS SID 1
PLANTAS DE SINTER 1 y 2
HORNO DE VIGAS MOVILES
HORNO DE ALAMBRON
HORNO DE TOCHOS
HORNO DE PLANCHA
HORNO DE TIRA
PELETIZADORA
CANTIDADES EN M³N/DIA EXCEPTO LAS INDICADAS
ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A.
CONTROL DE ENERGETICOS
NIVEL DE PROD. ANUAL PROM. 2'750,000
BALANCE DE ENERGIA
PLANEACION AHMSA
JUNIO — 1993
P.A. - 83 - 006

ANEXO No III

		MILES M^3 POR DIA	MM.K.CAL. POR DIA	MM.K.CAL. POR TON. DIA	% CALOR
COMBUSTIBLES GENERADOS EN LA PLANTA	GAS ALTO HORNO	23,622	18,307	1,59	28.8
	GAS DE COQUE	2,538	11,167	0.97	17.6
	TOTAL		29,474	2.56	46.4
COMBUSTIBLES COMPRADOS	GAS NATURAL	3,530	29,864	2.59	47.0
	COMBUSTOLEO	460	4,211	0.36	6.6
	TOTAL		34,075	2.95	53.6
GENERADOS + COMPRADOS	TOTAL		63,549	5.51	100.0

Consumo de combustibles base 4.2 MM ton. de acero por año

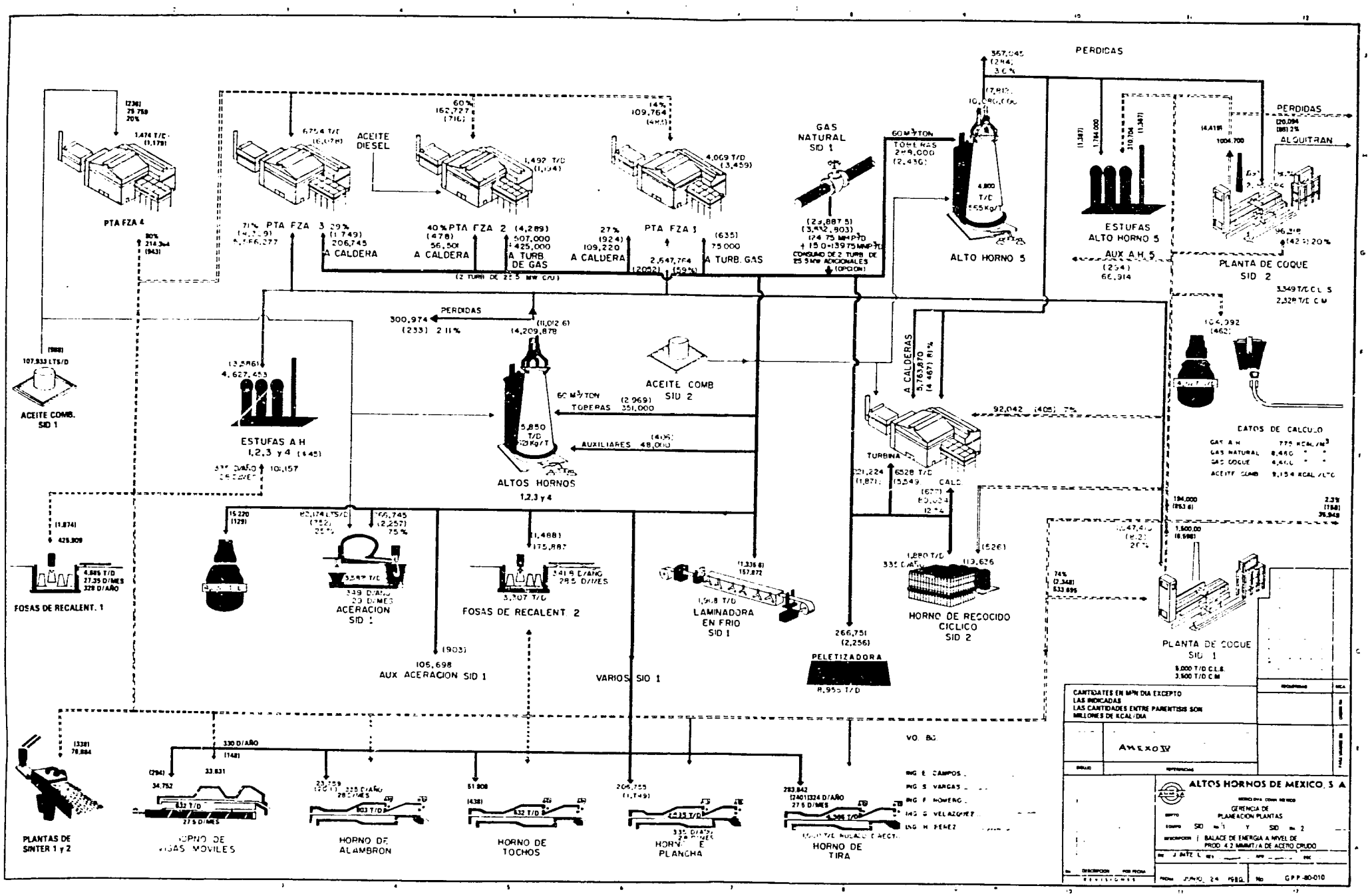


Ahorro de energía

FECHA	DEPARTAMENTO	CAPACIDAD TURBINA MW	CALDERA TON/HR	APROVECHAMIENTO GASES ESCAPE	AHORRO MM. DE PESOS
1959	PLANTA DE FUERZA No 1	8 1	23 2	AIRE DE COMB.	72
1965	PLANTA DE FUERZA No 2	20 0	18 8	GENERADOR VAPOR	58
1976	PLANTA DE FUERZA No 5	14 8	50 0	GENERADOR VAPOR	148
1977	PLANTA DE FUERZA No 2	15 5	26 0	GENERADOR VAPOR	80
1977	PLANTA DE FUERZA No 2	15 5	26 0	GENERADOR VAPOR	80
	TOTAL ACTUAL		143 0		438

Recuperador de calor en hornos y fosas de recalentamiento (futuro)

DEPARTAMENTO	CONSUMO DE GAS NATURAL		TEMPERATURA °C	AHORRO/AÑO MM. DE	
	SIN RECUPERADOR	CON RECUPERADOR	GASES SALIDA	%	PESOS
FOSAS DESB No 1	221,513	190,501	600	14.0	45
FOSAS DESB No 2	175,886	130,507	860	25.8	66
HORNO DE PLANCHA	206,737	153,399	1,100	25.8	77
HORNO DE TIRA	283,806	210,584	1,010	25.8	106
			TOTAL		294


PERDIDAS
PTA FZA 4
ACEITE DIESEL
PTA FZA 3
PTA FZA 2
PTA FZA 1
A CALDERA
A TURB DE GAS
A TURB. GAS
GAS NATURAL SID 1
ALTO HORNO 5
ESTUFAS ALTO HORNO 5
AUX A.H. 5
ALQUITRAN
PLANTA DE COQUE SID 2
ACEITE COMB. SID 1
ESTUFAS A H 1,2,3 y 4
ACEITE COMB SID 2
ALTOS HORNOS 1,2,3 y 4
TOBERAS
AUXILIARES
A CALDERAS
TURBINA
DATOS DE CALCULO
FOSAS DE RECALENT. 1
ACERACION SID 1
FOSAS DE RECALENT. 2
LAMINADORA EN FRIO SID 1
HORNO DE RECOCIDO CICLICO SID 2
PELETIZADORA
PLANTA DE COQUE SID 1
AUX ACERACION SID 1
VARIOS SID 1
PLANTAS DE SINTER 1 y 2
HORNO DE FOSAS MOVILES
HORNO DE ALAMBRON
HORNO DE TOCHOS
HORNO DE PLANCHA
HORNO DE TIRA
VO. BO.
ING. E. CAMPOS
ING. S. VARGAS
ING. F. ROMERO
ING. G. VELAZQUEZ
ING. H. PEREZ
CANTIDADES EN M³N DIA EXCEPTO LAS INDICADAS
LAS CANTIDADES ENTRE PARENTISIS SON MILLONES DE KCAL/DIA
ANEXO IV
ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A.
GERENCIA DE PLANEACION PLANTAS
BALANCE DE ENERGIA A NIVEL DE PROD. 4.2 MMMT/A DE ACERO CRUDO
JUNIO 24 1980
GPP-80-010

A N E X O - V .

Recuperación de calor en Hornos y Fosas de recalentamiento.

Base: Balance Térmico 4.2 Millones Ton. Acero/Año.

1.- Fosas recalentamiento Laminación en Caliente.

Instalación de recuperadores de calor para precalentar el aire de Combustión.

Consumo combustibles sin recuperador	221,513 M^3Gas Nat./Día
Consumo combustibles con recuperador	190,501 M^3Gas Nat./Día
Temperatura gases salida	600 °C
Temperatura entrada de aire	30 °C
Temperatura aire salida	315 °C
Ahorro combustible (14%)	31,012 M^3Gas Nat./Día
Costo combustibles comprados	$ 468.83/MMKCal.
Ahorro Total/Año	$ 44'895,817.00

2.- Fosas recalentamiento Pérfiles Ligeros.

Instalación de recuperadores de calor para recalentar el aire de Combustión.

Consumo combustibles sin recuperador	175,886 M^3Gas Nat./Día
Consumo combustibles con recuperador	130,507 M^3Gas Nat./Día
Temperatura gases salida	860 °C
Temperatura aire entrada	30 °C
Temperatura aire salida	425 °C
Ahorro combustible (25.8%)	45,379 M^3Gas Nat./Día
Ahorro Total/Año	65'694,100.00

3.- Horno de Plancha.

Instalación de recuperadores de calor para precalentar el aire de Combustión.

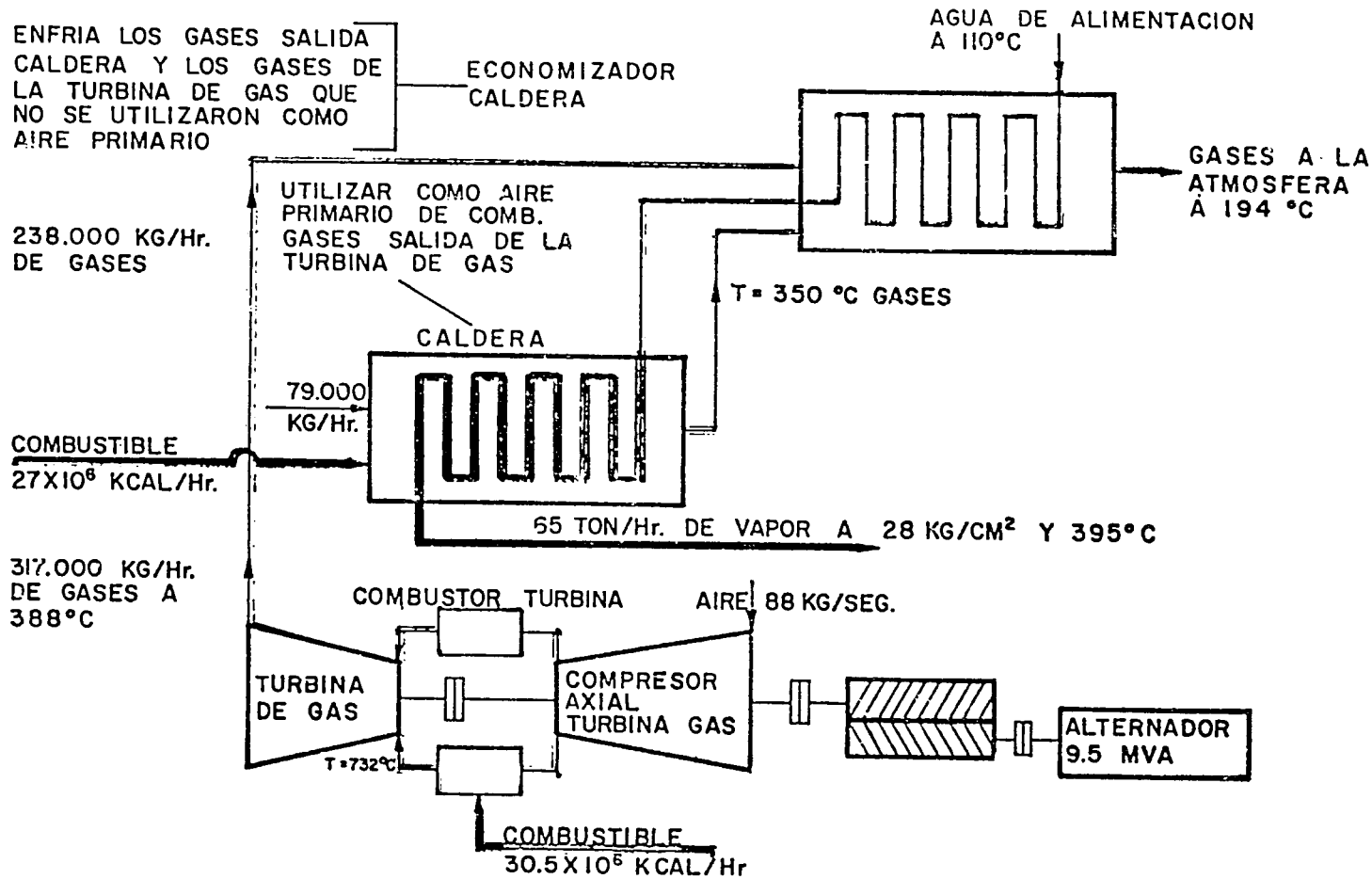
Consumo combustibles sin recuperador	206,737 M^3Gas Nat./Día
Consumo combustibles con recuperador	153,399 M^3Gas Nat./Día
Temperatura gases salida	1,100 °C
Temperatura aire entrada	30 °C
Temperatura aire salida	425 °C
Ahorro combustible (25.8%)	53,338 M^3/Día
Ahorro total/año	$ 77'215,808.00

4.- Hornos de Tira.

Instalación de recuperadores de calor para precalentar el aire de Combustión.

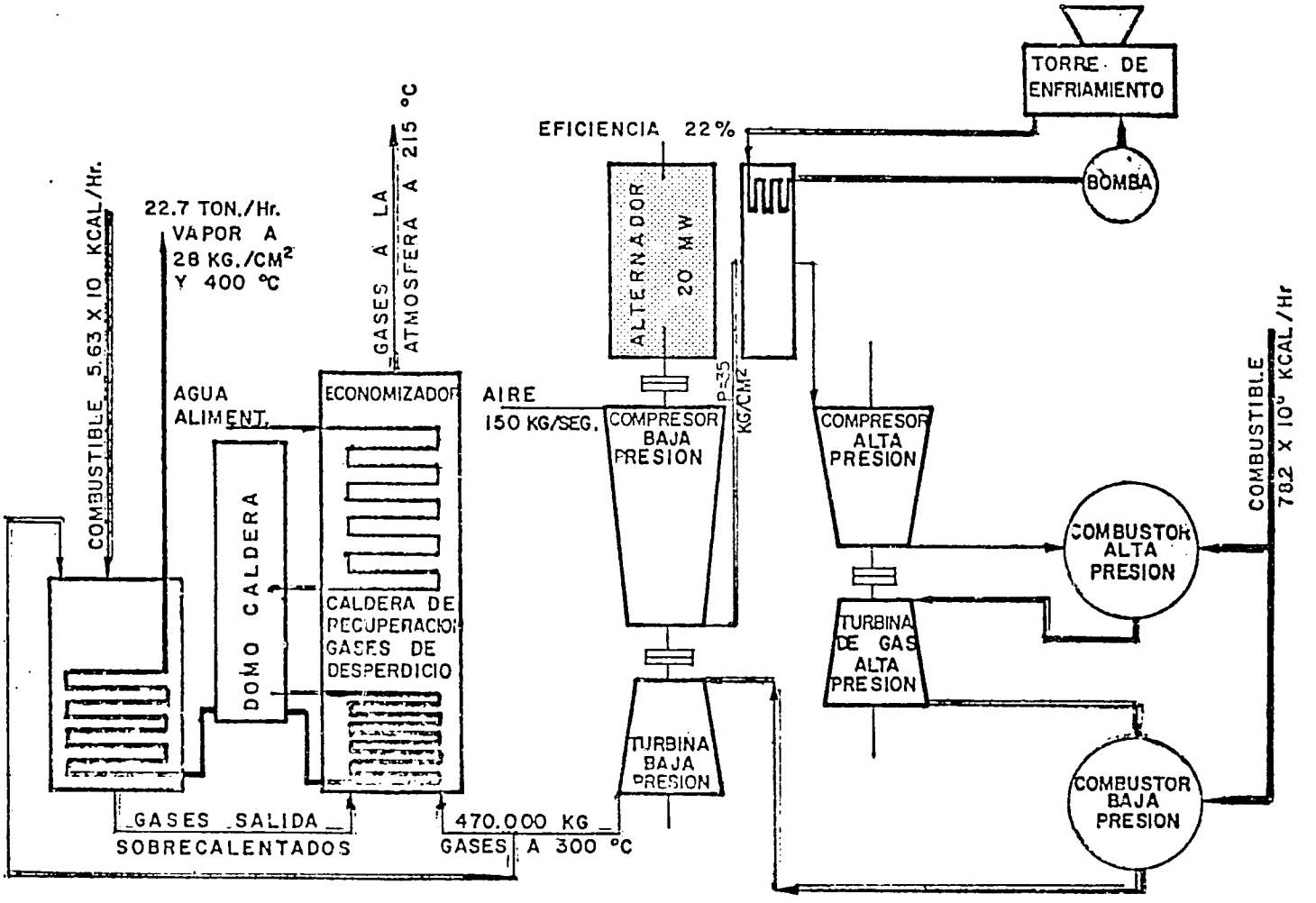
Consumo combustibles sin recuperador	283,806 M^3Gas Nat./Día
Consumo combustibles con recuperador	210,584 M^3Gas Nat./Día
Temperatura gases salida	1,010 °C
Temperatura aire entrada	30 °C
Temperatura aire salida	425 °C
Ahorro combustible (25.8%)	73,222 M^3Gas Nat./Día
Ahorro Total/Año	$ 106'012,379.00

En éstos cálculos se han considerado los consumos promedios por día de combustibles que se tendrán cuando se logre una-producción de 4.2 Millones de Ton. de Acero/Año.
El gran total para éstas cuatro instalaciones representarían un ahorro de $ 293'818,104.00/Año.



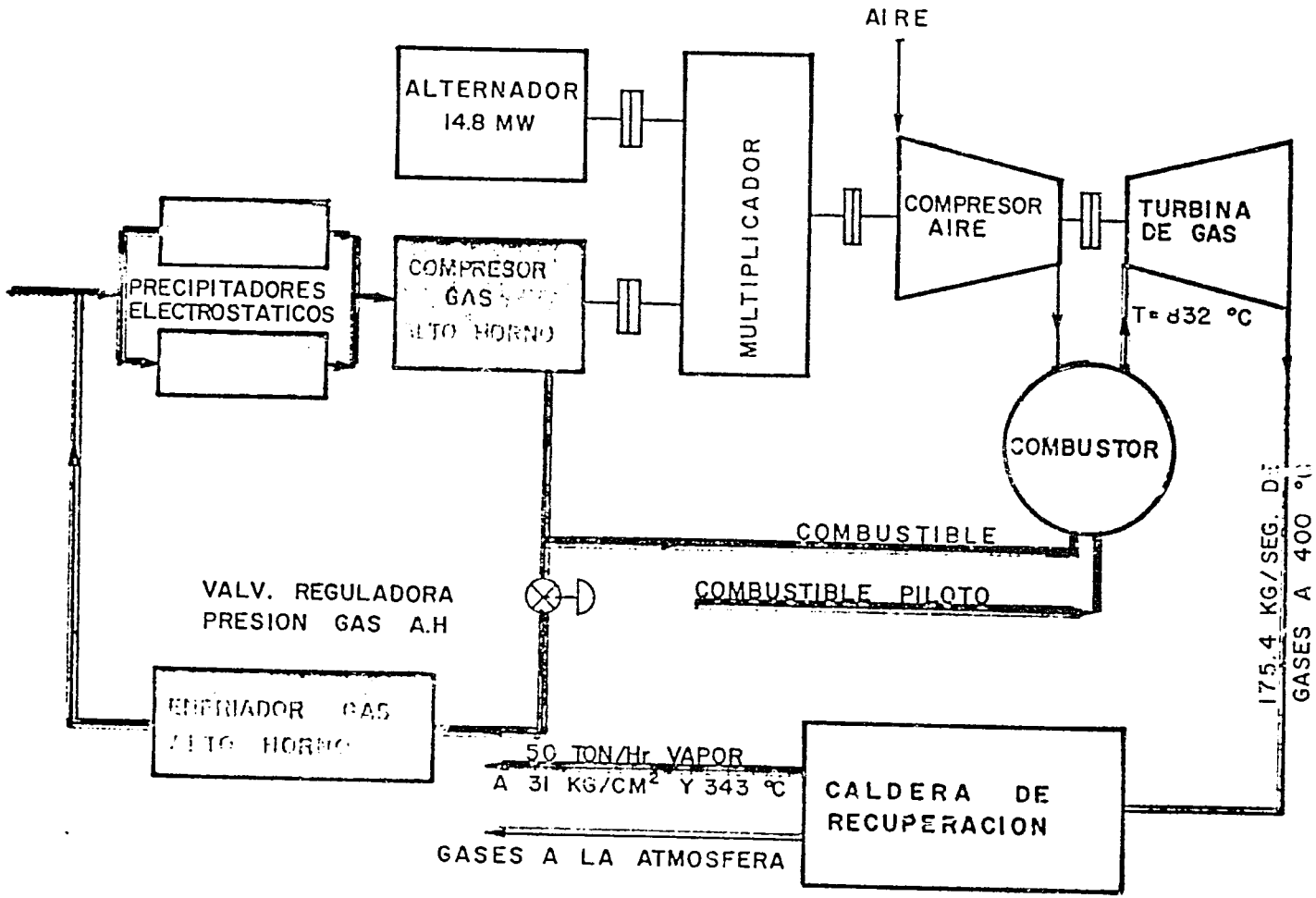
CICLO COMBINADO DE TURBINA DE GAS CON CALDERA DE RECUPERACION PLANTA DE FUERZA No. I

CROQUIS No. I



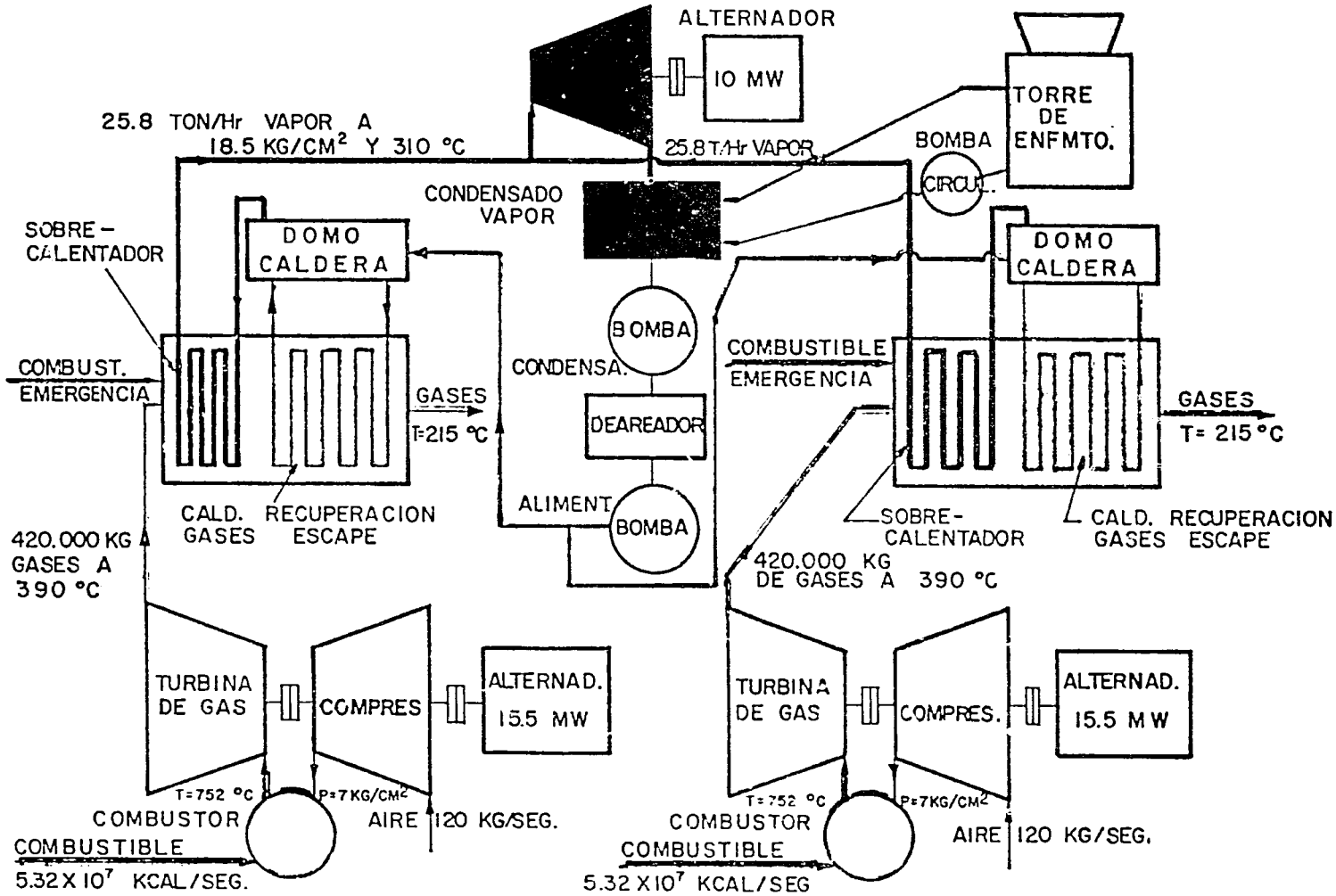
CICLO COMBINADO TURBINA DE GAS CON CALDERA DE RECUPERACION PLANTA DE FUERZA No 2

CROQUIS No 2



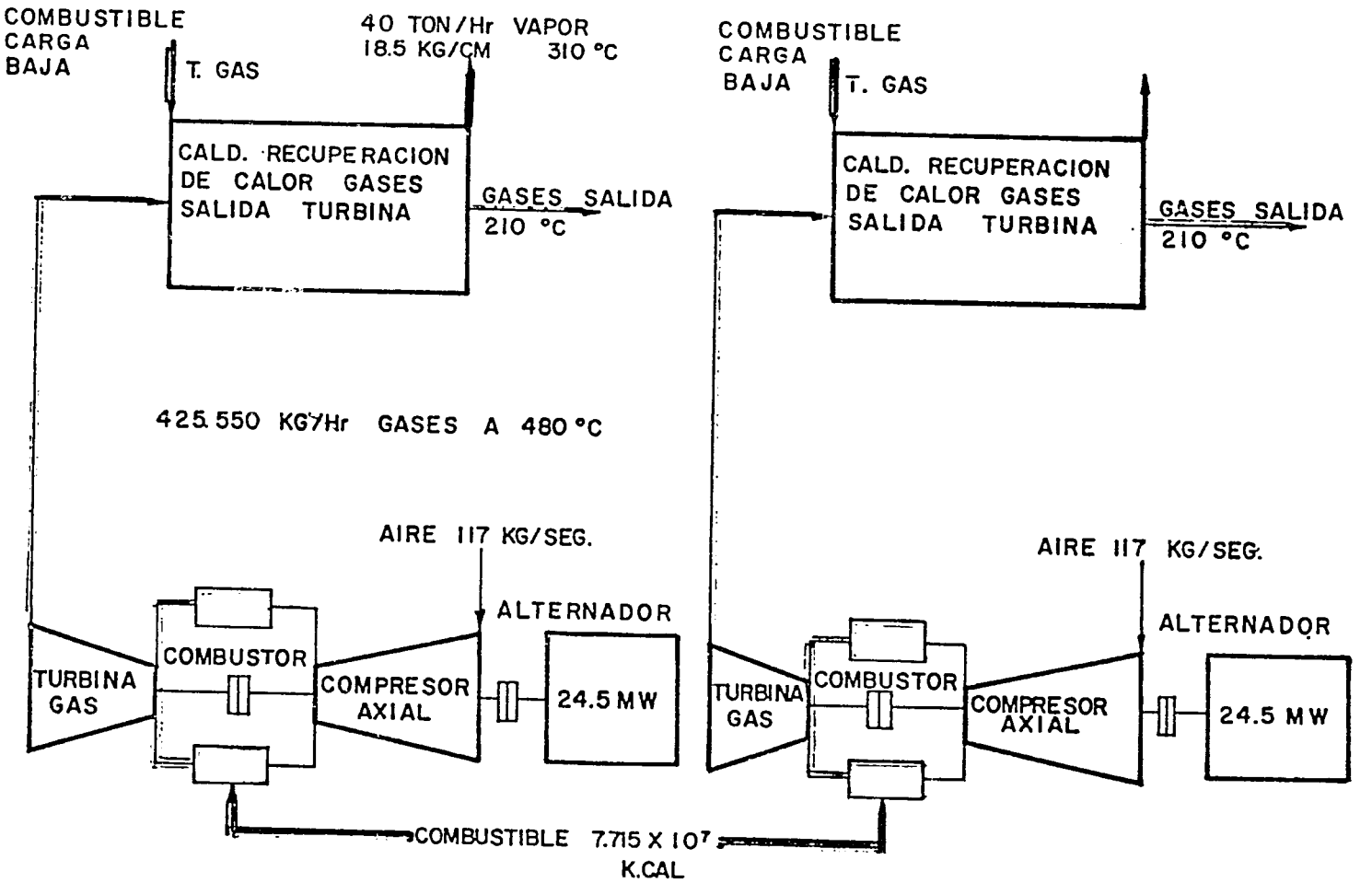
CICLO COMBINADO DE TURBINA DE GAS ALTO HORNO
CON CALDERA DE RECUPERACION · PLANTA DE FUERZA No 5

CROQUIS No. 3



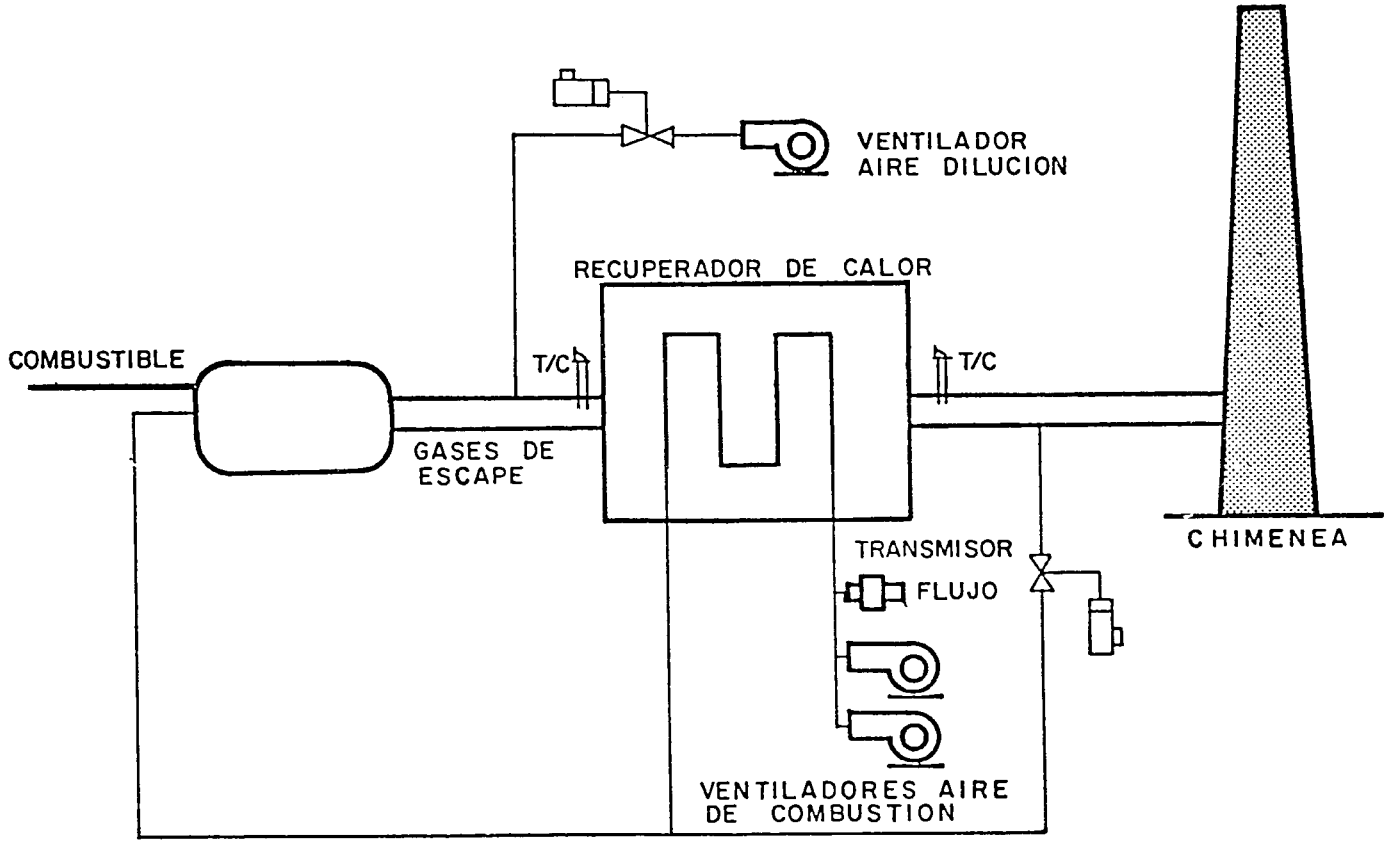
CICLO COMBINADO TURBINAS DE GAS NATURAL- DIESEL Y CALDERAS DE RECUPERACION PLANTA DE FUERZA No 2

CROQUIS No 4



CICLO COMBINADO TURBINAS DE GAS CON CALDERAS DE RECUPERACION PLANTA DE FUERZA No 6

CROQUIS No 5



RECUPERACION DE CALOR EN HORNOS
Y FOSAS DE RECALENTAMIENTO

CROQUIS No. 6

CONSUMO Y RACIONALIZACION EN LAS OPERACIONES DE LA GRAN MINERIA DE COBRE

"La energía en Codelco-Chile"

Hugo Bonomelli C.
Gerente Técnico, Codelco-Chile

Valerio Rioseco van C.
Subgerente de Ingeniería, Codelco-Chile

INTRODUCCION

La Corporación Nacional del Cobre de Chile, CODELCO-CHILE, creada por D.L. Nº 1350 a partir del 1º de abril de 1976, es la propietaria de los yacimientos, plantas y operaciones que constituyen la Gran Minería del Cobre, y que fue nacionalizada en 1971. Su producción en 1982 de las cuatro divisiones operativas que la constituyen : Chuquicamata, Salvador, Andina y El Teniente, sobrepasó el millón de toneladas de cobre fino.

Desde el punto de vista de la energía, la minería del cobre chilena de la cual Codelco-Chile constituye cerca del 85 % de la producción, consumió en 1981 6,7 % del total de productos energéticos del país, pudiéndose destacar que consumió el 20,3 % del petróleo combustible de uso industrial y el 31,7 % de la electricidad total del país.

A su vez, es Codelco-Chile el mayor autoproductor de energía eléctrica del país, con un total de 1.625.755,655 kWh durante 1981 . En 1982 fue de 1.450.000.000 kWh la generación bruta total, es decir que la autoproducción de Codelco-Chile representó el 15,3 por ciento de la generación de energía eléctrica del país.

En cuanto al tipo de generación, es interesante destacar que

Codelco-Chile, en sus 4 centrales hidráulicas, generó en 1981 el 5,2 % de este tipo de energía del país , lo que a su vez significó abastecer el 24,4 % de su consumo con energía hidroeléctrica.

Como se deduce fácilmente de los antecedentes anteriores, Codelco-Chile y la industria del cobre no sólo es el mayor consumidor industrial de productos energéticos del país, sino que también es un importante autoproductor de energía eléctrica.

Ambas características agregadas al hecho de que los combustibles y energía comprada constituyen aproximadamente el 15 % del costo total de la producción, incluyendo depreciaciones y amortizaciones, los gastos financieros y los impuestos a las ventas, hacen imprescindible que la Corporación actúe tanto en el ahorro de consumo de productos energéticos como en la sustitución de formas de energía por aquellas que resultan más económicas en los procesos y operaciones de la empresa.

Consumo de energía en la metalurgia extractiva de cobre

Antes de analizar los consumos de energía y las acciones llevadas a cabo para su racionalización y ahorro, es conveniente indicar cuáles son las características y alternativas globales para la producción de cobre. Con este objeto, en la figura nº 1 se indican los procesos principales para la obtención de cobre a partir de minerales sulfurados. Aproximadamente el 90 % del cobre primario proviene de minerales sulfurados los cuales, en su gran mayoría, se tratan mediante técnicas y procesos pirometalúrgicos a partir de los concentrados. El proceso extractivo consiste, en general, en los cuatros pasos siguientes :

a) concentración mediante flotación

b) tostación (opcional)

c) fundición de eje o mata (en alto horno, horno de reverbero, horno eléctrico u hornos de fusión inmediata)

d) conversión a cobre blister.

Algunos desarrollos han combinado las etapas b), c) y d) en un proceso contínuo.

El producto de estas etapas es el "cobre blister", que debe someterse a fuego o electrorefinación para su uso final.

En la figura nº 2, se indican los procesos hidrometalúrgicos para la obtención del cobre a partir de minerales oxidados. El cobre también se encuentra en la naturaleza en forma de carbonatos, óxidos, silicatos y sulfatos que no pueden ser concentrados eficientemente mediante flotación y se tratan con más efectividad mediante técnicas y procesos hidrometalúrgicos: por ejemplo, mediante la lixiviación con ácido sulfúrico seguida de precipitación o electro-obtención (electrowinning) del cobre desde su solución.

Los requerimientos energéticos en la industria extractiva del cobre tienen una tendencia creciente como consecuencia de :

a) Paulatina baja de las leyes de cobre de los yacimientos en explotación, que obliga a transportar, triturar, moler y concentrar una mayor cantidad de material para producir un kilogramo de cobre;

b) Aumento de la dureza de los minerales lo que significa un mayor consumo de energía en la trituración;

c) Aumento de las distancias y alturas de transporte, debido a mayores profundidades de minería subterránea y de los rajos;

d) Mayores relaciones lastre/mineral que generan mayores volúmenes de materiales a mover por tonelada útil.

Esta tendencia obliga a una preocupación permanente por sustituir recursos energéticos de mayor valor por otros que signifiquen menores costos, o más eficientes, y por reducir los consumos específicos de combustibles o energía en las operaciones y procesos productivos.

Se puede señalar, con carácter meramente indicativo, que la energía que se consume en los procesos productivos es porcentualmente la que se indica a continuación :

Mina concentradora	53,6 %
Fundición	33,9 %
Refinación	5,4 %
Elaboración alambrón	7,1 %
	100,0 %

Estos son sólo valores medios, muy dispares, que depender de varios factores, tales como la ley media del mineral, escala de producción, tipo de procesos, factor de conversión de las diversas formas de energía (usando valores teóricos o coeficientes de conversión medios, variación de 3 MJ por kWh a 11,52 MJ/kWh para transformar la energía eléctrica), tipo de proceso o tecnología usada, forma de realizar el balance. A veces, por ejemplo, se incluyen valores energéticos correspondientes a los explosivos, refractarios, productos químicos, etc., aún cuando se consideran en un nivel de control diferente (1).

---

(1) David B. George and John C. Taylor,"Copper Smelting - An Update", publicación de la Metallurgical Society de Aime (1981).

Energía para extracción pirometalúrgica del cobre de sus minerales (1)

OPERACION		MJ ENERGIA POR TON. DE MAT. TRATADO	ENERGIA POR TON. DE CU GJ	RANGO DE VARIACION
Minería	t/mineral	0,054 (1% Cu)	5,45	± 35 %
Concentración	t/mineral	0,036 (1% Cu)	3,77	± 35 %
Fundición				
Outokumpu	t/carga	2,095 (25% Cu)	8,38	± 20 %
Reverbero	t/carga	5,425 (25% Cu)	21,7	± 20 %
Conversión y preparación ánodos	t/Cu	209,5 (100% Cu)	0,20	± 10 %
Refinación electrolítica	t/cátodos	1,08 (100% Cu)	1,26	± 10 %
Fusión de cátodos (Horno Asarco)	t/cátodos	1,76	1,68	± 10 %

TOTALES : CON FUNDICION OUTOKUMPU : 20,74 GJ

CON FUNDICION CON REVERBERO : 34,06 GJ

De estos valores, cuya validez general es relativa y limitada, se puede deducir sin embargo que las acciones a realizar tendientes al ahorro, racionalización y sustitución de formas de energía, deben centrarse en las áreas correspondientes a la fundición, concentradora y mina, y sólo una vez que se haya avanzado sustancialmente en ellas será conveniente preocuparse de las áreas de conversión y preparación de ánodos y refinación electrolitica.

Acciones de Codelco-Chile para la conservación de la energía

Como consecuencia de la crisis del petróleo que afectó al mundo indus-

(1) A. K. Biswas y W. G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", Pergamon International Library (1976).

trial con gran intensidad en 1975-1976 (la primera alza de precios de este combustible se produjo en 1973), y que para Chile se caracterizó por un elevado precio de este combustible y un muy bajo valor del precio internacional del cobre (55,94 ¢ de dólar EEUU y 63,61 en promedio por libra de cobre), la Corporación que nacía como entidad y agrupaba a las Divisiones productivas emprendió de inmediato acciones tendientes a disminuir los consumos de energía y a reemplazar el petróleo por fuentes alternativas de menor costo. En los primeros años se tomaron medidas, por parte de las administraciones divisionales, que significaron reducir los "desperdicios" de energía y crear conciencia en el personal de la necesidad de controlar los consumos y velar por el uso racional de los productos energéticos.

En general, estas acciones debieron realizarse sin grandes inversiones, dadas las restricciones impuestas a Codelco-Chile como consecuencia de la situación general del país.

En 1978, se estimó agotada la etapa de acción local y , para lograr avances y la seguridad que para el futuro se escogerían las alternativas adecuadas de conservación de energía a un mínimo costo, se decidió emprender acciones integradas en planes de desarrollo de cada división en particular, tendientes a optimizar el beneficio corporativo. Junto a estos planes de desarrollo divisional, se planeó una acción sistemática para normalizar la información sobre uso y rendimiento energético, medida de dichos consumos junto al diagnóstico e identificación de las OPORTUNIDADES DE CONSERVACION DE ENERGIA (OCE). Ejemplos de algunas de estas medidas se dan en el Anexo nº 1 para la División Chuquicamata.

Las acciones realizadas para lograr los objetivos señalados pueden resumirse en las siguientes :

1. Ejecución de "ESTUDIOS GLOBALES DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

A LARGO PLAZO" para las Divisiones Chuquicamata, Salvador y El Teniente.

2. Preparación de un sub-estudio de racionalización de energía para la División Chuquicamata que identificó OCE que, en conjunto, configuran ahorros potenciales de un 24 % del combustible usado en 1978 en esta División (incluído Tocopilla). Si se excluyen aquellas que requieren inversiones significativas, se podría lograr con facilidad un 8 % de menor gasto por concepto de petróleo pesado, petróleo diesel, kerosene y nafta.

3. Realización del estudio "Investigación de posibilidades de suministro de energía eléctrica para la División Chuquicamata". En este estudio se concluye :

   a) para las demandas previstas no sólo de Codelco-Chile sino también de las Regiones I y II, no es aún económica la interconexión con la zona central del país (se estudiaron tanto sistemas de CA (345 kV) como de CC (± 140 kV) y futuro a ± 280 kV).

   b) que las unidades de generación a instalar en la planta eléctrica de Tocopilla podrían ser a petróleo o a carbón, justificándose este último para valores relativamente más bajos del dinero.

4. Estudio de factibilidad para el uso de carbón chileno como combustible principal en Tocopilla. Este estudio originalmente realizado para el uso de carbón del Golfo de Arauco fue actualizado posteriormente (1981) para uso de carbón de Magallanes (carbones sub-bituminosos).

5. Contratación del suministro y construcción de una nueva unidad (nº 12) en Tocopilla que permita tanto el uso de petróleo residual como de carbón de Magallanes, de 72 MW de potencia nominal

en carbón, que permitirá dejar fuera de servicio unidades ineficientes de alto consumo, que datan de 1914 a 1927, y consumen 127,2 g/MJ al funcionar con petróleo. El consumo de la nueva unidad es de 69,3 g/MJ con petróleo y de 151,9 g/MJ con carbón de Magallanes.

Esta unidad ha comenzado su período de pruebas y será sincronizada en forma definitiva en junio de este año.

6. Realización del proyecto "Cambio de frecuencia de la División Salvador" que permitió contratar el suministro eléctrico con ENDESA desde el sistema interconectado. Este suministro comenzó en agosto de 1981.

7. Análisis y pre-estudio de generación hidráulica en el Alto río Aconcagua para el suministro de la División Andina (3 estudios).

8. Análisis y estudio de prefactibilidad de desarrollo hidroeléctrico y suministro a División El Teniente del Alto del río Cachapoal. En virtud de los resultados se negoció un contrato de suministro con ENDESA que, para los suministros adicionales, recibirá energía del sistema interconectado.

9. En cuanto a la normalización de la información sobre uso, consumos y rendimiento energéticos, se emitió en julio de 1980, como consecuencia de los acuerdos adoptados en reuniones de coordinación de energía al nivel corporativo (que comenzaron a realizarse formalmente desde 1978) una "Pauta para el análisis energético de las Divisiones", dada su característica en el Anexo nº 2. Se incluye la nota aclaratoria que la encabeza y el índice analítico que detalla y da una visión del enfoque de dicha pauta.

En el Anexo nº 3, se ilustra una serie de acciones y proyectos realizados o en realización, cuyo objetivo principal es el ahorro energético o sustitución de formas de energía de cada una de las divisiones operativas.

Acciones futuras

Codelco-Chile ha realizado estudios globales de desarrollo de cada una de sus divisiones, que entre sus importantes componentes incluyen, junto a los relativos al desarrollo de sus procesos y operaciones, los correspondientes a los suministros de energía. Estos estudios de suministro de energía, junto con los análisis de la demanda, comprenden los respectivos estudios para el uso de energía de recuperación (térmica y eléctrica) de los procesos, así como las fuentes energéticas alternativas convencionales y no convencionales (avanzadas según alguno de los estudios) que se pueden considerar.

El enfoque energético de Codelco-Chile conlleva un doble camino :

a) desarrollo tecnológico
b) racionalización - optimización.

Desarrollo tecnológico

Codelco-Chile ha enfocado su desarrollo tecnológico no sólo hacia la sustitución de sus actuales procesos a tecnologías extranjeras que , generalmente, significan cambios totales de las instalaciones existentes con los consiguientes altos valores de inversión, sino que, en una buena medida, ha podido diseñar tecnologías propias que le han permitido, con un bajo costo de capital, incrementar su capacidad de producción reduciendo los consumos específicos de combustibles a valores significativamente más bajos. Como ejem-

plo de este desarrollo tecnológico propio de Codelco-Chile está el uso de oxígeno en las fundiciones de cobre en diferentes etapas del proceso. Así, el llamado convertidor modificado tipo Teniente (TMC) que mediante el enriquecimiento del aire de insuflado a este convertidor, logra una disminución del volumen de gas que se produce y, en consecuencia, se tiene una menor pérdida de calor en los gases, lo que se aprovecha para la fusión directa de concentrados sin necesidad de ningún combustible adicional. El uso de un sistema de quemadores oxígeno-petróleo desde la bóveda para los reverberos, que ha cambiado el sistema de radiación desde la bóveda al de convección, permitiendo además utilizar el antiguo muro de quemadores como muro de carga, ha significado duplicar la capacidad de fusión y reducir el consumo específico de combustible.

En la figura nº 3 se da la evolución de los consumos de combustibles, energía eléctrica y productividad en la fundición de Caletones que ha desarrollado esta tecnología. En 1983, comenzará a operar el primer convertidor modificado Teniente en la fundición de Chuquicamata.

Se han diseñado también, y están en experimentación, quemadores oxígeno-carbón y oxígeno-concentrado como alternativas para uso en los reverberos en los que ya se han realizado pruebas industriales.

Cabe indicar que las fundiciones de ENAMI (Paipote y Ventanas) han decidido adoptar este tipo de convertidores (TMC).

Junto a este desarrollo tecnológico propio, Codelco-Chile está en permanente evaluación de las posibilidades de tecnologías desarrolladas por terceros, que permitan en último término obtener cobre a costos más bajos, lo que dada la incidencia de la energía en ellos, significa necesariamente una particular preocupa-

ción por su ahorro y mínimo consumo específico; como ejemplos de esta materia podemos indicar la compra del "know how" a la empresa Occidental Minerals Corporation para desarrollar un sistema de lixiviación "in situ" en una parte del yacimiento Chuqui-Sur, que significa introducir las soluciones en el cuerpo mineralizado, su recuperación, purificación mediante extracción por solventes y posterior electro-depositación. Los ahorros de energía aparecen evidentes al no necesitarse remoción del mineral, trituración y molienda ni fusión, aún cuando hay importantes consumos en bombeo de soluciones, perforación y electro-depositación. Esta tecnología entrará en su etapa de experimentación próximamente.

Racionalización - optimización

Con el objeto de racionalizar y optimizar los consumos energéticos, todas las divisiones de Codelco-Chile han implementado sistemas de control automático de sus operaciones (trituración terciaria y molienda) que tienden a hacer el uso máximo de la energía del sistema y evitar la sobremolienda; en general, los ahorros detectados sobrepasan el 5 %.

En permanente experimentación están diferentes tipos de revestimiento de los molinos entre los que es posible destacar el conocido como ASL (Angular Spiral Liner) que hace que la carga de los molinos de bolas se mueva en forma de espiral, combinando de la mejor manera los efectos del impacto y atrición, disminuyendo así la carga de bolas necesarias y por consiguiente, el consumo de energía (10 %).

En la mina, con el objeto de reducir los consumos energéticos entre los que son muy importantes los de carga y transportes, se ha recurrido a las unidades "gigantes" como medio de optimizar los consumos de energía; de igual modo se ha actuado en las celdas de

flotación y Codelco-Chile en sus diversas concentradoras ha ido adoptando en sus ampliaciones este tipo de "celdas gigantes" y aún más, reemplazando paulatinamente las existentes. También ha cambiado tipos de impulsores por diseños de menor consumo.

Se han descrito algunos casos de racionalización de los consumos en algunos ejemplos del Anexo nº 1, tales como control de las "puntas" de demanda, que siempre obligan a consumos de mayor costo, paralización programada de unidades en los períodos de baja utilización, etc., usando microprocesadores con programas diseñados para economía energética.

La conversión a formas de energía alternativas está ejemplarizada por la nueva unidad de 72 MW de Tocopilla, diseñada para uso alternativo con carbón; en el desarrollo de quemadores oxi-carbón y el uso de energía solar en el calentamiento del agua y calefacción de casas de cambio del personal y otras instalaciones.

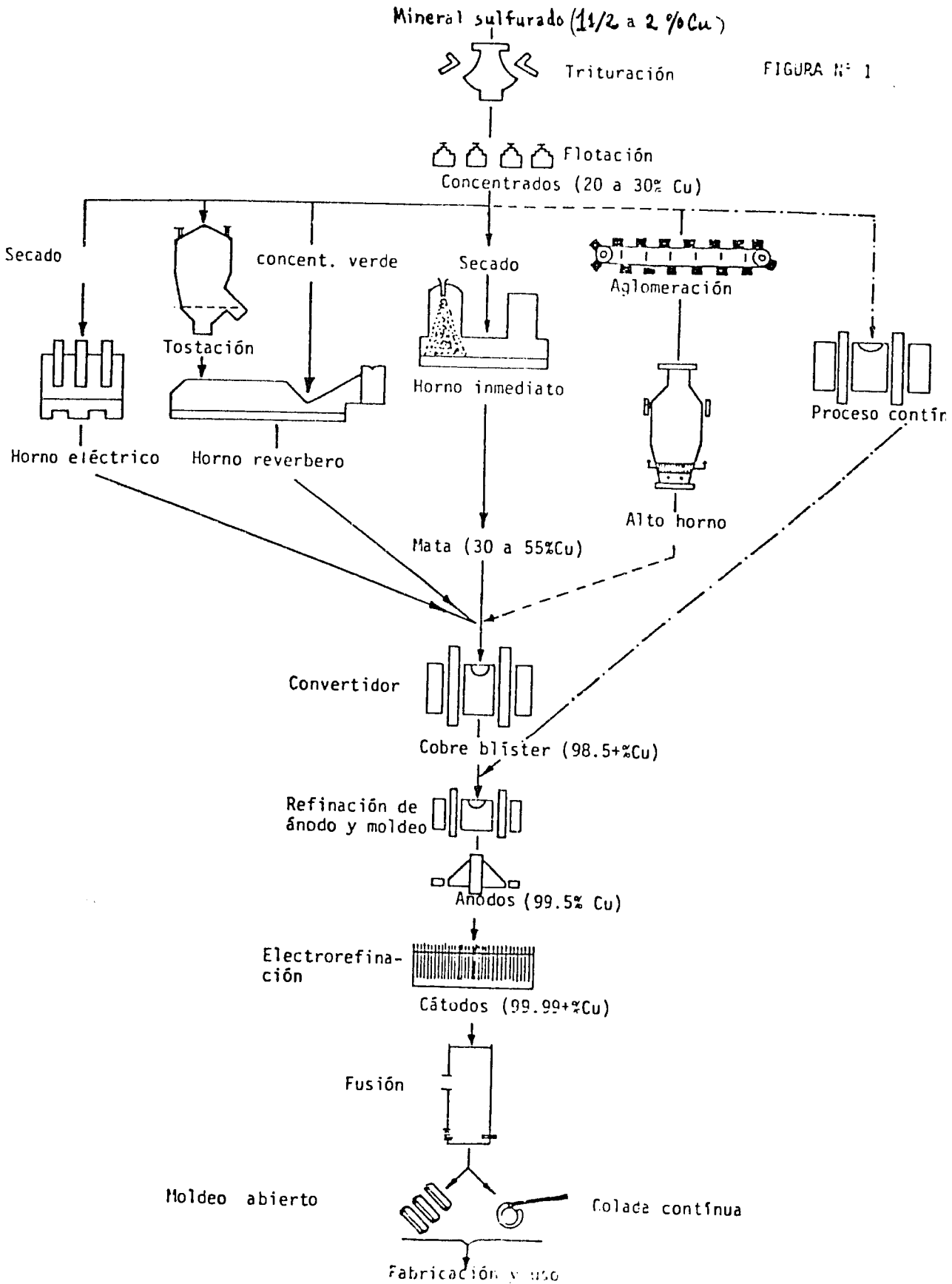
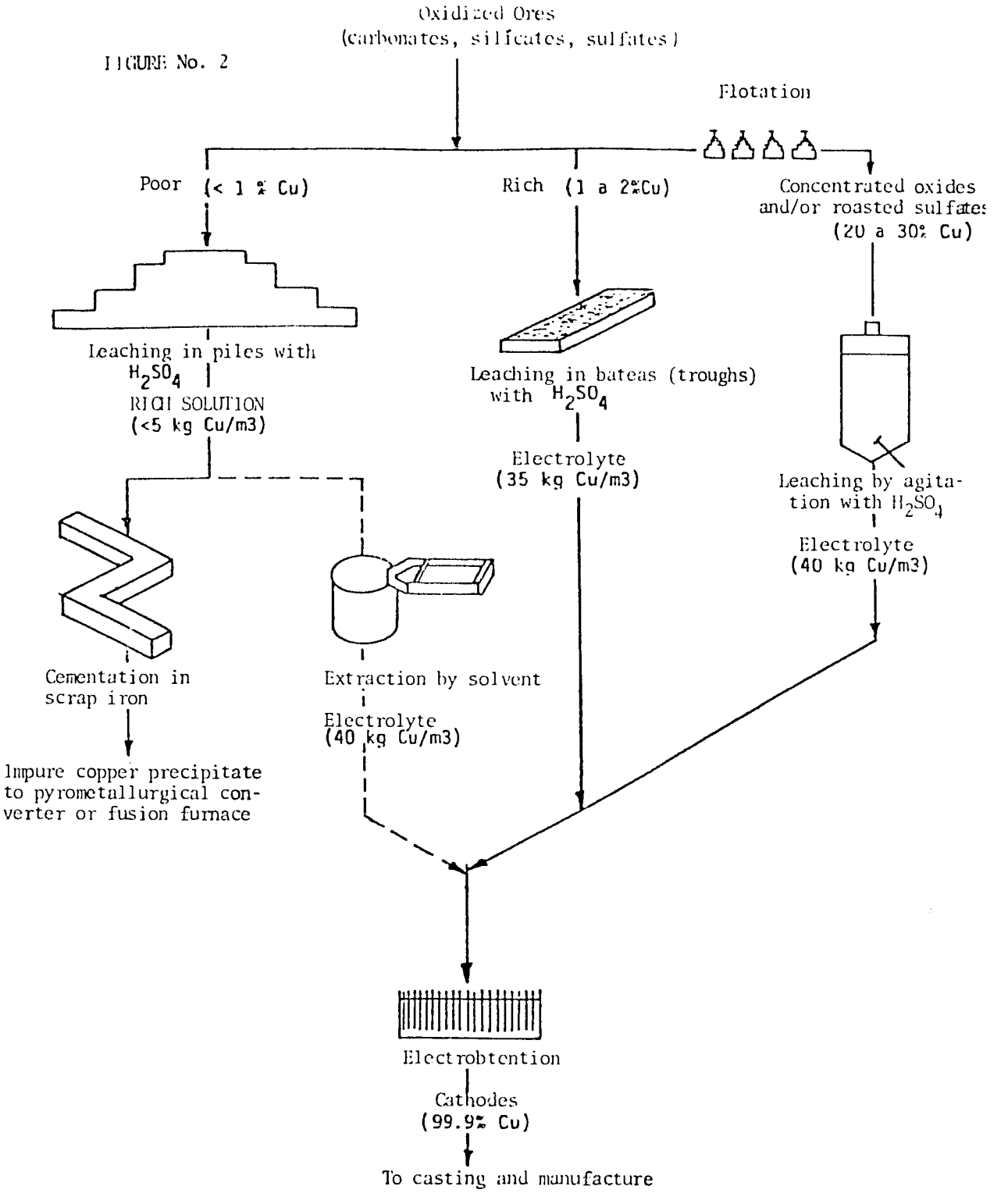

Mineral sulfurado (1 1/2 a 2 %Cu)
Trituración
Flotación
Concentrados (20 a 30% Cu)
Secado
concent. verde
Secado
Aglomeración
Tostación
Horno inmediato
Proceso contín
Horno eléctrico
Horno reverbero
Alto horno
Mata (30 a 55%Cu)
Convertidor
Cobre blister (98.5+%Cu)
Refinación de ánodo y moldeo
Anodos (99.5% Cu)
Electrorefinación
Cátodos (99.99+%Cu)
Fusión
Moldeo abierto
Colada contínua
Fabricación y uso

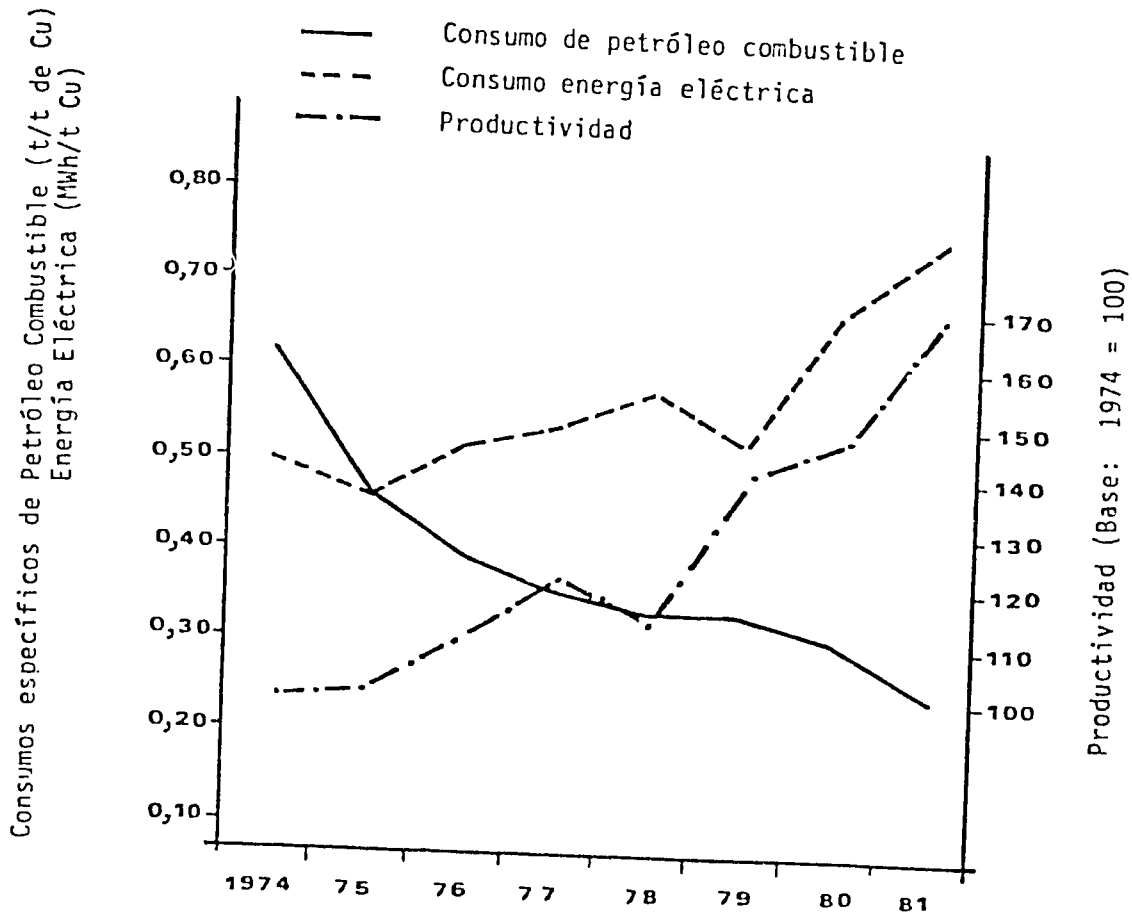
FIGURA N° 1

FIGURE No. 2



Principal Processes for Extracting Copper from Oxidized Ores

FIGURA N° 3



Consumos específicos y productividad en la fundición de Caletones

ANEXO Nº 1

OPORTUNIDADES DE CONSERVACION DE ENERGIA (OCE). ALGUNOS EJEMPLOS DE DIVISION CHUQUICAMATA

Se ha definido como OCE a aquellas situaciones potenciales que permiten conservación de energía en el corto plazo, como consecuencia de la recopilación de informaciones para conocer la situación energética del complejo Chuquicamata.

Se excluyen como OCE aquellas situaciones que involucran acciones de medio y largo plazo y la realización de proyectos de inversión de envergadura que requieren estudios de ingeniería y desarrollo de alternativas o estudios más profundos de la gestión y uso de la energía.

Fundamentalmente, las OCE se pueden implementar mediante :

- revisión de prácticas operativas
- definición de programas de gestión energética
- inversiones relativamente pequeñas, obvias u de corta implementación.

Ejemplos de algunas OCE fueron :

1. Planta termoeléctrica de Tocopilla

1.1. Sistemas de limpieza automática de los condensadores, cada 15 días se deja fuera de servicio la mitad de los condensadores para realizar limpieza manual con "conejo" de goma. El limpiador automático (MANN o AMERTAP por ejemplo) de los tubos permitiría mejorar el coeficiente promedio de transferencia de calor, reducir la contrapresión del condensador y aumentar la potencia disponible así como eliminar las paradas de los conden-

sadores para limpieza.

1.2. Aislación del estanque de almacenamiento de combustible de retorno: uno de los estanques de ENAP (Bunker C) es usado para almacenar el petróleo que retorna de los quemadores. La aislación de este estanque permitiría una conservación efectiva de energía.

2. Sistema eléctrico

2.1. Despacho de carga para aplanar puntas de demanda. Con el objeto de minimizar los costosos períodos de punta de demanda, en los que se hace necesario operar las turbinas a gas de Tocopilla (consumo de 141,7 g/MJ de petróleo diesel). El sistema de despacho debería establecerse en la subestación de enlace entre la energía producida en Tocopilla y la producida en Chuquicamata. Se debería usar un modelo computacional de simulación existente en el departamento de ingeniería para modelar el despacho de las unidades de Tocopilla.

2.2. Transformadores subestación A

Los transformadores nº 1 al 4 de esta subestación, fabricados en 1914, seguramente son menos eficientes que los modernos (se sugiere medir dicha eficiencia y según el costo de reemplazo se puede justificar su cambio); adicionalmente la conexión estrella-estrella induce tensiones (voltajes) de tercera armónica en el circuito externo. Se requiere medir dichas tensiones antes de conectar los bancos de condensadores que se instalarán en la subestación.

2.3. Grupos motor-generador y convertidores rotatorios

La subestación A tiene instalados 17 de estos grupos para suministro de corriente contínua. Se requiere el análisis

de su reemplazo por convertidores estáticos (20 % más eficientes); además, las curvas de eficiencia muestran una dramática caída cuando disminuye el factor de carga.

2.4. Líneas de transmisión Tocopilla-Chuquicamata

En 1978, la pérdida total de energía fue del 6,1 % de la energía transmitida en los tres circuitos. Está en instalación un banco de condensadores de 100 MVA en la subestación A para elevar la capacidad de transmisión mejorando el factor de potencia, se propone estudiar tres alternativas para aumentar la capacidad de transmisión y reducir las pérdidas: una cuarta línea, elevación de la tensión de la línea y compensación serie o "shunt".

3. Mina

En este caso se enumeran las OCE siguientes :

3.1. Voltaje de alimentadores eléctricos
3.2. Capacidad de las palas versus energía consumida
3.3. Combustible alternativo para camiones
3.4. Reducción del alumbrado de patios
3.5. Reglamentación del estacionamiento de camiones
3.6. Consumo de combustible en camiones
3.7. Sistema de trolley eléctricos
3.8. Triturador y correas transportadoras de material estéril
3.9. Sistema despacho camiones en Chuqui Sur
3.10. Recuperación de lubricantes usados
3.11. Utilización de neumáticos en desuso.

4. Concentrador

4.1. Operación del triturador primario. En atención a que este

triturador con motor de inducción de 500 HP muestra largos períodos de operación en vacío, con una carga de 60 kWh sin trabajo útil, se propone un sistema de comunicación entre mina y trituración, que permita parar las máquinas en los períodos de almuerzo y cuando se sobrepase una hora sin envío de camiones.

4.2. Programación de los trituradores secundarios y terciarios

4.3. Ajuste del factor de potencia en motores de molinos

4.4. Reemplazo de motores en celdas de flotación

4.5. Sopladores de celdas de flotación

4.6. Optimización del consumo en molienda

4.7. Consumo de vapor en planta molibdenita. Se propone retornar a la planta termoeléctrica el condensado del secador de moly en vez de su venteo en la atmósfera.

5. Fundición

5.1. Re-enladrillar caja de fuego del secador nº 1

5.2. Eficiencia de motores-generadores

5.3. Recuperación de calor de estanque de enfriamiento ánodos. Alrededor de 81,3 TJ (19,4 mil millones de kcal/año) son absorbidas por el agua de los estanques Bosh de enfriamiento de ánodos. Se propone su uso, aunque sea parcial, en calentamiento de agua de duchas en casas de cambio, por ejemplo, o calentamiento de agua de proceso,etc.

5.4. Conservación de calor en hornos de ánodos. Se propone su utilización en los hornos de secado de concentrado

5.5. Conservación de calor en ánodos

5.6. Reducción de la cantidad de la chatarra de recirculación.

6. Planta termoeléctrica de Chuquicamata

6.1. Reemplazo de evaporadores por demineralizadores

6.2. Accionamiento eléctrico de los equipos auxiliares

6.3. Sistema de circulación del agua de enfriamiento

6.4. Operación de torres de enfriamiento

6.5. Extracción del vapor para procesos

Se propone obtener el vapor para los secadores de molibdenita,para el calentamiento del petróleo de los hornos de la fundición y para su atomización en el punto de extracción de alta presión de las turbinas en vez de tomarlo directamente desde la línea principal de vapor.

6.6. Disminución de pérdidas de condensado planta moly

6.7. Aislamiento línea vapor planta moly

6.8. Instrumentación planta termoeléctrica

6.9. Reparación mayor turbo-generador

6.10. Compresores de aire para servicio general e instrumentos

6.11. Control de condensado

Se propone un balance de condensado junto con los de producción y distribución de vapor y agua destilada que se realizan en la actualidad para contabilizar y justificar los que no se retornan, lo que sin duda resultaría en un aumento de la eficiencia y ahorro de energía.

7. Planta de lixiviación

7.1. Programar la carga de la planta de trituración

7.2. Utilización de placas calentadoras solares

7.3. Producción de agua caliente en comedores y casas de cambio mediante utilización del calor sobrante (tiene aplicación en todas las áreas)

7.4. Recuperación de calor en planta ácido.

8. Refinerías

8.1. Mejoramiento en eficiencia de calderas. Estas calderas, con un consumo anual superior a 20.000 m^3 de petróleo nº 6, pueden mejorar su eficiencia mediante medidas tales como

precalentamiento del aire de combustión bajando la temperatura de los gases de chimenea de 260°C a 140°C por ejemplo (4,3 % de aumento de eficiencia). Uso de microprocesador que mantenga la relación óptima de combustible-aire.

8.2. Mejoramiento en la línea de retorno de condensado. Aislación y presurización de las líneas de retorno del condensado del sistema de calentamiento del electrolito, se estima en 6,6 % de menor consumo el aislar y presurizar a 2,75 bar (40 psia).

8.3. Mejoramiento en estanque de lixiviación planta barros

8.4. Hornos de reverbero y vertical. Cambio de quemadores (muy antiguos), eliminación de fugas de aire, control de pérdidas por radiación y en los gases, precalentamiento del aire de combustión, etc.

8.5. Cambios en estanques de lavado de cátodos

8.6. Aislamiento del estanque de cabeza de electrolito

8.7. Utilización de intercambiador de calor de placas

8.8. Evaporación en celdas y pérdidas de calor

8.9. Reemplazo de grupos motor-generadora

8.10. Mejoramiento futuro de grúa de cátodos.

9. Servicios

9.1. Mejoramiento en alumbrado (intensidad, duración de uso, dispositivos eficientes)

9.2. Reparación de fugas de vapor

9.3. Mejoramiento y consolidación de calefacción

9.4. Incinerador de basura/caldera

9.5. Reparación de fugas de aire comprimido

9.6. Aislación de líneas de vapor

9.7. Eficiencia de motores eléctricos

9.8. Medición de consumo de combustibles en equipos transporte

9.9. Reemplazo compresor de aire en planta óxido.

Como se observa por la enumeración de OCE y algunas descripciones seleccionadas, ellas significan una importante contribución a la conservación de energía en la división Chuquicamata, lo que finalmente conduce a la implantación de un Programa de Gestión de la Energía, que debe ponerse en práctica para alcanzar una mejor eficiencia global de producción, asegurando que todas las formas de energía se utilicen de la manera más eficiente posible.

ANEXO Nº 2

PAUTA PARA EL ANALISIS ENERGETICO DE LAS DIVISIONES

El presente documento es una guía para preparar el análisis energético de cada división y debe ser analizado como una etapa preliminar y necesaria para obtener información factible de ser procesada y homogeneizada anualmente para obtener índices energéticos comparativos dentro de cada división y a nivel corporativo.

Por tratarse de una pauta, el tipo de información y el nivel de la misma deberán ajustarse a las condiciones particulares de los procesos de cada division.

Los cuadros que la acompañan no se han de utilizar como un cuestionario a rellenar, ellos indican solamente el nivel de la información que se debe preparar en forma de cuadros simplificados.

Los datos de consumo y producción serán anuales y deberán referirse al año 1979 que se considera como base de comparación para todos los análisis de conservación de energía y de los futuros proyectos de mejoras tecnológicas en el área energética de las divisiones.

PAUTA PARA EL ANALISIS ENERGETICO DE LAS DIVISIONES

1. Datos generales de la instalación

   1.1. Ubicación geográfica.

   1.2. Descripción de las instalaciones. Diagrama del proceso productivo.

   1.3. Empleo de la energía por procesos.

1.4. Consumo de materia prima

1.5. Régimen de actividad y producción.

2. Fuentes de suministro energético

2.1. Combustibles

2.2. Electricidad

2.3. Vapor

2.4. Producciones energéticas propias

2.5. Calor residual no aprovechado

2.6. Otras fuentes de suministro energético no reseñadas anteriormente.

3. Análisis térmico de la instalación

3.1. Análisis y balances térmicos individuales de los diferentes procesos (Anexos)

3.2. Distribución funcional de los consumos energéticos

3.3. Esquema general de la utilización del flujo energético. Rendimiento en la utilización de energía.

4. Consumos específicos y costos

4.1. Consumos de energía por unidad de producto

4.2. Repercusión del costo de la energía en el costo final

4.3. Repercusión en los costos del programa de economía de combustibles.

5. Resultados finales

5.1. Análisis de los resultados y utilización de la energía

5.2. Posibilidades de mejora de los rendimientos energéticos

5.3. Rentabilidad de las mejoras propuestas.

ANEXO A : UNIDADES DE ANALISIS

A.1. Introducción

A.2. Relación de procesos productivos

A.3. Operaciones básicas

A.4. Esquemas de procesos productivos

A.5. Análisis de operaciones básicas

A.6. Resumen de consumos anuales de los distintos procesos.

ANEXO B : SERVICIOS

B.1. Introducción

B.2. Producción de vapor

B.3. Distribución de vapor y recuperación de condensados

B.4. Aire comprimido

B.5. Sistema de refrigeración

B.6. Alumbrado

B.7. Acondicionamiento de locales

B.8. Resumen de consumos anuales de los distintos servicios.

ANEXO Nº 3

Algunos ejemplos de acciones y proyectos realizados en el área energética en las divisiones de Codelco-Chile tienen por objeto sólo mostrar la diversidad de acciones que se realizan en el área de la conservación de energía.

La lista que se da a continuación es sólo a título informativo y no es completa ni sistemática :

1. División Chuquicamata

- Cambios de alumbrado a luminarias de sodio
- Sistema de evacuación de polvo en la planta de trituración, evitando el uso de aire comprimido de alta presión
- Racionalización de la red de aire comprimido
- Mejor aprovechamiento de la luz natural en edificios industriales
- Uso del calor de los gases de hornos de refino como combustible en los secadores de concentrado
- Cobertura de celdas electrolíticas con telas antievaporantes (pérdidas de electrolito por evaporación)
- Instalación de cilindros hidráulicos en las puertas de los hornos de reverbero, rediseño de quemadores, uso de intercambiadores de calor
- Reemplazo de motobombas e intercambiadores de calor en refinería nº 2
- Reducción de la distancia entre electrodos de cátodos electrorefinados
- Automatización del control de sopladores de fundición de concentrado
- Cambio de transformadores eléctricos en el área óxidos
- Uso de la energía contenida en el agua de refrigeración

de los compresores

- Economizadores en calderas de refinería.

2. División Salvador

- Instalación y puesta en marcha de una nueva turbina en la central hidroeléctrica Montandón con una generación superior en 500.000 kWh por mes respecto a la antigua. Este reemplazo se inscribe en el proyecto de cambio de frecuencia e interconexión con el sistema interconectado.
- Reemplazo de petróleo diesel por ENAP 6 en el proceso de reducción de los hornos de ánodos
- Cobro de consumos domiciliarios con el objeto de regular el consumo y lograr su racionalización (energía eléctrica y combustibles)
- Instalación de medidores de energía eléctrica en las áreas industriales para identificar las zonas de mayor consumo y lograr su control
- Automatización de la concentradora en trituración, molienda y flotación para optimizar su producción y consumo de energía
- Utilización del agua de refrigeración de los compresores de la mina en la planta desalinizadora como en calefacción de la casa de cambio.

3. División Andina

- Control de demanda mediante controlador automático que detiene secuencialmente los equipos en un orden prefijado que no afecta a la producción
- Cambio de combustible de petróleo diesel a petróleo nº6 en el horno de secado de concentrado
- Aprovechamiento del calor de compresores de aire para

el calentamiento del aire de ventilación

- Cambio de alumbrado en patios y en el área subterránea por luminarias de sodio.

4. División El Teniente

- Mejoras en la clasificación secundaria de la planta de molienda Sewell (evita exceso de molienda)
- Mejoras en el sistema de control en plantas de oxígeno, aire y vapor
- Reemplazo de condensadores sincrónicos por estáticos
- Disminución del número de motores en flotación del concentrador Sewell
- Disminución del alumbrado
- Modificaciones en circuitos de control eléctrico, bombas de enfriamiento, chaquetas de convertidores en la fundición de Caletones
- Aumentos marginales de generación hidráulica
- Optimización del proceso de filtración y secado

APENDICE

FACTORES DE CONVERSION

ELECTRICIDAD	860 Th	3,6 $\frac{MJ}{kWh}$
PETROLEO COMBUSTIBLE Nº 6	10.500 Th	43,961 $\frac{GJ}{t}$
PETROLEO DIESEL	9.208 Th	38,552 $\frac{GJ}{m3}$
QUEROSENE	8.991 Th	37,644 $\frac{GJ}{m3}$
GASOLINA	8.176 Th	34,231 $\frac{GJ}{m3}$
GAS LICUADO	12.100 Th	50,660 $\frac{GJ}{kg}$

1 kcal (IST) = 4,1868 J

1 Thermia (Th) = 1000 kcal

EMPLEO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE METALES NO FERROSOS (DISTINTOS DEL ALUMINIO)

Sra. Jane Carter
International Energy Efficiency Consultants
(antiguo Director de la división de ahorro de energía, Ministerio de Energía del Reino Unido).

INTRODUCCION

1. El Reino Unido responde a sus necesidades energéticas esencialmente gracias a sus recursos nacionales de carbón, petróleo y gas natural, junto con pequeñas cantidades de energía nuclear e hidroeléctrica. Pero no podemos desentendernos de los problemas energéticos mundiales. Y al haber puesto el Reino Unido sus precios del petróleo en consonancia con las tendencias mundiales y los costes marginales a largo plazo, se ha resaltado la necesidad del ahorro de energía. El papel de la eficiencia energética será cada vez más importante conforme la producción nacional de petróleo y de gas natural llegue al máximo de sus posibilidades en los años 90 para disminuir seguidamente. Hay grandes posibilidades de ahorro energético en base a aplicaciones tecnológicas que tengan una adecuada relación coste/eficiencia - cerca de 100 millones de toneladas de equivalente carbón (tec) por año. Ello representa cerca de un tercio de nuestro actual consumo energético situado un poco por encima de los 300 millones de tec y es equivalente en cuanto a la magnitud a las industrias del carbón, del petróleo o del gas. La política del gobierno británico ha consistido por tanto en promover medidas eficaces y rentables de ahorro de energía en un entorno caracterizado por precios "realistas" del petróleo, mediante importantes programas de información y asesora-

miento a los consumidores, apoyo financiero para la innovación, apoyo financiero general y medidas de regulación.

2. El sector indutrial y comercial constituye un importante objetivo en la medida en que emplea más de la mitad de nuestra energía, empleándose dos tercios de la misma para necesidades industriales y el resto para la calefacción de edificios. Dado el precio tradicionalmente bajo de la energía, no pareció necesario efectuar inversiones en igual medida para aumentar la eficiencia del empleo de energía, contrariamente a otros recursos. El brusco cambio producido en los precios de la energía puso de manifiesto la necesidad de corregir la situación y de recurrir a la tecnología, dándole particular prioridad en relación con otras necesidades de inversiones.

3. El ahorro de la energía no es un concepto negativo: no se trata de reducir el empleo de energía por su propio bien. Se puede necesitar un mayor uso de energía para mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la producción, etc. Básicamente, se trata de obtener la mayor reducción posible de los costes, una mejor productividad y superiores beneficios. Han dejado de ser adecuados métodos de fabricación que eran aceptables cuando los costes energéticos eran reducidos. Respecto al cobre, se ha duplicado desde 1970 la parte que representa la energía en sus costes totales de fabricación. Es uno de los pocos elementos de los costes que es directamente controlable, con un inmediato y tangible efecto sobre la rentabilidad.

4. En este informe se describe la política británica de ahorro de energía y la manera en que ha operado la misma en el sector de los metales no ferrosos.

OBSTACULOS PARA EL AHORRO DE ENERGIA

5. Evidentemente, la determinación económica de los precios de la energía constituye un elemento central para llevar a cabo una eficaz política de ahorro energético. Los precios de la energía deben reflejar la evolución del mercado y dar de tal modo a los consumidores de energía adecuados indicios de cara al futuro, de forma que puedan ajustar su comportamiento y sus inversiones de acuerdo con ello. Sin embargo, aunque los precios han tenido un destacado efecto, mucho es lo que queda por hacer. Además, la naturaleza de la respuesta es a veces desalentadora. Es cierto que se han efectuado grandes progresos, habiéndose adoptado adecuadas medidas. Pero un reciente estudio estableció que, si bien un elevado número de las firmas estudiadas habían efectuado ahorros de energía mediante un mejor empleo de la fábrica existente y la adopción de modificaciones, menos de un tercio habían emprendido grandes inversiones relacionadas con la energía.

6. Esta desgana por efectuar grandes proyectos de ahorro energético queda evidenciada por los muy cortos períodos de amortización requeridos para las inversiones de ahorro energético; los mismos parecen a menudo ser inferiores a 18 meses, incluso para grandes sumas. Estos cortos períodos sugieren que las firmas individuales no pueden dar una bastante gran prioridad (en términos de sus propios intereses) a las inversiones para el ahorro de energía, y que a nivel nacional, la inversión de recursos en el sector energético puede no ser óptima. Una clara ilustración de ello la encontramos en el hecho de que la edad media de las calderas sustituidas en el marco del programa de ahorro de energía fue de 41 años, y respecto a los proyectos relativos al paso del petróleo o gas al carbón, un 19 % de las calderas reemplazadas fueron calderas Lancashire que tenían entre 70 y 80 años. Además, cuando se lanzó el programa, se previó que la amortización media sería de 3,7 años, pero el aumento de los precios del petróleo hi-

zo que la media (de las 44 firmas recientemente estudiadas) se redujo a 2 años. ¿Cuáles son los obstáculos para beneficiosos proyectos como éstos?

7. Algunos de los principales obstáculos que hacen que la industria descuide las posibilidades de ahorro de energía son los siguientes :

   (a) Escasa prioridad para el ahorro de energía, sobre todo a nivel de la dirección superior. Las decisiones sobre el empleo de energía y su ahorro no son consideradas como decisivas en lo que se refiere a los objetivos estratégicos de las firmas, concediéndose por lo tanto escasa prioridad a las mismas al decidirse la imputación de los recursos, tanto a nivel financiero como al de la gestión.

   (b) Incertidumbre, tanto acerca de los futuros niveles y ritmo de cambio en los precios del petróleo como sobre el futuro de la economía en general. El problema se encuentra exacerbado actualmente por la reducida liquidez, los elevados tipos de interés, la escasa rentabilidad y la baja demanda.

   (c) No se aprecia suficientemente lo que se puede efectuar técnicamente.

   (d) Los riesgos e incertidumbres técnicos, particularmente cuando se trata de nueva tecnología (aunque en la inmensa mayoría de los casos, se dispone de la correspondiente tecnología). Se teme a veces que las medidas de ahorro no tengan los efectos previstos, o que puedan originar una más frecuente interrupción de la producción.

   (e) El carácter fragmentario de la industria de equipos para el

ahorro de energía. Sus productos están dispersados a través de una gran variedad de diversas industrias, y no está adaptada para comercializar sistemas de ahorro de energía y dar los ulteriores servicios.

8. Por ello es sumamente importante que el gobierno fortalezca su política de mensaje en cuanto a precios. El programa del gobierno británico incluye un importante programa de información, de publicidad y de formación, así como apoyo en favor de la introducción de tecnología innovadora y de calderas y hornos destinados a funcionar con carbón en lugar de hacerlo con petróleo y gas.

PROGRAMA INDUSTRIAL DE AHORRO DE ENERGIA

9. Después de la crisis de 1973, el gobierno se dió cuenta de que carecía de adecuados datos sobre el uso de la energía en la industria que le permitieran fundamentar su política y su estrategia. Por consiguiente, emprendió en 1975 un gran e intenso Análisis de la Situación Energética de la Industria Británica, destinado a :

(a) Obtener detalladas informaciones acerca del uso de energía;

(b) Evaluar los posibles ahorros;

(c) Determinar oportunidades para la política de ahorro de energía;

(d) Dar asistencia a la política gubernamental.

Se han elaborado 25 informes.

10. Durante el trabajo de análisis, se puso de manifiesto sin embargo que muchas empresas desplifarraban una gran cantidad de energía a causa de un inadecuado control y gestión de los recursos. Quedó claro que había grandes posibilidades de efectuar ahorros, a un muy reducido coste, mediante sencillas modificaciones. En 1977, se lanzó el Industrial Energy Thrift Scheme (IETS) con el fin de :

(a) promover la eficiencia;
(b) obtener informaciones sobre el uso de la energía;
(c) establecer posibilidades adicionales de ahorro.

En total se han elaborado 40 informes.

11. Conforme se elaboraban dichos programas, el gobierno lanzó en 1977 una campaña para cada organización que empleara energía - en la industria, en el comercio, las autoridades locales, hospitales, escuelas, ministerios, etc. - consistente en nombrar un director de energía encargado de administrar los recursos energéticos. Hay actualmente más de 5.500 de tales directores. Los mismos son respaldados de diversos modos. En cada región, hay un Director regional para el ahorro de energía, vinculado al ministerio de industria, el cual colabora en la formación de grupos locales de directores provenientes de muy distintos medios (más de 80 grupos en el Reino Unido), contando los mismos con un boletín mensual, programas de formación y un congreso anual, así como con toda una gama de material de asesoramiento, con inclusión de folletos sobre el uso racional de la energía. Las empresas también pueden disponer de asesoramiento subvencionado acerca del empleo eficiente de la energía.

12. Al mismo tiempo, se reconoció la urgente necesidad de fomentar la adopción de tecnologías innovadoras. La transferencia de tecnología ha sido uno de los más difíciles problemas existen-

tes a escala mundial. Es particularmente agudo en el campo de la eficiencia energética, ya que ninguna de las principales partes involucradas - el investigador, el fabricante de equipos, el usuario y, en algunos casos, el suministrador de energía - está dispuesta a hacerse cargo de la total responsabilidad en este ámbito todavía en desarrollo. Además, hay en el caso de un nuevo proyecto riesgos reales - ¿resultará eficiente en la práctica, causará interrupciones de suministro, resulta financieramente adecuado? - . En una época de recesión, se agravan aún más estos factores. La desgana en cuanto a efectuar inversiones queda claramente demostrada por el hecho de que el desarrollo de la actual y nueva tecnología (que se considera tiene el potencial necesario para reducir en un 20-30 % el consumo energético de la industria británica) ha sido extraordinariamente lento, aunque la mayoría de los proyectos ofrecían amortizaciones en menos de cinco años y en muchos casos en menos de dos.

13. El gobierno aprobó por consiguiente un nuevo programa en 1978 destinado a fomentar la más amplia adopción de tecnologías, con el fin de racionalizar el consumo de energía - el Energy Conservation Demonstration Projects Scheme (ECDPS) -. Este programa estaba destinado a :

    (a) demostrar la eficiencia técnica y económica de la tecnología en <u>situaciones reales</u> dando su asistencia para la instalación de equipos conducentes a mejorar el uso de la energía y verificando el resultado de estos sistemas; y

    (b) fomentar la reproducción de los proyectos que hubieran tenido éxito.

14. El programa abarca los sectores industrial, comercial y doméstico, aunque en un comienzo se puso sobre todo el acento en la

industria, en donde se podían obtener los más cortos plazos de recuperación del capital.

15. En base a los resultados de los informes del Programa de Ahorro de Energía, se elaboró una detallada estrategia para dicho programa en cuanto tal, así como para cada sector comercial individual y cada una de las diferentes tecnologías. Los referidos informes demuestran por ejemplo que hay efectivas posibilidades de reducción de costos de 4-6 millones de tec al año en la industria metalúrgica y siderúrgica, lo cual representa un 25 % de su consumo energético, de 0,2 tec al año en la industria del cobre. La lista completa de dichos informes muestra las posibilidades de ahorro que figuran en el cuadro 1.

16. El mismo tipo de análisis permite dar la prioridad a las tecnologías cuyo potencial es mayor, habiendo razonables posibilidades de explotación de dicho potencial con elevadas ganancias económicas. En el sector industrial, se han determinado las prioridades, junto con la evaluación de las posibilidades de ahorro en relación con los costes. Entre las tecnologías más destacadas a este respecto, cabe señalar la recuperación de calor residual, con la que se pueden ahorrar entre 6 y 8 millones de tec al año, el empleo de residuos como carburante (3-5 millones de tec al año), la instrumentación y el control (2-3 millones de tec al año) y la cogeneración (1 millón de tec al año). En el cuadro 2 figura una lista más completa.

17. La última iniciativa tomada por el gobierno británico consiste en promover la determinación y el control de objetivos energéticos, lo cual se ha puesto en práctica en Estados Unidos, Canadá y Francia, en donde ha obtenido considerables éxitos. Es claro, ante los resultados del trabajo de control y de ahorro de energía, que hay grandes diferencias en cuanto al tipo de consumo

de energía entre las empresas que emplean las mismas fábricas y métodos.

18. Con el fin de reducir los costes de funcionamiento, los dirigentes empresariales necesitan saber cómo y dónde se despilfarra la energía en sus fábricas, pudiendo así optimizar la relación entre su consumo de energía y la producción o los servicios efectuados. Sin embargo, los objetivos energéticos establecidos sin tener en cuenta los detalles relativos a la manera en que se organiza concretamente la producción, no lograrán alcanzar los objetivos propuestos, siendo por lo tanto necesario adaptar dichos objetivos a las necesidades de las diferentes empresas.

19. Control destinado a reducir el despilfarro y también a optimizar el empleo de energía en el actual funcionamiento de las fábricas. Ello incluye las siguientes medidas :

    (a) medir los flujos energéticos de la fábrica;

    (b) analizar y evaluar el uso de energía;

    (c) normalizar los datos relativos a factores externos;

    (d) comunicar los resultados a la dirección superior y de funcionamiento.

    Mientras que el seguimiento de los resultados se encarga siempre a la dirección de funcionamiento, el control también suministra a la dirección general informaciones esenciales que le permiten asegurarse de que se mantiene la eficiencia del funcionamiento.

20. Determinar objetivos es una actividad adicional destinada a

aumentar los esfuerzos de ahorro energético a todos los niveles de la dirección mediante su participación en acciones concertadas a este respecto. En ello se incluye :

(a) análisis periódico de los flujos energéticos e identificación de las posibilidades de ahorro de energía;

(b) determinación de objetivos para mejorar los resultados energéticos en relación con un programa de trabajo realista;

(c) la ejecución del programa de ahorro energético y la evaluación de los beneficios obtenidos;

(d) motivación del personal de taller.

Recientes estudios sobre las prácticas industriales indican que en aquellas empresas que han llevado a cabo una regular evaluación energética, se ha dado un mayor impulso para efectuar proyectos de ahorro de energía. Establecer objetivos constituye el requisito central para lograr los mayores beneficios derivados de los esfuerzos por ahorrar energía.

21. Los beneficios obtenidos gracias al control y a la determinación de objetivos a nivel de la fábrica se combinan con el apoyo dado a nivel del grupo y del sector. La actividad de un organismo de coordinación de un sector industrial incluiría los siguientes puntos :

(a) elaboración de informes destinados a coordinar los esfuerzos globales del sector en materia energética, pero destinados igualmente a fomentar la amplia adopción de sistemas de control y de determinación de objetivos en las fábricas;

(b) elaboración de una plataforma para intercambiar informacio-

nes entre empresas en lo relativo a la mejora de los sistemas de gestión de la energía, lo cual también fomentaría que se desarrollaran las actividades en materia de ahorro energético.

ADMINISTRACION DEL PROGRAMA

22. La puesta en práctica de estos ambiciosos programas podría no incumbir tan sólo al gobierno. Era esencial trabajar con la industria y con las correspondientes asociaciones comerciales y de investigación. Los estudios sobre análisis y ahorro de energía han sido subcontratados a asociaciones o consultores sectoriales. El programa de demostración es administrado por la Energy Technology Support Unit en la Atomic Energy Authority y el Building Research Establishment (con una plantilla total de 50 personas). Se ha determinado un patrocinador para abarcar cada sector comercial y cada área tecnológica. Un elemento clave del programa consiste en que estos dirigentes son responsables respecto a todas las fases del programa, incluyéndose en ello los estudios iniciales del sector, la especificación de la estrategia, la identificación de proyectos, la administración de proyectos, la determinación de objetivos para ulteriores aplicaciones y el programa promocional destinado a conseguir dichas aplicaciones. Además de los esfuerzos del patrocinador, cada proyecto es estudiado por un grupo de industriales y expertos independientes para determinar si merece el apoyo gubernamental.

APLICACION DE PROGRAMAS AL SECTOR DE METALES NO FERROSOS

23. El sector de metales no ferrosos (con la salvedad del aluminio) incluye el cobre, el plomo, el cinc, el titanio, las aleaciones

ferrosas, las aleaciones de níquel y de cromo y los semiconductores. Aunque pequeño en comparación con el acero (que representa un 20 % de nuestro uso de energía en la industria), su consumo energético (un 2-3 % del consumo industrial) es casi igual al sector del aluminio (un 2,5 %) y constituye por tanto un importante objetivo individual.

24. En el siguiente cuadro se indican la producción y el consumo del Reino Unido en 1981 (en miles de toneladas) :

	Lingotes		Producción de metal forjado	Producción de coladas	Empleo	Lingote Precio/ tonelada
	Producción	Consumo				
Cobre	136	333	466	59	33.000	£900
Plomo	333	266	150	-)		£350
Cinc	82	185	16	37)		£900
Estaño	15	11	-	0)	17.000	£7.000
Níquel	25	24	-	-)		£3.000
Titanio		4	4	-)		£7.000

25. La producción del metal primario, la fabricación de productos semiacabados y de fundiciones y la recuperación del metal a partir de residuos representa un 2,5 % del consumo energético industrial en el Reino Unido, y un 1 % del consumo energético total por el usuario final. En 1974, el sector del cobre empleó 12.900 TJ de energía, y el resto del sector, 14.000 TJ. Las ventas de cobre sumaron 1.100 millones de libras, con un valor añadido de 250 millones de libras. Hay 430 establecimientos que producen cobre, latones y otras aleaciones cupíferas, habiendo 280 establecimientos que producen diversas bases.

26. El BNF Metals Technology Centre ha actuado durante mucho tiempo en las cuestiones relativas al ahorro de energía en la industria metalúrgica, y desde 1975 ha estado encargado de aplicar el Pro-

grama de Ahorro de Energía del ministerio de industria en el sector de metales no ferrosos del Reino Unido. A consecuencia de ésta y de otras actividades análogas, el Centro dispone de magníficos conocimientos acerca de la energía y de su empleo en el sector de metales no ferrosos. El gobierno le ha pedido por tanto que emprenda el control independiente de varios de los principales proyectos de demostración de este sector, así como el desarrollo de un programa sectorial de control y de determinación de objetivos.

PROGRAMA DE EVALUACION

27. Se decidió dividir cada sector metalúrgico en actividades más representativas (por ejemplo, el laminado de cobre) y evaluar el consumo de energía por tonelada de producto que pasara a través de las diferentes fases de producción en una o dos funciones representativas en cada actividad. Los resultados fueron aumentados en una escala proporcional a las estadísticas conocidas de producción, teniendo en cuenta factores tales como las diferencias tecnológicas entre empresas. BNF evaluó aproximadamente 40 establecimientos individuales, con una media (incluyéndose el análisis de los datos obtenidos) de 10 días/hombre por centro.

PROGRAMA I.E.T.S.

28. El mismo se basó en una campaña de visitas confidenciales de un día efectuadas por equipos del personal de la asociación de investigadores y de consultores independientes a empresas representativas de la industria - es decir a todas las empresas industriales del Reino Unido en un sector particular por encima de un cierto tamaño mínimo -. BNF visitó 84 centros en los sectores del cobre, del plomo y del cinc. El elemento esencial en el I.E.T.S. es

la ayuda directa dada a las empresas durante las visitas efectuadas, así como los informes subsiguientes. Cada visita a una empresa constituye en realidad una corta consulta efectuada por expertos, cada uno de los cuales tiene no sólo un detallado conocimiento de la conservación de energía sino también experiencia en la industria concernida.

RESULTADOS

29. Los resultados de estos programas permiten disponer de lo que es probablemente el más amplio conocimiento centralizado del mundo acerca de cómo se emplea la energía en la industria, junto con las posibilidades existentes para su ahorro. Además, los informes sectoriales, de los que pueden disponer gratuitamente las empresas británicas, muestran los niveles de consumo energético representativos de cada actividad dentro del sector. Ello permite a una empresa individual comparar sus resultados con la media, pudiendo tomar en caso necesario las medidas que se imponen. Ello también facilita el análisis de los resultados de la empresa, por ejemplo comparando la eficiencia del consumo energético con la productividad de la mano de obra respecto a varias compañías que trabajan con fábricas y métodos similares.

30. Estos estudios mostraron grandes posibilidades para un mayor ahorro de energía en la industria del cobre, así como en la del plomo y del cinc.

LA INDUSTRIA DEL COBRE

31. En algunos puntos, la industria del cobre se parece a la del aluminio. Sin embargo, el consumo energético es muy inferior en la industria del cobre ya que en el Reino Unido prácticamente no

se efectúa fundición primaria de mineral de cobre. (Se obtiene en el Reino Unido una pequeña cantidad de cobre primario a partir de concentrados de mineral cobre/cinc). Casi todas nuestras necesidades de cobre primario se importan, representando unas 271 kilotoneladas de cobre refinado y 68 kilotoneladas de cobre no refinado en 1980. Además, el contenido intrínseco de energía primaria del cobre (50 GJ/tonelada) es mucho menor que en el caso del aluminio (250 GJ/tonelada). La industria del cobre del Reino Unido sólo se encuentra concernida por lo tanto por la semifabricación de cobre, junto con la recuperación de cobre residual, que suministró en 1980 un 40 % del cobre usado. El consumo de energía en 1980 se evaluó en 9 millones de GJ (con suministro de calor) o sea, un 0,5 % del consumo energético industrial de Gran Bretaña.

32. La industria del cobre de Gran Bretaña se puede dividir en cuatro subsectores :

(a) refino de residuos de cobre y de metal primario no refinado importado (conocido como "blíster");

(b) semifabricación de cobre puro;

(c) semifabricación de aleaciones de cobre (latones y bronces);

(d) conversión de aleaciones de residuos de cobre en lingotes y refundiciones para producir fundiciones.

33. Refino secundario a partir de residuos que representan un 20 % del cobre refinado empleado en el Reino Unido; un 12 % adicional de cobre refinado se obtiene mediante refino de cobre "blíster" importado (cobre impuro obtenido mediante calcinación de minerales sulfurosos). La mayoría del refino efectuado en el Reino Unido incluye un proceso electrolítico final que produce

el cobre muy puro requerido para los conductores eléctricos. La proporción de cobre que sólo es refinado por combustión disminuyó de un 60 % en 1969 a un 13 % en 1980. La semifabricación de cobre puro representó aproximadamente un 88 % del consumo de cobre refinado en el Reino Unido en 1980, la mayor parte del cual se empleó para producir alambre de cobre (un 55 %) y tubos (un 20 %). La fundición y laminación contínua (CCR) de vara de alambre substituyó ampliamente estos últimos años a la tradicional técnica de fundición y laminación de barra de alambre, habiéndose obtenido de tal modo importantes ahorros de energía. La industria de la aleación del cobre se basa en gran medida en el reciclado de residuos de aleación de cobre. Hay un gran número de fundiciones que funden directamente aleaciones de cobre en su forma final, empleando moldes de arena o moldes de vaina.

34. El consumo anual de cobre en la realización de productos de cobre semifabricado y de aleaciones de cobre ha pasado de 815.000 toneladas en 1965 a 460.000 toneladas en 1981, o sea que se ha reducido en un 44 %. Una parte de esta disminución se debe a los efectos generales producidos por la recesión, en particular la gran depresión de 1979. Sin embargo, la tendencia a largo plazo también está a la baja, reflejando una creciente substitución de otros materiales (por ejemplo, aluminio, acero inoxidable y plásticos) en las aplicaciones tradicionales del cobre, así como los efectos de la miniaturización y de los análisis de valor que han acarreado la producción de piezas equivalentes que constan de un menor grado de metal.

35. Las posibilidades de ahorro de energía en esta industria se evaluaron en un 30 % del consumo energético de 1974, aunque ulteriores estudios sugieren que podría llegar a ser de casi un 50 %. Las evaluaciones detalladas basadas en el Estudio de

Evaluación figuran en el cuadro 3, dándose en el cuadro 4 las posibilidades a largo plazo en materia de investigación, desarrollo y demostración.

36. Desde 1974 se han efectuado considerables progresos. Ello se debió particularmente a un mejor control de las operaciones que consumen energía, tanto a nivel administrativo como técnico (mejores recuperadores, quemadores, etc.). También se ha abandonado el refino de residuos de calidad mediocre. Sin embargo, una gran parte de las posibilidades de ahorro de energía identificadas en el Programa de Evaluación de Energía todavía se tienen que cumplir.

37. Como la mayor parte de la energía empleada en la industria del cobre se utiliza en hornos para fundir metal, recalentarlo o para trabajarlo en caliente y recocerlo, es de prever que las mejoras efectuadas en el diseño de los hornos y en su funcionamiento representen las mayores posibilidades para el ahorro de energía. Se pueden tomar diversas medidas, que van del ajuste de los actuales hornos con mejores quemadores y una instrumentación más extensiva, a la instalación de nuevos hornos mejor diseñados (en el cuadro 5 se dan más abundantes detalles).

38. La recuperación de calor residual a partir de un horno ánodo ya se ha instalado en una refinería de cobre, empleándose el calor recuperado para calentar los depósitos de electrólisis. En otras circunstancias, el calor residual se podría emplear para precalentar el aire de combustión. Sin embargo, la recuperación de calor residual todavía presenta dificultades técnicas, y los ahorros resultan un poco marginales dado el actual nivel de los precios del combustible.

39. La fundición continua ya ha penetrado en la mayor parte del subsector de alambre de cobre; empieza a realizarse la extensión de

dicha técnica a la fundición de flejes anchos y a otras aplicaciones apropiadas con respecto a los productos finales.

40. Estas técnicas contribuyen a ahorrar energía por dos razones:

(a) se evita el recalentamiento de las fundiciones para trabajar en caliente;

(b) se reducen las pérdidas de metal en la desbarbatura, etc. que tienen que reciclarse como residuo limpio para el horno de fundición.

Las posibilidades totales de ahorro energético derivadas de estas medidas representan entre un 30 y un 40 % de las necesidades de energía de 1980.

41. A largo plazo, otras medidas adicionales podrían reducir aún más las necesidades de energía. Dichas medidas incluyen la aplicación de nuevas tecnologías en la fase de desarrollo:

(a) trituración de elevada reducción;
(b) adecuada extrusión;
(c) tubo de junta soldada;
(d) metalurgia del polvo.

42. Las trituradoras de elevada reducción producen una mucho mayor reducción en un solo paso en cuanto al grosor del metal de lo que es posible obtener con una trituradora convencional. Ello se logra mediante un mecanismo de oscilación consistente en que el fleje es laminado repetidamente conforme pasa a través de la máquina. Mediante la eliminación del recocido intermedio entre las operaciones de laminado, se obtendría un ahorro energético de 4,7 GJ/tonelada. Se producirían también ventajas económicas suplementarias gracias a la reducción de las dimensiones de la

instalación.

43. La adecuación del método de extrusión se puede aplicar a las varillas y secciones de cobre; conjuntamente con la fundición contínua de la barra de entrada, resulta posible obtener un ahorro energético de un 30 %.

44. Tubo de junta soldada: el tubo producido a partir del fleje en fundición contínua que entra en una sección circular y es soldado a lo largo de la junta reduciría la cantidad de metal requerida con un método convencional, en el cual se quita el núcleo central de una palanquilla y vuelve a la etapa de fundición. El ahorro de energía obtenido de este modo podría representar un 10 % del actual consumo energético para la fabricación de tubos, aunque ello todavía no se ha demostrado. Sin embargo, como el método requeriría sustanciales inversiones en nuevos equipos, y como el producto necesitaría ser aceptado respecto a los tubos carentes de junta, no es probable que tenga un significativo impacto a corto plazo.

45. La metalurgia del polvo: muchos productos metalúrgicos se pueden producir directamente condensando polvo en la forma final y fundiéndolo con un tratamiento térmico. Se podría obtener un ahorro de energía mediante la eliminación de varias fases intermedias de fundición, trabajo en caliente y recocido. En principio, ello podría representar un 66 % o más del consumo de energía en la semifabricación, pero la técnica todavía se encuentra en una fase experimental, y es demasiado temprano para cuantificar los ahorros en detalle.

PLOMO Y CINC

46. Las industrias del plomo y del cinc se pueden dividir en los

siguientes subsectores :

(a) fundición primaria de minerales de plomo/cinc;
(b) transformación del cinc;
(c) fundición secundaria del plomo;
(d) refino y transformación del plomo.

47. Se ha producido una tendencia a la baja en el consumo de plomo desde 1975. La producción secundaria ha aumentado sin embargo en un 250 % durante el mismo período. La producción total de plomo refinado, incluido el que se refina a partir de lingotes importados, ha sido de un 10 % superior al consumo nacional desde 1975 (no se dispone de estadísticas sobre la producción total antes de 1975).Así pues, el Reino Unido es un exportador neto de plomo refinado.

48. La disminución del consumo de plomo se ha debido al desarrollo de la tecnología de baterías que aumenta la relación energía/peso. Dicha disminución también se ha debido al surgimiento de materiales alternativos, especialmente en la fontanería y en los pigmentos, en donde la inquietud por la toxicidad del plomo ha ejercido gran influencia. El uso del plomo como aditivo a la gasolina disminuirá, si no cesa efectivamente, por la misma razón, mientras que su uso en las artes gráficas para la tipografía se verá desplazado por las nuevas tecnologías de impresión. Sin embargo, se seguirá empleando plomo para baterías secundarias, en la construcción (para placas de protección) y en las fábricas químicas, en donde se aprecia su resistencia a la corrosión en ambientes agresivos.

49. La tendencia a largo plazo en cuanto al consumo de cinc muestra un aumento gradual, fluctuando según el ciclo comercial y con interrupciones por las grandes depresiones de 1973 y de 1979. Aproximadamente un tercio del consumo nacional se efectúa re-

curriendo a la fundición primaria en el Reino Unido, a partir de minerales importados. También se funde una pequeña cantidad de mineral nacional (contenido de cinc : 4 kt).

50. Los más importantes usos del cinc son para la galvanización del acero, para la aleación con cobre para fabricar latón y para el troquelaje. El troquelaje se emplea abundantemente en la construcción y en la ingeniería. El fleje de cinc se emplea para pilas secas, y el óxido se utiliza como pigmento. Aunque hay productos de reemplazo para el cinc en la mayoría de sus aplicaciones (por ejemplo el aluminio para acero galvanizado, acero inoxidable para latón, plástico para troqueles), no hay ninguna grave amenaza para la industria del cinc.

51. La mayoría de la energía empleada en las industrias del plomo y del cinc lo es en hornos de varios tipos. Las posibilidades de ahorro de energía son numerosas mediante un mejor control y funcionamiento de los hornos. En el cuadro 6 se cuantifican dichos ahorros para cada uno de los principales subsectores de la industria.

52. En la fundición primaria de minerales de plomo/cinc, las principales posibilidades de ahorro energético son las siguientes :

(a) combustión de gases con bajos valores caloríficos para la generación de electricidad (se desperdician actualmente cerca de un 30 % de los gases producidos);

(b) recuperación de calor a partir de regueras enfriadas con agua;

(c) recuperación de calor a partir de la planta de sinterización.

53. Las medidas para el ahorro energético que se podrían aplicar

a los hornos empleados para la fundición y calentamiento de metal son las siguientes :

(a) empleo adecuado (utilizando con cuidado los equipos existentes);

(b) mejor control del horno (mejor instrumentación, controles automáticos, aislamiento);

(c) mejor programación;

(d) recuperación del calor residual;

(e) mejor rendimiento del producto, reduciéndose el retratamiento de los residuos.

Estas medidas podrían reducir el consumo de energía en el tratamiento del cinc en un 60 %, y del plomo en un 45 %.

PLAN DE PROYECTOS DE DEMOSTRACION PARA LA CONSERVACION DE ENERGIA

54. Hay actualmente unos 203 programas en curso, un 10 % de los cuales en el sector metalúrgico. Respecto a la mayor parte de los mismos, se dispone de las características de los proyectos, de la descripción de los mismos, de los ahorros energéticos previstos, de los costes y períodos de recuperación del capital (figura una lista en el cuadro 7). En el sector metalúrgico se pueden obtener mejoras respecto al ahorro de energía mediante las siguientes medidas :

(a) modificando un proceso particular, ya sea introduciendo una nueva tecnología, o mejorando instalaciones antiguas; o

(b) modificando el método de fabricación pasando a otro que

consuma menos energía.

Estos dos tipos de mejoras se están demostrando en el marco del programa ECDP. Hay dos programas particularmente interesantes :

(i) Aplicación de nuevas técnicas de combustión de carbón para los hornos de fundición de cobre

IMI Refiners Ltd. (IMIR) ha instalado nuevos y modernos quemadores de carbón pulverizado con elevado enriquecimiento de oxígeno en su fundición de Walsall. Dichos quemadores han sustituido a quemadores de fuel oil y los resultados preliminares indican un ahorro energético de un 25 % gracias al paso al carbón. Aunque sólo se experimentaron pequeños ahorros energéticos al emplear el enriquecimiento de oxígeno, se redujo en un 20 % el tiempo de operación. Actualmente, el proyecto ha obtenido importantes éxitos tanto desde el punto de vista económico como por lo que se refiere al ahorro de energía. Se está examinando actualmente el aumento de la generación de partículas debido al empleo de carbón, junto con métodos para solucionar este problema.

El coste del proyecto fue de 328.00 libras, con ahorros de 425.000 libras, un período de amortización inferior a un año. La energía ahorrada fue de 3.600 tec al año con un objetivo de repercusión de 100.000 tec al año.

(ii) Desarrollo del sistema de doble rueda

Se halla en curso un nuevo desarrollo en Metal Box, que empleará su aluminio residual para producir secciones huecas de extrusiones de aluminio. Esta técnica (que es transferible a otros sectores no ferrosos) ofrece la posibilidad de importantes reducciones en cuanto a pérdidas de material

y consumo de energía. Se prevé que los ahorros en este proyecto individual sean de unas 4.600 tec al año, con un objetivo de repercusión de 50.000 tec al año.

DETERMINACION DE OBJETIVOS Y CONTROL

55. En nombre del ministerio de energía, BNF está efectuando un proyecto de demostración piloto sobre la determinación de objetivos y el control en material energética en las industrias de metales no ferrosos, así como también en el sector siderúrgico privado.

El programa sobre metales no ferrosos comenzó en marzo de este año y consta de las siguientes fases :

(a) revisión de objetivos máximos;
(b) práctica de evaluación;
(c) instalación de contadores y del sistema de medición;
(d) examen en las instalaciones;
(e) informes y recomendaciones;
(f) aprobación de objetivos y de calendarios de ejecución;
(g) realización del control;
(h) definición del sistema de gestión energética;
(i) informes;
(j) promoción en el sector industrial.

56. Un elemento clave de este programa es que el objetivo y el período para la consecución del mismo se deben establecer por parte de cada empresa en base a las recomendaciones efectuadas por el consultor involucrado, en lugar de imponerse desde el exterior. De tal modo, se obtiene un compromiso por parte de la dirección de la empresa. Se espera que la fase inicial, que durará como mínimo entre un año y medio y dos años, produzca ahorros de por lo menos un 10 % en cada una de las empresas participantes; el sis-

tema de gestión energética proporcionaría además ahorros anuales derivados de la regular actualización de objetivos y de un mayor empeño en las inversiones destinadas a la tecnología del ahorro energético. Ulteriormente, se transmitirán los resultados a la industria a través de BNF y en colaboración con la asociación comercial, a la vez que se llevarán a cabo las actividades requeridas para las ulteriores aplicaciones del sistema de determinación de objetivos y de control en el sector de metales no ferrosos.

CONCLUSION

57. Resulta esencial establecer políticas sobre los precios de la energía con el fin de darle a la industria las adecuadas señales económicas. Pero hay grandes obstáculos para el ahorro de energía, los cuales perjudican el funcionamiento de las fuerzas del mercado. Se requieren políticas suplementarias, sobre todo en las industrias que consumen gran cantidad de energía.

58. Se requiere un programa global a nivel sectorial para obtener resultados significativos. El método del Reino Unido consiste en establecer una adecuada base de datos sobre el uso de energía en la industria a través de las evaluaciones energéticas y de los planes de determinación de objetivos para el ahorro de energía, y establecer firmes bases de una política y de una estrategia que podrían ayudar a otros países que carecen de una base de datos completa.

59. El potencial para aumentar el ahorro de energía en este sector es elevado, derivándose la mayor parte del mismo de la aplicación de adecuadas políticas económicas y de la tecnología existente. Pero la tecnología innovadora tiene un importante papel que jugar. Y es a este respecto que intervienen los planes de control del consumo de energía y de determinación de objetivos

a nivel de la fábrica.

60. Sólo se pueden obtener progresos mediante la persuasión. Es esencial que el gobierno trabaje estrechamente con las correspondientes asociaciones comerciales y de investigación, así como con la industria, para mejorar la información y fomentar una prudente gestión energética, inversiones destinadas a mejorar la eficiencia en el uso de energía y la adopción de tales medidas dentro del sector.

CUADRO 1

Programa de evaluación de energía

Datos sectoriales y potencial de ahorro

SECTOR	POTENCIAL Mtec/año	(%)
1. Hierro colado	0,6	(12 %)
2. Ladrillos	0,45	(45 %)
3. Industria láctea	0,25	(25 %)
4. Materiales refractarios	0,15	(15 %)
5. Vidrio	0,5	(30 %)
6. Aluminio	0,2	
7. Cerámica	0,07	(50 %)
8. Fabricación de cerveza	0,3	(33 %)
9. Fabricación de coque	0,4	(10 %)
10. Plomo y cinc	0,1	
11. Cemento	2,1	(40 %)
12. Cobre	0,2	
13. Fertilizantes	2,6	(15 %)
14. Papel y cartón	1,0	(20 %)
15. Malteado	0,25	(80 %)
16. Hierro y acero	4,6	(25 %)
Petróleo	3,0	(30 %)
Acabado de pintura	0,8	(45 %)
Productos textiles	0,9	(25 %)
Ingeniería		

CUADRO 2

ECDPS : Aspectos prioritarios y posibilidades de conservación de energía

Prioridad	Tecnología	Posibilidades de conservación
*****	Recuperación de calor residual	6-8 Mtec/año
****	Residuos como carburante	3-5 Mtec/año
***	Mejora de la instrumentación y del control	2-3 Mtec/año
***	Bombas de calor	1 Mtec/año
**	Aislamiento del proceso	1 Mtec/año
**	Mejora del secado y de la evaporación	1 Mtec/año
*	CVE industrial	1 Mtec/año
	Mejora del accionamiento de la maquinaria	3 Mtec/año
	TOTAL	17-23 Mtec/año

CUADRO 3

Potencial de ahorro energético técnicamente probado en la industria del cobre

Método	Tecnología	Potencial de ahorro energetico %	GJ/t	Relación coste/eficiencia (años de amortización)	Perspectivas del Reino Unido
Fundición, recalentamiento, recocido	Mejora del funcionamiento y control de hornos de combustible fósil	10-20	1-2	1-3	Buenas a corto y medio plazo
Fundición, recalentamiento, recocido	Mejora del diseño de los hornos: . comb. fósil . eléctrico	10 5	1,0 0,1	3-5	Buenas ahora
Fundición, recalentamiento, recocido	Recuperación de calor residual de los hornos	10-15	1-1,5	incierto	Dificultades técnicas, sólo a largo plazo
Fundición	Programación de hornos para reducir la necesidad de metal caliente	20	0,5	1-2	Ahora
Semifabricación	Métodos de fundición contínua	30	1,1	inf. a 3	Ahora
General	Mejora del mantenimiento de la maquinaria	3	0,5	inf. a 2	Ahora
	TOTAL	30-40	5,2-6,7		

CUADRO 4

Posibilidades de investigación, desarrollo y demostración en el campo del ahorro energético en la industria del cobre

Método	Tecnología	Potencial de ahorro energético %	GJ	Relación coste/eficiencia	Perspectivas del Reino Unido
Laminado	Laminadora de elevada reducción	15	0,2	Incierto	Sólo a largo plazo
Extrusión	Método CONFORM	30	0,4	inf. a 3	Buenas a medio plazo
Fabricación de tubos	Tubos con junta soldada	10	0,2	Incierto	Sólo a largo plazo
Semifabricación	Metalurgia del polvo	aprox. 66	6,0	Incierto	Buenas a medio plazo

CUADRO 5

METODOS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS HORNOS

Nuevo planeamiento

En el funcionamiento de los hornos, los materiales se mantienen a menudo a cierta temperatura para unir las actividades de entrada y de salida dentro de un programa de producción, es decir que la operación de mantenimiento se emplea a menudo como regulador para el programa de producción. Por ejemplo, en la industria del troquelado, una firma podría mantener un metal líquido a una temperatura determinada durante un período que depende de la disponibilidad de moldes, turnos, mano de obra, etc. Esta presión de matenimiento utiliza energía cara.Las cargas se mantienen con frecuencia durante la noche o los fines de semana, con un considerable derroche de energía. A la inversa, los hornos están vacíos, pero mantenidos a una alta temperatura de forma que puedan ser cargados con material fresco el primer día de la semana laboral. Se pueden requerir grandes cantidades de energía para poner los hornos a la temperatura correspondiente después de una interrupción durante un fin de semana o durante la noche. En los anteriores ejemplos, se podrían ahorrar considerables cantidades de energía reesctructurando la producción para optimizar las instalaciones de calentamiento. Resulta irónico que la tan cara energía se utilice a menudo para hacer corresponder la materia prima de entrada con la producción final.

Adecuadas economías

Las medidas de economía que pueden tener directo impacto en los ahorros energéticos incluyen la organización de la carga de los hornos con el fin de obtener un rendimiento equilibrado, evitando la contaminación o la humedad producidas por los residuos u otros materiales no limpios antes de efectuarse la carga, debién-

dose mantener también en buen estado los mecanismos de carga y descarga en todo momento. Se pueden cargar y descargar los hornos empleando un camión con carretilla elevadora u otro sistema de grúa.Si bien con ésta, aunque la reparación sea relativamente sencilla, una avería en un momento inoportuno también puede representar una pérdida importante de energía. En una reciente visita efectuada a un fabricante de fundiciones de cobre, hubo una carga de 25 toneladas que quedó mantenida durante 7 horas mientras que se reemplazaban las piezas de una grúa.

Fundición

La inmensa mayoría de los hornos actualmente en uso están construidos con ladrillos térmicos dentro de una estructura metálica. En los hornos más modernos, que emplean bajo aislamiento térmico de la masa, se utiliza una estructura de caja metálica, y como el aislamiento es, con frecuencia, fibroso o granular, el mismo se encuentra situado entre las partes metálicas o de ladrillo. Aunque dichos hornos tienen la ventaja de ser más fuertes que los hornos tradicionales del tipo de doble ladrillo, tienen en cambio el inconveniente de ser más difícilmente reparables. El revestimiento de un horno puede muy fácilmente dañarse a causa de golpes y choques, dados a menudo por los mecanismos de carga (por ejemplo, un camión con carretilla elevadora o una grúa). Con un revestimiento de ladrillo, las reparaciones se pueden efectuar rápidamente (aunque la frecuencia de las mismas puede ser muy elevada), mientras que con el revestimiento metálico se puede reducir considerablemente el número de deterioros, aunque las reparaciones puedan requerir más tiempo.

Aislamiento

El empleo del aislamiento de alta temperatura en la industria es uno de los principales campos en los que se pueden efectuar impor-

tantes ahorros de energía. El aislamiento térmico de alta temperatura en la industria británica ha sido objeto de un reciente estudio efectuado por la Energy Technology Support Unit, ETSU, y dirigido por la Engineering Science Division, instituciones que se encuentran en Harwell.

Combustibles

El tipo de fuente de calor empleada en un horno depende del carburante existente en el lugar. De todos los tipos de combustibles sólo el carbón no ha participado en destacada medida en la combustión de los hornos. En los últimos años, los hornos eléctricos han ido teniendo un mayor impacto. Vale la pena señalar las ventajas e inconvenientes del calentamiento eléctrico en la medida en que se da una creciente penetración de este tipo de carburante en los hornos. Estas ventajas e inconvenientes se expresan más abajo. Un factor que todavía no se indica puede tener un importante efecto sobre la decisión de "pasar a la electricidad", siendo este factor el de la experiencia en cuanto a los perjuicios ocasionados por un tipo de combustible.

Ventajas	Inconvenientes
Elevada eficiencia para el cliente	Elevados costes de capital
Elevadas posibilidades de reducción	Bajos índices de calentamiento para el calentamiento no inductivo
Ningún problema en cuanto al calor residual	Tendencia a constituir depósitos de carborundo en ciertas aplicaciones
Posibilidad de control automático	
Limpio y silencioso	

Recuperación del calor residual

Se puede disponer ya en la actualidad de varios nuevos tipos de quemadores de gas industriales. Todas las innovaciones a este respecto se han efectuado de cara a reducir el uso de combustible primario por tonelada de metal tratado. Con quemadores de elementos porosos, y quemadores de llama planos, ello se logra gracias a muy elevadas intensidades de llama, muy uniformes, y rápida carga de metal. Con los quemadores de recuperación de gas quemado, el calor residual de los hornos realimenta el quemador, de donde se reduce el consumo de carburante para la misma temperatura de llama. En ambos casos, se emplea aire/gas como carburante. En el quemador de recuperación, se suministra aire limpio, caliente, a partir de un intercambiador de calor en el flujo de gas residual hacia el quemador. Las temperaturas del aire, que son de como máximo 400°C, pueden ser normalmente toleradas por este tipo de quemador. Con el quemador de autorrecuperación, el gas residual caliente es conducido a través del quemador y precalienta el aire de entrada; el mismo se mezcla seguidamente en la tubera del quemador con el gas, efectuándose de tal modo la combustión. El principal inconveniente de los quemadores autorrecuperadores es que las partículas existentes en la atmósfera del horno pueden producir suciedad, lo cual afecta la eficiencia térmica y reduce la longevidad del quemador. Otro inconveniente es que la extracción de una atmósfera caliente en el quemador trastorna a menudo la distribución de temperatura dentro del horno y perjudica de tal modo las operaciones de tratamiento en caliente o de precalentamiento. Pese a estos inconvenientes, los quemadores autorrecuperadores han demostrado permitir ahorros energéticos más importantes que los quemadores de recuperación convencionales. Los mismos también eliminan la necesidad de un intercambiador de calor aire/aire, pudiéndose disponer directamente de los gases calientes en el punto de combustión.

Hay en perspectiva otro competidor para los hornos que funcionan con carbón. Dicha fuente de energía se ha empleado tradicionalmente en la industria siderúrgica para el calentamiento de hornos, pero ha experimentado recientemente una expansión gracias al aumento de los subsidios gubernamentales para la reconversión de calderas al carbón. Es probable que en los próximos dos o tres años la combustión con carbón tenga un pequeño pero significativo impacto en el mercado de hornos.

Controles de los hornos

La mayoría de los controles de los hornos son manuales o semimanuales, y el operador del horno determina solo las condiciones de calentamiento en un momento determinado. Es comprensible que los operadores estén motivados a menudo por las necesidades de la carga, en lugar de estarlo por la mayor eficiencia energética, de donde pueden resultar funcionamientos poco rentables de los hornos. Por ejemplo, si se obtiene una rápida fundición, se pueden aumentar los niveles de combustible de un quemador, produciéndose una excesiva radiación, así como pérdidas convectivas y conductivas, sin una significativa mejora de los niveles de calentamiento. Incorrectas posiciones de los controles pueden hacer que la carga se mantenga a una temperatura demasiado elevada, ocasionándose pérdidas excesivas de calor y también reducción de la longevidad del horno.

Una de las maneras evidentes de rectificar tal situación consiste en establecer un inmediato control que no dependa del operador del horno. Con la introducción del microprocesador, varias empresas venden actualmente sistemas de control de recalentamiento y de tratamiento calorífico de los hornos, lo cual permitirá que las condiciones de los hornos se modifiquen automáticamente cuando se añada carga o se la saque del horno. Estos dispositivos pueden aumentar la longevidad del horno, ahorrar considerables cantidades de energía y mejorar la producción. Desgraciadamente, todavía no hay en el

mercado ningún sistema de microprocesamiento que permita controlar los hornos de fundición. BNF Metals Technology Centre, BNFMTC, emplea un microprocesador para controlar el funcionamiento de un horno de fundición de cobre, y la British Aluminium Co. está efectuando investigaciones sobre el control de un horno de fundición de aluminio en el marco de la ayuda de la CEE para investigación y desarrollo. Los resultados de ambos proyectos permiten augurar, aunque todavía no se dispone de cifras a largo plazo, ahorros energéticos o fiabilidad de los controles. El control de los hornos que funcionan a altas temperaturas (más de 800°C) se encuentra dificultado por los inadecuados sistemas de medición de temperatura existentes en esta gama de temperaturas. Se requiere investigación y desarrollo en este campo para elaborar un instrumento sencillo, barato y robusto para medir elevadas temperaturas en las atmósferas de los hornos.

Mecanismos de carga y de descarga

En todos los hornos debe haber mecanismos para efectuar la carga y la descarga. En los hornos metalúrgicos se requiere además que haya una apertura para sacar el óxido o la escoria de las superficies metálicas durante la fundición. Todas estas aperturas del horno pueden producir pérdidas de calor y por consiguiente se considera que hace falta que dichas puertas estén no solamente cerradas durante los períodos no esenciales, sino que también estén aisladas y bien ajustadas dentro del horno. Con la mayoría de los sistemas de control existentes para los hornos de tratamiento calorífico, los quemadores a menudo se cierran automáticamente cuando se abren las puertas.

Salida de gas residual

En los hornos que no se calientan eléctricamente, se requiere además una salida para los gases residuales o el aire caliente. Esta salida representa una de las principales zonas de pérdida de energía en el funcionamiento del horno.

CUADRO 6 - Posibilidades de ahorro energético en las industrias del plomo y del cinc

Proceso/Medición	Promedio REP (GJ/t)	Potencial de ahorro energético		Relación eficiencia/coste (años de amortización)	Perspectivas del Reino Unido
		%	GJ/t		
Fundición primaria	52				
- combustión de gas de alto horno		10	5,2	5	Instalado probablemente en 1990
- Recuperación de calor de la planta de sinteriz.		10	5,2	10	Aprox. 2000
- Recuperación de calor del agua de refriger.		10	5,2	10	Aprox. 2000
Tratamiento del cinc	23				
- Buen manejo		10	2,3	menos de 1	
- Mejor control del horno		20	4,6	5	
- Programación		5	1	5	
- Recuperación de calor residual		20	4,6	10	
- Rendimiento del producto		5	1	5	
Fundición secundaria de plomo	16				
- Buen manejo		10	1,6	menos de 1	
- recuperación de calor residual		10	1,6	10	
Refino y tratamiento de plomo	5				
- Buen manejo		10	0,5	menos de 1	
- Mejor control del horno		20	1	10	
- Recuperación de calor residual		10	0,5	15	Probalemente no se podrá emplear
- Rendimiento del producto		5	0,3		

CUADRO 7

Perfil nº	RESUMEN DEL TITULO
18	Precalentador de aire con regeneración rotatoria para hornos de fundición de aluminio.
24	Quemadores autorrecuperadores para hornos de forja pesada.
25	Quemadores de recuperación para un horno de recalentamiento contínuo.
28	Calefacción de locales a partir de un horno carente de fardo.
38	Calefacción de locales a partir de un horno de tratamiento con apagados.
50	Estudio de diseño para recuperación de calor a partir de cúpulas de fundición de hierro.
51	Reducción de la energía de fundición metalúrgica mediante mejora del rendimiento de la fundición en la industria de fundición de hierro.
53	Control por microprocesador de la recuperación de calor residual en instalaciones de cobre.
54	Quemadores a alta velocidad de fuel oil pesado para fundición de aluminio.
63	Horno de mufla de masa con bajo nivel térmico.
92	Recuperación de calor a partir de un horno de fundición de aluminio para precalentamiento de aire y secado/precalentamiento de stock.
93	Recocido contínuo a alta velocidad de tubos de cobre.
94	Una instalación de degasificación para el tratamiento de aleaciones de aluminio.
95	Reducción de energía en la producción de fundiciones de hierro con grafito esferoidal.
107	Un secador "Tundish" para quemador.
115	Horno de mantenimiento por radiación eléctrica de alta eficiencia para máquinas de troquelado.

Perfil nº	RESUMEN DEL TITULO
116	Horno sin fardo con aislamiento de la masa de bajo nivel térmico.
118	Quemadores de carbón pulverizado con enriquecimiento de oxígeno para hornos de fundición directa.
120	Un horno de tratamiento del calor con quemador de recuperación.

Los perfiles de proyecto son publicados por el Ministerio de Energía y se pueden obtener gratuitamente dirigiéndose al Enquiries Bureau, Energy Technology Support Unit, Building 156, AERE Harwell, Didcot, Oxon, OX11 ORA.
Teléfono: 0235 834621

Perfiles de proyectos en el sector metalúrgico.

Ralph L. Sheneman
Director de la Seccion de Industrias de Productos
de Alta Temperatura Officina de Applicaniones en la Conservacion
y la Energia Solar
Ministerio de Energia
Estados Unidos

Utilizacion Racional de la Energia en la Industria Del Aluminio

El tema de la energía es de decisiva importancia para cada nación, industria, empresa e individuo En el pasado, la potencia económica de Estados Unidos se basaba en gran medida en un suministro generoso y diversificado de energía a bajo costo. Sin embargo, las perturbaciones de la oferta, y los aumentos de precios energéticos durante la pasada década, afectaron sustancialmente la economía norteamericana. La energía, aunque no sea la única causa de la reducción de la productividad que se ha experimentado en Estados Unidos, es un factor importante de la misma. Para seguir siendo competitivas, la industria en general, y la industria del aluminio en particular, deben reemplazar o reacondicionar plantas que están obsoletas en términos de consumo energético y tecnología.

Cuando se construyeron, en los años cuarenta, gran parte de las fundiciones de aluminio, se necesitaban 10 kilovatios/hora (kWh)[1] de electricidad para producir una libra de aluminio (1 libra = 0,454 kg). Actualmente, en las plantas del Noroeste del Pacífico, se necesitan aproximadamente 8 kWh. La nueva tecnología, sin embargo, exige sólo 6 kWh. Este cambio es significativo si se toma en consideración el constante aumento del precio de la electricidad y las cantidades considerables de corriente eléctrica que consume la industria del aluminio (a saber, más del 70 % del consumo energético de la industria en la forma de electricidad).

Los rápidos aumentos de precios energéticos condujeron a la conservación de la energía, lo que a su vez significó que ya no se podrían

---

1. Renner, W.B., vicepresidente, ALCOA: este dato se basa en una instalación situada en Vancouver, Washington, Estados Unidos.
Cuarta Conferencia y Exposición Anual sobre la Tecnología de la Conservación Energética, Houston, Texas, abril de 1982.

establecer con seguridad previsiones de demanda energética. Lo que es más problemático, y que puede tener graves consecuencias para las compañías de electricidad en cuanto a su capacidad de tomar decisiones racionales en base a los pronósticos de carga, es que la industria norteamericana ha llegado a un punto en que es necesario volver a constituir su infraestructura. La disminución de la carga básica ocasiona aún más complicaciones cuando se trata de prever el consumo de electricidad y de construir las instalaciones compatibles con tales previsiones.

La recesión actual también ha agravado la situación. Debido al aumento de las tasas de interés y a la reducción de la demanda de aluminio por parte de las principales industrias consumidoras (por ejemplo, la industria automotriz y la de construcción), los stocks de aluminio aumentaron vertiginosamente en la primavera de 1982, alcanzando un nivel record apenas inferior a cinco meses de consumo; en promedio, generalmente, llegaban a tres meses de consumo. Si bien se han tomado medidas para que los productores reduzcan sus costos de funcionamiento, la rapidez y el nivel de respuesta no fueron suficientes como para contrarrestar la velocidad de deterioro de la economía[2].

La recesión también puede afectar seriamente al programa de constitución de capital de la industria del aluminio. Una encuesta de "Chase Econometrics"[2] sobre el plan quinquenal de inversiones (es decir, incrementos previstos en la capacidad de producción de aluminio durante el periodo 1981-86) de las principales fundiciones de aluminio primario, muestra que se ha reducido sustancialmente la capacidad adicional prevista. Más particularmente, una encuesta realizada en

---

2. Adams, Robin. Journal of Metals, febrero de 1983. "The impact of the Recession on the Aluminum Industry and its Customers".

diciembre de 1980 por "Chase Econometrics" indicaba que, durante dicho periodo de cinco años, se había proyectado aumentar la capacidad en 2,4 millones de toneladas métricas; la encuesta más reciente, realizada en diciembre de 1982, ha demostrado que dicha proyección se había reducido hasta sólo 1,3 millones de toneladas métricas. Este incremento representa el 9,1 % de la capacidad mundial actual y una tasa de crecimiento subyacente de menos del 2 % anual. Dado que la tasa de crecimiento del consumo en Estados Unidos es, en promedio, de un 3-4 % anual, el actual plan de inversión nacional resulta evidentemente insuficiente en relación con las perspectivas de aumento de la demanda interna. En base a lo descrito, algunos analistas industriales (por ejemplo, Robin Adams), prevén una repetición de la situación que prevalecía a finales de los años 70, cuando el precio real del aluminio se vio multiplicado por dos en un periodo relativamente corto. Tendiendo en cuenta los plazos de elaboración y ejecución de los proyectos necesarios para la construcción de nuevas fundiciones, existe gran posibilidad de que se produzca nuevamente un periodo de grandes perturbaciones entre la oferta y la demanda en la industria del aluminio, a menos que se tomen medidas para aumentar la flexibilidad y el rendimiento de la producción, y para evitar las variaciones de stocks y de precios.

Por supuesto, la recesión tuvo un impacto importante. Sin embargo, la economía norteamericana ha comenzado a recuperarse. Con la reducción de la tasa de inflación, la tendencia hacia el aumento de los ingresos reales de los consumidores, las importantes cantidades "no gastadas" del potencial de inversión de los consumidores en bienes de equipo, y la reducción de las tasas de interés, existe una gran esperanza de que se desarrollen los mercados de productos de aluminio, gracias a una fuerte recuperación de la industria metalúrgica y de la economía de los Estados Unidos en general.

Es de conocimiento público que se han formulado numerosas previsiones en cuanto a la demanda y la producción de aluminio. A finales de 1982,

la Oficina de Minas de los Estados Unidos ha previsto una tasa de crecimiento de la demanda del 5,5 % anual de aquí al año 2000. Kenneth Brondyke[3] ha sugerido que, con un aumento adicional de la producción primaria de 1 millón de toneladas y un incremento anual de la misma de un 3,5 %, no se excederá la capacidad de producción norteamericana de aluminio primario hasta el año 1989.

Si bien existen diversas opiniones en cuanto a las proyecciones de la producción de aluminio primario (por ejemplo, V. Besso[4], pesimista, mientras que M. Fitzgerald y G. Pollis son más optimistas[5]), un hecho aparece claramente : la recuperación secundaria de todas las formas de aluminio representará una fracción cada vez mayor en la oferta total de aluminio durante la presente década. Por ejemplo, en los Estados Unidos la producción de aluminio utilizando métodos de recuperación secundaria que en 1978 constituía el 50 % de la producción primaria, ha alcanzado una cantidad estimada equivalente a ésta en 1982[6]. Este aumento se debió, en parte, a que los productores de aluminio primario, al procesar grandes cantidades de latas usadas como fuente de metal para fabricar hojalata, provocaron un incremento del reciclado de las mismas. También se lo puede imputar, por supuesto, a la disminución considerable de la producción primaria en 1982.

El comercio de bauxita, alúmina y lingotes de aluminio es de alcance internacional, dado que estas materias primas básicas se han convertido en productos internacionales. La bauxita se extrae en 27 países, la alúmina se produce en 26 países, y el aluminio primario en más de 40 naciones.

---

3. Brondyke, K.J. Journal of Metals, "The American Industry in 1982 and Outlook for the 80's", abril de 1983.
4. Besso, V.J. Revue de l'Aluminium, "Aluminum in the Not-So-Gay 90's", noviembre de 1982.
5. Fitzgerald, M.D. y G. Pollis Journal of Metals, "Aluminum in the Next Twenty Years", diciembre de 1982.
6. Compendio de productos minerales 1983, Ministerio del Interior de los Estados Unidos, Oficina de Minas.

La industria norteamericana del aluminio, que realiza inversiones considerables en mineral y en la explotación de fundiciones en numerosos países del mundo, sigue dependiendo de fuentes extranjeras para su abastecimiento de bauxita. En 1982, menos del 5 % del total de los suministros era de origen nacional, y la mayor parte de las refinerías nacionales de alúmina son totalmente dependientes de la bauxita importada. Aunque los Estados Unidos dispongan de abundantes fuentes de alúmina no procedente de la bauxita -arcillas, anortosita, alunita, residuos de carbón y de carbones bituminosos- las técnicas de recuperación que existen actualmente no resultan más económicas que el procedimiento Bayer. La investigación continúa en estos ámbitos, y explicaré más adelante detalladamente las actividades que reciben el respaldo del Ministerio de Energía.

Un tercio de las instalaciones de la industria norteamericana del aluminio se encuentran en el noroeste de los Estados Unidos. Esto se debe, por supuesto, a la atracción que representa la abundancia de electricidad de origen hidráulico a bajo costo, que surgió con la creación, por parte del gobierno federal, de la Bonneville Power Administration (BPA). Durante los años 30 la industria del aluminio, así como otras industrias, fueron atraídas a esta región del país donde podían obtener un suministro de electricidad a bajo costo, estable y a largo plazo. A su vez, la industria proporcionó la tan necesaria carga básica que justificaría la explotación del enorme potencial hidráulico de la región. De hecho, el arreglo era provechoso para todos.

A pesar de todo, los precios de la electricidad subieron bruscamente. Por ejemplo, las facturas de electricidad en el noroeste sobrepasan en un 70 % a las de tres años atrás*. Con la reducción de la demanda

---

* W.B. Renner : véase cita previa.

provocada por la recesión, entre otros factores, las compañías de electricidad se enfrentaron con nuevos problemas para suministrar grandes cantidades de electricidad, en forma contínua y a un costo razonable. Todas las industrias deben poner mucho cuidado en la gestión energética, y en el caso de la industria del aluminio, éste es un aspecto esencial, siendo la electricidad su elemento vital. La ventaja competitiva que proporcionaba el noroeste está desapareciendo rápidamente. El aumento del costo a largo plazo y la incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de energía han incitado a ciertos productores a trasladar la producción de aluminio a naciones menos desarrolladas. Países como Australia y Brasil, que poseen tanto bauxita como energía, están atrayendo las instalaciones de producción de aluminio.

A principios de mayo, la BPA tomó una medida enérgica con el fin de resolver este problema. Durante el año 1983, ofreció electricidad a la industria del aluminio, al precio de 11 mills (milésimos de dólar) el kilovatio/hora, en vez del precio actual de 25 mills/kWh.

La aplicación de técnicas racionales de gestión energética y una planificación global precisa desempeñarán un papel decisivo en la determinación de los lugares donde se establecerá la industria del aluminio en el mundo.

A lo largo de los años, se han realizado grandes perfeccionamientos técnicos en la producción de aluminio a partir de la bauxita. Se espera una mejora en los equipos de manutención de materiales y el rendimiento energético de la fundición. Los objetivos de los programas de investigación gubernamentales y privados, tanto en los Estados Unidos como en el mundo, han sido y siguen siendo la búsqueda de métodos de utilización de nuevos materiales inertes para fabricar los ánodos y los cátodos empleados en el proceso de retorno, el control por ordenador del proceso electrolítico, la reconfiguración de electrodos y cubas electrolíticas, y el aumento de la eficiencia térmica

global de estas últimas.

Una causa importante de la baja eficiencia en la producción de aluminio es la pérdida de energía en la resistencia del baño entre los dos electrodos. En las fundiciones clásicas, ésta puede alcanzar los dos tercios del total de la energía perdida. Una estrategia para reducir la tasa de consumo energético consiste en acortar la distancia entre el ánodo y el cátodo. Se está investigando acerca de un ánodo inerte o no consumible, que se podría montar, en forma precisa y mejor controlada, a quizás dos centímetros de un cátodo de diboruro de titanio. La distancia entre el ánodo y el cátodo, en las fundiciones convencionales, se debe mantener a más de unos 4 centímetros con el fin de evitar corto-circuitos intermitentes entre el ánodo y el baño de metal turbio (generalmente material refractario y de carbón) que hace de cátodo de la cuba electrolítica. Además, teniendo en cuenta la tendencia de los precios del coque de petróleo y la conservación energética destinada a ahorrar media tonelada de coque por tonelada de aluminio, se consideran muy favorablemente las perspectivas del perfeccionamiento del ánodo inerte.

Durante los años pasados, la Oficina de Programas Industriales del Ministerio de Energía de los Estados Unidos ha apoyado la investigación en este campo. En particular, en 1980, este Ministerio ha proporcionado fondos a la Aluminum Company of America para el estudio del perfeccionamiento de los ánodos. La primera fase de la investigación comprendía la selección de un diseño o concepción de un ánodo perfeccionado, así como investigación y desarrollo sobre los materiales que se podrían utilizar. Inicialmente, se tomaron en consideración dos opciones de diseño :

(1) la elaboración de una capa o funda de protección del carbono de los ánodos, y
(2) la elaboración de nuevos materiales inertes para fabricar el ánodo, destinados a sustituir el carbono.

La investigación permitió determinar que la primera opción no constituía un enfoque eficaz para perfeccionar ánodos. La atención se desplazó, pues, hacia la elaboración de ánodos inertes, compuestos de cerámicas de óxidos metálicos, cuya duración prevista sería de aproximadamente dos años. Se ha previsto realizar nuevas investigaciones sobre materiales, seguidas por la fabricación de ánodos y programas de prueba en laboratorio. Además, se diseñará, en el transcurso de 1983, una cuba electrolítica de prueba de 20.000 amperios. Los nuevos ánodos de "cermet" (cerámica+metal) resultarán muy útiles para reacondicionar antiguas cubas electrolíticas o para incorporarse a nuevas cubas.

Por primera vez en los años 50 y 60, se pensó que se podía utilizar el diboruro de titanio como material del cátodo fijo. Kaiser Aluminum desarrolló el concepto y efectuó pruebas efectivas del mismo en cubas electrolíticas de 10.000 amperios, y logró demostrar que se podían realizar ahorros notables de energía. Sin embargo, estos esfuerzos cesaron cuando se hizo evidente que los componentes del cátodo de diboruro de titanio disponibles en aquel momento contenían demasiado carburo de titanio (hasta un 25 %) y no podían soportar el entorno agresivo de una cuba electrolítica Hall-Heroult.

Las primeras inserciones de cátodos de diboruro de titanio realizadas por Kaiser utilizaban polvo producido térmicamente a partir del carbón, que contenía una mezcla de hasta un 25 % de carburo de titanio, y se le daba su forma definitiva mediante prensado en caliente. Las inserciones efectuadas con este procedimiento demostraban poca resistencia a los impactos y al choque térmico, también permitían una gran penetración intergranular del aluminio en fusión. Estos primeros trabajos condujeron a la elaboración de especificaciones revisadas sobre el material, como criterios de orden general para maximizar su duración de vida en el entorno de la cuba electrolítica Hall. Estos criterios eran los siguientes :

* Pureza elevada (más del 99 % de boruro de titanio);
* Ausencia de agentes de sinterización que pueden reaccionar con el aluminio en fusión o con la criolita;
* Bajo contenido de oxígeno residual (menos de 500 ppm);
* Alta densidad (más del 97 %); y
* Estructura del grano equiaxial, fina y uniforme.

En base a estos criterios relativos al material, Kaiser estimó que sería posible elaborar un material para el cátodo cuya duración de vida útil alcanzaría varios años.

En vista de la situación del mercado energético en los años 70 y de la posibilidad de producir componentes para cátodos de diboruro de titanio más puros, Kaiser, compartiendo los costos con el Ministerio de Energía de los Estados Unidos, reanudó los esfuerzos en 1976. Se reacondicionó una cuba electrolítica de 15.000 amperios con un cátodo fijo compuesto de dos tipos distintos de inserción de diboruro de titanio, y esta cuba funcionó con éxito con una distancia entre el ánodo y el cátodo de aproximadamente 1,9 cm (o sea, 0,75 pulgadas).

En cuanto se pueda disponer de un cátodo humectable fiable y de un par de ánodos inertes, estos elementos juntos podrán dar como resultado una cuba electrolítica "bipolar", lo que constituye para la industria un objetivo a largo plazo.

El ánodo inerte y el cátodo de diboruro de titanio se han mostrado satisfactorios desde el punto de vista práctico, es decir que, en condiciones de laboratorio, el dispositivo funciona y presenta ventajas evidentes en comparación con los demás dispositivos que se usan actualmente. Tanto Kaiser Aluminum como Alcoa están mejorando sus materiales y métodos iniciales, lo que significa pues que aumentan las posibilidades de aplicación de este procedimiento. No obstante, es necesario proseguir la investigación para resolver los problemas de corrosión y erosión. Asimismo, las consecuencias de la combinación

de un ánodo no consumible con un cátodo humectable se deben someter a una extensa investigación, desarrollo y pruebas.

Así pues, el Ministerio de Energía ha emprendido recientemente un proyecto para adquirir conocimientos en profundidad sobre el comportamiento de los materiales que se podrían utilizar durante la electrólisis. Específicamente, los trabajos, dirigidos por el Massachussets Institute of Technology (MIT), consistirán en investigar, durante la electrólisis, la disolución criolítica del cátodo y los materiales que podrían componer el ánodo en forma de cristales simples. Los datos relativos a estas experiencias proporcionarán más bien un conocimiento fundamental de los mecanismos de disolución asociados al material mismo, que de los mecanismos ligados a la fabricación o a impurezas.

El trabajo propuesto también podría recurrir a las últimas técnicas de fabricación de materiales cerámicos. Se ha elaborado un método único de producción con cristales simples de polvo mediante pirólisis activada por rayos Laser de líquidos muy puros. Las recientes publicaciones indican que los materiales muy densos, compuestos de granos de un solo tamaño, se producen mejor cuando se utilizan estos materiales de nueva tecnología.

Paralelamente, se ha emprendido la investigación sobre los límites del rendimiento energético actual en las cubas electrolíticas Hall. Más precisamente, se estudiarán los efectos de la valencia múltiple sobre el proceso de deposición electrolítica en sales fundidas. Se determinarán los efectos de los llamados subhalogenuros sobre el procedimiento de deposición electrolítica midiendo el espectro de vibración de los complejos de halogenuros metálicos en fundiciones de escala industrial. Con este fin, se recurrirá a la espectroscopía Raman, la técnica considerada como el medio más potente para el estudio de las especies iónicas. Esto resulta polible dado que, en general, el espectro Raman se realiza básicamente con líneas bastante cortas,

poco afectadas por la mezcla con otras especies. Además, en los sistemas donde se produce una reacción química o electroquímica, se puede detectar la presencia de nuevas especies por la aparición de nuevas líneas Raman. El método no perturba la reacción química y proporciona información sobre el estado electrónico de las especies presentes. Por otra parte, el espectro de vibración ayudará a identificar la "niebla metálica" que se observa en las cubas de electrólisis de sales en fusión durante su funcionamiento. Y finalmente, los resultados servirán también para explicar otro fenómeno misterioso que ocurre durante la electrólisis : la coloración del electrólito que, normalmente, es transparente. Todo el mundo conviene en que cada una de las condiciones arriba mencionadas reducen la eficacia de la cuba electrolítica e implican mayor consumo de energía. Por consiguiente, el conocer la naturaleza de los subhalogenuros y de la "niebla metálica", así como las causas de la coloración, ayudará a entender el comportamiento de estos tipos de disoluciones y servirá como guía para realizar los perfeccionamientos ulteriores de la tecnología y aumentar su rendimiento energético.

El "lodo rojo", denominación dada a los residuos del procedimiento Bayer, subproducto en la extracción de la bauxita, es un material residual (es decir que contiene aluminatos, enriquecidos de óxidos de hierro y de titanio) que exige una manipulación posterior y grandes espacios de tierra para almacenarlo y disponer del mismo. La utilización del lodo rojo permite recuperar la valiosa materia prima metálica y reducir el volumen de residuos producidos. Si bien no se ha logrado utilizar con éxito este lodo rojo como subproducto, se han realizado numerosas investigaciones para elaborar métodos de recuperación de sus materiales valiosos. Se ha aplicado la biolixiviación al lodo rojo en algunos estudios preliminares (por ejemplo, en Hungría), procedimiento que intensifica la solubilización de los minerales sulfurosos (es decir, mediante la acción metabólica directa e indirecta de microorganismos). Aunque la información disponible muestra claramente que existen algunas posibilidades, los resultados de

los procedimientos y las pruebas deberán valorarse. Así pues, el Laboratorio Nacional de Ingeniería de Idaho, que depende del Ministerio de Energía, ha aceptado emprender un estudio de gran amplitud con el fin de comprobar y ampliar los estudios previos sobre la aplicación de la biolixiviación para valorizar el lodo rojo. Esta investigación examinará el efecto de la acción microbiana sobre el lodo rojo, así como el de la acción microbiana cuando se complementa el lodo rojo con compuestos reducidos de hierro y azufre, necesarios para el aumento en el rendimiento de la cuba electrolítica o para el crecimiento celular. El lodo rojo carece de estos componentes y una lixiviación intensificada de silicatos, sodio y aluminatos se podría realizar con dichos aditivos. El quitar los componentes arriba mencionados aumentará el contenido de óxido de hierro de los sólidos restantes, por lo que el producto será más adecuado para la fundición de hierro.

Se verificará el contenido de titanio y de vanadio de los productos de lixiviación. Gracias a la lixiviación de estos materiales, el "lodo rojo" se adecuará mejor al tratamiento subsiguiente y se podrá recuperar el titanio y el vanadio, que constituyen valiosos subproductos. En segundo lugar, el estudio determinará si se puede valorizar la bauxita mediante tratamiento microbiano. Se inocularán cepas bacterianas Thiobacillus, y posiblemente especies de Penicillium, en varias muestras distintas de bauxita. Dado que no existen aún datos publicados sobre la lixiviación microbiana de la bauxita, salvo un estudio resumido procedente de Rusia, el trabajo inicial consistirá en examinar la influencia de varios parámetros sobre la lixiviación de la bauxita.

La política del gobierno de los Estados Unidos está destinada a apoyar la investigación de índole fundamental que implica grandes riesgos e importantes beneficios (es decir, ahorro energético). Desde el punto de vista nacional, la ventaja que reviste mayor interés para

el programa de conservación energética industrial es el aumento del rendimiento energético. Sin embargo, se debe considerar el programa energético norteamericano como un catalizador que, en última instancia, debe conducir al sector privado a intervenir plenamente en la utilización de tecnología avanzada. El elemento principal de este catalizador es un programa de respaldo de la investigación y desarrollo tecnológicos (I&D).

Características inherentes a la I&D en el campo de la conservación energética (es decir, gastos de capital importantes, a largo plazo y en riesgo), concomitantes con las políticas industriales y las prácticas de inversión, han imposibilitado en gran medida el desarrollo, únicamente en el sector privado, de una importante I&D sobre los procedimientos destinados a conservar la energía. Más precisamente, la participación federal en la I&D sobre la conservación energética ha seguido y seguirá interviniendo en los programas, por las razones siguientes :

* La industria, cuando actúa sola, es reticente a proseguir la I&D que no le proporciona la exclusividad. El sector privado recibe escasas incitaciones a ser líder en I&D, a menos que se protejan las ventajas que resulten de la innovación.
* La industria sola no llevará a cabo actividades de I&D que respondan más bien al bienestar nacional que al suyo propio. En esta categoría entra una serie de actividades de I&D en que la recuperación del capital invertido es relativamente lenta; entre ellas se puede mencionar la tecnología de la utilización de combustibles alternativos, la utilización de residuos industriales y la tecnología de reciclado de materiales.
* La industria no puede llevar a cabo fácilmente actividades de I&D en cooperación directa entre competidores. Un concepto de I&D promisorio pero que implique una gran inversión de capital, con riesgos elevados, puede estar más allá de las posibilidades de la industria que lo inicie, pero la colaboración

con una segunda industria puede constituir una violación de las leyes antimonopolio.

* La industria sola evitará selectivamente la I&D que implique un periodo de recuperación de capital previsto a largo plazo. El horizonte de inversión de una compañía en I&D es extremadamente corto cuando los fondos de que dispone son limitados.
* La industria no puede llevar a cabo una I&D que esté fuera del alcance de la capacidad de investigación de las firmas o de las asociaciones industriales. Los niveles históricamente bajos de I&D en las industrias de fuerte intensidad energética tuvieron como resultado una capacidad de investigación limitada dentro de dichas industrias.

Por consiguiente, numerosas oportunidades importantes de reducir el consumo de petróleo y de otros combustibles escasos en la industria no forman parte de los principales aspectos de la investigación en el sector privado.

Debido al primer aumento del precio del petróleo en 1973, la industria norteamericana aceleró rápidamente sus esfuerzos para reducir el coste energético y asegurar los suministros energéticos, disminuyendo el consumo de energía y optando por combustibles más baratos cuando era posible. Esta mutación tendente a poner mayor énfasis en la conservación energética en la industria no se ha producido de manera regular, pero la orientación general ha sido evidente.

Aunque se iniciaran inmediatamente esfuerzos relacionados con la conservación energética, numerosas compañías tardaron varios años en convencerse de que el aumento de precios de la energía era duradero. También se necesitó tiempo para desarrollar una nueva "infraestructura" industrial de conservación energética. Finalmente, numerosas firmas adoptaron programas de gestión energética a nivel de empresa, y los dotaron de personal. En el momento del segundo aumento espectacular de los precios del petróleo, en 1979-80, época en que los precios nacionales del gas y del petróleo seguían sin sujeción alguna, los

programas de conservación energética de las compañías de la mayoría de los sectores industriales ya estaban bien encaminados : estas compañías estaban preparadas pues para responder rápidamente a los incentivos adicionales de conservación energética generados por los incrementos de precios de 1979-80.

A medida que se seguían aplicando los programas de conservación energética, se producía una evolución lógica tanto en el tipo de medidas adoptadas como en el alcance de su aplicación en cada sector industrial. Los primeros programas y actividades de conservación energética en todos los sectores industriales estaban centrados en aquellas medidas que representaban el mayor ahorro al menor costo -con un mínimo de interrupciones de funcionamiento. La aplicación de una amplia gama de estas medidas poco costosas, defendida por los responsables de la gestión energética de las compañías recientemente creadas, se difundió en todo el sector manufacturero. Estas medidas domésticas y de costo moderado aportaron una contribución particularmente significativa a los ahorros energéticos de las industrias que consumían pequeñas o medianas cantidades de energía.

En 1981, no obstante, era cada vez más evidente que la industria se orientaba hacia la etapa siguiente de sus esfuerzos de conservación energética. A medida que cada una de las compañías y de las industrias progresaba en la búsqueda de ahorros energéticos, también cambiaban en número y en tipo las opciones que se les ofrecían en este campo. Ya se habían llevado a cabo gran parte de los proyectos baratos y simples. El lograr nuevas mejoras de rendimiento energético sería cada vez más difícil y complicado, y estas mejoras sólo se obtendrían en gran medida a partir de proyectos más costosos, basados en importantes inversiones de capital.

La tendencia prevista para la elaboración de más proyectos que requerían mayor aportación de capital tuvo otras consecuencias. Porque la mayoría de los sectores grandes consumidores de energía son sectores

de fuerte intensidad de capital -y que también son los sectores con los mayores incentivos para realizar ahorros adicionales del costo energético- una proporción creciente de los ahorros energéticos totales de la industria debería de proceder de dichos sectores. Por otra parte, es probable que se ampliarán las divergencias entre diferentes sectores industriales en cuanto a la índole y el alcance de los proyectos de conservación energética. A medida que aumente el costo relativo de las posibilidades de ahorro de energía, las industrias que consumen relativamente poca energía encontrarán más difícil justificar proyectos que exigen importantes inversiones, destinados únicamente a ahorrar energía. Una tercera consecuencia de la necesidad de emprender proyectos de alta capitalización para realizar una mayor conservación energética es que la eficiencia energética debe constituir una consideración primordial en la planificación de todos los nuevos proyectos de esta categoría, y que se deben diferenciar los proyectos de ahorro energético de los otros tipos de inversiones.

El gobierno federal ha desempeñado un papel decisivo para asegurar que se seguía mejorando el rendimiento energético, y ha promulgado una legislación que fomenta la planificación y la investigación fundamentalmente racional.

Reconociendo las implicaciones potenciales de una oferta creciente e incierta de electricidad de la Pacific Northwest, en diciembre de 1980, el Congreso de los Estados Unidos promulgó la Ley de derecho público nº 96-501. Esta "Ley sobre la conservación y la planificación de energía eléctrica del Noroeste del Pacífico", combinada con otras leyes aplicables a nivel local y federal, estableció un procedimiento representativo de planificación regional para asegurar que la región dispusiera de suministros eléctricos eficientes, económicos, fiables y adecuados. Para cumplir con este propósito, la ley prescribía, entre otras cosas :

* Préstamos y subsidios a los consumidores para aumentar la eficacia del sistema y la recuperación de energía residual;

* Asistencia técnica y financiera (es decir, créditos) a los consumidores y las autoridades gubernamentales, y en colaboración con ellos, para promover la adopción de medidas de conservación energética lo más eficientes en relación al costo;
* Fondos destinados a estudios y proyectos de demostración para determinar la eficiencia en relación al costo de las medidas de conservación; y
* Mecanismos para ofrecer a la industria suministros seguros de electricidad a largo plazo.

Así, la legislación y el programa energético constante del sector público de la I&D han sido los instrumentos en la iniciación de programas eficaces para la conservación energética.

Como es sabido, el costo de la energía eléctrica y la disponibilidad fiable de la misma son elementos decisivos para la industria del aluminio, razón por la cual dicha industria seguirá siendo atraída por fuentes de electricidad a bajo costo, aunque la investigación permita mejorar en forma considerable el rendimiento energético de las fundiciones y que la Bonneville Power Administration prevea incentivos tales como créditos a la facturación, con el fin de alentar a quedarse, o a expansionarse en la explotación en un lugar concreto.

Tomando como referencia las cifras relativas al consumo que figuran en el Documento 1*, la demanda de aluminio primario en los Estados Unidos pasará de 13 mil millones a 19,5 mil millones de libras aproximadamente entre el año 1990 y el año 2000. Este aumento de 6,4 mil millones de libras, o 3,2 mil millones de toneladas, requerirá la producción de 11 fundiciones, produciendo cada una 300.000 toneladas de aluminio. Durante los años 90, la introducción de los cátodos de diboruro de titanio y de los ánodos inertes en algunas de las series de las cubas electrolíticas existentes en las fundiciones de aluminio en los Estados Unidos podría provocar una expansión en la capacidad de hasta un 10 % del potencial norteamericano, o sea, equivalente a dos fundiciones de

---

* Charles River Assoc. Inc., "Primary Aluminum Production and Electricity Consumption in the TVA", Región, marzo de 1983.

DOCUMENTO 1

DEMANDA DE ALUMINIO PRIMARIO EN LOS ESTADOS UNIDOS
(millones de libras de aluminio)

	1981	1985	1990	1995	2000
Necesidades de lingotes de Al en E.E.U.U.	12.033	15.900	19.500	23.800	29.000
Necesidades de lingotes obtenidos por reciclado					
Nuevos residuos	2.338	2.600	3.100	3.800	4.600
Viejos residuos	1.772	2.400	3.300	4.000	4.900
Necesidades de lingotes de Al primario en E.E.U.U.	7.923	10.900	13.100	16.000	19.500

FUENTE: 1981 : Asociación del Aluminio
1985-2000 : Estimaciones de Charles River Associates Incorporated.

300.000 toneladas cada una.

Si bien el éxito de la investigación y desarrollo destinados a diseñar y aumentar la eficiencia energética en las cubas electrolíticas Hall reducirá la importancia de los costos de electricidad en comparación con los demás costos de la fundición, la localización de esta última seguirá dependiendo en gran medida de dichos costos.

La utilización de aluminio en la fabricación de automóviles es aceptada cuando su ligereza permite ahorrar combustibles petrolíferos. También es de todos conocido que numerosas naciones utilizan en gran escala dicho metal en la construcción de viviendas residenciales y artículos de consumo doméstico.

El consumo energético inicial para fundir aluminio siempre es el principal obstáculo para el desarrollo de una industria del aluminio. Los productores de aluminio en el mundo han sido muy hábiles al elaborar el equipo de fabricación necesario para convertir los lingotes de aluminio primario en laminados, en artículos de consumo y productos para la construcción.

Desde el punto de vista histórico, las naciones del tercer mundo siempre han utilizado sus recursos hidráulicos y de bauxita para adquirir divisas. En la medida en que la utilización racional de la energía es un factor determinante de las políticas aplicadas, la fabricación de productos útiles de aluminio destinados a los consumidores, la construcción y los aparatos eléctricos proporciona los mayores beneficios por unidad de energía consumida. Los productos de aluminio de aleación corriente no necesitan mucha energía adicional una vez que se ha producido o adquirido el metal en su forma primaria.

Durante décadas, los principales productores de aluminio primario han explotado, casi febrilmente, la aplicación en la ingeniería con el

fin de crear nuevos mercados para sus productos. La mayor parte de esta tecnología se ha desarrollado de tal forma que cualquier nación, con deseos de explotar los recursos necesarios en el proceso de industrialización, puede disponer de ella en cualquier momento.

Aquellas naciones que no poseen excedente de potencial hidráulico o recursos de bauxita generan un valor agregado considerable en la fabricación de los productos de construcción, de consumo o eléctricos destinados a su consumo interior.

Numerosos hombres de negocios, dotados de imaginación e ingenio para encontrar y satisfacer las necesidades de los consumidores allí donde no existían anteriormente, crearon nuevas industrias en los Estados Unidos y en otros países desarrollados. En muchos casos, las industrias consumidoras de aluminio no van más allá de las fronteras del país y sólo necesitan aluminio o desechos del aluminio como materia prima básica. Dado que la energía necesaria para volver a fundir el aluminio representa aproximadamente un 5 % de la que se requiere para la fundición primaria, puede ello representar una contribución significativa al bienestar de una nación sin demandas innecesarias de recursos energéticos.

En resumen, la crisis energética está disminuyendo, pero ha representado un impacto profundo con efectos duraderos en la industria del aluminio en muchos lugares del mundo.

El incremento de los costos de la electricidad ha obligado a los productores de aluminio primario a examinar las características más fundamentales de la reducción electrolítica en búsqueda de conservación energética. Las previsiones de los futuros incrementos de precios de la electricidad prevén una relajación en los esfuerzos para lograr una eficiencia energética. No obstante, existen límites prácticos a los aumentos de rendimiento, que se pueden prever. Por consiguiente,

los países del tercer mundo que poseen importantes potenciales de energía hidroeléctrica sin explotar tienen la oportunidad de comercializar dicha energía para satisfacer la demanda de aluminio que, seguramente, aumentará en un futuro próximo.

Esto sitúa a dichas naciones en una posición envidiable para desarrollar aún más las industrias consumidoras de aluminio en sus economías nacionales. Las propiedades fundamentales del metal, su ligereza, su gran resistencia, su conductividad eléctrica y su resistencia a la corrosión estimularán con seguridad la demanda si el metal y las herramientas para trabajarlo están presentes.

RACIONALIZACION EN EL CONSUMO DE ENERGIA EN LA REFINERIA DE ZINC DE CAJAMARQUILLA.

Ing. César Fuentes L.

Gerente de la Refinería de Zinc.
MINERO PERU S.A.

Introducción

La Refinería de zinc está ubicada a 29 km al NE de Lima, a una altitud de 450 metros, en el distrito de Lurigancho, del Departamento de Lima. Esta planta inició sus operaciones en marzo de 1981; habiendo sido recibida por MINERO PERU S.A. el 10 de agosto de 1981, del contratista que tuvo a su cargo la construcción, después de verificar el cumplimiento de la capacidad de planta y calidad de productos señalados en el contrato de obra; desde esta última fecha, la Refinería viene siendo operada exclusivamente por técnicos de MINERO PERU S.A.

Anualmente se procesan 220.000 toneladas de concentrados de zinc de 52 % de zinc que provienen de la Sierra Central del Perú. Como resultado de este tratamiento, se obtienen 100.000 tm de zinc refinado por año, y como sub-productos, 160.000 tm de ácido sulfúrico, 330 tm de cadmio refinado, 1.200 tm de residuos de cobre y 12.000 tm de residuos de plomo-plata.

1. Proceso metalúrgico

El proceso metalúrgico consta de tres etapas principales que son las siguientes:

- Tostación y ácido sulfúrico

Los concentrados de zinc recepcionados son sometidos a un proceso de tostación a 930° C con aire y sin adición de calor externo, ya que la transformación de sulfuros-óxidos generan calor, el cual sirve para generar vapor para ser utilizado en la producción de energía eléctrica y energía calorífica en las diferentes operaciones metalúrgicas.

Los productos de tostación son :

Calcina : Es el producto tostado compuesto principalmente por óxido de zinc y óxidos de las impurezas que acompañan a este metal.

Gases sulfurosos : Compuestos principalmente por anhídrido sulfuroso y otros gases como nitrógeno y oxígeno, son sometidos a un proceso de limpieza, secado y utilizados en la fabricación de ácido sulfúrico. Los gases residuales son elevados mediante una chimenea cuyo punto de descarga está a 690 msm.

Vapor : Se produce entre 26 y 30 t/h de vapor a 40 atmósferas de presión, que se emplean en un turbo-alternador para la generación de 2.200 kW. El vapor que sale de esta turbina tiene 4 atm. de presión y es utilizado en los diferentes procesos.

- Lixiviación y purificación

La lixiviación se realiza en forma contínua y en varias etapas; el objetivo es disolver la mayor cantidad posible de zinc contenido en la calcina utilizando vapor a 95° de temperatura.

En el proceso de lixiviación se separa plomo y plata y en otro residuo se elimina el Fe en forma de un compuesto químico denominado Jarosita.

Adicionando polvo de zinc se purifica la solución de sulfato de zinc eliminándose los contenidos de Cu, Cd, Ni, Co y otras impurezas, quedando finalmente una solución purificada de sulfato de zinc.

- Electrodeposición y fusión

Para la electrodeposición se utiliza la solución de sulfato de zinc purificada, la cual por el paso de la corriente eléctrica en las celdas electrolíticas se logra la deposición del zinc en los cátodos y la regeneración del ácido sulfúrico que va a ser reutilizado en la etapa de lixiviación. Las planchas de zinc que se producen son fundidas en un horno eléctrico y moldeadas en tres diversas formas comerciales de acuerdo a los requerimientos del mercado.

2. Sistema energético de la refinería de zinc

En el sistema energético de la refinería de zinc se utilizan los siguientes tipos de energía :

a) Energía eléctrica hidráulica.
b) Energía eléctrica térmica a vapor.
c) Energía eléctrica petróleo diesel oil Nº 2.

a) Energía eléctrica hidráulica

El sistema eléctrico de la refinería es alimentado mediante el sistema interconectado a ELECTROLIMA, teniendo una potencia instalada de 81 MVA, mediante la conexión de tres (03) transformadores monofásicos de 27 MVA cada uno de 220/30 kV.

El sistema de distribución se efectúa en 30 kV, alimentando cuatro (04) transforectificadores de 12,5 MW de potencia, y que sirven para la alimentación del sistema de Electrólisis a una tensión máxima de 446 voltios

contínuos y 56.000 amperios, trabajando dos (02) grupos en paralelo. Asimismo, se alimenta a esta tensión a un horno de inducción de 2,5 MW de potencia y dos (02) transformadores de 12,5 MVA de 30/4,16 kV en 4,16 kV se alimentan 15 motores de diferentes potencias así como transformadores de 4,16/0,44 para la alimentación de motores de menor potencia; el sistema de alumbrado se realiza a una tensión de 220 voltios y el control a 110 voltios.

La potencia contratada a ELECTROLIMA es de 60.000 kW, siendo el consumo promedio mensual de energía de 35.000.000 kWh, 15.000.000 KVARh, trabajando con un factor de potencia de 0,91.

La Refinería tiene la particularidad de trabajar con una carga estable durante las 24 horas del día, o variándola de acuerdo a las necesidades limitativas de potencia; ésto hace que el factor de carga sea elevado y se mantenga en 0,89.

b) Energía eléctrica térmica a vapor

Durante la operación normal de la planta, en la etapa de tostación del concentrado, se aprovecha el calor de los gases del horno mediante una caldera de recuperación marca LAMONT para producir vapor sobrecalentado. La caldera es tipo acuatubular, de una capacidad nominal de 30 TM/h y una presión de 40 bar, la temperatura del vapor es de 350° C.

Con este vapor se genera electricidad mediante un turbogenerador ACEC, de una potencia de 2170 kW, tensión de salida 4160 V, el cual es sincronizado a la red.

Adicionalmente a esta caldera y para efectos de emergencia, se tienen dos calderas adicionales de las siguientes características:

Calderas fuego directo

Marca	:	Menaeyer - Willebruck
Combustible usado	:	Diesel oil nº 2
Tipo	:	Acuatubulares
Control de combustión	:	Automático
Capacidad	:	33 TM/h, 13 TM/h
Presión	:	10 bar, 10 bar.
Temperatura de gases	:	250° C, 270° C.

c) Energía eléctrica - Petróleo diesel oil Nº 2

En casos de emergencia y cuando existen cortes de energía eléctrica por parte de ELECTROLIMA, automáticamente entra a funcionar el sistema de socorro, el cual genera electricidad por medio de un grupo diesel de las siguientes características :

Fabricado por	:	Cockerill / ACEC
Potencia	:	3121 KVA
Factor de potencia	:	0,8
Combustible usado	:	Diesel oil Nº 2
Tensión de servicio	:	4.160 voltios.

3. Consumo específico de energía - 1982

Producción (barras de zinc)	92.147 TM
Consumo de energía :	
Electricidad	354.697,6 MWh
Diesel oil Nº 2	2.343,4 TEP
Gas líquido (0,25 gl/TM Zn ref.)	48,7 TEP
TOTAL COMBUSTIBLE	2.392,1 TEP (+)

1 TEP = 10^7 kcal (Tonelada de Petróleo Equivalente)

Consumo específico de electricidad

CEE_{el} = 3.849 kWh/TM de Zn. refinado.

Combustible

$CEE_{térmico}$ = 260 k cal/kg Zn. refinado.

4. Racionalización energía eléctrica

Durante el primer año, las operaciones de la planta se efectuaron con el criterio de obtener el máximo provecho de la tarifa eléctrica que se tenía establecida, la cual estaba estructurada en tres factores que representaban aproximadamente 70 %, por energía activa, 17 % por energía reactiva y 13 % por máxima demanda. Dentro de estas características, el consumo de la planta fue lo más uniforme posible durante las 24 horas del día, planteándose de inmediato la necesidad de eliminar la energía reactiva, proyecto que está actualmente en implementación.

En 1982 se inició con ELECTROLIMA la negociación de una nueva tarifa que logró concretarse a partir de mayo de ese año en los términos que se indican. En esta negociación se observó que el consumo de Cajamarquilla podría adecuarse a las características del consumo de ELECTROLIMA, donde la mayor demanda de electricidad se produce entre las 18:00 y las 22:00 horas. En tal sentido, la Refinería podría trabajar con 40.000 kW de potencia en las horas de punta y eliminar la energía reactiva el 1° de enero de 1984 como plazo máximo, proposición aceptada por ELECTROLIMA que originó tener una tarifa que fue estructurada sin que condicionara alentar menor consumo de los 40.000 kW señalados en las horas de punta. La Refinería tuvo mucho cuidado en optimizar la rentabilidad por el mejor uso de la corriente eléctrica, determinando usar el máximo permisible

La tarifa establecida para un año se cumplió el 30 de abril de 1983, por

lo que Cajamarquilla, a través de MINERO PERU, ha hecho llegar a las autoridades pertinentes su punto de vista respecto a bajar el consumo de energía eléctrica en las horas de punta hasta 20.000 kW, siempre que la menor utilidad como consecuencia de una menor producción se comparase con una disminución efectiva en la tarifa en no menos del 10 %.

La aplicación de la tarifa que acaba de expirar ha representado una menor facturación con respecto a la primera tarifa de 7.000.000 de dólares de los Estados Unidos por año, pese a que esta tarifa fijada por ELECTROLIMA en dólares ha asignado un permanente reajuste y no en soles, como se establece para el resto de los usuarios, a los cuales se les reajusta periódicamente, lo que no alcanza a equilibrar la devaluación del sol con respecto al dólar norteamericano.

Sistema tarifario

Mediante acuerdo especial con ELECTROLIMA, se llegó a aplicar el siguiente sistema tarifario :

a) Etapa SECA

Que comprende los meses de mayo a noviembre (07 meses).

b) Etapa HUMEDA

Que comprende los meses de diciembre a abril (05 meses).
En cada una de estas etapas, la energía activa se diferencia en dos períodos, y son :

- Hora de punta : Comprendido entre las 18:00 y las 22:00 horas, en el cual la Refinería está autorizada a consumir 40.000 kW como máximo y es el precio más elevado que se paga por kW-h consumido. El consumo de energía para las horas de punta es aproximadamente 5.000.000 kWh/mes.

- Hora de no punta : Comprendido entre las 22:00 y las 18:00 horas, en el cual la Refinería está autorizada a consumir 60.000 kW como máximo.

Para cada una de estas etapas, la energía activa tiene una tarifa, siendo aproximadamente el doble en las horas de punta.

Con respecto a la energía reactiva, se tiene una tarifa transitoria, la cual está supeditada a la eliminación de la energía reactiva que debe efectuarse en el presente año, cubriendo con una tarifa baja la energía reactiva que se consumiría con un factor de potencia de 0,98, y el resto con otra tarifa mucho más elevada.

En octubre del presente año se eliminará la energía reactiva con la instalación de un Banco de Condensadores de 25 MVAR y un motor síncrono de 2 MVAR, llegando a un factor de potencia de 1,0.

Asimismo, se viene efectuando un estudio de eficiencia en el sistema eléctrico, trabajando a plena carga los motores y aprovechando al máximo la capacidad de los transformadores, así como haciendo un chequeo contínuo sobre el sistema de aislamiento.

La máxima demanda se calcula en base al consumo de horas de punta. Las tarifas bases para cada una de estas etapas se recalculan mensualmente de acuerdo al tipo de cambio del dólar norteamericano, teniendo un promedio anual de costo de la energía de 3,6 dólares EE.UU/kWh, incluyendo el 25 % de impuestos.

5. Racionalización consumo de petróleo

La empresa que construyó la Refinería de zinc tuvo a su cargo también su puesta en marcha y la entregó a MINERO PERU operando satisfactoriamente con una recuperación de zinc aproximada de 94 %, pero para ello requería

utilizar - en la etapa de lixiviación, vapor adicional al que generaba la planta de tostación - alrededor de 6 t/h de vapor en exceso, que se obtenían operando a 50 % de capacidad la caldera Willebruck, lo que significaba un consumo de petróleo del orden de 60.000 galones por mes.

Con el objeto de estudiar la economía de petróleo, se efectuaron diversas pruebas a nivel de planta y un estudio estadístico respecto a los parámetros de operación y recuperación de zinc, concluyéndose que la menor recuperación estimada en la lixiviación - como consecuencia de eliminar el vapor adicional - sería inferior al 1 % de la recuperación total. Como efecto colateral favorable se preveía disminuir la disolución de sílice que causa dificultades operativas en este tipo de industrias.

Dentro de este contexto de bajar el consumo de petróleo se hicieron los ajustes siguientes :

a) Operar la planta de tostación en forma uniforme manteniendo una relación mínima de 2,3 entre el concentrado tratado y las barras de zinc producidas.

b) No utilizar vapor adicional ni aún para paradas de la planta de tostación menores de ocho horas.

Como resultado final se ha encontrado que la menor recuperación de zinc en la lixiviación ha afectado a la recuperación total en menos de 0,5 %, aproximadamente, lo que representa una pérdida de alrededor de 13.000 dólares EE.UU por mes; sin embargo, el ahorro por el menor consumo de petróleo es de aproximadamente 48.000 dólares EE.UU por mes.

USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA
INDUSTRIA CEMENTERA

Vladimiro Camacho Rodríguez
Vicepresidente Producción de Cemento

1. INTRODUCCION

Se ha incluído en el temario de esta reunión, en forma resaltante a la Industria Cementera, por ser ella, definitivamente, una de las mayores consumidoras de Energía en sus diversas formas.

En cada evento importante de agremiaciones locales, nacionales o regionales de cementeros, o de organismos relacionados con la generación y uso de la energía, la economía en su utilización es tema prácticamente obligado y muchas veces es el asunto central. Así, para citar algunos importantes ejemplos, lo fué en las primeras jornadas colombianas del cemento, celebradas en Bogotá en Mayo de 1976, y organizadas por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, en la segunda Reunión General del Grupo Latinoamericano de Instituciones del Cemento y del Concreto, en Río de Janeiro, en Octubre de 1979; y la reunión del Grupo del Trabajo sobre El Uso Racional y Conservación de Energía en la Industria del Cemento en América Latina realizada en la sede de OLADE en Quito, en Septiembre de 1981.

Por su parte, prácticamente todas las fábricas o empresas trabajan en los distintos niveles directivos y técnicos en busca de la reducción en el consumo de la energía.

Aunque no son siempre coincidentes el origen y las metas de los programas de los organismos gubernamentales con los de la empresa privada, sus esfuerzos en todas las latitudes están haciendo aportes efectivos al problema universal del uso racional de la energía y la preservación de las reservas de las fuentes energéticas.

Como es obvio esperar, la orientación y la intensidad de estos esfuerzos es distinta de fábrica a fábrica, en mayor grado de país a país y mucho más de región a región, como cuando se piensa en Latinoamérica y los países de Norteamérica y Europa. Estas diferencias se explican por las motivaciones mayores o menores, por el grado de desarrollo y las condiciones económicas en general, y de los respectivos mercados en particular. Es decir, por la disponibilidad y costo de las fuentes de energía, del desarrollo tecnológico y la disponibilidad y competitividad en los mercados financieros y el del propio cemento.

2. FORMAS DE CONSUMO ENERGETICO EN LA INDUSTRIA CEMENTERA

De una manera sencilla se puede resumir el proceso industrial de la fabricación del cemento de la siguiente manera:

Combinados en unas determinadas proporciones, los óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro son llevados a un horno rotatorio, en el cual avanzan en contracorriente con los gases producidos por la combustión de carbón, fuel oil, gas natural u otro combustible. El calor suministrado por los gases de combustión provoca la descarbonatación del carbonato de calcio, que así se descompone en cal y CO_2, la pérdida de agua de constitución de la arcilla que proporciona la alúmina y sílice, la fundición de los óxidos de hierro y la elevación de temperaturas hasta los 1700°C aproximadamente. Alcanzadas estas condiciones los óxi-

dos se combinan en distintas formas entre sí, con lo cual se obtiene el clinker, como producto fundamental a la salida del horno.

Dependiendo delcontenido de humedad de la mezcla de materias primas alimentadas al horno, el proceso es de vía seca ó húmeda, ó un proceso intermedio, semiseco o semi-húmedo. Esta condición es factor determinante en el consumo energético, ya que el agua debe ser evacuada por evaporación.

El consumo de energía térmica del horno es muy variable, dependiendo del tipo de proceso usado, como ya se explicó, de la calidad y tipo de clinker producido, del tipo y estado del revestimiento refractario interior del horno, del estado del horno, de su control, de la calidad y homogenidad del combustible y del adecuado manejo de los balances de masas y energía, principalmente. Los valores en el consumo pueden variar entre unos 700 y 1800 Kcal/Kg. de clinker.

El clinker producido en el horno se mezcla y muele finalmente, normalmente en molinos de bolas, juntamente con yeso. También es usual agregar otros componentes a la mezcla, tales como puzolanas, escorias de altos hornos y cenizas volantes, consideradas como adiciones activas, o calizas u otros materiales inertes. Como es claro de deducir, el consumo de energía térmica por tonelada de cemento está en proporción inversa a la cantidad de clinker presente en esta mezcla.

Además de la molienda del clinker y demás componentes del cemento, en el proceso se realizan otras operaciones de reducción de tamaño. La caliza, arcilla, mineral de hierro, yeso y arenas son desmenuzadas por los distintos tipos de trituradores. La mezcla de las materias primas y el carbón son molidos en molinos verticales de rodillos u horizontales de bolas. Todas estas máquinas consumen grandes cantidades de energía eléctrica y su transformación en energía útil es muy ineficiente. Se considera que llega a un aprovechamiento real en trabajo de desmenuzamiento entre un 2% y un 20% (1). Estas operaciones de desmenuzamiento consumen un 80% de la energía eléctrica usada en la fabricación del cemento. Su consumo energético dependen del tipo de máquina, del diseño, construcción y estado de los cuerpos de desgaste, de la naturaleza de los materiales trabajados y del balance entre sus tamaños inicial y final.

(1)"Manual Tecnológico del Cemento" Dipl. Ing. Walter H. Duda Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona 1977.

Dado el tamaño de las plantas de cemento y la variedad de operaciones, se hace necesario un gran transporte de materiales, que pueden sumar varios kilómetros y muchos metros de diferencias de niveles. Estos transportes requieren igualmente del consumo de energía eléctrica. Sumando todos los anteriores consumos con los de iluminación, laboratorios y administración, el valor específico puedevariar de fábrica a fábrica entre unos 100 y 150 Kwh/ton. cemento producido, dependiendo del estado general de las instalaciones, de la distribución de planta, del estado y eficiencia de las máquinas, del tipo de proceso y de las operaciones aplicadas y, en forma general, de una programación racional de las máquinas que permita trabajar a plena carga y evite los trabajos en vacio. Finalmente de un diseño adecuado del sistema que permita una conversión eficiente de energía en las máquinas de velocidad variable y el mejoramiento del factor de potencia, entre otros.

La ubicación de las plantas de cemento obedece corrientemente a la localización de la cantera caliza, su principal materia prima. Hasta allí deben llegar los otros minerales y combustibles, las máquinas, piezas y materiales de reposición y el personal. Desde allí se envía el producto a los centros de consumo. Todos estos transportes, sumados al movimiento de máquinas y vehículos de minería, causan un considerable consumo de combustible automotríz.

3. La situación en América Latina

La existencia de grandes reservas de petróleo, gas natural y carbón, así como el gran potencial hidroeléctrico de la mayoría de los países Latinoamericanos, por una parte, y el alto costo que les representa las innovaciones tecnológicas, de otra parte, plantean para estos países y sus empresas la necesidad de considerar la problemática del uso racional y conservación de la energía dentro de un contexto y unos parámetros diferentes a los considerados en los paises altamente desarrollados.

Como en muchos otros sectores de la industria y la economía, en la cementera se encuentran. a nivel mundial varios conglomerados con producción en casi todos los continentes y con un tamaño económico, tecnológico y producti-

vo superior al conjunto de las empresas de muchos países latinoamericanos, en donde también tienen sus raíces a través de empresas propias o asociadas. Estas transnacionales poseen un alto grado de tecnología y un muy amplio campo de investigación y de experimentación, cuyos resultados transmiten a sus distintas filiales a los ofrecen en el mercado tecnológico, incluido los relacionados con el ahorro de energía.

La transferencia de tecnología en este campo también se adquiere con la compra de equipos, de procesos o fábricas enteras, a costos normalmente elevados, más difíciles de asumir en circunstancias de mercados financieros y del cemento como las actuales, de gran complejidad e incertidumbre.

Dentro de este cuadro, y correspondiendo al interés mundial por la preservación y mejor utilización de los recursos energéticos, y como lo expresan los diversos eventos y esfuerzos ya mencionados, los países latinoamericanos, sus organismos regionales, estatales, gremiales y empresariales realizan esfuerzos de diversa magnitud en busca de este objetivo universal.

OLADE diseñó para América Latina un programa de diez puntos en la reunión del Grupo de Trabajo en Quito en 1981, que comprende: el balance energético; el análisis de la legislación sobre la materia; políticas de incentivos fiscales y financieros; análisis de producción de cementos mixtos; cambio de procesos; sustitución de combustibles; racionalización de equipos y procesos; transporte de insumos y productos; desarrollo, transferencia y difusión de tecnología; integración de esfuerzos (2).

En esta reunión se hizo un diagnóstico parcial sobre la situación en el consumo de energía, por la industria cementera, comparándola con la situación en algunos países industrializados. A pesar de no ser el resultado y un bien elaborado estudio, quedaba evidenciado que, en términos generales, el consumo latinoamericano es mayor que el de los países industrializados, y que las diferencias de país a país son grandes, como resultaba de mirar cifras de los países representados en dicho Grupo de Trabajo, a saber, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador y Venezuela.

---

(2) Programa de uso racional y conservación de energía en la Industria del cemento en América Latina "OLADE-GRUPO DE TRABAJO GT/T/170-4/IX/81.

Fué igualmente interesante observar allí las cifras que en el campo energético, obtienen las fábricas, localizadas prácticamente en todos los continentes de la organización "HOLDERBANK", las cuales superan el promedio de las obtenidas en la mayoría de los países latinoamericanos.

Teniendo en cuenta la importancia del diagnóstico exacto, se recomendó elaborar una encuesta entre todos los fabricantes de la región, como paso preliminar programa de diez puntos ya relacionados.

Se conoce, por otra parte, que las políticas de los gobiernos en esta materia son muy distintas. En el caso del manejo de reservas, sin embargo la mayor parte de los países han establecido normas muy claras y, conjuntamente con la industria, programas muy concretos para sustituír el fuel-oil como combustible industrial, por carbón en la mayor parte de los casos, o por gas natural.

Incluso Brasil presenta muy interesantes ejemplos de ensayo y aplicación del uso de combustibles no convencionales, como las llantas y subproductos de la industria química.

Quizás uno de los aspectos más claramente definidos tiene que ver con la clase de proceso utilizado preferencialmente por cada país. Es evidente y ampliamente conocido, que el proceso de vía seca tiene un menor consumo energético que el proceso de vía húmeda. Este último, que corresponde a una tecnología más antigua prevalece en los países latinoamericanos. Susubstitución aportará economías en el consumo energético. Pero dichasubstitución requiere de grandes inversiones que inciden grandemente en las características particulares de los mercados nacionales del cemento, por proveer ellas siempre grandes capacidades instaladas de producción adicionales a las existentes. Por ello, en la mayor parte de los países latinoamericanos el solo esfuerzo privado no es capaz de asumir programas de tal magnitud. Se necesita el estímulo oficial a través de programas de crédito, facilidades fiscales y demás medidas tradicionales.

Frente a los países industrializados, poseedores de la alta tecnología y

de los mejores medios para el avance de la investigación, tanto básica como aplicada, es necesario plantear la necesidad de una política más definida en materia de colaboración y asistenciatanto tecnológica como financiera, pues todo esfuerzo realizado a nivel de cada país, o de la región latinoamericana, para economizar en el consumo de las fuentes de energía, es un aporte muy grande para acrecentar las reservas mundiales.

4. Situación en Colombia

A nivel nacional, para el caso colombiano, es de destacarse la "Investigación Energética en la Industria del Cemento", realizadadentro del estudio nacional de energía por el Departamento Nacional de Planeación con la cooperación de la misión técnica alemana-suiza en 1981. El informe del experto, (3), señor PETER KALAS, presenta una serie de cifras sobre el tamaño de la industria, su producción y su consumo energético.

Los 41 hornos instalados en 15 plantas podían producir aproximadamente 4 millones de toneladas de clinker por año, que se podían convertir a 5 millones de toneladas de cemento. Esta capacidad se incrementó en los dos últimos años en 1 millón de toneladas. El 31.5% del consumo nacional de energía corresponde al uso industrial, dentro del cual el sector de cemento exige 18,7% de combustibles y 9,8% de energía eléctrica, "lo que significa que el sector cementero es responsables de casi el 6% del consumo de energía en Colombia".

Concluye, además, que el consumo específico de energía es, aproximadamente, 35% mayor que el promedio del consumo mundial (6,7 MJ/Kg. contra 4.95 MJ/Kg. de cemento). Esta situación depende del alto porcentaje (94%)de producción por vía húmeda, que consume más de un 50% de energía adicional que la vía seca y de la ineficiencia de las plantas por vía seca. Esta situación tiende a mejorarse con la puesta en marcha de las nuevas plantas de Paz del Río y Cemento Samper, cuyos consumos específicos corresponden a las normas internacionales.

En cuanto a tipo de combustibles consumidos se presenta un cambio importante,

---

(3) Estudio Nacional de Energía - Investigaciones Energéticas en la Industria del Cemento. Departamento Nacional de Planeación Bogotá, agosto de 1981.

al reducirse el gasto de fuel-oil, reemplazado por carbón, de un 33% en 1970 a un 10% en 1976, en términos de producción de cemento. En este aspecto el esfuerzo y contribución de las cementeras es grande. La mayoría de ellas tienenen programas de exploración, concesiones otrogadas por el gobierno y en algunos casos, realiza su propia explotación. Así Cementos del Caribe organizó una empresa dedicada a las distintas fases de la explotación económica del carbón y proyecta exportaciones, y Cemento Samper llegó más lejos, al completar el ciclo con una planta lavadora de carbón, de 120 ton/hr., con la cual podrá proveer un carbón más limpio de cenizas, y con éllo un trabajo más estable u menos esforzado térmicamente de los hornos. Además del aporte al control ambiental, este proyecto puede aportar importantes ahorros en el consumo de combustible autormotriz, tanto en el sector cemento como en otras industrias.

Dentro del programa de sustitución energética, el consumo de fuel-oil tiende a reducirse a una sola planta, por razones de ubicación lejos de los centros de explotación del carbón o del gas y a consumos auxiliares en las distintas fábricas (procesos de precalentamiento en la arrancada de los hornos, plantas eléctricas de emergencia y otros). En cuanto al gas natural, su sustitución por el carbón avanzará hasta el límite que establezcan factores tales como la localización de las plantas o la dificultad para utilizarlo en otras aplicaciones.

Este proceso de sustitución se ha visto estimulado por el menor precio del carbón frente al fuel-oil, 52 $/G Joule contra 480 $/G Joule, lo que representa un costo nueve veces menor. Esta situación compensa grandemente el esfuerzo de las cementeras, pues la inversión es considerable, y las dificultades de adaptación tecnológica de tal magnitud que han afectado considerablemente la participación de muchas empresas en el meracdo. Esta sustitución solamente presenta un aspecto negativo desde el punto de vista energético, representado por el mayor consumo de combustible autormotríz, por el transporte de carbón, de todas maneras muy inferior al sustituido en el proceso industrial.

Las recomendaciones del estudio hacen énfasis en el eficiente ahorro energético proporcionado por la utilización de la vía seca en sustitución de la vía húmeda y, por consiguiente, en la necesidad de impulsar el establecimiento de plantas futuras con esta tecnología. Se refieren, igualmente, a la necesidad de estimular con medidas fiscales y crediticias todo esfuerzo tecnológico por economizar energía, las cuales siempre exigen cuatiosas inversiones. Finalmente, recomienda el estudio continuar con la aplicación del uso del carbón como combustible de los hornos.

Es importante citar las palabras del señor Kalas en la parte final de la introducción de su informe, por medio de las cuales resalta el alto interés y la calificada colaboración recibida en el desarrollo de su trabajo de parte de los organismos gubernamentales, del Instituto de Productores del Cemento y de los propios industriales, lo cual refleja el vivo interés por el tema.

En términos generales, el consumo de energía térmica de la industria cementera colombiana es alto. El consumo de energía eléctrica es relativamente bajo. Incluso, el Instituto de Productores de Cemento informa que para 1981 fué de 104 KWH/ton. producida, aunque hay que aclarar que un 10% de la producción correspondía a clinker sin molienda a cemento.

El ya mencionado informe de Planeación Nacional presenta las siguientes cifras del balance energético en Colombia.

Participación en el consumo total de energía de cada una de las fases básicas de la producción de cemento:

a- Preparación de materia prima	3,8 %
b- Producción de clinker	93,4 %
c- Producción de cemento	2,8 %
En cuanto a la forma de uso la participación es:	
a- Energía térmica (combustible de proceso)	92,0 %
b- Energía eléctrica	7,0 %
c- Combustible automotríz	1,0 %

Aunque con gran evidencia las mayores cifras corresponde la fase de cocción del horno, en la forma de energía térmica, el potencial de conservación energética es igualmente interesante en todas las etapas y forma de uso.

A nivel particular, en las distintas empresas, los esfuerzos por reducir el consumo de la energía son de diverso orden. Como en todas las regiones del mundo, en América Latina y en Colombia en particular, los predactores de cemento orientan sus acciones en este campo a nivel de estrategia empresarial y a nivel del esfuerzo diario de la producción.

5. Ejemplos de racionalización energética

Orientado hacia las dos metas básicas de la racionalización en el uso de la energía, a saber, la preservación de las reservas y la disminución en el consumo específico, permítaseme hacer un análisis de las distintas posibilidades y medidas aplicadas o aún aplicables, tomando como modelo el caso de Cemento Samper.

La producción de la compañía se remonta, a los albores del siglo XX. En el centro de Bogotá se procesaba en un horno vertical la caliza, llevada desde el municipio de La Calera, colindante con Bogotá por el oriente y hoy, en día comunicado con la capital por una carretera de 20 kms., construída por la empresa a finales de los años 40.

En los años 20 se desarrolló el primer ensanche que comprendía el montaje de un horno horizontal giratorio, molinos y demás equipos en La Calera y una hidroeléctrica en el sitio denominado Sueva, a unos 30 kms. al nor-oriente de la fábrica. El cemento es, desde entonces, transportado por un cable aéreo a la ciudad de Bogotá, que inicialmente se usaba para llevar la caliza. La recesión de los años 20 encontró a mitad de camino partes importantes del horno y de las turbinas y transformadores.

En los años de 1948 y 1967 se realizaron dos nuevos ensanches, y en 1953 se comenzó la explotación de una nueva cantera localizada a 15 Kms. al orien-

te de la fábrica, y unida por una carretera de 26 kms. que sirvió de entrada para el proyecto Chingaza, la obra más importante del Acueducto de Bogotá en el presente siglo. La caliza de esta cantera se transporta por un cable aéreo de 15 kms., que aprovecha la topografía del terreno (se desciende de 3.700 mts. a 2.700 mts. sobre el nivel del mar), de tal manera que su consumo de energía eléctrica es de aproximadamente 0,75 KWh/ton. caliza transportada, que aplicada a los 26 kms, de carretera, es equivalente a aproximadamente 30 watios, por cada tonelada por cada kilómetro. El consumo de combustible automotríz, para el mismo recorrido es de aproximadamente 0.017 galones por cada tonelada, por cada kilómetro.

El total de ahorro por un año es de aproximadamente 250.000 galones de combustible.

Para el transporte de la mayor parte del cemento por cable a Bogotá, en el cual la topografía del terreno no es tan favorable, las cifras correspondientes son, 1.40 Kwh/ton. cemento, 56 watios/km-ton; 0,014 gal/Km-ton y aproximadamente 125.000 galones de combustible ahorrado por año. Este cable transporta desde Bogotá, carbón y otros materiales hacia la fábrica. Con la apertura de nuevas carreteras la economía de este transporte de compensación del cable no es tan importante como en el pasado, pero el ahorro puede llegar a ser del orden de 25.000 galones por año.

Lamentablemente, los altos costos de inversión y de mantenimiento, frente a la posibilidad actual de abrir mejores vías, más cortas y mejor diseñadas, y de contar con vehículos más eficientes, han hecho desde el punto de vista económico, menos atractiva para la industria colombiana la instalación de este medio de transporte.

Así ha sucedido en el nuevo ensanche de Cemento Samper, puesto en marcha en abril de 1982. Este proyecto, montado a un costo por encima de los US $100 millones, para una capacidad de 500.000 toneladas de clinker por año, se localiza en el mismo municipio de La Calera, a 8 kms. al sur-oriente de la planta antigua y está unido a Bogotá por 38 kms. de carretera, de los cuales 15

corresponden a la antigua vía a Bogotá, 15 fueron mejorados por la empresa de una antigua vía de penetración y 8 fueron construidos por la compañía. El elevado costo del proyecto puede remitirse principalmente al valor y retraso de las obras de infraestructura que requirieron de un largo y penoso proceso de negociación de terrenos con los vecinos, tanto del sitio de la cantera y de las plantas, como de las zonas de ampliación o construcción de la carretera.

Desde el punto de vista energético, este ensanche presenta las siguientes características con relación a su uso racional.

- Proceso de vía seca, con precalentamiento de dos etapas, lo cual representa un ahorro de combustible de aproximadamente 750 Kcal/kg de clinker, frente a la planta antigua, que trabaja por vía húmeda.

- Montaje del horno de clinkerización a continuación de la cantera, y de la planta de molienda y despacho en un punto intermedio, a 21 kms, del horno y a 17 kms, de Bogotá. Con esta localización el total de kilómetros toneladas movido, por cada tonelada de cemento producido es de aproximadamente 158.
  Si todo el proyecto se hubiera montado junto a la cantera, esta cifra sería de 173. Si de otra parte, tanto el horno como la molienda se hubiesen localizado en el sitio donde se encuentra ésta, la cifra sería de 180 aproximadamente. Las disminuciones teóricas en consumo de combustible por este concepto son del orden de 75.000 y 110.000 galones/año para la capacidad instalada.

- Montaje de un molino de rodillos, para la molienda del crudo para el horno, lo cual representa un consumo teórico de energía 20 a 30% menor que la necesaria para el mismo trabajo con molino de bolas (4).

---

(4) "Posibles ahorros de energía en la industria cementera" Richard J Grzelak-C-E Raymond -Aplicaciones Técnicas Industriales, S.A. - Revista Cemento Hormigón.

Instalación de ladrillo refractario aislante en 79 metros de la zona de transición del horno, lo cual representa un ahorro en el consumo de energía que podría llegar hasta las 13 Kcal/kg de clinker, representados en calor no irradiado a la atmósfera, desde la superficie exterior del horno rotatorio, de acuerdo con los estimativos teóricos generales (4) (5). Esta cifra aún no se ha comprobado.

- Montaje de eficientes filtros electrostáticos para la retención y recirculación del polvo del horno. Aunque este efecto no es tan sensible en la vía seca, como en la vía húmeda, pues la mayor parte del polvo del procedimiento seco es reciclado en los crudos, la eficiencia del filtro, además de la disminución en la contaminación ambiental, produce un ahorro en consumo de combustible.
  El artículo citado (6) afirma que "un 10% de pérdida total del polvo costaría 100 Kcal/Kg en consumo de combustible".

- La dotación de las plantas con modernos sistemas e instrumentos de control automático del proceso, que permiten una optimización en el manejo de las distintas variables que afectan el consumo de la energía, tanto térmica como eléctrica. Esta característica es, además, de gran importancia para el desarrollo y control de medidas futuras tendientes a buscar ahorros en el consumo de la energía.

---

(5) "Potencial de ahorro de combustible en hornos rotatorios en la industria del cemento mediante el uso de refractarios aislantes". Alfonso Uribe Melguizo. Representante de GR-Stein Refractories Limited-Boletín - Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC) No. 39 - 40.

(6) "Potencial de ahorro de energía en las operaciones del cemento" P. Davis J.A. Stringer Blue Circle Group- ICPC - Primeras Jornadas Colombianas del Cemento.

- Las ventajas ofrecidas por el molino vertical de rodillos, así como el adecuado diseño de todos los sistemas motrices y el control de su trabajo, permiten obtener un consumo específico de unos 106 Kw/hr por toneladas de cemento, frente a 135 Kw/hr consumos en la planta antigua.

El balance general presentado es similar para la planta de cemento de Paz del Río, puesta en marcha a finales de 1981, que utiliza el proceso de vía seca, con precalentamiento de cuatro etapas, y capacidad de 500.000 ton/año. De igual manera lo será en la proyectada fábrica de Río Claro, que aproximadamente en 1986 aportará 600.000 ton/año al mercado colombiano. Esto significará para esa época un total de 1'700.000 toneladas adicionales, con la tecnología adecuada para ahorrar aproximadamente 1.2×10^{12} Kcal/año, que corresponde a aproximadamente 200.000 ton/año de carbón. En cuanto a energía eléctrica, estos 3 proyectos permitirán un menor consumo del orden de 51 millones de Kwh/año.

Por su parte, las plantas que procesan por vía húmeda trabajan con una gran variedad de medidas para reducir el consumo energético; disminución en el contenido de agua de la pasta que entra al horno, mejoramiento en el diseño del encadenado para optimizar el intercambio de calor entre los gases de combustión y la pasta de crudo y para disminuír la cantidad de polvo emitido a la atmósfera, la utilización de aditivos para molienda, el mejoramiento de todas las instalaciones de molienda y clinkerización y el montaje de adecuados sistemas e instrumentos de control.

6. Las adiciones en el cemento

Uno de los más debatidos y controvertidos medios para disminuir el consumo de energía en la industria cementera lo constituye la presencia de adiciones. Como tales se entienden principalmente materiales obtenidos de la naturaleza adicionados en la molienda del cemento, conjuntamente con el clinker y el yeso.

Los cálculos teóricos para la planta antigua de Cemento Samper, permiten

estimar el ahorro en 1Kwh/ton. y 17.000 Kcal/ton de cemento, por cada 1% de adición.

Sobre el tema se refirió en todos sus aspectos, en forma extraordinaria y completa el profesor José Calleja, Vice-Director del IETCC de Madrid, en la II Reunión General del Grupo Latinoamericano de Instituciones del Cemento y del Concreto (7).

La producción de cemento gris en Colombia siempre se ha basado en la fabricación de un muy buen clinker, que normalmente supera las especificaciones del requerido para la fabricación de cemento Portland tipo I, previsto como cemento de utilización universal, y que efectivamente se vende indistintamente para aplicaciones de los más diversos requerimientos técnicos. Así, no se hace diferenciación entre los tiempos requeridos de desencofrado, ni en la variación de las resistencias con respecto al tiempo, especialmente cuando se trata de aquellas aplicaciones donde estos dos aspectos no son fundamentales, como en la pavimentación o el empañetado de muros y paredes.

La introducción de adiciones retarda el desarrollo de las resistencias y prolonga el tiempo para el desencofrado. Esta variación significa una mayor proporción de cemento en la mezcla del concreto, o un mayor tiempo en el desarrollo de las distintas obras. Este último precio, el tiempo, como lo afirma el profesor Calleja, sería un precio adecuado para el ahorro de energía.

Antes de la puesta en marcha de las nuevas plantas de Samper y Paz del Río, entre 1977 y 1981, el mercado colombiano fué un mercado de demanda. Esta situación estimuló la búsqueda de adiciones para el cemento. En distintas regiones del país se encontraron materiales puzolánicos. Estos constituyen adicioneas activas que entran a contribuir en el desarrollo de las resistencia del cemento, una vez son activadas como consecuencia de la hidratación del clinker

---

(7) "Consideraciones sobre la economía de combustibles y otros derivados del petróleo en la fabricación y utilización de los cementos". Prof. Dr. José Calleja.

de cemento. Se hicieron igualmente ensayos muy importantes con escorias de alto horno, las cuales son igualmente adiciones activas, de acción más temprana que las puzolanas. Estas experiencias son importantes para el futuro inmediato de la industria cementera y de la construcción.

En efecto, la adición de puzolanas en altos porcentajes (25 - 30%) produce cementos puzolánicos de aplicaciones específicas, por ejemplo aquellas que requieran resistencia química especial. La construcción de la planta de Paz del Río tiene como origen la existencia de una gran cantidad de escorias de la siderúrgica y permitirá en un futuro convertir este subproducto en un importante producto, utilizando así un consumo energético industrial que de otra forma sería totalmente desperdiciado. En forma similar podrían utilizarse las cenizas volantes, subproducto de diversas industrias, incluída la termogeneración eléctrica, con lo cual se conseguiría una utilización más completa del carbón.

Aunque es muy difícil conocer con exactitud la cantidad de adiciones aplicadas en las distintas fábricas, se puede asumir que en los últimos años se colocaron en el mercado colombiano por este medio, más de dos millones de toneladas adicionales de cemento, lo que puede haber representado un ahorro energético de unos 30 millones de Kw-hr. y de unas 80.000 toneladas de carbón de 6000 Kcal/Kg.

Al presentarse el cambio del mercado en 1982, por el aumento de la oferta con la puesta en marcha de las nuevas plantas, la mayoría de las fábricas disminuyeron sus adiciones, en busca de un nivel más competitivo respecto al desarrollo de las resistencias y el tiempo de desencofrado. La porción del mercado que no se beneficia realmente con estas características del cemento, aproximadamente el 30% consumirá una cantidad adicional de energía en forma innecesaria.

Esta situación plantea la necesidad, ampliamente justificada desde el punto de vista energético, de buscar la diversificación de los cementos en base a sus campos de aplicación. En este sentido se han orientado los ensayos de Ce-

mento Samper y otras fábricas para la producción de cementos Portland tipo III, de altas resistencias inciales. Sin embargo, es claro que se necesita impulsar en el mercado productos de lento desarrollo de resistencias, para aplicaciones específicas.

La vía para la obtención de este objetivo es perferencialmente el del manejo de los porcentajes de las adiciones. La otra vía, a base de las variaciones químicas del clinker y de sus componente (8), que permiten trabajar a menor temperatura en el horno y consumir con ello menos energía es de difícil aplicación, por su costo y requerimientos tecnológicos, para un mercado del tamaño del colombiano Similar situación se presenta en la mayoría de los países latinoamericanos.

7. Necesidad de incentivos

En forma similiar a la explotación del carbón, en la cual la industria cementera realiza esfuerzos propios, varias cementeras tienen sus propias plantas de generación hidroeléctrica y termoeléctrica. El balance de la energía eléctrica para el sector cementero en 1981 es el siguiente.(9)

Comprada	:	399.338	M W H
Generada	:	124.973	M W H
Vendida	:	41.370	M W H
Consumida	:	428.941	M W H

---

(8) "Investigations on energy-saving cements". P. K. Metha. World Cement Technology May 1980.

(9) Datos proporcionados por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

La mayor parte corresponde a hidroenergía, generagad en plantas pequeñas que trabajan sin embalses y, por consiguiente, varían su generación en períodos secos. Esta situación comienza a hacerse difícil como consecuencia de la mala regulación fluvial, resultante delprogresivo proceso de desforestación en casi todas las zonas del país.

La energía vendida es consumida por zonas aledañas a las plantas generadoras, con lo cual, además de haber permitido una pronta electrificación en zonas remotas, se hacen economías energéticas al disminuír las pérdidas por transmisipón.

Teniendo en cuenta que los planes de ensanche de la capacidad generadora en el país se financia en alto porcentaje por los pagos de servicios y que las tarifas son diferenciales, incrementándose los valores unitarios con el aumento del consumo, industrias como la del cemento están contribuyendo ampliamente con dichos planes de ensanche. Para el caso de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogota, de un total de 468.500 usuarios en el bimestre noviembre-diciembre de 1982, el o.1% pagan facturas por más de $50.000 (aproximadamente US$ 714). El valer facturado a las cementeras es del orden de unas 200 veces más que este de $50.000.

Esta es una situación contradictoria para una industria que, como la cementera realiza grandes y costosos esfuerzos para disminuír el consumo y ayudar a preservar las reservas energéticas, e implica la falta de una política gubernamental de incentivos que estimule el uso racional de la energía. Lo anterior coincide con la anteriormente mencionada recomendación del estudio de Planeación Nacional (3) que aconseja establecer dichos estímulos y la apreciación del Grupo de Trabajo de OLADE [2], que incluyó este punto en el plan de trabajo recomendado. Frente a las tarifas por servicio de suministro de energía eléctrica los incentivos deben crearse en base a descuentos por menor consumo y no en disminución de las penalizaciones por mayor consumo.

Todos los planteamientos yejemplos presentados, por medio de los cuales se muestran los esfuerzos de la industria cementera, encuentran, además de la ya nombrada ausencia de efectivos incentivos, una desalentadora actitud de los

consumidores masivos, que se caracteriza por el derroche energético. Tanto los hábitos de iluminación y consumo doméstico, como los de uso de los automotores no han sido de mayores variaciones.

Se podría estimar, en forma conservadora que en la sola ciudad de Bogotá se recorren diariamente unos cien mil kilómetros innecesarios, que consumen unos 5000 galones de combustible, y que el consumo excesivo de energía eléctrica en iluminación y uso doméstico es de unos 75000 Kw-hr por día. Estas cifras corresponden a los ahorros hechos en varios meses por cada una de las cementeras.

B. Wilson M.Sc., A.R.A.C.I., A.M.Aus.I.M.M.
Former Research Manager
Goliath Portland Cement Company Ltd
Railton
Tasmania
Australia

UTILIZACION RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

SECCION PRIMERA - El cemento en la escena australiana

1. Australia puede parecerle, a la mayoría de los delegados de esta conferencia, un lugar remoto del mundo, y algunos datos relativos a sus dimensiones pueden llegar a sorprenderles. Al sobreponer un mapa de Europa y un mapa de Australia, se comprueba que este último abarca, de este a oeste, una distancia que va desde Ankara (Turquía) hasta Lisboa (Portugal) y de norte a sur, ¡supera la distancia entre Oslo y Atenas! Más aún, este vasto continente sólo cuenta con 14 millones de habitantes... ¡casi la misma población que Shangai y Tokio/Yokohama en una ciudad!

Las características del continente explican la escasez de la población. En su centro existen grandes zonas desérticas, calurosas y despobladas; la mayoría de sus habitantes viven en las zonas fértiles del continente y más de la mitad está concentrada en las seis principales ciudades.

En consecuencia, las 16 fábricas de cemento también se hallan sobre todo en esa zona, tan cerca de las grandes ciudades como el acceso a la materia prima lo permite. Los mayores centros poblados están distantes de 800 km o más, razón por la cual el suministro de cemento en cada zona se limita esencialmente a las fábricas locales, con la excepción notable de mi compañía que, gracias a su propio buque especializado para carga de cemento a granel, puede transportarlo hasta sus propios terminales, en las ciudades de Melbourne y Sidney, desde su fábrica de la isla meridional de Tasmania.

El desarrollo de la industria del cemento ha sido poco uniforme, debido a la necesidad de abastecer numerosos pequeños mercados diseminados. En algunas regiones, como Australia occidental, esta industria experimentó una fuerte expansión hace algunos años, con el auge de la mine-

ría, y ahora que esta expansión ha decrecido, Australia occidental tiene un exceso de capacidad de producción de cemento.

Como la mayor parte del mundo, Australia atraviesa actualmente una grave crisis económica, y como consecuencia, un 30 % de la capacidad de producción de la industria australiana del cemento, que es de aproximadamente 8 millones de toneladas, está inutilizada.

En un país desarrollado, se puede prever un consumo de cemento de 350 a 450 toneladas por persona y por año. Por consiguiente, la industria podrá razonablemente, con sus instalaciones actuales, satisfacer la demanda cuando la recesión llegue a su fin, pese a que algunas fábricas son antiguas y funcionan con el procedimiento de vía húmeda, cuyo costo es elevado, y que la localización geográfica de algunas instalaciones no es la adecuada para abastecer a un mercado en expansión.

Australia es un país rico, dotado de recursos mineros - mineral de hierro, bauxita, carbón, cobre, cinc, oro, plata, plomo, uranio, tungsteno, y muchos otros -, así como de industrias primarias - ganado vacuno, ovino, trigo, etc. Tengo confianza en el brillante porvenir de mi país, cuando se produzca la recuperación esperada de la economía mundial. Con el desarrollo de las actividades comerciales, la industria del cemento crecerá con regularidad, y también crecerá en el plano económico gracias a nuestras grandes reservas de combustible nacional.

Se pusieron en servicio importantes ampliaciones de nuestra fábrica hace dos años, y se abrió, el año pasado, una nueva fábrica en Queensland. Mi compañía ha planificado ampliaciones adicionales que se realizarán cuando se mejoren las condiciones económicas.

2. En Australia, el cemento se fabrica a partir de una gran variedad de materiales, desde coral y arenas calcáreas dragados en el mar, piedras

calizas duras que se deben taladrar y hacer volar con explosivos, hasta piedras calizas suficientemente blandas como para que se las pueda romper con buriles y raspadores.

En muchos casos, las materias primas se extraen en el sitio mismo de la fábrica, pero en otras oportunidades se las transporta a las plantas por barco, cable transportador aéreo, carretera, ferrocarril, cinta transportadora terrestre, e inclusive, existe un caso en que la materia prima se muele en la cantera, y se la transporta en suspensión en agua por un conducto de 15 km de longitud; a su llegada a la fábrica, se filtra el barro y se alimenta un precalentador de suspensión con la materia obtenida.

Existe una diversidad aún mayor en lo que respecta a los tipos de plantas: las hay del tipo antiguo por vía húmeda, semihúmeda (tipo Lepol), por vía seca (tipo precalentador de suspensión), horno vertical, y precalentador de suspensión para precalcinación. Los combustibles que se utilizan son principalmente gas natural y carbón.

3. A continuación, abordaré la evolución de la estructura de consumo de combustibles en la industria del cemento en Australia. Cuando, hace 30 años, empecé a trabajar en esta industria, la norma era utilizar un horno o varios con proceso de vía húmeda, alimentados con carbón. Las únicas excepciones eran un pequeño horno con proceso de vía seca, que empleaba calor residual para generar electricidad, y un pequeño horno vertical. El carbón era el combustible universal, y aproximadamente un tercio de las fábricas poseían y explotaban sus propias minas pequeñas, situadas cerca del lugar de fabricación del cemento.

A principios de los años 60, Australia importaba cada vez más petróleo de Oriente Medio y lo refinaba, y el exceso de fuel oil residual pesado resultaba problemático. Las compañías petrolíferas hicieron pues ofertas muy atractivas a las industrias que podían utilizar este combustible, y numerosas compañías del sector de la fabricación de

cemento, entre las cuales la mía, pasaron de carbón a fuel oil pesado. Las excepciones, como Uds. lo podrán imaginar, fueron aquellas compañías que poseían y explotaban sus propias minas de carbón. De hecho, estas plantas siguieron utilizando carbón y aún lo utilizan.

A mediados de los años 60, comenzaron a aparecer en Australia los hornos modernos con mayor rendimiento energético. En primer lugar, se introdujo un precalentador de suspensión pequeño, luego el horno de parrilla Lepol, más adelante dos fábricas hicieron construir hornos precalentadores de suspensión más grandes (el nuestro, en 1966) y, paulatinamente, se han instalado a lo largo de los años hornos de este tipo : actualmente, aproximadamente la mitad de las instalaciones de producción de Australia utilizan el procedimiento por vía seca.

La etapa siguiente de la historia de los combustibles se extendió desde el final de los años 60 hasta los primeros años 70, con el descubrimiento de grandes yacimientos de gas natural en Australia. Desgraciadamente, estos yacimientos se encontraban en zonas remotas e implicaban la construcción de largos gasoductos para hacer llegar el gas a las ciudades. Fue la razón por la cual algunas industrias, entre ellas algunas fábricas de cemento, se vieron ofrecer suministros de gas a precios muy interesantes, con el fin de crear un mercado básico que permitiría rentabilizar la construcción de estos costosos gasoductos. Numerosas fábricas de cemento aceptaron adoptar el gas como combustible, y aún hoy lo utilizan. Mi compañía no tenía la posibilidad de conseguir suministros de gas en nuestra región, y nuestro combustible siguió siendo el fuel oil. Cuando, en 1973-1974, los precios del petróleo comenzaron a aumentar, tomamos la decisión de volver a utilizar carbón. Construimos una planta alimentada con este combustible en 1975 y entró en servicio en 1976, a tiempo para evitar gran parte del impacto del aumento del precio del petróleo.

Posteriormente, convertimos la planta en una unidad de precalcinación, agregando un segundo precalentador y, en 1979, compramos una mina de

carbón para asegurar nuestros suministros de combustibles.

4. La tendencia hacia un uso más eficiente de la energía en la industria del cemento es ahora mundial. Esta industria consume grandes cantidades de energía, tanto bajo la forma de combustible primario como de energía eléctrica. Las compañías más innovadoras comenzaron a considerar el rendimiento energético en los años 50 y 60, instalando los nuevos hornos precalentadores más eficientes, pero todavía se ponían en servicio instalaciones por vía húmeda (que consumen de 1,5 a 2 veces más combustible por tonelada de producto). La crisis energética de mediados de los años 70 produjo un cambio espectacular de la situación y cesó prácticamente la instalación de hornos por vía húmeda, apareciendo distintos tipos de plantas que utilizaban el proceso de vía seca, más eficientes en cuanto al uso del combustible.

Se ha procurado ahorrar energía en otros ámbitos, con resultados menos espectaculares pero también útiles, tales como motores eléctricos más eficientes, precipitadores electrostáticos perfeccionados, que también ahorran energía al recuperar parte de los materiales procesados que se hubieran perdido en forma de polvo. La construcción de hornos de mayor tamaño se debe a que permiten reducir a un mínimo las pérdidas por radiación y al mismo tiempo ahorran mano de obra; y más recientemente, los hornos de precalcinación, que contribuyen a una mayor eficiencia de varias maneras de las que hablaré posteriormente. Quizás sea el sector de la molienda de materias primas y del cemento terminado el que menos éxitos ha tenido en cuanto al uso eficiente de la energía. Por cierto, el molino de cilindros verticales consume menos energía que el molino de bolas, pero los costos de mantenimiento tienden a ser más elevados, y es inadecuado para algunas materias primas abrasivas. Los molinos en serie, que consisten en molinos de martillos montados en serie con molinos de bolas, presentan claras ventajas en materia energética, y también se mencionarán más adelante en este escrito.

SEGUNDA SECCION : ESTUDIO DE UN CASO DE LA RECONVERSION A OTRO COMBUSTIBLE Y MEJORA ENERGETICA DE UNA FABRICA DE CEMENTO.

Quisiera ahora iniciar un estudio del caso de la mejora progresiva de la planta de mi compañía que constituye, en mi opinión, un excelente ejemplo de desarrollo paulatino de una planta tanto en materia de energía como del uso eficiente de la misma.

Como he mencionado anteriormente, en un principio teníamos dos pequeños hornos con proceso de vía húmeda que consumían carbón y posteriormente consumieron fuel oil. Estos hornos fueron puestos fuera de servicio hace 10 años, y finalmente desmantelados.

Trataré de las mejoras de nuestra planta en tres etapas, describiendo por separado cada una de ellas y sus consecuencias, para mostrar de qué modo influyó cada etapa en su momento en el funcionamiento de la fábrica.

Algunas ventajas que surgieron en la etapa de la reconversión al carbón, por ejemplo, son ahora menos importantes, después de las dos mejoras siguientes.

1ª parte : Reconversión de fuel oil a carbón

Describiré de forma algo detallada nuestra instalación de carbón.
Los vastos yacimientos carboníferos australianos contienen carbones de distintas calidades, desde excelente hulla con muy bajo contenido de cenizas, hasta carbones de calidad inferior cuyo contenido de cenizas es del 25 al 30 %; también existen grandes yacimientos de carbones pardos y de lignito. Nuestra pequeña isla de Tasmania tiene considerables yacimientos de carbón de calidad media (20 a 25 % de contenido de cenizas).

El carbón de Tasmania es un carbón negro que se presenta en vetas bastante estrechas, lo que dificulta algo el trabajo. Se trata de

un carbón no aglomerante que contiene aproximadamente un 23 a un 24 % de materias volátiles, un 45 a un 55 % de carbón fijo y un 20 a un 25 % de cenizas. Su contenido de azufre es de un 50 % y su poder calorífico inferior de unos 24.000 joules/gramo (5.700 calorías/gramo).

El principal problema que planteó la reconversión a carbón desde el punto de vista técnico fue el hecho de que el horno Humboldt junto con el sistema de homogeneización de cargas Claudius Peters, no permite cambiar la calidad del carbón utilizado, porque según este sistema es necesario preparar y almacenar gran cantidad de material de alimentación del horno (normalmente, de un día a día y medio de suministro) en silos, de tal modo que su composición no puede ser ajustada. Por el contrario, con nuestro antiguo procedimiento por vía húmeda, podíamos cambiar bastante rápidamente el material de alimentación del horno. Esto significa que la característica esencial de un suministro adecuado de combustible es la uniformidad de la calidad.

Como habíamos comprado, muchos años atrás, carbón a varias compañías, experimentando notables variaciones de calidad, que se debían principalmente a la presencia de materias extrañas en el carbón, nos dirigimos a la única compañía carbonífera en Tasmania con la que aún no habíamos tratado, proponiéndole lo siguiente : convertirnos en clientes suyos comprando importantes cantidades de carbón (unas 50 a 60.000 toneladas por año en un principio, y probablemente mayores cantidades más adelante), si podían garantizar un suministro de carbón cuyo contenido en cenizas fuera constante. Esta compañía podía hacerlo, por disponer de un lavadero de carbón en su concesión y por tener acceso a minas diferentes. Mezclando carbones de distintas minas con carbón lavado, comenzaron a suministrarnos carbón con un contenido de cenizas del 25 % $\pm$ 1 %, controlando su calidad en un pequeño laboratorio en el lavadero.

Este carbón se envía a 150 km de la mina una vez por día, cinco días por semana, en vagones de aluminio diseñados por el departamento de

los ferrocarriles locales: son vagones transportadores de carbón muy eficientes, con una excelente relación carga/tara, siendo su capacidad de 50 toneladas por una tara de sólo 13 toneladas. Estos vagones llegan por la tarde a nuestra fábrica, donde se vacían en una fosa. Mediante un vibrador, el carbón pasa a una cinta transportadora que lo lleva hasta una báscula atravesando un dispositivo automático de muestreo controlado por dicha báscula; así, sin necesidad de emplear nuestra mano de obra, se descarga y se forma una doble reserva de carbón alrededor de dos torres de acero, lo que nos permite almacenar grandes cantidades del mismo. Nuestro almacenamiento habitual es de 5.000 toneladas, o sea tres semanas de suministro, pero podemos fácilmente almacenar 14.000 toneladas, o aún más si se lo aplana con bulldozer y se lo recupera posteriormente.

Para la preparación del carbón, escogimos la planta Fuller, que funciona con un molino de rodillos vertical Loesche (LM 14) y utiliza aire caliente procedente del enfriador de secado Claudius Peters. El carbón se almacena al aire libre porque presenta la característica de no absorber excesiva humedad. Se satura con un 12 o 13 % de humedad, y la cantidad de calor residual disponible en el proceso permite tratar fácilmente dicha cantidad de agua en el carbón.

El carbón se extrae del almacén mediante una cinta recogedora subterránea con varios puntos de entrada, que lo transporta automáticamente a un recipiente de almacenamiento de carbón de 150 toneladas de capacidad. Este recipiente tiene, en su centro, un dispositivo que acciona la cinta recogedora cuando el nivel de carbón llega a determinado punto, y se llena automáticamente hasta un nivel previamente establecido. El carbón se saca de este recipiente por medio de un vibrador, y pasa a una cinta-báscula controlable por el operador del horno, pasa a continuación por un alimentador de tres puertas a un molino Loesche con corriente de aire caliente, el cual puede pulverizar hasta unas 14 toneladas por hora de carbón húmedo.

La corriente de aire caliente que atraviesa el molino de carbón procede de un dispositivo de aireación triple conectado con el enfriador de parrilla. La mayor parte del aire de secado proviene de la chimenea del enfriador de parrilla, con una temperatura en condiciones normales de 220-230° C y suministra suficiente aire caliente como para realizar casi todo el secado; pero, para complementar su acción, hemos injertado un conducto en un lateral del enfriador, por encima de la segunda cámara, del que podemos extraer aire a aproximadamente 500° C por medio de un ciclón de desempolvado, y lo utilizamos si es necesario para aumentar la temperatura del aire de secado. Al mismo tiempo, existe una tercera entrada de aire, que suministra aire ambiente frío para reducir la temperatura de la corriente de aire. La combinación de estos tres suministros de aire es totalmente automática y está regulada en función de la temperatura de salida del molino Loesche. Se utiliza un controlador para limitar esta temperatura a 80 ° C, que modifica las proporciones entre las tres fuentes de aire cuando varían la cantidad de carbón y/o el contenido de humedad. La temperatura de entrada el molino no debe exceder 400° C.

El carbón, después de haber sido pulverizado, secado y sacado fuera del molino Loesche, atraviesa un ciclón, el cual separa el carbón y lo vierte en un pequeño recipiente de combustible pulverizado, de aproximadamente 15 toneladas de capacidad, que está montado sobre los elementos de carga. El aire que ha atravesado el ciclón de desempolvado y lleva todavía una pequeña cantidad de carbón muy fino en suspensión, pasa por una bifurcación en donde se extrae el aire de combustión primario del horno, de este flujo de aire templado (temperatura aproximada: 70° C) y el exceso de aire atraviesa un sistema de filtros con bolsas compuesto de cinco cámaras, que realiza un movimiento rotatorio, y un mecanismo transporta, por aspiración inducida, el carbón recogido hasta el recipiente de carbón fino.

El carbón almacenado en el recipiente de carbón fino contiene un 12 %

de residuos en un tamíz de 4.900 mallas DIN (o 170 mallas ASTM), y aproximadamente 1 % de humedad. El carbón es extraído por medio de una válvula rotativa y descargado en una báscula en la que se puede prefijar la cantidad requerida de carbón, y que se alimenta en forma automática. Naturalmente, el aire primario transporta una pequeña cantidad de carbón en suspensión que hay que tener en cuenta, pero esta cantidad es muy uniforme con relación a la que se introduce en el dosificador de carbón.

El carbón abandona la báscula, a través de otra válvula rotativa, y entra en la corriente de aire primario. El aire primario representa aproximadamente un 10 % de la totalidad del aire utilizado para la combustión.

Buscamos varios métodos de control del sistema de molienda del carbón y pensamos utilizar un sistema automático bastante sofisticado pero, de hecho, descubrimos que es extremadamente simple controlarlo. El horno funciona de manera regular. La cantidad de carbón necesaria es uniforme, y el operador del horno maneja todo el sistema. Observa simplemente el nivel de combustible pulverizado en su recipiente, lo mantiene lleno a un poco más de la mitad, y regula la alimentación del molino Loesche dentro de ciertos límites, aumentando o disminuyendo ligeramente el nivel de carbón en el recipiente de combustible pulverizado. Es probable que tenga que modificar la alimentación de carbón bruto sólo una o dos veces por turno de trabajo.

Las ventajas de la combustión de carbón en nuestra fábrica son numerosas, y las habíamos previsto casi todas, pero algunas resultaron más provechosas de lo que esperábamos. (Reitero que estoy describiendo la situación de la reconversión al carbón; mencionaré más adelante las modificaciones ulteriores realizadas en la fábrica).

La primera ventaja, y la más evidente, es que se consume un producto local y que no está sometido a las irregularidades de la oferta del

mercado internacional. Lo obtenemos directamente en nuestro propio Estado. Permite aumentar el empleo en nuestro país, proporciona empleos a nuestro departamento de ferrocarriles, nos garantiza una seguridad de suministro de combustible mucho mayor, y podemos almacenar cantidades de combustible mucho más importantes que cuando utilizábamos fuel oil.

Desde la instalación de nuestro proceso, el molino de materia prima fue un cuello de botella. Nuestro horno fue instalado con una producción garantizada de 900 toneladas de materia prima por día, y el molino bastaba ampliamente para suministrar esta cantidad. No obstante, pronto nos dimos cuenta que el horno podía producir mucho más que la cantidad garantizada, y trabajamos mucho para aumentar la capacidad del molino. También incrementamos la capacidad del horno gracias a ciertas modificaciones y, a lo largo de los años, el factor que limitaba nuestra producción era la cantidad de material que lográbamos obtener del molino.

La utilización de carbón con el 23 % de cenizas como combustible introdujo numerosas ventajas en nuestro proceso. Ya desde la extracción, necesitamos menos material silíceo. Nuestras materias primas eran piedras calizas azules duras y arcilla bastante húmeda (cuyo contenido de humedad puede alcanzar el 30 % en invierno). Dado que agregamos material silíceo a nuestra mezcla gracias a las cenizas del carbón, la cantidad de arcilla que se ha de procesar mediante nuestro sistema de explotación de la cantera (un molino de martillos con doble rotor) es mucho menor. Siempre fue un problema mezclar la arcilla con la piedra caliza en esta unidad; ésto ocasionaba obstrucciones, mucho desgaste, y requería un importante mantenimiento debido al carácter abrasivo del material silíceo. Es clara pues la ventaja que representa separar las operaciones de extracción y de pulverización de las piedras.

La molienda de materia prima fue siempre un problema que provocaba una reducción de la producción en invierno, porque la arcilla que utilizá-

bamos como parte de nuestra materia prima estaba húmeda y viscosa. La molienda para la combustión de carbón exige menos arcilla como materia prima porque se introducen cenizas silíceas adicionales en el horno. Nos resultó muy ventajoso, pues, hacer funcionar nuestro molino de materia prima con mucha menos arcilla, y al analizar las producciones máximas obtenidas en varios años, yo estimaría que en un año completo, moliendo menos arcilla, probablemente hemos ganado aproximadamente 3 toneladas por hora de producción del molino, gracias a su mucho mejor funcionamiento. Teniendo en cuenta el funcionamiento del molino, que es el factor limitante de la producción, esto equivale a lograr producir 2 toneladas adicionales por hora de clínquer.

Asimismo, consumíamos suficiente carbón como para agregar 2 toneladas por hora de cenizas silíceas de carbón dentro del horno, lo que naturalmente no exige ninguna molienda. Por consiguiente, el horno incrementó su producción en otras 2 toneladas por hora, y recordemos nuevamente que el embotellamiento se producía en el molino. Se puede decir pues, en resumen, que gracias a la combustión de carbón, nuestra fábrica produjo unas 4 toneladas más de clínquer por hora. Esto equivale a 32.000 toneladas adicionales de clínquer por año, lo que, en ese momento, representaba un aumento de la producción del 10 %.

Por consiguiente, estuvimos doblemente satisfechos con nuestra inversión : en primer lugar, al utilizar un combustible más barato y, en segundo lugar, al aumentar efectivamente la producción de la fábrica en un 10 %.

Un beneficio secundario apareció por el hecho de introducir mucho menos azufre en el horno que el que implicaba la combustión de fuel oil, y hemos notado que se había reducido en forma considerable la tendencia a la formación de depósitos en el fondo de nuestro sistema de precalentamiento. Aunque no se hayan eliminado, han disminuido mucho en comparación con las cantidades que se producían con la combustión de fuel

oil. Hasta el punto, de hecho, que necesitábamos sólo una persona por día de trabajo para las tareas de limpieza, y que no tenía que dedicarse solamente al precalentador, lo que le permitía ocuparse de otras cosas. Con la combustión de fuel oil, durante varios años, un empleado por turno de trabajo se ocupaba del precalentador : es decir que empleábamos cuatro personas para cubrir los cuatro turnos de trabajo en esta actividad. El ahorro fue, pues, bien visible, y con este aspecto también se incrementó la capacidad del horno porque, en general, el factor limitante de la misma es la cantidad de gas que se puede introducir en el sistema; y los depósitos formados dentro del precalentador impiden el paso de la corriente de gas.

Otra ventaja que se hizo evidente fue el aumento notable de la duración de vida del refractario. Pensamos que, probablemente, ésta se duplicó, aunque las modificaciones posteriores no nos permiten afirmar con seguridad cual fue la responsable de esta mejora. No cabe duda, sin embargo, de que la duración de vida del refractario en el que se utilizaba carbón como combustible aumentó en forma considerable en nuestra fábrica.

Habíamos previsto que la utilización de combustible con menor contenido de azufre implicaría emplear mayor cantidad de yeso para fabricar el cemento, y al evaluar los costos de reconversión, habíamos tomado en cuenta un incremento de los gastos en yeso, pero tuvimos la agradable sorpresa de comprobar que el contenido de SO_3 de nuestro clínquer era prácticamente idéntico al que obteníamos con la combustión de fuel oil. Evidentemente, el azufre adicional procedente del fuel oil que se introducía en el sistema se perdía, y después de la reconversión notamos que lográbamos conservar casi todo el azufre, lo que nos proporcionaba un clínquer que contenía casi tanto SO_3 como antes. Habíamos contado con un aumento considerable del consumo de yeso, a un costo elevado, pero no resultó así, este consumo era virtualmente el mismo, lo que significó una ventaja inesperada.

La reconversión de nuestra planta Humboldt al carbón fue muy satisfactoria, tanto técnicamente, porque logramos mantener exactamente los mismos niveles de control de calidad en los que siempre habíamos hecho hincapié, gracias al buen cumplimiento de nuestro proveedor de carbón, que nos ha suministrado carbón de calidad uniforme; como financieramente, dado que el precio del combustible era inferior al que hubiéramos pagado de seguir utilizando fuel oil, con la ventaja adicional de poder producir mayor cantidad de clínquer en la misma fábrica.

La instalación al carbón resulta muy limpia y simple. El sistema de molienda y de combustión fue diseñado por Fuller, y su funcionamiento no requiere gastos de mano de obra. Por cierto, se necesita un poco más de trabajo de mantenimiento que en la planta de preparación alimentada con fuel oil (quizás una persona más, incluyendo la limpieza) pero, en cuanto a la mano de obra total, se ha reducido la cantidad de personas necesarias por turno de trabajo.

2ª Parte : Mejora del molino de materia prima

En 1977, después de la reconversión al carbón, nuestra fábrica funcionaba prácticamente a plena capacidad, y el factor limitante del sistema era el molino de bolas de materia prima, en particular durante los meses invernales, cuando se ha de procesar arcilla muy húmeda y cohesiva. Por consiguiente, se tomó la decisión de mejorar la sección de molienda de materia prima, agregando al molino de bolas un molino de martillos Humboldt, para formar un "molino en etapas". El molino Humboldt en etapas conecta el molino de martillos con la descarga del molino de bolas, utilizando un separador simple y un par de ciclones de separación. Debido a nuestras limitaciones de espacio, y a la imposibilidad de mantener la planta parada mucho tiempo, nos vimos obligados a instalar el molino de martillos como una unidad separada, con su propio separador y su propio ciclón de separación. La materia prima entra en el molino de martillos y el crudo molturado alimenta el

separador. Aproximadamente el 25 % es bastante fino como para que lo utilicemos como producto de alimentación terminado, y el 75 % restante, que es de tamaño uniforme y está totalmente seco, habiendo sido rechazado por el separador, pasa por una báscula y alimenta el molino de bolas que, con este tipo ideal de alimentación, funciona en forma muy regular. Por lo tanto, la capacidad del conjunto de la sección de molienda se incrementó en un 30 %, mientras que el aumento de potencia consumida fue solo de un 20 %.

3ª Parte : Mejora del horno

Por las anteriores modificaciones, el factor limitante era ahora el horno. Como consecuencia, en 1979 se inició la tercera etapa de mejora, en estrecha colaboración con Klockner Humboldt Deutz de Colonia (Alemania Federal). Se adoptó la decisión de instalar un segundo precalentador, y un sistema de precalcinación Pyroclon Humboldt, cuyo funcionamiento en su totalidad sería a base de carbón como combustible. Pensamos que, en aquella época, no existía en el mundo ninguna instalación de precalcinación alimentada únicamente con carbón.

En un periodo de 12 meses, se construyó un segundo precalentador encima del extremo del horno en servicio, con un nuevo precipitador electrostático y el equipo correspondiente, dos torres de acondicionamiento y un conducto de aire terciario. Los precalentadores gemelos tienen un conducto Pyroclon común, que se eleva hasta el nivel de los ciclones Nº 2 y vuelve a descender en curva para separarse en dos conductos que alimentan los dos precalentadores. Se realizaron las conexiones definitivas con la planta existente, parando la fábrica durante una seis semanas, y se modificó el enfriador que pasó de 3 a 4 cámaras, agregándose también un ventilador refrigerante adicional.

La totalidad de esta nueva instalación entró en servicio en agosto de 1980.

Los precalentadores iniciales suministran todo el gas caliente para la molienda de la materia prima, y el gas procedente del nuevo precalentador no se utiliza en el momento presente. Sin embargo, la próxima etapa planificada para la ampliación de la fábrica consiste en la instalación de otro molino de materia prima para aprovechar la corriente de gas del nuevo precalentador, y un enfriador adicional, lo que se traducirá por un nuevo incremento de producción. La producción actual del horno es de 2.250 toneladas por día, y con el nuevo molino, se prevé que se alcanzarán las 3.000 toneladas por día.

Aparte del incremento considerable de producción, el funcionamiento extremadamente regular y la total ausencia de formación de anillos en el horno, que anteriormente constituían un problema constante, representan ventajas de gran importancia.

Por lo tanto, el mejoramiento de la fábrica alcanzó, a lo largo de los años, un 250 %, y la producción final prevista es de un 330 % de la capacidad garantizada en un principio.

El proceso global de mejora implicó un costo muy modesto, y cuando se termine la etapa final, la capacidad adicional se habrá obtenido a menos de la mitad del costo por tonelada anual de una fábrica nueva equivalente. Esta planta de precalcinación es la única de este tipo en Australia.

TERCERA SECCION : ALGUNOS ASPECTOS DE LA RECONVERSION AL CARBON

Desearía formular algunos comentarios sobre la reconversión efectiva de una fábrica de fuel oil a carbón. Muchos empresarios fabricantes de cemento pueden tener preocupaciones acerca de los problemas de manejo del carbón, pero podría afirmar que con una fábrica bien diseñada, instalada por personas con experiencia en la tecnología, los problemas son mínimos. Es esencial que las corrientes de gas y las relaciones carbón/aire en el sistema estén concebidas correctamente porque, en ciertas proporciones, el carbón y el aire pueden formar una mezcla explosiva. La instalación debe estar provista de venteos anti-explosiones adecuados, así como de protección contra incendios.

Existen dos tipos básicos de planta : aquellas en que el carbón se muele y se quema directamente en el horno, y aquellas en que el carbón se pulveriza, se almacena, y luego se quema en el horno. Ambas tienen sus ventajas, pero con los hornos modernos altamente eficientes, el segundo tipo es el más corriente.

CUARTA SECCION : DISCUSION SOBRE LA UTILIZACION RACIONAL DEL COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.

He descrito tres etapas sucesivas de mejoramiento, para conducir a una discusión sobre la evolución que debería seguir, según mi opinión, la industria del cemento para maximizar la utilización racional de la energía.

Algunas fábricas en el mundo aún utilizan fuel oil, y algunas gas, pero el precio del petróleo y el precio creciente del gas hacen que estos combustibles se vuelvan gradualmente menos atractivos.

La reconversión de un combustible a otro se ve forzada, generalmente, por aspectos económicos. En un principio, realizamos la reconversión de carbón a fuel oil porque éste era más barato, y diez años más tarde volvimos al carbón porque el fuel oil pesado se estaba encareciendo mucho. Si siguiéramos utilizando fuel oil con los precios actuales, nuestro costo de combustible sería por lo menos tres veces superior al que pagamos ahora.

Pero existen otras buenas razones para utilizar carbón en un horno de cemento. El petróleo y el gas, pese a los momentos de restricción y de superabundancia, son recursos mucho más escasos en el mundo que el carbón. Es esencial que se conserven estos combustibles para el sector de transporte y la industria petroquímica, así como otros sectores en que el carbón no puede reemplazarlos. Además, los carbones de alta calidad no se deberían utilizar en hornos de cemento, de ser posible, porque son mucho más útiles en centrales eléctricas, etc., dado que las cenizas de carbón a evacuar se producen en cantidad relativamente inferior.

La gran ventaja que presenta el horno de cemento es que puede consumir carbones con alto contenido de cenizas sin que se plantee el problema de su evacuación, que a menudo en otras aplicaciones representan un

verdadero obstáculo, dado que toda la ceniza se mezcla en las proporciones adecuadas con la materia prima, se sinteriza en el horno y se convierte en ese material muy útil, llamado cemento Portland.

Por ejemplo, conozco un horno en servicio en Australia que utiliza carbón con un 30 % de cenizas, de manera que por cada 100 toneladas de cemento fabricadas, más de 4 toneladas se obtienen a partir de las cenizas del carbón.

Los sistemas modernos de precalcinación son particularmente interesantes porque pueden consumir combustibles pobres. En estos sistemas, el combustible se quema en dos lugares. En la parte rotatoria del horno, el combustible se quema en la forma tradicional para producir llamas de alta temperatura, y para esta operación se necesita carbón de bastante buena calidad, aunque insisto en que, aún en este caso, se puede usar muy bien carbón con alto contenido de cenizas.

Aproximadamente la mitad del combustible, empero, se quema en una cámara especial en el precalentador. Aquí, la reacción no produce realmente llamas, simplemente se libera energía a unos 900° C que descompone las piedras calizas en cal. Por lo tanto, se puede emplear un combustible de calidad muy inferior y en el precalcinador Pyroclon Humboldt que utilizamos nosotros, se puede quemar una gran variedad de combustibles baratos e inclusive productos residuales. En nuestro caso, usamos el mismo carbón pulverizado que en el horno, habiendo modificado el sistema de pulverización para que la báscula tenga dos salidas. Pero algunas fábricas que han adoptado este mismo sistema en Alemania han utilizado como combustible carbón no pulverizado en trozos, y hasta neumáticos de automóviles de desecho, puestos enteros en el conducto de Pyroclon. Parece probable que casi cualquier material residual combustible, si se dispone del mismo en cantidades suficientes, puede servir en este sistema, siempre que sus componentes no combustibles no sean perjudiciales para la calidad del cemento.

Mi experiencia no me permite discutir de las políticas gubernamentales, pero debo subrayar que es importante que fomenten la utilización, en la industria del cemento, de carbones y otros combustibles pobres, así como la reconversión al procedimiento por vía seca, preferentemente con precalcinación, para sacar el mejor provecho posible de tales combustibles. Anualmente, se fabrican aproximadamente 900 millones de toneladas de cemento en el mundo, y en base a ciertas hipótesis sobre la proporción de los distintos tipos de fábricas (fábricas más antiguas por vía húmeda poco eficientes y fábricas modernas por vía seca más eficientes) la cantidad de fuel oil necesario si todas consumieran este combustible sería de aproximadamente 110 millones de toneladas; o bien, si todas consumiesen carbón con 23 % de cenizas, la cantidad de combustible necesario sería de unos 200 millones de toneladas. Si todas las fábricas en el mundo fuesen del tipo moderno por vía seca, más eficiente, estimo que se podría ahorrar entre 1/4 y 1/3 de combustible.

Por consiguiente, me parece lo más ventajoso, tanto para la industria del cemento como para el gobierno de cualquier país, utilizar combustibles nacionales, cuando se dispone de ellos, que no se pueden emplear en la mayoría de las otras aplicaciones (y tales combustibles se hallan ampliamente diseminados en el mundo entero). Se estimula el empleo local, el dinero se conserva en el país y no es gastado en innecesarias importaciones de combustible. Esto puede hacerse por decreto, aumentando artificialmente los precios de los combustibles de calidad superior, o, lo que es más aceptable, mediante la ayuda gubernamental en la apertura de minas marginales o en la subvención de los transportes para estimular la economía nacional.

Los problemas de los países en vías de desarrollo merecen especial atención. Para desarrollar una industria del cemento en que el uso de combustibles sea eficiente, se debe procurar crear empleos, evitar la evasión de capital debida a la importación de combustibles y a la introducción demasiado rápida de tecnología excesivamente compleja.

Mi trabajo se ha centrado sobre todo en la eficiencia en el uso de combustibles y de mano de obra, pero en un país en vías de desarrollo yo vería la fábrica de cemento ideal como una fábrica de concepción y diseño modernos y de funcionamiento simple; que no se halle bloqueada en la alta tecnología cuando no se tiene acceso a una infraestructura de mantenimiento altamente especializada; que pueda consumir combustibles nacionales aunque sean de baja calidad; que emplee gran cantidad de mano de obra pero que se preste a la supresión de algunos costos de personal a medida que la economía del país se desarrolle. En nuestra empresa, la extracción, la carga y la descarga del carbón, así como el manejo del cemento, se realizan de manera altamente mecanizada. A mi juicio, en un país en vías de desarrollo, las actividades de extracción de carbón pueden emplear mucha mano de obra, y el mineral puede cargarse y descargarse con métodos manuales. Se puede utilizar un horno precalentador simple de cuatro etapas, como era el nuestro inicialmente, pero concebido para la combustión de carbón local de calidad mediocre. La expedición del cemento se haría principalmente en sacos.

No obstante, se debería planificar el sistema en su conjunto para permitir que, en su momento, la extracción, la carga y la descarga puedan mecanizarse. Se debería concebir el horno para que, cuando la economía y el desarrollo del país lo justifiquen, se pueda llevar a cabo su perfeccionamiento, automatización y control por computadoras.

He sabido que, en algunos países, ya se ha desalentado la utilización de gas en la industria del cemento mediante aumentos de precios o por decreto. Quizás estas medidas no sean muy populares entre los consumidores de gas, pero pienso que es un método necesario para evitar el agotamiento de los recursos energéticos mundiales, aunque personalmente preferiría una actitud más positiva, que promueva y apoye la utilización de otros combustibles, en lugar de medidas coercitivas.

QUINTA SECCION : SUGERENCIAS PARA LA ACCION GUBERNAMENTAL E INDUSTRIAL

¿Qué medidas clave deberían tomar los gobiernos y la industria del cemento para lograr una utilización racional de la energía?

La industria debe informar al gobierno que tiene la posibilidad única de utilizar combustible nacional de baja calidad, y pedirle que, por intermedio de sus autoridades de explotación minera, defina y evalúe los recursos energéticos existentes.

La industria debe prepararse para instalar el equipo adecuado, adaptar sus procedimientos al mismo y volver a capacitar a su personal y empleados.

Se ha de preparar un estudio realista sobre la relación costo/beneficio.

Los gobiernos deben responder a las iniciativas de la industria, y estar preparados para fomentar el uso de los recursos locales. El estudio de costo/beneficio realizado por la industria debe complementarse mediante un estudio gubernamental sobre el provecho que sacaría el país del estímulo del empleo y el ahorro de divisas.

Muy bien podría ser que el resultado de estas investigaciones muestre que, aunque el estudio de la industria pruebe que la reconversión no sería eficiente en relación al costo, podría ser conveniente para el gobierno ayudar a la industria en la reconversión al carbón local mediante subsidios, o el pago de una bonificación por cada tonelada de cemento fabricada con combustible local, o algún tipo de desgravación fiscal, en beneficio de la nación en su conjunto.

SEXTA SECCION : CONCLUSION

Desde el punto de vista económico, la reconversión al carbón puede ser una operacion interesante, y si se la realiza con el asesoramiento de expertos, no presentar problemas serios para ningún fabricante de cemento. La industria del cemento se encuentra en una posición única que le permite contribuir a la utilización racional de los recursos energéticos mundiales, gracias a su posibilidad de consumir eficientemente combustibles de baja calidad que no se adaptan a la mayor parte de otras industrias. Por otra parte, en un enfoque a largo plazo en cuanto a los recursos mundiales, los fabricantes de cemento deberían ser alentados por sus gobiernos a la reconversión a tales combustibles, cada vez que sea posible, para poder reservar los combustibles de calidad superior para aquellas industrias que no pueden consumir combustibles de calidad inferior.

Abril de 1983

USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

"La experiencia cubana"

Dr. Luis O. Gálvez Taupier
Viceministro
Ministerio del Azúcar de Cuba

INTRODUCCION

La energía solar es una de las mayores reservas de energía disponible al hombre en el umbral del total agotamiento de combustibles fósiles, la fuente principal energética utilizada desde que éste aprendió a utilizar el fuego.

Sin embargo, su carácter de no continuidad a lo largo de las 24 horas del día, su variabilidad de dependencia de las condiciones climáticas, y las formas no simples en su recepción y transformación de maneras efectivas de utilización, han limitado su empleo. Las diferentes formas del uso de la energía solar pueden seguir dos líneas: una a través de la cual la radiación solar se concentra por medios ópticos para alcanzar temperaturas y cantidades de energía suficientemente altas, y otra que aprovecha la potencialidad de la energía solar de sintetizar biomasa a través del metabolismo de vegetales que a su vez son usados como combustibles de diferentes maneras.

En la actualidad se están llevando a cabo nuevos estudios para mostrar las posibilidades de diferentes cosechas energéticas como el sorgo, la caña

de azúcar, la madera, etc. En este Seminario dirigimos nuestro estudio a las posibilidades de la caña de azúcar, la cual, aunque está lejos de satisfacer nuestras necesidades de energía total, puede hacer importantes contribuciones al balance energético de nuestros países.

La materia seca de la caña de azúcar cuando se quema libera 4 000 kcal/kg (7 200 Btu/lb). Sobre la base de máximos rendimientos agrícolas, se puede obtener hasta 200 millones de kcal/ha-a, equivalente a cerca de 20 tm de petróleo. Sin embargo, después de un análisis de la eficiencia técnica del procesamiento de la caña de azúcar, incluyendo generación de vapor, llegamos a la conclusión que un primer paso en la utilización de la caña de azúcar como fuente energética es la de aprovechar las reservas que tenemos en nuestras fábricas de azúcar. Demostrar la potencialidad del procesamiento de la caña de azúcar es el objetivo de este trabajo.

El esquema energético de la mayoría de las fábricas de azúcar muestra enfoques técnicos de comienzos de este siglo. La máquina de Corliss había sido definida como el motor primario más adecuado para los molinos de caña, principal consumidor de energía mecánica en la fábrica. Otros tipos de máquinas de vapor se usaban con otros propósitos, en bombas, centrífugas y cristalizadores, etc., e incluso para la generación de energía eléctrica, aunque para este propósito la utlización de la turbina de vapor se introdujo desde hace muchos años.

La presión y temperatura de diseño del vapor eran aquellas que resultaban adecuadas para las máquinas Corliss y otras máquinas de vapor alternativas, es decir, la presión en el rango de 8 a 10 kg/cm^2 (120 a 150 lb/pulg^2), sin sobrecalentamiento. Con tales condiciones termodinámicas de vapor se diseñaron la mayoría de las fábricas de azúcar existentes, lo que permitió un buen balance entre el requerimiento de vapor de alta presión y el de calentamiento, no siendo necesario ningún otro combustible aparte del bagazo obtenido en la molida de la caña.

Durante el ultimo cuarto de siglo muchas industrias que utilizan bagazo

como principal materia prima se han establecido sobre la base de que el bagazo que se lleva a las calderas de las fábricas de azúcar es sustituido por combustible fósil en éstas. Desde luego, con el surgimiento de la crisis energética en 1973, los precios de los combustibles fósiles, especialmente los del petróleo combustible, se han incrementado mucho, induciendo un alza también en los precios del bagazo.
Para resolver este problema muchas empresas comenzaron a mejorar la eficiencia en las fábricas de azúcar siguiendo más o menos las experiencias de la industria del azúcar de remolacha, que no cuenta con desperdicios para quemar, y aún durante los períodos de bajos precios de los combustibles fósiles, tenían que buscar formas térmicamente eficientes de procesamiento.

Analizando los diagramas de flujo eficientes, los especialistas en este campo han encontrado que la industria de la caña de azúcar puede no sólo lograr bagazo sobrante, sino también, aprovechando las ventajas de la co-generación, entregar como sobrante importantes cantidades de energía eléctrica.

Actualmente, los grupos más destacados de ingeniería y diseño, tienen una nueva concepción del esquema energético de la fábrica de azúcar, siguiendo nuevos enfoques orientados hacia soluciones mucho más eficientes. Un punto altamente controvertible que ha aparecido, es el de la presión y la temperatura del vapor de alta, ya que para lograr que los ciclos para la co-generación sean más eficientes se requieren inexcusablemente altas presiones y temperaturas.

Además durante los últimos 30 años, el desarrollo tecnológico de la ingeniería de la fabricación de azúcar ha ampliado el horizonte de soluciones cuando se conciben presiones y temperaturas altas en el vapor. Ejemplo de esto lo constituyen el uso de turbinas de vapor y las modernas unidades motrices eléctricas en los molinos, el uso de turbogeneradores de extracción-condensación, así como el desarrollo de calderas de alta presión para bagazo.

Es interesante considerar adicionalmente las posibilidades de los residuos de la cosecha, los que en la mayoría de los casos se pierden o se que-

man en el campo. Si se hace un balance de los residuos, la potencialidad de la generación se multiplica por tres, ya que el contenido de materia seca en los residuos es el doble del que hay en el bagazo. En total, la industria del azúcar de caña muestra en los países de GEPLACEA una potencialidad de 22 millones de toneladas de petróleo.

El generar vapor de alta presión y temperatura y el utilizar eficientemente el vapor en el proceso, hacen posible que la fábrica de azúcar, después de satisfacer sus requerimientos energéticos, esté en condiciones de entregar por tm de caña molida hasta 25 kg de petróleo equivalente en la forma de bagazo sobrante y/o electricidad, es decir, la mitad de lo que está disponible en el bagazo.

Ahorro de energía y bagazo: algunas alternativas

Como se puede apreciar de la introducción, las mejoras en la eficiencia térmica de la fábrica de azúcar pueden ser orientadas a obtener bagazo sobrante, energía eléctrica marginal, o una combinación de ambas. La selección de un programa concreto estará relacionado con los objetivos económicos y/o sociales, como el desarrollo de una industria de derivados de la caña, la política energética nacional y otros.

Los principales aspectos relacionados con el esquema energético de las fábricas de azúcar y su desarrollo se han tratado en la literatura azucarera así como en seminarios y conferencias especializados. Nuevos esquemas han aparecido en la práctica industrial mostrando mejoras en dependencia de la economía pero debido a sus propias características, no existe una solución óptima hay diferentes mejoras alternativas en dependencia de los objetivos propuestos. No tratamos de definir las diferentes alternativas, pero partiendo de un tratamiento especial en la formulación del problema se muestran los resultados técnicos de un conjunto de alternativas dadas, entre las cuales las dos siguientes se pueden considerar como extremas:

- Máximo bagazo sobrante sin energía eléctrica marginal.
- Máxima energía eléctrica marginal sin bagazo sobrante.

Se debe señalar que ambas soluciones muestran altas eficiencias térmicas y las diferencias son dadas por los objetivos buscados en cada caso. En el primero la obtención de bagazo como materia prima para otras industrias y en la segunda, la generación de energía eléctrica para la red nacional o regional, o para otros propósitos especiales.

Entre estos dos puntos extremos existe un número infinito de alternativas de acuerdo con el peso relativo dado al bagazo sobrante o la energía marginal. Sin embargo, entre estos dos hay uno que puede ser considerado como una tercera solución principal, es decir, la generación de energía eléctrica por incremento de la presión y la temperatura de vapor de alta hasta aquellos valores técnicamente seguros, pero usando turbogeneradores de contrapresión, lo cual significa, generar solamente la cantidad de vapor requerida en el proceso o en otras palabras, no quemar bagazo para generar exceso de vapor sobre el requerido en el proceso y que en consecuencia debe ser condensado, lo que requiere turbogeneradores de extracción-condensación en vez de máquinas de contrapresión. Esto es la llamada co-generación en su más pura concepción.

Los resultados industriales de cualquiera de estas tres principales alternativas o cualquier otra que pueda surgir entre ellas, vienen dados por medio de un conjunto de factores entre los cuales los más importantes son: las variedades de caña, estabilidad y disciplina de operación y condiciones técnicas del equipamiento. Para los propósitos de este trabajo, los factores mencionados anteriormente pueden ser pasados por alto; asumiendo que los tres son resueltos adecuadamente y podemos en consecuencia concentrarnos en los principales aspectos de la eficiencia térmica que controlan los resultados de cualquier solución. Estos son:

- Eficiencia de generación de vapor
- Eficiencia en el uso de vapor de proceso
- Presión y temperatura del vapor de alta.

Estos tres aspectos están interrelacionados entre sí y su relativa importancia y adecuados niveles están dados por los objetivos principales demandados por el esquema energético del sistema y su adecuación técnica y/o eco-

nómica.

La forma de alcanzar diferentes resultados en cada uno de los aspecto mencionados anteriormente, es conocida por ingenieros y administradores de la industria relacionados con el problema de la energía en la producción de azúcar.

Las principales características de cada uno son:

Eficiencia de Generación de Vapor

La eficiencia de la caldera muestra la mayor reserva de energía en fábricas tradicionales de azúcar. En la mayoría de las fábricas viejas, a las calderas no se les suministraron los elementos para la recuperación del calor sensible de los gases de chimenea, como son el economizador o el precalentador de aire, encontrándose temperaturas del orden de 300°C (572°F) y aún mayores con las consecuentes pérdidas que implican tales diseños. Otro elemento importante asociado a la eficiencia de la caldera, es el tipo de horno. Los hornos que queman bagazo en una pila como el holandés, Ward, Martin, etc., requieren de una gran cantidad de exceso de aire sobre el teórico, hasta un 100% y más. Los hornos con lanzadores de bagazo, introducidos hace 30 años requieren sólo un 30% del exceso de aire lo que reduce en consecuencia las pérdidas de energía por la calefacción del aire en exceso desde la temperatura ambiente hasta la de los gases de chimenea.

Las calderas viejas o nuevas que no disponen de estos componentes muestran eficiencias del orden de 55-65% sobre la base del valor calórico bajo.

La utilización del economizador y/o del precalentador de aire, o del recientemente introducido secador de bagazo permiten una disminución segura (sin peligro de corrosión) de la temperatura de los gases de chimenea hasta un mínimo de 130C°(266°F).

Esto, más la utilización de los hornos lanzadores de bagazo hace que las eficiencias de caldera se incrementen hasta un 85%, significando este aspecto

en total una reducción del consumo de bagazo del orden del 30%.

Eficiencia en la Utilización del Vapor de Proceso

Las fábricas viejas y aún en muchos casos las nuevas, muestran una eficiencia muy baja, utilizando entre 550 y 650 kg de vapor/tm de caña. Durante muchos años las fábricas de azúcar de remolacha, con parámetros de proceso próximos a los de azúcar de caña, han probado en la práctica a través de esquemas más sofisticados en el sistema de calefacción-evaporación-cocción, que el vapor de proceso puede ser reducido hasta 320 kg/tm de remolacha. La utilización de extracciones del evaporador para calefacción y cocción, el uso de un alto número de efectos, cinco y aún seis, lo cual hoy se puede probar que es económico y eventualmente la sustitución de la válvula reductora por otros elementos estabilizadores como el "vapor cell", el termocompresor, son elementos que permiten el incremento de la eficiencia.

Esto ya ha sido probado en el procedimiento del azúcar de caña donde se han obtenido valores del orden del 370 kg de vapor/tm de caña.

Esta reducción en el vapor de proceso puede inducir a reducciones en el consumo de bagazo del orden del 25%.

Presión y Temperatura del Vapor de Alta

La generación de una tm de vapor a alta presión y temperatura, 85 kg/cm^2 (1 250 lb/pulg^2) y 400°C (750°F) por ejemplo, requiere de la misma cantidad de combustible (bagazo) que la generación de una tonelada de vapor a 9,5 kg/cm^2 (140 lb/pulg^2) y 327°C (620°F). El vapor con las "altas" condiciones mencionadas antes, puede henerar 130 kW-h, y con las condiciones "bajas" puede generar solamente 57 kW-h, es decir, se duplica la generación de energía con el mismo bagazo quemado en la caldera, debido sólo al incremento de condiciones de presión y temperatura del vapor.

El ejemplo anterior es un argumento suficiente de lo que se puede obtener

en energía eléctrica marginal, yendo a condiciones altas en el vapor vivo o de alta.

Los tres aspectos descritos anteriormente conforman el marco a través del cual la eficiencia térmica de las fábricas de azúcar puede ser incrementada para entregar bagazo sobrante y energía eléctrica marginal. Los pasos dados hacia el logro de estos objetivos puede que no sean de fácil ejecución o aún pueden resultar de dudosa factibilidad en algunos casos. El obstáculo principal en el camino hacia este incremento de eficiencia, es que la industria de azúcar de caña alcanzó un estado de equilibrio en su desarrollo técnico hace más de 40 años y los cambios que son necesarios hoy en día, no son aceptados fácilmente por ésta.

Para estudiar las tres alternativas mostradas anteriormente, se prepararon muchos diagramas de flujo y los balances de materiales y energía se calcularon con la ayuda de una computadora. De acuerdo con los resultados, se prepararon los números finales más interesantes que se presentan de manera gráfica en las diferentes alternativas.

Bagazo Sobrante

Debido a los precios actuales de los combustibles fósiles, la política de su utilización en la fábrica de azúcar para liberar el bagazo y utilizarlo como materia prima para otras industrias puede inducir a altos costos en los productos finales, volviéndose no rentables en muchos casos. Resulta fácil demostrar que, en general, es más económico remodelar la fábrica de azúcar para obtener tanto bagazo sobrante como sea posible, esperándose en general el desarrollo de un mercado de bagazo. Hoy en día, la transportación de bagazo en pacas o en otra forma compacta como "pellets", briquetas, etc., ha probado su factibilidad técnica y económica.

En la figura No. 1 hay líneas que muestran el bagazo sobrante que puede ser obtenido, como una función del vapor de proceso en la fábrica, para diferentes eficiencias de caldera. Se puede ver que si tenemos una situación según la cual estamos gastando 53 kg de vapor de calefacción por 100 kg de caña, un

índice típico en las fábricas cubanas viejas, y la eficiencia de las calderas es de 58% no se produce bagazo sobrante. Esta es la situación actual en la mayoría de las fábricas cubanas. Ahora bien, si incrementamos la eficiencia de las calderas hasta 78% y no hacemos ningún otro cambio en el ciclo de vapor, el resultado inmediato es que obtenemos aproximadamente 27% de bagazo sobrante.

En la figura No. 1 podemos darnos cuenta de la influencia de la eficiencia del consumo de vapor de escape como medio de calefacción. Si disminuimos este índice de los valores usuales de las fábricas cubanas, es decir 53% hasta 40% y tenemos calderas con 78% de eficiencias, el bagazo sobrante se incrementa de 27% hasta 43%.

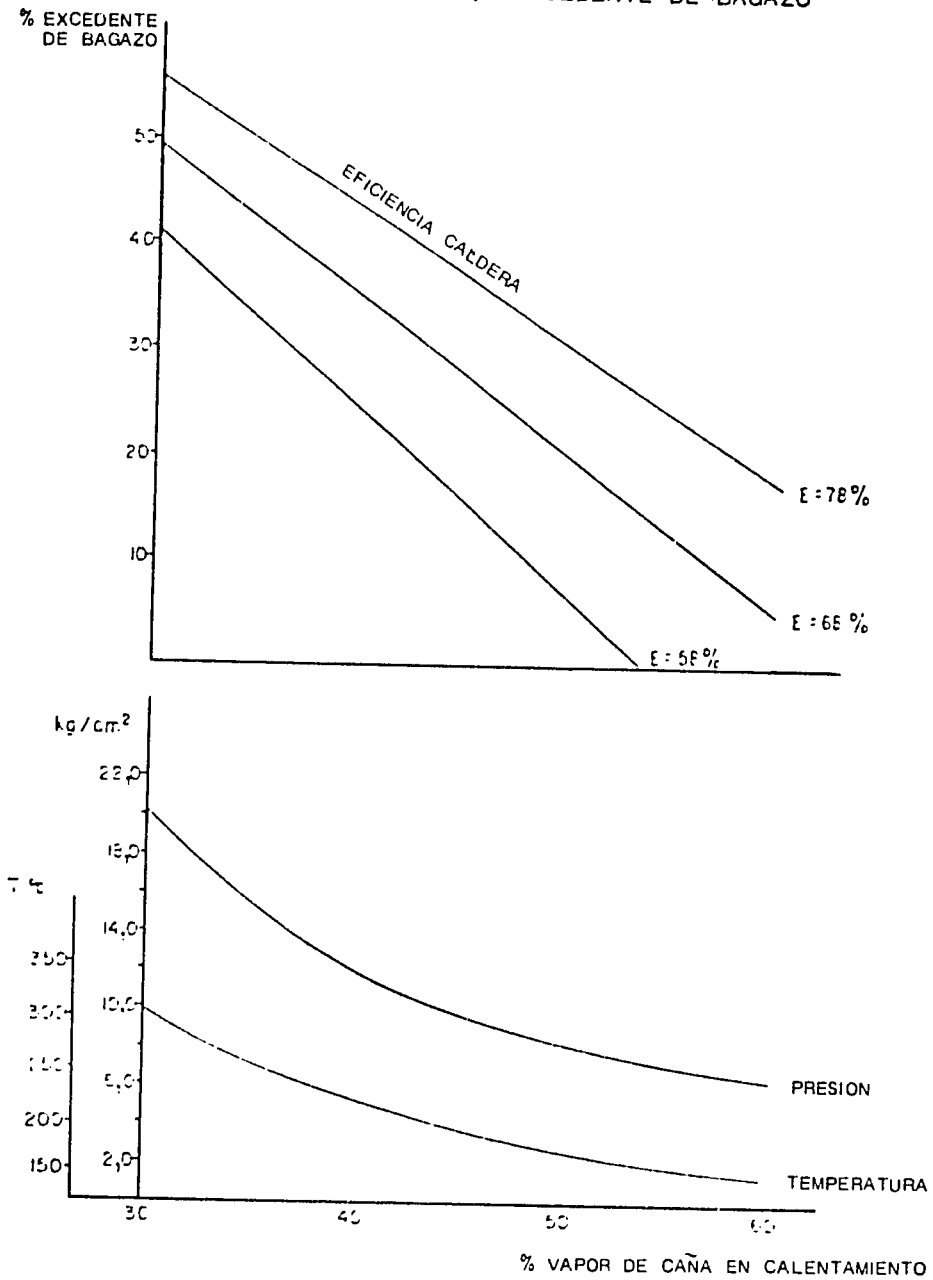
En lo que respecta a la reducción del índice de vapor de calefacción por cantidad de caña procesada, es necesario analizar el ciclo completo ya que el vapor pasa a través de los motores primarios al proceso como agente calefactor, entregando toda la energía mecárica requerida en la fábrica, así cuando se mejora la eficiencia de utilización del vapor en proceso, se hace necesario incrementar las condiciones de generación del vapor en las calderas para garantizar la satisfacción de las demandas de energía en la fábrica.

En la mitad inferior de la figura No. 1 ha, líneas que muestran la dependencia de la temperatura y la presión del vapor de alta presión cuando es generado, con las diferentes demandas de vapor de calefacción. En esta figura se puede notar que, para un índice de 53 kg de vapor por 100 kg de caña, común en las fábricas cubanas tradicionales, la presión necesaria en la entrada de las máquinas es del orden de 8,0 kg/cm^2 (120 lb/pul^2) y la temperatura es próxima a la de saturación.

Co-Generación

Entre los enfoques de máximo bagazo sobrante y máxima energía eléctrica marginal, existe la alternativa de co-generación pura, es decir, generación eléctrica a valores máximos, pero solamente la que es posible con el vapor de proceso, es decir, no quemando bagazo para producir vapor adicional lo que implicaría tur-

FIG. Nº 1 EXCEDENTE DE BAGAZO



bogeneradores de extracción-condensación. Este objetivo se logra incrementando la presión y la temperatura del vapor de alta al máximo permitido por las condiciones tecnico-económicas.

En la figura No. 2 se muestran, de forma gráfica, los cálculos para cuatro condiciones típicas del vapor en la industria azucarera mundial.

Los valores de la energía eléctrica respresentados, son aquellos obtenidos después de la substracción de la demanda de la fábrica. Un ejemplo ayuda a entender esta alternativa.

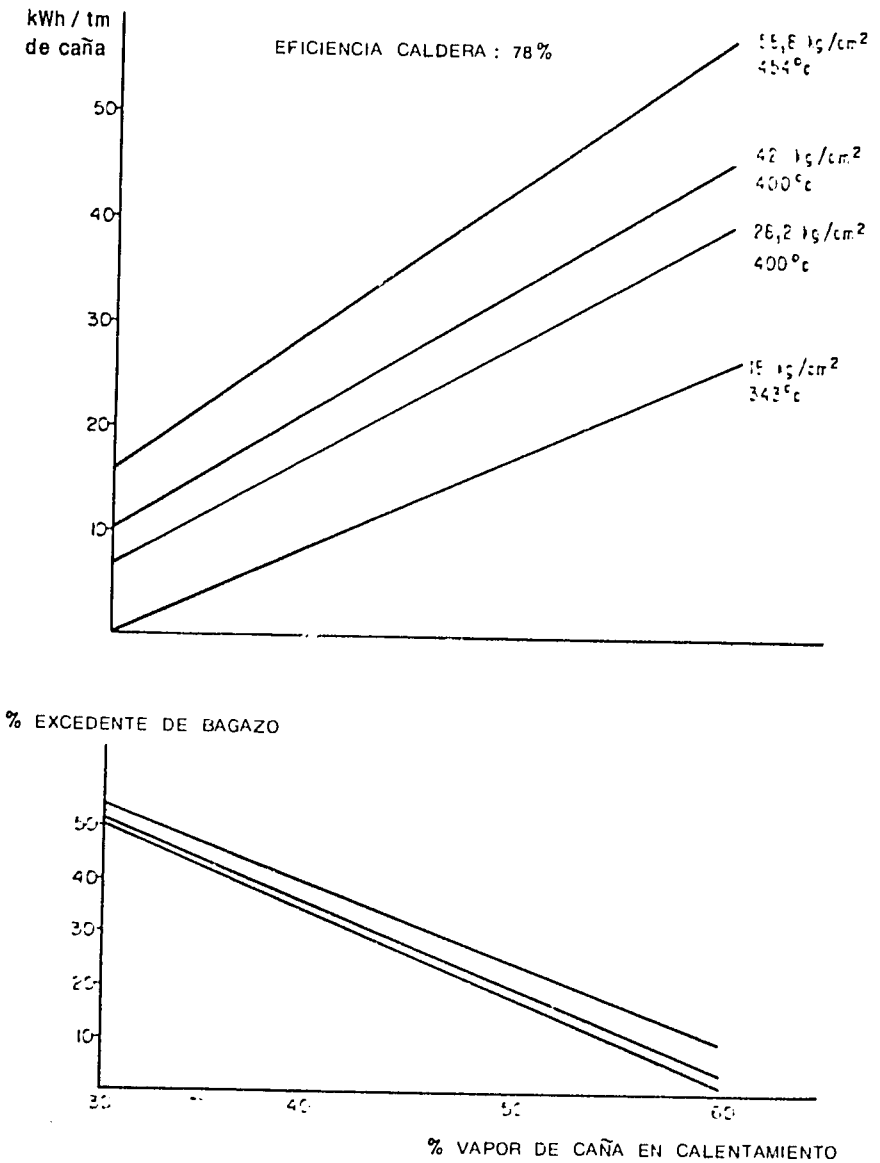
Con una demanda de vapor de proceso de 400 kg/tm, es decir, vapor de calefacción igual a 40% de caña, trabajando a 18 kg/cm^2 y 343°C, un 39% del total de bagazo producido se puede obtener como sobrante. Adicionalmente se puede obtener también 8 kW-h/t de caña como energía marginal. Si las condiciones del vapor de alta son aumentadas a 58,8 kg/cm^2 (850 lb/pulg^2) y 454°C (850°F) con la misma demanda de vapor de proceso que antes, el bagazo sobrante obtenido es del orden de 35% del producido y la entrega de energía 29,5 kW-h/t de caña. Los 21,5 kW-h adicionales por t de caña se producen con un incremento del bagazo quemado de alrededor de 12 kg o 2,2 kg de petróleo equivalente, lo cual representa alrededor de 106 g/kW-h, un valor mucho menor que el mejor obtenido en plantas de energía de petróleo (220-240 g petróleo/kW-h).

La co-generación es una forma eficiente de producir energía eléctrica y al mismo tiempo, permite la entrega de importantes cantidades de bagazo para usarse como materia prima en otras industrias.

En la figura No. 2, se muestran muchas combinaciones. Se puede notar que a medida que el interés en la energía eléctrica aumenta, los requerimientos de eficiencia en el uso de vapor de proceso serán menores.

También se puede notar la gran influencia directa de las condiciones de presión y temperatura del vapor sobre la energía eléctrica marginal, determinándose el óptimo por consideraciones operacionales y de inversión. También se observa la baja incidencia inversa de las condiciones de presión y temperatura del vapor sobre el bagazo sobrante.

FIG. Nº 2 COGENERACION



Una observación final interesante es que moviéndonos hacia la derecha a lo largo de la línea de cero bagazo sobrante hasta las líneas para diferentes condiciones del vapor, los puntos de intersección con éstas representan la máxima energía eléctrica marginal que puede ser entregada sin usar turbogeneradores de extracción-condensación.

Energía Eléctrica Marginal

El caso de energía eléctrica marginal, es aquél en el cual no se obtiene bagazo sobrante. La cuestión principal en este caso es reducir el vapor de calefacción % de caña tanto como sea posible de manera que todo el bagazo que se pudiera obtener como sobrante, sea quemado para producir vapor adicional por encima del que se necesita para calefacción, y consecuentemente expandirlo al vacío en turbogeneradores de condensación.

Los cálculos de la energía marginal para cuatro niveles de condiciones del vapor se muestran de forma gráfica en la figura 3. Las líneas que ascienden hacia la derecha muestran la energía marginal generada con vapor de proceso y las líneas que descienden muestran la energía marginal total que se genera.

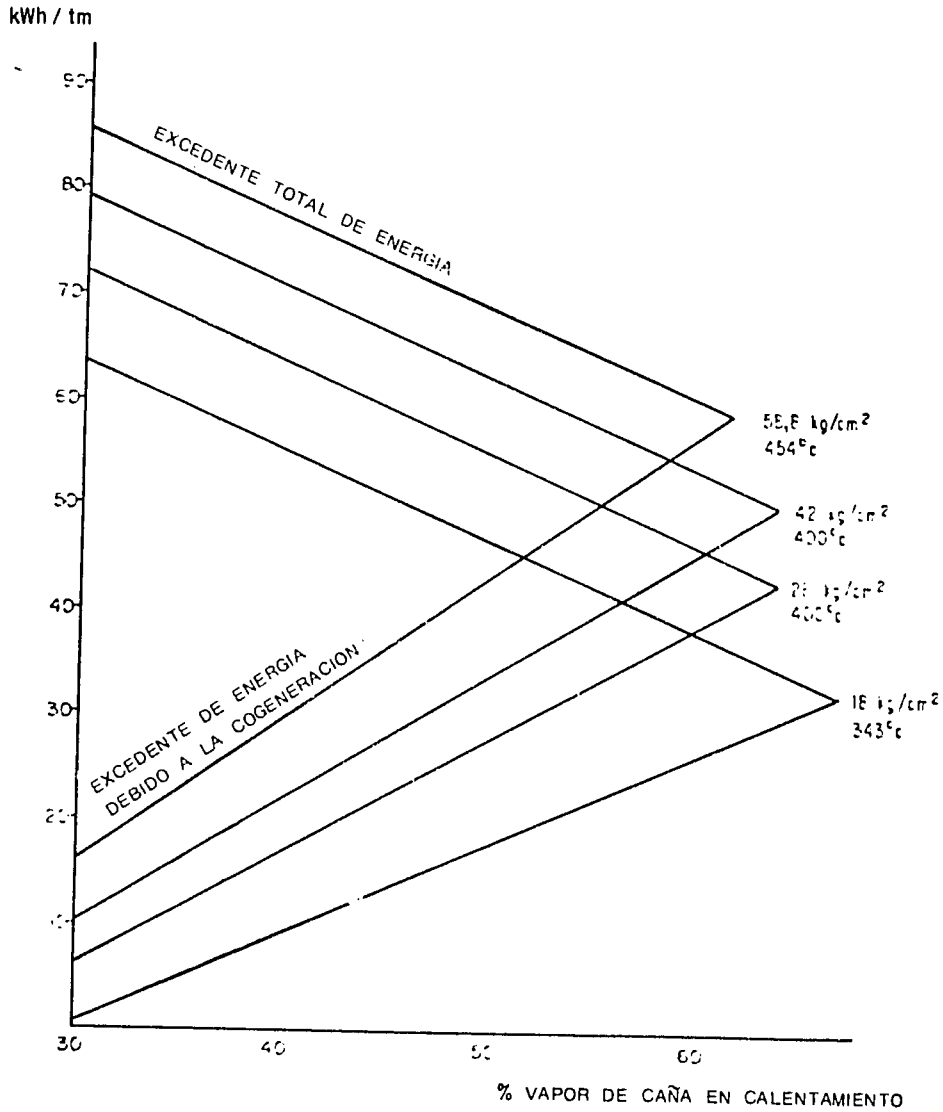
Ambas líneas de cada condición de vapor se cortan donde el vapor de calefacción % de caña es el total que se puede generar con el bagazo producido.

Tomando como ejemplo el mismo caso que vimos en la alternativa de la co-generación con 58,8 kg/cm^2 y 454°C, se pueden producir 29,5 kW-h/t de caña, debido a la co-generación y 76,5 kW-h/t de caña si se quema el total del bagazo producido. La generación adicional de energía se hace con el 35% del bagazo sobrante que obtendríamos con co-generación pura.

Esto significa que estos 47 kW-h/t de caña adicionales se producen según un consumo de petróleo equivalente de 440 g/kW-h, cerca de 60% mayor que en modernas y eficientes plantas de energía operadas con petróleo.

El análisis económico de esta alternativa depende en gran medida de los criterios macro-económicos de forma que no es necesario ir más allá en nues-

FIG. Nº 3 EXCEDENTE DE ENERGIA ELECTRICA



tro análisis.

Pasos dados y situación actual del Programa de Cooperación Energética de los Países Miembros de GEPLACEA

El Programa de Cooperación Energética de la Caña de Azúcar tuvo sus orígenes a partir de las conclusiones del Seminario de Racionalización Energética, celebrado en La Habana en octubre de 1980. En este evento auspiciado por GEPLACEA, ONUDI, OLADE y el Ministerio de la Industria Azucarera de Cuba, se planteó la necesidad de crear un Centro de Investigaciones Aplicadas, que permitiera conocer y desarrollar integralmente el potencial energético de la caña de azúcar.

Dada la importancia de los temas tratados durante el seminario, el Secretariado de GEPLACEA determinó la realización de un estudio donde se plasmaran las posibilidades y la trascendencia que revestiría la transformación energética de las fábricas de azúcar. El referido documento conocido como "La Caña de Azúcar como Fuente de Energía", fue elaborado por especialistas del ICINAZ de Cuba, la Corporación Azucarera "La Victoria", de Panamá y de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Entre los acuerdos tomados en la Plenaria se dispuso la celebración de una reunión de especialistas de alto nivel con el fin de analizar las posibilidades de desarrollar un Programa Regional de Cooperación Energética. Dicha reunión se celebró en la Ciudad de México entre el 28 y el 30 de julio de 1981, contando con la asistencia de representantes de Brasil, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guyana, México, Panamá, República Dominicana y de los organismos: ONUDI, OLADE, IICA y del Secretariado de GEPLACEA.

La primera reunión de la Comisión fue celebrada en La Habana durante los días 28, 29 y 30 de enero de 1982, con la asistencia de todos sus miembros, exceptuando a Brasil. En este primer encuentro se analizaron las actividades a realizar en cada país.

El Secretariado ha desplegado grandes esfuerzos en la búsqueda de vías más dinámicas para el avance del proyecto, aunque hasta el momento sólo están definidas, dentro del cúmulo de tareas, las fechas de los seminarios de Biogás y Alcohol Carburante.

Es de destacar la colaboración de OLADE hacia todas las tareas emanadas del programa; desde el primer momento se han mantenido estrechos vínculos entre GEPLACEA y OLADE, citándose ejemplos concretos como es el caso del gran apoyo financiero que, a través del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) de OLADE, se ha logrado para la celebración de los Seminarios de Biogás y Alcohol Carburante y en la ejecución del Proyecto de Racionalización Energética en República Dominicana.

CONCLUSIONES

En este trabajo tres alternativas principales de utilización de las reservas de energía de la industria azucarera han sido analizadas.

Estas alterantivas pueden ser ser orientadas al desarrollo de las industrias de la celulosa, usando bagazo como materia prima o contribuir al suministro de energía a la red eléctrica. En ambos casos el aumento en la eficiencia puede inducir a importantes contribuciones a la economía nacional en países como Cuba, República Dominicana y otros países o regiones donde la producción de azúcar per cápita es significativa.

El objetivo del bagazo sobrante puede ser logrado sin calderas de alta presión, mediante le mejoramiento en la eficiencia de calderas y la eficiencia del uso del vapor de proceso. Las inversiones necesarias son altamente rentables y de bajo requerimiento financiero.

La co-generación muestra la forma más económica de generar energía marginal para otros usos o para la red eléctrica a la vez que se entregan cantidades importantes de bagazo sobrante. Se puede considerar la mejor solución económica cuando está bajo consideración el desarrollo de una industria de derivados en una región con cosechas azucareras largas y con una alta concentración de fábricas. La energía eléctrica se produce en la formas más eficiente con un mínimo de inversiones a la vez que se produce bagazo para cubrir todos los requerimientos de la región. El balance se logra mediante un adecuado análisis del caso particular que se estudia.

La generación de energía eléctrica marginal usando turbinas de extracción-condensación depende de los criterios de la macro-economía concernientes al valor relativo dado al bagazo como materia primar para la industria o como combustible para ahorrar petróleo. En los países que tienen a sus disposición grandes reservas de petróleo como México y Venezuela y donde los precios internos del petróleo son bajos, esta alterantiva no es atractiva ya que no compite con el "fuel oil", pero en países donde prevalecen los actuales precios altos del crudo se ha mostrado que esta solución es económica.

J.C. Llorente
Director de Programa
Ministerio de Industria y Energia
Madrid

LA PROBLEMATICA DE LA CONSERVACION DE ENERGIA EN EL SECTOR AZUCARERO

PROBLEMATICA SECTORIAL

1.0. General.

Aunque la repercusión de la energía en el coste de la fabricación de azúcar no sobrepase el 7 %, este sector considerado globalmente, ocupa el 4º lugar entre los consumidores de fuel oil y uno de los últimos en el consumo de energía eléctrica, ya que es un sector que se autoproduce alrededor del 93 % de sus necesidades.

La energía consumida por el sector representa aproximadamente el 2,5 % del total consumido por la industria, lo que equivale por término medio a unas 600.000 toneladas equivalentes de petróleo.

En la actualidad, España tiene una capacidad productiva para autoabastecer el mercado nacional de azúcar, si bien en algunas ocasiones se recurre a la importación de una parte del consumo. Durante la campaña del año 1979-1980, se produjeron un total de 882.460 toneladas de azúcar de las cuales 862.160 toneladas procedían de remolacha y 20.300 toneladas de la caña de azúcar.

Existen actualmente en nuestro país treinte y tres fábricas de azúcar de las cuales treinta y una sólo procesan remolacha y dos pueden procesar remolacha y caña. La localización geográfica de estas instalaciones viene dada en la figura 1.0.1.

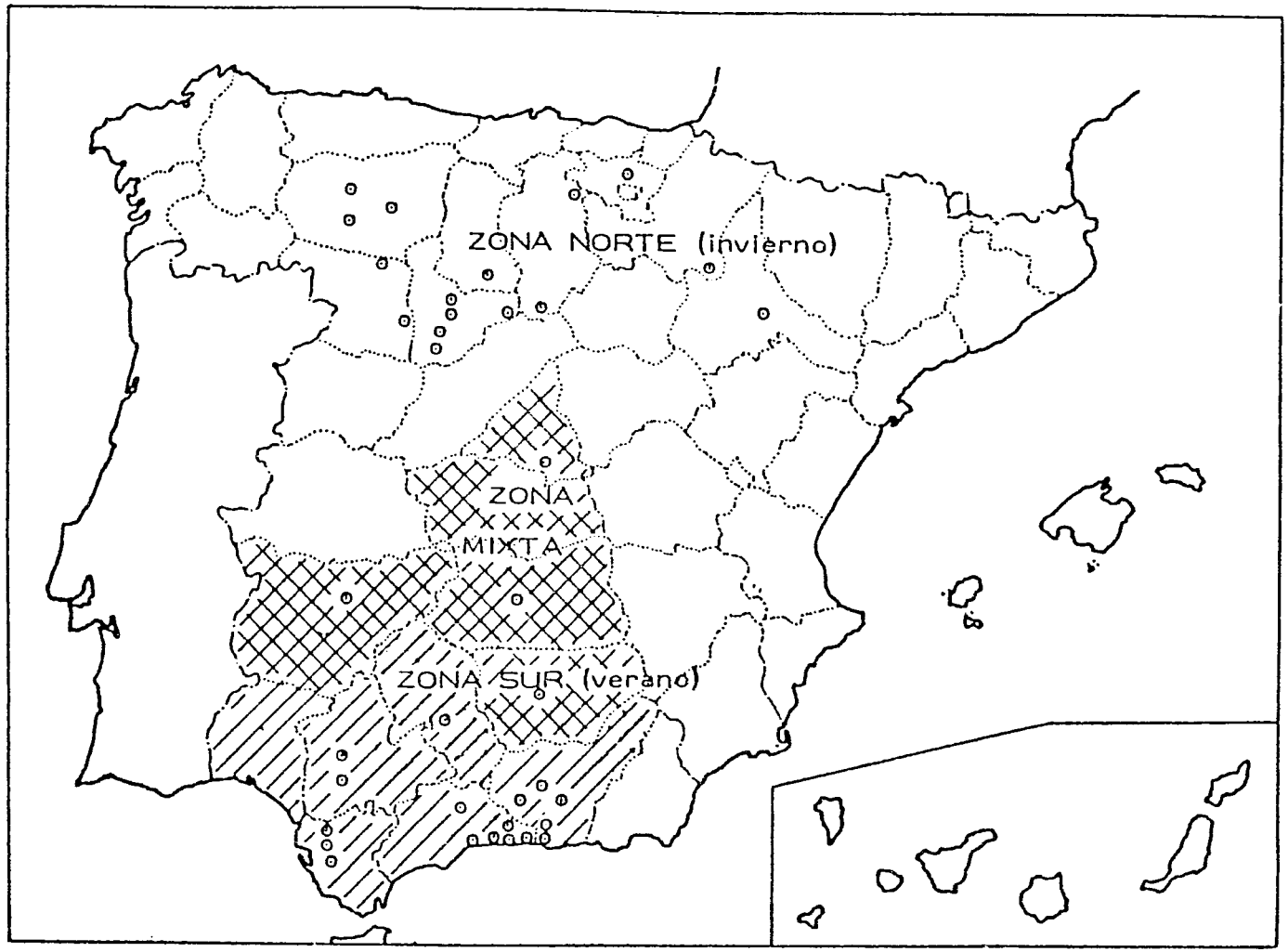


Figura 1.0.1. Localización geográfica de las fábricas de azúcar.

FIGURA 1.2 . Flujo de materia de instalaciones del Norte. (Todas las cantidades están referidas a 100 kg de remolacha en alimentación).

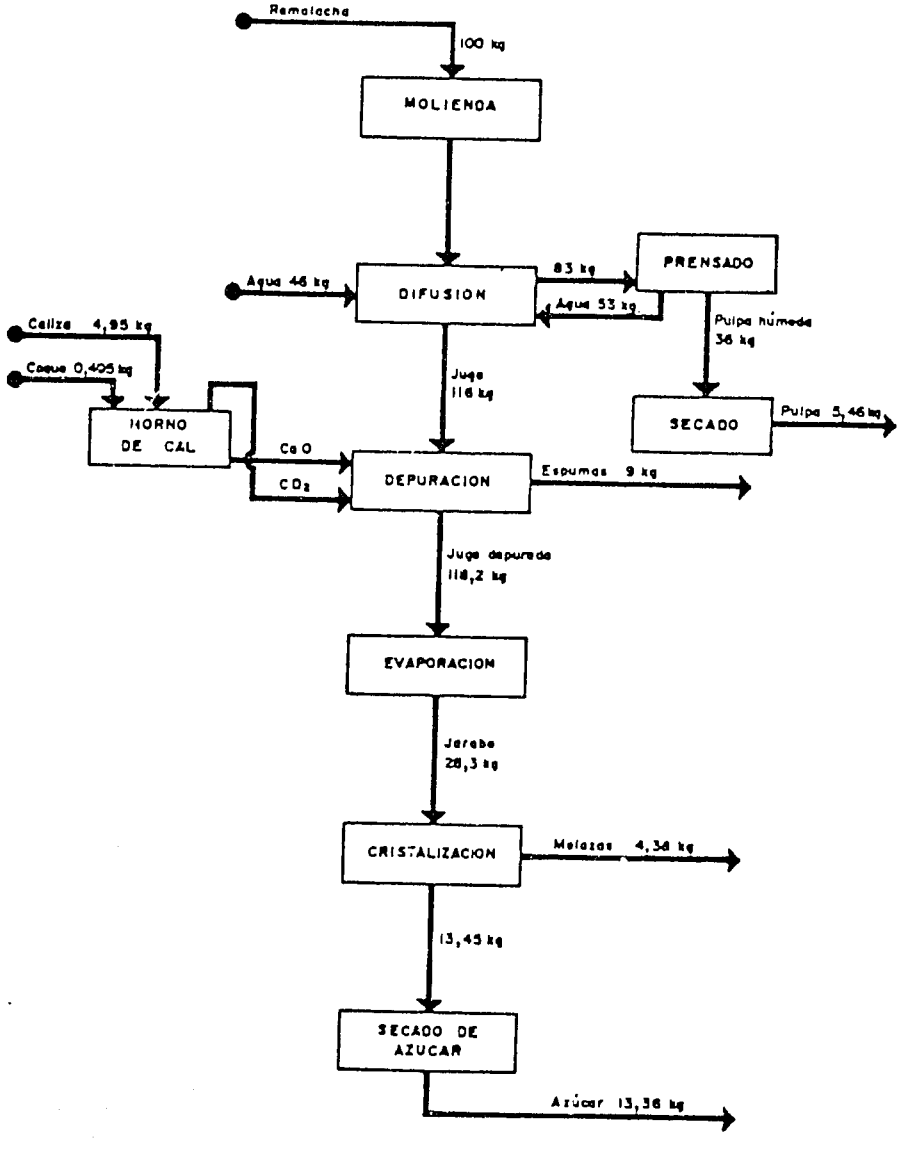
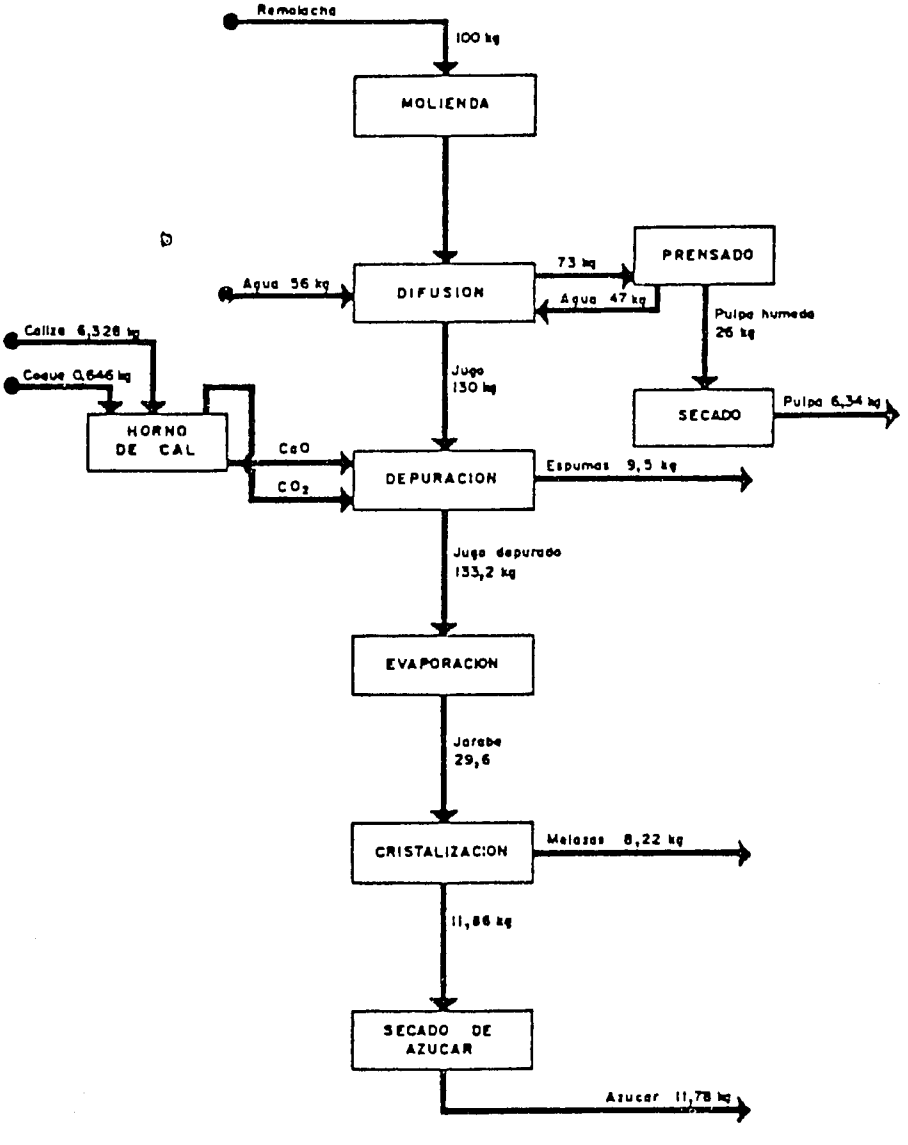


FIGURA 1.3 Flujo de materia de instalaciones del Sur. (Todas las cantidades referidas a 100 kg de remolacha en alimentación).



1.1 Incidencia del costo de los combustibles en el costo de producción del azúcar.

Como puede verse en la figura 1.3.2., el impacto del costo de los combustibles fue disminuyendo paulatinamente hasta el año 1972 debido a la política de subvención de los mismos mientras que a partir de la crisis se vió incrementado rápidamente hasta llegar en este año a un costo aproximado de 7,0 ₱/kg. de azúcar.

Por otro lado, si se mira la figura 1.3.2., se puede apreciar que si bien el precio del producto aumenta en realidad, y al ser deflactado disminuye realmente aunque en términos muy pequeños. Este fenómeno está en vías de ser corregido y ya en la campaña 1982-1983 se ha podido recuperar el precio a un nivel estable.

Esto es lo que justifica la política de conservación de energía en este sector.

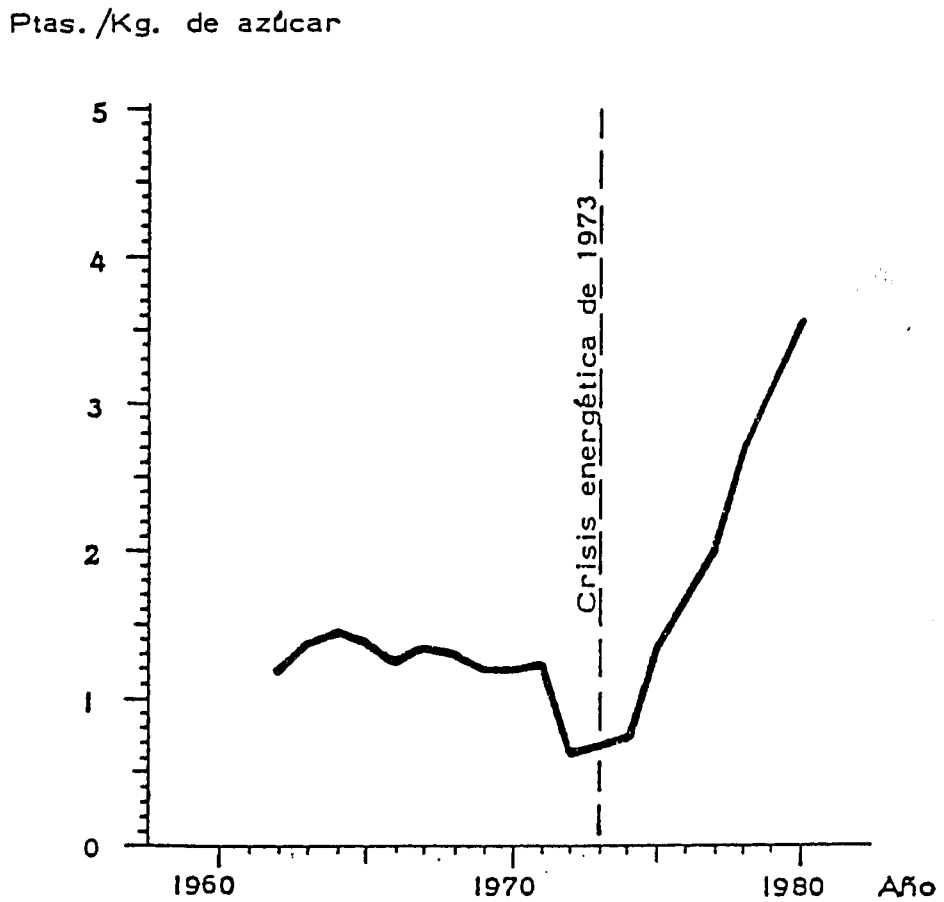


Figura 1.3.2. Evolución del costo de la energía en la producción de azúcar.

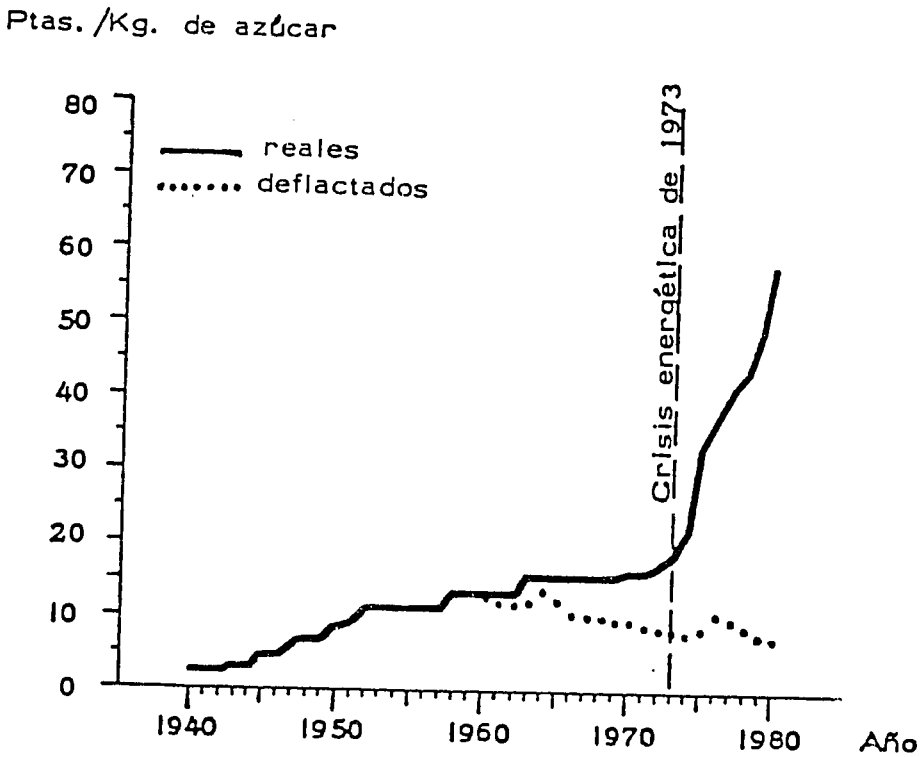


Figura 1.3.3. Evolución del precio del azúcar

2. AHORRO E INVERSIONES

Ahorro de energía - Mejoras - Correlaciones

2.1. Ahorro de energía

En primer lugar cabe señalar que no ha sido analizado ningún ahorro de energía eléctrica en los estudios, por lo que los ahorros de energía primaria y de consumo directo coinciden con los de energía térmica.

A continuación, se indican los resultados estadísticos correspondientes a los ahorros de energía. Asimismo, se refleja la distribución de frecuencias del citado ahorro.

Empresas estudiadas	19
Ahorro total	16.318,3 tep
Ahorro medio	858,86 tep
Desviación típica	894,53 tep
Valor máximo	3.501,80 tep
Valor mínimo	83,0 tep

Independientemente de los períodos de amortización que se tratarán en el apartado 2.2, al establecer la relación individual de mejoras presentadas, la inversión requerida para lograr el ahorro de las 16.318,30 tep asciende a 306 millones de pesetas.

2.2. Mejoras

Las mejoras presentadas para el ahorro de energía se han agrupado en la siguiente forma :

. Mejoras en calderas.

. Mejoras en secaderos.

- Mejoras que disminuyen el consumo específico recuperando azúcar de melazas.
- Mejoras en cajas de evaporación.
- Otras mejoras.

2.2.1. Mejoras en calderas.

Se han incluido en este apartado todas las mejoras relacionadas con los equipos de producción de vapor.

Se constató el estado de estos equipos y se observó que un gran número de calderas trabajan con un elevado exceso de aire de combustión. No obstante, en las actuales condiciones la eliminación de este exceso de aire puede llevar consigo la aparición de inquemados. Para evitar esta circunstancia y conseguir una combustión en condiciones óptimas, 11 de las 19 instalaciones en estudio han propuesto la sustitución de los quemadores.

Para que el cambio de quemadores sea plenamente eficaz se prevén otras modificaciones simultáneas, que varían según las instalaciones. Las más comunes son :

* mejora de los equipos de regulación y control,
* utilización de aire precalentado para la combustión,
* revisión del entubado de las calderas.

Como consecuencia, simultáneamente con la mejora del rendimiento, suele producirse un aumento de capacidad de las calderas y, sobre todo, una mayor seguridad en el servicio que son difíciles de valorar.

En el cuadro 22 se dan los datos del ahorro y la inversión necesaria para llevar a la práctica esta mejora.

Ninguna empresa ha presentado como posible mejora la elevación de la presión de trabajo de las calderas, a pesar de que técnicamente es posible en algunos casos.

En el epígrafe "Límites de producción de energía eléctrica", la tendencia a disminuir el consumo de vapor y a aumentar simultáneamente el consumo de energía eléctrica, parece que aconsejan esta modificación. El hecho de que ninguna empresa lo haya propuesto, es posible que se deba a la actual estructura del mercado de energía eléctrica.

Esta estructura no favorece la venta de los sobrantes de energía eléctrica que tendrían las empresas al aplicar esta mejora. Como consecuencia deja de producirse una importante cantidad de energía eléctrica con el excelente rendimiento 0,13 kg. fuel-oil/kWh.

Incluso el aumento de producción para lograr un autoabastecimiento total no es rentable, para muchas empresas, dado que cualquier problema en la campaña que obligue a conectar con la red general implica a la facturación de unos mínimos, que naturalmente es preferible consumir.

CUADRO 22. Mejoras por cambio de quemadores en calderas.

Instalación	Ahorro (tep)	Inversión (10^3 pts)	Amortización (meses)	Amortización (campañas)
1	456,9	6.250	24	2
2	240,0	2.500	18	1,5
3	174,9	2.750	27	2,2
4	256,3	3.250	20	1,8
5	208,3	3.250	24	2,4
6	262,1	2.750	18	1,5
7	223,3	3.250	25	2,1
8	358,8	3.000	14	1,2
9	263,0	2.700	17	1,4
10	313,0	7.000	36	3
11	460,0	5.200	19	1,6
	3.216,6	41.900	22	1,8

Para el aprovechamiento de los gases, que en algunas de las calderas salen a alta temperatura, se han propuesto como mejoras la instalación de economizadores y precalentadores del aire de combustión en las calderas. Otras empresas han propuesto la utilización en los secaderos de los humos calientes de las calderas, según se detalla en el apartado 2.1.1. Los datos de ahorro de energía y de la inversión necesaria se dan en el cuadro 23.

CUADRO 23. Otras mejoras en calderas.

Mejoras	Inst.	Ahorro (tep)	Inversión (10^3 pts)	Amortización (meses)	Amortización (campañas)
Inst. Economizadores	1	340,9	8.000	43	3,6
Inst. Economizadores	2	66,2	3.650	95	7,9
Calenta. de aire	3	902	14.600	28	2,3
Calenta. de aire	4	90,2	7.300	139	11,5
Calenta. de aire	5	801,8	9.100	19	1,6
Calenta. de aire	6	345,6	6.500	32	2,7
		2.546,7	49.150	33	2,7

2.2.2. Mejoras en secaderos de pulpa.

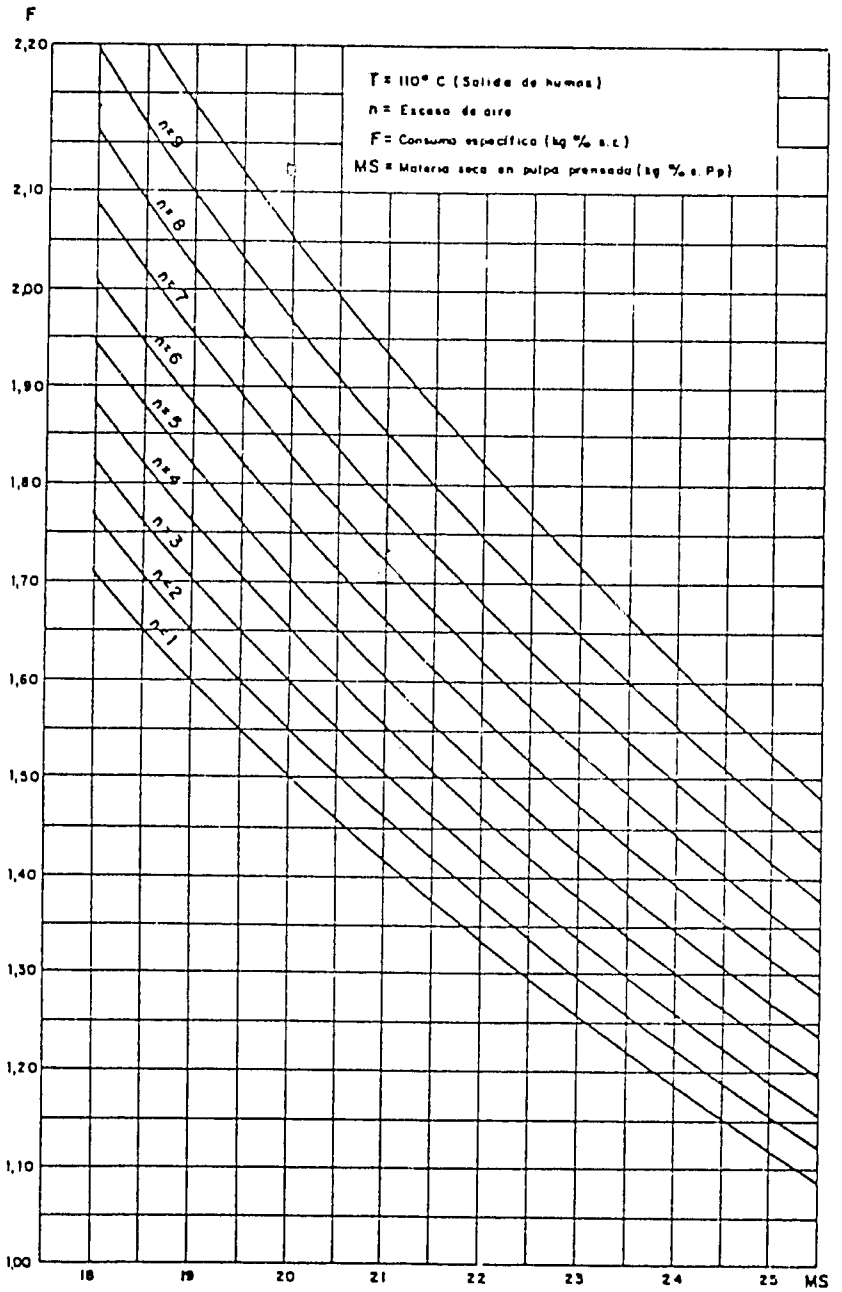
Se agrupan en este apartado todas las mejoras que directa o indirectamente conducen a un ahorro de energía en los secaderos de pulpa.

La mejora de mayor inversión corresponde a la sustitución de los secaderos de cámaras por secaderos de tambor rotativo.

En los secaderos rotativos los gases calientes entran en contacto de forma muy rápida y homogénea con la pulpa húmeda. En estas condiciones la temperatura inicial de los gases de secado puede ser muy elevada, del orden de 800-900°C, sin que se produzcan pérdidas por combustión de la pulpa. Como consecuencia la relación entre el aire real de combustión y el aire estequiométrico puede ser bastan-

te reducida (inferior a 3). Esta relación favorable puede mejorarse cuando se utilizan humos de calderas - pobres en oxígeno - para el atemperamiento de los gases de secado, pues en este caso la temperatura inicial puede elevarse hasta los 1.000°C.

FIGURA 2.1 Consumo específico de fuel-oil en secado de pulpas en función de MS y de n



En los secaderos de cámaras, diversas razones, como son la menor resistencia a la temperatura de los tambores y aspas, y la menor homogeneidad del primer contacto gases-pulpa, obligan a reducir la temperatura de los gases, aumentando su dilución hasta tener para n valores de 4 ó 5. En la figura 2.1 puede verse la influencia de n en el consumo específico teórico en función de la M.S. (% de materia seca) de la pulpa. También es útil esta gráfica para valorar la importancia de la sustitución de las prensas de pulpa verticales por prensas horizontales, mejora de la que se trata más adelante.

Dado el largo período de amortización que implican, estas mejoras pueden introducirse gradualmente con ocasión de renovación de equipos o ampliaciones.

Para aprovechar los gases de salida de calderas cuatro instalaciones han propuesto como mejora enviar estos gases a secaderos. Estos gases se utilizan en sustitución del aire ambiente de dilución, aprovechando la entalpía de los mismos y reduciendo por consiguiente el consumo del secadero en la correspondiente cantidad. En el cuadro 24 se dan los valores de ahorro e inversión, así como los períodos de amortización de estas mejoras.

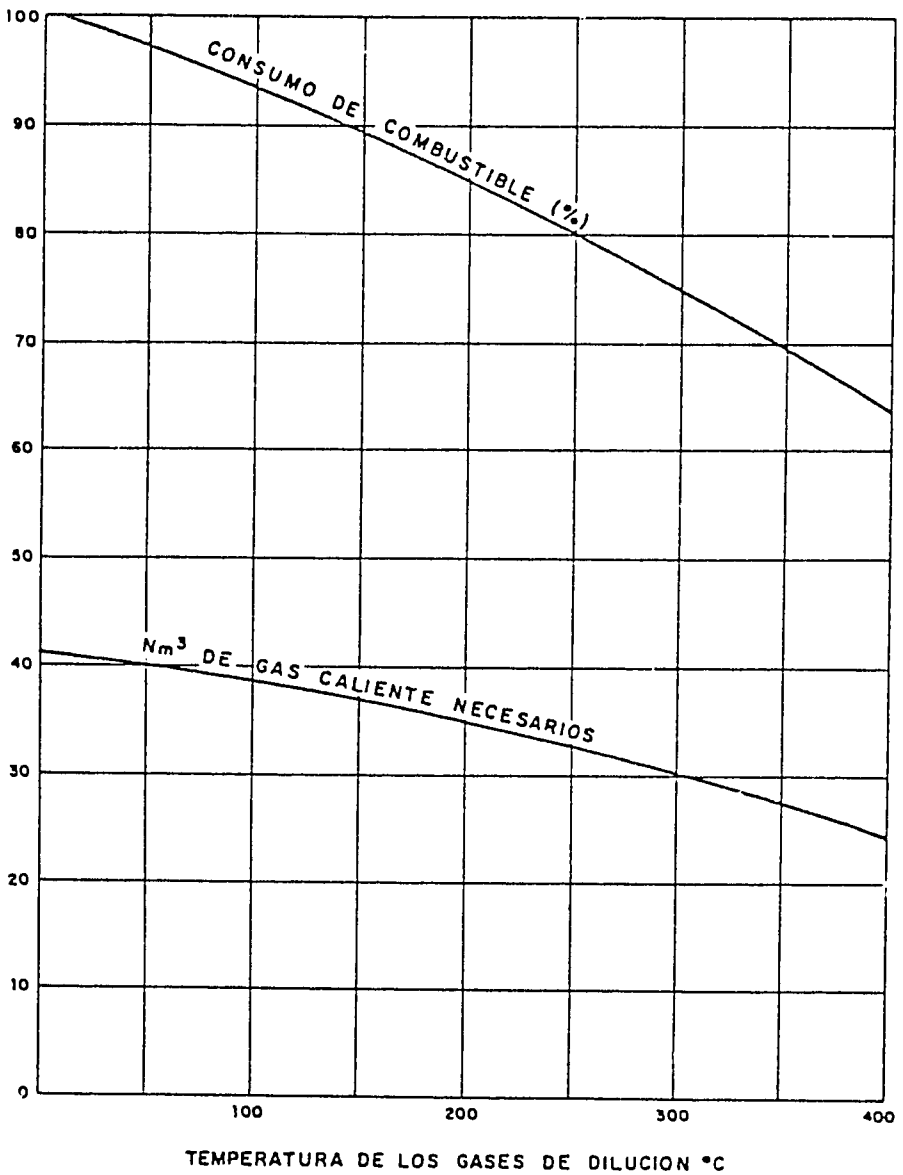
La aportación de los humos de calderas a los secaderos tiene importantes ventajas :

Reducción de consumo de fuel necesario para obtener los gases de secado

En la figura 2.2 se indica la cantidad de humos de combustión con 15 % de exceso de aire que se requieren para producir 100 m3 de gases para secado a 800°C, en función de la temperatura de los humos de dilución. Asimismo, se indica el porcentaje de

combustible requerido, siendo base 100 el que se emplea cuando se atempera con aire a 20°C. Como puede observarse, disponiendo de humos a 250°C el consumo en secaderos puede reducirse el 20 %.

FIGURA 2.2 **Gases de combustión y consumo de combustible para tener 100 Nm³ de gases de secado a 800°C.**



- Reducción de la contaminación atmosférica.

- La pulpa tiene la propiedad de retener el SO_2 y SO_3 de los gases de combustión, produciéndose un blanqueo de la pulpa que es beneficioso y que evita la contaminación sulfúrica.

- Reducción de corrosión en economizadores, al mantener siempre los gases a temperaturas relativamente elevadas.

- La principal limitación al empleo de los humos de calderas en secaderos viene dada por la distancia existente entre ambas instalaciones, que si es excesiva encarece la conducción y permite el enfriamiento de los humos.

CUADRO 24. **Mejoras en secaderos**

Tipo de mejora	Ahorro (tep)	Inversión (10^3 pts)	Amortización (meses)	Amortización (campañas)
Sustitución de Sec. de Cámaras por rotativos	1.665,6	59.000	60	5
Sustitución de Sec. de Cámaras por rotativos	738,8	29.000	67	5,5
Humos de calderas a Secaderos	521,9	8.000	26	2,2
Humos de calderas a Secaderos	585,5	8.000	24	2
Humos de calderas a Secaderos.	616	17.750	52	4,1
Humos de calderas a Secaderos.	1.741	40.900	44	3,6
Cambio de Prensa	392,6	1.500	7	0,5
Cambio de Prensa	216,5	1.500	12	1
Cambio de Prensa	163,0	1.500	16	1,4
Cambio de Prensa	254,4	1.500	12	1
Cambio de Prensa	192	1.500	14	1,2
Sustitución Prensas	1.355	26.300	37	3
Regulación de velocidad en prensas	189,5	600	6	0,5
Calorifugado de Tambores	256	800	6	0,5
Calorifugado de Tambores	256	800	6	0,5
Calorifugado de Tambores	83	1.000	17	1,5
Calorifugado de Tambores	61	900	24	2
Equipo de Control	182,7	1.233	24	2
Equipo de Control	685	4.745	12	1
TOTAL	10.155	206.528	35	2,9

La concentración de materia seca de la pulpa a la salida de las prensas tiene gran importancia en el consumo de fuel-oil de secaderos, ya que cuanto mayor sea el contenido de materia seca menos agua hay que evaporar. Las prensas verticales dan un contenido de materia seca del 16 %. Sin embargo, las prensas horizontales pueden alcanzar contenidos de materia seca próximos al 24 %.

De las instalaciones en estudio, seis proponen como mejora la sustitución de las prensas verticales por horizontales. En las instalaciones en que existan estas últimas, se propone una revisión de las mismas o una regulación de la velocidad para aumentar el contenido de materia seca. Los valores de ahorros e inversiones se recogen en el cuadro 24.

La obtención de unos elevados porcentajes de M.S. en la pulpa depende además de las condiciones de la remolacha y del proceso. Una coseta mal cortada, o una difusión realizada a temperatura excesiva o con un pH inadecuado producen una pulpa difícilmente prensable que retiene una cantidad de agua excesiva, aunque se utilice una prensa horizontal de gran eficiencia. Por ello, además de sustituir los equipos obsoletos, será preciso prestar gran atención a las condiciones de operación para lograr los mejores resultados.

También se debe prestar atención a nuevas técnicas, hoy en vía de ensayo, que pueden reducir en un futuro próximo la humedad de la pulpa a la entrada del secadero. Entre ellas ofrece especial interés la centrifugación de la pulpa, con la que al parecer se puede llegar al 40 % M.S.

Las restantes mejoras relacionadas con los secaderos (cuadro 24) se refieren al calorifugado de los tambores, ya que dada la gran superficie que tienen, las pérdidas que se producen por las paredes son elevadas.

También se incluyen en el citado cuadro dos mejoras correspondientes a instrumentación y control de los secaderos.

Aunque en los estudios se les ha asignado un ahorro de combustible, estas mejoras tienen por finalidad principal el mantener unas condiciones óptimas de operación.

2.2.3. Mejoras que disminuyen el consumo específico recuperando azúcar de melazas.

En el cuadro 25, se refleja la cantidad de azúcar obtenida en función de su contenido en remolacha, así como la relación entre la melaza y el azúcar producido.

CUADRO 25. Relación entre el azucar obtenido, y la existente en la remolacha y melazas

	Media Nacional	Media Inst. Norte	Media Inst. Sur	Optimo en España
Azúcar producido/ Azúcar en Remolacha	0,788	0,829	0,715	0,861
Melazas/ Azúcar	0,465	0,328	0,719	0,29

A la vista del cuadro puede observarse que la cantidad de melazas producidas en las instalaciones del Sur comparándola con las del Norte es muy elevada. Además, el índice Azúcar producido - Azúcar en remolacha en las instalaciones del Sur es mucho menor.

Actualmente, el contenido de azúcar en las melazas en las instalaciones del Sur es del 45-50 % de la producción de azúcar (en una de las instalaciones del Sur los índices están próximos a los del Norte, debido a que se utiliza un sistema de recuperación de azúcar de melazas).

Dos son los posibles métodos de recuperar el azúcar que actualmente acompaña a las melazas.

El primero consiste en la desmineralización total de jugos. Este sistema estaría completamente justificado si su introducción permitiera aproximar los índices de las instalaciones del Sur a las medias de las instalaciones del Norte.

Sin embargo, los verdaderos condicionantes económicos de la modificación son :

. La incertidumbre de la recuperación real.

. El consumo elevado de reactivos.

. La producción de aguas residuales.

Dado que la formación de melazas obedece a causas muy complejas, será conveniente estudiar experimentalmente las ventajas que pueden obtenerse con la desmineralización, antes de acometer la implantación de esta posible mejora.

Otro procedimiento para la recuperación del azúcar de las melazas consiste en un tratamiento iónico de las mieles.

El proceso más usual consiste en la sustitución de los iones monovalentes Na^+ y K^+ de la miel de 2ª por Mg^{++}.

Actualmente, una instalación en la zona Sur que trata las mieles de 2ª ha reducido su producción de melaza.

Estas operaciones permiten aumentar el índice de rendimiento en azúcar blanco, por lo que el costo de la energía por unidad de producto disminuye.

En el cuadro 26 se dan los valores estimados de las inversiones, producciones de melazas y disminución de los consumos específicos

de energía para cuatro instalaciones que han propuesto esta mejora.

El resultado económico es muy favorable, dado que los beneficios que se obtienen por la venta de la mayor producción de azúcar en una sola campaña son superiores a la inversión. La amortización se realiza, por tanto, en menos de una campaña.

No obstante, antes de acometer este tipo de mejoras, será conveniente comprobar experimentalmente si el rendimiento del proceso se aproxima a lo previsto, y si los gastos operativos no gravan excesivamente el proceso.

CUADRO 26. **Recuperación de azúcar de las melazas.**

	Inst.	Melaza/azucar		Inversión (MMpts)	Mayor Prod. Azucar (t)	Cons. espec. actual (Th/t az)	Cons. espe. Previsi. (Th/t az)	Disminución del cons. espec. (%)
		actual	previsto					
Desmin. total del jugo	1	0,746	0,38	168	14.000	3.616,4	2.868,2	20,69
Trat. de mieles	1	0,746	038	185	14.000	3.616,2		20,69
Desmin. Total del jugo	2	0,73	0,384	168	14.000	2.929,0	2.342,7	20,02
Trat. de mieles	2	0,73	0,384	185	14.000	2.929,0	2.342,7	20,2
Desmin. total del jugo	3	0,75	0,473	87	6.150	4.356,9	3.367,7	22,70
Trat. de mieles	3	0,75	0,473	98	6.150	4.356,9	3.367,7	22,70
Desmin. total del jugo	4	0,85	0,527	106	5.800	4.620	3.815,4	17,42
Trat. de mieles	4	0,85	0,527	100	5.800	4 620	3.815,4	17,42

2.2.4. Sustitución de los tubos de las calandrias en las cajas de evaporación.

La sustitución de las calandrias de las últimas cajas de evaporación por tubos de acero inoxidable (más recomendable en las azucareras del Sur, por tener el jugo mayor facilidad de formar incrustaciones en los tubos), conduce a un ahorro que se materializa en varios puntos :

- Menor pérdida de azúcar en la primera caja, al mantener el jugo a temperatura más baja.
- Menor mano de obra para limpieza de las cajas.

. Mayor superficie útil de transmisión, durante toda la campaña.

. Mayor producción de energía eléctrica, al mantener la contrapresión en valores más bajos.

La valoración conjunta de todas estas ventajas es difícil, por ello la rentabilidad del dinero invertido es dudosa, pero la modificación da una seguridad de funcionamiento a la instalación que puede compensar la falta de rentabilidad.

De las instalaciones estudiadas, 11 han propuesto este tipo de mejora.

2.2.5. Otras mejoras.

Se incluyen todas aquellas de carácter general que no han sido incluidas en los apartados anteriores.

Entre las mejoras de carácter general están las correspondientes a la revisión del calorifugado de la instalación. Tres de las 19 instalaciones han presentado este tipo de mejora.

En el cuadro 27 se dan los valores de inversión y ahorro, que se obtienen con estas mejoras.

CUADRO 27. **Otras mejoras**

Mejora	Ahorro (tep)	Inversión (10^3 pts)	Periodo Amort. (meses)	Periodo Amort. (campañas)
Revisión Calorifugado general	122,4	1.620	24	2
Revisión Calorifugado general	83,6	630	13	1
Calorifugado tanques fuel	193,5	5.472	48	4
Totales	399,5	7.722	33	2,7

Otro tipo de mejoras presentadas son las correspondientes a la revisión y colocación de equipos de instrumentación y control en el conjunto de toda la instalación.

De las 19 instalaciones estudiadas, 16 han presentado este tipo de mejora. A estas mejoras no puede asignárseles una rentabilidad directa, pero su ventaja inmediata consiste en una mayor facilidad para controlar la instalación y mantenerla en condiciones óptimas de trabajo.

2.3. Correlaciones.

Con los datos obtenidos en los estudios, se han relacionado el ahorro, la inversión y el período de amortización, obteniéndose unas curvas que han sido ajustadas a partir de la serie de puntos originales. Las curvas obtenidas se reflejan en las figuras :

* 2.3 Relación ahorro, período de amortización e inversión
* 2.4 Relación inversión y período de amortización
* 2.5 Relación inversión y % de ahorro.

FIGURA 2.3 Relación ahorro, periodo de amortización e inversión

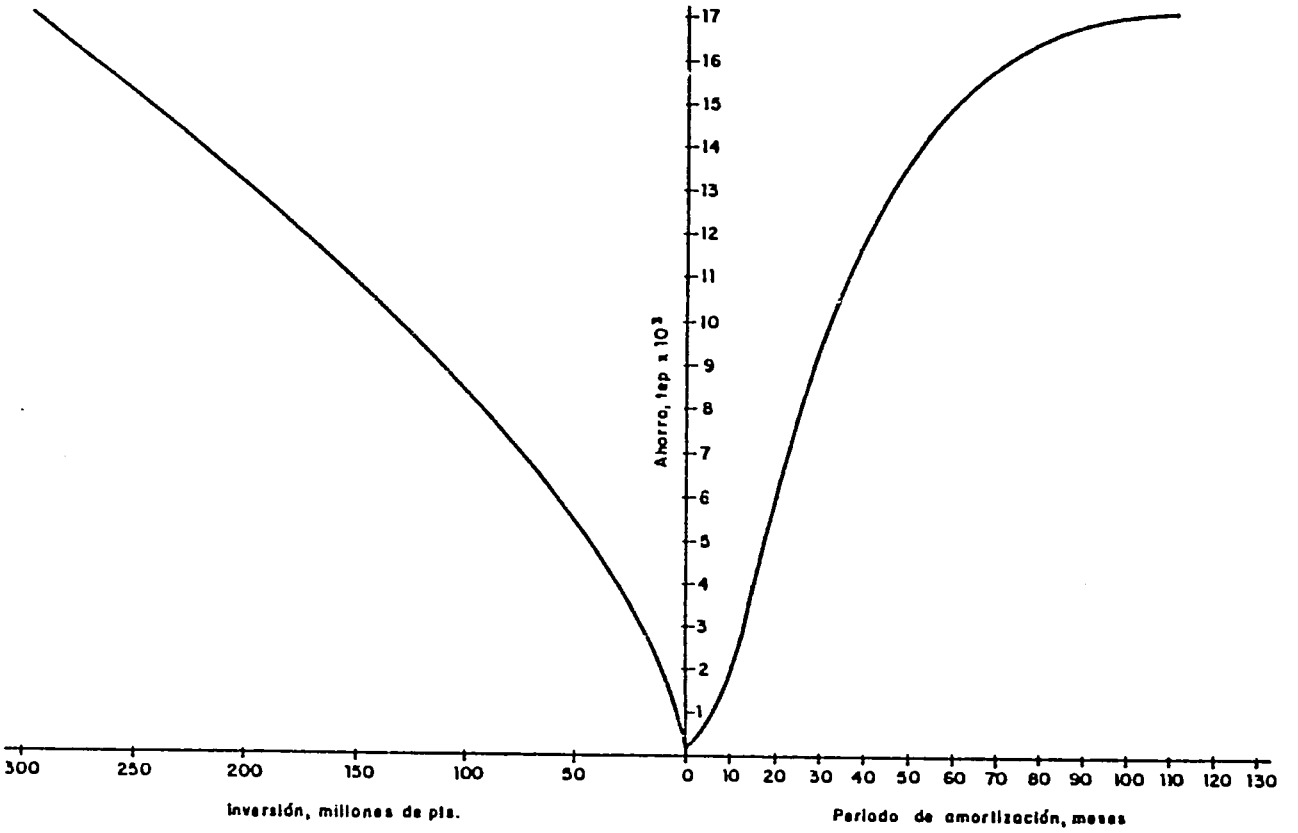


FIGURA 2.4 Relación Inversión y período de amortización.

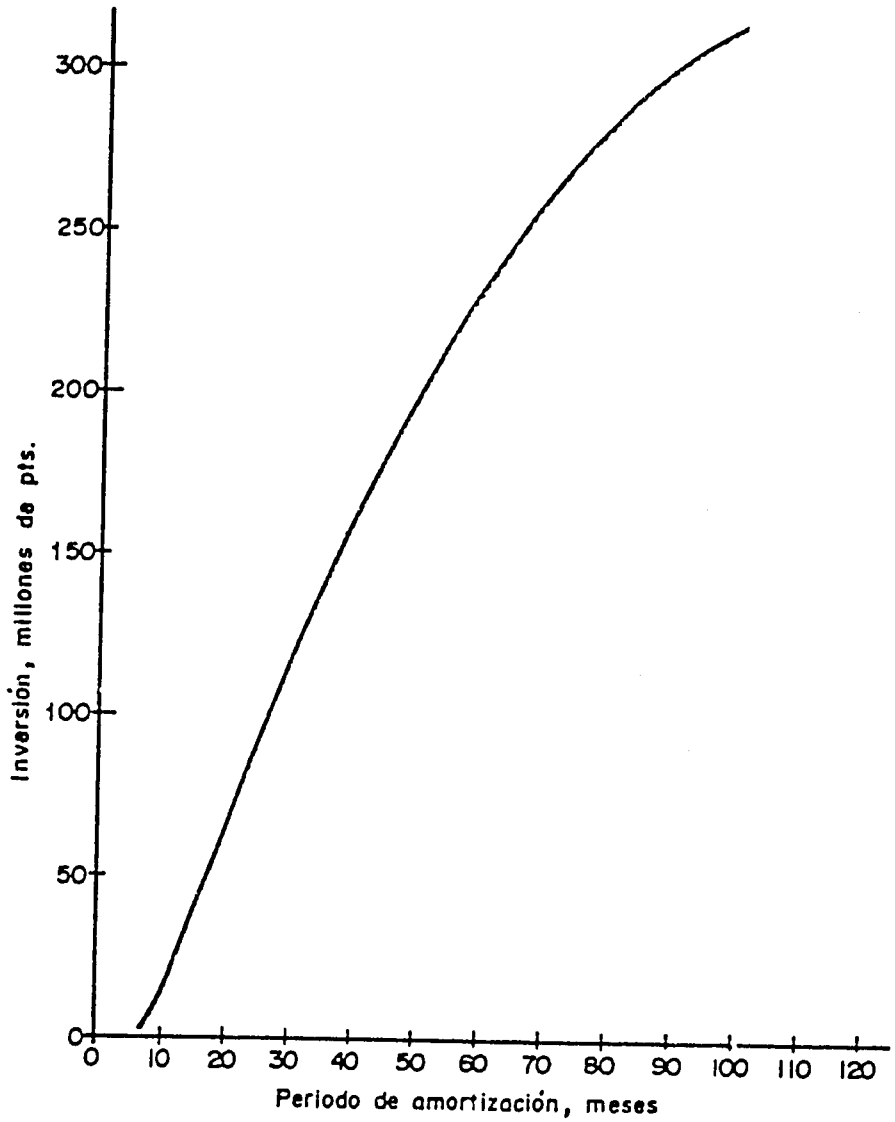
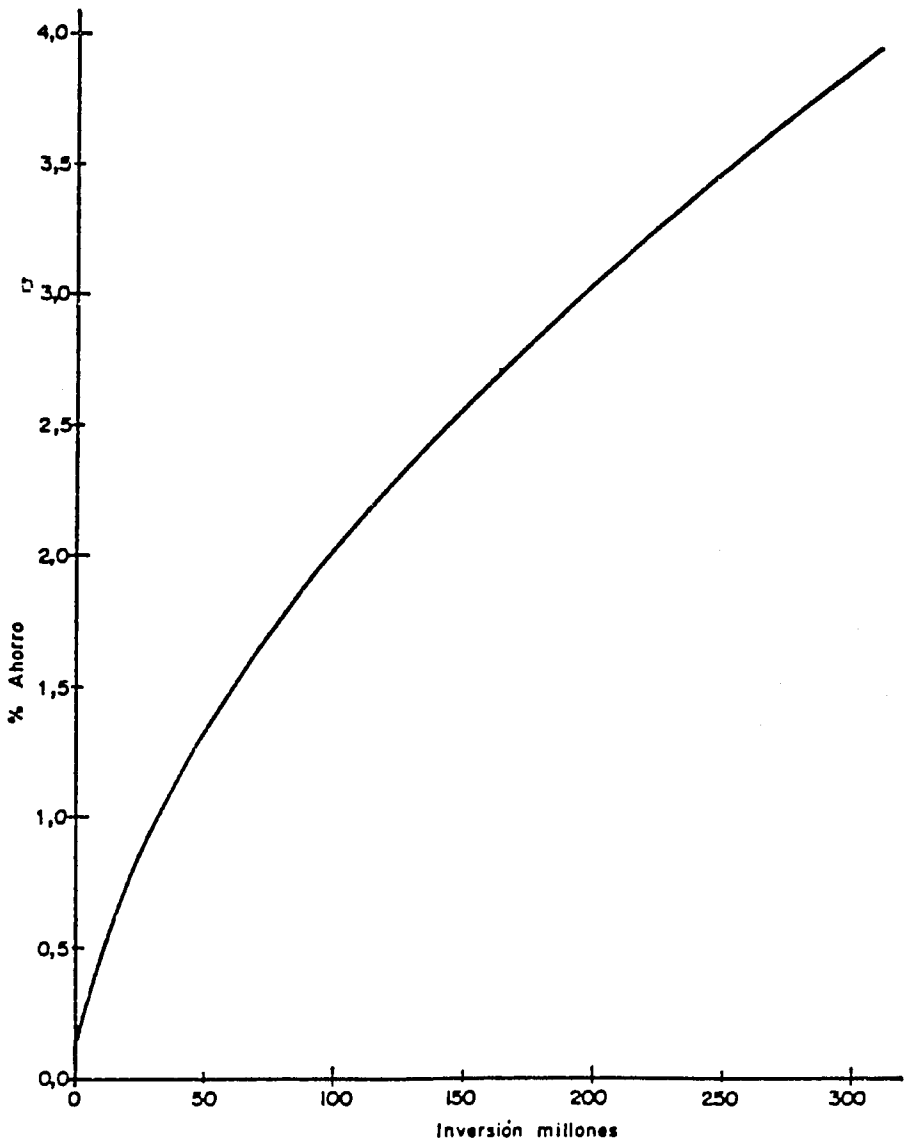


FIGURA 2.5 **Relación inversión y tanto por ciento de ahorro**



3. CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES.

Relación con otros sectores industriales - Balance comercial internacional - Potencial de ahorro energético - Investigación sectorial

3.1. Relación con otros sectores industriales.

En la mayoría de los casos, la azucarera es una industria aislada, situada lejos de otras instalaciones industriales, y sin relación de dependencia.

El único nexo de unión con otras industrias se establece en la utilización de las melazas, que normalmente se transforman en alcohol etílico mediante fermentación. En España existen varias alcoholeras que fermentan melaza.

La melaza también se emplea como materia prima en la fabricación de ácido cítrico y otros productos (ácido ftálico, levaduras, etc.).

Como consecuencia, en esta industria que trabaja campañas cortas pero muy intensas, el problema energético pierde importancia durante el período de trabajo, y debe abordarse en el período de intercampaña, tomando las medidas necesarias.

La pulpa no establece nexos industriales puesto que se vende directamente para su consumo.

Es interesante señalar cómo en otros países la pulpa se consume en granjas propias del fabricante de azúcar (o asociados), reduciendo el secado.

3.2. Balance comercial internacional.

Hasta fechas recientes, España ha necesitado importar azúcar. En el momento actual, debido al aumento de producción, el país es autosuficiente y presenta excedentes, éstos se han de dedicar a la exportación en competencia con unos precios internacionales muy bajos y con tendencia a la baja por la presión de nuevos productores. Otra alternativa sería la creación y ampliación de nuevas industrias que utilicen azúcar, jugo o melaza enriquecidas como materia prima.

3.3. Potencial de ahorro energético.

En la fabricación de azúcar, la energía supone actualmente el 6,42 % sobre el precio de venta mientras que en condiciones óptimas, podría reducirse a 4,50 %. Esto da un margen de ahorro de 1,92 % sobre el precio de venta que, si bien es interesante, no es comparable con los márgenes mucho más amplios que pueden perderse o ganarse por cualquier otra incidencia de fabricación.

3.4. Investigación sectorial.

Independientemente de las mejoras propuestas en los estudios, con ampliación de tecnologías existentes en la Industria Azucarera, son posibles otras mejoras que deben ser experimentadas en plantas piloto antes de su realización.

3.4.1. Recirculación de gases de cola de secaderos a la cámara de mezcla para atemperar los gases de combustión.

En la figura 3.1. puede verse el actual esquema de proceso de un secadero rotativo de pulpa. Los gases de cola del secadero, que

llevan un elevado contenido calorífico, actualmente, no son aprovechados.

Estos gases en principio pueden emplearse en el propio proceso para recalentar el aire de combustión. Otra posible solución es recircular a la mufla parte de los gases efluentes del sistema para atemperar los gases de combustión hasta la temperatura de entrada en el secadero. Como ambas soluciones no son incompatibles pueden aplicarse simultáneamente. En la figura 3.2. puede verse el esquema del proceso propuesto.

3.4.2. Preconcentración del jugo de difusión o jugo preencalado.

Utilizando como calefactor los vahos producidos en tachas, los humos de secaderos u otros flujos térmicos actualmente desaprovechados, se puede preconcentrar el jugo hasta 20 Bx. Esto no debe ofrecer dificultad puesto que en algunas ocasiones excepcionales se ha obtenido esta concentración de jugo en la difusión y no ha originado problemas en depuración.

El calor necesario en la etapa de depuración con el Brix 20 es mucho menor. El ahorro de calor tomando como base un Brix de 16 puede llegar hasta el 20 %.

En la evaporación, el ahorro que se puede obtener con el Brix de 20 es mayor, pudiendo llegar el ahorro hasta un 25 % del calor necesario actualmente.

3.4.3. Integración de calderas y secaderos de pulpa.

Las necesidades de calor en los secaderos de pulpa representan aproximadamente el 40 % de las de calderas.

FIGURA 3.1 **Proceso actual de secado de pulpa.**

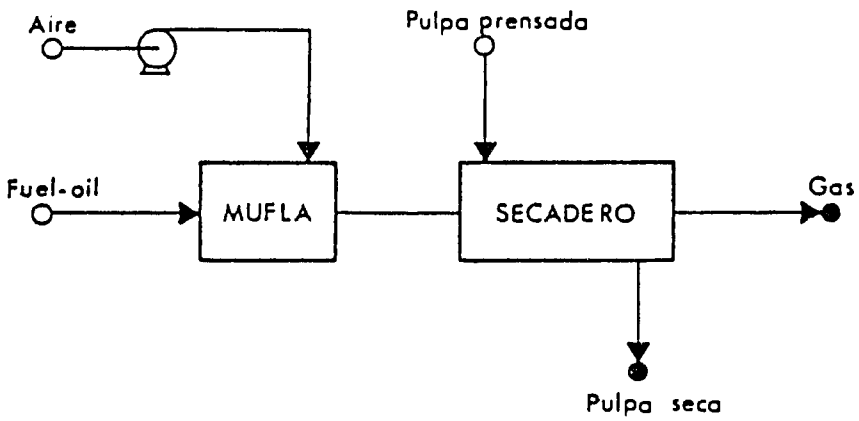
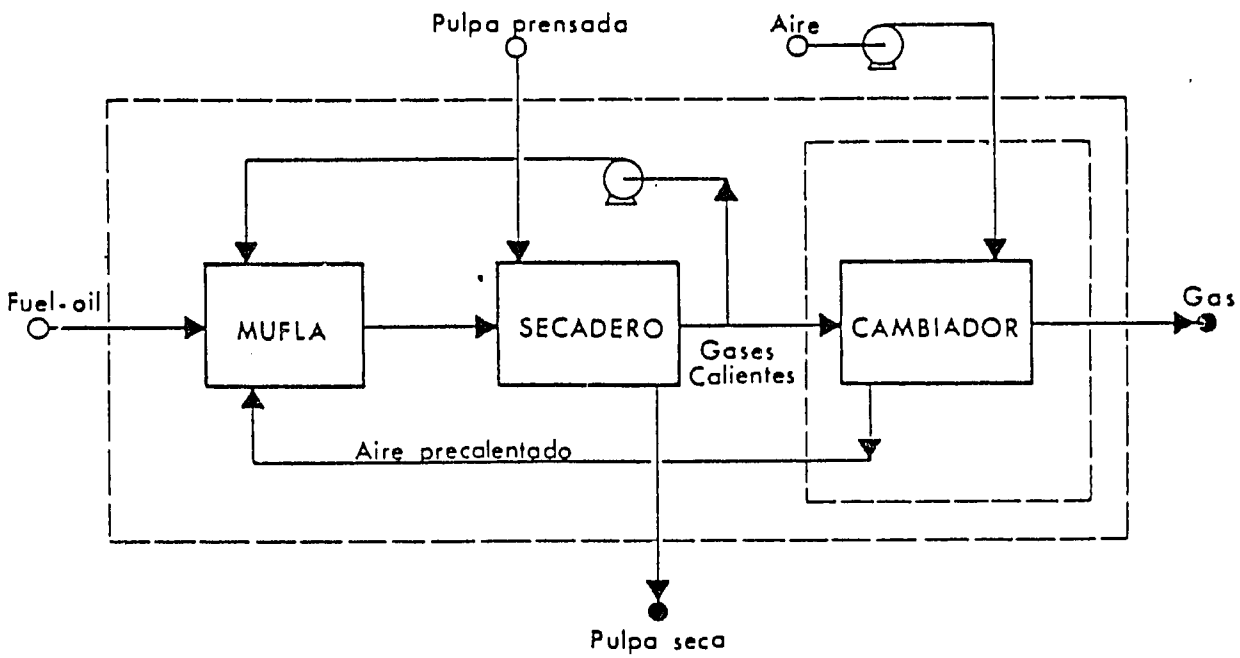


FIGURA 3.2 **Proceso propuesto de secado de pulpa.**



Los gases en los secaderos de pulpa para su buen funcionamiento deben tener una temperatura entre 750 y 800°C. Esto hace posible una integración de calderas y secaderos en donde los gases de calderas se enfrían hasta una temperatura de 800°C y pasan posteriormente a los secaderos. De esta forma en las calderas se pueden eliminar algunos elementos como haces vaporizadores de convección, economizadores, etc.

También se elimina la cámara de combustión de los secaderos, se unifican quemadores y se simplifica la red de fuel-oil.

Los gases de salida del secadero se pueden aprovechar para precalentar el aire de combustión.

En la figura 3.3. puede verse el esquema del proceso propuesto.

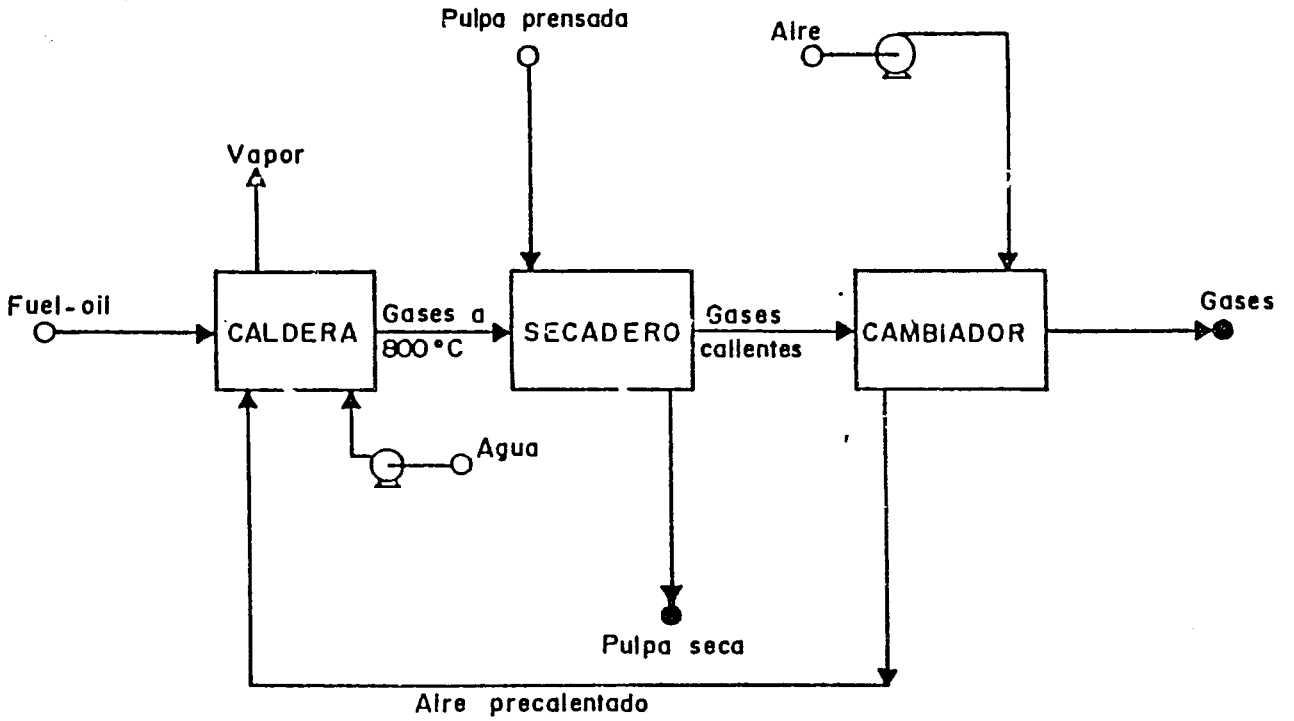
3.4.4. Prolongación de la campaña.

Uno de los factores negativos que se presentan en la industria remolachera es la brevedad de la campaña. Para dilatarla se pueden estudiar varios caminos.

- Diversificación de calidades de remolacha en tempranas y tardías.
- Situación de las fábricas en la linde de zonas de verano y zonas de invierno.
- Conservación de jugo a media concentración o concentrado.
- Conservación de remolacha.
- Desecación de la remolacha (proceso de Vecchis).

Todas las vías pueden ofrecer interés y deben desarrollarse. Respecto al último punto puede estudiarse la posibilidad de conservar la remolacha, una vez despedrada y lavada, en cáma-

FIGURA 3.3 Proceso de integración de calderas y secaderos.



ras a temperatura moderada (15°C) y en atmósfera aséptica (SO_2).

3.4.5. Otros puntos de interés que pueden investigarse, son los siguientes :

Cristalizadores verticales.

Cocción automática.

Revisión del proceso de depuración.

Dimensionamiento de motores.

Restructuración del sistema de evaporadores para prever la utilización parcial de la contracorriente.

Utilización de centrífugas en el secado de pulpa.

3.4.6. Realización de investigaciones.

Para la realización práctica de todas estas ideas y otras muchas que no se recogen, y para la adaptación de la tecnología extranjera a la remolacha española (muy distinta aún utilizando la misma semilla) convendría disponer de un organismo de Investigación Tecnológica del Azúcar y de una planta semiindustrial de demostración ensayo.

Las mejoras posibles son todavía muchas. Como prueba evidente de posibilidades está el ahorro del 7 % conseguido entre las campañas 75-76 y 76-77 por la sola adopción de medidas convencionales, y el 10 % de ventaja que aún hoy nos llevan las azucareras francesas, alemanas y danesas.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA *

Gary Gaskin
Departamento de Energía, Banco Mundial

Julio Gamba
Departamento de Industria, Banco Mundial

En el ejercicio 1983, el Banco Mundial ha prestado US$3,4 mil millones para proyectosenergéticos, lo que representa un 26% de los compromisos globales del año. Cada proyecto tiene que ser viable en términos económicos y financieros y asegurar el consumo eficiente de la energía disponible en el mismo.

Como consecuencia de la realización de 30 evaluaciónes energéticas (llevadas a cabo bajo el programa PNUD y Banco Mundial), y una serie de estudios sobre la conservación energética industrial en los países en vías de desarrollo , (Pvds) así-mismo realizados por el Banco, se ha identificado un potential significativo para aumentar la eficiencia en el uso de la energía. Particularmente, se observó que:

1) Algunos Pvds tienen un consumo energético absoluto más alto por unidad de PIB que el de los paises desarrollados.

2) El consumo energético por unidad de PIB de los Pvds generalmente crece a un ritmo mayor al de los países desarrollados.

3) Los Pvds generalmente tienen un consumo energético específico por unidad de producto mayor al de los países desarrollados.

La Tabla I muestra el consumo energético absoluto por unidad de PIB para países se-leccionados. Se puede apreciar que el método y precisión de la medición del PIB varía de país en país; sin embargo, se pueden hacer algunas observaciones. La inten-

---

* Los puntos de vista expresados en el presente trabajo no son necesariamente los del Banco Mundial.

sidad energética de los países desarrollados se agrupan estrechamente con una desviación estándar de Sx = 0.25, mientras la de los países en vías de desarrollo cubren una amplia gama (Sx = 0.62). Esta variación en la intensidad energética refleja la diversidad de las estructuras económicas dentro de los Pvds seleccionados.

Los Pvds por lo general están pasando a niveles más altos de intensidad energética, mientras que los países en vías de desarrollo están reduciendo su intensidad energética.

Como se puede ver en la Tabla 2, existe una considerable diversidad entre los dos grupos. Dentro de los países desarrollados, el rendimiento ha variado considerablemente. Por ejemplo; el Japón ha reducido tal intensidad en un promedio de 2.11% anual (1973/79mientras que Australia la ha aumentado en un -2,62% anual.

De manera similar, dentro de los Pvds, la China (con un valor absoluto alto) ha reducido la intensidad en un -0.66% anual (1975-80) mientras que Nigeria la ha aumentado en un +12.89% anual.

A partir de la experiencia obtenida de los estudios realizados, se ha hecho evidente que algunos países han desarrollado políticas más efectivas de administración energética, y el éxito de éstas se refleja, en parte, en las tendencias de la intensidad energética de la Tabla 2.

La identificación integrada de políticas energéticas más efectivas es un insumo importante para el desarrollo de las políticas y actividades del Banco. El Banco está consciente de la necesidad de comprender mejor la interacción de los factores que incide en la eficiencia energética y en el proceso de desarrollo, de manera que a priori se puedan preparar programas y evaluar el éxito potencial de su aplicación en otros Pvds.

Tabla I

Intensidad Energética en Países Seleccionados

(TEP por miles de U.S. dólares a precios de 1980)

Países desarrollados	1975	1980
EE.UU.	0.77	0.70
Canadá	0.89	0.95
Italia	0.40	0.37
Japón	0.38	0.35
Alemania	0.35	0.33
Francia	0.30	0.31
$\bar{x}$ (promedio) =	0.52	0.50
Sx (SD) =	0.25	0.26
95% CL = 0.78 -	0.26	

Factores de mercado

Para desarrollar el entendimiento de cómo el consumo energético interactúa en el mercado, se tiene que considerar lo siguiente:

(1) Identificar a nivel macroeconómico, sectorial y de empresas, cuáles políticas y medidas promueven e inhiben la eficiencia energética y su impacto consecuencial sobre el PIB". Las medidas pertinentes incluirían los precios de la energía, legislación sobre administración energética, arreglos institucionales, programas de asistencia técnica y las auditorías, incentivos fiscales y otros programas promocionales y educativos, asistencia financiera especial y restricciones sobre la importación de tecnologías foráneas.

(2) Desarrollar un conjunto de indicadores para la intensidad y eficiencia energética que coadyuven al exámen de políticas apropiadas y que sirvan de datos base contra los cuales los indicadores de eficiencia energética recopiladas en futuros trabajos puedan medirse. Estos indicadores deberían variar entre los niveles macroeconómico y el empresarial,

pasando por los diversos sectores. Por ejemplo, el consumo energético por unidad de producción, TEP/$1.000 de PIB o MJ/Tonelada de producto; MJ/tonelada de producto; MJ/tonelada-kms de transporte de carga y MJ/m^2 para construcciones.

(3) Determinar por qué y cómo las políticas funcionan, junto con las indicaciones que sean posibles sobre su impacto, sobre intensidad, eficiencia y utilización energética.

(4) Identificar la importancia relativa de la gestión, tanto a nivel gubernamental como a nivel del consumidor, y como está relacionada a los grupos en la cadena de la oferta y la demanda.

(5) Identificar la importancia de los mecanismos para la transferencia de tecnología y la manera más efectiva de facilitar la transferencia de tecnologías para la eficiencia energética.

Al tratar de entender el proceso de consumo energético, se encuentran muchos problemas de índole práctico, algunos ejemplos de los cuales se tratan a continuación:

(1) Ausencia de datos sobre el uso de la energía. Aunque este problema ya está casi resuelto en los países desarrollados, muchos PVds todavía no han desarrollado sistemas completos de recopilación y reportaje de datos energéticos.

(2) Precisión de los indicadores. Las variaciones en las técnicas de metodología y computación pueden provocar variaciones significativas en las variables bajo estudio, haciendo casi posible formular comparaciones dentro y entre los países.

(3) Falta de estandarización tanto en las unidades de recopilación como en las definiciones sectoriales que hacen de las comparaciones entre países una tarea sumamente difícil.

Estrategias para mejorar la eficiencia energética

A pesar de los problemas encontrados indicados anteriormente, la experiencia del Banco indica que el éxito de algunas naciones industrializadas en el campo de las mejoras en la eficiencia energética, tanto para reducir el insumo energético por unidad de producción como para reducir el costo de los insumos energéticos a través de su sustitución por formas más económicas de energía, sugiere que existen lecciones basadas en sus experiencias que posiblemente puedan transferirse al mundo en desarrollo. Los esfuerzos hasta la fecha en algunos de los Pvds, están arrojando resultados interesantes, respecto a la eficiencia energética y la transformación de la composición de la oferta.

Obstáculos para el uso racional de la energía

Hasta ahora la experiencia ha mostrado que existen restricciones que impiden la rápida adoptción de esfuerzos por la eficiencia energética en algunos Pvds. Estas restricciones se pueden categorizar de la siguiente manera:

(a) Falta de conciencia: a menudo los funcionarios gubernamentales, gerentes, técnicos, choferes, obreros, amas de casa, agricultores, etc. no están conscientes de la importancia y oportunidades de conservación energética, o de que la eficiencia energética puede verse afectada de manera significativa por sus propias decisiones o comportamiento y que pueden a su vez incidir, de manera significativa, sobre su bienestar económico personal o el de las instituciones o empresas para las cuales trabajan. La gente puede o bien ignorar el costo relativo y absoluto de la energía en sus actividades personales u ocupacionales o en su empresa en particular o ignorar el impacto que el ahorro energético pueda tener para la rentabilidad de la empresa.

(b) Actitudes: Los individuos, oficiales, profesionales u otros, desde los funcionarios gubernamentales hasta las amas de casa, pueden sentir que el comportamiento eficiente en energía o las decisiones tendientes a este fin

ameritan una prioridad considerable en sus asuntos comerciales o en sus vidas privadas; pueden no percibirlo como muy atractivo como es el aumento en el suministro energético u otras estrategias, sino pueden reconocer que no hay como confirar en que los beneficios de las medidas eficientes en energía sobrepasen su costo suficientemente, efectivamente la falta de actitud favorable hacia el ahorro energético puede ser simplemente parte de una falta global de conciencia de costos u orientación hacia mayores ganancias.

(c) Institucionales: Los gobiernos quizás no tengan ningún departamento u otra entidad institucional con una clara responsabilidad de diseñar e instrumentar políticas o programas de eficiencia energética; y pueden existir un marco legislativo o regulatorio muy reducido para manejar las responsabilidades de administrar la energía, así como también pocos administradores, técnicos y operadores capaces a orientar los programas hacia menores costos y majores beneficios.

(d) Técnicas: Los conocimientos técnicos pueden ser inadecuados dentro de los gobiernos y empresas, o por parte de los individuos, como para emprender la tarea de diseñar e instrumentar medidas o inversiones de conservación energética. Además puede que no se disponga de tecnologías apropiadas y de bienes o servicios que ayuden a los individuos o empresas para mejorar su eficiencia energética.

(e) Económicas y del mercado: Las economías nacionales y los mercados dentro de ellas quizás no respondan de manera racional o rápida a los estímulos de precios u otros, por algunas de las razones que se acaban de mencionar, o porque existen ciertas distorsiones entre el precio de la energía cargado a los consumidores versus su costo de oportunidad económico porque las tarifas, impuestos, tasas de interés u otras variables de las políticas económicas y financieras, restringen la disponibilidad de bienes o servicios eficientes en energía o de otras alternativas energéticas más óptimas. Por otro lado, tales instrumentos de política pueden

ser insuficientes como para inducir a individuos y/o empresas a comportarse en beneficio de los intereses de la eficiencia energética de la economía. Además, el impacto de los precios cada vez más altos de la energía puede ser diluido en una economía en que los consumidores fácilmente puedan trasladar el costo a través de mayores precios por sus bienes y servicios intensivos en energía se regulan primordialmente sobre la base del costo más un sobrecargo.

(f) Financieras: Los individuos, empresas o gobiernos pueden tener recursos financieros insuficinentes a un costo atractivo como para inducirles a incurrir en costos o hacer inversiones que mejoren la eficiencia energética, o pueden disponer solamente de fondos suficientes como para destinarlos a otros fines, por ejemplo la expansión de la producción, a la cual asignarían una prioridad más alta.

Estrategias de Administración de demanda

La experiencia ha demostrado que un conjunto integrado de estrategias para la administración de la demanda energética con miras a inducir la toma de decisiones sobre la eficiencia energética, comprende alguna combinación de los siguientes puntos:

a) Marco legislativo:

Virtualmente todos los países industrializados tienen alguna forma de legislación referente a la conservación energética. Algunos países en desarrollo también han promulgado tal legislación. Estas leyes varían en cuanto a su alcance y pueden designar las responsabilidades de los organismos gubernamentales y poderes de diversas políticas y programas de conservación, así como pueden requerir ciertas prácticas (auditorías, administradores de energía, etc.) de parte de las empresas y plantear un marco para las medidas regulatorias a implementarse en las agencias o niveles de gobierno que traten los diferentes sectores de la economía. Tal legislación es una señal importante del compromiso de un gobierno para mejorar la eficiencia energética.

b) Marco institucional:

La gran parte de los países industrializados han establecido agencias o departamentos oficiales con responsabilidad específica en las políticas y programas nacionales de conservación energética . Normalmente, estos constituyen un órgano dentro del Ministerio o Departamento de Energía, pero a veces están incorporados al Ministerio o Departamento de Industria. Pocos son los gobiernos de Pvds que han establecido tales instituciones; algunos lo han hecho solamente de manera "formal" pero somera. Por lo general, estas agencias desarrollan y administran varios programas informativos y promocionales dirigidos a los diversos sectores consumidores de energía, a veces supervisan presupuestos cuantiosos para el apoyo de programas de auditorías industriales, asistencia técnica, aislamiento habitacional 'e investigación y desarrollo. Algunos países, por ejemplo el Japón, también ha establecido Centros de Conservación Energética con apoyo industrial y/o gubernamental , los cuales prestan asistencia técnica a los usuarios de la energía pero otros han dejado esta actividad más intensiva a empresas consultoras u otros tipos de instituciones privadas. Algunos países han establecido ramas de auditoría energética o asistencia técnica dentro de, o vinculadas con las empresas energéticas (eléctricas o petroleras).

c) Políticas racionales de precios

Es creencia generalizada que la fijación de precios para las formas de la energía debe basarse ampliamente en los costos de oportunidad (normalmente precios defrontera pura los energéticos comercializados internacionalmente) para lograr patrones racionales de oferta y consumo en las opciones energéticas disponibles a un país determinado. La mayoría de los gobiernos de los Pvds ejercitan algún grado de control sobre los precios de la energía, o directamente o a través de varias formas impositivas, distorsionando así los patrones de oferta y consumo. De casi 30 países comprendidos hasta la fecha en el Programa de Evaluación Energética, menos de la tercera parte siguen fielmente la idea de la fijación de precios sobre la base de costos de oportunidad, más de la tercera parte recurren a una modalidad mixta,

y el resto sufre de severas distorsiones en los precios para casi todos los energéticos.

A corto plazo, muchos usuarios, aún en los Pvds con una mayor orientación hacia el mercado, no han respondido a los cambios y diferenciales de precio en forma tan racional o rápidamente como ha ocurrido en las economías menos reguladas y más modernas. Algunas de las barreras a esta respuesta ya han sido esbozadas anteriormente, y algunas de las medidas para contrarrestar este fenómeno serán tratadas más adelante. Existen ejemplos en donde la intensidad energética es excesiva debido a la fijación de precios menores al precio real, o en donde no se toman pasos hacia la sustitución de combustibles debido a distorsiones en las estructuras de sus precios. Tales distorsiones no son tan comunes para los combustibles basados en petróleo, pero sí son generalizadas para la electricidad, el carbón mineral de uso doméstico, el kerosene y el diesel, por una variedad de motivos políticos y económicos.
En algunos países no puede identificarse el impacto global de la fijación de precios racionales para la energía a corto plazo, hasta que los efectos transitorios para lograr bienes o servicios intensivos en energía sean reducidos por medio de menos regulación y mayor presión competitiva y hasta que las economías intensivas en energía puedan ser reestructuradas a niveles más eficientes, de manera tal que se minimicen los trastornos económicos y financieros derivados de aumentos dramáticos de los precios de la energía.

d) Programas educativos y promocionales

La falta de conciencia y las barreras relativas a actitudes frente a la mejor eficiencia energética, anteriormente discutidas, han sido objeto de una variedad de programas educativos y promocionales en la casi totalidad de los países industrializados y en un número cada vez mayor de los Pvds. Estos programas son implementados por las agencias gubernamentales, los centros e institutos de conservación energética, consultoras y empresas energéticas; por lo tanto, se encuentran tanto en el sector

público como en el privado. También se utiliza una variedad de medios y en muchos países existen programas especiales dirigidos a los colegios y grupos industriales o comerciales específicos. El impacto de dichos programas, sin embargo, es limitado, sin mayores esfuerzos complementarios involucrando auditorías energéticas especializadas, así como capacitación y asistencia técnica y gerencial.

e) Programas de auditoría, asistencia técnica y capacitación

Muchos países han introducido o promovido el desarrollo de programas y capacidades nacionales para suministrar a las empresas industriales y comerciales, a los agricultores y amas de casa una variedad de servicios técnicos para analizar y mejorar la administración de su consumo energético. Se utilizan varios mecanismos en el suministro de dichos servicios, a través de agencias gubernamentales, asociaciones comerciales e industriales y empresas energéticas. Tales programas pueden ser realmente efectivos ya sea en las plantas industriales, empresas de transporte o construcciones comerciales o residenciales, y constituyen un componente esencial de cualquier programa de eficiencia energética. Algunos países tienen legislación o regulaciones que requieren auditorías energéticas para ciertas empresas y algunas subvencionan su costo.

f) Políticas económicas , fiscales y comerciales

Además de políticas legislativas, institucionales y de precios, tratadas anteriormente, existe una variedad de otras políticas gubernamentales que pueden influir en los esfuerzos por la eficiencia energética de una nación. Estas pueden incluir políticas tarifarias y no tarifarias que alientan o restringen la inversión en la importación o producción interna de una gama de equipos, tecnologías y conocimientos referentes a la conservación, consumo o conversión de la energía. Tales políticas pueden influir mucho sobre si una nación dispone de y hace uso de plantas y equipos industriales más eficientes en energía, así como vehículos automotores y otros equipos de transporte, sistemas de control energético, equipos solares, estufas, artefactos eléctricos, materiales de construcción eficientes en energía, etc. Las polí-

ticas regulatorias también pueden inducir a los fabricantes locales a mejorar y promover la eficiencia energética de sus productos, como se ha hecho con tanto éxito con los automóviles y aparatos en algunos países industrializados.

g) Asignación de capitales y asistencia financiera

Con presiones cada vez mayores sobre la disponibilidad de capital y con tasas de interés todavía altas en términos reales, las prioridades para la inversión en opciones de oferta y demanda energética requieren de un escrutinio más intenso. La experiencia ha mostrado que falta aún dar mayor reconocimiento por parte de los gobiernos y las empresas al hecho de que las inversiones en mejoras relativas a la eficiencia energética, pueden tener altos retornos económicos y financieros, y que el costo de un barril de petróleo, una tonelada de carbón mineral o una kilovatio-hora ahorrada a menudo es mucho menor al costo de la oferta incremental. No obstante, los gobiernos y las empresas tienen la predisposición hacia medidas que aumenten el PIB, los ingresos y la oferta pero para el ahorro de costos frecuentemente se necesitan incentivos adicionales. Una manera de lograr esto es a través de la asignación de fondos especiales para tales inversiones, a veces con tasas de interés concesionarias. El Brasil ha hecho esto con algo de éxito, y el Banco ha apoyado el financiamiento para la conservación energética mediante instituciones financieras de desarrollo. Dichos recursos pueden ser destinados no solamente al ahorro energético o inversiones en sustitución por los consumidores de nergía, sino también a la inversión productiva, a investigaciones y desarrollo y a los equipos más eficientes en el consumo o la conversión de la energía (calderas, generadores, calentadores solares, etc.).

h) Sistemas de información energética

La experiencia del Banco muestra que muy pocos Pvds tienen información adecuada sobre el consumo de energía. La mayoría tienen estadísticas globales por sector o fuente de industria, transporte, gasolina, carbón mineral,

energía eléctrica, etc.),aunque dichos datos sectoriales a menudo no están categorizados de manera rigurosa y existen duplicaciones entre los sectores (por ejemplo, el consumo energético del transporte dentro de los sectores industrial y agrícola, la energía residencial dentro del sector agrícola, etc.). Casi ningún país tiene los datos por subsector (por ejemplo, la industria siderúrgica, la de fertilizantes, la del transporte vial , construcciones residenciales versus comerciales, etc.), por tipo de energía; pero los datos sobre el consumo de leña y otros combustibles tradicionales son sumamente aproximados, a pesar de que en muchos países estos combustibles representan más de la mitad del consumo energético total. Un número cada vez mayor de países estan recibiendo asistencia o sólo están preparando balances energéticos detallados y propios para suministrar bases informáticas para la planificación energética, incluyendo la administración de la demanda. Además, los programas de auditoría sobre energía, por lo menos en las plantas industriales más grandes, estan comenzando ha acumular información sobre el consumo energético a dicho nivel. Sin embargo, hay mucho camino por recorrer, para llegar al punto en que los sistemas nacionales de información energética sean adecuados para el control efectivo de los patrones del uso de la energía, de manera que las estrategias de la administración de la demanda y de la oferta puedan ser desarrolladas y revisadas en una manera más dinámica y más efectiva para que su impacto pueda ser evaluado.

Prioridades y Opciones para Mejorar la Eficiencia Energética en los Sectores Claves de Consumo

La mayoría de las estrategias presentadas arriba son relevantes, en combinaciones variadas, para la mejora de la eficiencia energética dentro de cada uno de los sectores claves de consumo: industria, transporte, agricultura, y el residencial y comercial.

Ahorros potenciales e inversiones relacionadas, y necesidades de asistencia técnica.

El potencial de un ahorro energético sustancial en los Pvds es evidente, y el costo de alcanzarlos a corto plazo es tal que los beneficios económicos netos serán extremadamente altos. En donde se requiera alguna inversión, particularmente en la industria, los retornos sobre ella son atractivos. Si las políticas y programas y la asistencia general y técnica fueran implementadas en la década de los ochenta, el consumo energético de Pvds podría ser por lo menos un 20% menor en 1990 a lo que sería si las tendencias actuales fuesen extrapoladas. Los ahorros para el año 2000 podrían exceder del 30% Con la suposición quizás más realista de que los cambios de política y la asignación de recursos financieros y humanos continuarán siendo impedidos por algunos de los obstáculos tratados anteriormente, los ahorros entre 1980 y1990 podrían acercarse más al 10%, o sea, el crecimiento de la demanda energética podría disminuir en aproximadamente 1% anual para una tasa y un patrón de crecimiento económico determinados.

Los requerimientos de inversión para modificar las plantas industriales existentes y lograr este ahorro, son enormes, y una gran parte del ahorro potencial puede lograrse con un costo reducido. Los requerimientos de inversión para una mejor eficiencia energética en los demás sectores, por lo general no son susceptibles de ser denominados como directamente vinculadas a la eficiencia o conservación energética, como ser las inversiones en vehículos de transporte, sistemas eléctricos, equipos agrícolas o construcciones más eficientes, las que claramente servirán necesidades más allá de la eficiencia energética. El retroajuste de los sectores del transporte, energía eléctrica, agricultura y construcción obviamente tiene costos identificables, pero no se dispone de información suficiente como para hacer estimaciones significantes en este punto, gran parte del costo se podría categorizar apropiadamente como operacional y no de capital.

También son relevantes, particularmente para el corto plazo, los recursos requeridos para asistencia técnica y administrativa en el diseño e implementación de políticas de eficiencia energética y cambios institucionales y programáticos en los Pvds.

El papel del Banco: pasado, presente y futuro

El Banco Mundial ha estado incrementando sus actividades en el campo de la conservación y eficiencia energética en los dos o tres últimos años, en consonancia con su papel cada vez más activo en los sectores de energía e industria. Los préstamos del Banco al sector energía han aumentado, así como el número de sus operaciones prestatarias y los estudios relacionados con la eficiencia energética. Sus actividades principales incluyen las siguientes:

(a) El Programa de Evaluación Energética de PNUD y el Banco Mundial tiene evaluaciones bien adelantadas en 30 de los 60 países programados para las mismas, con la administración de la demanda energética y la conservación identificadas como cuestiones claves en casi toda evaluación.

(b) Algunos préstamos para ajustes estructurales ya hechos o bajo preparación estan encaminados directamente a la conservación energética, en otras palabras, auditorías energéticas para los grandes consumidores y precios para los energéticos.

(c) Algunos préstamos han sido concedidos (unos 13) y estan preparandose unos 20 más para el sector industrial, relativos a las inversiones en los retroajustes y rehabilitación de las plantas existentes, por ejemplo, lo refinerias, el acero, cemento, fertilizantes, así como componentes de asistencia técnica para las auditorías energéticas, establecimiento de

centros de conservación energética, etc. Además, algunos préstamos estan encaminados a instituciones financieras de desarrollo que vuelven a préstar el dinero para inversión en equipos de conservación energética.

(d) Algunos préstamos han sido concedidos y otros estan en preparación dirigidos a los sistemas de distribución eléctrica y mejoras en la administración de los sistemas eléctricos, teniendo en cuenta el problema de tarifas eléctricas.

(e) Algunos componentes de asistencia técnica de los proyectos del sector energético (petróleo, electricidad) estan ayudando a los países a llevar a cabo auditorías energéticas y otros estudios relacionados con la conservación .

(f) Algunos proyectos forestales han incluido componentes que ayuden en el desarrollo de estufas más eficientes para quemar leña.

(g) Algunos proyectos de administración del tráfico urbano han sido diseñados para aliviar la congestión y reducir así el consumo de combustibles .

(h) Algunos estudios sectoriales por países sobre la conservación energética vienen adelantándose, particularmente, en los sectores del transporte y de la industria.

(i) Se estan realizando algunos estudios sobre sectores específicos, por ejemplo, las industrias del acero, cemento, fertilizantes, refinerias y transporte.

(j) Toda una gama de préstamos subsectoriales para el petróleo, la electricidad, el carbón mineral y la industria se han dirigido a cuestiones de precios para la energía.

(k) Un proyecto de investigación está siendo planeado para indagar sobre el impacto de las varias opciones de políticas conservacionistas.

Se ha aprendido mucho de la labor operacional, sectorial y económica hasta la fecha, pero queda mucho más por hacer, y se espera que las actividades se invigoricen más en el futuro, incluyendo la continuación de investigaciones aplicadas, estudios sectoriales y subsectoriales, préstamos, mayor diálogo sobre políticas y asistencia técnica encaminada a mejorar la administración de la eficiencia energética en los países en vías de desarrollo.

Todo este trabajo continuará siendo coordinado, de manera apta y oportuna, con las operaciones sustanciales programadas en los campos de la expanción, modificación y mejoramiento de la oferta energética en los países de menor desarrollo.

Julio de 1983

POLITICA DE PLANIFICACION E IMPLEMENTACION DEL USO RACIONAL DE LA ENERGIA

Fausto Furnani
Ingeniero de Investigaciones del
"Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado
de São Paulo S. A. - IPT"

1. INTRODUCCION

En esta presentación señalaremos la evaluación de la política energética brasileña en los últimos años, con énfasis en algunos aspectos de la planificación e implementación energética para un uso racional de la energía en la industria.

La frase pronunciada por un alto funcionario del sector de planificación energética es muy significativa: "La política energética brasileña se asemeja mucho al trabajo de un bombero, tratar de apagar el incendio actual sin conocer si habrán y en dónde nuevos incendios".

Esto quiere decir que el acercamiento al difícil problema energético y sus varias interrelaciones y dependencias ha sido ya realizado, en nuestra opinión, utilizando bases de información peligrosas, sin la ayuda de una acción armónica de todos los sectores involucrados; muy a menudo realizado en forma autoritaria y de contínua reformulación, lo que causa desasosiego, resistencia y una posición pasiva.

Para afirmar estas observaciones, discutiremos sobre cieras características y pasos tomados en los últimos años con relación a la política energética en el sector industrial:

a) El Modelo Energético Brasileño (MEB), publicado en 1979, contiene un error metodológico y conceptual al establecer metas para la demanda de los insumos energéticos sin tomar en cuenta, en algunos casos, las dificultades ya conocidas. El error se relaciona al hecho de que estas metas han establecido bases de acciones para varias agencias gubernamentales e industriales, causando distorsiones que pueden ser explicadas de mejor forma mediante el análisis de las metas establecidas para el carbón nacional. De acuerdo con la afirmación de un funcionario oficial hecha a los periódicos (Gazeta Mercantil - 26/01/83), la meta original de 23.2 millones de toneladas para la producción anual en

1985, fue reprogramada en 1982, a 11.6 millones de toneladas; a comienzos de 1983, ésta se redujo a 9.5 millones de toneladas y para este año se ha previsto una nueva reducción. También mencionó el funcionario que el stock de carbón alcanza a 2.9 millones de toneladas, que llegarán a 5 millones de toneladas para fines de 1983, cantidad que es cercana al consumo hecho en 1982.

b) El Inventario Energético Nacional (BEN) dejó de ser una recopilación de estadísticas desde 1981, cuando, mediante utilización de la metodología OLADE, las series históricas de 1976 a 1980 fueron presentadas.

c) Desde 1979 cerca de 2500 compañías han venido enviando anualmente al CNP (Concejo Petrolero Nacional), información sobre el uso de su principal insumo energético; pero esta información es procesada muy lentamente y los datos correspondientes a 1981 no han sido publicados aún.

d) La reducción de 10% en el abastacimiento petrolero industrial (alicuotas) en 1980, terminó por castigar a aquéllos que habían ya trabajado en alguna forma de programa de conservación energética, dejando de impulsar el uso de nuevas medidas de conservación debido al temor de nuevas reducciones; en 1981 la intención de llevar a cabo recortes en el abastecimiento selectivo de petróleo a las industrias chocó con dificultades técnicas en la evaluación de la información contenida en los formatos, debido a que fueron llenados de manera incorrecta o incompleta, así como a las dificultades en los criterios de evaluación del potencial de conservación industrial; el decaimiento de la actividad económica, y el hecho de que el fuel oil (combustible de petróleo) ya no es un factor determinante en la cantidad de petróleo importado, ha reducido la presión ejercida por el fuel oil sobre la política energética industrial.

e) La política de precios y subsidios adoptada en los últimos años, en relación con el ingreso energético industrial, es a menudo inentendible y cambiante, o, alternativamente derrochadora de recursos escasos.

El caso del carbón mineral brasileño es notable porque no solamente que el gobierno hizo mejoras en los muelles, carreteras y sistemas de bodegaje, sino que también dió subsidios de 90 a 55% sobre el precio final del carbón mineral en los puntos de venta,en el período comprendido entre 1979 a 1983; hoy en día estos subsidios de 50 a 55% son aún injustificados ya que el precio de Mcal, cuando se utiliza carbón y petróleo, es respectivamente de 2,38 Cruceiros y 5,87 Cruceiros (146% más altos que el del carbón).

Otro ejemplo es la existencia de un dólar especial para la cuenta petrolera -en 11/04/83 tenía un valor de 293,43 Cruceiros frente al valor del dólar oficial de 426,6 Cruceiros. Esta diferencia es cubierta por la CNP, que carga la misma a través de un componente (item A) del precio de los derivados del petróleo;el método de definición de tarifa para los derivados del petroleo y los criterios utilizados en su aplicación no fueron nunca clarificados y existen argumentos entre especialistas sobre la existencia o no de tales subsidios.

f) En 1980 y 1981 las evaluaciones actuales mostraron que en 1983 habrá una falta de energía eléctrica, y esto fortaleció las presiones para la construcción de nuevas plantas generadoras de energía eléctrica; pero en 1982 este sector mostró ciertas disponibilidades, y hoy en día podemos estimar la fuerza estable disponible en Sao Paulo en alrededor de 2.000 MW, y 6.000 MW en 1986, siendo estos valores muy importantes si consideramos que 39.000 MW han sido ya tendidos, y que hay 12.000 MW desde Itaipú que áun no entran en operación; todo ésto contribuyó evidentemente al adelanto de los programas de reducción de tarifas, tales como: energía no garantizada - los contratos de venta de energía eléctrica son mayores a 6.000 horas/año, válidas hasta 1986 y con un costo de alrededor del 25% de la energía normal- y de la energía de temporada- llega a costar alrededor de 10% de la energía normal- pero también ayudó a desengatillar una fuerte presión debido a la substitución de los derivados por la electricidad, y esto crea, para los fabricantes de equipos electrotérmicos, una expansión concentrada de actividades sin una planificación a mediano o largo plazo.

g) En el protocolo del cemento -un tratado de intención- firmado en 1979 entre las industrias de cemento y el gobierno federal, para la conservación de la energía y la substitución de los derivados del petróleo, la adopción de consumo cero de fuel oil y su reemplazo por el carbón mineral probó ser sensato, debido al índice de ceniza del carbón (-30%) y a las distancias involucradas para industrias sobre el paralelo 20, ya que las minas de carbón brasileñas se encuentran en los estados del sur, y abandonaron la posibilidad de energéticos alternativos y reemplazables como es el carbón vegetal, el desecho de babassu la cáscara de arroz, etc. Las metas intermedias establecidas por el protocolo para la substitución de fuel oil por carbón mineral probaron ser no realistas, ya que para fines de 1982 menos del 40% de la meta propuesta ha sido alcanzado (el uso de 4.280.000 toneladas/año).

Me gustaría enfatizar que no estoy defendiendo a las industrias incondicionalmente, ya que el recorte de 10% en el abastecimiento petrolero no forzó a ninguna de ellas a cerrar o a reducir su producción, lo que demuestra que las industrias tenían potenciales a ser explorados en el corto plazo. Este hecho también se confirmó mediante un trabajo que ha sido realizado entre los más grandes consumidores de fuel oil del estado de Sao Paulo, que muestra que solamente en 15 industrias hubo una reducción del potencial del consumo de cerca de 2% de la producción nacional de fuel oil (-200.000 ton/año).

También me gustaría recalcar el hecho de que estos aspectos no cancelan las medidas de derecho de la política energética, tales como la firma de protocolos, el programa de CONSERVACION, la creación del Comité Energético Nacional y su Plan para la Mobilización Energética.

Por ello, lo que he tratado de hacer en esta introducción no es un análisis completo, pero sí el llamar la atención hacia varios aspectos de la estructura, origen y errores de la política energética industrial brasileña, especialmente en cómo estos aspectos de esta política fueron identificados, concebidos y trabajados.

Un ejemplo significativo es un instructivo gubernamental de fines de 1982 que dice que luego de su publicación todos los usuarios industriales de diésel para propósitos térmicos tendrán 60 días para reemplazarlo por otra fuente energética. Cuando se esclareció que el consumo fue de cerca de 1% del consumo nacional de diésel y de que involucraría cientos de pequeños usuarios quienes harían trampas de todo tipo con relación al control, comprando diésel directamente de las gasolineras, técnicos del IPT y del FIESP -Federación de Industrias del Estado de Sao Paulo- los representantes trabajaron en un mecanismo alternativo, que finalmente fue aceptado y que puede ser resumido así:

- solamente aquellos que consumen más de 50 m^3/año de diésel, y que son responsables por más del 90% del consumo, serán alcanzados por el instructivo;

- para los otros casos las compañías enviarán al CNP -Concejo Nacional de Petróleo- sus planes de substitución del diésel y el CNP los dará a la luz en cualesquiera de los siguientes casos:

I substitución por combustible gaseoso;
II substitución por combustible líquido;
III substitución por combustible sólido;
IV substitución por procesos electrotérmicos;
V casos especiales.

Por tanto se hizo una propuesta valedera, contando con el apoyo de los sectores interesados, siendo técnicamente perfecta y que no causará problemas en su aplicación.

Esta introducción sirve también como antecedente para la siguiente explicación acerca de dos programas amplios que están siendo trabajados en estos días -el de CONSERVACION, con alcance nacional, y el programa IPT/CNP, que será aplicado en el estado- ambos en búsqueda del uso más racional de la energía en la industria.

2. PROGRAMA DE CONSERVACION

2.1 Introducción

Actualmente el Programa de CONSERVACION juega un papel importante en el programa brasileño de conservación y substitución energética para el sector industrial.

El sector industrial es responsable de cerca del 75% del fuel oil, 8% del diésel, 55% de la electricidad y más de 85% de todo el carbón y carbón vegetal consumido en el país en 1981. En este año el consumo energético industrial fue de 38.8% del consumo total, cuando la importación del insumo energético fue de 30%. Por ello, son aun relevantes las metas propuestas por el Programa de CONSERVACION (CONSERVE) en 1981 cuando fuera creado:

- impulsar la reducción del consumo de cualquier tipo de energía en la industria;
- seguir con la substitución de energéticos importados utilizados en la industria, por alternativas brasileñas;
- estimular el desarrollo de procesos y productos industrializados que podrían brindar una eficiencia energética mayor;
- dar recursos financieros a programas, proyectos y estudios de substitución de energía importada y de reducción de consumo energético en las unidades industriales.

El Programa CONSERVE puede ser considerado como una extensión y ampliación del MIC (Ministerio de Industrias y Comercio) y sus actividades, y se inició en 1979 estableciendo los protocolos con las industrias de Cemento, Siderúrgica, Celulosa y del Papel. Esta ampliación trae consecuencias en la investigación y difusión de la información, en la articulación con los institutos de investigación, en el levantamiento del diagnóstico energético y en la asignación de recursos financieros a las industrias para el establecimiento de proyectos tendientes a un uso más racional de la energía.

2.2 OPERACION

Las siguientes agencias toman parte de la conducción del Programa CONSERVE:

CDI - Concejo de desarrollo industrial, a cargo de brindar ayuda administrativa al programa.

STI- Secretaría de Tecnología Industrial, a cargo de brindar ayuda técnica en proyectos relacionados a la conservación y substitución de la energía.

BNDES- Banco Nacional de Desarrollo Social y Económico, como un agente financiero y distribuidor de recursos a los Bancos de Desarrollo Regional (BD)

CONSIDER- Consejo Siderúrgico y No-Ferroso, como agencia de participación sectorial.

Ensamblado al CIPAI - Cámara de Integración de Planificación Industrial del Area- la que aparte de su supervisión general y conducción del programa, lleva los resultados al SEPLAN -Secretaría de Planificación de la Presidencia de la República, que distribuye los nuevos recursos.

la rutina de aprobación de crédito es la siguiente:

1- la industria presenta al BNDES o al Banco de Desarrollo Regional (BD) una propuesta preliminar -una carta de consulta;

2- Si la presentación fue hecha al BNDES podría requerirse de los institutos de investigación para que hagan un diagnóstico energético, identificando, en orden de procedencia, un grupo de propuestas encaminadas hacia la conservación y posible substitución de la energía en esta industria. En la Tabla I presentamos esta orden de precedencia para una industria de cerámica.

3- En caso de presentación al BD el diagnóstico es obligatorio.

4- Basado en este diagnósticoyen elanálisis de la situación financiera/económica de la compañía, la porpuesta preliminar es o no aprobada por el

BNDES; en casos positivos, una propuesta definitiva deberá ser hecha por la industria, y si fuere aprobada, esto significa la asignación de recursos y el inicio de los proyectos propuestos.

5- Por pedido al CDI, y si fuere posible, se pueden obtener incentivos fiscales (crédito IPI) para equipamiento nacional, depreciación acelerada de 10 o 5 años a 3, etc.).

6- Al término de la implementación, el instituto de investigación está encargado de presentar un diagnóstico final con el propósito de evaluar el cumplimiento de las condiciones especificadas para equipamientos, procesos, etc.

2.3 Criterios y Normas para Concesión de Préstamos

Ayudas financieras son concedidas a empresas industriales o agroindustriales que tienen una mayoría de capital de voto nacional, considerando:

- el mejor uso tecnológico y económico del insumo energético;
- la capacidad financiera y económica administrativa así como técnica del candidato;
- el radio más pequeño entre la inversión y la reducción del insumo energético o substitución, especialmente de aquellos importados;
- el costo más pequeño para adaptar la economía de infraestructura externa y para adecuar el flujo de energéticos, en caso de substitución del fuel oil.

Se consideran también los siguientes aspectos:

- la contribución de los proyectos al balance comercial
- su contribución al incremento de ofertas de trabajo
- su contribución al mejoramiento ecológico del área involucrada.

Las normas del CONSERVE también sugieren a los agentes finales lo siguiente:

- enfatizar la ayuda financiera hacia las compañías pequeñas y medianas con el propósito de auudar al mayor número de compañías de estos tamaños que fuere posible;
- estimular la demanda de bienes de capital nacionales, asignados a la producción y uso de insumos energéticos alternativos;
- continuar con la transferencia de tecnología industrial y el desarrollo con el propósito de obtener crecientes índices de nacionalización en el equipamiento y procesos industriales;
- enfatizar programas, proyectos y estudios que ayuden a la regionalización del insumo energético.
- estimular la adopción de medidas de conservación ambiental;
- contribuir a la obtención de metas de CONSERVACION, y a la transformación de la demanda energética del sector industrial.

2.4 Las Condiciones de los Préstamos

Las condiciones principales podrían describirse así:

- la ayuda financiera del CONSERVE es asignada solamente a los activos fijos o financieros, eb búsqueda de un cambio en las unidades que ya se encuentran operando y produciendo;
- tasas de 5% de interés anual;
- indización monetaria de acuerdo con las variaciones del ORTN-Bonos Reajustables del Tesoro Nacional-;
- límite de financiación hasta 80% del valor de inversión;
- comienzo de la amortización hasta tres años luego de la firma; (concesión)
- madurez del préstamo es de hasta 8 años luego de la firma.(concesión).

2.5 Acciones de Capacitación Tecnológica

Para fortalecer la capacitación tecnológica y la eficiencia del programa, la STI-Secretaría de Tecnología Industrial- creó un programa llamado CONSERVE-TECNOLOGIA, ha de ser desarrollado paralelamente y muy cercano al de CONSERVE, y contando con 3% de los recursos asignados al programa CONSERVE, directamente administrado por la STI.

El programa CONSERVE/TECNOLOGIA tiene tres líneas diferentes de proyecto:

- Extensión Tecnológica - una red de las instituciones tecnológicas, involucrando 100 técnicos graduados, en áreas diferentes del país fueron llamados para brindar un diagnóstico energético libre. A través de estos diagnósticos, las industrias son informadas de sus posibilidades de conservación energética y substitución de fuentes energéticas importadas, enfatizando en las inversiones requeridas, el pago de las mismas, los índices de substitución etc., y en algunos casos, ayudando en la carta de consulta al BNDES o al BD. Para ayudar a las instituciones que tienen muy poca experiencia previa en conservación, se ha hecho un manual que indica cómo operar estos diagnósticos, y se estableció un programa de entrenamiento intensivo en el IPT -Instituto de Investigación Tecnológica del Estado de Sao Paulo- y se realizó un intercambio, con visitas de los técnicos a todas las otras instituciones.

- Desarrollo Experimental- aquí se ayuda a las agencias, institutos tecnológicos o industrias, en búsqueda del desarrollo, a nivel de laboratorio o de prototipo, de equipos energéticos de alta eficiencia.

- Información y Difusión- En esta área, lleva a cabo la recopilación, procesamiento y difusión de la información técnica, permitiendo la transferencia de resultados prácticos, procedimientos y normas, para pruebas y computación, etc., hacia los sectores industriales y técnicos.

2.6 Recursos asignados y resultados

El PME -Programa de Mobilización Energética- asigna recursos al Programa CONSERVE, y se resumen como resultados obtenidos, a través de la Tabla I, las cartas de consulta aprobadas, los proyectos aprobados, los gastos y el financiamiento requeridos hechos durante 1981 y 1982.

Sumando, la economía petrolera para los 55 proyectos ya aprobados corresponde a 1.2 millones TEP/año, lo que significa alrededor del 2% del petróleo consumido en 1981.

Con relación a las actividades de ayuda tecnológica del Progrma CONSERVE/

TECNOLOGIA, los principales resultados son los siguientes:

- el llevar a cabo 67 diagnósticos energéticos en 1982;
- la intensificación de las posibilidades económicas de 162.000 TEP/año, o 10 billones de Cruceiros (Dic. 82);
- las inversiones necesarias para implementar estas potencialidades en los 67 casos, alcanzan a 4.3 billones de Cruceiros;
- cada US$1,00 invertido en un diagnóstico permite una economía anual de cerca de US$ 63,00.
- el costo de diagnóstico corresponde a cerca de 3.7% de la inversión requerida para implementar los consejos identificados en esos diagnósticos;
- el cumplimiento de 9 de los 22 proyectos que se están realizando en el área de información y difusión;
- conducción de 12 proyectos experimentales de desarrollo;
- las figuras I y II muestran la asignación de recursos en el Programa CONSERVE/TECNOLOGIA;
- Reuniones periódicas con STI, CDI, BNDES y los representantes de los institutos de investigación, para evaluar y controlar el programa CONSERVE, tratando de encontrar formas de resolver las fallas y el alcanzar un acercamiento técnico entre los miembros.

2.7 CONCLUSIONES

a) A pesar del claro consejo de ayudar a las empresas industriales pequeñas y medianas, la mayoría de los proyectos aprobados por CONSERVE ser refieren a las grandes industrias, aunque la mayoría de los diagnósticos se refieren a industrias medianas y grandes; existen esfuerzos por parte de las agencias involucradas para cambiar esta situación, en búsqueda de puntos de represión en el proceso, desde su presentación preliminar hasta la asignación de recursos, pasando a través del diagnóstico energético llevado a cabo.

b) A las quejas debido a los procedimientos lentos y burocráticos debemos añadir las dificultades económicas y financieras debido a la recesión económica por la que a atravesado el país, la que junto con las incerti-

dumbres presentes forman el ensamblaje de razones por las que los recursos asignados no fueron utilizados (21 billones en contra de 15,3 billones de Cruceiros que fueron en realidad pagados por el BNDES en 1981/82).

c) A pesar de estos desacuerdos, parecería que la asociación de diferentes entidades, -agencias de desarrollo tecnológico, agencias financieras, institutos de investigación e industrias, tratando de actuar en una forma coordinada con miras a una meta común, la política energética brasileña resulta un aspecto positivo.

3. AYUDA A PROGRAMAS INDUSTRIALES PARA CONSERVACION DE LA ENERGIA

El Programa de Ayuda a las Industrias para Conservación de la Energía se dirige hacia la conservación, en el estado de Sao Paulo, en búsqueda de normas de eficiencia mejores y un uso más racional del insumo energético. Asume desde su inicio hasta su completo desarrollo, que la interacción entre el control energético y las agencias de desarrollo, las industrias y los institutos de entrenamiento e investigación, es posible y necesaria.

Este programa, el que desde su iniciación obtuvo ayuda de la federación industrial y de los técnicos industriales, comenzó a mediados de 1982. Cuenta con recursos provenientes del PME - Programa de Movilización Energética- autorizado por el Comité Energético del SEPLAN - Secretaría de Planificación de la Presidencia de la República. Estos recursos fueron distribuídos por el FINEP - Financiamiento de Proyectos y Estudios.

El Programa, que será implementado por el IPT -Instituto de Investigación Tecnológica del Estado de Sao Paulo- cuenta con la cooperación del SENAI -Servicio de Aprendizaje Industrial Nacional y del CNP - Consejo Nacional de Petróleo.

Con la ayuda de todas estas agencias, instituciones y los esfuerzos de federaciones industriales que se han hecho para asegurarse que la contribución se vuelva el elemento directivo de las actividades propuestas.

El programa durará por tres años y cuenta con personal complento de 1 gerente, 4 coordinadores, 18 investigadores, 3 técnicos y 3 técnicos administrativos.

3.1 Estructura del Programa

Para alcanzar las metas imaginadas, varios tipos de acciones han sido presentados, en el proyecto global, a través de acercamientos diferenciados y específicos, de manera tal que el programa se divide en los siguientes sub-programas:

I- Asistencia y seguimiento de los 90 consumidores más grandes;
II- Ayuda al programa de conservación energética en las industrias;
III- Manuales de conservación energética sectorial;
IV- Entrenamiento de operadores de equipos térmicos.

La necesidad de un acercamiento del cuadro energético industrial de acuerdo con los diferentes puntos de vista se debe, principalmente a las características del perfil de distirbución del consumo industrial nacional, demostrado en la curva ABC (el porcentaje del consumo total de fuel oil relacionado al número de unidades industriales de consumo) de Cuadro III.

Podemos ver que 65% del consumo nacional de fuel oil se concentran en tan sólo 200 consumidores, y alrededor de 90 de ellos se encuentran en el Estado de Sao Paulo. Debido a que este número es más bien pequeño, es factible y justificable el dar un seguimiento a cada uno de ellos, a través del Sub-programa I.

Para el grupo B de empresas -alrededor de 2500 unidades industriales que consumen más de 500 toneladas/año de fuel oil- responsables del 30% del consumo de este derivado, el acercamiento se hace a través de muestras con investigaciones y diagnósticos en instalaciones típicas en diferentes sectores industriales, de acuerdo con lo que prevé el Sub-programa II.

Junto con el contacto, se han desarrollado actividades complementarias de

sistemas de industrias en Sao Paulo, para hacer de este programa algo más profundo y amplio. Por ello, el Sub-programa III intenta publicar, en los próximos tres años, más de cinco Manuales de Conservación Energética para el sector industrial que aún no ha sido contactado por el IPT.

Finalmente, el Sub-programa IV aspira la creación de recursos humanos, mediante el entrenamiento, en un período de tres años de cerca de 6000 operadores y directores, cuya acción directa en el manejo y utilización de los insumos energéticos es extremadamente importante para la operación de las industrias.

3.2 Asistencia a los 90 consumidores más grandes

En este sub-programa la actividad es realizada por medio de las visitas de los técnicos del IPT a las industrias en consideración. De manera tal que por medio de esta interacción entre los técnicos de la industria y del IPT, se desarrolla un sistema para dar seguimiento a su operación de insumos energéticos.

La alta técnica alcanzada por muchas de las industrias a través del Comité de Conservación Energética (CICE), y la experiencia del IPT en esta área demuestra resultados altamente positivos que pueden ser alcanzados mediante esta cooperación.

Por lo tanto, estas investigaciones alcanzan los siguientes propósitos básicos:

- identificación o confirmación de las posibilidades de reducción del consumo mediante el incremento de la eficiencia o el reemplazo de las fuentes alternativas;
- observación de las limitaciones intrínsicas a cada proceso o unidad industrial, que podría involucrar la no factibilidad económica-técnica de cierta reducción de consumo de un proyecto;
- la sistematización de la información obtenida permitirá el establecimiento de propósitos y objetivos que son adecuados a la realidad industrial, dirigiendo por tanto de manera escrupulosa la política energética;
- Los estudios a ser llevados a cabo por el IPT podrían, como base para el

procesamiento de obtención del préstamo, proyectarse a la aplicación de recursos mejorados para proyectos de reducción del consumo;

- contribución a la ampliación de las actividades de consulta y proyecto, a través de una propuesta de alternativas que requerirían de desarrollo o detallamiento por parte de las industrias o de los proyectos de ingeniería y las compañías consultoras.

3.3 Apoyo Tecnológico a las industrias de Sao Paulo que consumen más de 500 toneladas/año

Este sub-programa aspira al levantamiento, en el Estado de Sao Paulo, de diagnósticos energéticos detallados en instalaciones típicas, escogidas mediante muestras de los diferentes sectores industriales, unidades de examen cuyo consumo está por encima de las 500 toneladas/año, aparte de aquellas incluídas en el programa precedente.

Desarrollados de esta manera y teniendo el apoyo de vehículos equipados, los diagnósticos en cuestión tienen los siguientes roles:

- sirven como medios de difusión de la información técnica relacionada a la factibilidad técnica y económica de las medidas de conservación de la energía, enfocando a las peculiaridades de cada sector o sub-sector. Este material está siendo divulgado en diversos medios tales como cartas-noticia, revistas especializadas, documentos de sindicatos y de asociaciones técnicas, simposios, etc.
- pueden trabajar como criterios para la evaluación de proyectos y programas, con el propósito de conseguir préstamos de las agencias gubernamentales;
- pueden ser utilizados como material de referencia para otros institutos de investigación y directorados consultores, involucrados en el programa de conservación energética, y también para estimular a las compañias para que implementen o profundicen sus propios programas, a través de sus comités o contando con la ayuda de empresas consultoras especializadas en esta área.

3.4 Preparación de Manuales Sectoriales para Conservación de la Energía

Este sub-programa continúa con la involucración del IPT en la preparación de manuales para conservación de la energía. El nuevo manual para el sector del vidrio, y los otros ya desarrollados por IPT para el cemento, celulosa y papel, cerámica, fundición y textiles, aspiran ayudar a los técnicos de la industria para implementar sus propios programas de conservación, siendo también muy valiosos para las varias agencias de consulta.

Igual que aquellos ya mencionados, los nuevos manuales tendrán el siguiente contenido:

- diagnóstico energético para el sector alcanzado, con análisis de los factores más significativos que determinan el nivel de consumo y con énfasis en los derivados de petróleo y especial atención a las características específicas de cada proceso;
- información sobre los propósitos y forma de implementación para grupos internos en los programas de desarrollo de conservación de la energía;
- descripción de los experimentos de investigación energética en instalaciones típicas;
- presentación de casos típicos sobre reducción del consumo en el sector.

3.5 Entrenamiento de operadores de equipos de consumo de derivados del petróleo

Un programa profundo de conservación energética involucra los diversos aspectos del proceso de producción. En este sentido, el experimento de IPT ha demostrado que uno de los items más importantes para la consecución de los propósitos deseados es la motivación a todo nivel en la compañía y su preparación. Por ello, la re-educación y entrenamiento de los técnicos y operadores es básica, porque, en realidad, la conservación energética viene de la acción directa de estos elementos. En este sub-programa, IPT coopera y brinda asesoría técnica al SENAI para la preparación de sus instructores. El entrenamiento directo de los operadores será realizado por SENAI, la que tiene amplia experiencia en esta clase de actividad, De esta forma, la industria de

Sao Paulo tendrá cada vez rescursos humanos más calificados para enfrentar el reto energético.

3.6 Algunos resultados y dificultades

Aparte de la efectivización de docenas de diagnósticos y el ensamblaje de los primeros vehículos equipados, de la impresión del manual nuevo de conservación energética para el sector del vidrio, de la impresión de folders conteniendo información sobre conservación de la energía, de los miles de operadores ya entrenados, nos gustaría también enfatizar el potencial de conservación de fuel oil más grande alcanzado; la Tabla III demuestra claramente que el potencial de conservación de la energía, aún en las grandes industrias, no es pequeño, alcanzando a cerca de 2% del consumo nacional de combustibles en solamente 15 industrias.

La referencia explícita del Plan de Movilización Energética como una extensión al Programa hacia las otras regiones del país, para ser dirigido por las instituciones de investigación, refuerza la idea de que este programa, sus resultados y su metodología de implementación han sido correctos.

Las principales dificultades encontradas hasta ahora son:

- pequeña disponibilidad de técnicos experimentados y calificados, lo que ha requerido la adaptación y uso de personal menos experimentado, forzando al incremento del período de entrenamiento y a un mayor tiempo gastado en alcanzar las tareas propuestas;
- resistencia al programa por parte de las mismas industrias que temen revelar al IPT información considerada secreta, o por miedo al castigo de parte de las agencias abastecedoras de derivados de petróleo, o, aún más, por la idea pre-concebida de que los extraños no son capaces de ayudar. En general, podemos decir que mientras el Programa crece, estas resistencias han sido vencidas y tienen menos rigidez;
- gran dificultad en el ensamblaje de vehículos equipados debido a la falta de instrumentos nacionales adecuados, requiriendo de su importación y por ello de la demora correspondiente, las dificultades a los más altos costos

también;

- y finalmente, los términos originales pensados para el cumplimiento del análisis y diagnóstico energético fueron insuficientes. Ambos debido a la falta de experiencia del equipo o por falta de información sistemática y de personal en las industrias, exclusivamente dedicadas al problema energético. En este caso, una re-programación de los términos fue escogida, manteniendo los propósitos iniciales, los que de acuerdo con las opiniones vertidas por las industrias y el gobierno, muestran que el Programa ha venido cumpliendo con sus metas utilizando una metodología abierta y cooperativa.

4- CONCLUSION FINAL

En nuestra opinión, el éxito en definir, planificar e implementar las políticas para el uso racional de la energía está intimamente ligado a la posibilidad de acercarse a todos estos aspectos y consideraciones de manera amplia, abierta y cooperativa. Las distorciones en algunas de las siguientes condiciones o su ausencia causaron dificultades para el cumplimiento de estas políticas, poniendo aún en peligro su factibilidad:

- necesidad de un modelo energético global y de concenso;
- ausencia de normas determinantes y de políticas energéticas conflictivas entre los diversos agentes de política energética;
- establecimiento de términos realísticos para la implementación de las nuevas políticas y propósitos;
- existencia de un precio realista y de una política de abastecimiento del insumo energético;
- disponibilidad de recursos, con un acceso fácil hacia las industrias de tamaño pequeño y mediano lejanas de alcanzar, para la implementación de un programa de conservación de la energía;
- existencia de una política técnica-científica adecuada para los propósitos establecidos;
- existencia de entrenamiento, capacitación y reciclaje del personal técnico;
- recolección, procesamiento, sistematización y difusión de la información en forma amplia y de lejano alcance, hecha de manera armónica y sin dupli-

cación de esfuerzos por parte de las agencias involucradas.

Los planteamientos presentados en este trabajo, sin dejar de lado la rectitud de algunas de las propuestas de política energética brasileña, demuestran que aún hay mucho por hacerse.

CUADRO 1

PROYECTOS		ENERGIA AHORRADA	T/ANO DE ECONOMIA	INVERSION CR$/$10^3$	AHORRO NETO/ANO CR$/$10^3$	PERIODO DE AMORTIZACION (MESES)	INVERSION/TON PETROLEO AHORRODA POR ANO $ EEUU
INSTALACION DE UN GENERADOR DE GAS CALIENTE A COMBUSTIBLE SOLIDO	MADERA	FUEL OIL	1,296	46,728	26,300	24	130.00
	CARBON	FUEL OIL	1,296	30,113	12,697	33	84.41
RECONVERSION DE CALDERA A COMBUSTIBLE SOLIDO	MADERA	FUEL OIL	755	65,186	15,976	66	313.64
	CARBON	FUEL OIL	755	49,020	7,892	100	235.86

CUADRO II

	FONDOS IMPUTADOS (CR$)	CONSULTA APROBADA
1981	3,000 milliones	83
1982	18,000 milliones	39
TOTAL	21,000 milliones	122

PROYECTOS APROBADOS		
NUMERO	PRESTAMOS SOLICIDADOS**	GASTOS
25	Cr$7,100 milliones	Cr$1,700 milliones
30	Cr$8,700 milliones	Cr$13,600 milliones
55	Cr$15,800 milliones	Cr$15,300 milliones

* En 1983, los recursos imputados suman un total de Cr$24.000 milliones
** Los valores deben corregirse conforme a los índices ORTN

CUADRO III

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

EMPRESA	CONSUMO DE FUEL OIL (T/ANO)	MEDIDAS INMEDIATAS CUANTIFICADAS	MEDIDAS NO CUANTIFICADAS	POTENCIAL DE MEDIDAS IMMEDIATAS CUANTIFICADAS	POTENCIAL DE MEDIDAS PROMETEDORAS (TON o Nm^3/ANO)
ZUMO DE NARANJA	21.218	9	20	2.132	10.000
CELUSO Y PAPEL	7.186	6	32	7.711	20.000
CELULOSA Y PAPEL	37.680	14	18	15.339	24.058
CERAMICAS	29.516	7	5	2.295	6.965
CERAMICAS	15.127	2	7	74	8.430
CEMENTO	14.900	2	4	56.760	-
VIDRIO	25.700	5	8	-	200 petroleo 4200 gas profano $9.6.10^6$ gas de gasolina 392 petroleo
VIDRIO	13.420	4	8	-	$4.7.10^6$ gas de gasolina
TOTAL	-	53	113	84.511	70045 petroleo 4200 gas profano $14.3.10^6$ gas de gasolin

Figura I

PROGRAMA DE AYUDA TECHNOLOGICA AL SECTOR INDUSTRIAL PARA CONSERVACION DE ENERGIA Y SUSTITUCION DE FUENTES ENERGETICAS IMPORTADAS

DISTRIBUCION DE FONDOS POR TIPO DE INSTITUCION - 1982

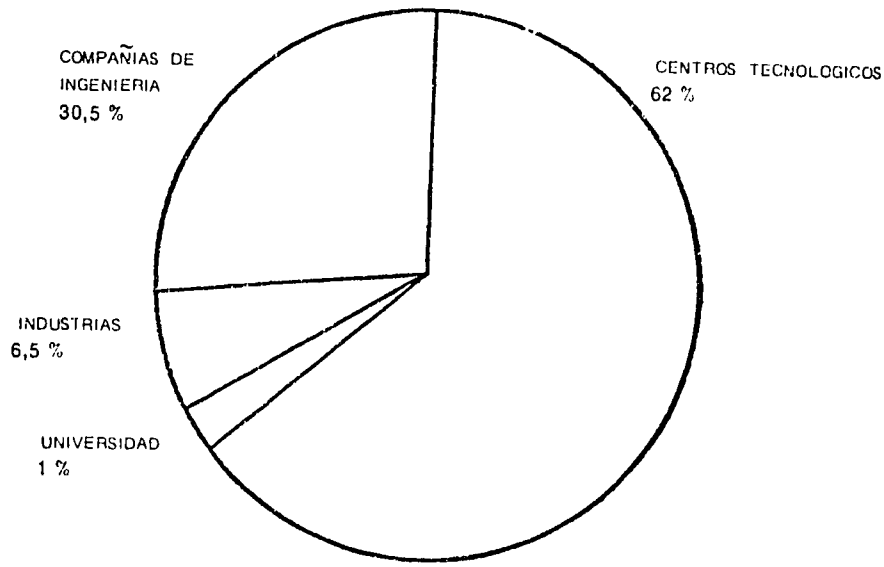


Figura II

PROGRAMA DE AYUDA TECNOLOGICA AL SECTOR INDUSTRIAL PARA CONSERVACION DE ENERGIA Y SUSTITUCION DE FUENTES ENERGETICAS IMPORTADAS

DISTRIBUCION DE FONDOS POR FUNCION

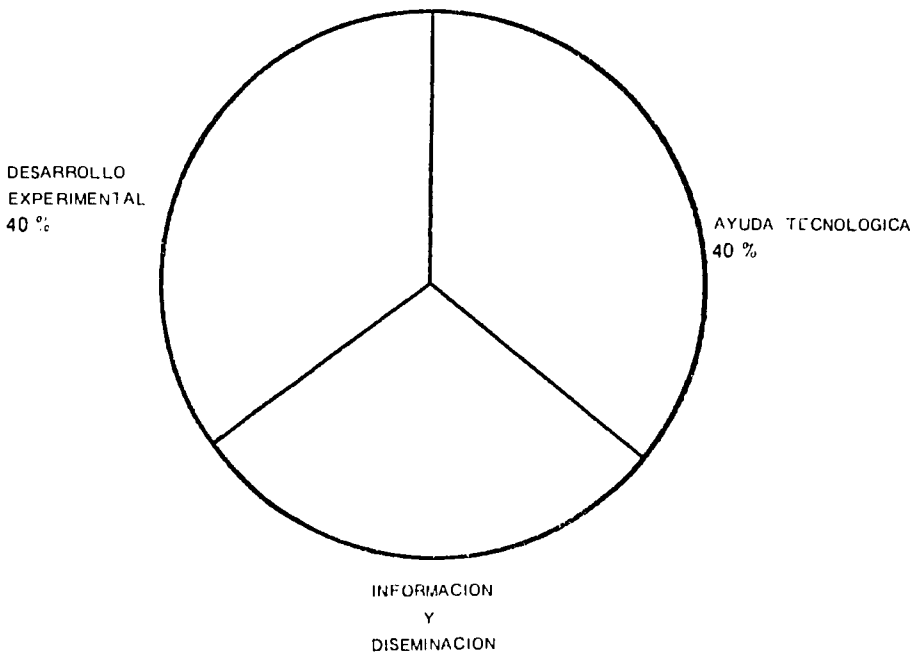
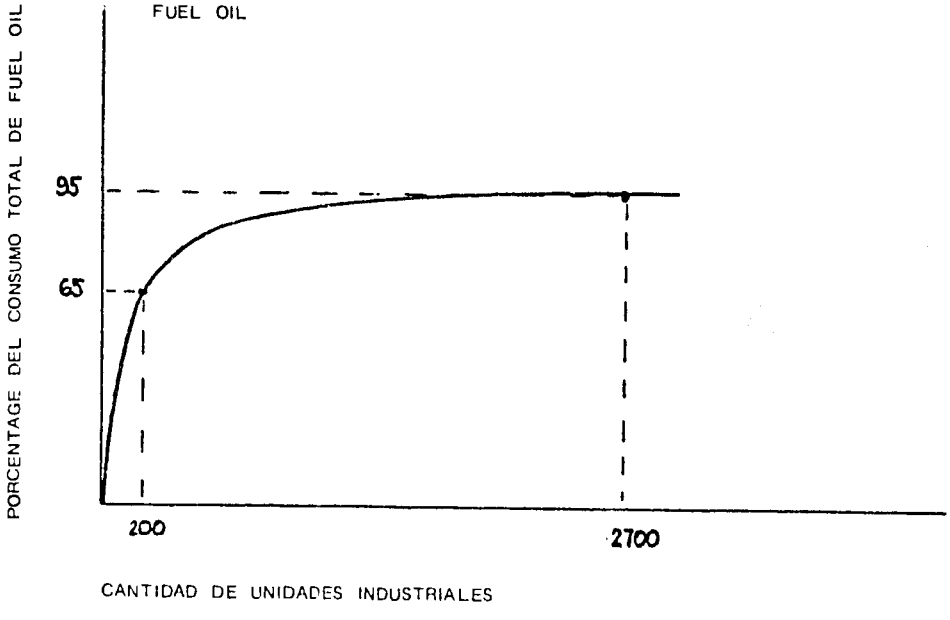


Figura III


FUEL OIL
PORCENTAGE DEL CONSUMO TOTAL DE FUEL OIL
95
65
200
2700
CANTIDAD DE UNIDADES INDUSTRIALES

BIBLIOGRAFIA

- BALANCE ENERGETICO NACIONAL - 1981 - MINISTERIO DE MINAS Y ERERGIA DE BRASIL

- BALANCES ENERGETICOS GLOBALES - OCTOBRE/82 - ASOCIACION BRASILENA DE METALES

- ANUARIOS DEL CONGRESO DE UTILIDADES - NOVIEMBRE 1981 - INSTITUTO BRASILENO DEL PETROLEO

- LA REACIDAD BRASILIENA FRENTE A LA PROBLEMATICA ENERGETICA - OCTOBRE/82 - PLINIO OSWALDO ASSMANN

- ANUARIOS DEL CONGRESO DE ENERGIA - JUNIO 1981 - ILAFA

- REVISTA METALURGICA - FEBRERO 1983 - ASOCIACION BRASILENA DE METALES

- CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA EN LA SIDERURGICA BRASILENA - 1980 - ROSENVAL JORGE DE OLIVEIRA

- PLAN DE REDUCCION DE ENERGIA DE COSIPA - 1979 - ROSENVAL JORGE DE OLIVEIRA

- PANORAMA ENERGETICO EN LA SIDERURGICA BRASILENA - 1982 - ROSENVAL JORGE DE OLIVEIRA

- INSTITUTO BRASILENO DE SIDERURGICA

- COMISION DE ENERGIA DE SIDERBRAS

POLITICAS PARA UN USO EFICIENTE DE LA ENERGIA Y LA SUSTITUCION DE LOS COMBUSTIBLES - LA EXPERIENCIA CANADIENSE

G. T. Armstrong
Director, Conservación de Energía
Ministerio de Energía, Minas y Recursos
Ottawa, Ontario.

Desde 1974, Canadá ha elaborado y puesto en práctica políticas y programas orientados hacia el ahorro energético (uso eficiente de la energía) y a la sustitución del petróleo por otros combustibles.

En un país que cuenta con abundantes recursos energéticos, tanto no renovables como renovables, estas iniciativas se han tomado por un cierto número de razones. Los principales motivos son los aspectos económicos, la preocupación por el medio ambiente natural y social, y la seguridad de abastecimiento. Así, nuestras nuevas fuentes de aprovisionamiento energético son más costosas, en términos reales (sin tener en cuenta la inflación) que nuestros principales suministros actuales, se hallan en regiones cuyas condiciones sociales y ambientales son delicadas, y nuestras perspectivas de auto-suficiencia con relación al petróleo son inciertas. Las iniciativas vinculadas a un uso eficiente de la energía atañen fundamentalmente al petróleo, al gas natural y a la electricidad, y la sustitución de los combustibles se centra en el reemplazo del petróleo por fuentes de energía renovables y otras no renovables. Ambos campos de acción son importantes en cada uno de los principales sectores de utilización de la energía (edificios, industrias y transportes).

Actualmente, se están examinando de nuevo y evaluando dichas iniciativas, en un contexto de preocupación por reducir los gastos públicos y hacerlos más eficientes, de incertidumbre en cuanto a los futuros precios del petróleo, y diez años después de que la demanda de la ecuación energética haya cobrado interés para los gobiernos.

La experiencia canadiense indica que :

- existe una capacidad potencial técnica considerable en materia de tecnología en el ahorro energético (y, en numerosos casos, de sustitución del petróleo), que permitiría sustituir a la energía en la producción de servicios energéticos canadienses (calefacción de los locales, calor industrial, transportes, propulsión eléctrica, alumbrado, etc.).

- se han registrado importantes adelantos en el uso eficiente de la energía y en la sustitución del petróleo, principalmente como respuesta a los aumentos reales de los precios de la energía. Dichos aumentos, en términos reales (o sea, sin tener en cuenta la inflación), promediados y ponderados para las diferentes fuentes de energía, fueron de aproximadamente 7 % durante el periodo 1973-1983 (véase el Cuadro 1).

- el resultado más importante de la política de libertad de precios fue el de acentuar los efectos de los aumentos de precios, o sea acrecentar la elasticidad de los precios de la demanda en lo referente a las principales fuentes energéticas (petróleo, gas y electricidad).

- siguen existiendo opiniones muy diferentes en cuanto al criterio que debería aplicarse en el análisis de los ahorros energéticos, pero a nivel nacional, se acepta cada vez más el principio que consiste en comparar el coste de las instalaciones que permitan ahorrar energía (y sustituir al petróleo) con el coste de las unidades de producción de energía procedente de otras fuentes; y

- a pesar de los progresos logrados en el uso eficiente de la energía (y en la sustitución del petróleo) durante los últimos 10 años, queda un potencial económico mayor que el que ya se ha aprovechado;

de este modo, podría ahorrarse aproximadamente un 30 % de la energía actualmente utilizada en Canadá (y el consumo actual del petróleo podría reducirse en un 15 %), sin que se pierda comodidad, movilidad ni producción industrial, con un coste inferior al que representaría obtener la misma cantidad de energía a partir de las importaciones de petróleo o de la creación de nuevas fuentes de aprovisionamiento nacionales (de petróleo, gas o electricidad).

En los próximos 10 años, la tarea consistirá en determinar si es posible aprovechar dicho potencial, y de qué manera.

Probablemente convenga más estudiar la experiencia adquirida y las tareas futuras en el contexto de cada uno de los principales sectores que utilizan la energía, y que desempeñan un papel importante en el conjunto del sector industrial.

Edificios

Las políticas relativas a este sector, concernientes a los edificios residenciales, comerciales e industriales, se dividen generalmente en dos subsectores, es decir, los edificios existentes y las nuevas construcciones.

Edificios existentes

La energía empleada en los edificios residenciales, comerciales e industriales existentes en Canadá representan aproximadamente el 40 % del total de la energía destinada a usos finales en Canadá*. Las posibilidades de ahorrar energía y sustituir al petróleo en este

---

* Dichos usos son : el acondicionamiento de los locales (calefacción y refrigeración), la ventilación, el agua caliente, el alumbrado, los aparatos electrodomésticos y las máquinas para oficinas; cerca del 5 % de esta energía se destina a los suministros de energía en los edificios industriales.

sector son considerables. Para conservar los niveles de comodidad deseados, a lo largo del año, con el menor coste posible, deberíamos, en un periodo de 10-15 años, reducir la energía consumida en casi un 50 %. O sea que, en lugar de soportar los costos de nuevas fuentes de energía, podríamos reducir el consumo de energía en la climatización de los locales (calefacción y refrigeración), etc., en aproximadamente un 50 %. La disminución del consumo energético en la refrigeración sería más importante en los edificios comerciales (negocios, hospitales, oficinas, etc.), y la reducción de la energía empleada para la calefacción sería mayor en los edificios residenciales e industriales. De este modo, las tecnologías de ahorro energético en los ámbitos del aislamiento, la reducción de las pérdidas de aire, la mayor eficiencia de los sistemas de calefacción y refrigeración, la recuperación total del calor, el alumbrado, los aparatos electrodomésticos, y los sistemas de agua caliente, podrían disminuir, desde el punto de vista económico, el consumo de energía en los edificios existentes. Además, el gas y la electricidad y, en ciertos casos la madera, podrían reemplazar al petróleo.

En los edificios residenciales, actualmente se subvencionan los ahorros energéticos y la sustitución del petróleo, pero se confía en gran medida en una mejor circulación de la información relativa a estos ámbitos para los edificios comerciales e industriales.

La experiencia indica que, si en los edificios existentes van a aplicarse tecnologías de ahorro energético y de sustitución del petróleo al punto que ahorrarán energía con el mismo coste que implicaría la creación de nuevas fuentes de suministro de energía, deben tomarse las siguientes medidas :

- debe reducirse el riesgo tecnológico : pese a la opinión muy difundida de que "hoy se dispone de tecnología para ahorrar energía y reemplazar al petróleo", numerosos problemas técnicos todavía no

han sido resueltos. Todavía en la actualidad, no contamos con un enfoque sistemático de la tecnología de reacondicionamiento de las viviendas para ahorrar energía. Por ejemplo, habría que resolver el problema creado en la confusión posible entre ahorro energético y calidad del aire;

- debe prepararse y distribuirse una mejor información sobre el porqué y el cómo del reacondicionamiento de los edificios con miras al ahorro energético. Numerosos propietarios y arrendatarios de edificios, así como los responsables de la reglamentación en la distribución de los edificios (y de la relación entre propietarios y arrendatarios) todavía ignoran los fundamentos del reacondicionamiento destinado al ahorro energético; y

- deben modificarse los organismos que rigen la utilización de la energía en los edificios, con el fin de que consideren objetivamente las tecnologías de ahorro energético y las fuentes de energía como competidoras para el suministro de los servicios energéticos solicitados por la sociedad. Objetivamente significa que deben compararse los aspectos económicos y otros intereses de orden social de las tecnologías de conservación y los de las fuentes de energía, en la producción de servicios energéticos. Por ejemplo, el uso de todo tipo de aislamientos, la hermeticidad y los sistemas eficientes de calefacción/refrigeración, debe compararse con el petróleo, el gas, la electricidad, la energía solar, etc., para una producción de condiciones ambientales adecuadas obtenidas al mejor coste posible (20° C tanto en invierno como en verano).

Lo ideal sería contar con organismos -compañías proveedoras de energía- que comercializaran en forma competitiva los servicios energéticos, tales como condiciones ambientales adecuadas en los locales (refrigeración, agua caliente instantánea, etc.), el alumbrado, etc. Estos organismos venderían combinaciones de energía y de tecnologías de

ahorro energético que permitirían suministrar energía a un coste menor que el de sus competidores. Pero no tenemos, ni hemos tenido nunca en Canadá, organismos de esta índole, y por consiguiente hemos recurrido a incentivos, así como a apoyo e información en materia tecnológica, para promover el sector de servicios energéticos. No obstante, nos estamos esforzando por crear organismos proveedores de energía, promocionando esta idea, a través de una compañía financiada por el gobierno de Canadá, Canercon. Inicialmente, Canercon está trabajando en los sectores industrial y comercial.

Nuestras experiencias realizadas con los incentivos destinados a reacondicionar las viviendas para ahorrar energía son muy diversas. Los incentivos consisten en subvenciones imponibles de hasta 50 % del coste admisible, por una suma máxima de 800 dólares para la sustitución del petróleo, y de 500 dólares cuando se trata de ahorro energético. En una reciente evaluación de las subvenciones otorgadas para el ahorro de energía, se observa que en los últimos cinco años, fomentaron aproximadamente un 30 % más de gastos en reacondicionamiento de los que se habrían producido de no existir dichas subvenciones. Pero los ahorros energéticos obtenidos fueron menores y más restringidos (se realizan principalmente en los desvanes) de lo que se esperaba, y sólo fueron marginalmente rentables con relación al costo.

Todavía no se ha determinado el ritmo de progresión en el programa de sustitución del petróleo.

Actualmente, se están estudiando de nuevo ambos programas, y es probable que, en el futuro, se haga más hincapié en la información, el apoyo técnico y la educación en la industria (compañías de reacondicionamiento) que en los incentivos financieros.

Nuevos edificios

Al igual que en el ámbito de los edificios existentes, la capacidad económica de Canadá de reducir la cantidad de energía requerida para las condiciones ambientales de los locales, el agua caliente, el alumbrado, etc., es muy sustancial. Se han construido nuevos edificios que consumen menos del 30 % de la energía total utilizada en los edificios construidos en el periodo 1970-1973. Se obtienen así ahorros energéticos con costos competitivos respecto de los que exige la energía procedente de nuevas fuentes de aprovisionamiento. Aún en nuestros fríos inviernos, algunos de estos edificios prácticamente no requieren una fuente de calor específica. El calor requerido para gozar de condiciones ambientales adecuadas proviene de la acumulación de calor interior y un poco de la energía solar.

Pero se han construido pocos edificios de esta índole, debido a la tendencia permanente a reducir al mínimo las inversiones antes que los costos de funcionamiento, la falta de conocimiento de las técnicas de construcción necesarias, y el escepticismo en cuanto a la seguridad de estos edificios, a que den los resultados previstos y a que su economía sea aceptable. No se otorgan incentivos para la construcción de estos edificios de bajo consumo energético (o de alto rendimiento energético). Hemos intentado, en cambio, fomentar su construcción mediante proyectos de demostración de apoyo, e informando a los profesionales, los constructores y al público acerca de las ventajas y el coste de estos edificios. En un edificio nuevo característico, el rendimiento energético ha aumentado en un 35 % en los últimos diez años.

Industria

Si se incluyen los edificios industriales, el consumo energético de la industria representa aproximadamente el 40 % de la energía

utilizada en Canadá, y atañe principalmente a la producción de calor industrial y a la propulsión eléctrica. Las posibilidades de sustituir a la energía recurriendo a tecnologías de ahorro energético en la producción de servicios energéticos precisados por la industria son considerables. Tomando como base 1972, el gobierno y la industria consideran que es posible reducir el consumo energético por unidad de producción de 1972 en un promedio de 50 % en todos los sectores industriales. Pero esta reducción no puede lograrse en un periodo relativamente corto, puesto que se necesitan importantes modificaciones en los procedimientos, así como mejoramientos generales de "manejo" (por ejemplo, en el mantenimiento de los colectores de vapor, en los métodos de trabajo, etc.) e inversiones en el reacondicionamiento de instalaciones (aislamiento de las canalizaciones, depósitos y construcciones de retención, controles más frecuentes, alumbrado y motores de mayor rendimiento energético, recuperación del calor residual, etc.).

Desde 1972, la reducción del consumo energético ha progresado en un 18 % por unidad de producción, pero queda todavía mucho por hacer en el "mantenimiento" y en los ámbitos de inversión en reacondicionamiento recuperable en menos de tres años. Entre los factores que retrasan el mejoramiento del rendimiento energético en la industria, cabe señalar las condiciones económicas difíciles en los últimos tiempos, el deseo de recuperar rápidamente el capital invertido, la falta de conocimiento de las posibilidades de ahorrar energía (especialmente en la pequeña y mediana empresa), y el escepticismo en cuanto a las posibilidades, técnicas y económicas, de realizar ahorros energéticos. Este último factor impide que se establezcan mecanismos adecuados de financiación, y que se tomen, a nivel de las empresas, las decisiones tendentes a invertir en el mejoramiento del rendimiento energético.

El apoyo del gobierno canadiense al ahorro energético en la industria ha consistido principalmente en elaborar y difundir información (publicaciones, programas audiovisuales, seminarios, reuniones de trabajo),

asesoramiento sobre el terreno en materia de ahorro energético ("excursiones" sobre el tema de la energía, servicios de consulta), y actividades de investigación, desarrollo y demostración (en cada subsector industrial)*. Sólo se han otorgado subvenciones para las inversiones destinadas a ahorrar energía en la región del Atlántico (provincias de Nueva Escocia, New Brunswick, Newfoundland y PEI), donde el coste de la energía es elevado. Estas subvenciones atañen únicamente a las inversiones de largo plazo de recuperación (3-8 años), que la industria realiza, rara vez, pero que permiten ahorrar energía con costos inferiores a los que implicaría la producción de energía a partir de nuevos proyectos de aprovisionamiento. Con esta iniciativa, el Programa de Inversión para el Ahorro de Energía en la Costa Atlántica, hemos buscado realizar un programa que aporte progresos factibles, y que elimine las iniciativas aisladas.

Los resultados obtenidos en estas actividades son diversos. Las de más éxito son las que atañen a la información y conocimiento, especialmente las actividades de asesoramiento sobre el terreno en materia de ahorro energético que ofrece el programa de "excursiones" relacionadas con la energía. Este programa, iniciado en 1977, tiene por objeto fomentar el conocimiento de las posibilidades de ahorrar energía y el interés en ellas, ofreciendo asesoramiento gratuito sobre el terreno acerca de las iniciativas a bajo coste o gratuitas tales como los métodos de mantenimiento, y la utilización de controles y de reaislamiento. No pretende ni apunta a brindar un asesoramiento completo, sino solamente a mostrar que con medidas de conservación relativamente sencillas, los resultados son reales y muy provechosos. Se informa a los responsables de las instalaciones visitadas que pueden obtenerse ahorros adicionales factibles y sustanciales, pero que los

---

* Las publicaciones relativas a las iniciativas canadienses en materia de ahorro energético en la industria pueden obtenerse en la División de Programas Energéticos Industriales, ECOS/EMR, 460 O'Connor Street, Ottawa, Ontario , Canadá.

mismos requieren, para su concepción y realización, un análisis más complejo del consumo de energía y, generalmente, inversiones muy costosas con periodos de recuperación prolongados. Estas visitas de las instalaciones, que suman ahora unas 9.000 en todo Canadá, son efectuadas por ingenieros que viajan en autobuses (actualmente, son veinte), equipados con un mini-ordenador, una pequeña superficie de exposición e instrumentos de medición del consumo energético sencillos (por ejemplo, termógrafos, pirómetros). La respuesta a este programa ha sido muy positiva, los pedidos de visitas no pueden satisfacerse antes de 3 o de 6 meses, y los estudios de seguimiento revelan que aproximadamente la mitad de las recomendaciones formuladas por los equipos de ingenieros se llevan a la práctica en un plazo de 12 meses.

La respuesta al apoyo brindado a los proyectos de investigación, desarrollo y demostración, en cambio, ha sido decepcionante, pese a que es evidente que la investigación y desarrollo en materia de ahorro energético progresa lentamente en Canadá, y que la aplicación de las nuevas tecnologías de ahorro energético es relativamente restringida. ¿A qué se debe esta respuesta poco satisfactoria? No están claros los motivos, pero los principales factores parecen ser una tendencia general conservadora con relación al rendimiento energético en las instalaciones, y una falta de conocimiento de los importantes adelantos tecnológicos económicos existentes, de los que se va a disponer, y que son prometedores. Por el momento, es demasiado pronto para evaluar el programa de apoyo a la inversión, pero la respuesta obtenida en los primeros 18 meses de su funcionamiento es alentadora.

En la esfera de la sustitución del petróleo, Canadá dirige dos programas destinados a la industria : el Programa de Inversión Forestal para la Energía Renovable (FIRE), que otorga subvenciones de hasta 20 % de las inversiones cuyo objeto es la conversión (principalmente) del petróleo a la biomasa y a las fuentes de energía procedente de los desechos sólidos, y el Programa de Asistencia a la Conversión

Industrial (ICAP), que subvenciona hasta 50 % de los costos de conversión del aceite pesado al gas natural. El programa FIRE es fundamentalmente un programa de comercialización de la biomasa y de los desechos sólidos, y el programa ICAP es esencialmente un programa de comercialización del gas natural. El primero existe desde hace cuatro años y, en cierta medida, ha fomentado la sustitución del petróleo (así como del gas natural y de la electricidad) por fuentes de energía pertenecientes a la "biomasa". Pero su ritmo de progresión es lento y, dadas las condiciones económicas actuales, el programa está prácticamente detenido.

El ICAP se inició a comienzos de 1983, y apunta a crear mercados para la expansión de la red de distribución de gas natural que, a largo plazo, permitirá, según es de esperar, sustituir en gran medida al petróleo.

Transporte

El transporte de las personas y de las mercancías absorbe aproximadamente el 25 % del consumo energético en Canadá. En nuestra utilización de la energía para el transporte de las personas, hemos reproducido el modelo norteamericano. Hemos dependido casi totalmente del transporte privado en automóviles de bajo rendimiento energético, de productos petrolíferos como fuente de energía, y contamos con una red deficiente de ferrocarriles para transporte de pasajeros. Globalmente, el rendimiento energético de nuestros sistemas de transporte ha sido bajo en comparación con el de otros países.

Nuestra política energética en el sector del transporte abarca dos elementos principales :

- el mejoramiento del rendimiento energético de todos los medios de transporte, especialmente el de carretera, que representa aproximadamente 70 % de la energía consumida en el transporte,

- la sustitución por otros combustibles, especialmente el propano (GLP) y derivados del gas natural para gasolinas y aceites pesados en el transporte por carretera.

Se han registrado progresos considerables en el aumento del rendimiento energético, especialmente en los medios de transporte por carretera y aéreo. En cuanto a los primeros, los automóviles son los que más energía consumen, y el ahorro de combustible en carretera de los nuevos automóviles se incrementó en un 25 % desde 1976. Pero este incremento podría haber sido aún mayor, si los automóviles que se venden en Canadá estuvieran concebidos de manera que se igualen los costos marginales del suministro de energía y los costos de mejoramiento del rendimiento del combustible, en las condiciones climatológicas frías de Canadá, que prevalecen durante 6-9 meses por año. Otra preocupación actual es que la advertencia de la disminución de los precios del petróleo y las repercusiones en el empleo de las importaciones de automóviles están retrasando el aumento del rendimiento del combustible en los automóviles. Los principales utilizadores de los combustibles de sustitución son los sectores comercial e industrial.

La sustitución de la gasolina y del aceite pesado prosigue activamente en Canadá, especialmente en el ámbito del transporte por carretera. Actualmente, el propano, del que Canadá posee abundantes recursos, es el principal combustible de sustitución, y sus posibilidades máximas de sustitución equivalen al 10 % del consumo actual de gasolina y aceite pesado. Pero en el futuro, se prevé que el gas natural y el metanol, combustibles de los que Canadá dispone en abundancia, cobrarán mayor importancia. Los principales utilizadores de los combustibles de sustitución son los sectores comercial e industrial.

Examen de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de ahorro energético y de sustitución del petróleo.

En los primeros capítulos de este documento, se ha comentado el conjunto de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de ahorro energético y de sustitución del petróleo en los principales sectores que consumen energía. Es conveniente, además, examinar la metodología que se emplea para comparar las posibilidades específicas de cada tecnología con los posibles aprovisionamientos energéticos, y destacar algunos métodos para ahorrar energía y sustituir el petróleo.

Método de comparación entre la demanda y el abastecimiento

En lo referente a las tecnologías correspondientes a la demanda, deben compararse los gastos que implica la obtención de ahorros energéticos adicionales con los costos de las nuevas fuentes de suministro de energía. Por ejemplo, el costo de un aumento marginal del espesor del aislamiento en una canalización de vapor, digamos x $ por centímetro, debe evaluarse teniendo en cuenta los ahorros energéticos obtenidos durante un periodo de vida realista, por ejemplo 10 años (duración habitual en la industria), descontando un porcentaje similar (digamos 10 % real) al que se emplea para valorar los proyectos de suministro de energía. Al dividir los ahorros energéticos (en Gigajoules) por los costos marginales de aislamiento (a los que se suma el valor actual de los costos de funcionamiento adicionales), puede calcularse el costo por Gigajoule (GJ) de la energía ahorrada. Este coste por GJ puede cotejarse entonces con el coste (calculado de manera similar) de la energía procedente de nuevas fuentes de suministro, que podría utilizarse para producir el vapor dentro de la canalización.

En la toma de decisiones a nivel nacional, deben tenerse en cuenta los aspectos económicos y los volúmenes de energía que pueden ahorrarse (a partir de estas posibilidades) con costos inferiores a los de la energía producida por nuevas fuentes de suministro.

Posibilidades tecnológicas para el ahorro de energía y la sustitución del petróleo.

E. las tablas 2, 3 y 4, figuran las principales tecnologías que deben considerarse al efectuar análisis similares al que se ha descrito anteriormente. Los ahorros energéticos también pueden obtenerse gracias a cambios de preferencias (por ejemplo, autos más pequeños, temperaturas inferiores en el interior en la época invernal, etc.) y programas de mantenimiento (mantenimiento del equipo industrial relacionado con la energía, ajuste de los automóviles y de las calderas de uso doméstico, programación del trabajo, reducción de los residuos, etc.). Pero estos ahorros pueden perderse debido a cambios de preferencias, y a medida que aparecen otras prioridades en la planificación del mantenimiento y del trabajo. Estas fuentes de ahorro podrían llamarse "reversibles". Por otra parte, los ahorros producidos merced a inversiones efectuadas para la conservación, tales como el aislamiento, la recuperación del calor y el mayor rendimiento energético de los motores de automóviles, tendrán menos probabilidad de ser reversibles. Por consiguiente, la política canadiense debe concentrarse en dichos ahorros "irreversibles" de la energía.

Lo mismo ocurre con relación a la sustitución del petróleo. Un ejemplo es la posible utilización temporal de estufas que funcionan con madera para reemplazar al petróleo en la calefacción de los hogares canadienses (método "reversible") en comparación con la sustitución de una caldera que quema petróleo por una caldera con resistencia eléctrica.

La Figura 1 muestra los posibles efectos globales que tendría la aplicación en Canadá de medidas de ahorro energético y de sustitución del petróleo. El Guión I revela los posibles efectos de un enfoque dinámico destinado a aprovechar las posibilidades de ahorrar energía y de sustituir el petróleo, en función del coste (desde el punto de vista económico, comparado con nuevos suministros de energía). En el Guión

II se indican los resultados previstos de los programas actuales, y proyecciones de precios.

Resumen

De la experiencia adquirida por Canadá en materia de políticas de ahorro energético y de sustitución del petróleo durante el periodo 1973-1983, se desprende que :

- existen numerosas posibilidades de reducir el consumo de energía (y especialmente de petróleo) en la producción de los bienes y servicios que solicitan los canadienses para un nivel determinado de PNB;

- desde 1973, periodo en que aumentaron los precios reales de la energía y en que se prestó una atención cada vez mayor a las posibilidades de ahorrar energía y de reemplazar al petróleo, se ha registrado una disminución considerable del consumo de energía (especialmente del petróleo) en las principales actividades consumidoras de energía de Canadá;

- a pesar de este progreso, la capacidad potencial restante para sustituir a la energía por los ahorros energéticos y al petróleo por otras fuentes energéticas es sustancial, y representa costos inferiores a los que implicaría la creación de nuevos proyectos de suministro de gas natural, electricidad, carbón y petróleo;

- quedan todavía considerables posibilidades de ahorrar energía, en el sector de los principales servicios energéticos : las condiciones ambientales (calefacción y refrigeración), agua caliente, comodidad (electrodomésticos, etc.), calor industrial, propulsión eléctrica y alumbrado;

- el petróleo puede aún sustituirse en una medida considerable en los ámbitos de las condiciones ambientales (calefacción) y de la energía para el transporte;

- los principales problemas que impiden o retrasan el aprovechamiento de esta capacidad económica potencial son :

  . la fijación de precios de la energía sin tomar en cuenta los costos marginales;
  . la carencia de una información general y específica adecuada para explicar el porqué y el cómo de los ahorros energéticos y de la sustitución del petróleo;
  . la falta de un análisis adecuado de las razones (técnicas, económicas e institucionales) por las que se emplea la energía;
  . la ausencia de un análisis apropiado de la combinación del uso de la energía y de las tecnologías de ahorro energético, así como de las condiciones técnicas, económicas e institucionales requeridas para producir servicios energéticos con el menor costo posible;
  . la falta de disposiciones de financiamiento adecuadas, debido a :
    - la falta de instituciones conscientes de la posibilidad de financiar y vender, con el menor costo posible, servicios energéticos tales como condiciones ambientales adecuadas, transporte, comodidad, calor industrial, propulsión eléctrica, y alumbrado
    - disposiciones fiscales (impuestos, gastos)
    - incertidumbre tecnológica y económica.

En Canadá se han estudiado cada uno de estos factores, pero todavía no se han hallado soluciones realmente eficientes. Pero su búsqueda continúa, porque se conoce, y es cada vez más evidente, que los beneficios netos potenciales derivados de dichas soluciones serían sustanciales. O sea que pueden "producirse", desde el punto de vista económico, grandes cantidades de energía, y especialmente de petróleo, mediante iniciativas tendentes a aumentar el rendimiento y la sustitución, si

se alienta al sector de la industria energética encargado de la gestión de la demanda de energía a que aproveche plenamente sus capacidades.

Nuestra experiencia es, al igual que la de otros países, inherente a nuestra situación. No obstante, creo que los principios que pueden deducirse de esta experiencia pueden aplicarse, en términos generales, a otros países del mundo.

CUADRO 1

PRECIOS DE LA ENERGIA EN CANADA - AÑOS SELECCIONADOS

SECTOR RESIDENCIAL - PROMEDIO PONDERADO CANADIENSE

(DOLARES DE 1950)

	PETROLEO PARA CALEFACCION (POR GALON)	GAS NATURAL (POR 1000 METROS CUB.)	ELECTRICIDAD (5000 KWH POR AÑO)	GASOLINA PARA AUTOMOVILES (POR GALON)
1950	$ 0,18	$ 0,93	$ 57	$ 0,41
1960	0,15	0,78	47	0,32
1970	0,12	0,62	31	0,29
1973	0,13	0,55	32	0,29
1976	0,17	0,71	34	0,32
1977	0,18	0,78	37	0,33
1978	0,19	0,82	39	0,32
1979	0,20	0,82	39	0,31
1980	0,21	0,88	40	0,32
1981	0,25	0,94	42	0,38
1983	0,30	1,13	45	0,45

TABLA 2

TECNOLOGIAS PARA EL AHORRO ENERGETICO Y LA SUSTITUCION DEL PETROLEO EN LOS EDIFICIOS

TECNOLOGIAS	SITUACION EN CANADA*
Aislamiento	- algunos progresos (P,S)**
Hermeticidad	- algunos progresos (P,S)
Recuperación del calor del aire de escape y de las corrientes de agua residual	- su uso acaba de comenzar (P,S,LTP)
Alumbrado (eliminación progresiva de los elementos incandescentes, utilización de fluorescentes de mayor rendimiento energético, etc.)	- algunos progresos (P,S)
Controles (de temperatura, humedad, alumbrado, corrientes de aire)	- algunos progresos (P,S)
Mejoramiento de las técnicas de los dispositivos	- algunos progresos (P,S)
Calefacción de alto rendimiento (elementos, bombas de calor, calderas, etc., y sistemas)	- algunos progresos (P,S)
Refrigeración de alto rendimiento (elementos, sistemas)	- pocos adelantos (P,S)
Ventanas (orientación, cristalado especial para tapar las brechas, postigos, etc.)	- algunos progresos (P,S)
Utilización del petróleo	- en disminución (P,S)
Utilización de la biomasa	- en aumento (P,S)
Consumo de gas natural	- en aumento (P)
Consumo de electricidad	- en aumento (P,S)
Utilización de energía solar	- en la etapa de investigación, demostración y desarrollo (S,LTP)

* Además de proceder de la aplicación de tecnologías, los ahorros energéticos provienen de fuentes tales como temperaturas internas más bajas

en invierno y más altas en verano, y procedimientos de mantenimiento perfeccionados.

' Las letras que figuran entre paréntesis se refieren a la situación económica actual de las categorías tecnológicas : P para aquellas que son económicamente viables para los usuarios de la energía (más de 5 años para recuperar las inversiones); S denomina a aquellas que son socialmente viables (competitivas con la energía procedente de nuevos proyectos); LTP atañe al potencial a largo plazo para una viabilidad económica social y/o privada. Cabe señalar que la situación económica actual varía mucho según las sub-categorías.

TABLA 3

TECNOLOGIAS DE AHORRO ENERGETICO Y DE SUSTITUCION DEL PETROLEO APLICADAS EN LA INDUSTRIA

TECNOLOGIAS	SITUACION EN CANADA *
Aislamiento (edificios, tuberías, equipos industri les, depósitos para almacenamiento)	- algunos progresos (P,S)
Recuperación del calor residual - intercambio de calor, valorización	- algunos progresos (P,S)
Control de procesos	- algunos progresos (P,S)
Recuperación y utilización de los residuos de combustible	- algunos progresos (P,S)
Alumbrado de elevado rendimiento (elementos fluorescentes de alto rendimiento, sodio de alta y baja presión, etc.)	- algunos progresos (P,S)
Motores eléctricos de elevado rendimiento	- adelantos limitados (P,S)
Almacenamiento térmico - Frecuentemente asociado con la recuperación de calor residual	- uso restringido (P,S,LTP)
Bombas de calor - Frencuentemente asociadas con la recuperación de calor residual	- su utilización está en sus comienzos (P,S,LTP)
Combustión de alto rendimiento	- utilización cada vez mayor (P,S)

* Además de proceder de la aplicación de estas tecnologías, los ahorros energéticos de la industria se deben por ejemplo a métodos de mantenimiento perfeccionados (para colectores de vapor, sistemas de distribución de agua caliente), mayores ritmos de producción, y porcentajes de residuos reducidos.

Procedimientos de bajo consumo energético	- utilización cada vez mayor (P,S,LTP)
Producción combinada de vapor y energía eléctrica	- se han creado pocas instalaciones nuevas en los últimos 10 años (P,S,LTP)
Consumo de petróleo	- en disminución (P,S)
Utilización de la biomasa	- progresos considerables en los sectores de la pulpa, el papel y los productos forestales (P,S,LTP)
Consumo de gas natural	- en aumento (P,S)
Consumo de electricidad	- en aumento (P,S)

TABLA 4

TECNOLOGIAS DE AHORRO ENERGETICO Y DE SUSTITUCION DEL PETROLEO EN LOS TRANSPORTES

TECNOLOGIAS	SITUACION EN CANADA *
Automóviles y camiones *	
Mejor rendimiento de los motores (diesel, carga estratificada, etc.)	- algunos progresos (P,S,LTP)
Sistemas de enfriamiento perfeccionados	- pocos adelantos (P,S)
Transmisión mejorada	- pocos adelantos (P,S,LTP)
Mejor lubricación	- algunos progresos (P,S)
Reducción del peso	- uso cada vez más frecuente de materiales con una relación potencia/peso más elevada (P,S,LTP)
Llantas radiales	- uso muy difundido (P)
Aerodinámica más avanzada	- está progresando en forma considerable (P,S)
Consumo de petróleo	- en disminución (P,S)
Consumo de propano	- en aumento (P)
Utilización de productos derivados del gas natural	- en sus comienzos (P,S)
Utilización de alcoholes	- casi nula (P,S,LTP)
Vehículos eléctricos	- todavía en la etapa de investigación, desarrollo y demostración (LTP)
Otros medios de transporte	
Mejoramiento del tránsito urbano	- algunos progresos en la disponibilidad y la planificación (LTP)
Aviones con mayor rendimiento energético (por ejemplo, mejores motores, controles, aerodinámica)	- están progresando en forma considerable actualmente (P,S,LTP)
Mejoramiento de los ferrocarriles (por ejemplo, LRC, vías férreas, controles)	- algunos progresos (P,S,LTP)

* Además de las mejoras tecnológicas, una mayor proporción de automóviles pequeños contribuye a reducir el consumo de energía para el transporte en Canadá.

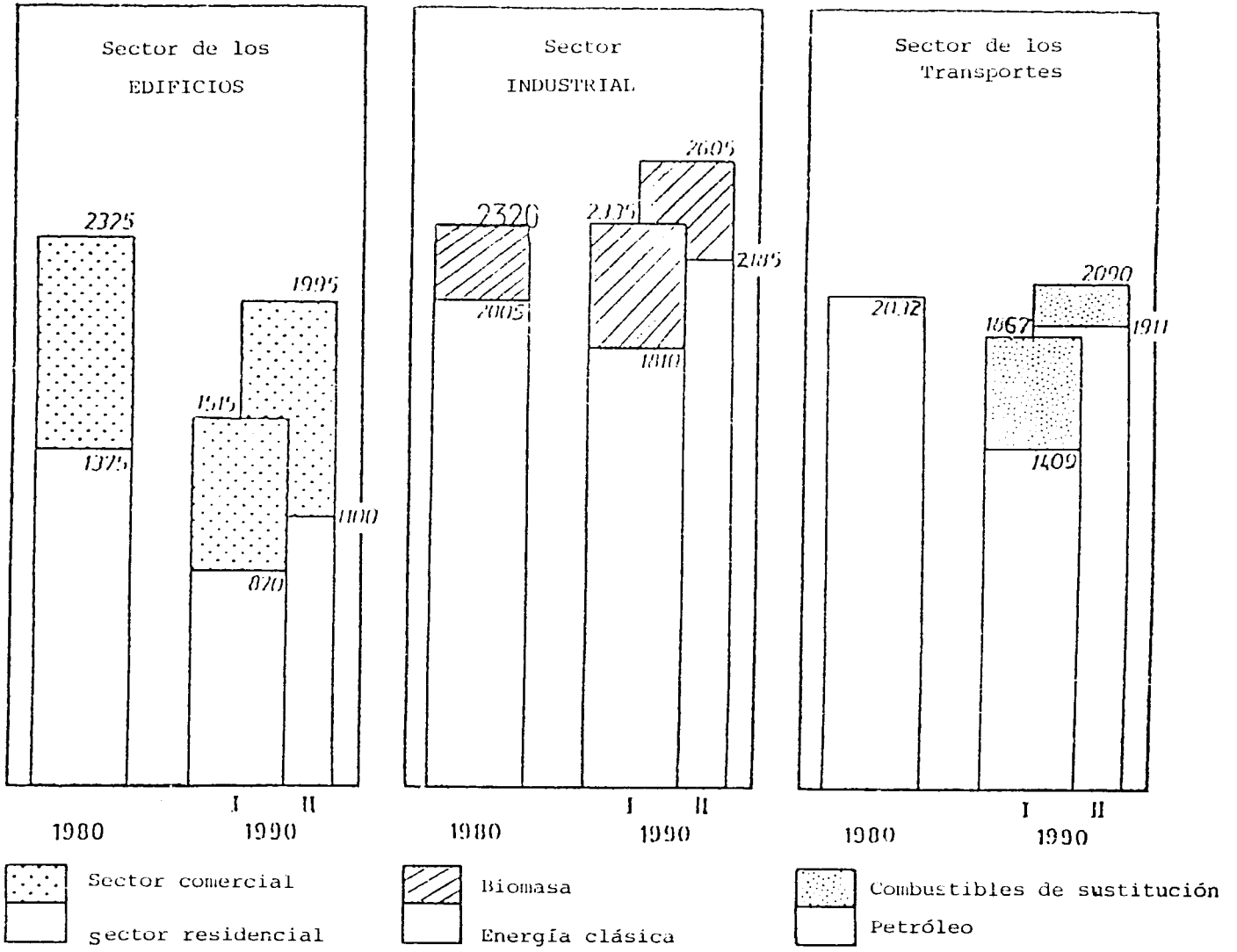
CONSUMO DE ENERGIA POR SECTOR EN CANADA

1980-1990

(PETAJOULES)

I : POLITICA DINAMICA Y EFICIENTE CON RELACION AL COSTO PARA EL AHORRO DE ENERGIA Y LA SUSTITUCION DEL PETROLEO

II : PREVISIONES CORRESPONDIENTES A LOS PROGRAMAS ACTUALES Y PROYECCIONES DE PRECIOS.



José Ramón Acosta
Consejo Nacional de Hombres de Empresa, Inc.
Republica Dominica

LA CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA Y LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

I. INTRODUCCION

El consumo global de petróleo, gas natural y carbón en el sector industrial se ha estimado en el 76 % del consumo mundial de estos recursos. El consumo de electricidad y otros energéticos es también significativo. Esta realidad y el hecho de que la energía es un bien escaso y costoso, justifica cualquier esfuerzo para mejorar la eficiencia del uso de los energéticos en el sector industrial, ya que la inversión de capital para ahorrar o conservar una unidad de energía, es menor que la requerida para producir una nueva unidad.

El interés por ahorrar y conservar una unidad de energía en el sector industrial está directamente relacionado con las economías que pueden lograrse, por lo que las políticas de conservación de energía estarán íntimamente vinculadas a las políticas de precios e incentivos.

Deberá,por tanto, asignarse alta prioridad a las políticas que promuevan el ahorro y la conservación de energía en la industria.

Los esfuerzos de adaptación, desarrollo y transferencia de tecnología para racionalizar el consumo energético, dependen no sólo de los precios internacionales de la energía sino también de la estructura interna de precios de los países.

Para fomentar esta adaptación, desarrollo y transferencia tecnológi-

ca para mejorar la eficiencia en el consumo energético del sector industrial, debe tenerse en cuenta el papel de la conservación en este sector, las políticas de precios e incentivos, y revisar los criterios relacionados con los mecanismos de transferencia de tecnología.

II. PAPEL DE LA CONSERVACION DE ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

En la última década, el sector industrial, que se desarrolló en una época de energía abundante y barata, ha sido penalizado por los altos precios de los energéticos y la falta de estabilidad en la oferta de combustibles.

Durante este período, la tasa de crecimiento del consumo de energía en los países desarrollados disminuyó de un 7,5 %, que registró en la década anterior, a menos del 1 %. Esto fue resultado, tanto de la recesión económica como de los esfuerzos en ahorro y conservación.

Por otra parte, los países en vías de desarrollo, que requieren altas tasas de crecimiento para superar sus actuales niveles de vida, han visto disminuida su tasa de crecimiento en el consumo energético de un 8,5 % a un 6,5 % en este período, debido principalmente al alza de los precios de los combustibles y a la recesión mundial.

En general, por el alto nivel de consumo del sector industrial, una política de ahorro y conservación de energía podría contribuir de manera positiva al proceso de recuperación económica mundial.

Esta política requerirá, en el corto plazo, un proceso de transferencia y adaptación de tecnología y, a medio y largo plazo,

el desarrollo de tecnologías más eficientes en el uso de los energéticos.

La instrumentación de programas de conservación de energía en el sector industrial contempla, como objetivo fundamental, disminuir la relación energía/producto. Otros beneficios colaterales son la reducción del capital de trabajo y el aumento en el margen de utilidades.

Para alcanzar estos objetivos conviene, entre otras cosas :

- Disponer de estructuras institucionales para apoyar y promover estas actividades, y de estadísticas confiables sobre niveles de consumo de energía y producción industrial.
- Incentivos fiscales y recursos económicos para financiar inversiones.
- Programas regionales de colaboración apoyados por organismos internacionales.
- Unificar los criterios y metodologías para realizar auditorías energéticas de las industrias.

Los proyectos aislados de conservación de energía, aún cuando benefician a determinados sectores de la sociedad, no tienen el mismo impacto que los proyectos que se desarrollan dentro de programas de alcances nacionales y/o regionales que, por su naturaleza, afectarían los niveles globales de consumo de energía y, por tanto, deberían ser tomados en cuenta al estimar proyecciones de consumo nacionales y regionales para preparar planes de desarrollo energético.

III. POLITICA DE PRECIOS DE LA ENERGIA

El impacto de las políticas de precios de la energía en los países latinoamericanos no ha sido analizado con suficiente profundidad,

porque no se dispone de las herramientas básicas de análisis. Las metodologías están aún en proceso de elaboración. Los estudios que se han realizado sobre este aspecto de la problemática energética han enfocado solamente los elementos cuantitativos, sin tomar en consideración los cualitativos.

La falta de una metodología que reúna ambos elementos, se debe fundamentalmente a que los países basaron su desarrollo económico y social en la utilización de recursos energéticos baratos y abundantes, los que se utilizaron para sustituir otros factores de producción. La abundancia relativa de energía, y su uso poco eficiente, no favoreció la elaboración de métodos que permitieran analizar con objetividad las repercusiones de los cambios en los precios de los combustibles en las economías de los países.

Hasta ahora se han seguido métodos de análisis que responden básicamente a situaciones coyunturales y de orden político, que han determinado estructuras internas de precios de la energía que muchas veces contribuyen a distorsionar el mercado de los combustibles. Estos métodos no han permitido evaluar sistemáticamente las fuerzas que actúan en cada una de las variables económicas.

No significa esto, sin embargo, que deban desarrollarse metodologías sofisticadas, de difícil manejo y costos elevados. Sería conveniente, en cambio, desarrollar metodologías que permitan medir con un mínimo de error el impacto de los cambios en el precio de los energéticos, tanto en el aspecto externo como interno, de manera que pueda desarrollarse una política energética acorde con los requerimientos del desarrollo económico y social de los pueblos. Los métodos que se elijan deben interrelacionar los sistemas socioeconómicos y energéticos.

La falta de una adecuada política de precios de los energéticos contribuye a que los países en vías de desarrollo, tanto los exportadores como los importadores netos de energía, hagan uso ineficiente de los mismos. Algunos países exportadores mantienen precios internos muy por debajo de los precios internacionales, lo que provoca que haya poca disposición de cambiar los actuales patrones de consumo energético. Esto puede traer como consecuencia, en el futuro, que el nivel de eficiencia en el uso de la energía en estos países resulte menor al de otros países con niveles de desarrollo similares.

La decisión de ahorrar y conservar energía, sobre todo el el sector industrial, para mantener márgenes apreciables de beneficios, es el resultado de la política de precios internos de la energía. Por tanto, los esfuerzos en adaptación, desarrollo y transferencia de tecnologías para racionalizar el consumo de energía en el sector industrial, dependerán también de la política de precios.

IV. POLITICA DE INCENTIVOS PARA LA CONSERVACION DE ENERGIA

El sector industrial de los países latinoamericanos se basa en un modelo tecnológico intensivo en energía y capital, en ocasiones fuera del contexto de la realidad socioeconómica y cultural del medio. Este modelo se presenta además como poco viable en el futuro inmediato, por las fuertes restricciones financieras que habrán de soportar estos países.

Por estas razones se debe contemplar, dentro de las medidas de políticas económicas y energéticas, que la inversión para conservación y ahorro de energía en la industria esté acompañada de incentivos que la hagan más atractiva que otras inversiones alternativas que pudieran competir por los recursos financieros disponibles. Algunas inversiones alternativas cuentan con incentivos

que van desde la exoneración parcial o total de los impuestos aduanales, hasta la exoneración del impuesto sobre la renta en los márgenes de beneficios.

La política de incentivos debe contribuir a que los países en vías de desarrollo adopten modelos energéticos que permitan el uso de tecnologías más accesibles, de menores requerimientos de capital y recursos financieros externos, así como un mejor uso de mano de obra, que es el factor de producción más abundante en los países de menores niveles de desarrollo. Asimismo, la política de incentivos debe favorecer también el aprovechamiento de los recursos energéticos locales, tales como la energía del viento, del sol, de la biomasa y la hidroenergía.

En fin, deben crearse incentivos para promover todas aquellas acciones que tiendan a conservar y ahorrar energía en el sector industrial y a usar tecnologías apropiadas.

Entre los mecanismos de incentivos que pudieran ser utilizados están los siguientes :

- Programas de financiamiento para auditorías energéticas en las industrias.
- Programas de financiamiento para la reposición y adquisición de maquinarias y equipos de mayor eficiencia.
- Capacitación de recursos humanos en conservación y ahorro de energía.
- Facilidades de recursos financieros para el desarrollo de tecnologías apropiadas y eficientes en el uso de la energía.
- Eliminación parcial o total de los impuestos aduanales para la importación de bienes de capital orientados a la producción local de maquinarias y equipos para el desarrollo de la industria energética.

V. LA TRANSFERENCIA, DESARROLLO Y ADAPTACION DE TECNOLOGIA PARA CONSERVACION DE ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

El desarrollo tecnológico no se encuentra distribuido uniformemente en el mundo, sino que está concentrado principalmente en los países industrializados. La acumulación del desarrollo tecnológico no es sólo el resultado de un conjunto de factores y de circunstancias históricas, geográficas y culturales, sino que es también fruto del esfuerzo y sacrificio de los pueblos y sus dirigentes.

Lamentablemente, los resultados de muchas investigaciones hechas en países avanzados no son aplicables directamente a países en vías de desarrollo, en razón de que responden fundamentalmente a las necesidades de los primeros.

Se estima que apenas el 2 % de los esfuerzos de investigación y desarrollo en el mundo es dedicado a investigaciones tecnológicas para los países subdesarrollados, en tanto que el 98 % se dirige a resolver problemas de los países desarrollados.

Los países en vías de desarrollo tienen la necesidad de importar tecnología, como una condición para lograr crecimiento económico. Para los de mayor desarrollo relativo, la investigación científica y tecnológica básica será en el largo plazo el único camino para asegurar la creación de una tecnología acorde con sus necesidades.

A pesar de la gran necesidad que tienen los países en vías de desarrollo de transferir tecnología, es de particular importancia que se modifiquen, en algunas partes, los actuales mecanismos de transferencia, de manera que se optimice este proceso.

No se trata simplemente de recurrir a la asistencia técnica inter-

nacional por el hecho de que la misma se ofrece acompañada de financiamiento, sino que es necesario precisar qué se espera recibir de dicha asistencia y en qué medida la misma puede contribuir al desarrollo social, económico y tecnológico.

Tanto los países desarrollados como los países en vías de desarrollo deberán regular el flujo de tecnología, ya que los mecanismos de transferencia sin restricciones han traído como consecuencia mayores costos de capital y han limitado en muchos casos la habilidad de los países para generar decisiones tecnológicas cónsonas con sus necesidades.

Otras barreras que contribuyen también a retardar el proceso de desarrollo y adaptación de tecnología son las siguientes :

1. Escasez de recursos humanos, técnicos y administrativos especializados para desarrollar y adaptar tecnologías.

2. Insuficiente coordinación e integración interinstitucional.

3. Pocos vínculos entre la estructura institucional y el sector industrial.

4. Factores políticos y ausencia de incentivos económicos.

5. Diferencias socioculturales.

6. Falta de incentivos y estímulos para las nuevas tecnologías de ahorro y conservación.

7. Falta de políticas adecuadas a la realidad de estos países.

Todas estas dificultades sugieren la necesidad de aumentar el intercambio tecnológico y de información entre los países, con el

fin de vencer estas y otras barreras que hasta el momento han evitado el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos.

Entre las medidas que pueden implementarse para contrarrestar los efectos negativos de las dificultades antes señaladas, se encuentran las siguientes :

1. Que los países receptores de tecnología dispongan de una infraestructura institucional y de recursos humanos calificados, para seleccionar las tecnologías que mejor se adapten a sus condiciones.

2. Evitar la transferencia de los paquetes tecnológicos, ya que este procedimiento de transferencia crea dependencia permanente.

3. Mejorar los sistemas de información a nivel nacional e internacional.

4. Transferir tecnología sólo cuando la misma tienda a satisfacer las necesidades básicas de desarrollo tecnológico, político y social de los países, y medir el éxito no sólo en términos de beneficios económicos limitados, sino también de desarrollo social.

5. Tomar en cuenta las costumbres sociales y culturales prevalecientes en los países receptores.

La interrelación existente entre los criterios citados determina que cualquier limitación en la aplicación de éstos puede retardar y hasta impedir el proceso para desarrollar y adaptar tecnologías.

Teniendo en cuenta la importante contribución que pueden ofrecer los programas de ahorro y conservación de energía en la industria a la recuperación de muchas economías, los organismos internacio-

nales deben dedicar recursos para mejorar los mecanismos tradicionales de desarrollo y de transferencia tecnológica.

ESQUEMA DE DEMOSTRACION ENERGETICA
DE LA COMUNIDAD EUROPEA

Ubaldo Zito
Jefe de la División de Conservación de
Energía de la Comisión de la CE

EL ESQUEMA DE DEMOSTRACION ENERGETICA DE LA COMUNIDAD EUROPEA

1. El esquema de Demostración Energética de la Comunidad Europea se concibe dentro del contexto de la Estrategia Energética de la Comunidad, para la cual los 2 pilares principales son :

   - el utilizar la energía de manera eficiente y
   - el reducir nuestra dependencia del petróleo a través de su sustitución por otros combustibles.

2. Se debe tener en cuenta cómo la Comunidad utiliza la energía. Los 3 sectores de mayor consumo energético son :

   - la construcción 35%
   - la industria 35% y
   - el transporte 25%.

La Comunidad ya ha reducido su dependencia del petróleo pasando de un 66% en el año 1973 a un 50% en 1982.

3. La experiencia ha mostrado que no es suficiente seguir un activo programa de investigación y desarrollo en el campo de la energía para lograr las innovaciones tecnológicas necesarias y alcanzar las metas de nuestra Estrategia Energética. Muchos hallazgos positivos de la investigación, patentes y conocimientos permanecen sin explotar porque no están adaptados aún para ello.

   Existen dos razones principales para esto:

   - las circunstancias económicas actualmente deprimidas;
   - los altos riesgos que inevitablemente acompañan los primeros intentos comerciales de innovación tecnológica.

4. En el transcurso de los tres últimos años, la Comunidad ha estado operando un esquema de apoyo financiero para proyectos de demostración energética. Tales proyectos vinculan la etapa de investigación y desarrollo, a veces probada a nivel de planta piloto, con la etapa posterior de inversión. Difiere de las etapas de investigación y desarrollo y de proyectos pilotos en cuanto a la escala industrial de los proyectos, y a sus perspectivas de viabilidad económica, así como difiere de la etapa normal de inversiones, ya que los riesgos inherentes, son todavía considerados por los empresarios como demasiado altos.

5. La idea es que una parte sustancial (a veces hasta el 49%) del riesgo financiero de un Proyecto novedoso de Demostración Energética de la Comunidad tiene que ser asumido por la Comunidad. Tal proyecto debe tener verdaderas perspectivas de uso comercial y tiene que ser capaz de alentar otras instalaciones del mismo tipo en la Comunidad.

6. El sistema funciona de la siguiente manera : Se reciben propuestas de proyectos como respuesta a un llamado publicado pidiendo licitantes. Entonces son examinados y con la ayuda de un Comité Consultativo integrado por expertos de los Estados Miembros, la Comisión escoge un número de las mejores propuestas. Los licitantes aprobados suscriben un contrato con la Comisión para llevar a cabo un programa definido de trabajo y proporcionando un informe final completo apropiado para su publicación. Las responsabilidades finales y los derechos respectivos de las partes del contrato son definidos y en el caso de éxito, existen disposiciones para el reembolso del apoyo financiero de la Comunidad durante un periodo determinado. El reembolso, por lo tanto, es un índice de éxito. Si el proyecto fracasa, no se requiere de ningún reembolso.

7. Sin embargo, es importante dar a conocer no solamente los éxitos sino también los resultados de proyectos que no logran sus objetivos, junto con las razones, para así evitar trabajo no fructífero. La diseminación de los resultados, tanto los posititvos como los negativos, es esencial y la Comisión está utilizando una variedad de medios tendientes a este fin.

- Boletines
- Simposios
- Artículos en publicaciones periódicas y
- un Servicio Informativo, con la sistencia de una computadora.

8. Los campos técnicos comprendidos por este Programa de Demostración de la Comunidad hasta ahora han incluido :
- ahorro
- fuentes alternas,
- energía solar incluyendo la biomasa,
- energía geotérmina,
- gasificación y liquefacción del carbón mineral,

con un alcance financiero de un poco más de 200 mil ECU's.

9. Aunque la mayoría de los proyectos tienen una duración de 3 años o más y el esquema solamente lleva tres años de operaciones, recientemente hemos realizado (con la ayuda de expertos independientes) y publicado una evaluación extensa de los avances logrados. Se ha hecho más de 1.400 propuestas de proyectos a la Comisión representando una inversión total de unos 400 mil ECU's*. Hasta el momento, unos 330 proyectos han sido seleccionados y se estima que el apoyo de 200 mil ECU's concedidos ha estimulado la inversión de unos 900 mil ECU's, sin contar los efectos multiplicadores consecuentes de la demostración positiva. Entre las buenas perspectivas seleccionadas hasta ahora, existen 27 en el sector industrial (Ver el informe completo en el Anexo A).

Respecto a la investigación y desarrollo, la Comunidad ha estado operando desde 1975, un programa de apoyo financiero, principalmente en el campo del ahorro energético. Con todo, el presupuesto de la Comunidad ha estado involucrado en el apoyo de unos 270 proyectos de investigación y desarrollo, algunos de los cuales ya están por aplicarse.

ANALISIS Y ASESORIA EN EL CAMPO DE ENERGIA

1. Otra área de actividad a nivel de la Comunidad, relacionada estrechamente con los puntos anteriores: la provisión de análisis y asesoría.

Estamos trabajando en una serie de áuditos energéticos, para examinar el consumo energético de industrias seleccionas, a nivel europeo.

La idea es, primero, diseñar una lista de medidas que ya están siendo instrumentadas en alguna parte dentro de una determinada industria y que podría tener un uso más amplio, y segundo, identificar nuevas medidas que permitan un mayor ahorro de energía.

*ECU, Unidad de Cuenta Europea, que actualmente equivale a un US$.

Los tres primeros áuditos serán publicados en este año, referentes a la industria siderúrgica, la de aluminio y la de celulosa y papel. Ya existen trabajos sobre la industria de la química y del vidrio. (Ver el resumen sobre el áudito energético para la industria del aluminio en el Anexo B).

La Comisión también está apoyando la operación de Buses Energéticos. ¿Me pregunto cuántos de ustedes habrán oido hablar de ellos?
El bus energético es idea pionera de los canadienses y ya está en operación en todas las provincias del Canadá.

Es un vehículo equipado con todo tipo de dispositivos computarizados.

A la solicitud de una empresa determirada, puede aparecer en el sitic y al analizar varios datos, produce muy rápidamente un balance energetico completo e indica las medidas que pueden tomarse para reducir el consumo.

Actualmente existen 10 de estos buses operando en cuatro de los Estados Miembros de la Comunidad (Bélgica, Países Bajos, Italia y Alemania), Irlanda también está asociada con el programa.

Espero que esta breve síntesis les haya dado una impresión a grandes rasgos de nuestro programas e instrumentos para un uso más racional de la energía.

Si están interesados en algún proyecto en particular o boletín, por favor, pónganse en contacto con nosotros. Me complace ofrecer mi colaboración para ayudarles en cuanto sea posible.

Desafortunadamente, mañana no estaré aquí con ustedes para la sesión de clausura, de manera que quisiera expresarles ahora lo grato que ha sido para mí compartir con ustedes algunas de nuestras experiencias europeas.

Un seminario como este -- un feliz complemento a la reunión de Cartagena-- representa un instrumento válido y fiel para implementar una cooperación energética más profunda entre Europa y América Latina.

Para el futuro y a la luz de nuestros resultados aquí en esta semana, la Comisión de las Comunidades Europeas mirán adelante al considerar el establecimiento de un vínculo permanente de cooperación con la OLADE para tener un intercambio contínuo de información sobre materia energética de mutuo interés.

Por mi parte, les aseguro, que recomendaré que tal cooperación, tan importante, pueda materializarse rápidamente.

APENDICE A

A.1. INDUSTRIA

A.1.1. Introducción

La industria es, "por excelencia", el gran sector consumidor de energía. Dejando de lado el contenido energético de las materias primas, el consumo de energía de este sector fue, en 1980, de 227 millones de tep, lo que equivale al 35 % del consumo final de energía de la Comunidad.

Las posibilidades de hacer un uso más racional de esta energía son numerosas y varían ampliamente según los sectores industriales. Sin embargo, se pueden identificar dos categorías principales :

- medidas "horizontales" : que incluyen mejorar la calefacción de los edificios, optimizar la eficiencia de las calderas industriales, utilizar equipos más eficientes (a saber, bombas, motores eléctricos, intercambiadores de calor, etc.). El programa de demostración correspondiente a estas medidas abarca varios sectores;

- medidas "verticales" : estas medidas atañen principalmente a las mejoras de los procesos de fabricación (utilizando técnicas para regular y controlar los flujos energéticos, empleo de calor en cascada) y la recuperación del calor, hasta ahora perdido, para la cogeneración de vapor y electricidad y/o la calefacción urbana.

El potencial de ahorro energético del sector industrial puede evaluarse en unos 50-60 millones de tep, es decir, un 20-25 % del consumo de 1980.

A.1.2. Sectores industriales específicos y acción de la Comunidad

a) Siderurgia y metalurgia

I. Introducción

La industria siderúrgica es el mayor consumidor de energía. En 1980, su consumo representó el 8 % del consumo de energía primaria de la Comunidad.

Existen grandes posibilidades de recuperar energía en esta industria, no sólo porque la eficiencia de las plantas integradas modernas es baja (50-60 %) sino también porque la producción de acero genera considerables flujos energéticos, básicamente en forma de calor. En vista de las altas temperaturas de los procesos, estos flujos caloríficos poseen propiedades termodinámicas apreciables que no sólo permiten el reciclado del calor sino también su utilización para generar energía electromecánica.

Dado el costo, generalmente elevado, de las plantas de recuperación de calor, no parecía valer la pena tomarlas en cuenta - ni siquiera en el caso de los sistemas más prometedores - cuando la energía era barata. Además, los fabricantes de acero tenían una reticencia muy comprensible ante la idea de complicar aún más el funcionamiento general de la producción que ya era muy complejo y costoso.

Hoy en día, la situación es totalmente diferente y el ahorro potencial que representan algunos métodos de recuperación de energía comienza a persuadir a los industriales del acero de introducir las técnicas más prometedoras, aún cuando esto implique una ligera disminución de la fiabilidad del aparato de

producción, que es inevitable cada vez que se agregan componentes auxiliares al sistema principal.

Existen actualmente 15 principales opciones de ahorro de energía para las acerías (cuando la opción está seguida de un signo + está relacionada específicamente con fábricas de acero de ciclo integrado, cuando la sigue un signo ++ concierne a hornos que utilizan residuos) :

- racionalización del uso de energía durante la operación de soplado (+);
- recuperación de calor de los hornos con viento caliente (+);
- recuperación de energía del gas de alto horno mediante una turbina (+);
- recuperación directa o indirecta de calor de los productos de combustión en los convertidores durante el soplado (+);
- recuperación de calor de los cuerpos (de hornos y convertidores) y de las instalaciones de tratamiento del acero;
- mejora del funcionamiento de hornos eléctricos (++);
- recuperación de calor de los productos de combustión en hornos eléctricos(++);
- precalentamiento de residuos(++);
- recuperación de calor durante el calentamiento de los materiales refractarios utilizados en las cucharas de colada y otros recipientes;
- conservación del calor de los productos semiacabados (lingotes, desbastes, palanquillas, etc.);
- aplicación de tratamiento en caliente a productos semiacabados (por ejemplo, vara de alambre) después del laminado;
- aplicación de métodos no convencionales de tratamiento térmico;
- regulación de la fuerza de laminación;
- racionalización de los servicios auxiliares para ahorrar energía (plantas térmicas, eléctricas y de soplado ; producción de oxígeno, instalaciones de suministro y almacena-

miento; coquizadoras, etc.);
- programación automática o semiautomática de las operaciones de producción y mantenimiento.

Las opciones arriba mencionadas pueden conducir a resultados prácticos si se utiliza la gama -a menudo muy variada- de alternativas técnicas disponibles. Las posibilidades de acción son, por consiguiente, muy amplias. A corto y medio plazo, se puede estimar el ahorro de energía en un 10 o un 15 % del consumo actual de la misma, es decir 7-10 millones de tep por año.

II. Acción de la Comunidad

Se han firmado, o están a punto de serlo, los contratos relativos a nueve proyectos, siete de los cuales fueron propuestos por compañías siderúrgicas, uno por un instituto de investigación y otro por una firma de ingeniería mecánica.

Estos proyectos representan una inversión total de aproximadamente 26 millones de ECU y un respaldo financiero global de 7.200.000 ECU.

Seis de los nueve proyectos tocan campos de interés general para todos los fabricantes de acero, a saber :
- recuperación de calor de los hornos con viento caliente;
- instalación de turbinas para extraer la energía mecánica del aire caliente presurizado en la boca del alto horno;
- recuperación de calor de los gases de convertidores de residuos;
- precalentamiento de la carga de residuos de los hornos eléctricos utilizando los productos de combustión de los mismos.

Proyectos similares -todos muy interesantes- se están realizan-

do o planificando también en numerosas compañías siderúrgicas europeas.

Los ámbitos que los tres otros proyectos abarcan son más específicos.

El primero está destinado a aumentar la potencia de los hornos eléctricos y lograr ahorro energético efectuando las modificaciones adecuadas. Los otros dos proyectos, dirigidos por firmas que no se relacionan con la industria siderúrgica, son interesantes para la industria metalúrgica en su conjunto y atañen al tratamiento térmico de aceros por métodos no convencionales (lecho fluidizado o calor recuperado). Seis de los proyectos tienen como propósito optimizar la eficiencia de los procesos industriales; el objetivo de los tres otros (EE/246/81, EE/074/80, EE/270/80) es recuperar gas combustible y/o generar electricidad.

La fase de investigación y desarrollo del proyecto EE/074/80 fue financiada en parte con fondos del gobierno central por la Agencia para el Ahorro de Energía.

III. Conclusiones

Con respecto a los nueve proyectos, la situación es la siguiente :

- tres se encuentran aún en la etapa inicial y es demasiado temprano para hacer una evaluación;
- cinco están progresando. No se plantearon mayores problemas para su ejecución y, por lo menos en cuanto a tres casos, es probable que se logre el ahorro de energía previsto;
- sólo un proyecto ha llegado a su término (EE/251/79) y los resultados obtenidos son mucho mejores de los que se esperaban : el ahorro de energía logrado representa el

doble del nivel previsto.

El ahorro energético logrado gracias a la puesta en práctica de estos nueve proyectos alcanza aproximadamente 147.000 tep por año.

b) Metales no ferrosos

I. Introducción

En términos de consumo de energía, este sector incluye principalmente el aluminio, el cobre, el cinc y el plomo. El consumo del sector de los metales no ferrosos representa casi el 9 % del consumo final de energía de la industria.

Se puede subdividir la utilización de energía de este sector en dos secciones distintas:

(1) Producción de metal primario a partir de materias primas. Este procedimiento se aplica esencialmente en la industria del aluminio y del cinc y, en menor medida,en la del plomo; prácticamente toda la producción europea de cobre se deriva de residuos y de cobre refinado importado.

(2) Fundición, colado, laminación, extrusión de metales para transformarlos en productos acabados.

En la industria del aluminio, el consumo total de energía es de aproximadamente 12 Mtep/año y, por ejemplo, el 70 % de la demanda de energía (eléctrica principalmente) se consume para la fundición primaria mientras que la demanda de energía específica para las operaciones subsiguientes es de 30 a 50 GJ/tonelada.

La tendencia a la conservación de energía en la fundición prima-

ria sigue los lineamientos de mejora de los hornos mediante modificaciones menores del diseño, controlando las temperaturas de los electrolitos, empleando aditivos, readaptando los campos magnéticos, etc. Los hornos de fusión de diseño moderno consumen 16.000 kWh/ tonelada, mientras que los de diseño más antiguo consumen 20.000 kWh/tonelada.

La principal actividad destinada a ahorrar energía en los procesos secundarios radica en la conversión de las operaciones de tipo discontínuo a fundición y procesamiento contínuo. Es posible demostrar que se pueden realizar reducciones considerables de la demanda de energía y obtener productos de mejor calidad si se disminuyen las pérdidas que resultan de paradas. También despiertan interés los diseños de hornos de precalentamiento para reducir las pérdidas de metal debidas a excesiva oxidación.

II. Acción de la Comunidad

En el sector de los metales no ferrosos se han firmado tres proyectos de demostración relativos a la fusión o fundición de aluminio, cobre o aleaciones no ferrosas.

Dos proyectos han sido originados por el mismo centro de investigación (el "Electricity Council Research Centre"), un proyecto fue objeto de una licitación en 1979 y el otro surgió de la tercera licitación en 1981. Ambos son la continuación del trabajo de investigación y desarrollo realizado por dicho centro, y sus aplicaciones a nivel de demostración se hacen en empresas industriales. Como las inversiones involucradas son limitadas, la CEE proporciona un apoyo financiero del 40 % para cada uno de dichos proyectos. El tercer proyecto es un esfuerzo conjunto de compañías belgas y alemanas que han mancomunado sus actividades

de investigación y desarrollo y decidido invertir en un amplio proyecto de demostración a nivel industrial, con un respaldo financiero de la Comunidad del 30 %. Sólo para este proyecto, el ahorro de energía previsto es de 5.000 tep/año.

El apoyo financiero de la CEE a estos proyectos representa aproximadamente 2,1 millones de ECU,siendo la inversión total de 6,76 millones de ECU.

c) Cemento y materiales de construcción (ladrillos, cal)

I. Introducción

Como sus procesos requieren altas temperaturas, las industrias del cemento, la cal y los ladrillos de construcción son necesariamente grandes consumidoras de energía. Las materias primas utilizadas en estas industrias son baratas y el mayor costo de producción radica en la energía empleada en los procesos de alta temperatura. Por consiguiente, cualquier ahorro de energía se traduce por un significativo ahorro de costo.

(a) Cemento y cal.

Ambos procesos de producción incluyen la calcinación a temperaturas de hasta 1400°C. En la fabricación de clínker de cemento, esta operación se realiza en hornos rotatorios. La cal se fabrica en hornos rotatorios o en retortas verticales según la calidad de cal que se necesite y el ritmo de producción. En las grandes instalaciones, los principales combustibles empleados son carbón pulverizado o fuel oil pesado; las unidades más pequeñas que producen cal de alta calidad consumen combustibles de primera calidad, tales como gas natural o fuel oil destilado.

En la fabricación de cemento casi el 90 % (6,5 GJ/tonelada de cemento) de la energía empleada para producir el producto final se consume en hornos para obtener el clínker de cemento. No es sorprendente, pues, ver que se presta gran atención a la mejora del diseño y funcionamiento de estos hornos mediante una cocción más eficiente, recuperación del calor liberado y mejora del material refractario de aislamiento. En un sector industrial que consume tanta energía, una pequeña mejora del funcionamiento de los hornos representa un significativo ahorro de energía primaria.

En la fabricación de cemento se está tratando de poner en práctica sistemáticamente las siguientes medidas de conservación de energía :

1) reconversiones de proceso por vía húmeda a proceso por vía seca;
2) utilización del calor residual (mejor enfriamiento del clínker);
3) desarrollo de los materiales refractarios de aislamiento;
4) cementos mixtos (p.f.a. y escoria de alto horno);
5) desarrollo de agentes de humidificación de lodos;
6) cambios de especificación (mezcla de yeso);
7) mejora de las técnicas de pulverización y utilización de dispositivos auxiliares de molienda;
8) fijación del alcalí en el polvo del horno;
9) empleo de combustibles derivados de residuos.

Las posibilidades de ahorro de energía gracias a las medidas arriba mencionadas son del orden del 40 %. En la fabricación de cal, el potencial de conservación energética es más variable porque la gama de equipos utilizados es más amplia.

Los principales aspectos que se están investigando son:

1) desarrollo de sistemas de combustión;

2) utilización del calor residual;
3) desarrollo de materiales refractarios de aislamiento;
4) substitución de combustibles (empleo de gasificadores de carbón, etc.).

Las posibilidades de ahorro energético son del orden del 30 %.

(b) Fabricación de ladrillos para la construcción.

La fabricación de ladrillos y otros productos de arcilla cocida incluye la preparación de materiales, secado a baja temperatura (aproximadamente 120° C) y cocción final a 800-1.000° C.

Si se emplea el aire caliente del horno de cocción en el secadero, un 80/90 % (1,8/2,0 GJ/tonelada de ladrillos) del total de la energía primaria consumida para producir ladrillos se puede utilizar en el horno. Los principales campos interesantes desde el punto de vista de la conservación de energía incluyen el uso de residuos carbonosos como aditivo para algunas arcillas antes de la cocción, la recuperación del calor del horno y el perfeccionamiento de las instalaciones de cocción.

El área que mayor conservación de energía permite es la cocción final, que generalmente se lleva a cabo en hornos de túnel.

Los principales aspectos que se están investigando son:
1) recuperación del calor de los gases de escape de los hornos contínuos;
2) agregado de residuos carbonosos a la materia prima antes de su cocción.

Las posibilidades de ahorro energético son del orden del 30 %.

II. Acción de la Comunidad

En este sector, se han firmado tres proyectos, uno relativo a la industria de ladrillos, en la cual se puede prever un ahorro de energía de hasta un 60 % mediante la utilización de carbón pulverizado. Normalmente, la substitución de fuel oil por carbón resulta desventajosa en términos de consumo de energía primaria. En este caso, utilizando la última tecnología de combustión de carbón, es posible abandonar el fuel oil pesado y, aún así, lograr considerables ahorros de energía. El potencial de repercusión es amplio y varias partes interesadas ya han visitado el sitio en donde se desarrolla el proyecto de demostración.

El segundo proyecto, relativo a la industria de la cal, se refiere a un horno vertical. Por las exigencias de calidad del producto acabado, muchos hornos de cal consumen gas natural. Se realizará la demostración de un nuevo quemador con corona anular en un horno vertical existente. Si ésta resulta exitosa, el potencial de repercusión es grande,ya que este tipo de quemador se puede utilizar en los hornos verticales existentes en la Comunidad.

El último proyecto atañe a la industria del cemento y su demostración se efectuará en un horno de clínker de cemento existente. Se prevé, para este proyecto, un ahorro de energía de 1.500 tep/año. Con una producción total de cemento en la CEE del orden de 140 millones de toneladas, una repercusión de sólo 10 % de la capacidad existente podría conducir a un ahorro de energía de 42.000 tep/año.

Para este sector, el respaldo de la CEE representa casi 500.000 ECU, siendo la inversión total de 1.190.000 ECU.

d) Industria química

I. Introducción

La industria química de la Comunidad consumió 127,4 millones de tep en 1979 (1), esto equivale al 40 % del consumo final de energía de la totalidad del sector industrial de la Comunidad (2). En 1975, la industria química absorbió sólo el 36,5 % del consumo final de energía de la industria (3). Una de las razones por las cuales la industria química consume grandes cantidades de energía es que los productos energéticos que emplea como materia prima representan más de la mitad de todos los que consume el sector químico. En 1979, por ejemplo, su consumo de materia prima energética (productos petrolíferos, gas natural y carbón) sumó el 54 % del consumo total de energía de la industria química.

Los esfuerzos de la industria química por reducir el consumo de energía desde la primera crisis petrolífera fueron equivalentes a los del resto del sector industrial. El CEFIC evalúa en 8 % el ahorro de energía logrado por unidad de producto durante el período 1973-1978 (4). Los ahorros fueron probablemente más elevados en el importante subsector petroquímico, en el cual se tomaron drásticas medidas de economía y se efectuaron inversiones considerables desde el principio de la crisis, así como en el sector del refino de petróleo que es la fuente de la mayoría de los productos intermediarios.

Como en los demás sectores industriales, se lograron realizar ahorros de energía reduciendo las pérdidas de materiales y de

---

(1) Consejo Europeo de las Federaciones de Fabricantes de Productos Químicos - Enero de 1982
(2) 311,2 millones de tep (COM(81)64 final del 23 de feb.de 1981).
(3) Consejo Europeo de las Federaciones de Fabricantes de Productos Químicos - Diciembre de 1980.
(4) Consejo Europeo de las Federaciones de Fabricantes de Productos Químicos - Julio de 1980.

vapor mediante reciclado y recuperación de calor. Sin embargo existen pocas perspectivas ahora, después de los notables progresos logrados durante los últimos diez años, de reducir mucho más el consumo gracias a estas técnicas, que ya se han aplicado a la energía requerida para la fabricación del producto.

Se puede disminuir sustancialmente el consumo unitario de energía en el futuro reduciendo las pérdidas específicas de los productos energéticos intermedios. Esto es posible si se mejora la eficiencia de los procesos o si se introducen nuevos sistemas de reacciones químicas.

Para alcanzar estos objetivos es necesaria una adecuada base de investigación y desarrollo y, una vez que ésta haya sido creada, se requerirá la inversión de fondos considerables en nuevas instalaciones.

El mayor potencial de ahorro energético radica, por supuesto, en la industria química pesada, que consume grandes cantidades de energía en la fabricación de productos y como materia prima. Los principales sectores incluyen : fertilizantes, cloro, sosa y productos intermedios derivados del etileno que se usan en la fabricación de plásticos, fibras y elastómeros.

Existen grandes posibilidades de ahorro de energía en otros sectores de la industria química, incluyendo la industria química ligera, pero son más difíciles de cuantificar debido a la gran variedad de productos involucrados, que pertenecen a las principales categorías siguientes :

- productos de limpieza para varios materiales (madera, cuero, metales);
- adhesivos y gelatinas;
- explosivos;
- productos farmacéuticos;

- cosméticos;
- pesticidas;
- tintas para imprenta;
- productos fotográficos.

Es particularmente difícil analizar el consumo de energía de estas categorías de productos del sector químico en su conjunto porque :

- se puede obtener el mismo producto a partir de diferentes materias primas;
- se pueden utilizar varios procesos de fabricación para hacer el mismo producto a partir de las mismas materias primas;
- las caracterísiticas energéticas del mismo proceso pueden diferir según el diseño de la unidad de producción;
- los productos comercializados son productos intermedios que serán empleados en otros procesos que consumen energía.

II. Acción de la Comunidad

En vista de la escala de las necesidades energéticas del sector químico, en particular de la industria química pesada, la Comisión decidió concentrarse en tres proyectos en este sector. La Comisión también proporciona su apoyo a dos proyectos relativos al refino de petróleo, que es una importante fuente de materia prima química.

La inversión total en estos proyectos, que se detalla más adelante, suma 4,4 millones de ECU, de los cuales 1,3 millón de ECU proviene de la Comisión.

Los tres primeros proyectos que atañen a la industria química pesada incluyen :

- un nuevo método de fabricación de úrea, que es el principal componente de los abonos nitrogenados;

- la recuperación de calor de cenizas y emisiones gaseosas que se producen durante la concentración y reducción de la hematita;
- un nuevo proceso de síntesis para el nitrato de amonio que también se utiliza en la preparación de abonos.

El primer proyecto ha llegado a su término, el segundo aún está en curso y el tercero (que se inició a finales del año pasado) está programado hasta octubre de 1983. Los dos proyectos relativos al sector del refino se terminaron con éxito y se hallan próximos a la fase de comercialización. El primero concierne la recuperación de hidrocarburos del efluente líquido de las refinerías y el segundo la disminución de las pérdidas por evaporación durante el llenado de depósitos de gasolineras o de petroleros.

Así, tres de los cinco proyectos respaldados por la Comisión han llegado a su fin y tienen grandes posibilidades de éxito comercial. Los cinco proyectos representarán ahorros de 11.700 tep por año en las instalaciones existentes y podrán tener una repercusión de 750.000 tep por año para la Comunidad en su conjunto. Respecto de la producción total de úrea de la Comunidad, el proyecto EE/274/75 solo podría permitir un ahorro del orden de 250.000 tep por año.

Cualquier otro proyecto de demostración de la Comunidad en la industria química debería concentrarse en otros productos de la industria química pesada, tales como amoníaco, cloro, sosa, ácidos nítrico y sulfúrico y en el sector petroquímico.

e) Industria del vidrio

I. Introducción

La industria del vidrio es uno de los sectores industriales grandes consumidores de energía de la Comunidad. Se la puede dividir en tres áreas principales de producción :

- vidrio plano;
- botellas y recipientes de vidrio y fibras de aislamiento;
- fabricación de vidrio más especializado tal como vidrio para laboratorios e instrumentos;
- cristalería artística.

La producción comunitaria del sector del vidrio de silicato de sodio (vidrio soluble) es ligeramente superior a 1 millón de toneladas por año y su consumo de energía sobrepasa los 170 millones de m3 de gas por año.

Las principales medidas que se pueden tomar para ahorrar energía (calor) en la industria del vidrio son las siguientes:

(a) modificaciones estructurales de los hornos para obtener curvas térmicas que reduzcan la temperatura de los gases de escape de la cámara pero que mantengan el nivel de calidad del producto;

(b) modificación del diseño y manejo de los hornos para aumentar la productividad (y, por ende, reducir las pérdidas específicas) para la misma superficie de cámara;

(c) recuperación de calor residual con la posibilidad de transmitir una gran proporción del calor sensible proveniente de los gases del horno al aire de combustión;

(d) mejora del aislamiento del horno;

(e) conservación del calor proveniente de productos intermedios.

II. Acción de la Comunidad

La Comisión ha firmado un contrato que significa una inversión total de 0,8 millón de ECU; la contribución de la Comunidad es de 0,3 millón de ECU. Este proyecto (EE/246/80) atañe a un horno de fusión. Los hornos de fusión que se utilizan generalmente para fabricar vidrio a partir de arenas silíceas, sosa pulverizada y potasa son hornos de flujo "unidireccional". En el proyecto de demostración, la empresa ha empleado un horno con medidor de flujo, cuya capacidad diaria es de 80 toneladas, en el cual la materia prima se introduce por el lado opuesto al de los quemadores. El proyecto es extremadamente interesante y se está utilizando el horno experimental.

Un horno experimental comenzó a funcionar en septiembre del año pasado. Se han presentado, no obstante, numerosas dificultades y el consumo de gas fue mayor del que se esperaba (140 a 150 m3 en vez de 124 m3 por tonelada). Se realizó un ahorro del 15 % en vez del 27,5 % - en comparación con 171 m3/tonelada - pero, aún así, resulta interesante.

El proyecto de demostración está prácticamente terminado y se ha logrado ahorrar aproximadamente la mitad del objetivo inicial. Nuevas medidas, no necesariamente muy costosas, deberían permitir alcanzar dicho objetivo.

Los resultados de esta experiencia pueden tener un amplio campo de aplicación en vista del ahorro de 47 m3 de gas natural por tonelada (que se podría extender a todos los hornos). Esto

significaría una reducción de 47 millones de m3 de gas natural por año.

f) Textiles

I. Introducción

El sector de los textiles posee algunas características muy específicas. Es fácil definir los campos en los cuales se deben tomar medidas para ahorrar calor :

- empleo, para el aire acondicionado, del calor emitido por las maquinarias textiles;
- racionalización de las operaciones con vapor y de secado del aire en las máquinas encoladoras y equipos similares;
- recuperación de calor del humo en las ramas tensoras (donde se usa fuel oil) para precalentar el aire de combustión;
- recuperación, para su uso en procesos o servicios, del calor emitido por las ramas tensoras alimentadas con vapor o agua presurizada;
- utilización para calefacción u otros propósitos del calor de las emisiones gaseosas;
- utilización de bombas de calor o intercambiadores de calor autolimpiantes para recuperar calor de los efluentes de tintura;
- posiblemente, recuperación de energía de residuos; y
- gestión eficiente de procesos.

Es posible ahorrar electricidad, esto depende del reemplazo del stock de maquinarias textiles.

II. Acción de la Comunidad

Hasta la fecha, la Comisión ha firmado dos contratos en el sector

textil. La inversión fue de aproximadamente 0,3 millón de ECU y el apoyo financiero representó cerca de 0,1 millón de ECU.

El primer proyecto (EE/016/79-LANEROSSI) consiste en recuperar calor en un sistema de baños de tintura. Recién se había terminado la fase de construcción y el programa de medición apenas había comenzado cuando se notaron diferencias mayores respecto de las previsiones. Esto se debía a fallas en la organización, que desde entonces se han solucionado. El segundo proyecto (EE/133/79-SHIRLEY INST.) pretende demostrar cómo un eficiente control automatizado de las operaciones de tintura permite ahorrar considerables cantidades de energía; este proyecto aún está en curso.

De los dos proyectos respaldados, sólo el EE/016/79-LANEROSSI incluye un elemento interesante desde el punto de vista tecnológico.

g) Industria láctea

I. Introducción

El consumo de energía de este sector se puede evaluar en unos 8-10 millones de tep/año. En el tratamiento de la leche y la fabricación de productos lácteos, los sectores grandes consumidores de energía son principalmente :

(1) la pasteurización y esterilización (tratamiento térmico);

(2) la evaporación;

(3) el secado;

(4) el enfriamiento;

(5) la transposición.

Las tendencias a aumentar la eficiencia en el uso de la energía se pueden resumir de la manera siguiente :

- recuperación de calor de secadores atomizadores, incorporando la recuperación del producto que actualmente se pierde en dichos dispositivos;
- recuperación de calor de corrientes efluentes;
- aumento de la cantidad de efectos en los evaporadores;
- secadores de etapas múltiples;
- nuevos procesos tales como ósmosis inversa y recompresión mecánica de vapor para mejorar la eficiencia del desagüe.

La industria láctea también se interesa mucho por el desarrollo en los campos de la calefacción solar y de las bombas de calor, en los cuales el mayor rendimiento de las unidades puede resultar de utilidad.

Las posibilidades de ahorro de energía se pueden evaluar en un 20-25 % del consumo de energía de estos servicios industriales, es decir 2-2,5 millones de tep/año.

III. Acción de la Comunidad

La Comisión ha firmado dos contratos en este sector.

La ayuda otorgada fue de aproximadamente 217.360 ECU, siendo la inversión de 543.381 ECU.

Uno de los dos proyectos emplea caloductos para recuperar calor del aire en los secadores de leche en polvo (EE/008/79).

El segundo proyecto (EE/008/80) utiliza la ósmosis inversa para concentrar leche.

Sólo uno de los proyectos (EE/008/79) ha llegado a su término. Se ahorraron unas 430 tep : el 23 % de la energía consumida en los secadores. El segundo proyecto (EE/008/80) está en curso y los primeros resultados son alentadores.

h) Industrias varias

I. Introducción

Bajo este título general, se han considerado tres de los proyectos evaluados porque sus repercusiones podrían aplicarse en cualquier industria en que sea pertinente; el primero se dirige a grandes consumidores de gas; el segundo se refiere a aire comprimido y el tercero a la utilización de grisú en calderas industriales.

II. Acción de la Comunidad

En el primer proyecto (EE/314/79), una compañía vidriera pretende demostrar que la energía se puede recuperar en un motor de expansión para generar la energía mecánica destinada a accionar un compresor.

La energía contenida en el gas a alta presión generalmente se pierde cuando se reduce la presión.

La industria utiliza casi un 40 % del gas consumido en la Comunidad y los grandes consumidores suelen estar conectados con la red de distribución de gas a alta presión. Por otra parte,

los quemadores de gas requieren presiones de escasos bares. El proyecto es un éxito.

Las posibilidades de futuras aplicaciones atañen a todos los grandes consumidores industriales de gas que lo reciben a alta o media presión.

El segundo proyecto (EE/167/80) tiene un campo de aplicación muy amplio ya que casi todas las empresas industriales tienen necesidades de aire comprimido. El objetivo de la demostración consiste en probar que compresores de aire con capacidad de carga parcial pueden funcionar de manera eficiente y permiten ahorrar energía.

El tercer proyecto (EE/244/79) tiene como objetivo utilizar grisú en una caldera cuyos quemadores hayan sido modificados. También se ha elaborado un sistema de regulación para controlar la combustión. El proyecto fue un éxito.

El respaldo financiero de la CEE a estos tres proyectos es de 240.000 ECU, siendo la inversión total de 600.000 ECU.

A.1.3. SECTOR INDUSTRIAL - CONCLUSIONES

Con 27 proyectos que reciben apoyo financiero por parte de la Comunidad, la industria representa una gran proporción de la acción de la misma en el campo del ahorro de energía. La inversión total suma aproximadamente 41,5 millones de ECU, mientras que la ayuda otorgada es de 12,3 millones de ECU. Nueve proyectos han llegado a su término o están tan adelantados que ya se pueden evaluar sus resultados. Los proyectos restantes aún no están terminados. Seis de los nueve proyectos acabados han cumplido con las previsiones iniciales respecto de los

ahorros de energía y la fiabilidad de funcionamiento. En casi todos los subsectores industriales, los proyectos seleccionados reflejan las tendencias tecnológicas predominantes.

La siderurgia es la primera de las industrias en realizar un evidente esfuerzo tecnológico, con numerosas propuestas de gran interés desde el punto de vista técnico. En otros sectores, como los de la industria química, del vidrio, de los metales no ferrosos y del cemento, y a pesar de algunas propuestas cuyo valor es obvio, la calidad global y el número de proyectos no corresponden a las oportunidades que todavía no han sido aprovechadas.

Las otras industrias no han participado en gran medida en este esfuerzo, probablemente porque aún emplean mucho la tecnología tradicional y que ello representa un freno para la innovación. Otra explicación podría radicar en la estructura de los sectores en cuestión, que se caracterizan, entre otras cosas, por un gran número de empresas pequeñas y medias, que no ofrecen un potencial de investigación tecnológica importante y que intercambian escasa información.

Se debe proseguir la acción en el sector siderúrgico. En otras industrias que consumen grandes cantidades de energía, se deberían determinar las medidas necesarias destinadas a demostrar la viabilidad y los beneficios económicos de las tecnologías siguientes en particular :

- cemento : el proceso por vía seca, utilización de combustibles derivados, empleo del calor residual, mejora del aislamiento térmico;
- metales no ferrosos : perfeccionamientos de los hornos de precalentamiento y fusión, mayor utilización de electricidad para calefacción, paso de los procesos discontínuos a los procesos contínuos;

- vidrio : aumento de la eficiencia de los hornos, empleo del calor residual como fuente de calor a baja temperatura, recuperación o eliminación de pérdidas térmicas en el enfriamiento intermedio;
- química, en particular petroquímica : aumento de la eficiencia de los procesos e introducción de nuevos sistemas de reacciones químicas;
- papel y pasta : mejor gestión energética y recuperación de calor de los efluentes, en particular mediante bombas de calor y nuevas técnicas de secado del papel.

En todas las demás industrias - si se toman en consideración los límites y la situación de cada una de ellas - la acción de la Comunidad debería continuar. Además, la Comisión debería seguir tomando nuevas medidas , como la preparación de presupuestos de consumo de energía (o "balances energéticos") y la diseminación de la información, particularmente por medio de los "Buses energéticos".

En los sectores dinámicos, y en aquellos que hasta ahora no lo han sido, estas medidas por sí solas no pueden dar el impulso suficiente para lograr ahorro de energía. Un considerable aumento de las inversiones, aspecto tratado en otros documentos de la Comisión, es una condición previa esencial para poder cumplir con los objetivos de la Comunidad en cuanto al uso eficiente de la energía.

INDUSTRIA : SIDERURGIA

EE/251/79 - Teksid - Italia

Este proyecto consiste en disponer, alrededor de un horno de arco eléctrico UHP (ultra alta potencia) de 150 termias, una coquilla externa que permita reducir la cantidad de aire absorbido por el cuarto orificio del horno y, por ende, la admisión de aire fresco.

La coquilla se terminó durante la primera mitad de 1980. Desgraciadamente, los primeros resultados de las mediciones muestran que la reducción de admisión de aire fresco es inferior a las previsiones. No obstante, la coquilla ha facilitado una gestión mucho más eficiente del horno (ritmo de soplado de oxígeno más alto, carga eléctrica total obtenida más rápidamente, etc.), lo que tuvo como consecuencia una disminución del consumo específico de aproximadamente 70 kWh/t (es decir, más del doble de la previsión inicial), así como una mejora de las condiciones de trabajo [illegible] ahorro de energía es de unas 4.000 tep/año. Se puede considerar pues que este proyecto es un éxito tanto en términos técnicos como financieros.

EE/014/80 - Estel Hoogovens - Países Bajos

Este proyecto atañe a la recuperación del calor contenido en los productos de combustión de los precalentadores con viento con el fin de precalentar el aire de combustión por medio de un intercambiador de calor rotatorio.

El ahorro de energía es de 6.000 tep/año. El proyecto se encuentra actualmente en una fase adelantada de desarrollo.

EE/074/80 - Usinor - Francia

En este caso, se trata de la instalación de un sistema de

recuperación, almacenamiento y distribución de gas del convertidor LD (horno de oxígeno) en la planta de Dunkerque de Usinor.

El gas recuperado se consumiría en la planta misma. Se podrían ahorrar 100.000 tep/año. Los trabajos de instalación están en curso.

EE/203/80 - Fulmer Research Institute - Reino Unido

El proyecto tiene como objetivo ahorrar energía en el tratamiento térmico de aceros, utilizando hornos con lecho fluidizado.

Se ha previsto que el ahorro de energía alcanzará 6.750 kJ por kg de acero tratado, lo que equivale a 230 tep/año. El horno está en curso de instalación y es posible que las mediciones puedan iniciarse próximamente.

EE/228/80 - Italtractor - Italia

Este proyecto tiene como objetivo ahorrar energía en la fabricación de embuticiones de acero acabado reemplazando los métodos tradicionales de temple y recocido del acero.

Al mismo tiempo, el tratamiento simplificado permite obtener por lo menos la misma calidad que la de los productos templados y recocidos. El ahorro de energía sería de 930 tep/año. La instalación del equipo está en curso.

EE/270/80 - Maximilianhütte - Alemania

Proyecto para recuperar gas de convertidores en la acería Maximilianhütte en Rosenberg. La tecnología empleada no es

la misma que la del proyecto Usinor.

En este caso, el proyecto forma parte de un programa más general de ahorro de energía y de racionalización de la planta de Rosenberg. Los trabajos aún no han empezado. Se prevé un ahorro de energía de 6.500 tep/año.

EE/034/81 - British Steel Corporation - Reino Unido

El proyecto incluye el precalentamiento de la carga de residuos para un horno de arco electrico de 110 termias mediante la recuperación del calor extraido del cuarto orificio de escape del horno.

El ahorro de energía previsible es de 43 kWh/t de acero producido, lo que equivale a 900 tep/año. La instalación está prácticamente terminada y las mediciones comenzarán próximamente.

EE/246/81 - Thyssen - Alemania

Para extraer energía de la presión del gas en la boca del horno, el proyecto prevé la instalación de una turbina de derivación de cuatro etapas con álabes de guía variables en el estator de la primera etapa, con lo que se regulará constantemente la contrapresión del alto horno.

Las turbinas accionarán dos generadores de 13.000 kW , lo que se traducirá por un ahorro de energía primaria estimado en unas 27.000 tep/año. El grupo turbogenerador ya está listo y el programa de mediciones debería iniciarse próximamente.

EE/253/81 - Danieli - Italia

En este caso , se precalentará la carga de residuos de un hor-

no eléctrico de 45 termias gracias al flujo contínuo de gas caliente que sale del cuarto orificio del horno.

En el proyecto Danieli, a diferencia del proyecto EE/034/81, los productos calientes de combustión transmitirán su calor a través de un intercambiador de calor por superficie a una corriente de aire que calentará los residuos.

Se ha previsto un ahorro de energía de aproximadamente 50 kWh/t de acero producido, lo que equivale a 1.500 tep/año. La instalación está en la fase de proyecto.

INDUSTRIA : METALES NO FERROSOS

EE/147/79 - Electricity Council Research Centre - Reino Unido

Diseño perfeccionado de un calentador de palanquilla por inducción eléctrica.

Este proyecto pretende demostrar el aumento de eficiencia que proporciona un precalentador de palanquilla por inducción eléctrica debido a la mejor utilización del cobre disponible en las espiras. Se preven dos aplicaciones, la primera para palanquillas de aluminio (2 t/hora) y la segunda para aleaciones de cobre (2,1 t/hora). El ahorro en términos de energía primaria será de 526 tep/año. Los resultados previstos se están cumpliendo en uno de los modelos de demostración, el segundo está en construcción.

EE/251/80 - Norddeutsche Affinerie - Alemania

Horno de cuba de fundición de cobre para producción de ánodos

de cobre refinado.

Este proyecto pretende demostrar las ventajas en términos de eficiencia energética del horno de cuba respecto al horno de reverbero más convencional. La producción es de 60 t/hora y el ahorro energético previsto corresponde a 5.000 tep/año. Este proyecto incluye a compañías belgas y alemanas que, después de haber colaborado en sus esfuerzos de investigación y desarrollo, han decidido financiar en forma conjunta la inversión para la demostración.

El período de amortización de casi 8 años normalmente no sería aceptable. Empero, si se toman en cuenta sólo los costos de equipo del horno, este período se reduce a un plazo más realista, de 5 años.

EE/087/81 - Electricity Council Research Centre - Reino Unido

Diseño perfeccionado de un horno por inducción eléctrica para fundición de aluminio.

Este proyecto está destinado a demostrar un nuevo diseño de horno por inducción eléctrica en el cual los perfeccionamientos en el canal y la boca del horno producirán una mayor densidad de potencia y una agitación vigorosa en el metal fundido. Esto debería permitir reducir las pérdidas de metal y aumentar la eficiencia. Una disminución de pérdidas de metal del 1 % representa 700 kWh/t y un ahorro de energía de 743 kWh/t debería provocar un ahorro energético total de 1.443 kWh/t, o sea 1.000 tep/año. El período de amortización previsto, de 1,6 año, es bueno. El proyecto aún se encuentra en la etapa del diseño, de manera que no se dispone de experiencia en cuanto al funcionamiento.

INDUSTRIA : CEMENTO, MATERIALES DE CONSTRUCCION (LADRILLOS, CAL)

EE/001/80 - Gebrüder Löhlein - Alemania

Reconversión de un horno de túnel de fabricación de ladrillos a combustible sólido pulverizado.

Este proyecto prevé un ahorro considerable de energía (60 %) por la reconversión de un horno alimentado con fuel oil a la combustión de combustibles sólidos, este ahorro sería de 1.310 tep/año. La experiencia de operación hasta el momento a revelado un consumo específico medio de energía superior al que se había previsto inicialmente.

Por cierto, es necesario difundir información acerca de la alimentación de hornos de fabricación de ladrillos con combustibles sólidos para fomentar, en las empresas, el uso de la tecnología de los combustibles pulverizados en este campo.

Es una lástima que las proyecciones de los ahorros energéticos se hayan basado en trabajos llevados a cabos en otro horno. Sólo se podrá conocer el ahorro real de energía analizando el consumo específico pasado de este horno. Pese a esto, se ha logrado un ahorro energético de más del 40 %.

EE/094/80 - Sauerlandische Kalk Industrie - Alemania

Mejoras en el consumo específico de energía en hornos verticales de cal gracias al empleo de un sistema de quemadores de corona.

Este proyecto está destinado a demostrar un sistema perfeccionado de quemadores para hornos verticales de cal. Se prevé que

este sistema permitirá reducir el consumo específico de energía y mejorar la calidad del producto al mejorar la combustión y la distribución del calor en la zona de combustión. El ahorro energético previsto es de 1.080 tep/año.

Si los resultados son satisfactorios, este sistema se podría aplicar de inmediato en otros hornos verticales de cal alimentados con gas.

EE/171/80 - Creusot Loire Entreprises - Francia

Enfriador rotatorio con soplado periférico en un horno de clínker de cemento.

Este proyecto tiene como objetivo la demostración de un enfriador perfeccionado para un horno rotatorio de clínker de cemento con el fin de producir clínker a una temperatura de 300°C menos que el enfriador de parrilla convencional. Se prevé un ahorro energético de 1.750 tep/año.

El período de amortización de 3,25 años debería alentar a otros usuarios de este tipo de hornos a emplear este equipo. Sin embargo, los costos de mantenimiento de este proyecto son bastante altos y una disminución de los mismos aumentaría la viabilidad comercial de la instalación.

INDUSTRIA : PRODUCTOS QUIMICOS

EE/274/79 - Fertimont (Montedison) - Italia

El proyecto de demostración está situado en una planta de producción de úrea - uno de los principales componentes de los abonos nitrogenados.

El proceso existente consiste en combinar amoníaco y dióxido de carbono. Es poco eficiente y, en parte, responsable del alto consumo de energía. El proyecto pretende modificar la instalación con el fin de reciclar la materia prima que no ha tenido reacción química y, de este modo, aumentar la eficiencia de reacción hasta un 55-75 %. Esta mayor eficiencia tendría como resultado un ahorro energético de aproximadamente 6.000 tep/año. El programa se ha retrasado por la prolongación de los plazos de entrega del equipo. Llegó a su término a finales del primer trimestre de 1982 y el informe definitivo está en preparación.

EE/125/80 - Elf Aquitaine - Francia

El objeto de la demostración es un dispositivo que permita concentrar los efluentes líquidos de las refinerías de petróleo, lo que permitiría reducir el consumo de la energía necesaria para separar el agua de los hidrocarburos.

Comprende un cilindro revestido con una película que permite la separación de los hidrocarburos en suspensión en el agua. El proyecto se ha terminado y permitió recuperar 2.500 tep en las refinerías cuando fue instalado. Se ha logrado, pues, cumplir con el objetivo del proyecto y resultó ser un éxito comercial.

EE/129/80 - Agip Petroli - Italia

Cuando se llenan los depósitos de las gasolineras o los camiones tanque, se dejan escapar en la atmósfera los vapores que quedaban de la carga anterior.

Para evitar pérdidas de hidrocarburos y polución, se coloca, en uno de los orificios del tanque, un condensador seguido de un condensador refrigerado. Los vapores residuales se re-

cuperan así en forma líquida. El proyecto ha llegado a su término. Aunque la cantidad de hidrocarburos recuperada es inferior a la que se preveía, debido a las condiciones climatológicas prevalecientes durante la demostración, el proyecto tiene buenas perspectivas de éxito comercial.

EE/224/80 - Solmine - Italia

El objetivo del proyecto consiste en utilizar el calor residual del proceso de reducción para fabricar magnetita sinterizada.

El proyecto incluye dos secciones:

(a) Recuperación de calor del material sinterizado mediante un enfriador en lecho fluidizado.

(b) Recuperación de calor de la reducción de gases mediante incineración y con un economizador.

El calor residual se empleará para precalentar el agua de alimentación de la caldera. El ahorro energético previsto es de 1.400 tep/año. El proyecto se encuentra en la fase de diseño.

EE/222/81 - Union Chimique - Bélgica

Se trata de un nuevo proceso para sintetizar nitrato de amonio, que no requiere una fuente de energía externa ya que genera suficiente calor para suministrar vapor que se puede usar en otros procesos.

Este proceso también es más provechoso y permite producir efluentes líquidos cuya pureza es suficiente y que se pueden volver a utilizar o descargar directamente. Se prevé un ahorro energético de 260 tep/año. La aplicación generalizada del proceso permitiría ahorrar unas 100.000 tep/año a nivel

de la Comunidad. El programa se ha iniciado el 1º de enero de 1981 y debería llegar a su término el 15 de septiembre de 1983.

INDUSTRIA DEL VIDRIO

DE/246/80 - Akzo Chemie B. V. - Países Bajos

Horno de fusión de vidrio con contracorriente y con recuperación de calor del vidrio para vidrio de sodio.

Los hornos de fusión que se suelen utilizar para fabricar vidrio a partir de arenas silíceas y polvo de sodio y potasio son del tipo con "flujo unidireccional", en estos hornos se carga la materia prima del lado de los quemadores y las corrientes de convección que se desarrollan en el fondo de la materia en fusión circulan en el mismo sentido que los productos de combustión.

Para este proyecto de demostración, la empresa ha construido un horno con contracorriente que se carga del lado opuesto al de los quemadores, de manera que las corrientes de convección de la materia en fusión circulan en la dirección contraria a la de los hornos ordinarios. El horno experimental, que tiene una capacidad de producción de 80 t/día, fue montado con un sistema de recuperación de calor que calienta el aire de combustión con el calor residual procedente de los gases de escape, que entonces se descargan a sólo 600°C. Cuando diseñó el sistema, la empresa preveía que estas modificaciones producirían una reducción espectacular del consumo de combustible, de 171 m3 NTP (a temperatura y presión normales) de gas natural - que es el consumo de un horno unidireccional ordinario de 80 t/día de capacidad - a 124 m3 NTP por tonelada, o sea un ahorro de 27,5 %, lo que equivale a unas 350 tep/año.

El horno experimental comenzó a funcionar en septiembre de 1981, pero desgraciadamente se presentaron numerosos problemas y el consumo de gas natural es, por consiguiente, mucho mayor al que se esperaba : entre 140 y 150 m3 NTP por tonelada, en vez de 124 m3 NTP por tonelada. Aun así, esto implica un ahorro energético del 15 %, comparado con el consumo inicial de 171 m3 NTP por tonelada, lo que de ningún modo es despreciable, aunque no alcance los 27,5 %.

Por consiguiente, el proyecto llegó a su término logrando un resultado del 45 % del éxito inicialmente previsto. Modificaciones adicionales - que no serían necesariamente muy costosas - podrían elevar este porcentaje de éxito hasta un 85 o 90 %.

La importancia de estos resultados es, sin duda alguna, ampliamente provechosa si se considera que un poco más de 1 millón de toneladas de vidrio se fabrican cada año en los países miembros de la Comunidad. El disminuir el consumo de gas natural de 171 a 124 m3 NTP por tonelada (es decir, 47 m3 NTP por tonelada) - el ahorro previsto que se puede lograr en prácticamente todos los hornos - implicaría una reducción del consumo de gas natural de 47 millones de m3 NTP por año, lo que equivale a 40.000 tep/año. Aun con el ahorro ya obtenido de 26 m3 NTP por tonelada, se economizan 22.000 tep/año.

INDUSTRIA TEXTIL

EE/016/79 - Lanerossi - Italia

El objetivo del proyecto Lanerossi realizado en una planta existente de tintura de textiles en su fábrica de Schio, pretendía demostrar la factibilidad técnica y la eficiencia ener-

gética de una modificación que permitiría recuperar una gran proporción del agua de enfriamiento y condensación; esta modificación consistiría en un cambio en el plano de montaje de los circuitos de los baños de calentamiento y enfriamiento.

Se trata de separar los circuitos de calentamiento y de enfriamiento y de proporcionar un intercambiador de calor para cada uno de ellos, así como de volver a adaptar el circuito de enfriamiento para que acepte tanto agua blanda como agua calcárea. En cuanto a la relación "kg de agua de baño/kg de tela" y a las técnicas adoptadas : se prevé recuperar 73.000 m3/año de agua blanda a una temperatura promedio de 45°C, y 22.600 m3/año de agua desmineralizada (destilada) a 105°C, es decir, un ahorro energético de 444 tep/año.

Se están realizando actualmente las mediciones, pero están retrasadas respecto del programa debido a problemas técnicos que entretanto han sido resueltos.

Las mediciones iniciales revelan muy grandes diferencias en las cantidades recuperadas de agua y de condensado, si se las compara con las previsiones originales. Las causas (porosidad de la espira, longevidad de la sopapa)han sido señaladas y suprimidas. Como consecuencia, los resultados finales deberían coincidir con las previsiones iniciales.

EE/133/79 - The Shirley Institute - Reino Unido

Proyecto destinado a demostrar que un control muy estricto de los procesos en la industria textil puede permitir formular métodos de gestión que podrían traducirse por considerables ahorros de energía.

El programa ha comenzado en una planta de tintura de textiles

que tiene una capacidad anual de tratamiento de tela de aproximadamente 4.000 toneladas. El consumo energético global sería de 270 TJ (6.500 tep/año) consistente en un 77 % de fuel oil, un 17 % de combustibles gaseosos (metano y propano) y un 6 % de electricidad.

El objetivo del proyecto es reducir dicho consumo en un 10 % al final del período de demostración (lo que equivale a unas 650 tep/año) gracias a la instalación de adecuados instrumentos de medición, al análisis de los datos registrados y, finalmente, a la propuesta en base a esta información de una modificación apropiada, ya sea de la instalación, ya sea de su operación.

El proyecto se encuentra en una fase avanzada y las pruebas llevadas a cabo son alentadoras en cuanto al cumplimiento de los objetivos deseados.

INDUSTRIA LACTEA

EE/008/79 - Carbery Milk Products Ltd - Irlanda

Este proyecto se ha instalado y se está realizando en las instalaciones de Carbery Milk Products Ltd., Irlanda.

El proyecto ya ha llegado a su término y se ha efectuado la primera serie de pruebas. Los resultados muestran que, en condiciones de producción similares, se ahorraba el 23 % de la energía primaria utilizada con la instalación del equipo de recuperación de calor. Este resultado es ligeramente superior a las primeras estimaciones.

También se ha realizado otra serie de pruebas, para comple-

tar los cálculos del ahorro energético logrado a largo plazo, manteniendo las variables lo más constantes posibles en la práctica. Todavía no se han publicado los resultados de estas pruebas, pero son satisfactorios.

En conclusión, el proyecto ha dado resultados positivos, y se estima que el ahorro energético es de aproximadamente 430 tep/año.

EE/008/80 - Cooperative Zuivelfabriek en Melkinrichting "De Eendracht" W.A. - Países Bajos

Este proyecto fue lanzado para demostrar la técnica de ósmosis inversa como método de preconcentración para un evaporador.

El objetivo consistía en incrementar el contenido de materias sólidas de la leche desnatada de un 6-8 % hasta el 18 % quitando más del 50 % del agua de la materia prima inicial. El ahorro energético previsto corresponde a 330 tep/año.

El proyecto no ha llegado a su término pero las primeras pruebas son alentadoras. El principal ahorro de energía de este proyecto se produce en el transporte del producto final desde la planta de preconcentración hasta los evaporadores. No se lo obtendría necesariamente cuando las dos unidades se encuentran en el mismo lugar. Se necesita examinar nuevamente el presupuesto presentado para este contrato, ya que el costo de funcionamiento del equipo parece ser más elevado que el valor de la energía ahorrada.

INDUSTRIAS VARIAS

EE/244/79 - Joseph Crosfield & Sons Ltd. - Reino Unido

El proyecto abarca la utilización del gas extraido en forma contínua de las minas de carbón que, normalmente, se deja escapar en la atmósfera. Se han modificado las calderas existentes de manera que el gas de carbón extraido de la mina - y, si la necesidad se presenta, gas natural o fuel oil - se puedan utilizar.

Las mediciones llevadas a cabo duranto más de 12 meses han sido extremadamente convincentes. El nuevo quemador tricombustible y el sistema de control han demostrado que funcionan en forma excelente et que son fiables. La producción de la caldera permaneció prácticamente constante y se redujo el consumo de gas natural y fuel oil en unas 22.000 tep/año.

EE/314/79 - Hermann Heye - Alemania

Este proyecto pretende demostrar la utilización de energía mecánica obtenida gracias a la expansión del gas natural al pasar de la presión de suministro de 50 bar a la presión de trabajo de 2 bar.

La energía se emplea para accionar un compresor de aire de tipo rosca y corresponde a una producción de energía de 806 tep/año. El equipo instalado ha resultado eficiente en relación al costo, pero su utilización se limitará, naturalmente, a zonas en las cuales se suministra gas a alta presión.

EE/167/80 - Compair Industrial Ltd. - Reino Unido

Este proyecto pretende hacer la demostración de un dispositivo

en el cual compresores de rosca pueden funcionar en carga parcial con mayor eficiencia mediante el empleo de un sistema de transmisión de dos velocidades.

El ahorro energético previsto es de 20 tep/año de energía primaria. El proyecto ha alcanzado la fase de construcción del prototipo y las primeras estimaciones de los costos de capital se justifican. Este dispositivo resulta comercialmente viable cuando se lo propone como aparato adicional a la gama de compresores existentes en la empresa. Las posibilidades de repercusión son extremadamente buenas.

APENDICE B

CONTROL ENERGETICO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO

En 1980, la industria del aluminio de la CEE produjo más de 2 millones de toneladas de aluminio primario y más de un millón de toneladas de aluminio secundario.

El consumo de energía fue de 11 Mtep/año y el ahorro energético, de 1 Mtep, que se logró entre 1976 y 1979 se debió a una mejora del consumo específico de energía.

Se ha documentado el detalle de los ahorros energéticos por actividad para las plantas de alúmina, plantas de fundición de metal caliente y de colada, de refundición, de laminado en caliente y en frío, de acabado, de extrusión, de fabricación de hojas de aluminio, fundiciones secundarias y de colada. Las modificaciones en el consumo específico de energía variaron entre - 1,7 % para las plantas de fabricación de hojas de aluminio y 23,8 % para las plantas de fundición de colada.

El informe analiza, a lo largo de 130 páginas, las fuentes energéticas, la compilación y distribución de datos nacionales, incluyendo resultados particulares. También trata de los medios para aumentar la eficiencia energética y describe las aplicaciones industriales de las propiedades del aluminio y sus aleaciones, así como recalca la importancia del papel del reciclado como elemento adicional que permite ahorrar energía.

POSIBILIDADES DE COOPERACION INTERNACIONAL EN EL CAMPO DEL USO RACIONAL DE ENERGIA

Ulises Ramírez Olmos
Secretario Ejecutivo
Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

I. LA COOPERACION INTERNACIONAL

El diálogo de la cooperación internacional entre los países industrializados y los del tercer mundo se puede situar en la Conferencia sobre Cooperación Económica Internacional (ICER) mantenida en París entre 1975 y 1977. Aunque esta Conferencia no haya señalado ni el comienzo ni el final del diálogo, sin embargo, tuvo el mérito de constituir un foro en el cual los problemas se examinaron a fondo y muchos de ellos pudieron identificarse.

La misma ayudó a enfocar la atención del mundo, en particular, sobre los problemas de ayuda al desarrollo de exportación de materias primas, sobre la deuda exterior y, en general, sobre la disparidad de riqueza registrada entre los países desarrollados de Occidente y los países en vías de desarrollo. Por mencionar unas cifras, el Sur que reúne el 70 % de la población del mundo, contabilizó en 1977 el 19 % del producto bruto total, el 20 % del comercio e inversiones del mundo, el 7 % de la industria mundial y menos de un 1 % de investigación y servicios.

Las demandas específicas presentadas por los países en vías de desarrollo se relacionaban en particular con lo siguiente: adopción del Programa integrado de Mercancías de la UNCTAD; conservación,desarrollo y financiación de la energía; protección del poder adquisitivo de los ingresos procedentes de la exportación y de los activos; descarga y reorganización de deudas; adopción por parte de los países desarrollados de la meta de ayuda oficial para el desarrollo del 0,7 por ciento del Producto Interno Bruto; acceso a los mercados

de capital del mundo desarrollado; desarrollo de infraestructuras; plena puesta en marcha de la "Declaración y Plan de Acción de Lima", en que se pide un incremento de porcentaje de participación de los países en vías de desarrollo, llegando como mínimo al 25 por ciento de la producción industrial mundial total para el año 2000; mayor producción de alimentos en los países en vías de desarrollo, seguridad de alimentos y ayuda para alimentos; transferencia de tecnología a través de inversiones extranjeras probadas y reformas financieras y monetarias internacionales, es decir, en los recursos del FMI e IBRD, nueva asignación de derechos especiales de recurso (SDR) y mayor acceso a estos recursos para los países en vías de desarrollo.

Si bien estas demandas no fueron satisfechas, las mismas quedaron manifestadas adecuadamente en la Resolución de Cooperación Internacional y Desarrollo, adoptadas por la séptima sesión especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 1975.

En esta Resolución, se invitó a todos los países a reunirse en la búsqueda de soluciones a los problemas del mundo y particularmente: comercio internacional, transferencia de recursos reales a los países en desarrollo, reformas monetarias internacionales, ciencia y tecnología, industrialización, alimentación y agricultura, y reestructuración de los sectores económico y social del sistema de las Naciones Unidas.

Vista la cooperación internacional en esta perspectiva, podemos concluir que la relativa a un componente energético es sólo una parte del problema, por lo que su tratamiento debe insertarse dentro de la esencia y el espíritu de las demandas planteadas en esa ocasión por los países del tercer mundo.

II. LA COOPERACION EN EL MARCO DE OLADE

América Latina ha sustentado su crecimiento industrial en un uso intensivo de los hidrocarburos como fuente comercial. En la región conviven países exportadores e importadores de petróleo que de una u otra manera han sostenido un mismo estilo de desarrollo que reflejó el proceso generado con posterioridad a la IIª Guerra Mundial, como resultado de la reconstrucción de Europa y Japón.

América Latina ha estado consciente desde sus comienzos de la importancia que tienen los recursos no renovables tanto como pilar de desarrollo en los países exportadores de petróleo, que como insumo fundamental para alcanzar mejores niveles de confort en los países importadores. Más aún, por ser exportadores de materias primas, todos han sufrido en carne propia los resultados adversos de las fluctuaciones del mercado, en especial en cuanto a la demanda y los bajos precios.

Con anterioridad al Diálogo Norte-Sur ya nuestros países habían dado los primeros pasos para activar su cooperación en el ámbito de la energía, de manera que antes de la creación de OLADE en 1973 ya existía ARPEL que agrupa a las empresas petroleras estatales de América Latina y CILR dentro del cual conjugan sus esfuerzos las empresas eléctricas de Sudamérica. Asimismo, ya en Centro-América se tomaban medidas para realizar su interconexión eléctrica.

En 1981 OLADE aprueba el Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) dentro del cual se definen los objetivos, las políticas y los programas que han de conformar la estrategia energética de la región hasta el año 2000. Los Ministros de Energía ratifican en esta ocasión que la energía debe estar supeditada al desarrollo económico y social, de manera que su producción, al igual que su demanda, estimule el desarrollo de industrias de bienes de capital. Se ratifica asimismo la necesidad de ampliar y diversifi-

car la oferta de tal suerte que se pueda modificar la estructura de la producción y el uso de la energía.

II.1 LA SITUACION ENERGETICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

América Latina es una región que produce más de lo que consume, de tal manera que en 1970, de una producción de 432 millones de tep, el 51,4 % fue para la exportación. Aunque la producción en 1980 fue de 534 millones de tep, casi 24 % mayor que en 1970, las exportaciones descendieron al 34,5 % de la producción total como consecuencia de las mayores necesidades de la región, que exigieron un crecimiento del consumo a una tasa anual del 5,4 % y el menor crecimiento de la tasa de producción (ver tabla 1).

La producción de energía está sustentada principalmente en hidrocarburos, que representan el 72 % del total para 1980 en comparación con el 78 % en 1978 como resultado de la disminución de producción entre 1970 y 1976.

En cuanto al consumo de energía, también está concentrado en los hidrocarburos, cuyo porcentaje se incrementó del 45,3 % en 1970 al 46,6 % en 1979. La energía hidráulica pasó del 13,7 % en 1970 al 16,2 % en 1980 y el uso de la leña disminuyó del 20,1 % al 14,6 % (ver tabla 2).

América Latina es una región con un rico potencial en fuentes energéticas, de modo que la disponibilidad de fuentes convencionales, sin incluir biomasa, energía solar y eólica, hace posible que miremos el futuro con optimismo. Las reservas probadas son importantes y alcanzan a 51.275 millones de tep, de las cuales el 49,8 % corresponde a la energía hidráulica, seguida por el petróleo con el 21,6%, el carbón con el 11,9 %, el gas natural con el 13,5 % y finalmente la energía nuclear y geotérmica con el 3,2 % entre las dos (ver tabla 3).

A diferencia del gas natural y el petróleo cuyo 80 % de reservas está concentrado en México y Venezuela, el potencial hidroeléctrico se caracteriza por una mejor distribución en los países de la región.

De lo anterior se desprende que no existe una adecuada relación entre reservas y consumo de energía, por lo cual la ampliación y diversificación de la oferta entraña la amplia modificación de la estructura de producción y del uso de energía que inevitablemente trasciende las de por sí complejas dimensiones técnico-económicas.

Junto al desarrollo acelerado de todo tipo de fuentes de energía, el uso racional de la energía descansa en la aplicación de medidas efectivas para su conservación y el logro de una mayor eficiencia en su utilización.

II.2 PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA ENERGIA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Las perspectivas de la demanda energética para el año 2000 fueron revisadas recientemente por OLADE tomando en cuenta la nueva situación de crisis de la economía mundial y usando los balances energéticos para el período 1970-81. Es conveniente destacar que la región dispone de una metodología común "OLADE" para la preparación de los balances y que la misma ya ha venido siendo utilizada por 22 países. Para la proyección se utilizó una sola tasa de crecimiento de la población del 2,21 % interanual entre 1985-2000, sobre las bases de las estimaciones demográficas hechas por CEPAL. El desarrollo económico futuro de América Latina y el Caribe está basado en el reciente comportamiento de nuestra economía que implica un crecimiento económico bajo entre 1980 y 1990, de alrededor del 3,8 % en promedio. Este sube al 6 % anual en el período 1990-2000 por considerar que de man-

tenerse tan bajos niveles de crecimiento nos veremos en profundos problemas socio-políticos.

Los resultados de este estudio indican lo siguiente (ver tablas 4 y 5 y figuras 1 y 2) :

1. El consumo de energía primaria para el año 2000 alcanzará 977 millones de tep mientras que el consumo final se estima del orden de los 657 millones de tep.

2. La demanda final de derivados descenderá ligeramente del 55,9 % en 1980 al 54,6 % en el año 2000. Sin embargo, en términos absolutos el consumo se aumentará por un factor de 2,5 a 359 millones de tep (6,9 millones de bep/d).

3. El consumo directo de leña disminuirá sustancialmente del 19,7 % al 5,3 % en el período 1980-2000 mientras que el carbón de leña aumentará del 1,8 % al 2,3 %.

4. La electricidad continuará su tendencia ascendente yendo del 9,2 % en 1980 al 15,4 % en el año 2000. En este sentido es importante destacar la creciente participación de la hidroelectricidad que como fuente de energía primaria pasa del 15,8 % en 1980 al 22,4 % en el año 2000.

5. El gas natural aumentará su porcentaje del 8,8 % en 1980 al 15 % en el año 2000.

6. Los cambios anteriores reflejan la importancia creciente de las formas de energía comercial en desmedro de las no comerciales tales como leña, carbón vegetal y combustibles de animales y plantas. Se estima que la energía comercial ascenderá del 77,1% en 1980 al 91,5 % en el año 2000.

Lo anterior señala que durante los próximos 20 años América Latina

continuará dependiendo de los hidrocarburos y en particular del petróleo para su suministro energético a pesar de las medidas que se instrumentan en lo relativo a otras fuentes, principalmente la energía hidráulica, por ser Latinoamérica el continente del agua, del carbón y de la geotermia.

II.3 LINEAMIENTOS DE POLITICA

Con el propósito de lograr una transición ordenada y coherente hacia una mayor pluralidad energética que involucre un uso más racional de la energía, los Ministros de OLADE acordaron también en 1981 fijar las siguientes políticas:

1. Desarrollar al más breve plazo una visión estratégica latinoamericana del desarrollo energético, como punto de partida indispensable para avanzar en una efectiva programación regional que debe iniciarse con trabajos destinados a elaborar programas nacionales de energía, sobre bases metodológicas comunes. Para ello se cuenta con varios programas nacionales de energía y con los balances energéticos elaborados por OLADE. Los planes energéticos nacionales son una condición necesaria para obtener una mayor visión de la futura problemática energética regional que permita una cooperación plena.

2. Impulsar una acción unificada y permanente de la región en foros y agencias internacionales, ante terceros países, etc. para fines de negociación y cooperación en materia energética.

3. Acelerar el conocimiento cabal de los recursos energéticos, entendido como una tarea permanente de revisión y actualización indispensable para la programación nacional y regional del desarrollo energético.

4. Promover esfuerzos sistemáticos de economía de la energía, destinados a reducir el consumo energético de los sectores dispendiosos, sin afectar el crecimiento económico general. Deben ponerse en práctica esfuerzos dirigidos a hacer un uso más cuidadoso de la energía, que en muchos casos no implican costo de capital alguno. Para ello hay en la región una experiencia acumulada por algunos países que debería ser rápidamente difundida y evaluada a nivel regional. En el mismo sentido, puede hablarse de la aplicación más generalizada de tecnologías ya conocidas o de introducción reciente que se relacionan con una mayor recuperación de desperdicios industriales, cambios en los procesos industriales o modificación en el diseño de insumos y bienes de capital. Todo este espectro de medidas orientadas a incrementar la conservación y el ahorro de energía deben ser objeto de la máxima atención y estudio, y su aprovechamiento generalizado constituye una prioridad de primer orden.

5. Fortalecer y ampliar la capacidad científico-técnica para que la región esté en aptitud de: a) levantar el inventario de los perfiles técnico-económicos de las tecnologías disponibles en la región y fuera de ella, para la incorporación de nuevas fuentes de recursos renovables y no renovables, y difundirlo ampliamente entre las diversas instituciones y entre los diversos tipos de productores y usuarios de la región; b) avanzar en la creación, desarrollo y adaptación de tecnologías para el aprovechamiento de las nuevas fuentes; c) organizar programas de demostración de la producción y uso de nuevas fuentes; d) establecer los mecanismos permanentes de transferencia intraregional de tecnología, y, e) realizar el seguimiento de las investigaciones y desarrollos tecnológicos que tendrán lugar fuera de la región a efectos de mantener actualizada la posibilidad de seleccionar las tecnologías más adecuadas a sus condiciones socio-económicas; en particular, debido al crecien-

te peso relativo que a largo plazo puede adquirir la energía nuclear en el balance energético mundial y al hecho de que, por tanto, es previsible una baja de los costos reales de construcción de plantas standard. Por consiguiente, es indispensable que los países de la región tengan un seguimiento detallado de las investigaciones y desarrollos de esta tecnología, tanto en el campo de la generación como en el de los sistemas de seguridad y protección del medio ecológico.

6. Impulsar con carácter urgente la tarea de prospección y exploración de mantos petroleros, concibiéndola como una tarea que, sin menoscabo de la soberanía de los Estados, debe ser esencial e integralmente regional. Deben destacarse fórmulas que vinculen el desempeño de esfuerzos regionales a este respecto, con el propósito de reforzar la seguridad energética de la región. La cooperación en este aspecto desembocaría en el fortalecimiento del mercado latinoamericano de energía. En particular, debe aumentar el grado de seguridad en el abastecimiento energético regional, diseñando programas de emergencia e incrementando progresivamente la oferta regional de hidrocarburos, de conformidad con los respectivos programas nacionales de energía.

7. Fortalecer la utilización de los recursos naturales compartidos desarrollando proyectos bilaterales y/o multinacionales en beneficio de países con fronteras comunes, dentro del marco de la soberanía nacional de cada Estado.

8. Impulsar el desarrollo de una industria latinoamericana de bienes de capital y equipo para el sector energético, que responda dinámicamente a los grandes objetivos involucrados en la transición energética en que la región está empeñada. En particular, deben contemplarse de manera específica los requerimientos que se derivan de los programas de desarrollo rural que buscan la instrumentación masiva de sistemas descentralizados de

producción y uso de la energía.

9. Instrumentar mecanismos que permitan minimizar los costos de la energía mediante la racionalización del procesamiento, transporte, almacenamiento y distribución de los recursos energéticos de la región.

10. Reforzar el ordenamiento de los sistemas de comercialización de los recursos energéticos mediante la intensificación de las negociaciones directas entre países exportadores e importadores para que, sin perjuicio de los ingresos que perciban los primeros, los segundos se beneficien de la eliminación de los márgenes comerciales de que disponen las empresas privadas que operan en este campo.

11. Instrumentar la capacitación del equipo humano necesario para la puesta en marcha de cada uno de los programas específicos que conduzcan a la consecución de los objetivos energéticos de la región.

12. Propiciar el incremento de los recursos científicos, tecnológicos y financieros provenientes de los estados miembros de OLADE, terceros países, grupos de países y organismos internacionales y destinarlos a los proyectos prioritarios del PLACE. Dichos recursos serán complementarios a los disponibles en la región y su contratación en ningún caso será indiscriminada y ajena al Programa, con el fin de evitar lesionar las soberanías nacionales o contravenir los intereses regionales.

13. Impulsar el surgimiento de instituciones, actitudes y prácticas sociales que auspicien la transición energética.

Constituyen estos lineamientos la respuesta efectiva de América

Latina en la cooperación internacional sustentada principalmente en la iniciativa de cooperación interregional para poder presentar programas de mayor contenido y alcance.

III. ACCIONES ESPECIFICAS PARA LA COOPERACION EN EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA

Resulta obvio entonces que ante la tarea descomunal requerida para cerrar la brecha existente entre América Latina y el mundo industrializado se requiere reforzar la cooperación internacional dentro de los postulados señalados en el diálogo Norte-Sur. Teniendo en cuenta que estas conversaciones se adelantan ahora dentro del marco de las Naciones Unidas, nos corresponde a los organismos sectoriales, regionales, el impulsar acciones específicas que sirvan de base para darles viabilidad a ayudas de mayor trascendencia.

Un programa ambicioso de uso racional de energía para América Latina y el Caribe arrojaría los siguientes resultados, asumiendo que la elasticidad baje de 1,26 (correspondiente a los años 70) a 1 en el año 2000.

AÑO	AHORRO DE ENERGIA FINAL (106 tep)	AHORRO (millones de dólares EEUU)
1985	53	10.700
1990	90	18.300
2000	174	35.300

Si bien estas cifras son plausibles pero no posibles por cuanto este esfuerzo significaría rigurosas medidas de conservación en los sectores de transporte, industria, servicios y residencial, con sus consecuentes efectos socio-económicos y políticos, los mismos nos

indican las amplias posibilidades que tenemos en América Latina y el Caribe para que el uso racional se constituya en una nueva fuente de energía. El reto así planteado resulta de interés y para ello se requiere una intensa movilización de la cooperación internacional en los campos de la cooperación técnica, las inversiones y el comercio.

III.1 COOPERACION TECNICA

Las medidas relativas a la conservación de la energía en la industria pueden ser de dos tipos, una aquella de mantenimiento que involucra gastos de capital relativamente menores y las mejoras de tipo tecnológico y desarrollo a largo plazo, con los consiguientes requerimientos de capital. Para lograr la puesta en práctica de un programa de conservación para ambas clasificaciones se deben vencer actitudes tradicionales por una parte, así como problemas de orden estrictamente técnico, por lo que, si se pretende aplicar con éxito medidas tendentes a conservar energía en el sector industrial, es indispensable crear los mecanismos de concientización y capacitación que aseguren su cumplimiento. La complementación de experiencias y capacidades en este campo resultaría de gran interés. Asimismo, sería conveniente recibir cooperación dirigida a estimular que las medidas para el uso racional de la energía en el sector industrial permitan el desarrollo de bienes de capital y de servicio en nuestros países.

III.2 INVERSIONES

Si bien en una primera etapa de los programas de conservación de energía los requerimientos de capital no serán tan exigentes, nos encontramos con que, debido a la crisis económica que confrontan las naciones de la región, se hace necesario movilizar donaciones o fondos blandos que aceleren este proceso tomando en cuenta el

hecho de que, en su primera etapa, el programa de conservación tenderá hacia acciones tales como: manejo más cuidadoso de las operaciones de la planta, ajustes en el tipo de ventilación de calor y de alumbrado,en la cual los hornos apropiados y el control de las calderas pueden significar una contribución importante(aislamientos térmicos, etc.).

En esta primera etapa podrían buscarse los mecanismos para que, a través de OLADE, la asistencia internacional venga a complementar la regional. En una segunda etapa en que los cambios tecnológicos usualmente implican cuantiosas inversiones, con el uso de sistemas de control más sofisticados, así como instalación de nuevos equipos y procesos, estos requerimientos de capital entran en competencia con otras demandas de capital relacionadas por ejemplo con un incremento de los niveles de producción de energía nacional. Esto significa que en esta etapa deben movilizarse ingentes sumas de préstamos blandos o contingentes que permitan alcanzar los niveles de desarrollo requeridos por América Latina.

III.3 COMERCIO

El flujo comercial que pudieran establecer los programas de uso racional de energía en América Latina debe beneficiar a unos y a otros en el sentido de no deteriorar las relaciones de intercambio, lo cual exige vincular el comercio que genera esta actividad energética con el resto de las otras actividades comerciales.

En conclusión, se hace necesario continuar e intensificar los esfuerzos en el uso racional de la energía en la industria porque ello nos puede conducir a una recuperación importante de nuestras economías con efectos tangibles y positivos para el mundo en su conjunto.

TABLA Nº 1

EVOLUCION DE ENERGIA Y CONSUMO EN AMERICA LATINA

(tep x 10^6)

	1970	1976		1979		1980	
PRODUCCION	432	422	0,4	501	5,9	534	6,6
EXPORTACIONES	222	161	5,2	171	2,0	184	7,6
IMPORTACIONES	56	88	7,8	93	1,9	86	-7,5
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA PRIMARIA	234	330	6,4	398	6,4	411	3,3
DEMANDA FINAL DE ENERGIA	150	216	6,3	251	5,1	254	1,2

TABLA Nº 2

CONSUMO DE ENERGIA POR FUENTES

(tep x 10^6)

	1970	%	1976	%	1979	%	1980	%
CARBON MINERAL	8	3,4	10	3,0	14	3,5	15	3,6
LEÑA	47	20,1	56	17,0	58	14,6	60	14,6
OTRAS	8	3,4	12	3,6	16	4,0	17	4,1
PETROLEO	106	45,3	158	47,9	190	47,6	192	46,6
ENERGIA HIDRAULICA	32	13,7	48	14,6	60	15,1	67	16,2
GAS	33	14,1	45	13,6	59	14,8	60	14,6
GEOTERMIA	-	-	0,3	0,1	0,6	0,2	0,5	0,1
COMBUSTIBLES FOSILES	-	-	0,6	0,2	0,7	0,2	0,7	0,2
TOTAL	234	100,0	329,9	100,0	398,3	100,0	411	100,0

TABLA Nº 3

RESERVAS DE ENERGIA
(tep x 10^6)

		%
PETROLEO	110,71	21,6
GAS	69,00	13,5
ENERGIA HIDRAULICA	255,60	49,8
CARBON MINERAL	61,26	11,9
NUCLEAR	14,75	2,9
GEOTERMIA	1,43	0,3
TOTAL	512,75	100,0

TABLA Nº 4

POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO

(DEMANDA FINAL DE ENERGIA)

AÑO	AHORRO (10^6 tep)	AHORRO (10^6 dól. EEUU)
1985	53	10.700
1990	90	18.300
2000	174	35.300

TABLA Nº 5

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ENERGIA
(10^6 tep)

	1980	1985	1990	2000
CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA	376	419	541	977
DEMANDA FINAL DE ENERGIA	254	288	369	657

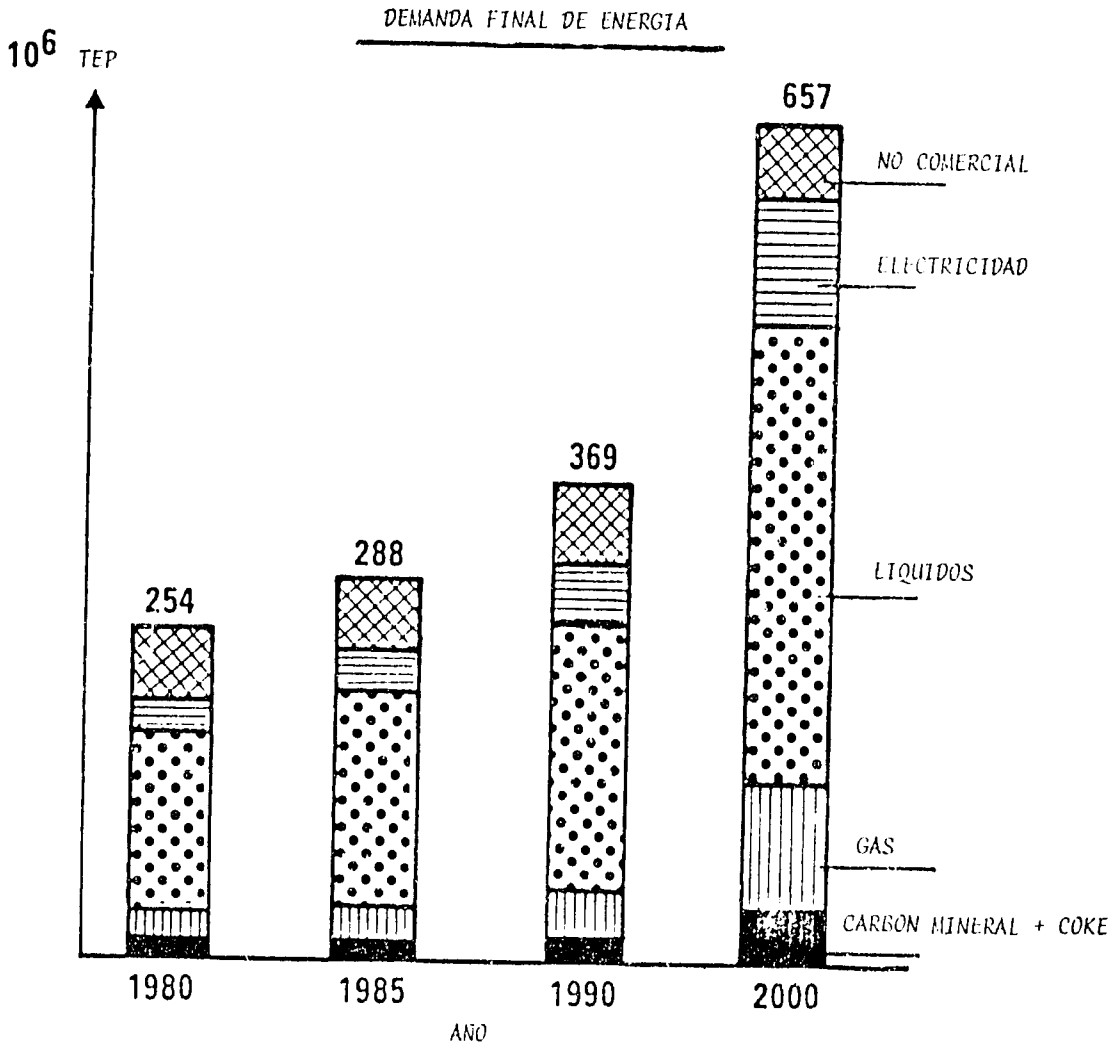

DEMANDA FINAL DE ENERGIA
10^6 TEP
657
NO COMERCIAL
ELECTRICIDAD
369
288
254
LIQUIDOS
GAS
CARBON MINERAL + COKE
1980
1985
1990
2000
AÑO

FIGURA No. 1

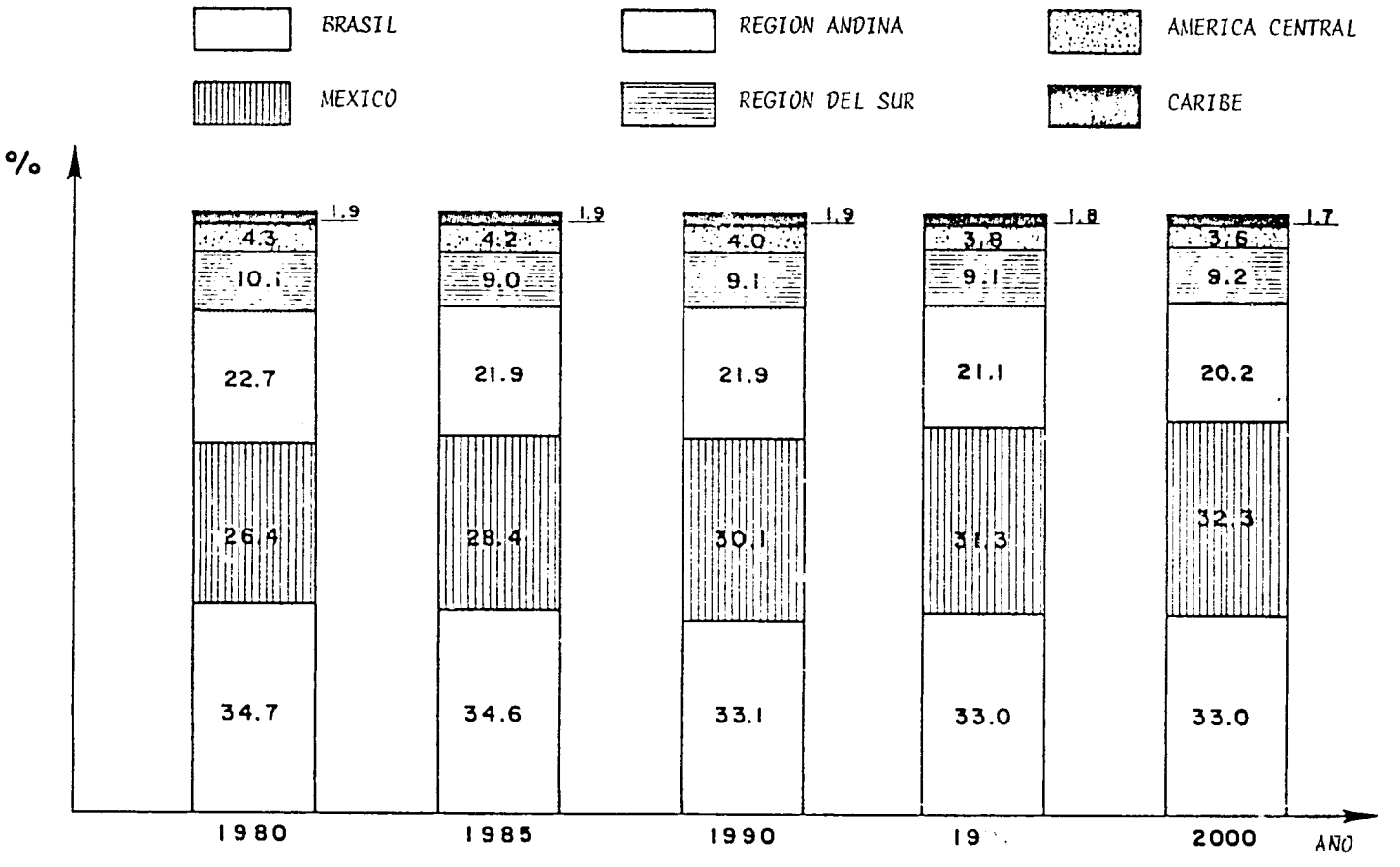

BRASIL
REGION ANDINA
AMERICA CENTRAL
MEXICO
REGION DEL SUR
CARIBE
%
1.9
4.3
10.1
22.7
26.4
34.7
1.9
4.2
9.0
21.9
28.4
34.6
1.9
4.0
9.1
21.9
30.1
33.1
1.8
3.8
9.1
21.1
31.3
33.0
1.7
3.6
9.2
20.2
32.3
33.0
1980
1985
1990
19
2000
AÑO

FIGURA No. 2

J.W. Hopkins
Deputy Executive Director
International Energy Agency

POSIBILIDADES DE COOPERACION INTERNACIONAL EN EL CAMPO DEL USO RACIONAL DE LA ENERGIA

Hemos visto, a lo largo de este Seminario, una vívida ilustración de cómo la concentración de experiencias adquiridas en diversas partes del mundo puede ayudarnos a mejorar nuestros conocimientos sobre un tema determinado. Desearía ahora mencionar varias otras cuestiones y técnicas que también pueden dar resultados satisfactorios en el desarrollo de la cooperación internacional.

I. Flujo de datos e información

- No cabe duda que se requiere trabajar en el mundo entero para mejorar y difundir la información en los ámbitos siguientes :

  1) Estadística : que incluye los flujos de la oferta y la demanda de energía y los balances energéticos.

  2) Técnica : que incluye información sobre los aspectos científicos, tecnológicos, económicos y sociológicos de las nuevas ideas.

  3) Información institucional : es decir, definir lo que están realizando diversas organizaciones en los diferentes ámbitos del desarrollo y conservación de la energía.

  4) Información sobre investigación y desarrollo : que incluye los esfuerzos realizados para conservar los recursos potenciales de energía en relación con la demanda potencial de la misma, el estado de ponencias sobre nuevas técnicas, así como costos, mantenimiento y necesidades de mano de obra.

- En lo que respecta a datos e información, existen varios obs-

táculos que se deben a la falta de coordinación, a informes estadísticos incoherentes y a la utilización de diferentes metodologías para constituir las bases de datos.

- Varias organizaciones de las Naciones Unidas trabajan en la recopilación y coordinación de datos para sortear estas dificultades.

- Recientemente, la Agencia Internacional de Energía, diversos organismos de las Naciones Unidas, el Banco Mundial, el Banco para el Desarrollo de Asia, algunas organizaciones regionales de las Naciones Unidas como CEPAL, ESCAP y OLADE, conjuntamente con varias administraciones nacionales y fuentes privadas, han estado cooperando para elaborar una base de datos energéticos, integrada y coordinada, para aproximadamente 40 países en vías de desarrollo. Este proyecto debe llegar a su término en otoño del corriente año.

- Este es un excelente ejemplo de cooperación internacional en el cual se ha definido un importante proyecto, iniciado con mínimos recursos, y que, gracias a una estrecha y constante comunicación, ha llegado a unir a las organizaciones mencionadas en una red organizada con flexibilidad. Este proyecto se llevará a cabo con escasos recursos externos, en el caso en que fueran necesarios.

II. Planeamiento y desarrollo de políticas gracias a una mejor información.

- La política y la planificación energética a nivel nacional son elementos decisivos para el uso y desarrollo de los recursos energéticos en forma compatible con el desarrollo económico.

- Se requiere coordinar la planificación energética para poder tomar en cuenta los elementos pertinentes de los planes de desarrollo económico, los planes de desarrollo social, las tendencias populares, los requerimientos de inversión y la gestión de recursos energéticos.

- Asimismo, es cada vez más necesario relacionar las necesidades, planes y recursos nacionales con el contexto de la oferta y la demanda regional y mundial.

Ejemplos de cooperación

- Entre los auspiciadores de este Seminario (la AIE es un ejemplo de amplia cooperación internacional), OLADE y la CEE constituyen ejemplos de cooperación regional en el sentido geográfico.

- Cada uno de ellos ha podido, con la ayuda de un Secretariado central, estimular la recopilación y difusión de la información; coordinar objetivos y desarrollar un entendimiento a nivel internacional sobre los problemas energéticos; así como influir en las políticas de los países miembros en el contexto internacional que el grupo en su conjunto representa.

- Otras organizaciones regionales con características parecidas, en otros lugares del mundo, podrían lograr resultados similares y también entablar una cooperación entre ellas, tal como la que se ha concretado entre OLADE, la CEE y la AIE.

III. Educación y capacitación

Cuestiones fundamentales

- Las más amplias facilidades en educación y capacitación deben estar a la disposición de planificadores y responsables de la política gubernamental, gerentes de empresas, especialistas en tecnología y del público en general.

- Se podrían ofrecer facilidades de capacitación especializada en los campos siguientes: ingeniería, ciencia y tecnología, ciencias sociales y planificación de recursos.

- El tipo de educación y capacitación varía de acuerdo a cada país, pero puede incluir a instituciones establecidas tales como programas universitarios, desarrollo de nuevos programas y de programas específicos de especialización o el uso de programas internos tanto en el sector privado como gubernamental.

Ejemplos de cooperación

- Numerosos ejemplos de cooperación internacional ya existen en el ámbito de la educación y capacitación.

- OLADE ha organizado numerosos seminarios sobre metodologías de planificación y balances energéticos.

- No necesitamos mencionar en detalle los numerosos programas de intercambio existentes entre las universidades y las instituciones científicas del mundo.

- La AIE ofrece un programa de capacitación, con un número limitado de vacantes, para el aprendizaje a corto plazo de jóvenes

profesionales, incluyendo a algunos procedentes de países en vías de desarrollo.

Investigación y desarrollo

- En el ámbito de la cooperación para la investigación y desarrollo, la AIE dispone de un activo programa entre sus países miembros para elaborar en conjunto proyectos específicos de investigación.

- Los programas de la AIE no se limitan exclusivamente a sus países miembros. De hecho, los países en desarrollo son bienvenidos a participar, sobre bases comparables, con los países miembros de la AIE : es decir, se espera de cada participante que contribuya a algunos aspectos del proyecto. Estas contribuciones pueden tomar varias formas : datos, personal científico, localización de yacimientos, instalaciones de laboratorio, resultados de investigaciones que demuestran progresos notables, y en el caso de algunos grandes proyectos que implican realizaciones materiales, naturalmente, recursos financieros. Hemos entablado conversaciones con varios países en desarrollo y uno de ellos ya participa en un proyecto relativo a uno de sus principales recursos de energía primaria.

El programa de colaboración de la Agencia para el uso racional de la energía consiste en proyectos relativos a los siguientes sectores :

RESIDENCIAL Y COMERCIAL

- Sistemas energéticos y diseño de comunidades

Elaboración de un enfoque integrado del planeamiento comuni-

tario y del diseño de sistemas energéticos, para asegurar que se optimizan debidamente los balances energéticos totales. Los resultados de este trabajo metodológico serán de interés para planificadores y arquitectos de nuevas comunidades y para el nuevo diseño de las antiguas.

- Investigación para el cálculo de la carga energética de los edificios

Este trabajo conlleva aspectos teóricos y prácticos. El teórico se centra en la comparación de modelos tratados por computadoras para realizar el cálculo de la carga energética de los edificios y en el mejor entendimiento de la interacción entre varios parámetros. El trabajo práctico abarca las mediciones efectivas sobre el terreno en edificios existentes, verificación de modelos, y análisis de infiltraciones de aire y de calidad. Los resultados pueden ser utilizados directamente por arquitectos conscientes de los problemas energéticos.

- Utilización de fuentes de calor residual

Este programa presenta dos aspectos principales :

. La elaboración de sistemas de almacenamiento en gran escala para acumular calor a temperatura relativamente baja, que se desprende de la generación de electricidad o de procesos industriales, o que se deriva de colectores solares. Dos demostraciones prácticas están en curso : la primera en Suiza, que utiliza una capa acuífera; la segunda en Suecia, relativa al diseño de un dispositivo accionado por colectores solares y acoplado a un sistema de calefacción urbana.

. La evaluación y el análisis de las bombas de calor, ya sea para su aplicación doméstica individual, para sistemas de

calefacción urbana, o para el uso en la industria. Estos estudios han ampliado su campo de aplicación a cualquier situación en que existen importantes cantidades de calor a baja temperatura disponibles para su conversión. Bajo los auspicios de la AIE, se ha creado recientemente un Centro de información global sobre las bombas de calor.

- Conceptos globales de generación de energía

Este trabajo ha abarcado estudios técnicos de las aplicaciones más sofisticadas de los ciclos termodinámicos para lograr una alta eficiencia (55 %) en los procesos de conversión triple de calor primario a electricidad, mediante el paso en cascada del calor a través de tres sistemas diferentes de turbinas. Aún se están examinando los aspectos económicos de estos sistemas, que pueden difícilmente ser competitivos en la situación económica actual.

TRANSPORTES

La colaboración técnica de la AIE en este ámbito se ha limitado hasta el momento a los siguientes puntos :

- Investigación sobre la combustión

Investigación fundamental de los fenómenos y procesos que ocurren en las cámaras de combustión de los motores de automóviles, hornos y calderas así como la elaboración de modelos tratados por computadora para predicciones. Durante el transcurso de este trabajo, se han formulado algunos diagnósticos altamente sofisticados así como mecanismos de medición que permiten la verificación de los modelos teóricos por comparación con los experimentos efectivos.

- Materiales de alta temperatura

La clave de este trabajo radica en la elaboración de materiales cerámicos que permitan el funcionamiento de motores de automóviles con gran eficiencia. Los experimentos llevados a cabo pueden ser considerados como una etapa ulterior al trabajo descrito líneas arriba.

INDUSTRIA

Los esfuerzos en este campo se han concentrado en algunos de los procesos industriales que consumen más energía, tales como :

- Fabricación de cemento

Se han efectuado estudios y experimentos sobre la mezcla de cementos con alto contenido de escorias : determinación de los máximos niveles permisibles de sulfatos y reacciones entre alcalí y sílice como consecuencia de la adición de ceniza volátil. Asimismo, se han llevado a cabo trabajos complementarios sobre la compatibilidad de agregados.

- Siderurgia

Se han realizado estudios sobre la factibilidad y el ahorro potencial de energía en el proceso de gasificación carbón-acero, así como de los aspectos económicos y ecológicos involucrados. El propósito de este trabajo es el diseño definitivo y la construcción de una planta de demostración.

- Pasta y papel

El trabajo se centra en tres actividades : aumentar en forma considerable la eficiencia térmica de la caldera de recuperación de kraft; mejorar la conservación de energía en la defibración mecánica, batido y remoción de agua; y elaborar un método de contabilización de la energía utilizada en la manufactura de pasta y papel.

Potencial de cooperación

Podría ser interesante aplicar varias de las actividades descritas más arriba en economías industriales que se están desarrollando rápidamente, tales como Latinoamérica. Algunas de ellas se refieren a aspectos bastantes generales, como en el sector residencial y comercial. Otras se relacionan más específicamente con el diseño comercial del producto y su fabricación, como, por ejemplo, en el caso del desarrollo de motores de automóviles y de los ahorros de energía en los procesos industriales. Parte de este trabajo ya se ha concluido, y otra parte se llevará rápidamente a su término.

Por supuesto, la AIE no es la única organización internacional que participa en la investigación y desarrollo. En particular, OLADE ha coordinado varios proyectos en este ámbito. La UNDP también auspicia diversas actividades de investigación y desarrollo.

IV. El papel de las empresas

Cuestiones fundamentales

- Históricamente, las empresas nacionales y multinacionales han contribuido ampliamente al desarrollo en el campo de la energía, particularmente en el ámbito de los adelantos tecnológicos : exploración y producción, comercialización de nuevas técnicas, financiamiento y educación.

Ejemplos de cooperación

- Algunos de los mejores ejemplos se encuentran aquí, en Latinoamérica, incluyendo los diversos convenios entre OLADE y com-

plejos industriales interesados en desarrollar y aplicar conjuntamente nuevas técnicas adecuadas a las necesidades locales, así como actividades entre OLADE/CEPAL e industrias europeas para explotar los recursos locales de carbón.

- Por cierto, existirá diversidad de opiniones sobre esta cuestión y las soluciones dependerán en gran medida de las otras políticas nacionales de cada país. Sin embargo, los recursos de las empresas, tanto públicas como privadas, son enormes y no se los debe pasar por alto en el momento de examinar las posibilidades de cooperación internacional.

V. Cooperación entre instituciones

- Todas las ideas expresadas anteriormente indican cuestiones de fondo en que la cooperación internacional es muy importante, y ponen de relieve muchos ejemplos en los cuales dicha cooperación existe.

- La lista de ningún modo es exhaustiva.

- Ahora, desearía atraer la atención, no tanto hacia estas cuestiones fundamentales, sino hacia las formas activas de cooperación entre organizaciones nacionales, regionales e internacionales.

- La mayoría de las organizaciones regionales e internacionales cuentan con activos programas de intercambio de datos. Por ejemplo, ya existen intercambios de información entre diversas agencias de las Naciones Unidas, la AIE/OCDE, la CEE en Bruselas, varias Comisiones Regionales de las Nacio-

nes Unidas y la OPEP.

- Otro ejemplo es la muy activa cooperación entre diversos bancos de desarrollo regional y las organizaciones regionales relacionadas con el campo de la energía. El ejemplo más impactante radica en la larga y activa cooperación entre el Banco Mundial, el Banco Inter-Americano de Desarrollo y OLADE para financiar y administrar no sólo proyectos energéticos específicos sino también para explotar recursos energéticos en Latinoamérica y elaborar bases de datos, sistemas de información y programas de capacitación. Por supuesto, no pueden dejarse de lado los numerosos convenios sobre proyectos específicos entre los bancos de desarrollo y cada país.

- La cooperación entre la AIE y OLADE se concreta a través de :

  1. Intercambio de datos e información
  2. Intercambio de personal
  3. Cooperación en los proyectos de datos energéticos de los países en desarrollo
  4. El papel de observador de OLADE en el proceso de revisión de los países miembros de la AIE
  5. Consultas de la AIE con OLADE sobre el sistema de recopilación de datos.

- La cooperación entre la AIE y CEPAL podría desarrollarse según lineamientos similares.

VI. La Conferencia de Nairobi : Un ejemplo de completa cooperación internacional

- Uno de los principales y más recientes ejemplos de cooperación internacional en gran escala ha sido la Conferencia de Nairobi

sobre Fuentes de Energía Nuevas y Renovables. Este constituye un específico ejemplo en que los gobiernos nacionales, institutos de investigación, grupos universitarios, organizaciones regionales e internacionales participaron no sólo en la Conferencia misma sino también en los detalles de su preparación que tomaron más de un año antes de la realización de dicha Conferencia.

- Esta Conferencia, a pesar de centrarse en las fuentes de energía nuevas y renovables, tocó muy de cerca cada una de las principales cuestiones de fondo en el campo de la energía, incluyendo datos e información, elaboración de planes y políticas, educación y capacitación y la necesidad de incorporar al sector privado.

- Como resultado de la Conferencia de Nairobi, se emitió un detallado Plan de Acción para alentar el desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables.

- Las estructuras institucionales básicas para llevar a efecto el Plan de Acción ya han sido creadas y ahora nuestra atención puede concentrarse en medidas concretas de puesta en práctica, de las cuales muchas requerirán un alto grado de cooperación internacional.

RESUMEN

En resumen, como puede apreciarse a través de esta larga enumeración, la cooperación internacional en el campo de la energía ya se ha generalizado. Esta lista también muestra que existe un gran potencial de cooperación futura, que se puede concretar entre los países en forma bilateral o mediante acuerdos multilaterales específicos. De hecho, es éste el ámbito más amplio de cooperación actual, y probablemente futura.

Esta cooperación puede, y suele existir entre organizaciones internacionales cuyos propósitos son más amplios que el campo de la energía, tales como los numerosos organismos de la familia que integra a las Naciones Unidas. Por definición, sucede también dentro de las organizaciones internacionales que se dedican específicamente al campo de la energía, y cobra especial importancia entre las mismas. Como la Conferencia de Nairobi nos lo ha demostrado, puede también extenderse a una escala mundial.

- Lo más importante es inculcar la determinación y desarrollar la voluntad de alentar la cooperación por parte de todo tipo de instituciones.

- La cooperación internacional se establece a través de un proceso lento, y a menudo difícil, que requiere acciones concretas. Algunas de ellas pueden ser poco impresionantes pero, en conjunto, nos conducirán finalemente a un mayor progreso.

El Seminario llevado a cabo la presente semana es un claro y, pienso, brillante ejemplo. Ha abarcado muchas causas de los problemas fundamentales y nos ha hecho ver dónde se requiere y podría desarrollarse una mayor cooperación.

- Así, en vez de despedirlos con una lista o enumeración de nuevos proyectos de cooperación, sólo diré que debates como los de la presente semana deben continuar, que debemos seguir trabajando con ahínco en la realización de otros tipos de cooperación y poner a prueba ideas nuevas cada vez que nos sea posible. Confío en que, de este modo, definiremos nuevas ideas y projectos de los que surgirán nuevos programas de cooperación efectiva.

LISTA DE PARTICIPANTES
LIST OF PARTICIPANTS

PRESIDENTES DE LAS MESAS
CHAIRMEN OF THE SESSIONS

BARBIS, René D.
Secretario Regional ILAFA
Perú

BARTH, Dietrich
Head of Energy Conservation Division
International Energy Agency
Paris

BUCK, Basil B.
Minister of State
Jamaica

FAJARDO, Raúl
Director General ITINTEC
Perú

HOPKINS, J. Wallace
Deputy Executive Director
International Energy Agency
Paris

RAMIREZ, Ulises Olmos
Secretario Ejecutivo
Organización Latinoamericana de
Energía
Quito

RIVERA DE CASTILLO, Altagracia
Secretaria Asistente en Tecnologia
GEPLACEA

TIZON MARTINELLI, Augusto
Presidente Electrolima
Perú

TJON KIE SIM, Erik L.
Minister of Natural Resources and Energy
Suriname

EXPOSITORES
SPEAKERS

ARMSTRONG, Graham Thomas
Director, Energy Conservation
Department of Energy, Mines and Resources
Canada

BARTH, Dietrich
Head of Energy Conservation Division
IEA

BERGE, Knut
Head of Engineering Development Department
Elkraft Power Co.
Denmark

BONOMELLI CORNEJO, Hugo
Gerente Técnico
Corporación del Cobre de Chile (Codelco-Chile)
Chile

CAMACHO RODRIGUEZ, Vladimiro
Vice Presidente Producción de Cemento
Cemento Samper S.A.
Colombia

CAMPODONICO, Mario
Asesor
GEPLACEA

CAMPO SANDOVAL, Eli
Sub-Gerente
Altos Hornos de México S.A.
México

CARTER, Jane
International Energy Efficiency Consultants
United Kingdom

CASTILLO CAMINERO, Francisco José
Gerente General
Consejo Nacional de Hombres de Empresa, Inc.
República Dominicana

DE OLIVEIRA, Rosenval Jorge
Presidente del Comité de Energía
Brazil

FLORES Y GARCIA, Ramon de la Antigua
Jefe de Estudios Económicos
OLADE

FUENTES LIBANO, César Fermín
Gerente Refinería de Cajamarquilla
Minero Perú
Perú

FURNARI, Fausto
Coordenador do Programa de Conservaçao de Energía
Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de S. Paulo S.A.-IPT
Brazil

GAMBA, Julio R.
Chief, Energy Efficiency Unit
Industry Department
World Bank

GASKIN, Gary
Energy Department
World Bank

GRANADINO, Francisco E.
Director Ejecutivo
Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa (CEL)
El Salvador

GRUMBACH, Marc
Ingénieur en Chef
Institut de Recherche de Sidérurgie (IRSID)
France

HIDALGO PACHECO, Mario
Sub-gerente a cargo del Sistema Electrico
Instituto Costarriciense de Electricidad
Costa Rica

HOPKINS, J. Wallace
Deputy Executive Director
IEA

HORNING, Menno W.
General Energy Policy Department
Ministry of Economic Affairs
The Netherlands

JATEM, Julian S.
Jefe del Centro de Investigaciones
SIDOR
Venezuela

LLORENTE CHALA, Juan Carlos
Director de Programa
Ministerio de Industria y Energía
España

MARCHAN, Cornelio
Director Estudios Económicos y Planificación
OLADE

RAMIREZ, Ulises Olmos
Secretario Ejecutivo
OLADE

SCHINDLER, Siegfried F.
Gerente Ingeniería y Ventas Centrales Nucleares
Kraftwerk Union AG
Federal Republic of Germany

SERRANO MARINO, Hugo Alberto
Superintendente Servicios Técnicos
Enka de Colombia

SHENEMAN, Ralph L.
Branch Chief
Department of Energy
U.S.A.

SOTO, Ignacio
Asesor del Ministro
Ministerio de Energía y Minas
Perú

SUZUKI, Naoaki
General Manager
Nippon Steel Corporation
Japan

TARNAWIECKI MACKILLOP, Donald
Consultor
PNUD/Ministerio de Energía y Minas
Perú

TORRES, Segundo E.
Ingeniero Jefe
Azucarlito
Uruguay

VERAS, Arnaldo
IICA

VILLANUEVA VILLANUEVA, José
Jefe del Area de Energía
Universidad Católica del Perú

WILSON, Brian
Former Research Manager of Goliath Portland Cement Co.
Australia

ZITO, Ubaldo
Head of Energy Savings Division
Commission of the European Communities
Brussels

REPRESENTANTES PAISES MIEMBROS DE OLADE
REPRESENTATIVES OF OLADE MEMBER COUNTRIES

Bolivia

AGUIRRE, Jorge Antonio
Jefe División Programacion
Unidad de Planificación Energética de Ministerio de Energía e Hidrocarburos
Edificio Ministerio de Energía e Hidrocarburos

Brasil

SAYAO LOBATO, Francisco
Assistente Técnico - Directoria Planeamento
Conselho Nacional do Petroleo
Ministerio de Minas e Energía

Chile

GUZMAN MOLINARI, Juan Antonio
Comisión Nacional de Energía

Costa Rica

CRUZ MOLINA, Alejandro
Coordinador del PRODECA
Ministerio de Industria Energía y Minas

VILLA DE LA PORTILLA, Gloria Mercedes
Sub-Directora
Dirección de Energía

Ecuador

ARROYO F., Byron
Asesor
Instituto Nacional de Energía
Quito

El Salvador

ALFARO CASTRO, José Antonio
Director de Energía y Recursos Mineros
Ministerio de Economía

Guatemala

URRUTIA IPINA, José Enrique
Economista
Dirección General de Minería e Hidrocarburos

Haiti

LA ROCHE MARIE, Monique
DPT des Mines et des Ressources Energétiques

Honduras

SAMRA, Martha de
Jefe de Departamento de Economía de la Dirección General de Minas e Hidrocarburos
Secretaria de Recursos Naturales

Jamaica

BUCK, Basil B.
Minister of State

SCANTLEBURY, Vascoll R.
Director, Energy Conservation
Ministry of Mining and Energy

México

CAMPO SANDOVAL, Eli
Sub-Gerente Fuerza Motriz
Altos Hornos de México S.A.

GONZALES M., Indiana
Responsable Unidad Cons. de Energía
Instituto Nicaragüense de Energía

Panama

CORONADO DALGADO, José Felix
Jefe del Grupo de Conservación de Energía
Comisión Nacional de Energía

Paraguay

GUTIERREZ, Julio C.
Presidente
Petroleos Paraguayos

Republica Dominicana

RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos Cecilio
Jefe División Ahorro y Conservación
Comisión Nacional de Política Energética

Suriname

TJON KIE SIM, Erik L.
Minister of Natural Resources and Energy

REFOS, Luciën
Head Energy Modelling and Advisor

Uruguay

BOZZO, José
Sub-Director Nacional de Energía
Ministerio de Industria y Energía

Venezuela

FIGUEROA OBANDO, Gloria
Asesor de Asuntos Energéticos
Ministerio de Energía y Minas

ORGANISMOS INTERNACIONALES
INTERNATIONAL ORGANISATIONS

Agencia Internacional de Energia
International Energy Agency

BARTH, Dietrich
Head of Energy Conservation Division
Paris

HOPKINS, J. Wallace
Deputy Executive Director
Paris

NASON, Brian
Producer and Consumer Relations Division
Paris

von WISTINGHAUSEN, Henning
Head of Producer and Consumer Relations Division
Paris

BID

MONSERRAT, René
Asesor Económico
Perú

GAMBA, Julio R.
Jefe Unidad de Conservacion de Energía
Departamento de Industria
Washington D.C.

GASKIN, Gary James
Energy Department
Washington D.C.

Comisión de las Comunidades Europeas
Commission of the European Communities

KUBLANK, Peter
Asesor al Instituto Nacional de Energía de Ecuador
Quito

SALAZAR, Ernesto
Asesor
Caracas
Venezuela

ZITO, Ubaldo
Chef de la Division "Economie d'Energie"
Direction Générale de l'Energie
Bruxelles

Grupo de Paises Latinoamericanos y del Caribe
Exportadores de Azúcar (GEPLACEA)

CAMPODONICO, Mario
Asesor
México

RIVERA DE CASTILLO, Altagracia
Secretaría de Tecnologia
México

Naciones Unidas
United Nations

NELSON, Michael
Director, División de Recursos Naturales y Energía
Comisión Económica para America Latina
Santiago - Chile

SIECA

OBIOLS, Julio Enrique
Director del Programa de Energía
Secretaria de Integración Económica de Centroamérica
Guatemala

UNIDO

SOTO-KREBS, Luis
Representante de Brasil
United Nations Industrial Development Organization
Brasil

I.I.C.A.

VERAS, Arnaldo I.
Jefe Proyecto Multinacional de Cooperación Agroenergética
Instituto Interamericano de Coooperación para la Agricultura
Brasil

OTROS PARTICIPANTES
OTHER PARTICIPANTS

Argentina

VESCINA, Roberto Enrique
Asistente Gerente General
Petroquímica General Rosconi
Buenos Aires

. Brasil

TELL RIBEIRO, Athayde Araujo
Asistente Executivo
Instituto Brazileiro do Petroleo
Rio de Janeiro

Colombia

BOADA ORDONEZ, Gustavo
Jefe Dpto. Interventoria y Proyectos
Empresa Energia Bogota
Bogotá

OSPINA GAITAN, Hernan
Ingeniero Jefe
Empresa Energía Eléctrica Bogota
Bogotá

Costa Rica

LORIA SALAZAR, Gerardo
Director, División Técnica
Corporación Costarricense de Desarrollo (CODESA)

Ecuador

MORAN FIERRO, Eduardo
Asesor
Instituto Nacional de Energía
Quito

RODAS VACA, Gustavo
Asesor de Asuntos Internacionales
Ministerio de Recursos Naturales

ZUQUILANDO, Patricio
Director de Desarrollo Fronterizo
Ministerio de Relaciones Exteriores
Quito

Estados Unidos

MARCH, Frederic
Director, Energy Planning Management
Louis Berner INTL
Washington D.C.

Francia

CLAUDE, Peyrebonne
Director América Latina
Trans Energ.
Paris

Guatemala

CASTILLO CONTOUX, Roland
Presidente
Empresa Eléctrica de Guatemala
Instituto Nacional de Electrificación

CASTILLO SINIBALDI, Ricardo
Consultor
I.C.A.I.T.I.

GONZALES HERNANDEZ, Carlos
Jefe Sección Ingenieria Industrial
Instituto C.A. de Investigación y Tecnologia Industrial
I.C.A.I.T.I.

Italia

CILIANO, Robert
Staff Consultant

MORAZZO, Santiago Máximo
Presidente
Tecnologia Energia Ambiente Materili (TEAM)
Roma

Japón

OSHIMA, Matsue
Manager
Nippon Steel Corporation
Tokyo

México

GUERRA P., Carlos J.
Comisión Nacional de la Industria Azucarera
GTE Proyectos y Desarrollo

Paises Bajos

TAKKEN, Anthonie
Proyect Office
UNAP
Lima

Perú

ABARCA BEJAR, Tomás
Ingeniero Geólogo
Ministerio de Industria Turismo e Integración
Lima

AGUINAGA DIAZ, Jorge
Ministerio de Energía y Minas

ALARCON GUZMAN DE NECOCHEA, Ruth O.
Ingeniero de la Gerencia de Electrificación
ELECTROPERU
Lima

ANTUNEZ DE MAYOLO, Fernando
Gerente de Mantenimiento
Cementos Lima
Miraflores

ARRIETA ORJEDA, Oscar
Asesor Jurídico Ministro de Energía y Minas
Petroleos del Perú
Lima

BARBERENA PIAZZE, Felipe
Director de Metalurgia y Control de Calidad
CENTROMIN PERU
Lima

BARBIS, U. René D.
Secretario Regional ILAFA
Lima

BARRANTES RANCEL, Manuel
Asesor General del Ministerio de Energía y Minas
Ministerio de Energía y Minas

BARREDA DELGADO, Juan
Presidente del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)
Lima

BIDEGARAY TORRES, Enrique
Superintendente de Mantenimiento
Fabrica Nacional Textil El Amazonas
Lima

CABALLERO ELBERS, Jorge
Asesor General de la Gerencia General
ELECTROPERU
Lima

CABALLERO TORRES, Eduardo
Ing. Jefe Sección Eléctrica
Cemento Sur S.A.
Lima

CABIESES ELMORE, Ernesto
Asesor
R.E.P.S.A.
Lima

CALDERON HUERTAS, Carlos
Gerente de Operaciones
Corporación Técnica de Comercio
Lima

CARDENAL MONTESINOS, A. Rolando
Asesor del Despacho Ministerial
Ministerio de Industria Turismo e Integración

CARMONA B. Fernando José
Tercer Secretario de Cancillería
Ministerio de Relaciones Exteriores

CARRASCO CASTILLO, José Miguel
Asesor de Gerencia General
Petroleos del Perú
Lima

CASTANEDA, Moisés
Jefe del Servicio de Proyectos y Obras
HIDRANDINA S.A. (Energía Hidroeléctrica Andina)
Lima

CASTILLO ZACARIAS, Reynaldo Antonio
Experto en Nuevas Fuentes de Energía
Ministerio de Energía y Minas

CASTRO, José Paulo
PRO GARBON
Lima

CELI RIVERA, Rolando
Gerente de Planeamiento
ELECTROPERU
Lima

CHAVES BELAUNDE, Luis
Director
ELECTROPERU
Lima

CHAVES BELAUNDE, Fernando
Director Gerente
Sociedad Eléctrica de Arequipa
Arequipa

CONSTANTINI SAN BARTOLOME, Orlando
Director del Proyecto Nucleoelectrico
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)
Lima

CONTRERAS MARINOS, Carlos Higinio
Experto de Economía de la Energía
Ministerio de Energía y Minas

COZ P.A. Federico
Profesor
U.N.J. Dpt. de Energía
Universidad Nacional de Ingeniería

D'ANGELO MACCHIAVELLO, Francisco
Gerente General
Cementos Norte Pacasmayo
Lima

DELGADO VELASQUEZ, César Gabino
Primer Ingeniero - División Fábrica de Azúcar
CAP Paramonga Ltda. No. 37
Paramonga

DUARTE BASSO, Afranio
Especialista Sectorial en Energía
Banco Interamericano de Desarrollo
Lima

ESCUDERO RATTO, Julio
Jefe del Departamento de Geología
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Lima

ESPINOZA CHAVEZ, Rubén
Director General
Ministerio de Energía y Minas

FERNANDES RAMIREZ, Teodoro
Gerente
Ingenieros Contratistas
Lima

FLORES MARCHENA, Jorge
Asesor
Asesoría de Electricidad
Lima

FUENTES LIBANO, César Fermin
Gerente Refinería de Cajamarquilla
MINERO PERU

GAMARRA UGAZ, Raúl Francisco
Secretario General
Ministerio de Energía y Minas

GARCIA NUNEZ, Luis Guillermo
Adjunto Sub-Gerencia de Electrificación
ELECTROPERU
Lima

GIESECKE, Ricardo
Director de Planificación - Asesor Ministerio de Energía y Minas
Ministerio de Energía y Minas

GONZALES CASTILLO, Tomás
Superintendente División Operaciones Eléctricas
CENTROMIN PERU
Lima

GONZALES DE LA COTERA, Manuel
Director Ejecutivo
Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM)

GONZALEZ REYNA-FARGE, Fabián
Jefe Dirección Ingeniería
MINERO PERU

GONZALES RODRIGUEZ, Daniel Edmundo
Especialista en Ahorros de Energía
Ministerio de Energía y Minas

GUERRA BRAVO, Humberto
Funcionario
HIERRO PERU
Lima

GUERRA SORIA, Luis
Profesional División Energía
ITINTEC
Lima

HARTLEY GUTIERRES, Andrés Eduardo
Director
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
Ilo-Peru

HELFER PALACIOS, Herán
Superintendente - Planta de Guerra
HIERRO PERU
Lima

HERNANDEZ SOTELO, Isidoro
Planificador
ELECTROPERU
Lima

HOKAMA TOKASHIQUI, Daniel
Consultor Independiente
Lima

HONORES GUZMAN, Giovanna
Experta en Balances Económicos
Ministerio de Energia y Minas

HUAROTO MUNAREZ, Carlota
Consultor Naciones Unidas
Ministerio de Energia y Minas

HURTADO DURAND, Pedro Santiago
Apoderado Adjunto a la Gerencia
HIDRANDINA S.A.
Lima

JAIME FERNANDEZ, César
Director
Sociedad Nacional de Minería y Petróleo
Lima

KIYAN ZAJA, Manuel
Gerente Adjunto a la Gerencia General
ELECTROLIMA
Lima

LARA MEDINA, Jorge
Superintendente Mant. Elect. Mina
HIERRO PERU
Lima

LECLERC PERNELET, Jean-Claude
Asesor de Central de Energía
SIDERPERU
Chimbote

LLANOS MONCADA, Florencio Luis
Funcionario
Ministerio de Energía y Minas

LLANOS MORAN, Rolando
Asistente Jefe General Planta de Fuerza
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
Arequipa

MACEDO M. Willard A.
Jefe de la Oficina de Planeamiento
HIDRANDINA S.A.
Lima

MALAPI CARMONA, Alcibíades
Asesor Oficina de Planificación
Ministerio de Energía y Minas

MAMANI PAMPA, Mario
Mantenimiento de Planta - Proyectos
Ind. Textil - Hilos Cadena Llave S.A.

MARTINEZ CHANGRA, Oliver
Gerencia de Electrificación Rural
ELECTROPERU
Lima

MEDIC C., Ludvik D.
Profesor - Jefe del Area de Electricidad
Universidad Católica
Lima

MEJIA G. Ricardo
Director General Adjunto
Dirección General de Electricidad
Ministerio de Energía y Minas

MELGAREJO GONZALES, Milton
Jefe de División Eléctro Instm.
MINERO PERU

MIRANDA GUTIERREZ, Oscar
Sub-Gerente de Producción y Transporte
ELECTROPERU
Lima

MORA MORENO, William Alberto
Asist. Superintendente General
HIERRO PERU
Lima

MUSSO VENTO, Raúl
Vice-Ministro
Ministerio de Energía y Minas

NEYRA RODRIGUEZ, Hugo
Director Estudio Alternativas Energéticas
Ministerio de Energía y Minas

NIETO MOLINA, Nicolas
Gerente
HIDRANDINA

NUNEZ AZALDEGUI, Máximo
Experto en Requerimientos de Energía
Ministerio de Energía y Minas

OBLITAS GARCIA, Boris Enrique
Ing. Jefe del Dpto. Eléctrico
Cooperativa Agraria de Producción Tumán Ltda. No. 14
Chiclayo

OCAÑA GALLEGOS, Juan
Experto en Análisis de Sistemas de Energía
Programa Integral de Desarrollo Enérgético
Lima

OLIVEROS DONOHUE, Alfredo
Jefe de División de Energía
ITINTEC
Lima

PANIZO URIARTE, Luis
Asesor Legal Despacho Ministerial
Ministerio de Energía y Minas

PARDO CARDENAS, Enrique
Superintendente de Fábrica
Cooperativa Casa Grande
Trujillo

PESCHIERA A., Pablo José
Sub-Gerente Adjunto
Callao

PHILIPPS DELGADO, Luis Alberto
Gerente de Comercialización Servicios Técnicos
Refractarios Peruanos S.A.
Lima

QUINONEZ FLORES, Hernán
Gerente de Operaciones
Cia de Servicios Eléctricos S.A.
Lima

QUINTANA APARICIO, José Luis
Especialista en Sistemas
Ministerio de Energía y Minas

RAMIREZ LIVIO, Hugo
Profesor Auxiliar
Universidad Nacional Federico Villarreal
Lima

RAMIREZ SALINAS, Hugo Eulogio
Superintendente de Electricidad
Cemento Andino S.A.
Lima

RENDON, Edmundo
Director de Desarrollo Eléctrico
Ministerio de Energía y Minas

REPETTO GRAND, Carlos Guillermo
Director de Petroleos del Perú
Petroleos del Perú
San Isidro

RICALDI HURTADO, Lucio
Jefe Serv. Transmisión
ELECTROPERU
Chimbote

RIVERO LAMAS, Luis
Ingeniero Adjunto a Gerencia Técnica
ELECTROPERU S.A.
Lima

RODRIGUEZ RAZURI, Anibal
Vice-Presidente Consejo de Administración
Cooperativa Agraria Azucarera Paramonga Ltda.
Lima

ROJAS ARONES, Luis Alberto
Ingeniero II
Ministerio de Industria Turismo e Integración

ROJAS QUINTANA, Victor Felix
Director de Asuntos Internacionales
Ministerio de Energía y Minas

RUIZ RAMIREZ, César Augusto
Sub-Director
Instituto Nacional de Planificación
La Molina

SALAZAR SEGOVIA, David
Director General de Planificación de Industrias
Ministerio de Industria Turismo e Integración

SANCHEZ TORRES, Fernando
Jefe de Proyectos Energéticos
Sociedad Paramonga Ltda. S.A.
Lima

SANCHEZ VARELA, Luis
Coordinador Apoyo Técnico
Empresa Minera del Centro del Perú S.A.
Lima

SAN ROMAN, Jorge
Presidente del Directorio
Soc. Eléctrica de Arequipa Ltda. S.A.
Arequipa

SANDOVAL RODRIGUEZ, Alberto
Experto en Economía de la Energía Biomasa
Ministerio de Energía y Minas

SEMINARIO VELEZ, Guillermo
Sub-Gerente Técnico
Cementos Lima S.A.
Lima

SOTO, Ignacio
Asesor del Ministro
Ministerio de Energía y Minas

TAMASHIRO HIGA, Javier
Jefe del Area de Energía
Universidad Católica del Perú
Lima

TARNAWIECKI MACKILLOP, Donald
Consultor
PNUD/Ministerio de Energía y Minas

VALLEJOS OBERTI, Antonio
Director General de Electricidad
Ministerio de Energía y Minas

VERA QUIROZ, César
Director Fiscalización Eléctrica
Ministerio de Energía y Minas

VIDAURRADAGA RUIZ, Francisco
Representante en Perú
Babcock & Wilcox Española S.A.
Lima

VILLANUEVA VILLANUEVA, José
Lima

VILLARAN RINCON, Luis J.
Asesor Ger. General
PETROPERU
Lima

VISURRAGA JURADO, Alejandro
Jefe del Proyecto Carbón
Ministerio de Industria Turismo e Integración

ZAMALLOA URIBE, Hugo
Director Consejo Nacional de Energía
Ministerio de Energía y Minas

ZEVALLOS SERNA, Hipólito
Coordinador Proyectos Mineros Metalúrgicos
CENTROMIN PERU
Lima

ZUZUNAGA G. Alfonso
Gerente General
Centromin Peru S.A.
Lima

República Dominicana

CASTILLO CAMINERO, Francisco José
Gerente General
Consejo Nacional de Hombres de Empresa, Inc.
Santo Domingo

República Federal de Alemania

FINCK, Horst
Jefe del Proyecto Uso Racional de Energía
Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)
Eschborn

HEINZ PASCH, Karl
Consultant Economist
EEC
Köln

NEBEL, Hans J.
Consultant
German Parliament
Bonn

Suriname

LINSCHEER, Theodore J.
Adviser to the Minister of Natural Resources and Energy

WEE WEE, Frans
Officer
Ministry of Natural Resources and Energy

Uruguay

TORRES, Segundo, E.
Ingeniero Jefe
"Azucarlito" Azucarera del Litoral Payrandú

Venezuela

RAMIREZ, Joaquín A.
Asesor
Ministerio de Energía y Minas

SECRETARIA PERMANENTE DE OLADE	OLADE Secretariat
RAMIREZ OLMOS, Ulises	Secretario Ejecutivo
MARCHAN, Cornelio	Director de Estudios Económicos y Planificación Energética.
PASCUAL, Eduardo	Director de Cooperación Regional y Extrarregional.
FLORES Y GARCIA, Ramón	Jefe de Estudios Económicos
PIMENTEL, Joao	Jefe de Cooperacion Regional y Extrarregional.
CACERES, Roberto	Jefe del Programa Regional de Bioenergía
MORALES, Miriam	Jefe Departamento de Información y RR.PP.
MARTINEZ, Gustavo	Jefe de Relaciones Públicas
YELA, Ricardo	Asistente de Administración
LEORO, Cinthya	Secretaria
VALAREZO, Mari Carmen	Secretaria
FALCONI, Bárbara de	Traductora

ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA
10 de Agosto 5133 y Naciones Unidos
Casilla 6413 C.C.I.
Quito
Ecuador

761

42.698

162