
BOLETIN ENERGETICO



Organización Latinoamericana
de Energía

OCTUBRE/DICIEMBRE/1980

USO RACIONAL DE LA ENERGIA UN ENFOQUE DE INTERES PARA
AMERICA LATINA **olade** MANERA DE IMPLEMENTAR UN PROGRAMA
DE CONSERVACION DE ENERGIA **olade** AHORRO DE ENERGIA ELEC-
TRICA EN LA INDUSTRIA **olade** LA POTENCIALIDAD DE LA CAÑA DE
AZUCAR COMO RECURSO ENERGETICO RENOVABLE

17



BOLETIN ENERGETICO
OCTUBRE-DICIEMBRE DE 1980
ORGANO DE
DIVULGACION TECNICA

PUBLICACION DE LA ORGANIZACION
LATINOAMERICANA DE ENERGIA (OLADE)

- 3 EDITORIAL
- 4 PRESENTACION
- 5 USO RACIONAL DE LA ENERGIA
¿UN ENFOQUE DE INTERES PARA AMERICA LATINA ? ✓ 78 ✓
- 15 MANERA DE IMPLEMENTAR UN
PROGRAMA DE CONSERVACION DE
ENERGIA ✓ 119 ✓
- 27 AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN
LA INDUSTRIA ✓ 100 ✓
- 50 LA POTENCIALIDAD DE LA CAÑA DE
AZUCAR COMO RECURSO ENERGETICO
RENOVABLE ✓ 101 ✓
- 68 OLADE INFORMA



* Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan, necesariamente la posición oficial de la Secretaría Permanente. Las colaboraciones deberán dirigirse al Departamento de Publicaciones de la OLADE, Casilla 119-A, Quito - Ecuador.

* Por un lamentable error, BOLETIN ENERGETICO N° 16 apareció como correspondiente al trimestre octubre - diciembre de 1980, correspondiendo efectivamente al trimestre julio - septiembre. El presente BOLETIN ENERGETICO N° 17 es el que corresponde al trimestre octubre - diciembre. Pedimos disculpas a nuestros lectores por este error.

* A partir del presente número, BOLETIN ENERGETICO será una publicación bimestral

Un Programa para la Racionalización Energética

La década de los 70 significa para la humanidad el despertar de la concientización con respecto a los recursos no renovables. En esos años se inicia la búsqueda de nuevos modelos energéticos para lograr una gradual disminución de la dependencia del petróleo, principalmente después de la guerra de Yom Kippur, cuando los países productores de petróleo, agrupados en la OPEP, establecen una política de mayor control y revalorización a precios justos para este energético, de manera que el mundo se diera cuenta que el precioso "oro negro" es un recurso agotable y con costos de exploración y explotación cada vez más altos.

Sin embargo, al hacerse un análisis del sector industrial en el mundo, se observa que el patrón de desarrollo seguido es, en gran parte, consecuencia del extremadamente bajo costo que la energía tuvo en las últimas décadas. De tal manera, las modificaciones a ser introducidas en el sector provocarían un proceso de reestructuración industrial referido principalmente a la ingeniería de producto, procesos y bienes de equipo, que ya se inicia en los países desarrollados y comienza a repercutir en el Tercer Mundo, particularmente en América Latina.

OLADE, como organismo regional coordinador, asesor y promotor de acciones en el campo energético, considera, que es su deber contribuir al proceso de adaptación que deberá experimentar la industria latinoamericana, actuando tanto sobre la capacidad industrial ya instalada como respecto a los proyectos industriales de expansión que se están realizando y que tendrán lugar en los próximos años. Además, propugna la idea de que los esfuerzos para optimizar el consumo de energía, coordinados dentro de una política energética global para la Región, pueden constituirse futuramente en el equivalente al desarrollo de una nueva fuente de energía.

Asimismo, vale resaltar que en la XI Reunión de Ministros de OLADE celebrada recientemente en Colombia, se aprobó una resolución conocida como "Compromiso de Bogotá", en la cual se recomienda a los Países Miembros de OLADE la adopción de medidas eficaces de economía y uso racional de la energía enmarcadas dentro de las acciones tomadas por la Región para lograr una política de cooperación económica integral, equilibrada y de beneficios recíprocos.

Los trabajos técnicos aquí presentados son una pequeña muestra de lo que se está desarrollando en la Región y demuestran las oportunidades para una actuación integrada respecto al uso racional de energía en la industria. OLADE estima, además, que los organismos sectoriales latinoamericanos vinculados a las ramas industriales más significativas, como GEPLACEA (Grupo de países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar), ADIFAL (Asociación para el Desarrollo de la Industria de Fertilizantes en América Latina) y otros, así como las organizaciones internacionales de cooperación financiera y tecnológica, deben jugar un papel importante en esta materia y espera obtener el apoyo necesario para llevar a cabo su programa de Racionalización Energética y vencer el desafío que hoy se nos plantea.

Gustavo Rodríguez Elizarrarás

PRESENTACION

Dentro del marco de programas de OLADE en el área de planificación energética se ha programado varias actividades relacionadas con racionalización del uso de energía.

Ya en 1980, en un primer esfuerzo de coordinación con ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) y GEPLACEA (Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar), se celebró en Cuba, el Seminario Latinoamericano para la Racionalización Energética en la Industria de la Caña de Azúcar. Otras actividades están ya programadas para 1981, en fase final de estructuración.

OLADE espera que de esta actuación coordinada, en América Latina, no signifique solamente, una mayor concientización respecto al uso nacional de los recursos energéticos sino también que se pueda dotar a los Países Miembros de los instrumentos necesarios para lograr una reducción efectiva del consumo de energía incorporado a cada unidad de producto.

Se seleccionó para iniciar el estudio a aquellas industrias tradicionales en América Latina y que se encuentran en un mayor número de países por ejemplo: Azúcar, Cemento, Fundición y Siderurgia, Cerámica y Generación Termoelectrónica.

Inicialmente se establecerá para cada uno de estas ramas, los perfiles energéticos para identificar la estructura de usos y fuentes de energía, con el fin de identificar oportunidades de reducción del consumo, sustitución de fuentes y aprovechamiento de residuos y subproductos. A continuación, se estudiarán las medidas de racionalización energética que deberán incorporar desde recomendaciones para evitar el desperdicio en el uso de la energía, hasta programas de cambio en el proceso industrial.

Paralelamente, se generarán metodologías para realizar auditorías energéticas a nivel de planta en las industrias ya mencionadas. Estas auditorías serán llevadas a cabo por grupos de expertos latinoamericanos y de fuera de la Región utilizando las metodologías de OLADE.

Por último, se deberá concentrar esfuerzos para mejorar el nivel de vida de la población rural, y por lo tanto se estudiarán nuevas técnicas que propicien un mejor aprovechamiento energético de la leña y del carbón vegetal. En este sentido, OLADE ha diseñado un programa de acción que, tomando en consideración experiencias ya desarrolladas en América Latina y África, buscará con el apoyo de otros organismos especializados (Ej. FAO) estudiar e introducir nuevos modelos de fogones de leña y carbón de leña, eficientes, con buena aceptabilidad social en los diferentes países y que pueden ser construidos por los artesanos locales.

USO RACIONAL DE LA ENERGIA

¿UN ENFOQUE DE INTERES PARA AMERICA LATINA ?

Por: Pierre Vernet y William Larralde Páez

INTRODUCCION: DEFINICION DE USO RACIONAL O CONSERVACION DE LA ENERGIA

1. INTERES PARA LOS PAISES LATINOAMERICANOS
2. UNA POSIBLE METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION
3. CONCLUSION: PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE UN USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN AMERICA LATINA

William Larralde Páez, ha sido jefe de la División de Programación de la Dirección de Planificación Energética del Ministerio de Energía y Minas de Venezuela. Actualmente trabaja con el Consejo Nacional de Economía de Venezuela.

Pierre Vernet, investigador en el Instituto de Investigación Económica y de Planificación del Desarrollo (IREP-Developpment) de Grenoble, Francia, especializado en planificación energética de los países en desarrollo. Trabaja actualmente en el Instituto Nacional de Energía de Quito, Ecuador, como parte de un programa de cooperación de la Comunidad Económica Europea. Ha cooperado con OLADE en la elaboración de la Metodología OLADE de Balances Energéticos.

INTRODUCCION: DEFINICION DE USO RACIONAL O CONSERVACION

Ahorrar o conservar energía es un concepto que tiene éxito en numerosos países por lo menos a nivel de discursos: los resultados mediables en la mayoría de los países industrializados son todavía insignificantes. La variación del índice: consumo de energía por unidad de PIB, en los principales países de la Agencia Internacional de Energía, muestra lo pequeño de los logros obtenidos.

	US	Alemania	R.U.	Canadá
1973	100	100	100	100
1978	92	90	93	96

FUENTE: J. Reddington, R. Gradin: Energy Conservation: a cornerstone of the IEA strategy. 11th W.E.C. 1980, Vol. 1-B, pág. 177.

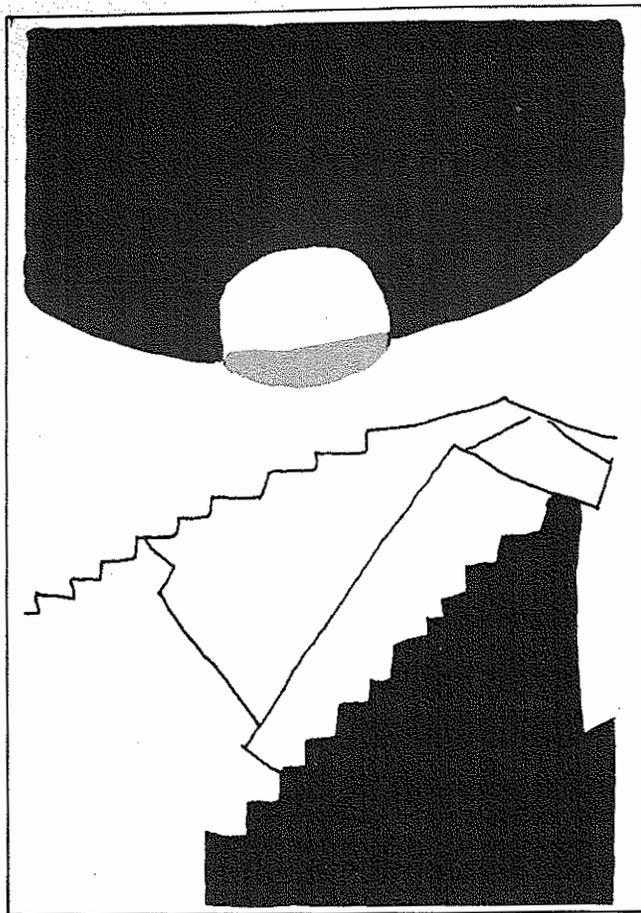
Generalmente, el uso racional de la energía es interpretada como el conjunto de medidas tendientes a

disminuir la demanda de energía en algunas actividades socio-económicas dadas; así, se reduce el término racionalización al de "Ahorrar" energía.

Una definición del concepto de racionalización más amplia y más rigurosa es (1):

- 1.— Disminuir las cantidades de energía necesarias para un requerimiento socio-económico dado a través de modificaciones técnicas; ésta es la definición clásica de una política de ahorro de energía, sin modificaciones estructurales de la organización socio-económica.
- 2.— A partir del análisis del requerimiento social que engendra una demanda energética, disminuir las cantidades de energía necesarias, a través de modificaciones organizacionales; se trata aquí de modificaciones estructurales.
- 3.— Substituir, a medida de lo posible, fuentes agotables de energía por fuentes renovables, a fin de satisfacer requerimientos energéticos.

Cada uno de estos tres componentes de una política de racionalización de la energía puede ser ilustrada por un ejemplo: En primer caso se puede usar racionalmente energía cuando se impone, para los vehículos automóviles, normas en términos de rendimiento: aumento del número de kilómetros por litros obtenidos por los vehículos. Por ejemplo, en los Estados Unidos el parque automóvil puesto en circulación en el año 1985 deberá satisfacer un rendimiento de 10,9 km/l contra 7,6 km/l obtenido en los modelos de 1977. En el segundo caso, se puede conservar -quizás mucho más- energía, cuando se promueve el desarrollo del transporte público para substituir -al menos parcialmente- el transporte automóvil privado. En el Japón, el transporte por tren representa la mitad del transporte terrestre, y en los demás países industrializados alcanza apenas al 20% (2); en consecuencia, el sector transporte del Japón representa sólo el 13%



del consumo de energía mientras que en los Estados Unidos alcanza hasta el 24%.

En el tercer caso, se puede racionalizar el uso de energía cuando un programa de electrificación rural es definido en términos de mini o micro hidráulica (energía renovable) y no a través de la interconexión con una red eléctrica alimentada por centrales térmicas, lo que además aumenta la autonomía energética de las regiones.

La parte más fácil de implementar es obviamente la primera. Son medidas de carácter esencialmente técnico, las cuales además, tienen determinados costos amortizables en poco tiempo, bien sea a nivel individual o empresarial, o a nivel nacional, debido al nivel actual del precio internacional de la energía. Sin embargo, los dos otros componentes no deben ser olvidados, como no deberían ser olvidadas las complejas relaciones entre la economía energética y el desarrollo socio-económico de un país en general.

A largo plazo, la segunda y tercera componentes de la racionalización de la energía son aquellas que pueden permitir **resolver** la llamada crisis energética, mientras que un éxito general en la primera permitiría **atrasarla**.

La única solución al carácter finito de la mayor parte de la energía utilizada en el mundo radica en el cambio estructural de los requerimientos sociales que generan demanda de energía (segundo componente) por una parte, y por la otra en la utilización de fuentes

renovables de energía (tercer componente) cuyo desarrollo e introducción en el mercado requerirán a su vez de otros importantes cambios estructurales.

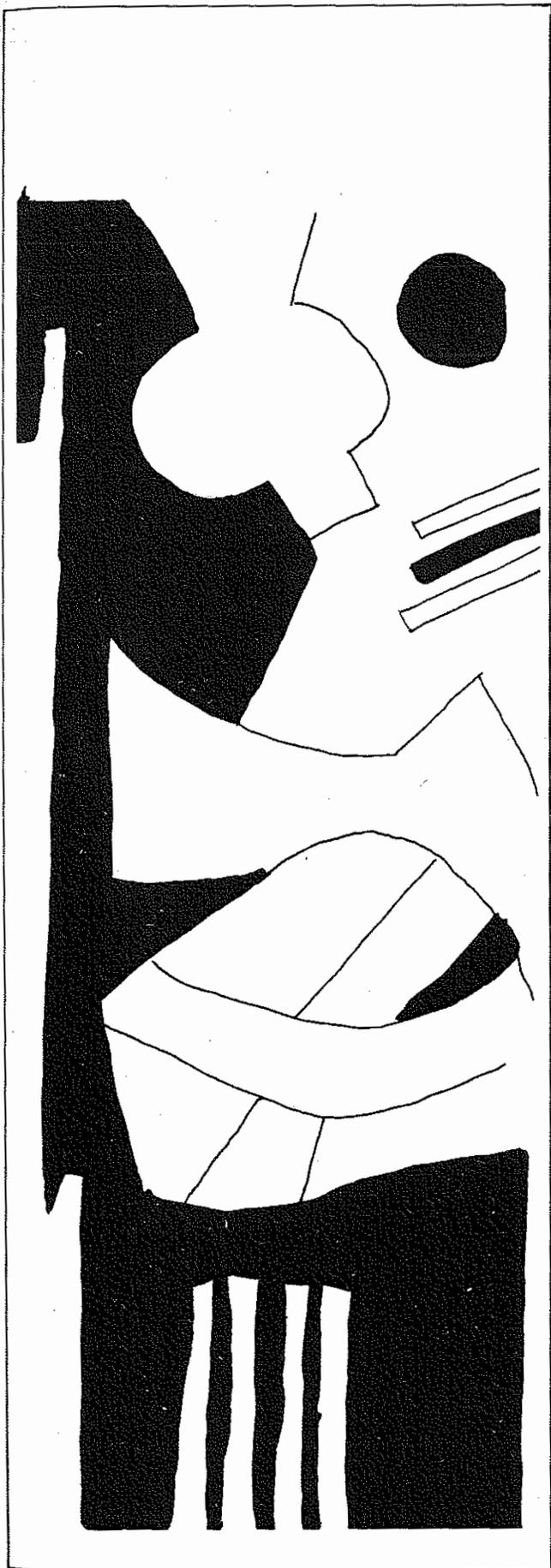
No debe olvidarse que existe límites técnicos (Físico-químicos) a la máxima eficiencia posible, por lo tanto las mejoras que puedan lograrse en el campo de ahorro de energía, aunque muy importantes y necesarias, si no están acompañadas de los dos otros componentes, sólo postpondrán el bloqueo generalizado producto de la escasez de recursos energéticos (*).

1.— INTERES PARA LOS PAISES DE AMERICA LATINA.

Entre los países de América Latina se encuentran países pequeños y países de tamaño continental, países exportadores de petróleo y países importadores, así como países que tienen estructuras industriales importantes y paisajes que apenas empiezan su proceso de industrialización. Sin embargo, en el campo de la energía, todos los países latinoamericanos tienen una característica común: el nivel de consumo per cápita de fuentes comerciales de energía es mucho más bajo que el de los países industrializados, especialmente Estados Unidos y Canadá. En 1974, cada habitante del país industrializado consumió 4.200 kg. de petróleo equivalente, mientras que el promedio de consumo de un habitante del Tercer Mundo fue de 260 kg. de petróleo equivalente, es decir, un diesiseisavo (1/16).

La necesidad de mejorar las condiciones de vida en el Tercer Mundo, permite pensar que es imprescindible aumentar su consumo energético per cápita, lo cual **no es contradictorio** con la implementación de políticas de racionalización de energía en nuestros países como se explicará luego. Además, energía es un factor de producción importantísimo, y ahorrar energía sin precauciones bien podría significar un embotellamiento del proceso de desarrollo económico de los países de América Latina.

(*) Ello sin considerar el bloqueo creado por la contaminación energética.



Finalmente, una disminución de la demanda de energía de 1% en países como los Estados Unidos y el Canadá tendría un impacto mucho más fuerte sobre la situación petrolera mundial que una disminución de 10% de la demanda en todos los otros países de América. Frente a esta situación, parece a priori lógico que los países en desarrollo, entre estos los de América Latina, no necesiten hacer esfuerzos para la racionalización de energía **antes** que los países industrializados hayan dado el buen ejemplo.

Una política de racionalización energética tiene que ser desarrollada en América Latina, a pesar de los argumentos anteriores, ya que si es bien concebida, no tendrá ninguno de los inconvenientes anotados. Al contrario, puede presentar ventajas importantes si la política de racionalización se enmarca en los siguientes objetivos:

- Hace falta incorporar los avances técnicos logrados en el resto del mundo.
- Evitar una actividad pasiva frente al redoplegue de las industrias altamente consumidoras de energía.
- Prepararse para los cambios estructurales inevitables en el largo plazo, procurando evitar los errores cometidos por los países hoy industrializados.

A estos objetivos generales hay que agregar otras motivaciones que surgen de un análisis algo más detallado.

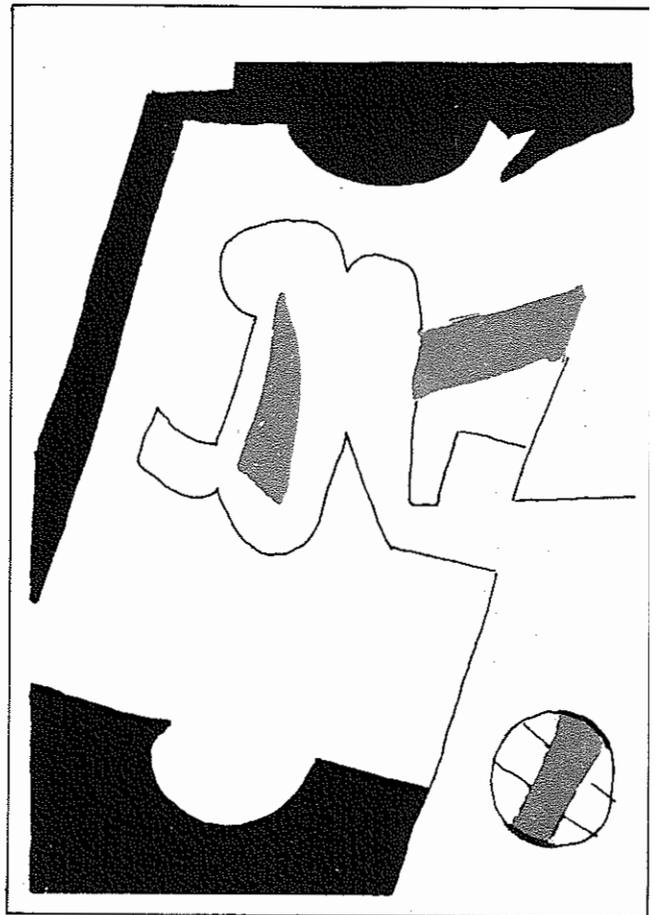
1.1. A nivel global, es seguro que el consumo promedio de energía es mucho más bajo en América Latina que en países como Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, cuando se examina la estructura del consumo de energía comercial, se nota que:

- La casi totalidad del consumo industrial proviene de la demanda de pocas empresas industriales, la producción de las cuales es técnicamente organizada como la de los países industrializados. En Venezuela, la sola industria energética representa más del 40% de los requerimientos energéticos internos.

— La casi totalidad del consumo de energía comercial por los sectores doméstico y de transporte proviene de una parte de la población cuyo patrón de consumo energético es idéntico al de los países del Norte. Por ejemplo, en el Ecuador, en una población de 7 millones, los 200.000 propietarios de automóviles de uso privado consumen ellos solos más de la tercera parte de la energía final, bajo forma de gasolinas.

Por lo tanto, los datos promedio bajos ocultan que, por un lado, una gran parte de la población no tiene acceso al consumo de energía comercial y por el otro, que existe en muchos países una minoría que puede tener un patrón de consumo energético tan ineficiente como el de países industrializados. Este análisis **invalida** el argumento según el cual, el bajo nivel de consumo de los países de América Latina impide el desarrollo de una política de conservación de la energía. Al contrario, la eficacia del uso de la energía en las capas sociales que consumen la mayoría de la energía, bien puede ser mejorada. Además, la incorporación de otros grupos humanos a la capa de mayores ingresos acelerará el crecimiento del consumo **más que proporcionalmente**.

- 1.2. Dieciocho países de la región latinoamericana, importadores netos de petróleo, han gastado en 1979 10.000 millones de dólares para comprar petróleo y sus derivados (3). El total de las exportaciones de bienes y servicios de los mismos países representó 37.000 millones de dólares. En otras palabras, los países importadores de petróleo tienen que utilizar 27% de sus recursos provenientes de exportaciones para comprar petróleo. En términos **porcentuales**, la presente situación de estos países es quizás más preocupante que la de los países industrializados de Europa y el Japón que son los que tienen mayor motivación para desarrollar políticas de ra-



cionalización energética.

Si bien, para los países exportadores de petróleo el problema no es tan grave, puede decirse que cada barril de petróleo que puede ahorrarse en estos países representaría la posibilidad de ser vendido a precio internacional o la posibilidad de conservarlo en tierra: ambas muy ventajosas. En otras palabras, el petróleo que puede ser ahorrado tiene valor a precio internacional creciente. En ambos casos, el interés de la implementación de una política de conservación de la energía parece bien establecida desde los puntos de vista del equilibrio del comercio exterior y del desarrollo económico en general.

- 1.3. Además existe otra ventaja en el uso racional de energía, a la cual todos los países semi-industrializados, como son los de América Latina, deben prestar atención. Los equipos técnicos para producir aparatos e instalaciones, que gastan menos energía que los actuales o que utilizan energías no convencionales, apenas empiezan a ser puestos a punto en los países industrializados. Ellos todavía tratan de vender las tecnologías obsoletas, poco eficientes energéticamente, a los países en desarrollo.

Desarrollar una política energética de racionalización energética permitirá a los países

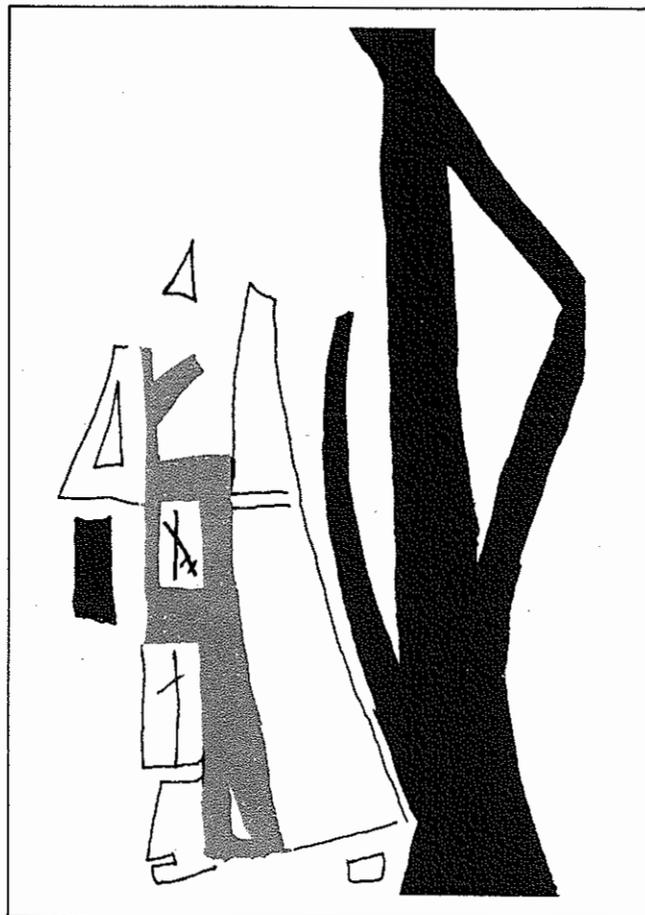
de América Latina no correr el riesgo de comprar tecnologías obsoletas y además, tomar en cuenta algo muy importante para el desarrollo de sus propias tecnologías.

La racionalización de la energía bien puede ser una oportunidad para dar impulso a la elaboración de una política tecnológica: concepción, producción y comercialización de aparatos y **sistemas** de producción, transportación y consumo de energía son metas al alcance de los equipos de ingeniería de la mayoría de los países del subcontinente. Asumiendo que un día u otro, los países industrializados desarrollen fuertes políticas de conservación de la energía, empezar hoy este proceso en América Latina, puede constituir una de las medidas tendientes a disminuir la "diferencia tecnológica Norte-Sur".

2.— UNA POSIBLE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACION

Existen algunos peligros en la implementación de un programa de racionalización de la energía que sea mal concebido, o que sea una copia de los programas elaborados en algunos países industrializados. En efecto, tanto las condiciones socio-económicas como la organización misma de los sistemas energéticos de América Latina no son comparables con las que existen fuera de la región. Las energías no comerciales, particularmente la leña, juegan un papel que puede ser preponderante en el sector residencial y en algunos casos en el sector industrial. Nunca ha sido contemplada en los programas de uso racional de energía en los países industrializados. La mayoría de los esfuerzos en el campo industrial están dirigidos hacia las instalaciones existentes, mientras que en nuestro caso se trataría más de planificar el desarrollo futuro.

Una implementación sin precauciones puede crear necesidad de importación de equipos, lo que debería ser evitado a través de una concepción paralela de la política de racionalización con la industrial y de desarrollo tecnológico. Además, la

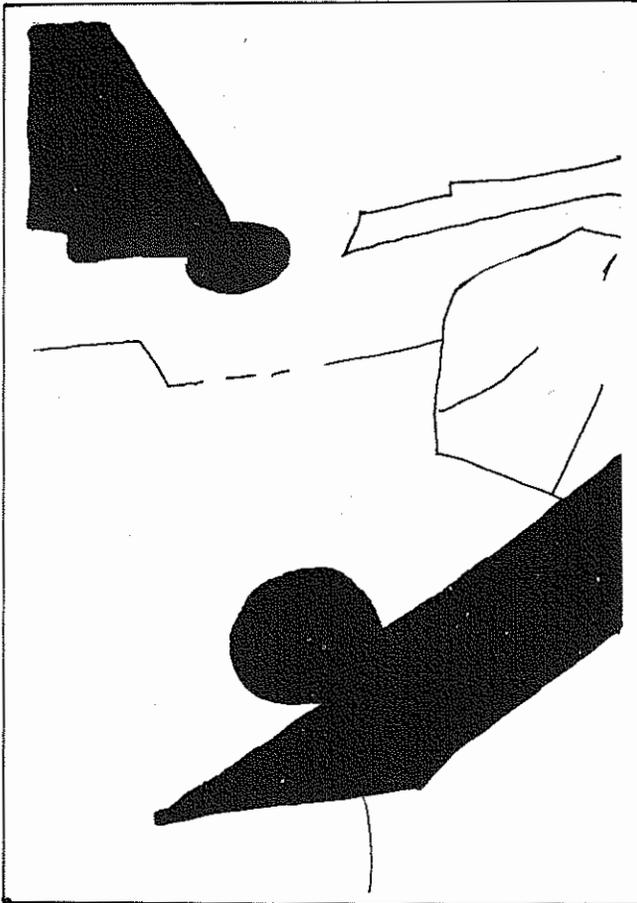


sensibilización de la población al problema energético en general, y la aceptación de nuevos patrones de consumo no pueden ser tratadas de la misma manera. La metodología que se adopte debe tomar en cuenta, entre otras, las especificaciones mencionadas. Por otra parte, considerando las desigualdades entre los niveles de desarrollo de los países de la región esta metodología debe ser flexible para adaptarse a las condiciones concretas encontradas en cada país.

La metodología que se propone contiene básicamente tres etapas que son el diagnóstico, la definición y la implementación del programa.

2.1. EL DIAGNOSTICO

Este trabajo puede realizarse en base a un análisis en términos **físicos** de la situación energética de cada país. El balance energético es el instrumento más conveniente para obtener las líneas generales de este análisis. La metodología propuesta por OLADE para la elaboración de balances energéticos corresponde a un balance mínimo. Es evidente que los países que tienen mejores sistemas estadísticos bien pueden establecer balances más desarrollados, ampliando el cuadro propuesto o adjuntándole cuadros adicionales. Sin embargo, tal como se ve en la siguiente figura, (propuesta a fin de ilustración únicamente) el balance energético



mínimo permite adelantar el diagnóstico de la situación energética en lo que se refiere a las posibilidades de racionalización.

Sin pretender ser exhaustivo y a fin de ilustración, se puede listar aquí algunas características del sistema energético presentado a través del balance ecuatoriano que pueden ser interesantes para la definición de una política de conservación:

- La importancia absoluta del consumo de leña dentro del consumo doméstico invita a analizar en detalle las posibilidades de un uso más racional de este combustible y las consecuencias de su sustitución por energías comerciales, a medida que mejoren las condiciones de vida de la población rural.
- De igual manera la importancia del uso de "otros combustibles vegetales", en este caso específico el bagazo producido y consumido en los ingenios azucareros, impone estudiar la eficiencia de este consumo: mejorar esta eficiencia puede permitir a los ingenios transformarse, de una de las industrias que hoy consume importantes cantidades de productos petroleros, en una industria autosuficiente o vendedora neta de energía.
- La alta importancia relativa del sector

transporte en el consumo final invita a analizar este sector: eficiencia del parque automotor, posible fuga de combustible a países vecinos,.....

- La importancia del sector energético y en particular el desperdicio de gas natural y la baja eficiencia de la generación eléctrica merita, una atención muy especial.

De esta manera el balance es utilizado revisando el contenido de cada casilla, especialmente en las líneas correspondientes a: energía no aprovechada, pérdidas de transformación, distribución y almacenamiento y consumo final (desglosado). Cada dato debe ser analizado preguntándose si:

- el orden de magnitud del dato es coherente,
- si existen posibilidades de disminuir sensiblemente el valor,
- si existen posibilidades de sustitución, sobre todo hacia fuentes renovables de energía.

Una vez realizado este trabajo, aparecen las direcciones en las cuales una política de conservación podría tener el mayor impacto.

El balance llama la atención hacia los aspectos más importantes, y luego es necesario afinar el diagnóstico a partir de estudio de casos y de otros instrumentos de análisis tales como encuestas, sensores, etc. Por ejemplo, en el caso del sector industrial son particularmente útiles las auditorías energéticas que permiten localizar para cada industria a nivel de planta, las medidas de mayor interés para ahorrar energía a bajo costo, mediante modificaciones menores, o a mayor costo.

2.2. LA DEFINICION

Tomando en cuenta los resultados del anterior diagnóstico, se puede establecer una lista de objetivos generales.

El orden de prioridad de los objetivos no de

UNIDADES: TEP x 10³
BALANCE ENERGETICO CONSOLIDADO

AÑO: 1978

REPUBLICA DEL: ECUADOR		ENERGIA PRIMARIA										ENERGIA SECUNDARIA														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
MINISTERIO DE: RECURSOS NATURALES		Carbón Mineral	Leño	Otros comb. veg. y animal	Petróleo Crudo	Gas Natural Libre	Gas Asociado	Hydroenergía	Geoenergía	Combustible Fisionable	TOTAL ENERGIA PRIMARIA	Coque	Carbón Vegetal	Gas Licuado	Gasolinas y Naftas	Kerosene y turbo comb.	Diesel y Gas oil	Combustibles Pesados	Otros comb. energéticos	Productos no energéticos	Gas	Electricidad	TOTAL ENERGIA SECUND.	TOTAL		
ELABORADO POR: INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIA																										
LUGAR: QUITO		FECHA: SEPT. 1980																								
SECTOR ENERGETICO	OFERTA	1. Producción	783	186	10582		447	75			12073													12074		
		2. Importación													9	162	39	56						327	327	
		3. Variación de Inventarios				+223						+223			-1	+11	-44	-2	+25					-11	+212	
		4. OFERTA TOTAL	783	186	10805		447	75				12296			8	173	-5	54	25		61			316	12612	
		5. Exportación				-6397						-6397						-7	-1211						-1218	-7615
		6. No Aprovechada				-62		-408				-470														-470
		7. OFERTA INTERNA BRUTA	783	186	4346		39	75				5429			8	173	-5	47	-1186		61				-802	4527
	CENTROS DE TRANSFORMACION	8. TOTAL TRANSFORMACION				-4314		-12	-75		-4401			+68	+891	+361	+529	+1674		+37		+223	+3783	-618		
		8.1. Coquerías, Altos Hornos																								
		8.2. Carboneras																								
		8.3. Biomasa																								
8.4. Refinerías					-4314						-4314			+66	+883	+499	+695	+1917		+37			4097	-217		
8.5. Plantas de Gas							-12				-12			+2	+8									+10	-2	
8.6. Centrales Eléc. Serv. Público								-72			-72					-139	-113	-239				+202	-289	-361		
8.7. Centrales Eléctricas Autoprod.								-3			-3						-52	-4				+21	-35	-38		
9. Consumo Propio Sector Energét.					-57		-27				-84			-1	-6	-5	-18	-133				-6	-169	-253		
10. Pérdidas (Trans, Dist, Almac.)														-2	-3	-1		-1				-29	-36	-36		
CONSUMO FINAL	11. AJUSTES Y TRANSFERENCIAS				+23					+23			-2	-18	-1	-33	+45						-9	+16		
	12. CONSUMO FINAL TOTAL	783	186							969			71	1036	349	525	398		98		188	2665	3634			
	12.1. Consumo Final No Energético																		98			98	98			
	12.2. Consumo Final Energético	783	186							969			71	1036	349	525	398				188	2667	3536			
	12.2.1. Residencial, comercial, público	783								783			69	81	201						130	481	1264			
	12.2.2. Transporte														955	111	273	175					154	154		
	12.2.3. Agropecuario y Pesca																169						159	159		
	12.2.4. Industrial		186								186			2		37	80	223				84	396	582		
12.2.5. Consumo no identificado																14					3	17	17			

PERDIDAS DE TRANSFORMACION

 Observaciones:

PRODUCCION	ENERGIA	SECUNDARIA	BRUTA			68	891	499	695	1917		37		223	4330
------------	---------	------------	-------	--	--	----	-----	-----	-----	------	--	----	--	-----	------

OTRAS: _____

be ser el mismo en cada país: un país importador de petróleo bien podrá poner en primer lugar las medidas de mayor impacto sobre los volúmenes de derivados petroleros utilizados; un país exportador de petróleo en algunos casos tendrá más interés en la racionalización energética del propio sector petrolero (producción, transporte, refinación) que a menudo es poco eficiente.

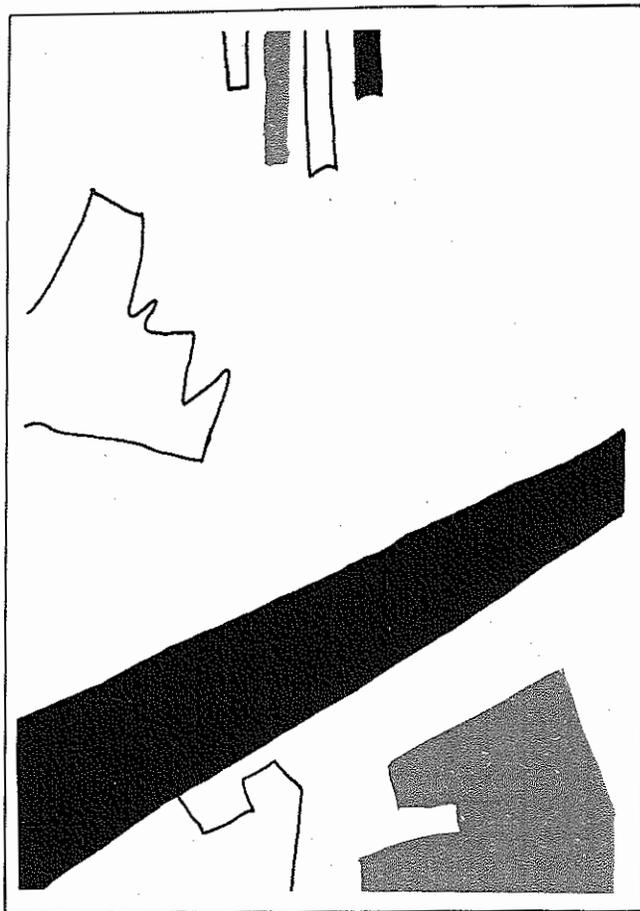
De una manera general, y también en la región, existe una fuerte tendencia a la centralización de los sistemas energéticos. Cada vez se trata de instalar plantas eléctricas más potentes, se aumenta la capacidad de las refinerías, se centralizan los sistemas de transporte y distribución, en base a la pretendida ley de economías de escala.

En algunos casos esto se justifica plenamente, sin embargo al incorporar las deseconomías externas. Bien puede no justificarse e incurrirse en costos económicos y sociales muy elevados e innecesarios.

Al respecto la "extrema centralización de los sistemas energéticos conduce a inclusive más altas pérdidas de conversión, transporte y distribución, las cuales dentro de 50 años pueden ser del mismo tamaño que toda la energía utilizada hoy en el mundo" (4)

En el diseño del programa será necesario tomar en cuenta el plazo en el cual puede obtenerse resultados. Por ejemplo, medidas técnicas de racionalización en el consumo industrial pueden tener efectos medibles a nivel nacional a corto plazo; al contrario, medidas estructurales como el desarrollo de un sistema de transporte público no tendrá consecuencias energéticas medibles antes de diez años. Lo mismo que en el caso de eventuales substituciones por energías no convencionales cuyos plazos son quizás más largos. Cabe anotar que en el sector energético, debido a su rigidez intrínseca, el cor-

* es decir, los efectos adversos fuera del cálculo económico del sistema analizado.



to plazo (5 años) y el largo plazo (20 años por lo menos) tienen mucho más amplitud que en los demás sectores de la economía.

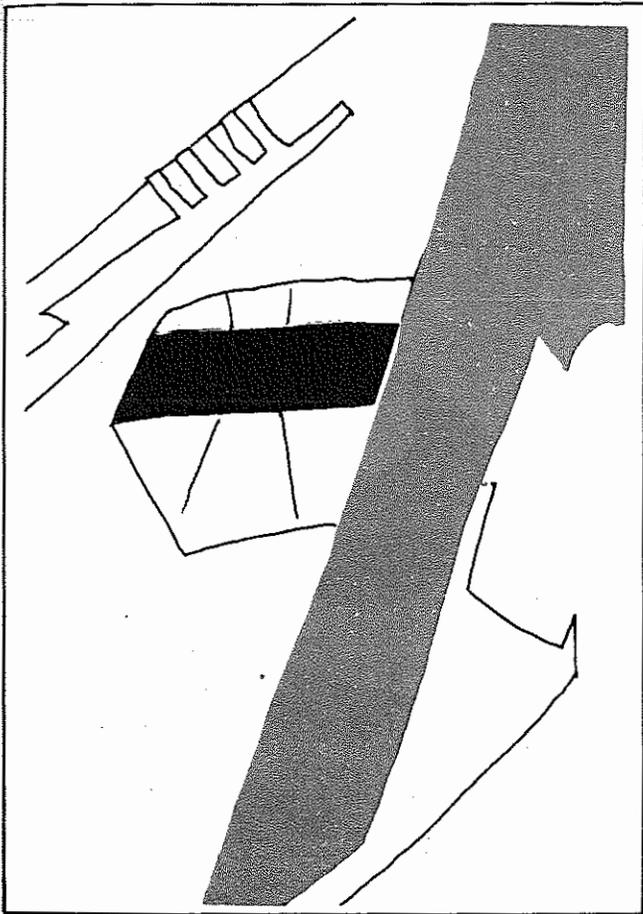
2.3. LA IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA

Como fue mencionado anteriormente, la elaboración del programa tiene que ser realizada en base a prioridades generales claramente definidas. Generalmente el ahorro de petróleo será una de estas prioridades. Sin embargo, en esta etapa no son suficientes las prioridades "defensivas", y deben tomarse en cuenta aquellas que pueden llamarse de carácter "ofensivo".

Son prioridades defensivas aquellas que se limitan a ahorrar energía para mejorar la situación de balanza de pagos, los costos de producción y los de utilización de energía, y de manera más general, aquellas que intentan aliviar la situación sin intentar cambiarla.

Son prioridades ofensivas las que están dirigidas a lograr cambios de consecuencias duraderas. Como por ejemplo:

- mejorar la eficiencia económica general del sector industrial a través del mejoramiento de su eficiencia energética.
- Mejorar la calidad de algunos servicios



públicos (electricidad, transporte,...) al mismo tiempo que se trata de mejorar su eficiencia energética.

- Investigar las tecnologías energéticas dentro de un programa de desarrollo tecnológico nacional, para alcanzar el dominio de tales tecnologías.

Una vez bien aclaradas las prioridades, el diagnóstico físico, hecho gracias a los balances y las otras herramientas, permite establecer los objetivos, rama por rama, producto por producto.

Para cada objetivo como por ejemplo: "mejorar la eficiencia del consumo de productos petroleros del sector energético" se debe establecer metas precisas incluyendo las estrategias a corto, mediano y largo plazo. En función del diagnóstico como de las tecnologías existentes, se fijarán los resultados globales que deben ser obtenidos, a saber: se dirá que el sector debe producir los mismo con un consumo de productos petroleros x% menor, siendo x determinado a partir de las **posibilidades nacionales** de aplicación de las tecnologías más eficientes.

Entre los medios para lograr los objetivos hay que considerar muy especialmente el instrumento "precios de la energía". Debe distinguirse el nivel absoluto promedio del precio de la energía en una formación eco-

nómica y social, de la estructura de precios relativos entre las diferentes fuentes e incluso entre los diferentes sectores de consumo para una misma fuente.

En el caso que nos ocupa, debe otorgarse especial importancia al segundo aspecto debido al hecho que él permite orientar el consumo hacia las fuentes más convenientes para cada uso, favorecer las substituciones entre fuentes e inclusive modificar la racionalización de las decisiones a nivel micro-económico.

3.— CONCLUSION: PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA RACIONALIZACION DE LA ENERGIA

El programa de uso racional de energía concebido de esta manera constituye un conjunto de objetivos, metas y estrategias que bien puede llamarse una política energética. En efecto, con una definición amplia del concepto de racionalización de la energía, tal como fue presentada en la introducción de este trabajo, todos los aspectos importantes de la elaboración de una política energética tienen que ser tomados en cuenta. Así, la idea de la racionalización de energía toma la forma de una estrategia y no es nada sorprendente que la definición de una metodología de implementación se parezca a la de cualquier otra estrategia, es decir en el campo de la energía, a la definición de una política energética.

La conservación de la energía tiene que ser concebida como "una estrategia más que como un conjunto fijo de medidas" (5).

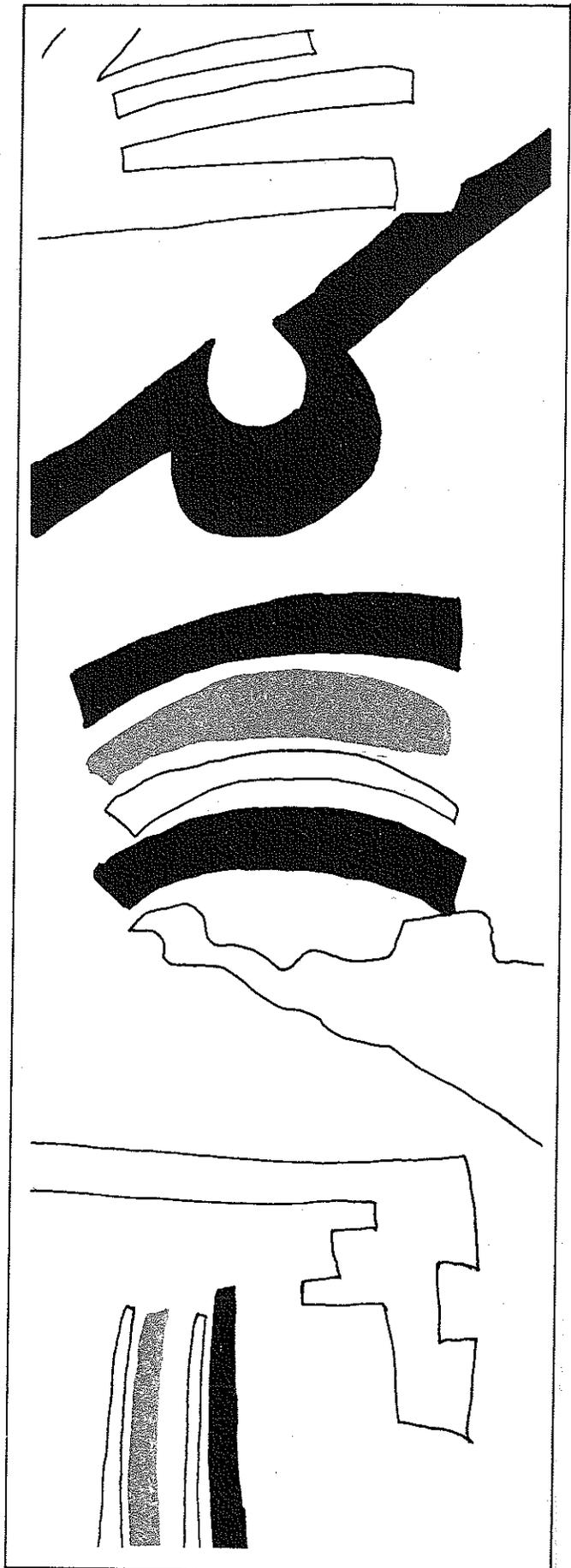
El enfoque particular que se da a una política energética definida a través de la idea de la conservación de energía, es desde el inicio asegurar la coherencia de las acciones del Estado, coherente en si mismas y coherentes con la estrategia global de desarrollo socio-económico.

Una vez queda bien entendido que la conservación no tiene nada que ver con una estrategia "defensiva", que no se trata de limitar el consumo energético en sí, su implementación puede ser la oportunidad para crear un desarrollo **energé-**

tico, tecnológico y económico general más autónomo.

Es imperativo que los países latinoamericanos aprovechen la coyuntura energética actual para lograr un desarrollo económico más independiente y que incorporen políticas energéticas en su proceso de industrialización a través del enfoque: de la racionalización de la energía.

- (1) Jean -Marie MARTIN, Director del Instituto Económico y Jurídico de la Energía (IEJE) Grenoble, Francia propuso esta definición.
- (2) Akira Takashima, Present State of Energy Conservation in Japan. WEC 1980, Vol. 1-B, pag. 410.
- (3) Fuente: B.I.D., Progreso Económico y Social en América Latina, informe 1979, Washington, D.C.
- (4) Haefele et. al. citado por Umberto Colombo y Oliviero Bernardini en A. Low Energy Growth Scenario for the Year 2030. Academia Pontificia de Ciencias, nov. 1980.
- (5) Vince TAYLOR, **The Easy Path Energy Plan**, Union of Concerned Scientist, Cambridge, Mass. U.S.A. 1979.



MANERA DE IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE CONSERVACION DE ENERGIA

FAUSTO FURNARI
Instituto de Investigaciones Tecnológicas S/A - IPT
División de Ingeniería Mecánica
Subdivisión de Ingeniería Térmica
17 de noviembre de 1980

INTRODUCCION

La conservación de energía es la más inmediata posibilidad para resolver momentáneamente el problema de algunas industrias, y para disminuir el de otras, frente a la perspectiva de escasez de petróleo en el mercado internacional, que tiende a un creciente incremento en su precio y en su control y, consecuentemente, a una disminución en las cotas de aceite combustible.

Así, es posible, a través de medidas que exigen poco o quizá nada de investigación:

- Reducir las pequeñas y numerosas pérdidas que ocurren en la instalación.
- Mejorar el aislamiento térmico
- Regular equipos
- Optimizar las rutinas de mantenimiento
- Optimizar el modelo de operación
- Disminuir los desechos de la producción.

Muchas de estas medidas no son implementadas, debido al desconocimiento del potencial de ahorro que representan.

Iguals medidas de conservación, que requieren inversiones pequeñas o medianas, tales como la modificación de equipos o la compra de instrumentos, serán móviles a corto y mediano plazo. También debe considerarse la inversión masiva, que incluya la sustitución de equipos, variación de proceso, teniendo en cuenta la creciente tendencia al incremento en los precios de los derivados del petróleo.

En general, son múltiples las alternativas de economía de energía, y también las más sencillas y de inmediata ejecución exigen cuidados especiales. Por ejemplo, medidas a corto plazo como la variación en las rutinas de operación y mantenimiento de los quemadores de un horno, exigen cuidados sistemáticos y, en general, la reeducación de técnicos y operadores.

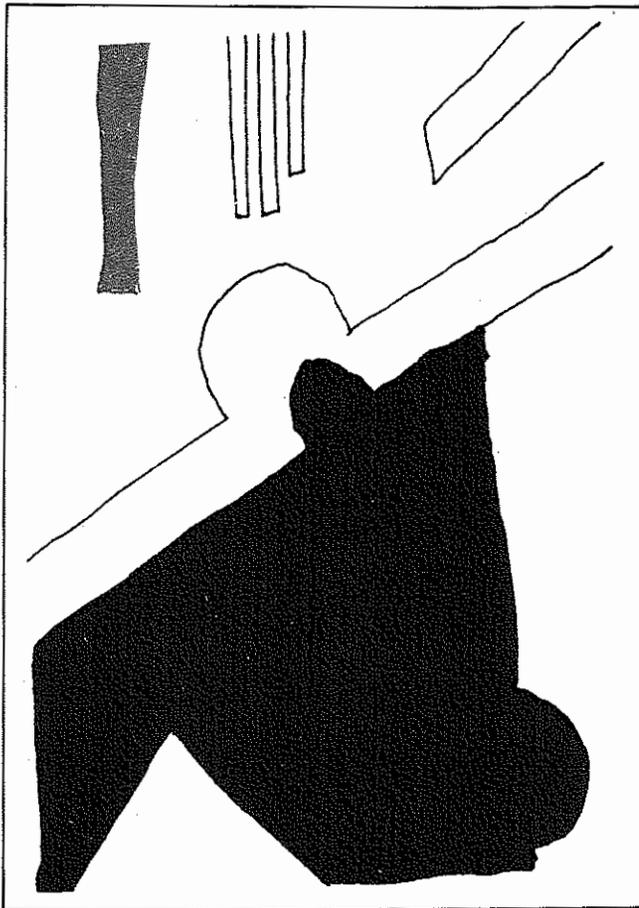
Por otro lado, medidas a mediano y largo plazo, como la instalación de un intercambiador de calor para el pre-calentamiento de aire de combustión, o similares alteraciones en el proceso, requieren de estudios y conocimientos más profundos.

Por consiguiente, la conservación de energía exige en cada industria, además del empeño de su dirección, el establecimiento de un programa de acción definido, con métodos y objetivos claros, el cual debe ser conducido por un equipo que se dedique, total o parcialmente, a esta tarea. Con la acción de este equipo, que también tiene la misión de centralizar la información relativa a la energía en los diferentes sectores, se crean condiciones para el análisis y la toma de decisiones convenientes, además de facilitar la capacitación de información para orientar la futura toma de decisiones.

A pesar de la imposibilidad de fijar "patrones" viables para cualquier industria, es posible establecer algunas etapas básicas de acción, que evidentemente tendrán peculiares desarrollos en cada caso. Las etapas de un Programa de Conservación de Energía pueden resumirse en las siguientes:

- Creación de un Grupo Interno de Conservación de Energía;
- inventario energético de la instalación;
- establecimiento de prioridades preliminares para la conservación de energía;
- análisis técnico-económico de las diferentes alternativas;
- implantación y evaluación de las modificaciones;
- continuidad del programa.

Cada industria presenta diferentes niveles de instalación. La descripción de la manera cómo se van a implementar programas de conservación de energía, debe ser considerada de un modo crítico, procurando aprovechar, de entre las informaciones generales en



ella contenidas, las que se adapten a las características de cada instalación.

1. — Creación del grupo interno

Es responsabilidad del Grupo Interno de Conservación de Energía, la conducción del Programa en todas sus etapas, garantizando, a través de procedimientos y actividades, el funcionamiento racional y eficiente de los sistemas de generación, conversión, distribución y consumo de las diversas fuentes de energía.

Entre los principales objetivos de trabajo del Grupo Interno, se destacan los siguientes:

- Dirigir y delegar responsabilidades con respecto a las actividades del programa;
- motivar y conscientizar la conservación de la energía en todos los niveles de empresa, a fin de garantizar la constancia del desarrollo de estas tareas;
- establecer y mantener mecanismos sencillos para el seguimiento de la ejecución de los trabajos de conservación;
- mantener un permanente control en aquellas actividades susceptibles de desperdicio, debido al mal funcionamiento o a la inadecuada utilización de equipos;
- establecer patrones de consumo por cada operación o equipo, que tengan un permanente seguimiento con los patrones obtenidos;

- desarrollar estudios y proyectos de conservación, sometiéndolos niveles competentes para su aprobación, así como controlar permanentemente la ejecución de tales proyectos y estudios.

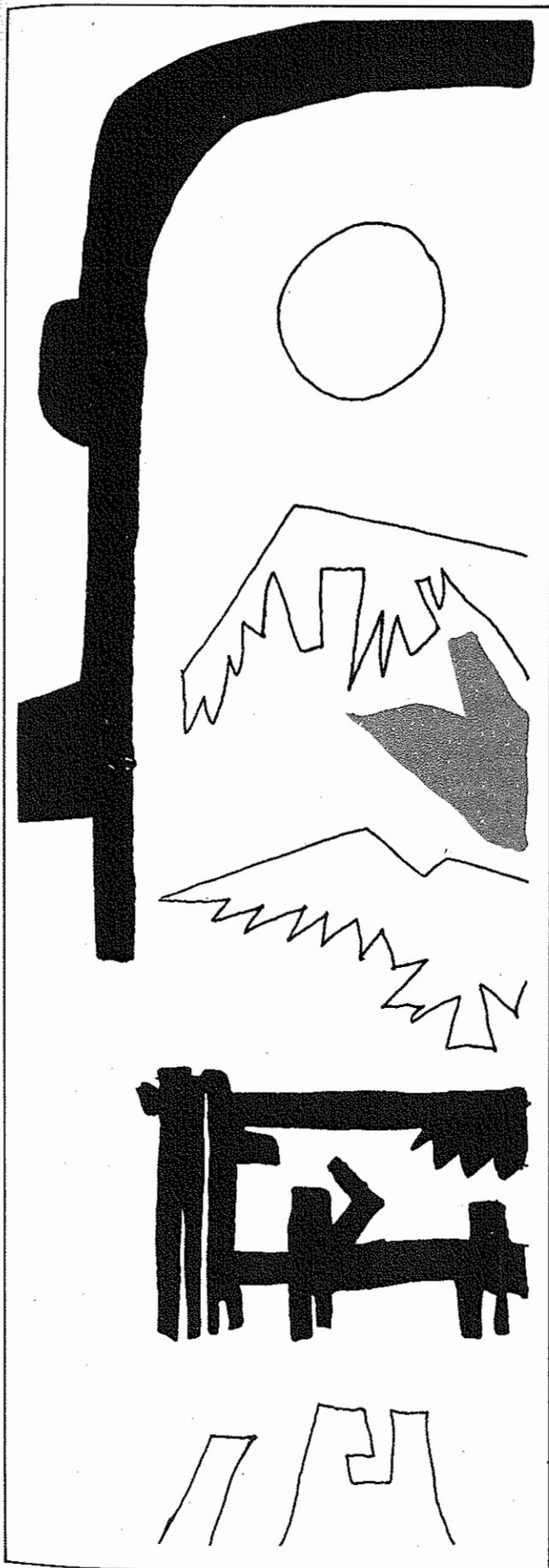
Es imperativo que cada Grupo adopte normas de organización y acción adaptadas a su situación particular, al mismo tiempo que debe tener una cierta autonomía y autoridad reconocidas, en cuanto a tratamiento de problemas energéticos, de manera que pueda resolver los problemas más graves y obtener resultados y acciones con relación al Programa.

A pesar de las particularidades de cada caso, la experiencia de los programas ya realizados, sumada al buen criterio, requiere un conjunto de normas básicas que deben orientar la constitución del Grupo Interno, así como la dirección del propio Programa.

En primer lugar, y de ser posible, el Grupo debe estar conformado por representantes de todos los sectores de la instalación, inclusive del área administrativa y de proyectos. Esto coadyuva al análisis, por la homogeneidad de conocimientos de cada sector, así como sus influencias comunes; crea condiciones para un afianzamiento técnico, no solamente en el campo de la energía, sino en el propio proceso productivo, además facilita la recolección de información; permite su rápida difusión, agiliza la atribución de tareas para cada sector y, por consiguiente, ayuda a la rápida ejecución de los proyectos.

En segundo lugar, se debe dedicar especial atención a la capacitación técnica de los integrantes del Grupo, así como de los demás miembros que participan en los diferentes niveles y etapas del Programa, ya que sin una adecuada preparación técnica y una conciencia definida del significado de la tarea de conservación de energía, es muy difícil garantizar la veracidad de la información recopilada para el inventario, así como la correcta difusión de nuevas informaciones y rutinas de procedimiento, poniéndose en riesgo, de esta manera, la precisión de las conclusiones y resultados esperados.

En tercer lugar, debe procurarse que el Programa sea conducido en forma tal que amplíe, horizontal y verticalmente, la participación de todos los cuadros técnicos de la instalación. Esto permite, a más de



otras ventajas, aprovechar valiosas informaciones y perceptibilidades adquiridas con los años de experiencia práctica y de convivencia del personal con el proceso. De igual manera, presenta condiciones más favorables para la aplicación de soluciones, corrección de vicios adquiridos y la capacitación de personal para nuevas plazas.

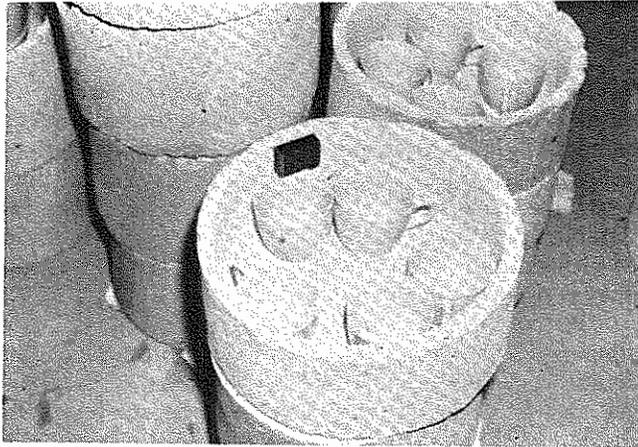
Finalmente, y de ser posible, es conveniente que algunos de los miembros del Grupo Interno puedan dedicarse exclusivamente a los problemas de la energía. Las múltiples actividades que se desarrollan dentro de una fábrica, principalmente la del cuidado de la producción, por lo general limitan el tiempo para los necesarios estudios y análisis del Programa. Lógicamente sea la instalación, debido principalmente a problemas económicos.

No sería posible, por ejemplo, colocar en un mismo nivel una fábrica moderna y una instalación pequeña. De cualquier manera, el principio general del Grupo Interno debe ser llevado a la práctica, aún cuando se limite a una sola persona, para evitar la dedicación exclusiva a los problemas de producción, con la consecuente colocación en segundo plano de los problemas energéticos.

2. — *Inventario energético de la instalación*

La posibilidad de realizar economías y reducciones en el consumo de energía solamente es posible con un conocimiento profundo de la situación que se piensa transformar. El inventario energético de instalación contribuye de un modo decisivo a la obtención de estos conocimientos y a la aplicación de esas posibilidades.

Para lograr las finalidades de esta etapa, esto es conocer en qué sector, en qué cantidad y con qué eficiencia es utilizada la energía, es necesario que esta información se obtenga a través de un inventario "in situ", a fin de evitar la obtención de informaciones de dudosa confiabilidad y para considerar ciertos aspectos no analizados en la rutina de operación de determinados equipos o sectores de la instalación; por ejemplo tuberías no aisladas, puntos de infiltración de aire, instrumentos fuera de operación, calidad de mantenimiento, instalación mal planificada, etc.



Muestra la ocupación poco racional del espacio en la caja refractaria, utilizada para el conocimiento de moldes en hornos discontinuos. Muestra también que la caja refractaria puede reducir su masa, a través del mejoramiento en su proceso de fabricación.

Además de la evaluación de los consumos de energía en los diferentes puntos, este inventario debe procurar identificar los principales sectores de utilización y transmisión de energía, especificando también los factores condicionantes y las limitaciones del propio inventario, tales como la confiabilidad de las informaciones, así como las medidas, calidad, estado y localización de los instrumentos de medición, variaciones de calidad de las materias primas, adiestramiento del equipo técnico, etc.

En los casos en los que la información no sea obtenida directamente por miembros del Grupo Interno, se deben realizar verificaciones, a fin de evitar erróneas interpretaciones, contribuyendo así a la formación de una mentalidad de conservación en los amplios sectores de la instalación.

Ya que el inventario energético será la base de análisis que definirá los cambios a ser implementados, es necesario que su organización se procese a través de cuadros, gráficos y mapas, a medida que se vaya obteniendo la información, permitiendo de esta manera obtener una visión global y sistemática, y facilitando el análisis de las diferentes opciones que se presenten.

Es importante destacar que el inventario de datos e informaciones no puede ser genérico ni circunstancial. Esta tarea debe estar orientada por ideas preliminares. El Grupo debe considerar algunos factores, antes de iniciar la elaboración del inventario propiamente

dicho. Entre éstos, podrían citarse la capacidad de inversión de la empresa, sus recursos técnicos y humanos, las perspectivas de mercado, los factores ambientales, las disposiciones gubernamentales y, por otra parte, que las conocidas posibilidades de conservación de energía determinan un factor importante en el inventario energético, evitando de esta manera la dispersión de esfuerzos.

3. — Establecimiento de prioridades preliminares

Con base en el inventario energético, se debe establecer un conjunto de prioridades para la conservación de energía. Esta definición implica una restricción en el marco del análisis, permitiendo una profundización y la realización de una evaluación más precisa, la cual debe ejecutarse a través del análisis del inventario energético.

A manera de ilustración, a continuación se enumera un conjunto de potenciales de conservación de energía, útiles como punto de partida para la definición de las prioridades preliminares, el cual es resultado de un Proyecto de Conservación de Energía en las industrias de Celulosa/Papel, Cemento y Cerámica, realizado por el IPT.

INDUSTRIA DE CELULOSA/PAPEL

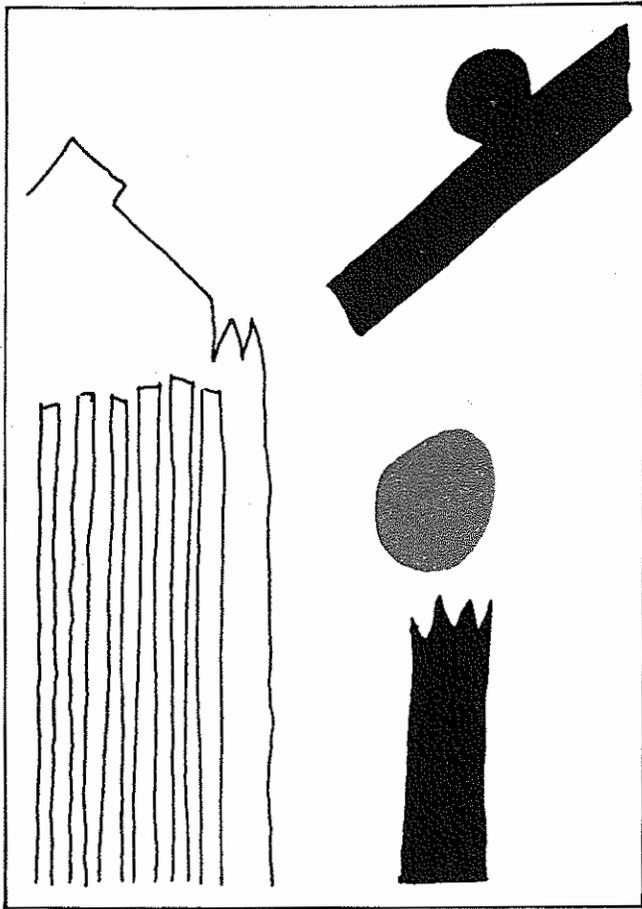
Corto y mediano plazo

1. Aplicación de aislamiento de espesor óptimo para líneas de vapor y condensando, tanques e intercambiadores de calor.
2. Aislamiento de "flanges" y válvulas; programa de reparación en los aislamientos existentes.
3. Eliminación de fugas de vapor
4. Remoción de aire e incondensables en equipos de calentamiento a vapor.
5. Garantía de vapor seco en las líneas de vapor.
6. Utilización de las presiones menores posibles en las líneas de vapor.
7. Adecuada selección y mantenimiento de purgadores y válvulas reguladoras de presión.
8. Aumento del retorno de condensado para los generadores de vapor.

9. Eliminación de fugas en líneas de aire comprimido.
10. Reducción de la presión máxima de utilización de aire comprimido.
11. Evitar excesos de consumo de vapor, a través de la programación de su utilización.
12. Programa de calibración y mantenimiento de instrumentos de medición y de control.
13. Adecuado tratamiento del agua de alimentación para generadores de vapor.
14. Limpieza de los tubos de agua de las calderas auxiliares.
15. Reducción del exceso de aire en los generadores de vapor.
16. Programa de mantenimiento y sustitución de quemadores.
17. Control de la atomización y de la llama de los quemadores.
18. Reducción de la presión de soplaje y su programación para la caldera de recuperación.
19. Reducción de las pérdidas por radiación, a través de grietas y aberturas, así como por infiltraciones de aire artificial en las calderas de recuperación.
20. Picado de madera en dimensiones adecuadas para la optimización del cocimiento.
21. "flasheamiento" de purgas.
22. Reducción del "make-up" de sulfato de sodio.
23. Determinación del punto de lavado a través de curvas del factor dilución "versus" pérdidas.
24. Limpieza de incrustaciones en evaporadores de efecto múltiple.
25. Control de degradación en evaporadores de efecto múltiple, a través de adecuadas fijaciones de temperaturas y concentraciones.
26. Adecuada utilización de "flaseadores" y pre-calentadores de licor en evaporadores de efecto múltiple.
27. Reducción del exceso de aire e infiltraciones en los hornos de cal.
28. Reducción y control del contenido de agua lodo en hornos de cal.
29. Adecuada selección de filtros para maquinarias de papel.
30. "flasheamiento" de condensado en maquinaria de papel.
31. Evitar el sobre-secado del papel.
32. Optimizar la eficiencia de las prensas y controlar la consistencia de la hoja al salir de las prensas.
33. Reducción del consumo de agua fresca en los surtidores de la maquinaria de papel.
34. Recuperación y utilización del agua de las prensas de papel.
35. Reducción del consumo de vapor en las maquinarias de papel para mejorar el sistema de remoción de condensado de los cilindros.
36. Analizar la conveniencia de utilizar sistemas de calentamiento directo o indirecto.
37. Mejorar el factor de potencia.
38. Evitar la sobrecarga o el sobre-dimensionamiento de motores eléctricos.
39. Evitar, a través de programaciones, picos de consumo de energía eléctrica.
40. Reducción del consumo de energía eléctrica en la iluminación.

A largo plazo

1. Utilización de energía de gases de extracción para precalentamiento de aire, agua, combustible y secado de materiales.
2. Utilización de turbinas de contra-presión para la generación de energía eléctrica o para el funcionamiento directo de maquinarias.
3. Utilización de la corteza y residuos de la madera como combustible.
4. Creación de canales de agua independientes (uno para las necesidades de calentamiento y otro para las necesidades de refrigeración)
5. Aislamiento de licor negro de los digestores discontinuos.
6. Utilización de acumuladores de licor negro fuerte, para el aumento de su temperatura, evitando excesos de consumo de vapor al inicio del cocimiento.
7. Eficiente aprovechamiento del vapor del "blow-tank".
8. Utilización de concentraciones de licor negro en sustitución de los evaporadores de contacto directo.



9. Nuevos sistemas de evaporación - columna Lockman
10. Optimización de los sistemas de corriente del horno de cal y selección conveniente de los refractarios.
11. Pre-secado en suspensión del agua lado que alimenta el horno de cal.
12. Recolección y redistribución del polvo de los gases de extracción del horno de cal.
13. Control de la consistencia en la entrada de la máquina del papel.
14. Reducción de las necesidades de agua fresca, promoviendo recirculaciones con la consecuente reducción de los afluentes y pérdidas de fibras.
15. Selección y perfeccionamiento del sistema de refinación de la masa utilizada para la fabricación de papel.
16. Instalación de un sistema cerrado de ventilación en la máquina del papel y reaprovechamiento de la energía del aire de extracción del secado, a través de economizadores.
17. Reducción de las necesidades de extracción de aire en la fábrica de papel, respetándose los límites de humedad durante los días con temperaturas medias bajas.
18. Optimización del sistema de aislamiento en la fábrica de papel, minimizando pérdidas e infiltraciones por puertas y ventanas.
19. Instalación de sensores para control de humedad del papel en la máquina.

20. Mejoramiento del sistema de vacío del "couch roll" de la máquina de papel, a fin de reducir las necesidades de vapor para secado.
21. Procurar mantener, en sistema cerrado, el agua blanca de la máquina.

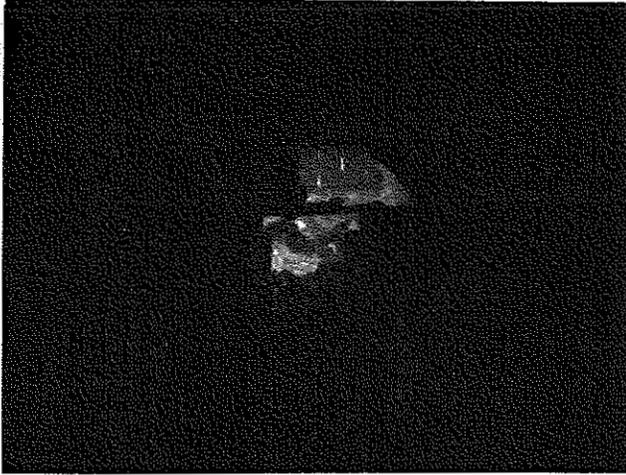
INDUSTRIA DEL CEMENTO

A corto y mediano plazo

1. Reducción de las pérdidas de energía en los gases de salida.
2. Reducción del tenor de agua de pasta en el proceso de vía húmeda.
3. Reducción de la humedad del crudo en la vía seca larga.
4. Reducción del exceso de aire de combustión.
5. Reducción de las infiltraciones de aire.
6. Incremento de la eficiencia del enfriador de "clinker".
7. Reducción de las necesidades de aire primario.
8. Reducción de las pérdidas de polvo en los gases y reciclaje del polvo al horno.
9. Reducción de las pérdidas de radiación y convección.
10. Control de la uniformidad de la alimentación.
11. Enriquecimiento, por medio de oxígeno.
12. Control de la llama de combustión.
13. Incremento de la eficiencia del generador de vapor, a través de una conveniente operación.
14. Mejorar el aislamiento de las líneas de vapor y condensado.
15. Reaprovechamiento del condensado.
16. Mejoramiento de la fragmentación en la mineración del calcáreo.
17. Control del molido de crudo y del "clinker".

Largo plazo

1. Selección y optimización de los equipos de trituración, en función de las características de las materias primas básicas existentes en el país. Los principales que deben tomarse en cuenta son: dureza, tenor de humedad y dimensión que se obtendrá con la trituración.



Muestra exageradas aberturas en la hornada de un horno discontinuo para la fabricación de ladrillos, notándose pérdidas elevadas por radiación.

2. Mejoramiento del sistema de homogenización del crudo.
3. Determinación de la influencia de la dimensión de las partículas que constituyen el crudo y de otras propiedades físicas en la temperatura de la clínquerización.
4. Optimización de los equipos de molido de la pasta en vía húmeda y reducción del tenor de agua de la pasta.
5. Utilización de otras materias primas para la obtención de crudo, y que requieran consumo específico menor de energía en el procesamiento del crudo en el horno.
6. Utilización de carbón mineral, teniendo en cuenta las características del carbón brasileño.
7. Perfeccionamiento de los sistemas de separación en los molinos de clínquer.
8. Utilización del sistema de molido de clínquer por rollos.
9. Utilización de aditivos en la molida del clínquer.
10. Análisis de las posibilidades de conversión de vía húmeda a semiseca o seca.
11. Instalación de los procesos vía seca larga, de generadores de vapor, utilizando gases calientes como fuente de energía.
12. Optimización de los sistemas de transporte.

INDUSTRIA CERAMICA

Materias primas

1. Control de calidad de las materias primas utilizadas
2. Nuevas normas que tienden a la reducción de las pérdidas en el secado y en la quema.
3. Nuevas normas tendientes a la reducción de la temperatura y del ciclo de quema.
4. Nuevas medidas para cajas y soportes refractarios, con miras a aumentar la resistencia y durabilidad de estos elementos.
5. Nuevas medidas tendientes a la reducción del tenor de agua de la barbotina para el "spray-drier".
6. Beneficiamiento de las materias primas en las minas (lavado, filtroprensado, secado o molido), evitando un innecesario transporte de agua y residuos.
7. Nuevas fórmulas para el esmaltado, con vistas a la disminución de temperatura y del ciclo de quema (utilizando vidrio y residuos cuando no hubiere).

Molido y Extrusión

8. Adecuada selección de cuerpos moledores.
9. Adecuación de la relación carga/cuerpos moledores en el molino.
10. Descarga de los molinos, utilizando como criterio el análisis de grado y no el del tiempo de molido.
11. Evitar que los molinos giren en vacío.
12. En el caso de molidas húmedas, evitar la dilución excesiva, a fin de facilitar la descarga del molino. Para esto se utilizará aire comprimido o, en otros casos, se abrirán grietas de descarga.
13. Control de la humedad en la extrusión.
14. Optimización de la selección de la plancha extrusora en el caso de situación crítica, con el fin de obtener mayor eficiencia en el secado de los elementos extrusados.

Secado de materia prima

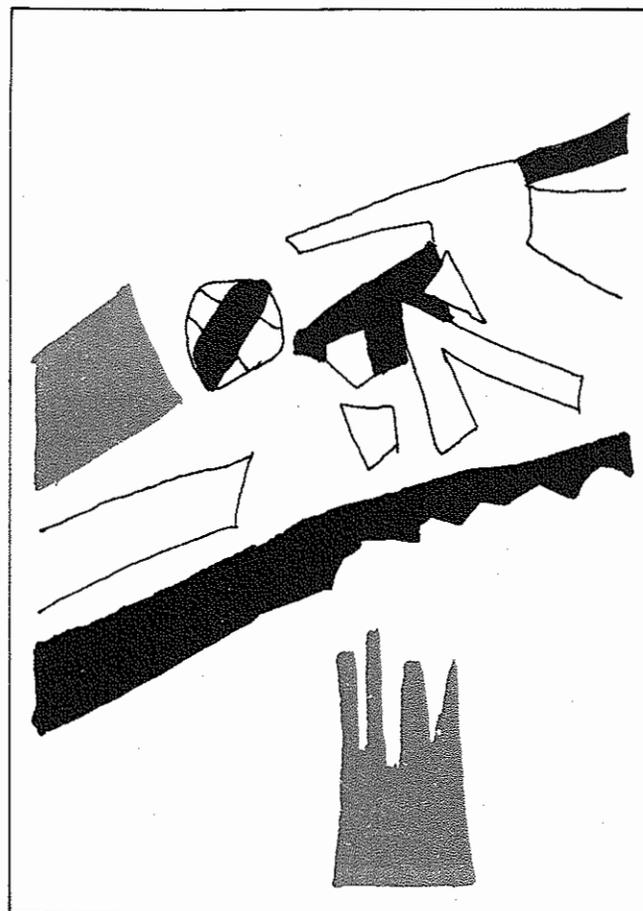
15. Acondicionamiento del aceite, aire de combustión y control de la combustión (ver item relativo a

combustión) del "spray-drier", secadores tipo túnel, rotativos o de estera.

16. Aislamiento térmico de los ductos y cuerpo del "spray-drier".
17. Control de depresión y temperatura en el cuerpo del "spray-drier".
Eliminación de infiltraciones.
18. Control de pulverización de la barbotina, a través del control de presión y mantenimiento de picos y lanzas.
19. Utilización de aire caliente como aire de dilución de combustión del "spray".
20. Utilización de fuentes secundarias (gases calientes) para el calentamiento de la barbotina.
21. Montaje de la cámara de combustión junto a la entrada del cuerpo del "spray drier", reduciendo pérdidas por conducción y convección.
22. Control de humedad en la entrada y salida del material en los secadores de estera y rotativos.
23. Recirculación y dilución de los gases de salida en la cámara de combustión de secadores de estera.
24. Mejoramiento aislamiento en los secadores de estera y rotativos.
25. Utilización de aire caliente como aire de combustión o dilución en los secadores de estera y rotativos, y generadores de gases.

Prensaje, Fundición y Pintura

26. Reducción de las pérdidas por medio de control de granulometría, de presión y de compactación durante el prensaje.
27. Adecuado mantenimiento de las prensas, a fin de reducir las pérdidas en el prensaje.
28. Control del secado de moldes utilizados en la fundición.
29. Reducción de la utilización del vapor, por medio del aprovechamiento de fuentes secundarias, en las áreas de fundición.
30. Adecuado control de la agitación, así como de la viscosidad, densidad y otras propiedades de la barbotina utilizada en la fundición de piezas por coladura.



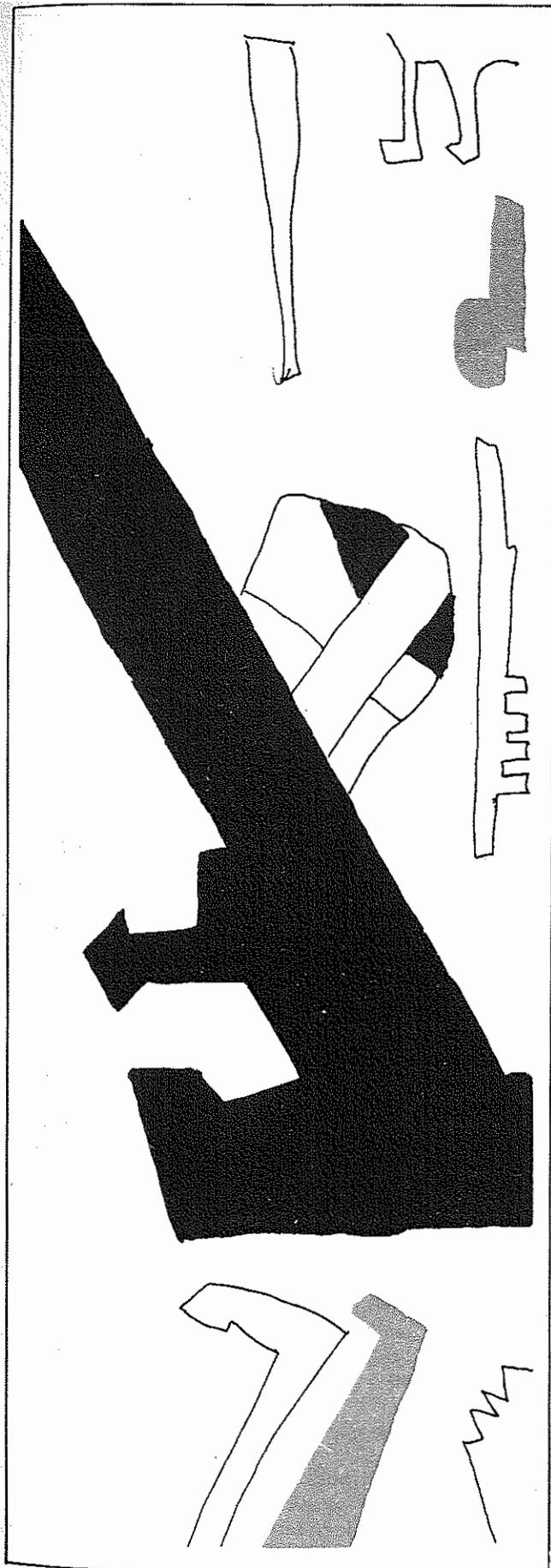
31. Mejoramiento de la operación de pintura para reducir los rechazos provenientes de esta operación.

Secado de Productos

32. Identificación y control de las deficiencias por el inadecuado secado (perfil y uniformidad de temperatura y humedad, tiempo de secado).
33. Control de la circulación de aire de secado.
34. Acondicionamiento del aceite, aire de combustión y control de combustión (ver ítem sobre combustión).
35. En el caso de hornos discontinuos, un más racional aprovechamiento del aire de enfriamiento en secados.
36. Instalación de secadores con mejor diseñados y utilización de los regeneradores en aquellas instalaciones en las que existan hornos discontinuos.

Quema de los productos en hornos

37. Adecuado aislamiento térmico de líneas de aire y gases calientes.
38. Mejor aislamiento térmico de las carretas en los hornos túnel.



39. Mejorar el aislamiento térmico de los hornos discontinuos.
40. Adecuado bedamiento de las cabeceras de las carretas en los hornos discontinuos.
41. Mejoramiento del sello de arena en hornos tipo túnel.
42. Reducción de aberturas y eliminación de grietas en los lugares en los que hayan infiltraciones de aire frío en el horno.
43. Reducción de las aberturas en los hornos, a fin de minimizar las pérdidas por radiación térmica.
44. Mejor aprovechamiento del espacio útil del horno por medio de alteración de soportes, cajas refractarias y en el apilamiento.
45. Reducción de la masa refractaria de las carretas, cajas y soportes, utilizando piezas huecas y lana refractaria, a fin de aumentar la relación carga/mobiliario.
46. Construcción de hornazas adecuadas, en hornos discontinuos tipo garrafa y "caipira".
47. Instalación de intercambiadores de calor en las bóvedas y paredes del horno.
48. Aprovechamiento, como fuente secundaria, de los gases de la chimenea por medio de instalación de intercambiadores de calor.
49. Reducción de la temperatura en la salida de las carretas y de los productos del horno.
50. Aprovechamiento, como fuente secundaria, del aire de refrigeración del horno para secado o para combustión.
51. Reducción del aire de "contra-viento" en hornos tipo túnel.
52. Control adecuado y constante de la curva de quema con la consecuente reducción de pérdidas de productos y mejoramiento de su calidad.
53. Instalación de extractores alrededor de la zona de quema en los hornos continuos, para el aprovechamiento, en forma de aire caliente, de las inevitables pérdidas de convección y radiación, con el consecuente mejoramiento de las condiciones ambientales de trabajo.

Combustión

54. Reducción y control de las infiltraciones de aire frío en la hornaza.
55. Regulación de castillo para control del aire inducido.
56. Pre-calentamiento del aire de combustión.
57. Constante control, en adecuados valores, de la presión de aire de combustión, a fin de garantizar, cuando fuera del caso, la correcta pulverización del aceite.
58. Reducción y control del exceso de aire, incluyendo la instalación de analizadores de gases.
59. Mejoramiento o colocación de aislamiento térmico en las líneas de aire caliente.
60. Eliminación de las líneas subterráneas de aceite, e investigación de los hornos discontinuos, inclusive los que no están en operación.
61. Control de la viscosidad del aceite en la entrada del quemador, a través del control de la temperatura del aceite.
62. Mejorar o colocar aislamiento térmico en líneas y tanques de aceite caliente.
63. Control de la pulverización del aceite, por la presión y temperatura adecuadas del mismo.
64. Instalación o mejoramiento del sistema de filtración del aceite.
65. Control del flujo en el circuito de líneas de aceite, a fin de garantizar una temperatura promedio aproximadamente uniforme y alta del aceite, en la entrada de todos los quemadores.
66. Completar o efectuar el calentamiento del aceite, utilizando fuentes secundarias (gases calientes, paredes calentadas, etc.)
67. Verificar la posibilidad de eliminación de vapor o electricidad para el calentamiento de aceite en los tanques.
68. Instalación de sistemas de fijación de quemadores.
69. Instalación o sustitución de las piedras de los quemadores, que presenten mal estado de conservación.
70. Evitar la formación de depósitos de residuos de aceite combustible en la hornada, por mala colocación o inadecuado dimensiones de éstas.
71. Sustitución de quemadores que no tengan entrada para aire primario y secundario.
72. Implantación de una rutina de limpieza en los picos, filtros y sustitución de los quemadores dañados.
73. Reducir las dimensiones, y transformarlas en regulables las aberturas y grietas de las hornazas.
74. Mejorar el aislamiento y los refractarios de las hornazas.

Calderas

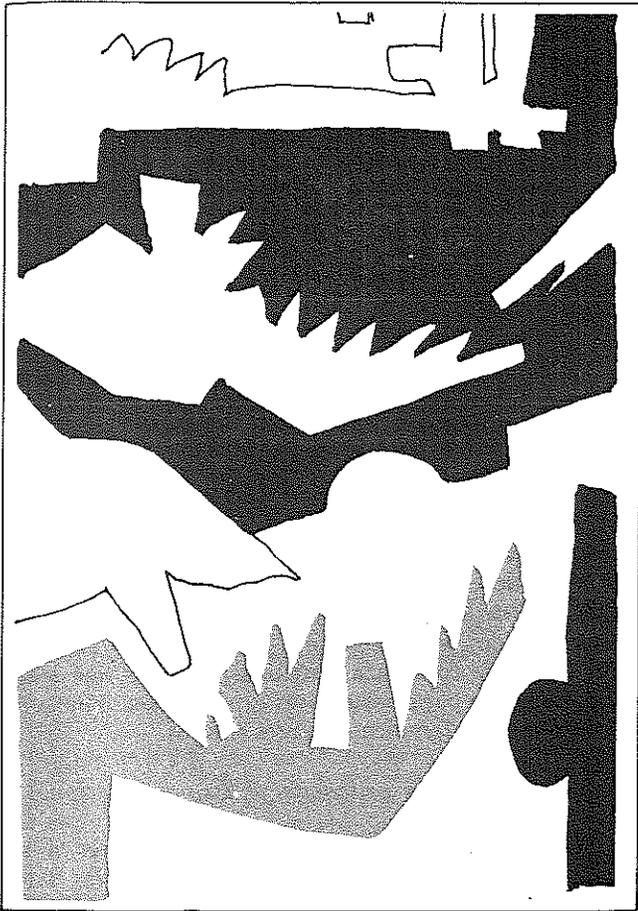
75. Implantar un sistema de tratamiento del agua en las calderas.
76. Aumentar o incrementar el retorno de condensados.
77. Eliminar fugas de vapor en las líneas.
78. Mejorar o colocar aislamiento en las líneas de vapor y condensado.
79. Aislar válvulas, "flanges" y accesorios.
80. Eliminación de líneas inactivas.
81. Instalación, si fuera posible, de pre-calentadores de agua y aire.
82. Revisión, sustitución y control de los purgadores.
83. Implantación de un sistema de limpieza periódico de los tubos de la caldera.
84. Definición de un período óptimo para el mantenimiento preventivo.
85. Acondicionamiento del aceite, del aire de combustión y control de combustión (ver ítem referente a combustión).

Bombas

86. Dimensionar sistemas, minimizando las pérdidas de carga.
87. Evitar el sobredimensionamiento de motores y bombas.

Compresores

88. Reducir, de ser posible, la presión de trabajo.
89. Eliminación de fugas en líneas y tomas.
90. Mejoramiento de la tarea de limpieza de los filtros en las tomas de aire de los compresores.



Ventiladores

91. Utilización de ventiladores en las fajas de alto rendimiento.
92. Mejoramiento del sistema de ductos de aire y regulación de las fugas en los hornos discontinuos tipo garrafa o bóveda.

Intercambio de calor

93. Control de eficiencia en base a la diferencia de temperatura y a la limpieza de los intercambiadores.
94. Mejoramiento del aislamiento térmico.

Transporte e Iluminación

95. Instalación de claraboyas en los galpones.
96. Evitar la excesiva iluminación.
97. Sustitución de la iluminación de lámparas incandescentes, por fluorescentes o de mercurio.
98. Apagar la iluminación innecesaria.
99. Suprimir la transportación de esteras a sitios no programados.
100. Supresión de los transportes innecesarios.

Energía Eléctrica y Otros

101. Control del factor de potencia.

102. Control del factor de carga.
103. Desconectar los equipos innecesarios.
104. Utilización de apiladoras eléctricas.
105. Mejoramiento de la capacidad de los equipos y operaciones, a fin de reducir la transportación y la innecesaria manipulación de los productos.
106. Mejoramiento de los instrumentos así como su calibración y la instalación de nuevos instrumentos.

4. — Análisis técnico económico

Una vez que se ha definido el conjunto de prioridades preliminares, el Grupo Interno debe concentrar sus actividades en el análisis de este conjunto, procurando, en una primera etapa, clasificar las varias opciones en una de las siguientes categorías:

- a) Oportunidades de ejecución inmediata, prácticamente sin inversión, que de un modo general correspondan a modificaciones o a implantación de rutinas operativas, de mantenimiento o administrativas.
- b) Oportunidades de ejecución casi inmediata, con pequeñas inversiones, que correspondan a pequeños proyectos de modificación en las instalaciones.
- c) Oportunidades que requieren de proyectos a desarrollarse a mediano y largo plazo, las cuales normalmente precisan de elevadas inversiones y pueden ocasionar alteraciones en el propio concepto y filosofía del proceso.

Evidentemente, se debe procurar garantizar, desde un inicio, el análisis e implantación de las oportunidades anotadas en las dos primeras categorías, dejando la tercera opción para un proceso de desarrollo más lento.

El análisis de cada oportunidad o prioridad preliminar deberá conducir a la definición del potencial de recuperación o de economía de energía, pudiendo, además en ciertos casos, suministrar informaciones

que no se revelan en el inventario. Entre las principales herramientas de análisis se destacan los balances de masa y de energía, ya que permiten estimar los flujos materiales que no han sido calculados, en las diferentes áreas de energía consumida, desperdiciada o recuperable.

La realización de esos balances puede requerir de informaciones adicionales a las ya recopiladas, tanto de aquellas que necesitan de análisis en laboratorio, así como de variables que requieran de la instalación de instrumentos adicionales. Esto ocurrirá con frecuencia, ya que la mayoría de las industrias, inclusive las modernas, presentan su instrumentación destinada esencialmente al control de la producción, agravándose esta situación todavía más en aquellas instalaciones más antiguas y pequeñas.

Una vez obtenidas los potenciales de recuperación y de conservación de energía, la siguiente tarea se concentra en realizar un detalle más completo de las medidas necesarias para su implantación ya se trate de una definición de rutinas operativas, ya de la instalación o montaje de algunos equipos o maquinarias, o bien del desarrollo de todas las etapas que comprenden el estudio de viabilidad técnica.

Finalmente, se deben analizar los costos de implantación de nuevas rutinas de fabricación de equipos, de su instalación, mantenimiento y posterior operación, afin de permitir el análisis de viabilidad económica. Los aspectos básicos de este estudio son la comparación de costos en las modificaciones propuestas con los beneficios obtenidos de aquellas economías esperadas y el plazo en que se obtendrán estos beneficios.

Concluyendo, la realización de esta secuencia de tareas para cada una de las prioridades preliminares, permitirá la definición técnico-económica para una serie de proyectos prioritarios, definición esta que puede significar sensibles diferencias de una empresa a otra, dependiendo de factores tales como: capacidad de inversión, recursos humanos, perspectiva de expansión, legislación, experiencia acumulada. Estos factores naturalmente pueden determinar diferentes alternativas para las varias escalas de la producción, proceso o tiempo de la instalación.

Una vez más, conviene anotar la conveniencia de

que el programa de conservación de energía se inicie por las tareas más sencillas, no solamente por los costos reducidos y sus rápidos logros, sino también para conseguir, de esta forma, un análisis de la estructura y los métodos del Programa, además de la preparación, visión y confianza obtenidas, mismas que serán fundamentales para posteriores experiencias, más complejas y que contemplen mayores riesgos.

5. — *Implantación y evaluación de las modificaciones*

Una vez seleccionadas las modificaciones a ser realizadas, es necesario detallarlas, proyectarlas e implantarlas definiéndose, si fuera el caso, nuevas rutinas de operación, mantenimiento y administrativas, además de posibles entrenamientos a operadores y técnicos. En este sentido, una campaña de comprensión y concientización que se inicie para la implantación del Programa, determinará la validez, ya que una modificación y un cambio de hábitos y rutinas no es ni inmediata ni sencilla.

Una vez completadas las modificaciones, se deben obtener nuevas mediciones y datos para evaluar los logros y la reducción de energía realmente obtenidos, así como los resultados alcanzados con la concientización, la capacidad del equipo técnico, el trabajo sistemático y la colaboración voluntaria y espontánea.

6. — *Continuidad del programa*

Una nueva etapa no debe iniciarse antes de que se haya completado y evaluado la anterior. La reevaluación de las demás prioridades establecidas debe ser realizada considerando los resultados y experiencias obtenidos, así como los nuevos costos de equipamiento, de la energía y de su disponibilidad, y de las medidas gubernamentales que afecten directa o indirectamente en la factibilidad de las modificaciones propuestas.

Por último, un Programa de Conservación de Energía debe ser permanentemente y la obtención de resultados positivos estará garantizada solamente por su constancia y continuidad.

AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA

INTRODUCCION

Los artículos que a continuación se presentan han sido tomados del libro "Manual de Ahorro de Energía en la Industria" desarrollado por "Interconexión Eléctrica S.A." ISA y la "Asociación Nacional de Industriales ANDI de la República de Colombia.

El libro en mención presenta un excelente análisis de los diferentes sectores industriales en donde se pueden realizar ahorros sustanciales en el Consumo de Energía Eléctrica y específicamente se refiere a:

* Fuerza Motriz

- Operación y mantenimiento
- Adecuación de instalaciones existentes
- Nuevas instalaciones

Iluminación

- Operación
- Mantenimiento
- Diseño de nuevas instalaciones y adecuación de las existentes.

Aplicaciones Térmicas

- Mejoras de aislamiento
- Control de temperatura
- Ineficiencia en trabajo discontinuo
- Inspección del producto
- Procesos de fundición

* Sistema de Distribución

- Operación
- Mantenimiento
- Adecuación instalaciones existentes
- Diseño de nuevas instalaciones

* Factor de Potencia

- Principios
- Ahorro al mejorar el factor de potencia
- Como mejorar el factor de potencia
- Instalaciones de Capacitores

En razón a las limitaciones del espacio que tiene el "Boletín Energético" y además por considerarlos temas prioritarios, únicamente ha sido posible incluir los capítulos seleccionados con: Aplicaciones Térmicas y Factor de Potencia. Sin embargo, las personas interesadas en todos los temas mencionados anteriormente, pueden dirigirse directamente a:

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.
Calle 50 N° 50-21
Medellín, Colombia
Télex: 6559 ISA CO
Teléf: 317600

II.— APLICACIONES TERMICAS

Un aspecto muy importante de ahorro de energía eléctrica en un sistema de calefacción, refrigeración, aire acondicionado y vapor, son los aislamientos térmicos ya que por cada BTU que se escape se están perdiendo 2.928×10^{-4} kilovatios-hora.

Antes de enfrentar el problema del aislamiento, se deben conocer los siguientes aspectos.

- a. El calor se transfiere de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura.
- b. La unidad de calor es el BTU (Abreviatura de British thermal unit, Unidad térmica Británica).
- c. BTU se define como la cantidad de calor que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

Si partimos del hecho, que el calor se transfiere de un cuerpo de mayor temperatura a un cuerpo de menor temperatura nos daremos cuenta de que siempre estaremos enfrentados a mantener la temperatura uniforme y en forma efectiva con relación al medio ambiente y en lugares cerrados; además de tener la necesidad de trasladar al calor del lugar donde se genera al lugar donde se necesita. Para solucionar esto, debemos ayudarnos de un material que permite aislar el sistema del medio para controlar su temperatura, y este material son los denominados aislantes o calorífugos. Estos materiales o combinación de materiales cuando se usan apropiadamente mantienen temperatura uniforme dentro del lugar que se necesita.

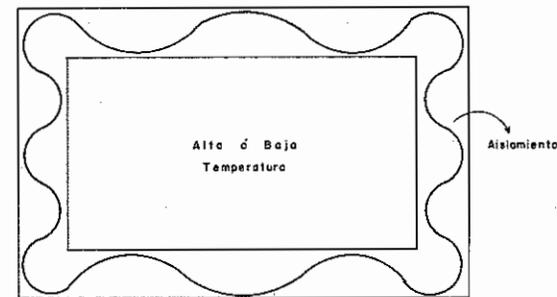
Estos aislamientos térmicos consisten de los siguientes materiales básicos:

- 1 Fibras minerales ó materiales celulosos tales como vidrio, asbestos, rocas, lana, silicato de calcio y productos de tipo cerámico.
- 2 Materiales de fibras orgánicas tales como algodón, pelo animal, madera, o fibras sintéticas y materiales celulares orgánicos tales como corcho, caucho en espuma, poliestileno y poliuretano.
3. Membranas reflectivas orgánicas metalizadas (las cuales deben ir expuestas al aire, a un gas o a un espacio vacío).

1.— ESTUDIO DE MEJORAS EN EL AISLAMIENTO

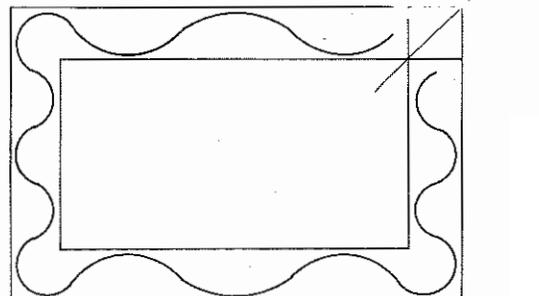
Si tenemos pérdidas de calor o refrigeración por defecto en aislamientos o por tener un aislamiento no apropiado, habrá una baja en la eficiencia, lo que hará que todo el sistema trate de corregirla, traducándose esto en un incremento de consumo de energía eléctrica. Por esta razón sería aconsejable chequear de nuevo si los aislamientos que tenemos son los apropiados, para esto podemos basarnos en:

FIG.



Como se aprecia en la fig. 1, bien sea temperatura alta o baja se mantendrá dentro de la cámara, en relación al medio ambiente, debido al aislamiento, pero si se presentara una comunicación directa con el ambiente, las temperaturas (ambiente-interior) tenderían a igualarse produciendo una transferencia indeseable de calor, entre el sistema y el ambiente como se aprecia en la fig. 2. Para recuperar la temperatura perdida en la transferencia necesitaríamos mayor consumo de energía.

FIG. 2



Mientras mayor sea la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, mayor es la tendencia a un incremento de pérdida de calor.

Esta pérdida de la cual hablamos se puede expresar como:

$$Q = \frac{TA}{R} \quad (1)$$

En donde:

- Q = Pérdida total de calor
- T = Diferencia de temperatura
- R = Resistencia térmica
- A = Area a través de la cual se pierde el calor

La resistencia térmica a su vez se puede expresar como:

$$R = \frac{L}{K}$$

En donde:

- L = Espesor del material
- K = Conductividad térmica

Por lo tanto si quisiéramos aumentar la resistencia a la pérdida de calor podríamos:

1. Hacer L más grande.
2. Hacer K más pequeña.
3. Aumentar L y disminuir K al tiempo.

Sin embargo como es más difícil mejorar continuamente el aislamiento disminuyendo el valor de K (conductividad térmica) tendremos que aumentar L (espesor del aislamiento) cuando sea necesario.

La fórmula (1) puede expresarse como:

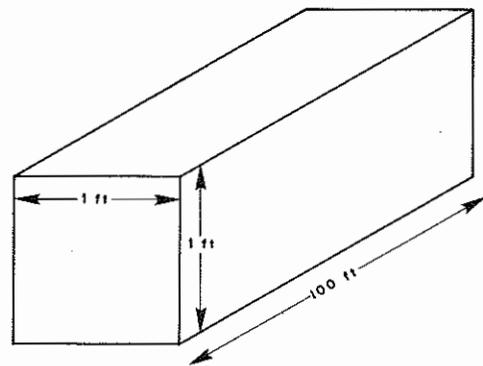
$$Q = A \frac{(t_1 - t_2)}{L/K}$$

donde:

- Q = Pérdida total del calor.
- t₁ = Temperatura de operación.
- t₂ = Temperatura ambiente del lugar.
- L = Espesor del aislamiento.
- K = Conductividad térmica.
- A = Area a través de la cual se pierde el calor.

Ejemplo:

Veremos a continuación como con el incremento de espesor del aislamiento obtendremos reducción en los kw - h de pérdida. Si tenemos un horno de 100 ft de longitud, con una conductancia de .25 BTU/ft² hr x °F, para un espesor de 1" en el aislamiento. La transferencia de calor será:



$$Q = \text{Area} \times U \times \text{Diferencia de temperatura}$$

$$\text{Area} = 100 \text{ ft}^2$$

$$U = 25 \text{ BTU/ft}^2 \text{ hr} \times \text{°F}$$

$$Dt = 515 \text{ °F}$$

Por lo tanto

$$Q = 100 \text{ ft}^2 \times \frac{.25 \text{ BTU}}{\text{ft}^2 \text{ hr} \text{ °F}} \times 515 \text{ °F}$$

$$Q = 12.875 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

Por lo tanto para un aislamiento de 1" y una resistencia de 4 la pérdida en Kw h será de: 3,774 Kw h.
1 BTU = 0.2932 Watt - h.

Si aumentamos el espesor a 2 pulgadas, aumentaremos la resistencia y por lo tanto disminuirémos la pérdida de calor.

En la siguiente tabla se observa como al aumentar

el espesor en el aislamiento vamos reduciendo las pérdidas en Kwh.

$$R (1'' \text{ de espesor}) = 4 \quad Q = 12.800 \text{ BTU} = \frac{3,774 \text{ Kw-h}}{h}$$

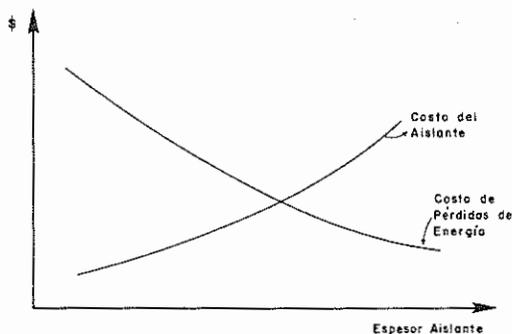
$$R (2'' \text{ de espesor}) = 8 \quad Q = 6437 \text{ BTU} = \frac{1,887 \text{ Kw-h}}{h}$$

$$R (3'' \text{ de espesor}) = 12 \quad Q = 4291 \text{ BTU} = \frac{1,258 \text{ Kw-h}}{h}$$

Este aumento en el espesor del aislamiento está limitado por dos variables que son tamaño y costo. No podemos ir aumentando el espesor del aislamiento indefinidamente ya que con seguridad tendremos problemas de espacio ni tampoco podemos olvidarnos del factor costo. Esto nos lleva a que el aislamiento se debe ir aumentando hasta que los dos factores anteriores nos lo permitan, si no se logró solucionar el problema entonces es bueno pensar en cambiar las características del aislamiento.

Una manera de visualizar esto es por medio de la gráfica de la fig. (3) en donde se ilustran el costo del aislante y el costo de la energía perdida, el punto de equilibrio será donde se presenta el corte de las dos curvas.

FIG. 3 - COSTO AISLAMIENTO



2.- CONTROL DE TEMPERATURA

En los sistemas de modificación ambiental, como refrigeración, aire acondicionado, calefacción, etc., uno de los aspectos más importantes para lograr una adecuada eficiencia energética es la de mantener un buen control de la temperatura dentro del sistema. Esto puede lograrse con relativa facilidad y a un costo que cada día se reduce más gracias a los modernos controles electrónicos automáticos o semi-automáticos que se incluyen en casi todos los equipos.

Como ejemplo, veamos el caso de un horno industrial.

Un adecuado control de temperatura dentro de un horno de resistencias implica la regulación de la corriente eléctrica a través de los elementos calefactores, con el fin de aumentar o disminuir, según se necesite, la cantidad de energía entregada al ambiente interior del horno.

Esta regulación implica la existencia de un controlador de "lazo cerrado o realimentación", cuya misión será: detectar la temperatura real dentro del horno, por medio del dispositivo sensor adecuado (termómetro, termocupla, etc.); conocer la temperatura deseada de trabajo, establecida por el operario del equipo; con base en la diferencia existente entre estas dos temperaturas ("señal de error") deberá tomar la acción adecuada para tratar de igualarlas, accionando en el momento oportuno, los reguladores de corriente de las resistencias.

Este controlador puede ser de dos tipos, según sea su operación:

a. Manual: En este caso el controlador es un ser humano, quien deberá inspeccionar visualmente los termómetros y de acuerdo a la comparación mencionada anteriormente, deberá encender o apagar oportunamente los interruptores de las resistencias.

Este tipo de control es ineficiente y lento, pues debido a la inercia térmica del horno (es decir, a la lentitud con la cual se propaga el calor dentro de él y a la demora en obtener una temperatura deseada) se presentará una variación notable de la temperatura alrededor del punto de operación deseado, además de la

propia lentitud de reacción del operador humano. La fig. 4 ilustra esta situación:

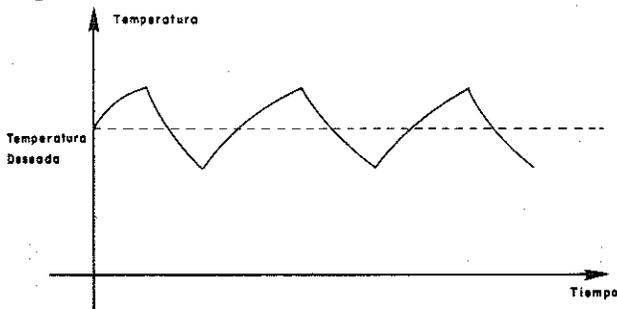


FIG. 4 — CONTROL MANUAL DE TEMPERATURA

Además este tipo de control requiere atención permanente de parte del operario, haciéndose la operación muy dificultosa cuando se trata, como es el caso normal, de grandes hornos industriales con varias decenas de metros en longitud.

b. Automática: Este indudablemente es el tipo de controlador más recomendable pues en él no interviene el operario humano más que para establecer la temperatura deseada. Todas las acciones de control son realizadas posteriormente en forma automática por el controlador, generalmente de tipo electrónico.

El controlador automático puede ser de tipo "ON — OFF" (como un termóstato), es decir, que conecta y desconecta la carga a intervalos, regulando así la temperatura pero en un rango más estrecho que el que puede lograr el operador humano. La fig. 5 ilustra estas variaciones de temperatura dentro del horno.

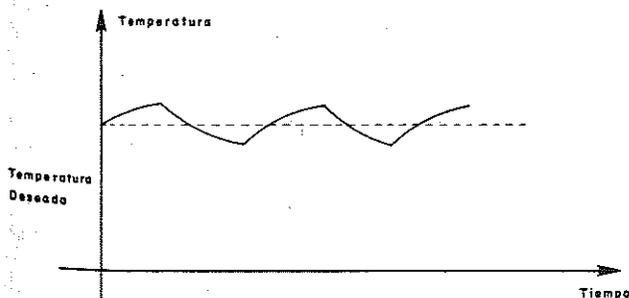


FIG. 5 — CONTROL AUTOMATICO

El controlador también podría ser de tipo proporcional, variando en forma continua y no discontinua la corriente a través de cada elemento calefactor, con la ventaja de obtener una regulación más precisa de la temperatura. La desventaja de este tipo regulador estriba en el elevado costo, puesto que se precisa la utilización de elementos electrónicos como tiristores, aún muy caros y de complicada utilización.

3.— INEFICIENCIA EN TRABAJO DISCONTINUO

Este problema hace referencia más directamente a las condiciones de operación del horno y se plantea como una de las limitaciones más importantes que ha de tenerse en cuenta si se pretende ahorrar energía eléctrica.

Como ya hemos dicho, éste método de calentamiento exhibe una gran inercia térmica, lo cual, dicho en palabras sencillas, significa que el horno se demora mucho en calentarse hasta la temperatura de operación normal y se demora mucho en enfriarse una vez que se apaga. Esto nos indica que para trabajar con la mayor eficiencia posible, debe operarse el horno en forma continua, evitando los frecuentes encendidos y apagados que implicarán un desperdicio energético, debido a que la gran cantidad de calor acumulado dentro del horno en el momento de apagarlo (y que alguna vez fue energía, eléctrica que pasó a través de nuestros contadores) no tendrá otro destino que el de disiparse en la atmósfera sin realizar ningún trabajo útil.

Según esto, puede ser más económico para una fábrica operar un horno eléctrico durante varios días seguidos en el mes, y después pararlo durante un lapso similar, que trabajarlo durante todo el mes, pero en forma discontinua.

4.— INSPECCION DEL PRODUCTO

No debe inspeccionarse el producto calentado dentro del horno abriendo en forma permanente portezuelas o aberturas que permitan escapar una buena cantidad de energía a la atmósfera, enfriando el horno, con aumento en el consumo de electricidad para reponer el calor perdido. En lugar de esto, debe colocarse

en lugares convenientes una serie de ventanillas de observación, con vidrio especial y con una fuente de iluminación adecuada que permitan examinar el producto sin pérdidas de calor.

5.— EL AHORRO DE ENERGIA EN LOS PROCESOS DE FUNDICION

Se expone los factores que gobiernan el uso eficiente de la energía eléctrica y que deben tenerse en cuenta para el diseño y la operación de hornos eléctricos y de inducción.

Existen muchos factores a considerar, así:

El control de las cargas, la inyección de oxígeno, el manejo de la cal y los aditivos, el control mediante el computador, el entrenamiento a los operarios, el mantenimiento preventivo, la calibración de los instrumentos y otros que trataremos a continuación.

5.1 Control de la demanda

Las demandas máximas durante un período de tiempo determinado (actualmente es de 15 minutos), las potencias activas y reactivas son factores que se registran y se tienen en cuenta para el cobro mensual. Es importante entonces, que el consumidor de la energía estudie la forma de lograr demandas máximas promedio bajas y evitar en cuanto sea posible los picos altos de consumo de potencia, mediante un programa de entrada de potencia en los hornos teniendo en cuenta cual es el consumo de cada horno al comenzar su operación. Los hornos pueden ser programados para operar durante horas de menos carga y en empresas donde posean varios, procurar no comenzar simultáneamente la operación de todos ellos sino establecer horarios para el encendido y trabajo secuencial de los hornos, obteniéndose con ello que el pico de demanda máxima sea más bajo y se mejore entonces el promedio, ahorrándose energía y dinero.

La eficacia con la cual una industria usa su demanda de energía es estimada en términos de **factor carga**, (relación entre el consumo promedio de potencia y la potencia máxima en un intervalo de tiempo determinado), mientras más bajo sea el factor de car-

ga, más alto será el costo por servicio eléctrico. El mejoramiento del factor de carga se logra mediante la programación de la carga.

5.2 Programa de Potencia

El cambiador de taps y los selectores de voltaje en serie permiten variar las corrientes de tal manera que cuando se inicie el rompimiento de la carga, las corrientes no sean muy altas, aumentando a medida que se va fundiendo la carga hasta lograr el 100%, hay que tener en cuenta que el ciclo de fundición se inicia a la máxima potencia y que luego se va rebajando gradualmente cuando el ciclo va llegando a su terminación.

Es importante entonces, estudiar detalladamente un programa y determinar cuando se cambia de nivel de entrada de energía y cuanto tiempo ha de mantenerse en un voltaje dado.

Además, con base en los controles eléctricos y el control de temperatura el horno es versátil en su funcionamiento y por lo tanto se pueden suprimir los trabajos por breves períodos de tiempo sin causar rompimiento en los procesos de producción. Y una vez se ha identificado las cargas controlables, las prioridades establecidas y los efectos negativos estudiados, se puede obtener reducciones de consumo de energía con dicho programa.

5.3 Calibración

Un aspecto importante a considerar para lograr un ahorro en el consumo de energía es conservar en los hornos una regulación bien calibrada y ajustada de lo contrario habrán gastos innecesarios e indebidos de energía, ya que una mala calibración trae consigo múltiples problemas entre otros: respuestas lentas del horno que implican amperajes altos durante tiempos comparativamente largos, también, se pueden presentar arcos largos en el calentamiento del metal que daña el revestimiento y acorta el tiempo de su duración, ello implica en una forma indirecta un mayor consumo de energía y un aumento en los costos.

Para comprender mejor la importancia que tiene una buena calibración en un horno tenemos a conti-

nuación un ejemplo concreto que nos muestra como después de realizar unos ajustes en un horno se mejoró considerablemente el consumo de energía y en eficiencia. La tabla que sigue muestra una serie de datos que indican valores específicos antes y después de hacer los ajustes de calibración a la regulación del horno.

CONCEPTO	ANTES	DESPUES
Horno	NT -12.5	NT -12.5
Transformador	12.5MVA	12.5MVA
Colada	697	701
Toneladas de carga	27.04	28
KWH-Fusión	12.700	12.600
KWH-Refinación	2.500	2.000
KWH-Totales	15.200	14.600
KWH/T.C. Fusión	469.67	450
KWH/T.C. Refinación	92.46	71.43
MW-Fusión	7.33	7.56
MW-Refinación	6.0	6.67
Tiempo-Fusión (Mint.)	104	100
Tiempo-Refinación(Mint.)	25	18
Tiempo-Conectado	129	118
Tiempo-Vaciado y	185	158
Productividad T.C./hr	8.77	10.63

Con los ajustes se logró un aumento en la productividad de 1.86 toneladas por hora, lo que representa el 21% de incremento, así mismo el consumo de energía tuvo una disminución de 40.7KWH/T.C.M. que representa un ahorro de 7.2% por dicho concepto.

El ejemplo es un caso particular pero que bien puede dar una idea clara de cuan necesario es calibrar los hornos y tener un programa de mantenimiento preventivo en ellos.

5.4 Longitud de Arco

La regulación del horno cubre también el control de la longitud del arco tanto para romper carga como para fundir y calentar el metal. De lo contrario se tendrá el gasto continuo del revestimiento y a su vez se encontrarán escapes del calor debido a capas muy delgadas dándose los llamados puntos calientes. Dichos

puntos se deben evitar ya que conducen a un escape de calor por radiación que nos representa desperdicios y a su vez necesidad de energía, ellos se pueden anular mediante una colocación adecuada de los electrodos guardando la condición del triángulo equilátero y su perpendicularidad.

5.5 Calidad de la Materia Prima

De sumo cuidado tanto para el ahorro de energía como para la economía misma de la empresa, es el control de la calidad de la materia prima (chatarra), pues se presentan innumerables casos de chatarras con alto contenido de carbono, azufre, etc., que ya fundida no se puede equilibrar para dar el metal que se desea y se debe proceder a votar parte para reajustar con más chatarra hasta alcanzar dicho equilibrio, demo-

No solamente estudiar la calidad sino también la forma y volúmen para encontrar un acomodo adecuado dentro del horno son necesarios pues hay casos en los cuales se presenta "el baño" ocasionando caídas bruscas de la chatarra no fundida quedando en contacto con los electrodos, produciendo altos valores de corrientes, elevando así los picos de demanda y por lo tanto el consumo de energía.

5.6 Control de Tiempo

El tiempo que hay entre vaciada y vaciada es una variable importante a medir y supervisar pues muestra que tanto se está aprovechando la potencia disponible en el transformador y al mismo tiempo el consumo de energía eléctrica en la operación del horno. El consumo de energía es directamente proporcional al tiempo entre colada y colada.

Y así como el rendimiento de horno se puede presentar de la siguiente forma: Al suministrarle al 100% de potencia, el calor útil aprovechado por él es del 70 a 75%. Las pérdidas están entre el 15 al 20% y son debidas al calentamiento de refractario y hay un 10% aproximadamente debidas a los elementos propios del horno como cables, transformador, mordazas, etc.

Cuando menores sean las pérdidas por calor se obtendrá una mejor utilización de horno para lo cual

se debe reducir el tiempo entre colada y colada disminuyendo por consiguiente el consumo de energía.

5.7 Otras prácticas

Ya varias empresas industriales han logrado algo positivo dando los primeros pasos, entre otros:

- Usando equipos que limiten la demanda de los hornos.
- Mejorando el factor de potencia, colocando bancos capacitores.
- Reduciendo el calor perdido en la puerta y su alrededor, cuidando no se trabaje con capas de refractario delgadas.
- Realizando limpieza continua de abrazaderas y soportes de electrodos y llevando un control continuo de temperaturas en los transformadores.
- Revisando diariamente las fijaciones y tornillería y cuidando no encontrar partes flojas tanto en las barras como en las entradas de corriente.
- Realizando un mantenimiento preventivo a los controles y motores por lo menos cada 8 días, chequeando que la regulación esté ajustada y comprobando en la siguiente operación del horno.

III FACTOR DE POTENCIA

1. PRINCIPIOS

Los aparatos eléctricos "Inductivos", tales como motores de inducción, transformadores, equipos de soldadura, lámparas fluorescentes, anuncios de neón, hornos de inducción, etc., "consumen" sólo un parte de la corriente que toman de la línea que los alimenta, siendo ésta la corriente "activa" o "productiva". El resto de la corriente total sirve para alimentar los campos magnéticos del equipo y se conoce como corriente "magnetizante reactiva" o "no productiva".

El "factor de potencia" de un circuito es simplemente el nombre dado a la relación entre la corriente "productiva" y la corriente total suministrada, o lo que es lo mismo a la relación entre la "potencia activa real o verdadera" que es usada en un circuito para producir calor o trabajo, expresada en vatios o kilo-

watios (KW) y la "potencia aparente" que es tomada de la línea, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (KVA).

Para encontrar la "potencia aparente" requerida por un equipo eléctrico, es práctica común en circuitos monofásicos, multiplicar la corriente de carga por el voltaje aplicado a los terminales de entrada. Por medio de un vatímetro se determina la potencia "verdadera", que nunca es mayor que la potencia "aparente" pero a menudo es menor.

La potencia "verdadera" en vatios consumida por un equipo eléctrico es también el producto de la corriente de carga por el voltaje aplicado y por el coseno del ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente.

$$P \text{ (vatios)} = \text{Voltios} \times \text{Amperios} \times \cos\theta$$

El coseno del ángulo de desfase aparece en la ecuación debido a que la inductancia o la capacitancia producen una diferencia en tiempo entre el pico del voltaje aplicado a la carga y el pico de la corriente tomada por la carga.

La fig. N° 1 ilustra el desfase en tiempo de un circuito puramente "inductivo".

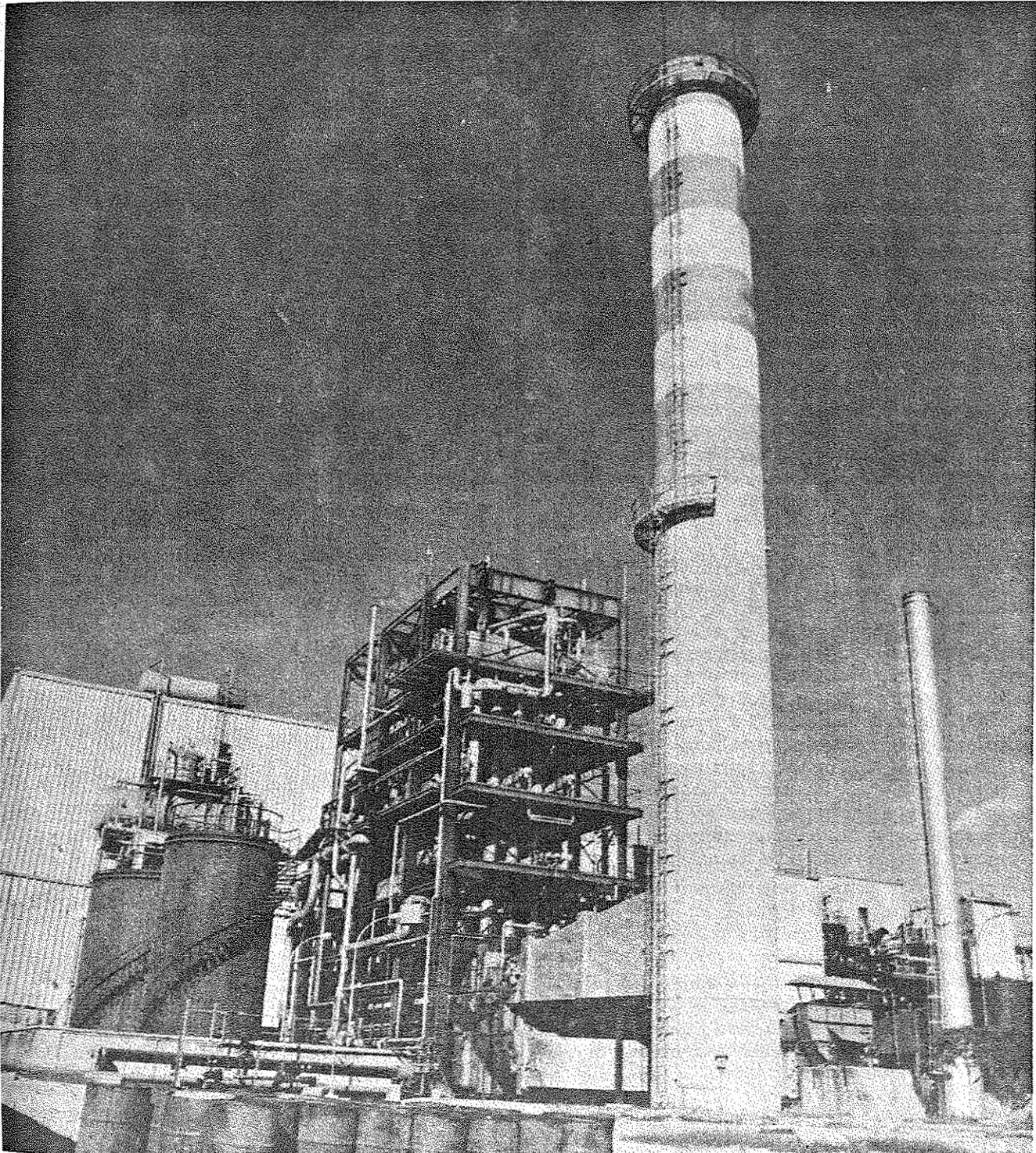
En circuitos inductivos el pico de voltaje ocurre primero y la corriente está por lo tanto "atrasada". En circuitos capacitivos el pico de corriente ocurre primero y por lo tanto la corriente está "adelantada". El "adelanto" o el "atraso" se mide en grados y es el ángulo de desfase. En la figura N° 1, θ corresponde a un ángulo de "atraso" de 90° .

En circuitos puramente resistivos, sin inductancias o capacitancias, los picos de voltaje y corriente ocurren simultáneamente y se dice estar "en fase". El ángulo θ es siempre igual al cero.

En circuitos conteniendo resistencia conjuntamente con inductancia, el ángulo de "atraso" es siempre inferior a 90° , dependiendo de las cantidades relativas de cada una o más precisamente a la relación de la inductancia con respecto a la resistencia. Cuanto mayor sea la inductancia con respecto a una dada resistencia, mayor será el ángulo de "atraso". Sin embargo, éste ángulo nunca llega a ser 90° debido a que siempre alguna resistencia está presente en cada circuito.

El hecho de que una mayor inductancia produce un mayor ángulo de "atraso" puede ser matemática-

Una Compañía de electricidad debe suministrar la potencia necesaria a todos sus consumidores.
Foto: Central Termo -Barrancabermeja- Colombia.



mente explicado. En trigonometría, el coseno de cualquier ángulo entre 0° y 90° tiene los valores de 1 y 0 respectivamente. Cuando θ sea igual a 0° (como en un circuito puramente resistivo), $\cos \theta$ es igual a 1 y por lo tanto:

Potencia verdadera en watios = Voltios x Amperios x 1

En este caso las potencias verdadera y aparente son iguales. Cuando θ sea igual a 90° (como en un circuito puramente inductivo o capacitivo), el coseno θ es igual a 0 (cero) y por lo tanto:

Potencia verdadera en watios = Voltios x Amperios x 0

En este caso sería cero (0), sin embargo 90° es únicamente un límite teórico como se explicó anteriormente.

De lo anterior se deduce:

Factor de potencia = Potencia verdadera / Potencia aparente

Factor de potencia = Voltios x Amperios x $\cos \theta$ / voltios x amperios.

Factor de potencia = $\cos \theta$

Cuando el ángulo de desfase se aumenta, sumándole más inductancia, el valor representado por el coseno θ es más pequeño, dando un valor inferior para el factor de potencia.

El triángulo de la figura N° 2 representa la potencia requerida por grupo de cargas inductivas.

En esta figura, la potencia reactiva es relativamente pequeña y se puede observar fácilmente que la línea del triángulo que representa la potencia "verdadera" es un poco inferior a la línea que representa la potencia "aparente", así, la relación de las potencias ($\cos \theta$) es aproximada a la unidad.

El triángulo de la figura N° 3 representa la potencia requerida por un grupo "mayor" de cargas inductivas.

En esta figura, el ángulo θ ha aumentado y las líneas de las potencias "verdadera" y "reactiva" han aumentado; la línea de la potencia "aparente" llega a ser relativamente más larga. De esta manera la relación entre las potencias "verdadera" y "aparente" ha disminuído. Ya que la relación es igual a $\cos \theta$, que es el factor de potencia, la causa de un bajo factor de potencia se entiende más fácilmente.

"Cuando la carga inductiva aumenta, la potencia reactiva aumenta y la relación de potencia verdadera a potencia aparente (factor de potencia) disminuye, causando un efecto indeseable en el sistema".

La potencia reactiva, medida en voltio-amperios reactivos (VARS ó KVARs), es simplemente el producto del voltaje aplicado a un circuito por la corriente tomada para magnetización. Esta corriente es conocida como corriente reactiva. Circuitos "inductivos", que toman corrientes magnetizantes, consumen potencia reactiva inductiva mientras que los circuitos "capacitivos", que toman corrientes de carga, consumen potencia reactiva capacitiva.

Para equipos únicamente con resistencias, las potencias "verdadera" y "aparente" son iguales y por lo tanto la relación es 1:1 ó 1.0 y el factor de potencia será 100%, que es el más alto que se puede obtener.

Para equipos que emplean bobinas a alambre eléctrico enrollado de varias maneras alrededor de núcleos de hierro, la inductancia de las bobinas causa desigualdad entre la potencia "verdadera" y la "aparente" pues consume menos potencia "útil" que la indicada por el producto de la corriente por el voltaje. Así por ejemplo, si un equipo eléctrico tiene un consumo de 400 watios en contraste con una demanda "aparente" de 1000 voltio-amperios, la relación será de 400:1000, ó sea que tiene un factor de potencia del 40%, que es "bajo" con respecto al máximo del 100%. En cambio, si la relación de potencias es superior al 90%, se puede decir que el equipo tiene un factor de potencia adecuado.

Así pues, cuando un gran porcentaje de la corriente total consiste en corrientes magnetizantes, el factor de potencia es "bajo", pero será más "alto" a medida que una proporción más grande de la corriente total suministrada, sea "activa" o "productiva". Un circuito de factor de potencia "bajo" es ineficiente y un circuito de factor de potencia "alto" es eficiente.

2. AHORROS AL MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

Los principales ahorros o beneficios al mejorar el factor de potencia son:

2.1 Reducción de las pérdidas del sistema

Las pérdidas en un sistema, que son directamente proporcionales al cuadrado de la corriente que circula, son reducidas debido a que la corriente disminuye cuando se mejora el factor de potencia. La reducción de pérdidas da como resultado una disminución en las temperaturas de operación de los componentes del sistema y en una reducción en la energía tomada de la fuente principal. Un bajo factor de potencia produce pérdidas de potencia en las líneas de distribución. La corriente a un bajo factor de potencia es alta debido a la presencia de la corriente reactiva. Cualquier reducción en esta corriente da como resultado una disminución de las pérdidas de potencia en las líneas de distribución.

En la tabla N° 1 se pueden apreciar los efectos de un bajo factor de potencia en las líneas de distribución.

2.2 Aumento de la capacidad del sistema

La potencia reactiva utilizada por los circuitos inductivos es el producto de la corriente reactiva, llamada también magnetizante o no productiva, por el voltaje aplicado a la línea.

La potencia total reactiva aumenta, mientras el factor de potencia disminuye, cuando el número de equipos inductivos que requieren potencia reactiva aumentan. Cada equipo inductivo aumentado al sistema contribuye a los requisitos de la potencia reactiva del sistema.

Cuando el factor de potencia es mejorado, la cantidad de corriente reactiva que inicialmente circulaba por los transformadores, alimentadores, tableros de potencia, cables, etc., es disminuída.

Equipos para mejorar el factor de potencia, instalados directamente en los terminales de los equipos inductivos, tales como motores, producen la mayor parte de la potencia reactiva necesaria para producir los campos magnéticos, reduciendo o eliminando la necesidad de suministrar esta potencia desde el sistema de distribución.

Así por ejemplo, si a cuatro motores operando a un factor de potencia del 75%, se le mejora el factor

de potencia al 95%, aumenta la capacidad del sistema en un valor tal, que permite alimentar otro motor de las mismas características.

Cuando los transformadores y circuitos están sobrecargados, al mejorar el factor de potencia, aumenta la capacidad del sistema y se reduce la sobrecarga, permitiendo la instalación de nuevos equipos y evitando la instalación de transformadores más grandes y también la necesidad de sobredimensionar los alimentadores, cables, etc. Por ejemplo, supongamos un transformador trifásico de 1.000 KVA completamente cargado a un factor de potencia del 80%. Así, la carga consiste de 800 KW y 600 KVARs inductivos que combinados da una carga total de 1.000 KVA. Asumamos que una potencia de 400 KVARs capacitivos se conectan directamente al secundario del transformador. La carga total del transformador es ahora de 825 KVA, compuesta de 800 KW y 200 KVARs. El factor de potencia original del 80% es aumentado al 97% ($800/825$) y la carga total del transformador es reducida al 82.5%.

Gráfico N° 1 — Aumento de la capacidad del sistema al mejorar el factor de potencia.

2.3 Mejoramiento de la regulación del voltaje

Las caídas de voltaje ocurren en un sistema como resultado de la circulación de la corriente por las impedancias. Se puede considerar que las caídas de voltaje tienen una componente activa y una componente reactiva. La componente activa se calcula multiplicando la componente de la corriente, correspondiente a los KW, por la resistencia del circuito.

La componente reactiva se calcula multiplicando la componente reactiva de la corriente, correspondiente a los KVARs, por la reactancia del circuito.

La componente activa de la caída del voltaje es relativamente baja y cambia solamente por los cambios de la potencia de salida del sistema y por los cambios del voltaje del sistema.

La componente reactiva de la caída de voltaje siempre disminuye al mejorar el factor de potencia.

El mejoramiento del voltaje como resultado del mejoramiento del factor de potencia es siempre un

aumento del nivel de voltaje y no una disminución entre los valores de máximo y mínimo voltaje.

2.4 Disminución de los costos de energía

Una Compañía de electricidad debe suministrar la potencia necesaria a todos sus consumidores. Esto incluye las necesidades de potencia reactiva, que no es registrada en los contadores de KWH de los consumidores.

Para suplir estas necesidades, las compañías de electricidad deben gastar dinero extra para instalar generadores, líneas de transmisión, transformadores y otros equipos más grandes y de mayor capacidad, sobre los cuales la Compañía no recibe dinero de compensación.

Equipos de menor capacidad, suficiente para la potencia medida por los contadores, se podrían sobrecargar por las corrientes adicionales tomadas por la potencia reactiva. Como los conductores de calibres pequeños presentan mayor resistencia que los de calibres grandes, las pérdidas de potencia y las caídas de voltaje en los sistemas de distribución serán excesivos.

Consecuentemente, la totalidad de las Compañías de electricidad incluyen dentro de las cuentas de tarifa industrial una penalización por el factor de potencia. El costo de la potencia reactiva ó, como es mas comúnmente conocido, el consumo de KVARSH, representa una parte importante de la cuenta mensual.

El consumidor que suministra sus propios KVARs goza de ahorros inusitados. Para determinar los ahorros o ganancias posibles al mejorar el factor de potencia, consideramos el caso de una planta industrial típica que tenga un factor de potencia del 68%. Las tarifas de energía de la Compañía de electricidad que alimenta esta planta incluye un cargo por demanda máxima de \$ 100 por cada KW/mes, más un cargo por consumo de energía de:

\$ 1.00 por KWH diurno
\$ 0.72 por KWH nocturno

Los cargos por consumo de energía son basados en el número total de KWH de potencia "verdadera" que las compañías de electricidad deben suministrar durante un período de tiempo.

Además, por la cláusula de penalización por bajo factor de potencia, se requiere que, con un factor de potencia de 0.9 mínimo autorizado, los KVARs-H no sean superiores a la mitad de los KWH consumidos. Cuando sean superiores a esta valor se cobran como si fueran KWH diurnos.

Las cuentas de energía muestran que durante un mes promedio, esta planta tiene una demanda máxima de 500 KW (demanda promedio de 400 KW), un consumo diurno de 160.000 KWH, un consumo nocturno de 80.000 KWH y un consumo de reactiva de 260.000 KVARs-H.

La cuenta de energía será la siguiente:

a. Demanda: 500 KW x \$ 100	—	\$ 50.000,00
b. Consumo diurno: 160.000 KWH a \$ 1,00	—	160.000,00
c. Consumo nocturno: 80.000 KWH a \$ 0,72	—	57.600,00
d. Penalización por factor de potencia (160.000 + 80.000) = 120.000 KWH 260.000 KVARs-H — 120.000 KWH = 140.000 KVARs-H 140.000 KVARs-H x \$ 1,00	—	140.000,00
Total cuenta energía		\$ 307.600,00

Si el factor de potencia se mejora hasta el 90% actualmente exigido por la Empresa de electricidad, el consumo de reactiva será de 120.000 KVARs-H y no habrá penalización por bajo factor de potencia. Así, una reducción de \$ 140.000,00/mes ha sido obtenida al mejorar el factor de potencial del 68% al 90%.

La capacidad en KVARs necesaria para mejorar el factor de potencia del 68% al 90% para una demanda máxima de 500 KW, se puede calcular así:

$$500 \text{ KW} \times 0.594 = 297 \text{ KVARs} \text{ ó } 300 \text{ KVARs}$$

El costo de instalación de los 300 KVARs a razón de \$ 900,00/ KVAR a 440 voltios será de \$ 270.000,00 y será pagado en los dos primeros meses. Para 220 voltios el costo unitario es de \$ 2.000/KVAR y por lo tanto el costo de la instalación será de \$ 600.000 que será pagado en los 5 primeros meses.

3. COMO MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

3.1 Operación de motores de inducción a plena carga

La potencia nominal del motor debe aproximarse lo más posible a la demanda de potencial de la má-



quina accionada. Si el motor está dimensionado en exceso resultan las siguientes consecuencias:

- a. Mayor intensidad de arranque, por lo cual se necesitan arrancadores y protecciones mayores y una mayor sección en el conductor.
- b. Servicio antieconómico, puesto que el factor de potencia y, bajo ciertas circunstancias, el rendimiento a carga parcial es inferior que a plena carga. Entre 75% y 100% de la carga, varía poco el rendimiento.

Cuando la potencia de la máquina accionada es inferior a la potencia nominal del motor, éste tendrá valores de servicio más desfavorables que los indicados en las tablas de selección que figuran en los catálogos, que siempre son referidos a la potencia nominal o sea al 100% de carga, al voltaje y a la potencia nominales.

En la tabla N° 2, se indican los valores de factor de potencia a varios porcentajes de carga de la potencia nominal.

De la tabla anterior se desprende que para mejorar el factor de potencia los motores eléctricos deben operar lo más cerca posible a la potencia nominal o sea a plena carga.

3.2 Motores sincrónicos

Los motores sincrónicos se usan algunas veces en lugar de los motores de inducción debido a su habilidad de mantener un alto factor de potencia. Estos motores pueden hacer muchos de los trabajos que hacen los motores de inducción y, si trabajan descargados, no necesitan corrección del factor de potencia. Cuando su carga es baja o cuando no se les aplica ninguna carga el motor sincrónico puede compensar el bajo factor de potencia de los otros equipos del mismo sistema de distribución.

Generalmente, el costo de la instalación de un motor sincrónico es muy alto comparado con el costo de la instalación de un motor de inducción equivalente con su correspondiente equipo corrector del factor de potencia.

3.3 Capacitores

Los capacitores o condensadores son las fuentes más comunes de KVARs capacitivos para mejorar

el factor de potencia. Usualmente llamados capacitores "Shunt", se conectan en paralelo o "Shunt" con la carga. Son equipos estáticos, sin partes móviles que se desgasten, que tienen alta eficiencia, larga vida y son económicos para instalar y mantener.

Los capacitores proporcionan un método altamente flexible para corregir el factor de potencia ya que pueden ser instalados en cualquier parte y en cualquier cantidad; sirven para mejorar el factor de potencia de uno o de todos los motores y pueden ser instalados en los puntos de un sistema donde sean más necesarios. No requieren fundaciones especiales ya que no tienen partes móviles y no vibran.

Las pérdidas de los capacitores son despreciables y se dejan conectados a la línea cuando los motores se apaguen, su consumo de potencia es insignificante.

Los capacitores se pueden obtener para instalaciones interiores y exteriores y para cualquier nivel de voltaje. Pueden ser monofásicos o trifásicos.

Los capacitores deben localizarse apropiadamente en el sistema si se desean obtener máximos beneficios.

Para tres de los cuatro beneficios explicados anteriormente (reducción de las pérdidas, aumento de capacidad y regulación del voltaje) los capacitores deberán ser localizados tan cerca como sea posible a las cargas que requieran los KVARs capacitivos. Si es únicamente para disminuir el costo de la energía, la localización de los capacitores puede ser alterada.

La selección de la localización incluye además las consideraciones de los factores económicos y del tipo de instalación requerido en cada industria. Las economías son afectadas por factores tales como el voltaje de cada industria, la cantidad de capacitores requeridos en cada industria y del equipo de conexión requerido.

Para entender como los capacitores mejoran el factor de potencia, es necesario regresar a la figura N° 1 y a la explicación de lo que es una corriente atrasada en los circuitos inductivos. En esa figura, los picos de corriente y voltaje están desplazados por un ángulo máximo teórico de 90°.

Cuando una corriente alterna se aplica a un circuito teniendo capacitancia, un campo electrostático, en vez de un campo magnético, sigue el mismo ciclo de

aumentar y disminuir como el campo de un circuito inductivo. En este caso, la corriente del capacitor alcance su pico, resultando una corriente adelantada. Entonces, cuando una inductancia y una capacitancia están conectadas en paralelo, una corriente circulará atrás y adelante entre el inductor y el capacitor. Si las corrientes fueran iguales y no ocurrieran pérdidas en el circuito, ninguna corriente se tomaría de la fuente de la potencia.

En la práctica actual, la fuente de potencia debe suministrar la corriente para la resistencia del circuito y para otras pérdidas, así como para cualquier diferencia que pueda ocurrir entre las corrientes del inductor y del capacitor.

Lo anterior significa que con la correcta selección del capacitor, ninguna corriente reactiva inductiva circulará entre una máquina inductiva (motor de inducción) y la fuente de potencia, pero sí entre el capacitor y el motor. El sistema de transmisión de potencia es liberado de corrientes innecesarias si el capacitor es localizado cerca al motor. Sin importar en que punto se encuentra el capacitor los beneficios siempre son obtenidos desde el punto de la instalación hacia la fuente de potencia.

En la figura N° 4A, se muestra un motor de inducción trabajando parcialmente cargado sin corrección de factor de potencia. Aquí el alimentador debe suplir tanto la corriente magnetizante (reactiva) como la corriente útil.

En la figura N° 4B, se muestra el resultado de instalar un capacitor cerca al mismo motor para suministrar la corriente magnetizante requerida por el motor. La corriente total requerida ha sido reducida al valor de la corriente útil únicamente reduciendo al mismo tiempo los costos de la energía y permitiendo el uso de otros equipos eléctricos en el mismo circuito.

Existen pues dos métodos para corregir el factor de potencia por medio de capacitores. El primero es una instalación de un banco o grupo de capacitores en el cual muchos capacitores se conectan a la línea en algún punto central tal como a una subestación o a un tablero de distribución. Generalmente este método sólo sirve para reducir la penalización de la Empresa de energía.

El segundo método pero más efectivo es la instalación de capacitores individuales directamente a la fuente del bajo factor de potencia, lo que es, cerca a los motores. Este tiene la ventaja de la instalación en grupo, más las ventajas de aumentar la capacidad del sistema, mejorar los niveles de voltaje y reducir las pérdidas de potencia.

La instalación de capacitores individuales proporciona los más grandes beneficios en las industrias donde los alimentadores y cables están sobrecargados por los motores de inducción.

Esto es más propio de industria antiguas pero también se aplica a nuevas instalaciones donde por ensanches es necesario adicionar más motores. La corrección del factor de potencia puede, en muchos casos, significar la diferencia entre realamburar enteramente la planta y la simple adición del nuevo equipo a las líneas viejas.

La corrección más efectiva se obtiene si los capacitores individuales son conectados directamente a los terminales de los motores, transformadores y otros equipos inductivos.

La corriente reactiva causa pérdidas entre el equipo inductivo y el equipo corrector del factor de potencia y cuando éste se conecta en la fuente, entre el equipo inductivo y la fuente. Así, si el capacitor está más cerca a la máquina, las pérdidas serán menores y los beneficios más grandes. Otra ventaja de instalar los capacitores directamente a los terminales del motor es que ambos pueden ser conectados con el mismo interruptor. Esta conexión, asegura que el motor no puede trabajar sin su capacitor corrector y que éste es usado únicamente cuando se necesita. Otra ventaja es obtenida con este método porque, diferente a la instalación en grupo, no se necesitan interruptor adicional para conectar los capacitores a la línea. El capacitor es conectado con el control del motor.

No se necesitan estudio de ingeniería complicados cuando el capacitor y el motor de inducción están conectados para operar como una unidad. El tamaño del capacitor necesario por cada motor puede ser determinado muy fácilmente de la tabla N° 3, teniendo en cuenta la potencia del motor y su velocidad. Los valores de KVARs pueden mejorar el factor de potencia hasta el 95%.

La flexibilidad de la instalación es otra de las ventajas de la conexión individual de los capacitores a los motores. Cuando la organización de los equipos de una planta deba ser cambiada o cuando la maquinaria deba ser relocalizada, el motor con su capacitor puede ser movidos con un mínimo de inconvenientes.

Resumiendo, las ventajas obtenidas con la instalación individual de capacitores son como sigue:

- a. Las caídas de voltaje a los motores individuales se reducen, disminuyendo el calor debido a corrientes excesivas.
- b. Los capacitores son conectados o desconectados cuando sea necesario. De esta manera, el factor de potencia se ajusta a los requisitos de la carga total y se obtiene mejor regulación de voltaje.
- c. Las capacidades de los capacitores requeridas para los motores individuales son fácilmente obtenidas de tablas, reduciendo así los problemas de ingeniería.
- d. Motores y otras máquinas corregidas individualmente tienen una gran flexibilidad en caso de reorganizaciones de las plantas. No importa donde el motor sea localizado pues la corrección está asegurada.

La principal desventaja de la corrección por medio de los capacitores individuales es que entre más pequeños sean los capacitores tienen un precio más alto por cada KVAR. Cuando varios motores pequeños están conectados a un mismo circuito, necesitan ser corregidos, puede ser más económico corregirlos por grupos, usando capacitores más grandes conectados a las líneas de alimentación. Una práctica común es corregir por medio de capacitores individuales a motores de más de 10HP y los más pequeños corregirlos por grupos.

Cuando la principal razón para corregir el factor de potencia es reducir la cuenta de energía o reducir la corriente en los alimentadores primarios del generador o del transformador principal, la instalación de capacitores en grupo es más económica. En este caso el banco de capacitores se conecta a la subestación principal o al generador. El factor de potencia general de la planta es mejorando pero no se obtienen beneficios en el sistema de distribución de la planta.

Otras dos ventajas de la instalación de capacitores en bancos son que capacitores más grandes tienen un menor precio por KVAR que las unidades pequeñas y que es menos costosa su instalación. El costo de los interruptores o breakers necesarios para estas unidades puede, sin embargo, compensar el bajo costo de su instalación.

Todo o parte del banco puede ser conectado o desconectado manual o automáticamente, dependiendo de los requisitos de la carga. De esta manera, únicamente la cantidad de corrección necesitada por la carga en un determinado momento es conectada al sistema.

Resumiendo, las ventajas obtenidas con la instalación de capacitores en grupo son como sigue:

- a. La instalación en grupos mejora el factor de potencia general de la planta, reduciendo las cuentas de energía.
- b. El banco de capacitores tiene un costo inferior por KVAR que los capacitores individuales.
- c. El costo de la instalación del banco es inferior por KVAR que el costo de la instalación individual de los capacitores a sus respectivos motores.

En un gran número de casos, los resultados más favorables se obtienen cuando se instalan capacitores individuales a los motores más grandes y bancos de capacitores a los alimentadores principales o subestaciones. Para determinar la corrección necesaria, primero se deben determinar los KVARs necesarios para toda la planta, luego seleccionar los capacitores individuales para los motores más grandes y restar sus capacidades del total de KVARs; la diferencia puede ser instalada en un solo banco, conectado a la subestación o dividirlo en varios bancos conectados a los puntos críticos del sistema de distribución. Recordar que la corrección más óptima se obtiene cuando los capacitores son colocados tan cerca como sea posible a la fuente del bajo factor de potencia.

Es necesario tener en cuenta que los capacitores suministran corrientes reactivas opuestas a la dirección de las corrientes reactivas de los equipos inductivos. Es necesario evitar la sobrecorrección debido a que, tener mucha corriente adelantada de los capacitores,

es tan indeseable como tener mucha corriente atrasada de las máquinas inductivas.

Como en la corrección por medio de capacitores individuales, por medio de tablas es fácil seleccionar la cantidad apropiada de corrección necesaria para cualquier sistema particular.

De la tabla N° 4 se puede obtener la cantidad de corrección necesaria cuando el factor de potencia promedio de la planta y la carga en KW son conocidos. Ejemplo:

Considerar una planta con un factor de potencia promedio del 76% y un consumo de potencia de 400 KW. De acuerdo a los requisitos de la Compañía de Energía, el factor de potencia debe mejorarse al 90%.

Para encontrar el número de KVARs necesarios para alcanzar el factor de potencia solicitado se procede como sigue:

- a. Bajo la primera columna de la izquierda marcada "Factor de potencia original", localizar el 0.76 (76%).
- b. Seguir la serie de números a la derecha del 0.76 hasta llegar a un número debajo del 0.90 de la columna marcada "Factor de potencia deseado". Este número es 0.371.
- c. Multiplicar el número 0.371 por los 400 KW de carga. El producto es el número de KVARs necesarios para la corrección, que en este caso son 148.4 KVARs. Los valores estándar de KVARs y los voltajes se pueden obtener de los catálogos de los fabricantes.

4. INSTALACION DE CAPACITORES

Los capacitores proporcionan un medio flexible, efectivo y económico para la corrección del factor de potencia. Ellos tienen una larga vida y casi no requieren mantenimiento; pero para obtener los máximos beneficios se requiere una apropiada instalación. Entre los puntos que se deben considerar están la temperatura del medio ambiente, una adecuada ventilación y una correcta conexión y protección.

4.1 Ventilación

Los capacitores deben ser localizados donde la temperatura del aire ambiente no exceda de 40°C.

Deben ser bien ventilados ya que los capacitores siempre operan a plena carga y generan calor que debe ser removido para que tengan una operación duradera.

Por razones económicas, los capacitores son diseñados para trabajar cerca al límite de la resistencia eléctrica de sus materiales aislantes. El material aislante de un capacitor se llama dieléctrico y debe soportar los esfuerzos eléctricos del voltaje aplicado. Combinado con una alta temperatura por un largo período de tiempo, los altos esfuerzos eléctricos pueden causar un debilitamiento o una falla en el dieléctrico. La libre circulación de aire es lo más importante para mantener una baja temperatura prolongando así la vida del capacitor.

Se recomienda que los capacitores no se instalen en cuartos pequeños, cerca a radiadores o a otros tipos de equipos calefactores, donde la ventilación sea restringida o a la intemperie donde los rayos directos del sol puedan elevar la temperatura del capacitor excesivamente. La temperatura de la carcasa o cubierta del capacitor no debe pasar de 55°C. bajo las condiciones normales de operación como son los valores del voltaje y frecuencia para los cuales se diseñó el capacitor.

La elevación de la temperatura depende de las tolerancias del capacitor en cuanto a la frecuencia de la línea y al voltaje de operación.

La temperatura como una función de la frecuencia no se considera puesto que la frecuencia es constante en los sistemas de potencia modernos. La frecuencia de diseño del capacitor en cuanto a la frecuencia de la línea voltaje de operación.

La temperatura como una función de la frecuencia no se considera puesto que la frecuencia es constante en los sistemas de potencia modernos. La frecuencia de diseño del capacitor debe ser igual a la del sistema al cual se conecta.

Sobrecalentamiento a un voltaje normal de operación es prácticamente imposible pero cuando el voltaje excede el 110% del de diseño del capacitor puede causar daño. Un 10% de sobrevoltaje representa un 21% de incremento en los KVARs, lo que puede exceder las condiciones máximas de operación. Cuando el voltaje de operación es 10% o más del voltaje de diseño del

capacitor, el voltaje de la línea debe reducirse o desconectarse los capacitores durante los períodos de carga baja.

También es importante evitar montar los capacitores muy cerca uno de otro ya que el calor de uno puede afectar al siguiente.

4.2 Tolerancias

Los capacitores pueden suministrar por lo menos la cantidad de KVARs para lo cual fueron diseñados, a los voltajes y frecuencias de diseño, pero por tolerancias de los fabricantes pueden suministrar hasta un 15% más. En otras palabras, un capacitor de 10 KVARs puede suministrar 1.5 KVARs más.

4.3 Protecciones

Algunos capacitores de potencia se suministran con fusibles para proteger el sistema de distribución en caso de corto-circuitos internos. Estos fusibles son dimensionados desde el 165% hasta el 250% de la corriente nominal, para permitir las máximas condiciones de operación, más algunos incrementos momentáneos de la corriente. Equipo adyacente requiere protección, debido a que un capacitor en corto ofrece el peligro de una ruptura de la carcasa o cubierta. Los fusibles desconectan el capacitor del circuito antes de que la presión del gas aumente dentro del capacitor debido al corto y produzca la ruptura de la carcasa.

Una ventaja de esta protección de fusibles es que pueden desconectar del circuito cualquier celda dañada, permitiendo que el resto del capacitor continúe en operación.

4.4 Alambrado

Los cables o alambres utilizados para instalar los capacitores deben tener una capacidad de corriente del 135% de la corriente nominal del capacitor para permitir las máximas condiciones de operación.

4.5 Equipos de conexión

Los códigos eléctricos recomiendan que los capacitores sean equipados con algún medio de desco-

nexión para que puedan ser aislados del circuito durante los períodos de carga baja o durante los períodos de mantenimiento del equipo.

Los interruptores usados deben tener por lo menos una capacidad de corriente del 165% de la corriente nominal del capacitor.

4.6 Tablas para la instalación de capacitores

De la tabla N° 5 se pueden obtener, a diferentes voltajes, los calibres de los conductores y los amperajes de los fusibles y de los interruptores para la instalación de los capacitores individuales y de la tabla N° 6 los mismos datos para la instalación de los capaci-

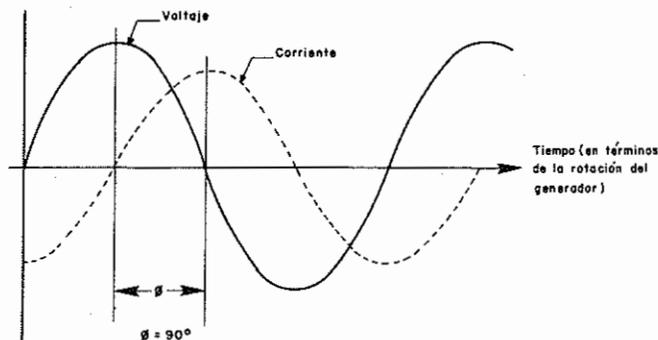


FIGURA No. 1

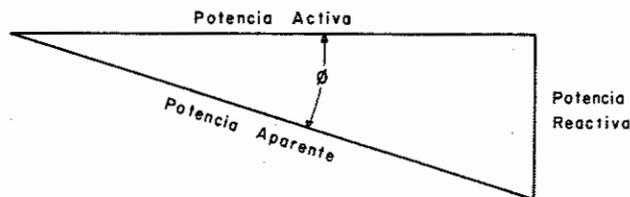


FIGURA No. 2

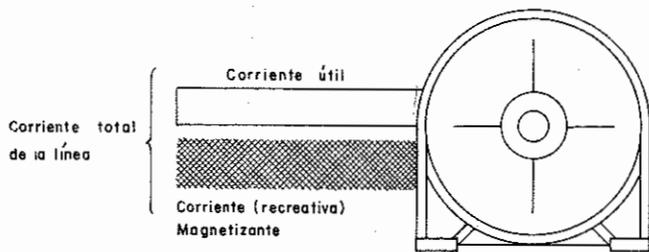


FIGURA No. 4A

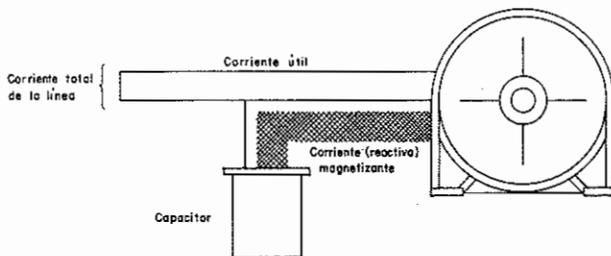


FIGURA No. 4B

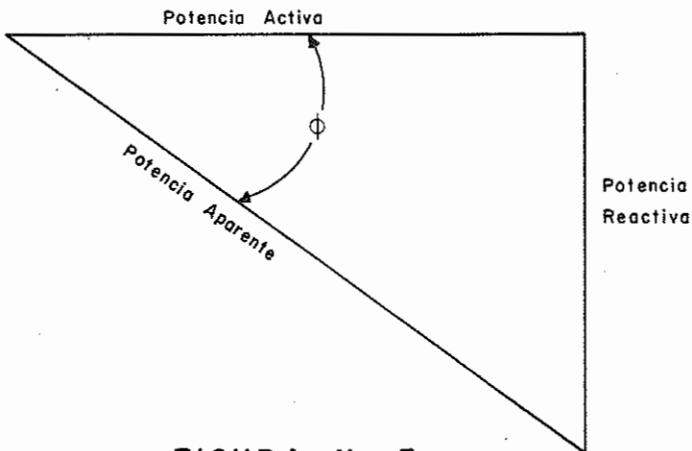


FIGURA No. 3

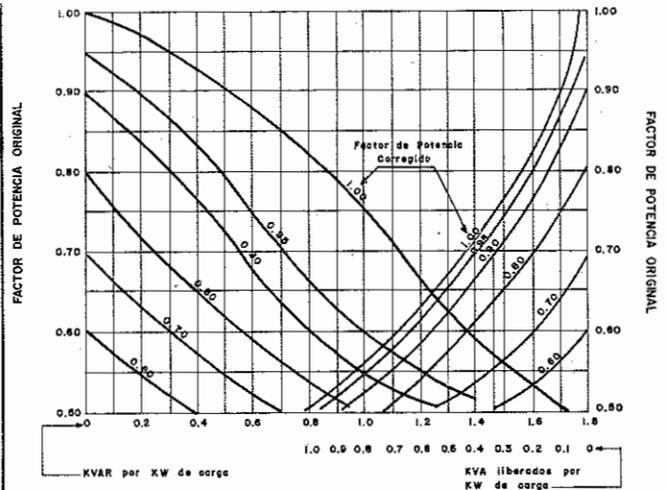


GRAFICO No. 1

Ejemplo:

1. Demanda de la planta: 300KW
2. Factor de potencia promedio: 0.70
3. Factor de potencia deseado: 0.90
4. KVARs por KW de carga: 054 (lado izquierdo del gráfico).
5. KVARs requeridos para mejorar el factor de potencia:
 $300 \times 0.54 = 12 \text{ KVARs}$
6. KVA liberados por KW de carga = 0.32 (lado derecho del gráfico).
7. KVA liberados al mejorar el factor de potencia:
 $300 \times 0.32 = 96 \text{ KVA}$

TABLA No. 2

FACTOR DE POTENCIA DE LOS MOTORES A CARGA PARCIAL DE LA POTENCIA NOMINAL

220, 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos, Motores de inducción jaula de ardilla

H.P.	Velocidad R.P.M.	% Factor de Potencia		
		1/2 carga	3/4 carga	Plena carga
1	1720	61	72	80
1	1335	51	66	74
1	855	44	56	63
1-1/2	3500	61	74	80
1-1/2	1740	62	75	82
1-1/2	1125	62	74	80
1-1/2	875	45	56	65
2	3470	68	77	83
2	1740	68	78	84
2	1140	60	71	78
2	865	51	65	72
3	3420	73	82	85
3	1720	71	82	87
3	1160	60	72	81
3	860	56	68	73,5
5	3460	72	80	85
5	1735	75	83	88
5	1155	64	77	83
5	860	59	71	77
7-1/2	3450	75	84	88
7-1/2	1745	82	87	88
7-1/2	1160	70	80	83
7-1/2	865	58	71	76
10	3470	82	89	91
10	1750	75	83	85
10	1160	75	82	85
10	875	59	71	77
15	3500	81	87	88
15	1740	81	85	85
15	1165	74	82	85
15	875	60	71	77
20	1760	72	82	86
20	1170	74	82	85
20	875	63	74	78
25	1760	75	83	87
25	1170	74	82	85
25	880	69	78	81
30	1760	81	87	88,5
30	1175	74	82	85
30	880	70	79	83
40	1765	83	88	89,5
40	1175	76	83,5	86
40	875	65	75	80
50	1765	84	89	89,5
50	1170	77	84	87
50	875	70	79	82
60	1775	80	87	88,5
60	1175	75	83	87
60	875	70	78,5	83
75	1775	80	88	90
75	1180	75	83	86
75	875	70	82	85
100	1770	79	87	89
100	1180	78	85	88
100	870	71	83	86
100	705	64	76	81
125	1770	80	88	89,5
125	1180	75	84	88
125	890	70	81	85
125	705	66	78	83
150	1770	81	88	90
150	1175	78	86	89
150	875	70	81	85
150	700	66	78	83
200	1770	80	88	90
200	1180	78	86	89,5
200	885	80	88	89
200	705	70	81	85

TABLA No. 1

VENTAJAS ADICIONALES DE LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

Efectos del factor de potencia bajo, en las líneas de distribución Sistemas de 1, 2 ó 3 fases				
Factor de Potencia %	Corriente Total Amperios	Aumento en la corriente %	Tamaño relativo del alambre, para la misma pérdida R1%	Aumento en las pérdidas por calentamiento para el mismo tamaño de alambre %
100	100	0	100	0
90	111	11	123	23
80	125	25	156	56
70	143	43	204	104
60	167	67	279	179
50	200	100	400	300
40	250	150	625	525

El hecho de que la Corrección de Factor de Potencia le permita reducir apreciablemente sus cuentas de energía eléctrica, no es la única ventaja que usted obtiene. También, al reducir la corriente que pasa por su sistema eléctrico, elimina la necesidad de instalar transformadores más grandes, o alambres más gruesos, o desconectores de mayor capacidad. Muy importante también, es la disminución de las pérdidas y del sobrecalentamiento en alambres y transformadores. Estas pérdidas están incluidas en los KW de demanda y en los KWH de consumo por los cuales usted está pagando.

1 TABLA No. 4

MULTIPLICADORES DE LOS KW PARA DETERMINAR LOS KVARs REQUERIDOS PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia Original	Factor de Potencia Deseado															
	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113
0.58	0.655	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004
0.61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904
0.64	0.451	0.474	0.503	0.529	0.555	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872
0.65	0.419	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840
0.66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779
0.68	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691
0.71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580
0.75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421
0.81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369
0.83				0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343
0.84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317
0.85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291
0.86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264
0.87								0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238
0.88									0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211
0.89										0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183
0.90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155

TABLA No. 4

MULTIPLICADORES DE LOS KW PARA DETERMINAR LOS KVARs REQUERIDOS PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia Original	Factor de Potencia Deseado															
	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113
0.58	0.655	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004
0.61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904
0.64	0.451	0.474	0.503	0.529	0.555	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872
0.65	0.419	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840
0.66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779
0.68	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691
0.71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580
0.75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421
0.81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369
0.83				0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343
0.84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317
0.85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291
0.86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264
0.87								0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238
0.88									0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211
0.89										0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183
0.90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155

TABLA No. 5

CABLES, FUSIBLES E INTERRUPTORES RECOMENDADOS PARA LA INSTALACION DE CAPACITORES INDIVIDUALES

KVAR	Una Fase				Tres Fases			
	Corriente Nominal	Calibre de cables AWG ó MCM	Fusibles Amperios	Interruptor Amperios	Corriente Nominal	Calibre de cables AWG ó MCM	Fusibles Amperios	Interruptor Amperios
240 Voltios								
0.5	2.08	14	6	30	1.20	14	3	30
1.0	4.17	14	10	30	2.41	14	6	30
1.5	6.25	14	15	30	3.61	14	6	30
2.0	8.33	14	15	30	4.81	14	10	30
2.5	10.4	14	20	30	6.01	14	10	30
3	12.5	12	25	30	7.22	14	15	30
4	16.7	10	30	30	9.62	14	20	30
5	20.8	10	35	60	12.0	12	20	30
6	25.0	8	45	60	14.4	12	25	30
7.5	31.2	6	60	60	18.0	10	30	30
8	33.3	6	60	60	19.2	10	35	60
10	41.7	4	70	100	24.1	8	40	60
12.5	52.1	3	90	100	30.1	6	50	60
15	62.5	2	110	200	36.1	6	60	60
480 Voltios								
1.0	2.08	14	6	30	1.20	14	3	30
1.5	3.12	14	6	30	1.80	14	3	30
2.0	4.17	14	10	30	2.41	14	6	30
2.5	5.21	14	10	30	3.00	14	6	30
3.0	6.25	14	15	30	3.61	14	6	30
4	8.33	14	15	30	4.81	14	10	30
5	10.4	14	20	30	6.02	14	10	30
6	12.5	12	25	30	7.22	14	15	30
7.5	15.6	10	30	30	9.02	14	15	30
8	16.7	10	30	30	9.62	14	20	30
10	20.8	10	35	60	12.0	12	20	30
12	25.0	8	45	60	14.4	12	25	30
12.5	26.0	8	45	60	15.0	10	25	30
15	31.2	6	60	60	18.0	10	30	30
20	41.7	4	70	100	24.1	8	40	60

TABLA No. 6

CABLES, FUSIBLES E INTERRUPTORES RECOMENDADOS PARA LA INSTALACION DE CAPACITORES EN BANCO

KVAR	Una Fase				Tres Fases			
	Corriente Nominal	Calibre de cables AWG ó MCM	Fusibles Amperios	Interruptor Amperios	Corriente Nominal	Calibre de cables AWG ó MCM	Fusibles Amperios	Interruptor Amperios
240 Voltios								
20	83.3	3	150	200	48.1	6	80	100
25	104	1	175	200	60.2	4	100	100
30	125	0	225	400	72.2	4	125	200
40	167	000	300	400	96.2	2	175	200
45	188	0000	350	400	108	1	200	200
60	250	300	450	600	144	00	250	400
75	312	500	600	600	180	000	300	400
80	333	500	600	600	192	0000	350	400
90	375	600	800	800	216	250	400	400
100	417	750	800	800	241	300	400	400
105	438	800	800	800	253	300	450	600
120	500	1000	1000	1200	289	350	600	600
135	562	1500	1000	1200	325	500	600	600
150	—	—	—	—	361	600	600	600
180	—	—	—	—	434	250	800	800
240	—	—	—	—	578	350	1000	1200
270	—	—	—	—	675	300	1200	1200
360	—	—	—	—	868	400	—	—
480 Voltios								
25	52.1	6	90	100	30.1	10	50	60
30	62.5	4	110	200	36.1	8	60	60
40	83.3	3	150	200	48.1	6	80	100
45	93.8	2	175	200	54.1	6	90	100
60	125	0	225	400	72.2	4	125	200
75	156	00	300	400	90.2	2	150	200
80	167	000	300	400	96.2	2	175	200
90	188	0000	350	400	108	1	200	200
100	208	250	350	400	120	0	200	200
105	219	250	400	400	126	0	225	400
120	250	300	450	600	144	00	250	400
135	281	350	500	600	162	000	300	400
140	292	400	500	600	168	000	300	400
150	312	500	600	600	180	000	300	400
160	333	500	600	600	192	0000	350	400
240	—	—	—	—	288	00	600	600
320	—	—	—	—	384	0000	800	800
360	—	—	—	—	432	00	800	800
480	—	—	—	—	576	0000	1000	1200

LA POTENCIALIDAD DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO RECURSO ENERGETICO RENOVABLE

Ing. Paulino López Guzmán, Sub-Director, Div. de Ingeniería,
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados
de la Caña de Azúcar,
Ministerio del Azúcar.

Ing. Carlos de Armas Casanova, J' Dpto. de Ingeniería de Proceso,
Div. de Ingeniería, Instituto Cubano
de Investigaciones, de los Derivados de la Caña de
Azúcar, Ministerio del Azúcar.

SUMARIO

Entre las biomásas agrícolas que se estudian actualmente con fines energéticos, la caña de azúcar, ha sido objeto de especial interés, dada su capacidad de captar y almacenar la energía solar. Sus rendimientos agrícolas llegan alcanzar niveles de 90 tm/ha-a de materia seca, superando ampliamente a otras biomásas como son el maíz y especies forestales.

La energía que se requiere para la producción de la caña, depende: de la técnica de siembra y cultivo, nivel de mecanización, regadío, fertilización, que se adopte así como las distancias y medios de transportación que se utilice para ser entregada a los límites de la fábrica, todos los cuales varían en cada país. En el sistema que se adoptó en este estudio el consumo de energía fósil es equivalente a 8 kg/tm de caña completa que comparado con la energía que entrega como biomasa, resulta que se obtiene 11 veces la energía consumida, otros autores reportan de 10-15; otros cultivos como el maíz alcanza niveles de 8,9 y algunas especies forestales optimizadas en su rendimiento se estiman en 3,9.

La energía que contiene la caña de azúcar se encuentra distribuída entre los azúcares totales y la fibra. La utilización de esta biomasa con fines energético, es posible mediante la producción de energía eléctrica marginal en la producción de azúcar, siendo posible lograr producciones de 72 kw-h/tm de caña molible, además del aprovechamiento con fines energéticos de la paja y el cogollo que representa un 25% de la caña completa y que actualmente se utiliza como abono orgánico del terreno. Otra alternativa muy popular en los últimos tiempos es la producción de alcohol a partir de la caña. Tradicionalmente se ha producido a partir de las mieles con consumos de energía equivalente en petróleo a 0.5 tm/tm de alcohol y la produc-

ción de azúcar y miel como productos alimenticios a partir de la caña de azúcar, es posible alcanzar niveles de 138 kw-h/tm de caña como energía marginal y 59 kg. de alcohol/tm de caña, esta alternativa por supuesto compite con las producciones de azúcar y miel, para la alimentación humana y animal.

Se resalta la importancia de la paja y el cogollo el cual referido a la producción azucarera de la América Latina, de ser aprovechado como combustible pueden equivaler a un suministro de 8 millones de tm de petróleo anuales.

La caña de azúcar además es fuente de materia prima para una industria de derivados: papel, tableros de bagazo, furfural, alimento animal, etc. Abarcando también así la otra faceta de la crisis energética: el suministro de materia prima para la industria petroquímica. Mucho de esos productos sustituyen producciones derivadas del petróleo, contribuyendo así, a la solución de este problema.

La potencialidad energética de la caña de azúcar se evidencia en las posibilidades que tiene para autoabastecerse energéticamente en modelos de producción de azúcar y derivados de los sub-productos. En el trabajo se expone un modelo de desarrollo industrial que evidencia esa característica y pone de manifiesto las posibilidades de esta biomasa de servir de base a un desarrollo industrial relativamente al margen de la crisis energética.

LA POTENCIALIDAD DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO RECURSO ENERGETICO RENOVABLE

LA CAÑA DE AZUCAR COMO CAPTOR Y ALMACEN DE LA ENERGIA SOLAR

La energía solar es la mayor reserva energética

con que cuenta el hombre, sin embargo su carácter difuso, discontinuidad con el día y la noche y variabilidad en dependencia de las condiciones climáticas, son factores que han limitado hasta el día de hoy su aprovechamiento. La energía solar que se recibe sobre la superficie de un país tropical se estima (1) en 5 kwh/m² día; como disponer de ésta es el objeto de las investigaciones que se realizan actualmente en el marco de la crisis energética.

Una de las vías que se estudia, es la producción de biomasa con fines combustibles. Ya en la antigüedad, los bosques fueron el recurso energético fundamental con que contó la humanidad, hasta ser desplazado por el carbón. Por medio de la fotosíntesis las plantas fijan el carbón presente en la atmósfera produciéndose materia orgánica.

Entre las biomásas agrícolas, disponibles actual-

mente, la caña ocupa un destacado lugar. Su capacidad de fotosíntesis, hace de ella, una de las plantas de mayor rendimiento agrícola.

El rendimiento de materia seca por ha-año de la caña de azúcar, oscila desde 27 hasta 90 tm, en dependencia del regadío, fertilización, métodos de siembra, cultivo, etc. Esos rendimientos son los alcanzados hasta hoy, con el objetivo de obtener el máximo posible de azúcar por ha-año. Sin embargo las posibilidades energéticas de la caña, adicionará en un futuro a ese objetivo el incremento del contenido de fibra: las variedades comerciales de caña actuales alcanzan (2) niveles de 18% de fibra en caña molible en algunos países; en Cuba el promedio es de 14%.

Los volúmenes de materia seca reflejado en la tabla 1, significan cantidades importantes de energía.

TABLA 1

MATERIA SECA PRODUCIDA POR
DIFERENTES BIOMASAS

BIOMASA		MATERIA SECA TM/HA/AÑO	LUGAR
— CAÑA DE AZUCAR (alto rendimiento) 103 TM/Ha).	CAÑA COMPLETA (tallo, hoja, cogollo)	38	Cuba, Austria, Area del Caribe, Otros
Rendimiento (90 TM/ha-a	(tallo, hoja, cogollo)	27	Cuba (promedio)
— CAÑA DE AZUCAR (según se cultiva en Hawaii)	CAÑA COMPLETA	90	Hawaii
— MAIZ (una cosecha al año)	PLANTA COMPLETA (incluyendo mazorca y granos)	9.5	Granja típica de Minnesota
— TRIGO	PLANTA COMPLETA (incluyendo la espiga)	5.5	Media para el Reino Unido
— ARROZ	PLANTA COMPLETA	9.5	Filipinas (Nueva Tecnología)
— REMOLACHA AZUCARERA	PLANTA COMPLETA	16	Holanda (alto rendimiento)
— PASTOS TROPICALES	PANGOLA	15	Buena atención
	HIERBA ELEFANTE	25	Buena atención

ESQUEMA DE EVAPORACION QUINTUPLE EFECTO CON EXTRACCIONES PARA TACHOS Y CALENTADORES

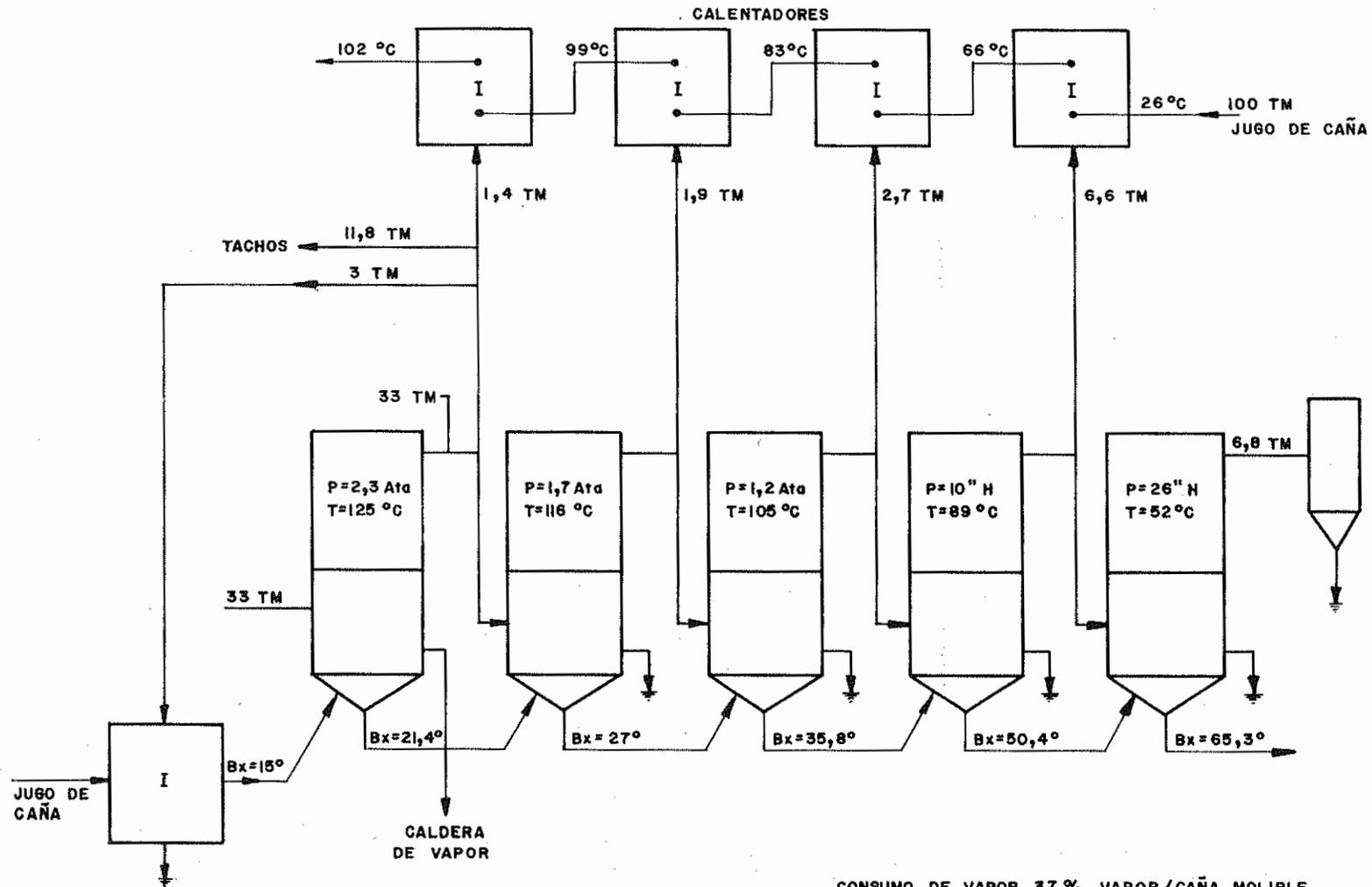


FIG. 3

CONSUMO DE VAPOR 37 % VAPOR/CAÑA MOLIBLE

CONSUMO ENERGIA TOTAL EN FABRICA 260 kcal/kg CANA MOLIBLE

Si utilizamos la caña totalmente como combustible, la energía que brindaría sería del orden de 4000 kcal/kg de materia seca; de acuerdo a los máximos rendimientos agrícolas se dispondría hasta de 360 mil kcal al año, por cada hectárea que se dedicase a este cultivo, lo cual equivaldría a una producción de 36 kg de petróleo al año por hectárea que se obtendría en forma renovable.

Resulta interesante comparar estas cifras con las del eucalipto saligna propuesto frecuentemente a los países en desarrollo para solucionar el suministro de combustible doméstico (carbón de madera) a las familias más pobres. Esta planta logra alcanzar en condiciones óptimas un crecimiento de 30m³/ha-año, con un ciclo de rotación de 7 años lo que representa una disponibilidad de 12 tm de materia seca/ha-año.

El pino llega a alcanzar hasta 15 m³/ha-año y algunos autores (3) reportan que es posible mediante fertilización, mejorando las especies y métodos silviculturales intensivos, lograr producción de biomasa de 10-20 tm/ha-año de materia seca.

La caña de azúcar brinda hasta 7 veces más energía que esas plantas. Es de resaltar que en el mundo según estadísticas de la FAO (4) en el año 75 se consumieron como combustibles 68 millones de m³ de leña y carbón vegetal que en su mayor parte proceden de especies de árboles con crecimientos bastante inferiores a los del eucalipto.

La energía contenida en la caña de azúcar está distribuida de acuerdo a su composición vegetativa en: Raíces, tallo y hojas.

La parte de la planta, que se encuentra sobre la tierra, consiste: en la caña molible, el cogollo y las hojas; la parte que se encuentra bajo tierra las constituyen las raíces.

En algunos países la cosecha se realiza de forma que se recoge como caña molible: el cogollo, el tallo y los tocones; las hojas se incineran cuando se quema el campo de caña antes de la cosecha. Sin embargo, en la mayoría, tanto los tocones como la mayor parte de las hojas y el cogollo se quedan en el área cultivada después de la cosecha.

La composición vegetativa de la caña, varía de conformidad con la edad, fertilización, variedad, etc.

En la Fig. 1 se reduce el resultado de los experimentos realizados por Kokus (5), en que se muestra la variación de la composición vegetativa con la edad de la planta. Van Dillewijn (5) reporta la composición vegetativa de una variedad de caña cultivada en Hawaii a la edad de 12 meses, (Fig 2). Es de resaltar que el 90% de la materia-seca que contiene la caña es fibra y de acuerdo a la tecnología de cosecha más difundida aproximadamente un 50% se queda en el campo como residuo, que sirve fundamentalmente de abono orgánico al terreno, lo cual expresado en términos de energía significan pérdidas hasta de 180 mil kcal/ha-a.

BALANCE DE ENERGIA DE LA PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR

En la actualidad el 95% de la energía que se consume mundialmente procede de combustible no renovables y de éste aproximadamente un 47% es petróleo. Es tan grande la dependencia que la civilización actual, tiene del petróleo que podemos decir que en la situación actual no se puede pensar en desarrollo sin tener en cuenta los consumos de energía que demanda y en particular de este combustible.

Por esas razones, cuando se analiza la contribución de una alternativa a la solución del problema energético, es obligado conocer el balance entre el consumo de energía fósil y la producción de energía, de la solución que se propone visto como un sistema integral.

En el caso de la caña de azúcar como una fuente de energía renovable en su producción no sólo interviene la energía solar sino la energía fósil que se consume para su siembra, cultivo, cosecha y transportación hasta su entrega al consumidor.

Siembra y Cultivo

El ciclo de desarrollo de la caña varía desde 10 meses en Louisiana hasta 18 ó 20 meses en países como Cuba, Mauricio, Hawaii para la planta nueva y de 10 meses para la soca.

Debido a esas características del proceso vegetativo de la caña, se practican diferentes sistemas de reposición de cepas y cultivo de la caña que se diferen-

cian por el número de cortes que recibe la planta y el silo de rotación.

Para nuestros estimados nos basaremos en una rotación con ciclos de 7 y con 5 cortes, con un rendimiento de biomasa de 100 tm/ha-a.

Una parte de la caña, que se produce actualmente en el mundo, se lleva a efecto con operaciones manuales, utilizando equipos de tracción animal, lo cual significa un consumo mínimo de combustibles. Sin embargo hoy en día se practica una alta mecanización en esas operaciones y en el futuro no hay duda que será impuesta a toda la producción de caña. Por esas razones nos referimos en nuestro estimado a operaciones agrícolas mecanizadas en su mayor parte.

Para el consumo energético de las operaciones en la siembra y el cultivo de la caña, nos basaremos en los reportados en el trabajo "Sugerencias sobre el Fomento y Cultivo de Plantaciones de Caña de Azúcar en Suelos de Secano" presentado en el 1r. Forum Azucarero Nacional de Cuba, celebrado en 1965.

SIEMBRA DE UNA HECTAREA DE CAÑA DE FRIO	
Cantidad de Semilla = 3.4 tm	
Clase de Suelo: Arcilla	
Operaciones	Consumo (Diesel) gls.
Preparación de la Tierra	32
Siembra y Resiembra	1
Cultivos	35
Desyerbes	1
Total:	69

CULTIVO DE UNA HECTAREA DE RETOÑOS CON PLATA	
Labores Mecanizados a surcos alternos	
Clase de Suelo: Arcilla	
Operaciones	Consumo (Diesel) gls.
Desyerbes	1
Cultivo	10
Resiembra (5% del Area)	1
Total:	12

Regadío

La producción de caña, está en relación directa con la cantidad de agua que reciben los campos. Estudios realizados indican (2) que requieren 500 kg de agua para producir 1 kg de azúcar y esta agua debe ser suministrada por la lluvia o por el riego. Para la riego se utilizan diferentes métodos: inundación de surcos, infiltración y aspersión. En nuestros cálculos nos basaremos en el sistema por aspersión que es el de mayor consumo de energía. Se asume un volumen de agua de 48 pulgs. para un rendimiento agrícola de 100 tm/ha-a de caña completa (tallo, hoja y cogollo) (6).

Capacidad de la Bomba	720 GPM
Carga Total	12 M
Potencia	10 Kw

	Norma de Riego	Consumo Energía
Planta Nueva:	460 m ³ /ha	40 Kw-hr/ha
Soca:	550 m ³ /ha	47 Kw-hr/ha

Expresando la energía eléctrica consumida en términos de aceite combustible requerido para su producción en termoelectrica (0.28 KG/Kw-h) el consumo de energía fósil es:

Planta Nueva:	12 kg/ha
Soca:	14 kg/ha

Fertilizantes

Los fertilizantes, son un factor indispensable para obtener buenas producciones de caña. Los fertilizantes que se utilizan son simples y complejos; en su producción tanto como materia prima, como fuerte energética se consume combustibles fósiles. En nuestro estimado nos referimos a un fertilizante complejo con una fórmula de 14% de Nitrógeno, 6% de Fósforo y 18% de Potasio.

	Consumos TM/TM de Fertilizante
Materia Prima	0.2
Combustible	0.33
Total:	0.53

La cantidad de fertilizante que se añade a la caña varía de acuerdo al tipo de suelo, variedad de la caña y fórmulas del fertilizante, en nuestro caso nos basaremos para la planta nueva 600 kg/ha y para la soca 520 kg/ha. Según esa dosificación el consumo de aceite combustible es: para la planta nueva 318 kg/ha y la soca 276 kg/ha.

Cosecha y Transportación

La cosecha de la caña de azúcar, en muchos países se realiza manualmente, a pesar de contarse con cosechadoras que cortan, limpian y colocan la caña en el equipo de transportación realizándose esta operación totalmente mecanizada. Por supuesto a costa del consumo mayor de energía. Para nuestro estimado nos basamos en el consumo de combustible (Diesel) de la cosechadora cubana KTP-2, cortando caña con un rendimiento agrícola de 66 a 90 tm/ha-año de caña molible. El consumo de combustible de este equipo es de 0,68 kg/tm de caña completa (tallo, hojas, cogollo).

Para la transportación, asumiremos un recorrido de 25 kms como promedio con cargas y 25 kms sin carga, en equipos auto-motor de 6 tm de capacidad de caña molible cuando transportan caña completa la capacidad de carga disminuye en un 45%.

El consumo de combustible de estos equipos es de 11 kms/gal (Diesel). Para un recorrido total de 50 kms con una carga de 3.3 tm de caña completa, el consumo unitario será de 5 kg/tm de caña completa.

Consumo Total de Energía Fósil

Para el estimado del consumo total de energía, nos basaremos en un sistema de producción de caña con un ciclo de rotación de siete años y cinco cortes, con una producción de 100 tm/ha-año de caña completa. En este sistema de acuerdo al proceso vegetativo de la caña, todos los años se corta una parte de la caña disponible compuesta por caña que se quedó sin cortar el año anterior y por retoño producto de la caña que se cortó y se sembró en ese año, otra parte de la caña se deja sin cortar. De esta forma se cortan cada año caña con diferentes edades, obteniéndose según la

variedad y los demás factores rendimientos promedios que en nuestro caso hemos asumido 100 tm/ha-año.

SISTEMA DE ROTACION CICLO DE 7 AÑOS CON 5 CORTES (7)

Superficie de Caña	ha.	Prod. de Caña/año TM
Total Disponible		
Total Disponible	1000	
Se corta/año	714	71400
Retoño	428	39578
Quedada	286	31822
Se deja sin cortar/año	286	
Se repone/año	133	

Consumo de Combustible (Diesel)		Combustible kg	
a) Operaciones Agrícolas			
Siembra	2.2 kg/ha	133 ha. =	293 kg.
Cultivo	0.39 kg/ha	428 ha. =	165 kg.
b) Regadío			
Planta Nueva	12 kg/ha	133 ha. =	1596 kg.
Retoño	14 kg/ha	428 ha. =	5992 kg.
c) Fertilizantes			
Planta Nueva	318 kg/ha	133 ha. =	42294 kg.
Retoño	276 kg/ha	428 ha. =	118128 kg.
d) Cosecha	0.7 kg/tm	71400 tm	49980 kg.
e) Transportación	5 kg/tm	71400 tm	357000 kg.
Total:			575345 kg.

De acuerdo este sistema, el consumo de aceite combustible de producción de caña de azúcar, asciende a 8 kg/tm de caña completa (tallos, hojas, cogollo).

Balance de Energía del Sistema

La energía que está contenida en la caña se estima en base a la materia seca con un calor de combustión como promedio de 4000 kcal/kg de caña.

De acuerdo al sistema de producción agrícola explicando en párrafos anteriores, el volumen de caña que se dispondrá sería de 71,400 tm, lo cual significa 71,4.10⁶ mcal y la energía consumida es de 6,09.10⁶ mcal. Esto significa que la caña de azúcar ofrece una cantidad de biomasa que expresada como energía, es

11 veces la energía fósil que consume en su producción. Este índice es bastante variable dada la heterogeneidad de las situaciones que se presentan en la producción de caña: condiciones climáticas, variedad de caña, calidad del suelo, tipo de fertilización, grado de mecanización de las operaciones agrícolas, etc.

Si comparamos este índice con los de otras biomásas agrícolas como el maíz que es reportado como 8,9 (8) ó 3,9 reportado (3) para ciertas especies maderables de muy alto rendimiento, podemos apreciar que además de obtenerse mayores rendimientos de biomasa con la caña de azúcar, ventaja también a éstas en el balance energético que resulta en su producción. Es evidente la potencialidad de la caña de azúcar como fuente de energía renovable.

COMO APROVECHAR LA ENERGIA CONTENIDA EN LA CAÑA DE AZUCAR ?

La energía que contiene la caña de azúcar, se encuentra distribuída entre los azúcares totales y la fibra. El primero, representa el 11% del peso de la caña y el segundo el 14%. El agua, constituye aproximadamente un 75% del peso total de la caña, disminuyendo apreciablemente su potencial energético de no ser eliminando convenientemente.

En la actualidad, toda la caña de azúcar que se produce en el mundo se destina a la producción de azúcar y mieles. De acuerdo al sistema de cosecha más difundido, de la caña completa, las hojas y el cogollo que representan un 25% queda sobre el campo cosechado y es utilizado como abono orgánico y en ocasiones como alimentación animal; la fibra seca que contiene la caña molible y que representa un 10% de la caña completa, se utiliza como combustible, en la producción de azúcar y es consumida totalmente; el azúcar, que se produce representa un 8% y las mieles el 2.5%, los cuales se obtienen como producto; el resto, es agua, de la cual una parte acompaña a las hojas y el cogollo en el campo y otro es un efluente de la fábrica de azúcar.

En América Latina, actualmente se producen aproximadamente 320 millones de tm de caña completa, que representan en términos de energía 320 millo-

nes de Mcal de los cuales se aprovecha como combustible, según las tecnologías más difundidas, solamente un 10%, que se consume en la propia producción de azúcar.

Este bajo aprovechamiento, que se tiene del potencial energético de la caña tiene su explicación en los bajos precios de los combustibles fósiles, que prevalecieron hasta hace poco. Ahorros de energía en la producción azucarera con el objetivo que sobrara fibra, no tenía razón debido a no tener utilización. En algunos casos, sin embargo donde la industria de los derivados del bagazo, ha tenido importancia, se han hecho innovaciones que han permitido obtener hasta 20% de bagazo sobrante para esos fines como es el caso de la Taiwan Sugar Co. según ha reportado (14). Los nuevos centrales azucareros que se construyen en Cuba, han sido diseñados para obtener 27% de bagazo sobrante y además producir 6 kw/h/tm de caña molible para suministro a la red nacional.

Por lo general las instalaciones de producción de azúcar de caña existentes actualmente han sido diseñadas con el propósito de consumir toda su fibra, evitando de esta forma disponer de un efluente sólido costoso de manipular como es el bagazo. El consumo de energía de esas instalaciones ascienden a 517 kcal/kg de caña molible.

Estudios realizados (9) dan como posibles la disminución de esos consumos a niveles de 260 kcal/kg.

BALANCE ENERGIA DE LA FABRICA

Kcal/Kg Caña Molible

Potencia	24
Calefacción, Evaporación y Tachos	160
Otros usos y Pérdidas	24
Pérdidas en Combustión	52
Total:	260

Para ello se propone utilizar calderas de vapor con eficiencia térmica de un 80%; en la mayoría de los países las existentes tienen eficiencias de 55 a 65% (V.C.B.). El consumo de vapor de proceso que ascien-

de actualmente a un 65% de la caña molible es factible disminuirla hasta un 37% mediante cambios en los sistemas de evaporación.

De acuerdo a estas modificaciones, sobrantes de fibra de la producción azucarera del orden de 40% puede ser utilizado como combustible para otras industrias o para la producción de energía eléctrica en la propia fábrica de azúcar para ser suministrada a la red nacional.

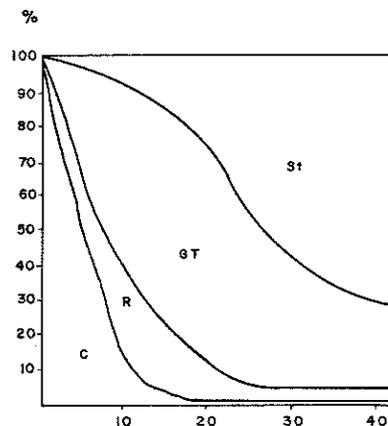


FIG. 1 TENDENCIA DE PORCENTAJE DE LA COMPOSICION VEGETATIVA, EXPRESADOS COMO POR CIENTO DEL PESO SECO TOTAL. C ESTACA, R RAICES, GT COGOLLO, St. TALLO

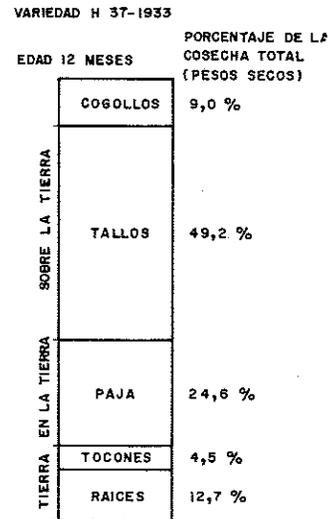


FIG. 2 COMPOSICION VEGETATIVA DE UNA COSECHA DE 12 MESES DE EDAD EN HAWAII

Para esa alternativa se dispone en la actualidad de calderas de bagazo de 81 atm de presión que en combinación con esquemas de proceso de bajo consumo de vapor, como al que hemos hecho referencia, pueden producir para la red nacional 72 Kw-h/tm de caña molible. (10).

Si toda el azúcar de caña que se produce en América Latina actualmente se produjera en instalaciones como la anterior, la energía que se aprovechara para la producción de electricidad equivaldría a consumir 4.8 millones de tm de petróleo anuales en una termoeléctrica, además de satisfacer las necesidades energéticas de la producción azucarera.

Si tomamos en consideración que de acuerdo a los estimados de energía de la producción de caña se necesitarían 2,5 millones de tm de petróleo como combustible, el aprovechamiento energético de ese volumen de caña, por este modelo, además de autoabastecerse de energía, resultaría en un ahorro para la región de 1.3 millones de tm de petróleo anuales.

Otra alternativa de aprovechamiento energético, que en los últimos tiempos ha ganado mucha popularidad es la producción de alcohol a partir de la caña. Este producto se ha obtenido, en la industria azucarera, tradicionalmente a partir de las mieles de caña para ser utilizado como bebida, producto medicinal, perfumes y como combustible.

En la producción de alcohol a partir de las mieles de caña, el consumo de energía total (combustible y electricidad) expresado en términos de petróleo equivalente es de 0.5 tm/tm de alcohol y el consumo de miel en la producción de alcohol es de 4 tm/tm de alcohol.

Si las mieles que se obtienen de la producción de azúcar se dedicara a producir alcohol, significaría que de 100 tm de caña completa, se produciría 0.63 tm de alcohol, que equivale a 4410 Mcal. Según este modelo de producción de alcohol, se necesitan 0,32 tm de aceite combustible en el proceso de producción de alcohol y 0.8 tm en la producción de la caña lo cual totaliza 11872 Mcal y se obtiene entre energía que brinda el alcohol y la consumida en la producción de azúcar 56110 Mcal, lo que significa que se obtiene 4,7 veces la energía que se consume en el proceso productivo.

Una alternativa a que se ha hecho referencia en los últimos tiempos consiste en dedicar todos los azúcares que contiene la caña para la producción de alcohol (11) (12). En este modelo la fibra que contiene la caña es suficiente para satisfacer la energía que consume el proceso y además producir energía eléctrica para la red nacional. Se reporta que es posible obtener 138 kw-h/tm de caña para la red nacional y 59 kg de alcohol/tm. Basándonos en el índice de consumo de petróleo de las termoeléctricas la producción de electricidad para la red nacional equivale a 38 kg de petróleo/tm de caña completa y el alcohol por su contenido energético equivale a 39 kg lo que resulta en total una producción de energía equivalente a 77 kg de petróleo/tm de caña completa, además de suplir las necesidades energéticas del proceso; que comparado con el consumo en la producción de caña, significa que se obtiene 10 veces la energía fósil consumida en la producción de la caña.

Es de resaltar el potencial que representa la paja y el cogollo que como hemos explicado anteriormente de acuerdo a los criterios tecnológicos vigente actualmente en la producción de azúcar, se queda en un 90% en el campo cosechado.

La producción de azúcar de América Latina significan disponibilidades de esta fibra del orden de 80 millones de tm, material que debidamente procesado, posee las mismas características del bagazo como combustible, lo cual significa que las disponibilidades antes referidas equivalen a un suministro a la región de 8 millones de tm de petróleo anuales.

Sin embargo esta alternativa tiene sus problemas que no han sido resueltos todavía para su implementación. Como se menciona en párrafos anteriores la paja y el cogollo es utilizado fundamentalmente como abono orgánico de los suelos, aunque cuando se práctica la quema, del campo de caña, para mejorar la productividad de la cosecha, o eliminar animales dañinos al hombre, que se alojan en el área cañera, las hojas son incineradas sin utilización. Esto último es una demostración de la falta de definición sobre el aporte de la paja y el cogollo a la siembra y cultivo de la caña.

Otro problema que debe ser solucionado está relacionado con la recogida y preparación de ese mate-

rial para ser utilizado como combustible. Cuando el corte de la caña es manual, la paja y el cogollo se quedan sobre el campo o es separada en centros de acopio que procesan la caña, antes de ser transportada al central azucarero, con el objetivo de eliminar materiales indeseables. En ese caso una parte apreciable de la paja y el cogollo puede ser recolectado en estos centros.

Cuando la caña es cortada por cosechadoras, la paja y el cogollo es separada por la máquina brindando la posibilidad de recogerla a granel.

Otro factor de los problemas, está relacionado con la humedad de esos materiales. Por medio de la energía solar, la paja y el cogollo alcanzan una humedad de equilibrio de 15-12%, cuando se queda sobre el campo. Pero cuando se proceda a su recolección deberá ser solucionado el problema de secarlo sin consumos de combustible fósil; una alternativa consiste en compactarlo y almacenarlo en paca al aire libre como se práctica con el bagazo cuando se utiliza como materia prima, en las plantas de derivados. Por esta vía, es posible disminuir su humedad hasta niveles de un 20%, lo cual incrementaría su calor de combustión de un 10-15%.

LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA

La dependencia de los modelos de desarrollo económico social con los recursos energéticos fósiles, no se limita solamente a los aspectos relacionados con la utilización de estos como combustibles, sino también, como materia prima para la industria. La mayor parte de los productos de síntesis orgánica que se producen en el mundo, proceden del petróleo como materia prima fundamental; los fertilizantes nitrogenados, base fundamental de la producción agrícola y requisito indispensable en cualquier modelo de desarrollo agrícola se producen con tecnologías basadas en el petróleo como una de las materias primas principales.

La abundancia relativa y los bajos precios del petróleo prevaletentes hasta el año 73, hizo que una buena parte de las tecnologías productoras de bienes materiales, se desarrollarán a partir de ese recurso energético. Así tenemos como los tejidos de algodón y celulosa fueron desplazados parcialmente por los productos de poliéster, los envases de papel, cartón y madera fueron sustituidos en gran medida por diferentes tipos de plásticos, etc., y así un sin número de productos que tradicionalmente se producían con recursos renovables fueron parcialmente desplazados por los derivados del petróleo.

Es así como la faseta de la crisis energética consiste en el suministro de recursos energéticos renovable como materia prima a la industria química.

En relación a esta problemática la caña de azúcar es una opción atractiva. Tradicionalmente la caña se ha utilizado como materia prima para la producción de azúcar y como subproductos se obtiene cachaza, mieles, bagazo y los residuos de la cosecha, paja y cogollo. Aproximadamente por cada tm de caña molible se obtiene 120 kg de azúcar crudo, 38 kg de miel final, 36 kg de cachaza, 280 kg de bagazo y 330 kg de paja y cogollo.

Estos sub-productos utilizados como materia prima dan origen a una familia de productos que conforman en su conjunto una industria de derivados, con grandes perspectivas sobre todo para aquellos países en vías de desarrollo, que no poseen petróleo.

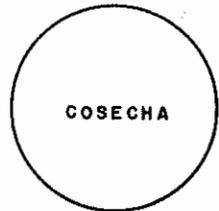
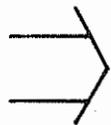
Derivados del Bagazo

En la fig. 4 se resumen los derivados del bagazo. De éstos la producción de pulpas papeleras, tableros y furfural se han implementado en escala industrial. Los demás aunque son factibles de producir, se encuentran en etapa de desarrollo, y en alguno de ellos su implementación industrial aunque técnicamente factibles no se ha llevado a efecto por consideraciones económicas.

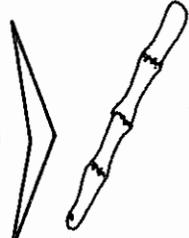
POTENCIALIDAD ENERGETICA DE LA CAÑA DE AZUCAR

ENERGIA SOLAR

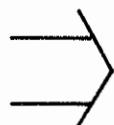
CAÑA (TALLO, HOJA, COGOLLO)
51500 MTM



COSECHA



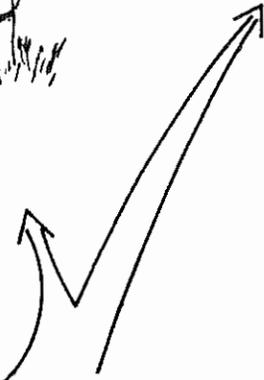
CAÑA MOLIBLE
38700 MTM



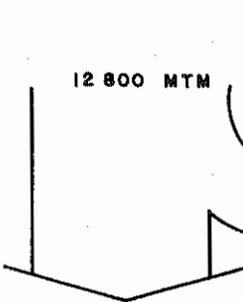
PRODUCCION

	MTM
AZUCAR	3800
ALCOHOL	225
TORULA	60
AC. CITRICO	5
PAPEL IMP. B ESC.	150
PAPEL PERIODICO	45
PULPA DISOLV.	35
TABLEROS	150
FURFURAL	15

ENERGIA FOSIL
PET. EQUIV. 412 MTM



12 800 MTM



PAJA Y COGOLLO

COMBUSTIBLE
1700 MTM

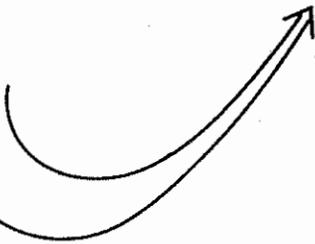


FIG. 5

Pulpa y Papel

En la producción de pulpas papeleras se consume actualmente el 5% del bagazo que se produce mundialmente. Esta es una producción reconocida como la más atractiva entre las que utilizan plantas anuales con materia prima. Las limitaciones de la industria forestal para satisfacer las demandas de papel, ha incidido favorablemente en el desarrollo de este derivado. El consumo de papel estrechamente vinculado al nivel de desarrollo de un país, ha de seguir incrementándose en los próximos años, motivado por el desarrollo que han de experimentar los países en vías de desarrollo.

La América Latina tiene un consumo per cápita de 23 kg contra 73 que tiene Europa y 270 América del Norte. La capacidad instalada de producción de pulpa y papel a partir del bagazo en la región asciende a 3360 tm/d.

CAPACIDAD INSTALADA DE PULPA Y PAPEL A PARTIR DEL BAGAZO EN AMERICA LATINA

País	Capacidad TM/D
Argentina	220
Brasil	155
Colombia	95
Costa Rica	60
Cuba	425
Ecuador	25
México	1385
Perú	765
Puerto Rico	160
Venezuela	70
Total:	3360

La pulpa de bagazo es utilizada actualmente en diferentes proporciones para la producción de todos los tipos de papel y cartón exceptuando el papel periódico, el cual por sus características técnico económicas no ha sido factible producirlo. Algunas inversiones industriales se han realizado con ese objetivo recientemente en América Latina, sin haber obtenido éxitos hasta el momento, en nuestro país se lleva a efecto un

proyecto de investigación con la colaboración de la ONU, para el desarrollo de una tecnología para esa producción.

CONSUMO DE BAGAZO PARA 1 TM DE PAPEL

Tipo de Pulpa	Tipo de Papel	Consumo de Bagazo 50% Hum.
Pulpa Química	a) Imprenta & Escribir	5,6
	b) Papeles Industriales	
	Envolver	3,9 (55)
	Cartoncillo	3,5 (50)
Pulpa Semi-química	Sacos (klupar)	4,6 (60)
	c) Papeles Sanitarios	4,9 (70)
	d) Papel para corrugar	4,8TM(100)

Tableros de Bagazo

Las necesidades crecientes de muebles y madera para la construcción no son posibles satisfacer a partir de los recursos forestales existentes, dedicados también a otras producciones entre ellas el de combustible. En busca de materiales que puedan cubrir parte de la demanda, se ha encontrado el bagazo de la caña de azúcar.

La producción mundial de tableros de partículas promedio del año 72 al 76, 29,381 miles m³/año; la de tablero de fibra fue de 15,864 miles m³/año. De estas cantidades 214 mil m³/año fue a partir del bagazo. En la actualidad existe una capacidad instalada para la producción de tableros de bagazo que asciende a 360 mil m³/año.

Las propiedades del tablero de bagazo cumplen las normas de calidad establecidos para los tableros de madera. El consumo por cada 1000 habitantes en la América Latina es de 4 m³; si lo comparamos con otras regiones, como Europa Occidental con 54 m³ podemos apreciar los incrementos de consumo que deben alcanzarse para llegar a los niveles de desarrollo que tiene esa región en el año 74, en esa rama de la economía.

CONSUMO POR 1000 HABITANTES 1974
TABLEROS DE FIBRA Y PARTICULAS

Regiones	M ³
Norte América	65
Europa Occidental	54
Países Nórdicos	148
USSR	18
Africa	0.5
América Latina	4
Oriente Medio	1.7
Lejano Oriente	0.2

Sin embargo los recursos forestales de la región no son abundantes caracterizándose por bosques de madera dura mezclados nativos sin explotar en su mayor parte. Los consumos de bagazo (50% humedad) para la producción de 1 tm de tableros son:

Tableros de partículas: 3.8 tm
Tableros de fibras: 5.5 tm

Furfural

El furfural y sus derivados se utilizan como materia prima en la industria de grasas, lubricantes, siderúrgica, química y farmacéutica. Los derivados del furfural son numerosos y su aplicación están bien establecidos.

La producción mundial de furfural en el año 75 fue de 230,000 tm, de esta cifra el 25% se produce a partir del bagazo de la caña de azúcar.

De la producción de furfural del año 75 el 50% se dedicó a alcohol furfurílico, el 30% a los plásticos, el 10% como solvente selectivo y el resto a otros usos entre los que se encuentran productos farmacéuticos y pesticidas.

El consumo de bagazo de las tecnologías existentes promedia 10 tm de bagazo (50% humedad) por tm de furfural. De acuerdo a ese rendimiento, en el mundo se dedica aproximadamente 2 millones de tm de bagazo que representa sólo un 1% del bagazo que se produce mundialmente en la producción de azúcar.

DERIVADOS DEL FURFURAL

Furfural	Alcohol Furfurílico
	Resinas Furfural Acetona
	Anhidrido Maleico
	Furano
	Acido Furoico
	Tetrahydro Furano

De los derivados del furfural, se obtiene un sinnúmero de productos que van desde el nylon, hasta resinas de poliésteres y pesticidas muchos de los cuales se producen industrialmente y otros se encuentran en la etapa de desarrollo.

Un atractivo adicional de esta producción consiste en que se auto-abastece de energía, para lo cual utiliza el residuo de celolignina que se obtiene como combustible.

Derivados de las Mielés

La miel es el sub-producto de la producción azucarera más utilizado en el presente como fuente de alimentación animal: aproximadamente un 50% de la miel que se produce en el mundo se dedica a alimentación animal ya sea como alimento directo o mediante su conversión en proteína.

Como alimento directo se le complementa con urea y forma parte de los piensos que se dedican a la alimentación del ganado avícola, vacuno y porcino. Su conversión en proteína es mediante la fermentación para producir levadura torula, en Cuba existen once plantas industriales que producen 30 tm/d de este tipo de levadura.

Otro uso de la miel es para la producción de alcohol; aproximadamente el 15% de la miel producida mundialmente se dedica a esa producción. El alcohol producido por esta vía es utilizado como bebida, producto farmacéutico, perfumes; en menor cuantía se utiliza como combustible. El índice de consumo de miel es aproximadamente 4 tm/tm de alcohol. En Cuba se produce más de 1 millón de hl anuales de alcohol.

PRINCIPALES DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZUCAR

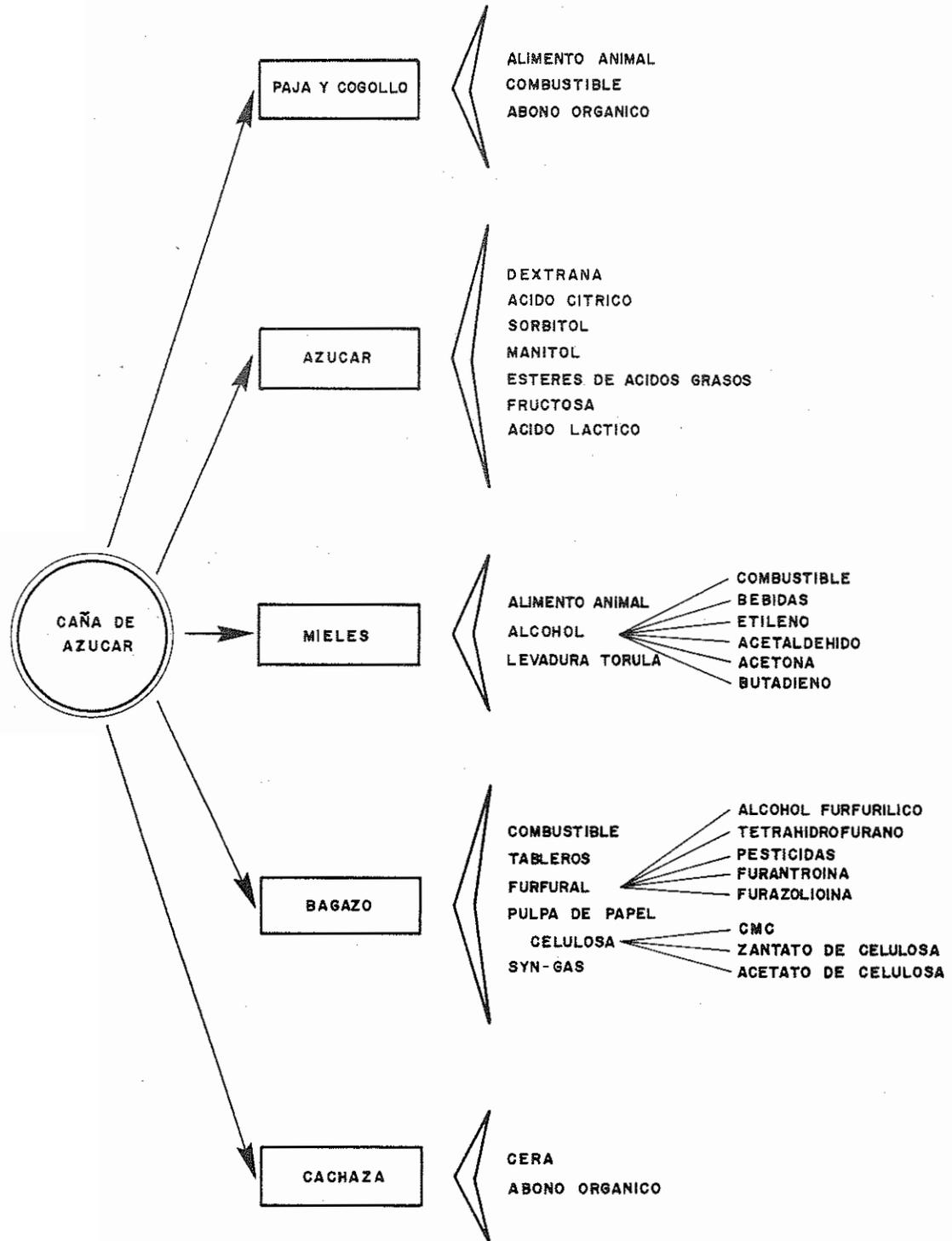
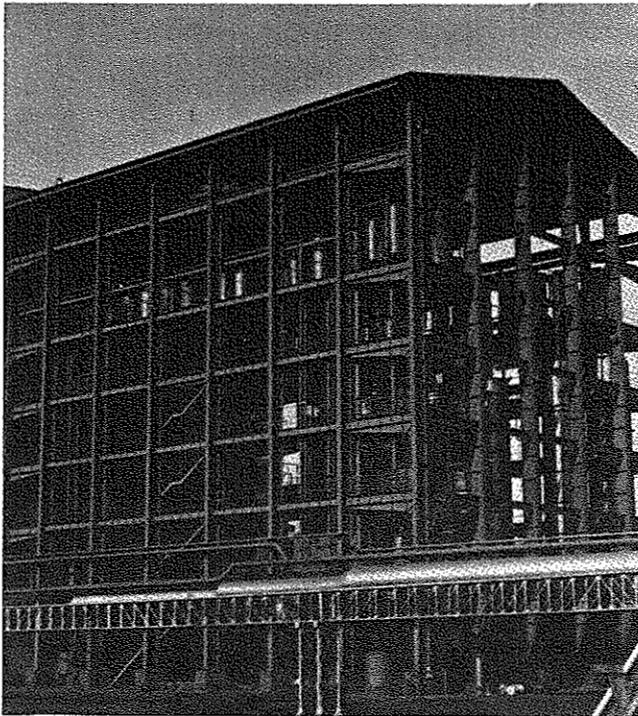


FIG. 4



En los últimos tiempos en el Brasil se ha entanzado el uso de alcohol como combustible.

En los últimos tiempos en el Brasil se ha hecho énfasis en este uso como sustituto de la gasolina, ya en la II Guerra Mundial ésta utilización fue experimentada con buenos resultados posteriormente fue descontinuados en la mayoría de los países por no poder competir con los derivados del petróleo.

Una desventaja de esa tecnología es el alto consumo de combustible: 0.5 tm/tm de alcohol. Sin embargo una integración energética adecuada entre la fábrica de azúcar y la destilería de alcohol pueden disminuir significativamente estos consumos.

Una alternativa tecnológica sobre la cual se hace mucho énfasis es a partir de la caña, lo cual significa sembrar caña para esos fines.

Los productos químicos derivados del alcohol son ampliamente conocidos: acetaldelido, etileno, acetona, butadieno, etc. Todos los cuales son a su vez materia

prima de otras industrias como son: polietileno, poliestireno, acetato de celulosa, metilisobutil cetona, etc. Este derivado de la miel o la caña de azúcar es una alternativa que puede hacer frente a los déficit de alcohol de la industria petroquímica producto de las crisis energéticas.

Otros productos que se obtienen a partir de las mieles por vía fermentativa son: Butanol, acetona, ácido láctico, ácido acético, lisina, ácido glutámico, ácido cítrico, etc., los cuales son utilizados como materia prima en la industria alimenticia y química.

Derivados de la cachaza

La cachaza es el residuo que se obtiene en la etapa de clarificación del jugo de caña en la tecnología de producción de azúcar crudo. El uso tradicional que ha tenido es como abono en la siembra y cultivo de la caña. Su alto contenido de fósforo (P_2O_5 - 3-5%) y de materia orgánica, la ha hecho siempre atractiva para esa utilización.

Como materia prima industrial se ha dedicado a la producción de cera. Algunas instalaciones industriales han estado en operación en otros tiempos. En Cuba existe una planta fuera de operación, para la producción de cera cruda.

Sucroquímica

El término sucroquímica abarca todos aquellos productos derivados del azúcar. De este producto de la caña se ha logrado obtener un gran número de productos que sirven como materia prima de la industria química y alimenticia. Los principales usos son como tensoactivos, plásticos, plastificantes, aditivos alimenticios y farmacéuticos. Manitol, sorbitol, dextrana, ácidos grasos y ésteres, ácido aconítico, ácido cítrico, ácido láctico, frutosa, etc.; son algunos de una gran familia de derivados.

El desarrollo industrial de estos derivados, ha sido sin embargo muy limitado, debido fundamentalmente a la competencia de los derivados del petróleo. Es de esperar que en un futuro según se agudice el problema del petróleo, esta línea de derivados, cambie sustancialmente su status actual.

POTENCIALIDAD ENERGETICA DE LA CANA DE AZUCAR

En los párrafos anteriores, se ha resumido las posibilidades que tiene la caña de azúcar, de contribuir a la solución de los problemas, que se derivan de la crisis energética. Tanto como energético o como fuente de materia prima la caña de azúcar es un recurso renovable, con una potencialidad no aventajada hasta el momento por otras biomásas.

Los volúmenes de producción mundial, lo difundida que se encuentra su producción, sobre todo en los países sub-desarrollados, y la experiencia acumulada en su tecnología, le añaden atractivos, que la convierten de materia prima productora de azúcar que es su status actual, en un recurso renovable que puede con-

tribuir significativamente al desarrollo industrial, sobre todo de los países sub-desarrollados no productores de petróleo, que por lo general coinciden en tener condiciones para el cultivo de esta biomasa.

La diversidad de productos que se pueden obtener a partir de la caña así como sus posibilidades energéticas, hacen de ella una opción atractiva para el desarrollo industrial relativamente al margen de la crisis energética.

A manera de ilustración, del significado de esta expresión nos vamos a referir a un caso de aprovechamiento integral de la caña de azúcar, en el cual se obtiene una serie de productos y se auto-abastece energéticamente sus producciones.

PRODUCCION DE DERIVADOS Y CONSUMO ENERGETICO

Producto	Producción MTM		Mat.Prima MTM	Combustible Elect. MTM	10 ³ Mw-h
Alcohol	225	Miel	900	127	67,5
Lev. Torula	60	Miel	240	42	78,0
Ac. Cítrico	5	Miel	20	8	19,0
Papel Imp. & Esc.	150	Bag.	840	105	90,0
Papel Periodico	45	Bag.	150	19	67,5
Pulpa para Disolver	36	Bag.	500	9,4	7,8
Tableros de Partículas	150	Bag.	635	19,0	52,5
Furfural	15	Bag.	370	—	11,2

Consumo Total

Miel = 1160 MTM Petróleo Combustible = 329,4 MTM

Bagazo = 2495 MTM Electricidad = 393,5 X 10³ Mw-h

El modelo del sistema, a que hacemos referencia se concibe de forma, que el central azucarero suministre la materia prima (miel y Bagazo) para las industrias derivadas y además la energía eléctrica que consumen. La energía equivalente del petróleo requerido es suministrada por: el meollo que se obtiene en el desmulado del bagazo, tratamiento obligado a que se somete cuando es dedicado a pulpas papeleras y tableros y aprovechamiento de parte de la paja y el cogollo dispone en la cosecha de la caña.

Para estos combustibles hemos asumido que su eficiencia de combustión por sus características físicas es un 85% de la que se logra actualmente con el bagazo.

— Caña Completa (caña molible / hojas / cogollo)	51,500 MTM
— Bagazo:	
Requerido	2,495
Disponible	10,800
— Miel:	
Requerida	1,160
Disponible	1,160
— Azúcar Producida	3,800
— Cachaza Producida	1,500
— Paja y Cogollo	
Disponible	12,800
Requerida (combustible)	1,700
— Meollo	
Disponible	600
Requerida (combustible)	600
— Energía Requerida:	
Electricidad	394 x 10 ³ Mw-h
Aceite Combustible	329,4 MTM
— Energía Marginal de la Producción de Azúcar	
Electricidad Marginal	394 x 10 ³ Mw-h

De acuerdo con esa concepción, es necesario producir 3,8 millones de toneladas de azúcar, con una eficiencia térmica que permita obtener un 23% de su bagazo como sobrante, para ser utilizado como materia prima y además energía eléctrica marginal en una

cuantía de 10 kw-h/tm de caña molible. Ese nivel de eficiencia térmica, no es difícil lograr en la industria azucarera De Armas (11) reporta niveles de 47 kw-h/tm de caña molible y 18% de bagazo sobrante con consumos de vapor en proceso de 37% en base a la caña molible y con presiones de vapor de 78 atm. Disminuyendo la presión adecuadamente se puede obtener la energía eléctrica requerida e incrementar el bagazo sobrante hasta un 23%.

El meollo que se obtiene de la preparación del bagazo dedicado a pulpas papeleras y tableros representa un 30% del consumo de bagazo indicado y es utilizado como combustible totalmente. Sin embargo debemos resaltar que este sub-producto, en nuestra opinión tiene mejor utilización como alimento animal, no obstante haberlo considerado en este esquema como combustible. En Perú y México existen actualmente calderas instaladas que utilizan meollo como combustible principal y adicionalmente aceite combustible con el objeto de asimilar las variaciones de humedad de este material.

La paja y el cogollo que se necesita como combustible, representa un 13% de lo producido en la cosecha de la caña requerida. Se reporta que una cosechadora de caña (13), con modificaciones adecuadas puede recobrar un 20%; otra alternativa se basa en los centros de acopio de caña del tipo que se utiliza en Cuba. Por supuesto esta alternativa no se encuentra disponible para su aplicación inmediata, estudios con el objetivo de desarrollar tecnologías que permitan disponer de este sub-producto como combustible se llevan actualmente en el ICIDCA.

La caña que se necesita producir en este modelo requiere de 515 mil ha de terreno dedicado a la siembra y cultivo, y consume 205 mil tm de aceite combustible en su producción el cual pudiera ser satisfecho por la paja y el cogollo restante si este se dedicara totalmente ser consumido como combustible.

El modelo seleccionado no es el único y existen otras combinaciones de productos que de acuerdo a las limitaciones técnicoeconómicas de cada país pueden complementar los requerimientos de un desarrollo industrial con una mínima afectación por la crisis energética.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Perspectivas del Aprovechamiento de la Energía Solar en Cuba
Berriz L.
Investigaciones sobre la utilización de la Energía
Sd. Academia. Oct. 1979
- (2) The Growing of Sugar Cane
Humbert P.R.
Ed. Elsevier Publishing Co. 1962
- (3) Recoverable energy from the forests
Blankenhorn, P.R., Bowersex .W., Murphey W.K.
Tappi Vol. 61 N° 4 April 1978
- (4) 'Yearbook of Forest' Products
FAO 1975
- (5) Botánica de la Caña de Azúcar
Dillowijin C. Van
Edición Revolucionaria
Instituto del Libro
- (6) Riego por Aspersión, su Aplicación en la Caña de Azúcar
Gpo. de Investigaciones Hidráulicas INRA
Instituto del Libro 1968
- (7) Experiencias en Planes de Reposición de Cepas y Cultivo de la Caña de Azúcar
Del Prado N.
1r-Forum Azucarero Nacional
Academia de Ciencias, La Habana 1965
- (8) Sugar Cane: Energy Relationships with Fossil Fuels
Hudson J.C.
Sugar Journal Oct. 1975
- (9) Suministro de Bagazo a las Fábricas de Derivados y Eficiencia Térmica de las Fábricas de Azúcar
De Armas, C., López, P.
Cuba Azúcar p. 42 Abril
Cuba Azúcar p. 42 Abril/Junio 1978
- (10) Energía Marginal en la Producción de Azúcar de Caña
De Armas, C., Pérez, L., López, P.
Seminario Racionalización Energética de la Industria de Azúcar de Caña
Organización ONUDI, OLADE, GEPLACEA
Septiembre 1980
- (11) La Caña de Azúcar y la Crisis Energética
López, P., De Armas, C.
Seminario "Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar"
Organización GEPLACEA-ICIDCA
La Habana 1978
- (12) Alcohol Etílico, el Combustible Automotor del Futuro
Kampen W.H.
Azúcar y Diversificación p. 24 N° 38 Agosto 1979
- (13) La Industria de la Caña de Azúcar en el marco de la Crisis Energética
López, P., De Armas, C.
Caribbean Consultations on Energy and Agriculture
Sto. Domingo 1978
- (14) Progress of Taiwan Sugar Co. Engineering
Taiwan Sugar Journal
Vol 23 N° 2, 1976

OLADE INFORMA

SE REALIZO XI REUNION DE MINISTROS DE LA ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA



Mesa directiva del acto inaugural de la XI Reunión de Ministros de OLADE, efectuada en Bogotá. Constan el Canciller colombiano, el Ministro de Energía y Minas de Colombia, el Secretario Ejecutivo de OLADE, el Secretario General del SELA, el Secretario General de la CEPAL y autoridades de la Reunión.

En Bogotá-Colombia, se efectuó la XI Reunión de Ministros de Energía de los países miembros de la Organización Latinoamericana de Energía OLADE.

La reunión, que se realizó durante los días 28 y 29 de noviembre de 1980, contó con la asistencia de delegaciones de los siguientes países:

Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

Delegaciones de las Repúblicas de Argentina y Francia participaron como países observadores. Además, asistieron como observadores representantes de los siguientes Organismos Internacionales:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial, Comunidad del Caribe (CARICOM), Comunidad Económica Europea (CEE), Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Conferencia de las Naciones Unidas de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, Secretaría de Integración Económica de Centro América (SIECA), Organización de Estados

Americanos (OEA), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI).

Durante la sesión inaugural intervino el Ministro de Relaciones Exteriores de Colombia, Dr. Diego Uribe Vargas, quien en nombre del Excmo. Sr. Presidente de la República de Colombia, dio la bienvenida a las delegaciones participantes.

Intervino también el Secretario Ejecutivo de OLADE, Gustavo Rodríguez Elizarrarás, quien destacó la trascendencia de la Reunión en relación a las circunstancias que atraviesa el desarrollo energético en el continente.

El Ministro de Minas y Energía de Colombia, ingeniero Humberto Avila Mera, y el Secretario Encargado de Industrias y Comercio de la República Dominicana, Dr. Francisco José Castillo fueron nombrados Presidente y Vicepresidente de la Reunión, respectivamente.

La Reunión aprobó el siguiente temario para su desarrollo:

1. Elección de la Mesa
2. Aprobación de la Agenda
3. Discusión de la Problemática Energética de América Latina
 - Desarrollo de aspectos de cooperación energética en América Latina
 - Presentación del Documento de Eio, propuesta de Brasil, Colombia, México y Venezuela.
4. Informe de la X Junta de Expertos
5. Informe Anual del Secretario Ejecutivo
 - Reporte Técnico y Avance Financiero 1980
 - Dictámenes Auditoría Externa OLADE 1979 y CEE 1979-80
6. Asuntos Generales
7. Fecha de la XII Reunión de Ministros y Sede de la XIII Reunión de Ministros.
8. Lectura y aprobación del Informe Final.

La Reunión aprobó 17 decisiones referentes a los puntos del temario, entre las que cabe destacar la convocatoria a la II Reunión Extraordinaria de Ministros de OLADE, que se efectuará el Lima-Perú, en el transcurso del primer trimestre de 1981, para tomar una decisión respecto a una "Estrategia para OLADE en la década del 80".

De otra parte se destaca la resolución denominada "Compromiso de Bogotá", cuyo texto reproducimos en esta misma sección.

La Reunión señaló el mes de octubre de 1981 como fecha para la realización de la XII Reunión de Ministros de OLADE, en Santo Domingo República Dominicana, y designó a Montevideo-Uruguay como sede de la XIII Reunión de Ministros.

En la sesión de clausura, a nombre de las delegaciones asistentes hizo uso de la palabra el señor Ministro de Recursos Naturales y Energéticos del Ecuador, economista César Robalino Gonzága, expresando su reconocimiento al Gobierno y Pueblo de la República de Colombia por las atenciones recibidas, así como a la Secretaría Permanente de OLADE por el esfuerzo realizado para el mejor desarrollo de esta Reunión de Ministros.

COMPROMISO DE BOGOTÁ

LA XI REUNION DE MINISTROS

Tomando en cuenta las determinaciones expresadas en el Convenio de Lima y en la Declaración de San José, así como la resolución XI/D/063 relativa al Documento de Río y el momento energético mundial que enfrentan los países de la región,

DECIDE:

1. Recomendar que los Estados Miembros realicen los esfuerzos necesarios tendientes a la racionalización de la producción y el consumo de energía. Para ello, los Países Miembros de OLADE procurarán:
 - a. Adoptar medidas eficaces de economía de la energía, pudiendo la Secretaría Permanente o los Países Miembros prestar asistencia técnica a aquellos que la requieran; y
 - b. Promover la sustitución creciente de los hidrocarburos extraregionales por otras fuentes de energía nacionales y regionales, renovables o no, apoyando los esfuerzos de los Estados Miembros en ese sentido y fomentando un mercado latinoamericano de energía.
2. Que a partir de los parámetros de sus respectivos programas y políticas nacionales de energía, los Países Miembros hagan sus mejores esfuerzos para aumentar la cooperación energética en lo que se refiere a suministros, transferencia de tecnología, inversiones y desarrollo técnico y científico, todo ello enmarcado dentro de una cooperación económica integral, equilibrada y de beneficios recíprocos, que atenderá al grado de desarrollo relativo de los respectivos países.
3. Que ante situaciones conyunturales que provoquen condiciones críticas en materia energética se instrumenten programas de emergencia tendientes a solucionar los problemas de los países de la región, iniciando dichos programas con los países de la región de menor desarrollo relativo. Al efecto se convocará a una reunión de expertos en 1981 que inicie el estudio sobre las posibles modalidades de los programas mencionados.

OLADE REALIZO III SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE DESARROLLO Y EXPLOTACION GEOTERMICOS

Entre el 13 y el 17 de octubre y con la participación de un centenar de expertos de los organismos gubernamentales y privados más representativos del medio geotérmico latinoamericano e internacional, se realizó en Méjico el III Seminario sobre Desarrollo y Explotación Geotérmica.

Este encuentro de alto nivel científico, coorganizado por OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) y la Comisión Federal de Electricidad de México (CFE), tuvo como escenario la localidad del Cerro Prieto, en Baja California, uno de los mayores centros mundiales de desarrollo de esta fuente de energía no convencional.

El objetivo de la cita fué revisar y aprobar la metodología regional de exploración y explotación de campos geotérmicos elaborada por OLADE, culminando así un estudio de tres años consecutivos, que tiende a dar a esta fuente alterna una significativa participación dentro de la oferta energética global de la región hacia fines del presente siglo.

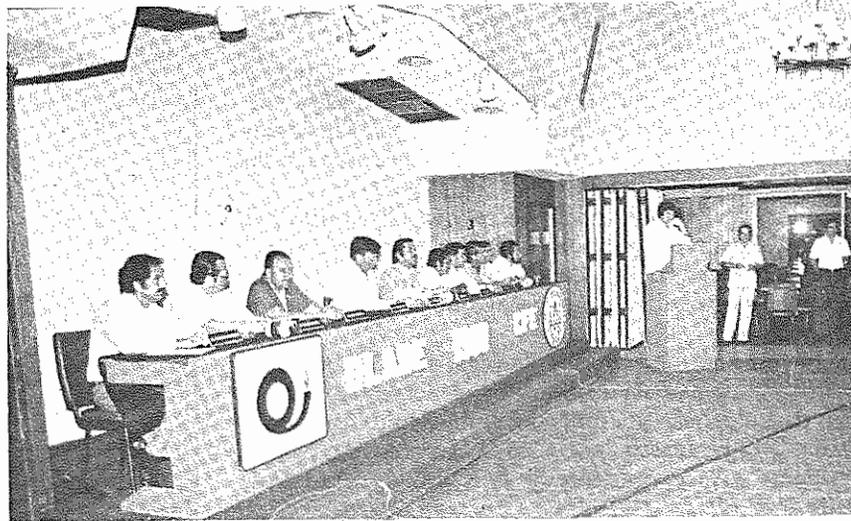
El programa y la metodología impulsados por el organismo regional permitiría en la presente década el desarrollo de plantas geotermoelectricas en no menos de 10 países de América Latina, que contribuirían a disminuir sensiblemente la dependencia actual del petróleo y sus derivados, en la generación de energía eléctrica.

POTENCIALIDAD GEOTERMICA

Se estima que América Latina, en general, es una de las áreas más ricas del mundo en recursos geotérmicos. Atravesada por el "cinturón de fuego" del Pacífico, la región presenta condiciones geológicas y de volcanismo, de formación reciente, particularmente atractivas.

Los efectos de esta baja, que se prolongan hacia el sector atlántico, favorecen con estas mismas características a Colombia, Venezuela y Pequeñas Antillas.

En la región, México es el país que



Gustavo Rodríguez Elizarrarás, Secretario Ejecutivo de OLADE interviene en el desarrollo del III Seminario Latinoamericano sobre Desarrollo y Explotación Geotérmica realizada en México.



Vista parcial de los participantes en el Seminario.

inició la búsqueda del calor de la tierra, a mediados de la década de los cincuenta. Actualmente existen actividades intensivas de exploración y desarrollo geotérmico en Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Bolivia y Argentina y se han iniciado estudios preliminares en Panamá, Colombia y Venezuela. Nicaragua y Chile instalarán pronto sus primeras unidades, con una capacidad aproximada de 30 MW. Por su parte, El Salvador construye la tercera unidad de 30 MW para alcanzar en su campo de Ahuachapán una capacidad instalada de 90 MW, mientras que México proyecta un ambicioso plan de extensión geotérmica en Cerro Prieto, que se alcanzará una capacidad instalada de 420 MW en 1982.

Según los estudios efectuados por OLADE, en una mayoría de países latinoamericanos, especialmente aquellos de baja generación eléctrica, una combinación adecuada entre la hidroelectricidad y la geotermia sustituiría en un apreciable porcentaje a los hidrocarburos como fuente de generación termoelectrica.

Tal sería el caso de los países centroamericanos y, eventualmente, de los del Caribe y algunos sudamericanos como Bolivia y Ecuador, que cuentan con una capacidad instalada de 576 y 1000 megawatts (MW), respectivamente. En la actualidad, el ejemplo de El Salvador, país que por medios geotermoelectricos genera el 33% del total de su energía eléctrica, ilustra

de manera real las generosas expectativas de uso de este recurso.

METODOLOGIA REGIONAL

Con la metodología de exploración y explotación geotérmica puesta a consideración de este seminario, culmina el trabajo de 3 años consecutivos iniciado por OLADE con la elaboración de dos documentos parciales correspondientes a la etapa exploratoria (fases de reconocimiento y prefactibilidad y de factibilidad), ratificados por el I y II Seminarios Latinoamericanos en la materia, que se realizaron en Ecuador y El Salvador en 1978 y 1979, respectivamente.

Esta metodología se ha definido como de inspiración genuinamente Latinoamericana", por cuanto se ajusta al medio ambiente geológico de la región y está formulada sobre la base de una selección y combinación de técnica fácilmente adaptables a las condiciones y características locales de cada país, de acuerdo al resultado exitoso de una cierta cantidad de proyecto geotérmico ejecutados en áreas de volcanismo reciente en México, Centro América e Italia, principalmente. Ello ha permitido ya efectuar estudios de reconocimiento en Ecuador, Haití, Perú y República Dominicana.

El desarrollo de las jornadas de Cerro Prieto fue presidido por el Secretario Ejecutivo de OLADE Gustavo Rodríguez Elizarrarás y por el Director General de la CFP, Alberto Escofet Artigas. Participan en este seminario expertos de Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela y, así mismo representantes de Estados Unidos, Nueva Zelanda, Francia, Italia y Gran Bretaña y observadores de entidades especializadas del sector privado internacional.

OLADE REALIZO I SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS



Los arroyos, canales y pequeñas caídas de agua que surcan y adornan la rica geografía de Latinoamérica, podrían convertirse también en inagotable. "manantial de energía" futura en la región, para satisfacer pequeñas demandas locales.

Con este alentador pronóstico, expertos de 14 países participaron en el 1er. Seminario Latinoamericano sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, realizado por OLADE (Organización Latinoamericana de Energía), e INECOL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica).

Al evento, que se desarrolló hasta el 7 de noviembre en la localidad de Girardot, próxima a Bogotá, asistieron medio centenar de delegados, en representación de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela. Participaron además, observadores de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

En el Seminario se propusieron acciones específicas a nivel regional y nacional para el aprovechamiento óptimo del potencial hidroenergético en pequeña escala, mediante el desarrollo e implementación de

pequeñas centrales hidroeléctricas (P.C.H.) en áreas rurales.

El conocimiento sobre la realidad y las perspectivas de desarrollo de este recurso en los diferentes países fue otro de los temas que se analizaron, basado en los estudios técnicos y la información existente.

ALTERNATIVA RURAL

El problema no es la falta de energía, sino el tipo de energía que se usa y cómo se emplea.

De acuerdo a este principio, el problema de dotación energética a las zonas rurales se ubica no sólo en el contexto de la coyuntura energética actual, sino, principalmente, "como elemento de impulso a las zonas marginadas de la economía rural"

Como una respuesta a las necesidades básicas de energía de esa vasta comunidad regional, OLADE impulsa desde 1979 un programa específico para el desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroenergéticas, con carácter de "proyectos de inversión", en América Latina. El mismo forma parte de una programación sectorial en orden a establecer "un modelo de aprovechamiento energético que ponga en juego la potencialidad de todos los recursos autóctonos disponibles en la región y que, hasta hoy, no han sido explotados en un contexto de planificación integral".



América Latina tiene una larga tradición en el desarrollo de las P.C.H. ya que desde fines del siglo pasado se comenzaron a instalar y durante la primera mitad de este siglo se realizaron algunos esfuerzos pioneros en el desarrollo de su tecnología.

Estas pequeñas unidades de fuerza se definen como "una instalación donde se utiliza la energía hidráulica para generar reducidas cantidades de electricidad hasta 5.000 Kw. aproximadamente, por medio de uno o más conjuntos o grupos de turbina-generator".

Como su objetivo es abastecer un mercado eléctrico de características rurales y hasta cierto nivel de población, la instalación de plantas de este tipo ofrece ventajosas características funcionales. En relación con otras fuentes no convencionales, no sólo cuenta con tecnologías ya desarrolladas y al alcance de todos los países sino que, además, permite la participación de mano de obra y material de construcción autóctonas.

APORTE SOCIAL

Se estima que la expansión del uso masivo de estas plantas micro-generadoras traerá aparejada una difusión importante del servicio eléctrico, que en América Latina, en su conjunto, sólo alcanza el 50 por ciento de la población.

En cuanto al sector rural, se sabe que esta prestación es de escasa significación, estimándose en promedio que no más del quince por ciento de su población está relativamente abastecida.

Las alternativas de solución que ofrece el programa propuesto por OLADE para el desarrollo de minicentrales hidroeléctricas son amplias y promisorias. En primer término, permitirán crear las condiciones de una infraestructura en educación, salud, vivienda y telecomunicaciones, mediante el empleo del recurso hidroenergético en pequeña escala en la generación de alumbrado público y privado, incluyendo artefactos domésticos.

Luego, en el mejoramiento de la producción agrícola al permitir el surgimiento de pequeñas agroindustrias, tales como los moli-

nos, plantas concentradoras, bombeo de agua y otros servicios.

Conforme a estos objetivos, los expertos participantes en el Seminario de Bogotá analizaron también otros dos frentes de acción propuestos: la investigación, desarrollo y transferencia de tecnología para la fabricación de determinados equipos, el intercambio de información en esta materia y, el desarrollo mismo del programa, mediante la evaluación de recursos y demandas, aplicación de planes pilotos y capacitación técnica.

El 1er. Seminario Latinoamericano sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas fue inaugurado por el Ministro de Minas y Energía de Colombia, Humberto Avila Mora, conjuntamente con el Secretario Ejecutivo de OLADE, Gustavo Rodríguez Elizarrarás y el Gerente General de ICEL, Carlos Rodado.

La coordinación del evento estuvo a cargo de Enrique Indacocha, Jefe del Programa de P.C.H. de OLADE y de Alfonso Palomino, asesor de la Gerencia de ICEL.



OLADE PROMUEVE EXPLOTACION DE URANIO EN AMERICA LATINA CON FINES ENERGETICOS

Con un modesto papel en el concierto mundial, el desarrollo nuclear de América Latina tiende a asegurar su despegue con la intensificación de las actividades exploratorias de uranio.

El interés creciente de la región por impulsar la búsqueda del estratégico mineral radioactivo, no es otro que su valor energético, avallado por la demanda prevista ante el crecimiento mundial y regional de la nucleoelectricidad, como principal fuente futura de energía eléctrica.

Con estas motivaciones, la organización Latinoamericana de Energía (OLADE) invitó a connotados expertos de la región y representantes de la Organización para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina (OPANAL) y la

Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) a participar en el I Grupo de trabajo para analizar una metodología para la exploración de uranio en los países miembros de OLADE, la cita se efectuó en Chihuahua - México, entre el 20 y el 25 de Octubre del presente año.

La reunión elaboró las bases de una metodología regional para la exploración del uranio y de un sistema para la cooperación y el intercambio de información entre los 25 países miembros de OLADE sobre esta materia. Al mismo tiempo, estudió la elaboración de un diagnóstico regional de grandes áreas inexploradas y el análisis de las proyecciones de la exploración uranífera.



Participantes en el I Grupo de trabajo sobre Uranio

PERSPECTIVAS URANIFERAS

Los recursos de uranio conocidos actualmente en América Latina representan un pequeño porcentaje de las reservas mundiales. En las series estadísticas figuran solamente Argentina y Brasil, con 23.000 y 62.000 toneladas de reservas "aseguradas". Por el momento la única planta nuclear de potencia en operación en el continente es la de Atucha, Argentina. Otras instalaciones se construyen en Córdoba también en ese país; en Laguna Verde (Veracruz), México y en Angra dos Reis, Brasil.

No obstante esta situación, en opinión de los expertos hay grandes posibilidades de encontrar depósitos de uranio en varias áreas geológicas de Argentina y Brasil, así como en Colombia y Venezuela, en los conglomerados y areniscas de las rocas proterozoicas de los macizos Guayanés y del Guapure.

También se consideran con buenas perspectivas para hallar uranio algunas de Bolivia y Perú, en las capas rojas del mezozoico de la Cordillera Central y en los sedimentos terciarios, a todo lo largo de las cordilleras y áreas submarinas andinas, así como la posible

existencia de depósitos de venas uraníferas en Chile, Ecuador, Guatemala, Jamaica y Puerto Rico.

Las exploraciones realizadas a la fecha han dado como resultado el hallazgo de yacimientos de uranio en México, Brasil, Argentina y la existencia de inicios en el norte de Chile, en Bolivia y en Colombia.

LIMITACIONES Y VENTAS

La promesa contenida en los "átomos para la paz" se proyecta no sólo hacia el bienestar colectivo de la región en los campos de la medicina y la agricultura. Con el tajante aumento del petróleo desde 1973, el combustible nuclear se vislumbra como una seria fuente competitiva frente a los hidrocarburos, especialmente en la generación de electricidad para los años venideros.

Según los expertos, una tonelada de uranio 235 (el isótopo que sustenta la reacción en cadena de la fisión atómica) puede producir vapor suficiente para generar electricidad, durante un año, a una ciudad de medio millón de habitantes.

La búsqueda de uranio, materia prima de la nucleoelectricidad, conlleva sin embargo algunas limi-

taciones que los expertos reunidos en Chihuahua están considerando.

Su proceso de exploración comprende cuatro etapas -programación, prospección, evaluación y cuantificación-, que para cubrir las totalmente requiere de 7 a 8 años. Este plazo puede extenderse a 15 años hasta llegar a explotar y beneficiar el producto mineral.

Al examinar las oportunidades que existen en la región para evaluar y desarrollar sus recursos de uranio, también se ha tomado en cuenta la escasez de personal latinoamericano adecuadamente capacitado y en cantidad suficiente, así como la necesidad de realizar, por parte de los países, una rigurosa planificación estatal en lo que respecta a las cuantiosas inversiones financieras a que obligan estas actividades exploratorias.

Con estos antecedentes, el grupo de trabajo de OLADE delineó diversas acciones de cooperación y coordinación orientadas, principalmente, al desarrollo de esta clase de energía, mediante un impulso decisivo de la exploración del uranio, como su principal insumo.

Como producto de esta reunión OLADE ha puesto en circulación el documento preliminar "Metodología para la Exploración de Uranio en los países de OLADE".

OLADE REALIZO PRIMER CURSO LATINOAMERICANO DE BALANES ENERGETICOS

El Secretario Ejecutivo de OLADE interviene durante el desarrollo del I Curso Latinoamericano de Balances Energéticos.



Entre el 9 y el 12 de diciembre de 1980, la Organización Latinoamericana de Energía realizó en Lima-Perú, el Primer Curso Latinoamericano de Balances energéticos.

El evento que contó con el auspicio del Ministerio de Energía y Minas del Perú fue inaugurado por el Secretario Ejecutivo de OLADE, Gustavo Rodríguez Elizarrarás, quien reafirmó la decisión de incentivar la acción de la Secretaría Permanente en el área de balances energéticos por ser un tema de especial trascendencia y prioridad en América Latina.

En el curso participarán 48 especialistas de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México,

Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Asistió, además como observador, un representante de la República Federal de Alemania.

Se puede mencionar como principales resultados de este curso, la aceptación de la Metodología de OLADE para la elaboración de balances energéticos y el compromiso de los países participantes de continuar los trabajos en esta área o en su defecto de estructurar los grupos nacionales de trabajo en el campo de los balances energéticos.

De otra parte, OLADE ratificó su deseo de cooperación en términos de asistencia técnica a los grupos nacionales que trabajen en esta área con el objetivo de elaborar balances nacionales que coadyuven a la elaboración de un balance energético regional.

El programa de trabajo del Primer Curso Latinoamericano de Balances Energéticos fue el siguiente:

PROGRAMA

DICIEMBRE 8 — Lunes

10: — 19:00 Bienvenida, inscripción de asistentes y registro en sus respectivos hoteles.

DICIEMBRE 9 — Martes

09:00 — 10:00 Sesión Inaugural

10:00 — 10:30 Receso.

10:30 — 11:30 Presentación del Programa Regional de Balances Energéticos.

11:30 — 12:30 Aspectos Generales del Balance.

14:00 — 15:00 Situación actual en América Latina y el Caribe.

15:00 — 16:00 Estructura General del Balance.

16:00 — 16:30 Receso.

16:30 — 18:00 Estructura General del Balance.

20:00 Cena ofrecida por la Organización Latinoamericana de Energía.

DICIEMBRE 10 — Miércoles

09:00 — 10:30 Presentación y Guía General para la Elaboración del Balance.

10:30 — 11:00 Receso.

11:00 — 12:30 Presentación y Guía General para la Elaboración del Balance.

14:00 — 16:00 Tratamiento de la información.

16:00 — 16:30 Receso.

16:30 — 18:00 Energías no Comerciales.
Noche libre.

DICIEMBRE 11 — Jueves

09:00 — 10:30 Energías no Comerciales.

10:30 — 11:00 Receso.

11:00 — 12:30 Unidades.

14:00 — 16:00 Análisis de Resultados.

16:00 — 16:30 Receso.

16:30 — 18:00 Análisis de Resultados.
Noche libre.

DICIEMBRE 12 — Viernes

09:00 — 10:30 Ejemplo práctico de realización de balances: Caso Ecuador.

10:30 — 11:00 Receso.

11:00 — 12:30 Ejemplo práctico de realización de balances: Caso Perú.

14:00 — 15:00 Demanda futura de Energía en el Tercer Mundo.

15:00 — 16:00 Energía en América Latina.

16:00 — 16:30 Receso.

16:30 — 18:00 Discusión general.

18:00 — 18:30 Clausura del Curso.

18:30 — 19:30 Coctel de despedida ofrecido por el Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú.

DICIEMBRE 13 — Sábado

08:30 — 12:00 Visita a las Ruinas Incaicas de Pachacamac. (opcional).

OLADE REALIZO II GRUPO DE TRABAJO SOBRE EXPLORACION, EXPLOTACION Y USO TERMICO DEL CARBON

La Organización Latinoamericana de Energía, realizó, un Rio Turbio-Argentina, entre el 3 y el 7 de noviembre de 1980, el ii Grupo de Trabajo para elaborar la Metodología de Exploración, Explotación y Uso Térmico del Carbón.

En el evento participaron 18 expertos de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela.

El ii Grupo de Trabajo analizó el borrador elaborado por el I Grupo y consideró necesario incorporar los siguientes aspectos:

1. Características generales del Carbón y perspectivas de su utilización energética.
2. Geología General del Carbón y tipos de Yacimientos Carboníferos en América Latina; y, Tecnologías principales de la exploración del Carbón.

Este segundo Grupo de Trabajo elaboró las siguientes conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES

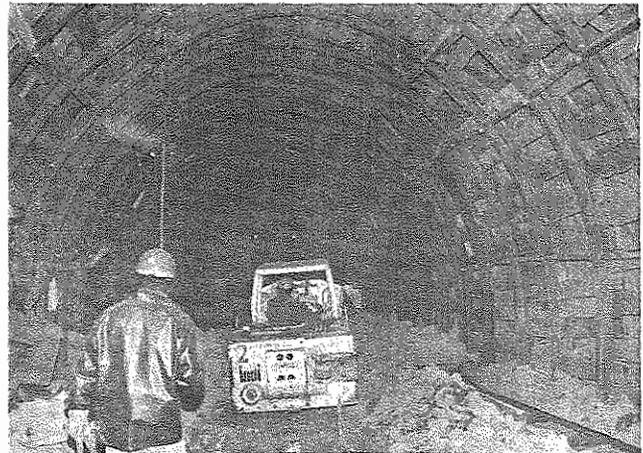
1. La región depende prioritariamente del abastecimiento del petróleo y para satisfacer sus necesidades energéticas requiere del desarrollo de sus fuentes convencionales y no convencionales de energía.
2. El carbón, es un recurso disponible cuyo aprovechamiento racional le convierte en una alternativa evidente para la generación de la energía y otros fines industriales.
3. En la actualidad el desarrollo del carbón es de vital importancia para el futuro abastecimiento de energía en América Latina.
4. En la región no existe un desarrollo significativo de



Participantes en el II Grupo de Trabajo para elaborar la metodología de exploración, explotación y uso térmico del Carbón, durante las deliberaciones del evento.



Los participantes del II Grupo de Trabajo durante una visita a una mina de carbón en el sur argentino.



El carbón será importante fuente de energía para América Latina.

la industria carbonífera debido a la insuficiencia de la exploración de estos recursos y a la falta de personal especializado.

5. En América Latina existe alrededor de 17 países que no tienen posibles evidencias carboníferas, 6 que recién inician los estudios al respecto y 7 que tienen diversos grados de producción.
6. La potencialidad carbonífera de la región, todavía no es suficientemente conocida aún en los países productores y en consecuencia el programa de exploración de carbones iniciado por OLADE tiende a llenar ese vacío y a despertar en los gobiernos la conciencia de la importancia de dar a este asunto un impulso verdaderamente prioritario.

RECOMENDACIONES

1. Impulsar la ejecución del programa regional para la exploración y el uso térmico del carbón, propuesto en estos Grupos de Trabajo.
2. Organizar y coordinar la formación del personal especializado que requiere la exploración y la futura explotación del Carbón en América Latina.
3. Fortalecer las actividades de la Organización en esta materia mediante la institucionalización del proyecto la coordinación de las actividades con los países interesados y los organismos internacionales que desarrollan acciones en este campo, de manera especial, con la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) y el Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero (ILAFSA), que tienen programas específicos al respecto.
4. Para la Reunión del Grupo Asesor y del Seminario Programado por OLADE, es fundamental conseguir la participación de todos los países productores de carbón.
5. Sugerir a la Secretaría Permanente de la OLADE la circulación del borrador de trabajo elaborado, entre los Países Miembros para recoger observaciones sugeridas o cambios que mejoren su estudio.
6. Es necesario tener en cuenta las facilidades y el bajo costo de las exploraciones para la localización y evaluación de los yacimientos de turba y dada la disponibilidad de tecnología relativamente simple para su utilización, se recomienda un programa de estudio específico en los países en donde aun no han sido localizadas reservas de carbón.

Las conclusiones y recomendaciones planteadas, según el criterio de la Secretaría Permanente de OLADE, pueden pasar al análisis del Primer Seminario Latinoamericano de Carbón previsto para 1981 y a la Reunión de Ministros a fin de ser tomados en cuenta en futuros programas concretos de acción.