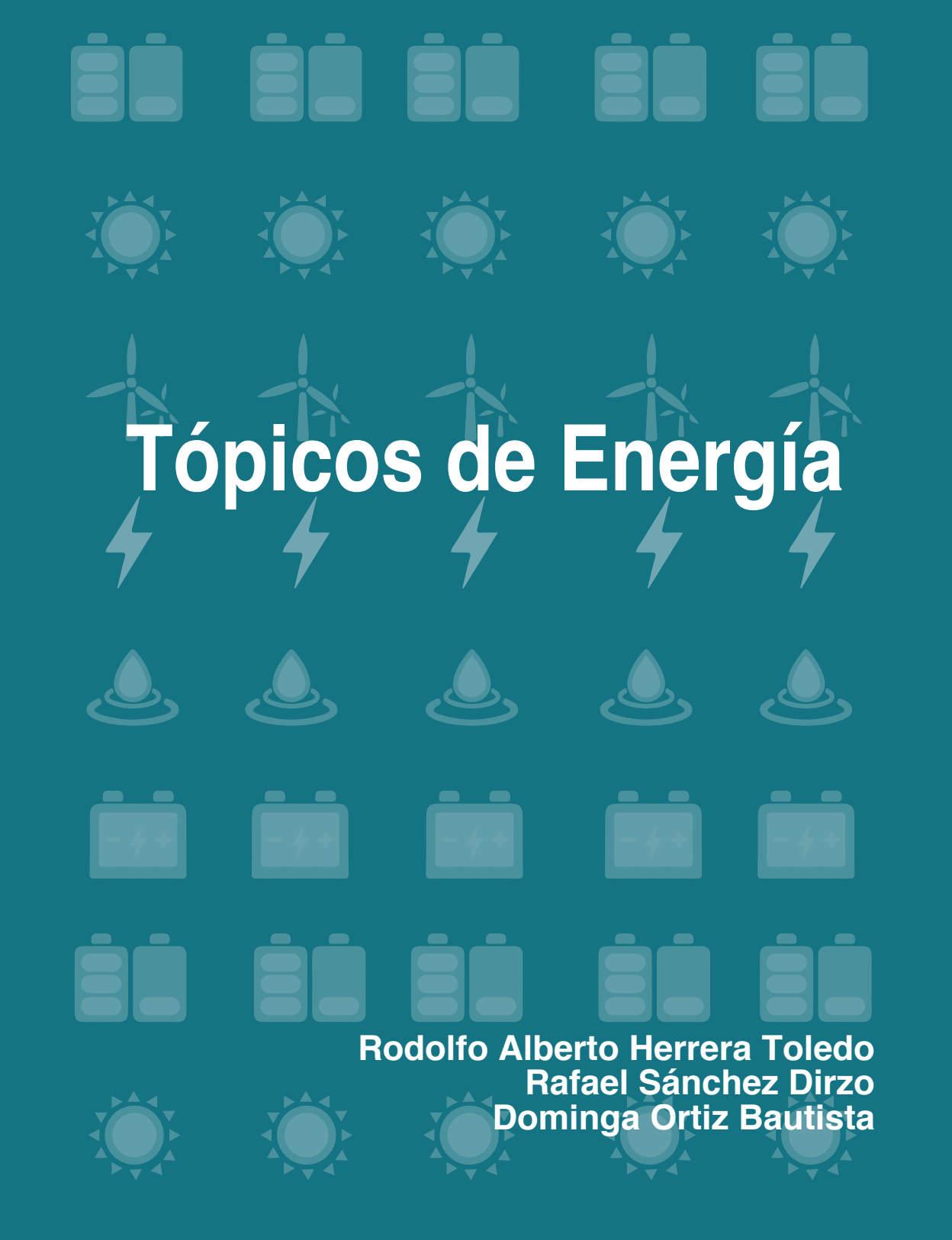


Tópicos de Energía

Rodolfo Alberto Herrera Toledo
Rafael Sánchez Dirzo
Dominga Ortiz Bautista



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



Tópicos de Energía

Rodolfo Alberto Herrera Toledo
Rafael Sánchez Dirzo
Dominga Ortiz Bautista

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza



Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director

Datos para catalogación bibliográfica

Dra. Mirna García Méndez
Secretaría General

Autor: Rodolfo Alberto Herrera Toledo, Rafael Sánchez Dirzo y
Dominga Ortiz Bautista

Dr. José Luis Alfredo Mora Guevara
Secretario de Desarrollo Académico

TÓPICOS DE ENERGÍA

CD. Yolanda Lucina Gómez Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Estudiantil

UNAM, FES Zaragoza, mayo de 2024.

Mtro. Luis Alberto Huerta López
Secretario Administrativo

Peso: 10.6 MB.

Dra. María Susana González Velázquez
Jefa de la División de Planeación Institucional

ISBN: 978-607-30-9076-6

Dra. Rosalva Rangel Corona
Jefa de la División de Vinculación

Diseño de portada y formación de interiores:
Andrea Bonilla Montes.

Dr. David Nahum Espinosa Organista
**Jefe de la División de Estudios de Posgrado e
Investigación**

Este libro fue dictaminado a través del Comité Editorial de la
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y se aprobó en febrero
de 2024.

Lic. Carlos Raziel Leaños Castillo
**Jefe del Coordinación de Comunicación Social
y Gestión de Medios**

DERECHOS RESERVADOS

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del texto o
las ilustraciones de la presente obra bajo cualesquiera formas, electrónicas
o mecánicas, incluyendo fotocopiado, almacenamiento en algún sistema
de recuperación de información, dispositivo de memoria digital o grabado
sin el consentimiento previo y por escrito del editor.

TÓPICOS DE ENERGÍA

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Universidad # 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U.,
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Av. Guelatao # 66, Col. Ejército de Oriente,
Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México, México.



Índice

Presentación	5
Tópicos sobre energía	7
Capítulo 1 La energía en el mundo	8
Capítulo 2 La energía en México	10
Capítulo 3 Eficiencia térmica	13
Capítulo 4 Demanda de energía: Hechos y Tendencias	15
Capítulo 5 Energías renovables	17
Capítulo 6 Cadena de transformaciones de las fuentes renovables	19
Capítulo 7 David J. Rose, Pensando acerca de la energía plenum press, 1986	20
Capítulo 8 Sector energético mexicano	22
Capítulo 9 Balance nacional de energía	24
Capítulo 10 Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía	27
Capítulo 11 CONUEE plan de trabajo 2020-2024	29
Capítulo 12 Nom's de eficiencia energética en México	34
Capítulo 13 Horario de verano	38
Capítulo 14 Programa cien edificios públicos	40
Capítulo 15 Alumbrado público y Servicios municipales	43
Capítulo 16 Transporte 1	46
Capítulo 17 Transporte 2	49
Capítulo 18 Coordinación de promoción regional CONUEE	52
Capítulo 19 Comité interno para el uso eficiente de la energía	55
Capítulo 20 Aplicación de técnicas para la solución de problemas energéticos	57
Capítulo 21 Opciones para una futura industria de gas natural en el Istmo Centroamericano	60
Capítulo 22 Sector energía 1995-2000	63
Capítulo 23 Crítica a “Un sistema de metodologías de planeación”	71

Capítulo 24 Formulación de objetivos para una terna de sistemas energéticos	75
Capítulo 25 Generación y Distribución de vapor	79
Capítulo 26 Cogeneración	83
Capítulo 27 Electricidad: El hidrógeno solar espera su oportunidad	86
Capítulo 28 CHAN K'IIN: Power cycles to generate electricity with hydrogenbase vapor	93
Capítulo 29 Visualización diagramática de tres subsistemas del sector energético	100
Capítulo 30 Eslabones evasivos: energía, valor, crecimiento económico y calidad de vida	101
Capítulo 31 Tecnología y Economía del petróleo, el gas natural y la geotermia	104
Capítulo 32 Energía y Desarrollo económico	113
Capítulo 33 Energía y Desarrollo sustentable	120
Capítulo 34 Sociedad mexicana de hidrógeno	132
Bibliografía	134
Apéndice A	136
Semblanza	146



Presentación

La energía fue, es y será un elemento importante en nuestras vidas, gracias a ella nos iluminamos por las noches, vemos la televisión, funcionan nuestros electrodomésticos, oímos la radio, preparamos nuestros alimentos, nos bañamos con agua caliente y hasta disponemos de aire frío o de calor cuando vivimos en lugares que se requiere de climatización.

Pero además de la importancia que la energía tiene en sí, es fundamental que todos y cada uno de nosotros poseamos una cultura de la energía; esto es, que entendamos lo primordial que es en nuestras formas de vida, que la energía que utilizamos mayormente es no renovable, lo que significa, que algún día se acabará, que su uso conlleva siempre hacia algún tipo de contaminación, debemos conocer todo esto para que les ofrezcamos a las futuras generaciones un mundo mejor.

Nuestro actuar se debe volcar hacia un mejor cuidado y ahorro de la energía, además de un aprovechamiento de fuentes renovables, como puntos fundamentales para que podamos seguir teniendo las comodidades que disfrutamos en la actualidad. Para esto es necesario un proceso de desarrollo de competencias y capacidades que permitan llevar a cabo acciones relacionadas con la energía y que tienen beneficios individuales y colectivos.

Ahora, conocer y entender de energía más a fondo, nos lleva a un sin número de temas: economía, política, geografía, ingeniería, ambiente, entre otros. Estudiar la energía es complejo, ya que debemos saber de dónde proviene, cuáles son sus fuentes, sus precios ¡porque cuesta!, la importancia de que llegue la energía a mi hogar, cómo se genera la electricidad o cómo se extrae el petróleo y el gas, cómo desafortunadamente contaminamos al generar, distribuir y usar la energía y conocer las alternativas de cambio de fuentes de energía hacia unos menos contaminantes, entre otros múltiples aspectos.

Esta compilación que se presenta constituye la culminación de un esfuerzo desarrollado por los autores en el marco de sus estudios de Maestría en Energía en el Departamento de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Nos muestra un sin número de trabajos, tareas y comentarios elaborados por ellos al paso del tiempo y que a Usted lector le

dará cuenta de esta diversidad de la que hablábamos, con la que cuenta el tema de la energía, asimismo le enseñará la conciencia y cultura energética con la que los autores nos expresan sus muy atinados razonamientos.

Esperamos que al término de su lectura Usted sienta esa necesidad, como la tiene el autor o una servidora, por crear y difundir una cultura de la energía, que tanto le hace falta a nuestro país. 

Judith C. Navarro Gómez

Coordinadora de la Especialidad en Energía

Posgrado de Ingeniería UNAM



Tópicos sobre energía

Los tópicos sobre energía es un conjunto de cápsulas de divulgación acerca de las diversas áreas donde la energía es preponderante. De ninguna manera los tópicos propuestos agotan ni con profundidad, diversidad y extensión todos los temas donde la energética sobresale. Es tan sólo una breve introducción dirigida a todos aquellos interesados en la energía como una magnitud física, económica, política, tecnológica y ambiental.

Cada capítulo es independiente y no existe un formato único para la presentación de resultados. La temática está basada en las conferencias, cursos, lecturas, tareas y experiencias desde nuestro paso por la maestría en Ingeniería en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Todos los puntos de vista, datos y errores son responsabilidad de los autores, los que agradecen de antemano a todos los que estén dispuestos a polemizar con el afán de mejorar las futuras presentaciones de este trabajo, mismo que hoy pudiera encontrarse en las manos del algún atento lector y sometido a su inquisitivo cerebro.

Agradecemos la puntual presentación de Judith. Sean bienvenidos pues al mundo de la energía.

Capítulo 1

La energía en el mundo

Definición

Energía. Lo que llamamos energía tiene diversas acepciones y definiciones, en física, energía se define como la capacidad para realizar un trabajo, sin embargo, no siempre se busca realizar un trabajo y con solo producir un flujo térmico podemos relacionarnos en términos generales con la idea de un fenómeno físico o químico para modificar, cambiar, transformar o poner en movimiento una masa, fluido o dispositivo.

Desarrollo

En cada etapa de la historia de la humanidad la energía ha presentado diferentes retos por resolver, imaginemos un día cualquiera que se estima cientos de miles de años a. de c donde los humanos descubren cómo hacer fuego y el cambio de paradigma que eso significó. Posteriormente después de otros miles de años el siguiente suceso relevante es el descubrimiento del uso de carbón para calefacción y cocimiento de alimentos que supone un avance significativo de disponibilidad energética para la humanidad. Pero no fue sino hasta la revolución industrial, con la invención de las máquinas de fuego donde surge la necesidad de fundamentar los conceptos teóricos de tales máquinas, y el concepto fundamental de los sistemas energéticos “La eficiencia”.

No es sino hasta la década de los 70's del siglo pasado con el embargo de los países petroleros que surge la preocupación por la cantidad de energía disponible que tiene la humanidad para seguir realizando actividades tan básicas como las ya mencionadas hechas con carbón, cuántas veces hemos escuchado que el petróleo se agotará en las próximas décadas, y a pesar de ello seguimos teniendo una estructura de consumo de energía basado en esta fuente de energía. La problemática actual de la energía tiene que ver en gran parte con la cantidad de recursos utilizados por la humanidad, recordando que cada vez más personas que habitan este planeta significan más recursos utilizados.

La cantidad de cada una de las fuentes de energía puede observarse en la gráfica mostrada a continuación, donde observamos un periodo de dos siglos hasta llegar prácticamente al año en curso. Vemos claramente cómo el uso de la leña era



prácticamente el **100%** del consumo de energía en la casi totalidad del siglo XIX (alrededor de **7,000 TWh**) iniciando con el uso del carbón dos décadas antes de comenzar el siglo XX donde ya se habían alcanzado los **10,000 TWh**.

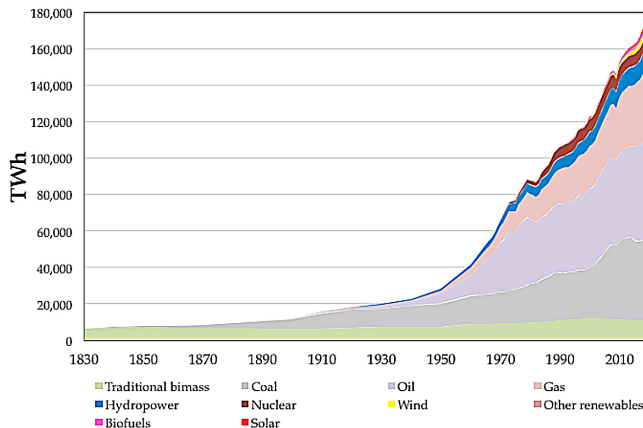


Figura 1. Consumo histórico de energía en el mundo

La barrera de los **20,000 TWh** se supera 50 años después (1930). En los años de la llamada crisis petrolera el valor de consumo era alrededor de los **75,000 TWh**. Con un valor de consumo final de acuerdo con el valor reportado el portal Ourworldindata.org en la sección de energía da **173, 340 TWh**, es decir un crecimiento en 2 siglos de **5.06%** anual compuesto (en otras palabras **506%** por siglo). Las energías renovables representan alrededor del **8%** de la estructura energética actual apareciendo con una mayor participación a inicios de este siglo XXI.

Comentario

Como vemos en la gráfica es la misma de una campana gaussiana y si no queremos ver que esta llegue a la cima e inicie el declive de los recursos en el mundo debemos iniciar a utilizar a partir de ya más los recursos renovables y mejor los recursos fósiles, ese declive no se deberá a que se tenga una mejor utilización de los recursos sino que estos se están acabando, ya lo mencionaba el Dr. Adrián Valero en la conferencia dada en la facultad de ingeniería: Obstáculos, retos en ahorro de energía y uso eficiente de la energía: “Las leyes de la eficiencia energética, que a pesar de cambiar la mentalidad el día de hoy parece que ya no tienen tiempo de modificar nuestro destino. Su primer corolario de su octava Ley llamada el notario cita textualmente:

“La energía es barata porque valoramos más los productos del ingenio que los que nos da la naturaleza, que no reclama pago”

Capítulo 2

La energía en México

Definiciones

Consumo energético:

Es la cantidad total de energía que se necesita para llevar a cabo un proceso determinado.

Recurso energético:

Normalmente son el conjunto de sustancias o flujos de energía que pueden estar en los tres estados básicos de la materia y son empleados como fuente de energía, a través de distintos procesos de naturaleza física o química.

Desarrollo

Uno de los principales problemas que se presentan cuando se quiere mejorar un sistema energético es tenerlo caracterizado es decir saber ¿Dónde? y ¿Cuánto? consume actualmente. A nivel país esto se reflejaría en estadísticas de consumo histórico, esta información la tenemos a partir del año 1965 en nuestro país. Como podemos ver la estructura energética de México es variada, apostándole cada vez más al uso del gas natural sobre todo para el caso de las plantas de ciclos combinado de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) representando actualmente en términos porcentuales el **34.6%**.

Considerando el inicio del periodo un valor alrededor de **300 TWh** con un valor en el año 2019 de aproximadamente **2,150 TWh**, esto representa un incremento anual compuesto de **3.8%**, la estadística de los recursos consumidos no nos da idea si ha sido eficiente su utilización, esto es únicamente conocer la cantidad de recurso utilizado.

En México los sistemas fotovoltaicos instalados distribuidos en todo el país con 6 horas diarias de radiación promedio, un factor de planta del **17%**. Según ANES, el rendimiento típico para sistemas aislados es igual a **67%**, para sistemas interconectados **87%** y una generación total de **1.34 PJ** en 2021 con una capacidad instalada de **448.929 MW**

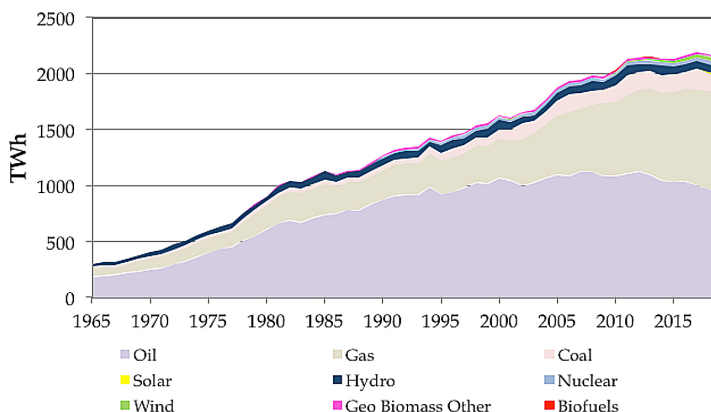


Figura 2. Consumo histórico de energía en México

Aún se carece de información detallada respecto a los recursos de irradiación solar considerando el promedio mexicano de **5.5 kWh/m²-día**, teniendo el sol prendido prácticamente todo el año. En 2021 la producción de energía solar térmica fue de **17.84 PJ**, se tenían instalados **404.2** miles de m² de calentadores solares planos con una eficiencia promedio del **50%**.

Las regiones eólicas del país se sitúan en La Ventosa, Oaxaca; Guerrero, Baja California; Zacatecas; El Caribe; Las vertientes del Golfo y las Costas del Pacífico. En la primera se tiene la primera eoloelectrica de México con velocidades del viento de 5 a 11 m/s. La producción de energía primaria fue de **166.05 PJ** a través de **6,977 MW** de potencia instalada en 2021, el porcentaje de participación del viento en la generación de energía eléctrica se estimó en **6.4%**.

Nuestro potencial hidráulico asciende a producción de energía primaria de **282.18 PJ** una generación de **34.71 TWh**, esto representa el **10.6%** de la generación de electricidad en 2021 La capacidad instalada de hidroeléctricas es de **12,614 MW**. Por otra parte, se considera una planta minihidráulica aquella con una potencia menor a **10 MW**. Tan sólo en la zona Puebla-Veracruz se tenían contemplados 100 proyectos con una capacidad total de **411 MW**. En todo el país se estima un potencial de **3.2 GW** para impulsar la minihidráulica.

El consumo de biomasa es de **349.55 PJ**, en leña se contabilizan **245.59 PJ** y de **103.95 PJ** en bagazo. Este último es combustible para generar electricidad en los ingenios y actualmente su participación en la matriz de generación eléctrica en 2021 fue de **1,595.58 GWh**, representando **0.49%** de la generación eléctrica del país. La capacidad instalada de la bioenergía en la industria eléctrica es de **378 MW** incluye biomasa, bagazo de caña, biogás y licor negro como combustibles. La leña tiene una participación en el sector residencias de **30.83%** es usada por cerca de **4.4 millones**

de familias mexicanas para cocción de alimentos principalmente, esto representa el **12.5%** de viviendas aproximadamente. Está de más decir que la leña es el combustible primario de las zonas rurales más pobres del país.

Del hidrógeno como combustible, simplemente no existe nada oficial salvo la Sociedad Mexicana de Hidrógeno desde 1999 y la Asociación Mexicana del Hidrógeno desde 2015, intentan que tanto gobierno como sociedad volteen a lo que se considera el combustible del futuro. Lo mismo sucede para los recursos mareomotrices: la posibilidad de obtener energía de olas y mareas es real, existiendo ya una planta operando en Francia con base a los desniveles causados por la marea y prototipos en Japón, Australia y otras naciones. En México, pese a sus enormes recursos marítimos sólo existen algunos proyectos desarrollados por el Centro de Investigación en Energía del Océano, liderados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Comentario

Nos surgen las siguientes preguntas:

- ¿Es posible disminuir la cantidad de energía que se consume actualmente?
- ¿La población cuenta con dispositivos modernos (v.g. iluminación, refrigeradores, etc.) que permiten para ahorrar energía?
- ¿Qué acciones lleva a cabo el sector industrial para disminuir su consumo de energía?

Para responder estas preguntas debemos conocer qué es la eficiencia energética. En términos muy simples es “utilizar de mejor manera la energía”, es decir “producir más con menos energía”, este concepto será tratado en varias cápsulas del libro. Disminuir la cantidad de energía utilizada para cumplir un objetivo no depende de un solo actor, sistema o acción sino de la participación de todos los actores involucrados en la producción, transformación, uso final etc. es indispensable modificar la tendencia de consumo actual no solo por la preservación de los recursos sino más importante para el cuidado del medio ambiente.

Los factores que han inhibido el desarrollo de las energías renovables son: No estar contempladas en los marcos regulatorios, carecen de incentivos gubernamentales y son desconocidas sus potencialidades por la sociedad mexicana. Nuestra sociedad aún no está dispuesta a pagar los costos reales de la energía que consume, a ahorrarla y a hacer un uso más eficiente de la misma. Esta situación bien podría paliarse con más y mejor comunicación, esto es, con la divulgación de la ciencia y la tecnología de las alternativas que actualmente existen y que en el mismo país se están aplicando, aunque no con la extensión que uno pudiera desear. 



Capítulo 3

Eficiencia térmica

Definición

Eficiencia termodinámica. En los términos más generales podríamos definirla como “la cantidad de producto o productos energéticos obtenidos (los cuales son definidos por el usuario o analista) a partir de la utilización de cierta cantidad de recursos energéticos disponibles”.

Desarrollo

En los sistemas actuales es fundamental el considerar varios productos o recursos debido a la integración energética, ejemplo de ello sería un sistema de cogeneración en el cual el objetivo fundamental es el de obtener varios tipos de energía (la poli generación considera cuatro tipos diferentes de energía) a partir de una o varias fuentes de energía fósil o renovable.

Siempre quisiéramos que la eficiencia fuera lo más alta posible, ya que la Segunda Ley de la Termodinámica nos limita la existencia de procesos reales (no reversibles) con una eficiencia de **100%**, lo anterior garantizaría la obtención de la mayor cantidad de productos obtenidos a partir de una cantidad de recursos. Sin embargo, las limitaciones tecnológicas, operativas, mantenimiento, económicas, etc. indican que ese valor se encontrará dentro de ciertos límites en función del margen de utilidad deseado por la empresa, por lo tanto, será un equilibrio entre la parte termodinámica y la parte económica (mejores diseños, materiales equipos, sistemas de recuperación, etc.).

En la actualidad no basta con garantizar la mejor eficiencia, se debe considerar sistemas con bajo impacto ambiental considerando el ciclo de vida del proceso, incluso determinar cómo será la disposición final de los equipos o sistemas una vez que termine su vida útil. Ejemplo de esta consideración es un equipo solar térmico, el cual es menos eficiente que un equipo fósil, sin embargo, sí es más barato al mediano y largo plazo además de considerar un menor impacto ambiental ya que este sistema emite menos gases de efecto invernadero al ambiente y sus materiales pueden ser fácilmente reciclados ya que principalmente son vidrio y metal.

Comentario

Queda claro que la tecnología utilizada en un sistema no debe ser función exclusiva de la eficiencia térmica, se debe considerar la cantidad y sobre todo la calidad de la energía, en función de esta calidad será el valor de las eficiencias de primera ley obtenidas, siendo en promedio para sistemas mecánicos entre **30-60%**, sistemas eléctricos entre **80-95%** y sistemas químicos entre **9-15%**. 



Capítulo 4

Demanda de energía: Hechos y Tendencias

Definiciones

Consumo (energético). Es el gasto total de energía para un proceso determinado, de acuerdo con la física es la energía kWh, kJ, etc. En la parte eléctrica es fácil de ver que se obtiene multiplicando la potencia de cada equipo por las horas de uso.

Demanda de energía. Cantidad de energía que un conjunto de consumidores necesita para abastecer sus necesidades al mismo tiempo, físicamente es la potencia de los equipos es decir la energía consumida por unidad de tiempo kW= kJ/s, BTU/h, etc.

Desarrollo

Se discute el contenido de los conceptos comúnmente usados por los economistas energéticos (demanda, consumo, energía primaria, secundaria y final), proponiendo definiciones para los recién términos adoptados: energía útil y energía necesaria.

El consumo indica la cantidad comprada o adquirida. Puede ser medida en términos físicos o monetarios. La demanda es la cantidad que el comprador podría obtener en función de diferentes niveles de precios. El consumo será igual a la demanda para un dado precio de intercambio si no existe restricción en la cantidad ofrecida. La energía primaria son las fuentes tomadas de la naturaleza (petróleo, gas natural). La energía secundaria resulta luego de procesar varias veces la primaria. Si la energía final produce bienes y servicios, se le considera un bien intermedio.

El consumo de la energía primaria, intermedia y final está al alcance de manera anual por medio de un balance de energía. Para ello, dos sistemas de conteo energético son usados: el primero mide los flujos de energía y consumo como si resultaran de una misma fuente energética (toneladas de petróleo equivalente, toneladas de carbón equivalente). El segundo se basa en la noción de contenido de calor (J, cal, kWh). La electricidad es tanto energía primaria como energía secundaria.

La energía útil es la que el consumidor requiere para su uso: calor para calentar, luz para iluminar. Esta energía útil rara vez está disponible y es a menudo obtenida de la energía final en el equipo diseñado para ello. Esto envuelve diferentes pérdidas y eficiencias. Su medición se lleva a cabo a la salida del equipo usado para su obtención lo que da una indicación precisa de la energía requerida para obtener un servicio dado. La energía útil relativa es medida por el consumo de la energía más eficiente dentro de la mejor tecnología disponible en un momento dado.

La energía necesaria es la energía útil requerida para satisfacer una necesidad social o para llevar a cabo una actividad productiva dentro de un contexto físico y tecnológico dado.

El análisis de la demanda de energía abarca la identificación de grupos de necesidades sociales y actividades productivas, especificar las características del contexto tecnológico y caracterizar el equipo usado para transformar energía final a energía útil. La demanda es un concepto el cual precios y cantidades no pueden ser disociados. La energía es un bien económico heterogéneo que aparece en forma de productos reemplazables unos a otros. El precio de la energía será el precio de la energía final dominante para un dado uso.

Dentro del aspecto microeconómico a corto plazo, existe explicaciones sobre el comportamiento del consumidor al incrementarse el precio de la energía. Dentro de su presupuesto, el consumidor escoge diversas ofertas según sus muy particulares preferencias. Algunas de sus necesidades energéticas son evidentes: calentamiento de agua y cocción de alimentos. Al subir el precio de la energía, el consumidor no sólo tenderá a satisfacer sus necesidades básicas, sino que en general disminuirá su adquisición de bienes y servicios. El concepto de elasticidad permitirá prever el comportamiento del consumidor al alza de precios de la energía. La elasticidad se define como la medición, en términos de porcentaje de la variación en cantidades demandadas determinadas por la variación del 1% de los precios. El más importante efecto a largo plazo es el cambio de las necesidades de energía útil y demanda de energía final. Esto será el resultado del cambio en el contexto físico y tecnológico.

Dentro del aspecto macroeconómico, se requiere tratar a la economía como un todo llegando a situaciones de alta complejidad. Si complicar el asunto se requiere primero distinguir entre la energía producida dentro del país y la energía importada. v.g. ver el indicador de independencia energética actual.

En el primer caso un incremento de precio en la energía se traduce en un cambio en la estructura interna de los agentes económicos. En el segundo caso, cualquier incremento de precio en la energía importada repercute al interior del sistema económico. La adaptación al cambio estructural requiere de grandes inversiones. Así la energía puede considerarse un factor de producción generando inflación si su precio aumenta más que su productividad. 



Capítulo 5

Energías renovables

Definiciones

Energía renovable Naciones Unidas la define como un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Un ejemplo de estas fuentes es, por ejemplo, la luz solar, las olas y el viento; estas fuentes se renuevan continuamente. Las fuentes de energía renovable abundan y las encontramos en cualquier entorno.

Energías no renovables. Son combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, constituyen fuentes de energía no renovables que tardan cientos de millones de años en formarse.¹

Desarrollo

El sol proporciona prácticamente toda la energía consumida sobre la tierra. La energía proveniente del sol es utilizada y transformada lo mismo por los sistemas vivos como por las sociedades humanas. La posibilidad de ser transformada para sostener a nuestras sociedades industrializadas y las que se encuentran en camino de serlo, hace que la misma sea sumamente atractiva en términos del imperativo ambiental que actualmente nos impone un definitivo límite a nuestro exponencial crecimiento económico y demográfico. El quemar hidrocarburos y fisiónar el uranio para obtener la energía que requerimos todos los días a llegado a tal punto de inflexión y riesgo a la salud y vida sobre la tierra que desde hace 30 años se debate, investiga y aplican toda una diversidad de dispositivos que pretenden hacer uso de lo que se ha dado en llamar energías renovables.

Las energías renovables suelen clasificarse convencionalmente en minihidráulicas, eólicas, fotovoltaicas, fototérmicas, mareomotrices, biomasa, hidráulicas y electroquímicas basadas en hidrógeno. En la actualidad tienen gran aplicación en las zonas rurales pequeñas y alejadas de las redes convencionales de suministro energético, aunque también empiezan a ser utilizadas en el sector residencial, comercial y de

¹ <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente.>

servicios para calentar agua e incluso paneles fotovoltaicos para generación eléctrica residencial.

Si consideramos que en el mundo **941 millones** de personas, **12.62%** de la población mundial, desconoce lo que significa “encender la luz” y que el resto lo hace quemando petróleo, gas natural, carbón y uranio, apenas nos daremos cuenta de la magnitud de lo que significa el actual dilema energético de nuestra civilización. El planeta simplemente no tiene la capacidad para asimilar todo el desperdicio de nuestros consumos. Las energías renovables tienen un papel preponderante durante todo el próximo siglo y las reflexiones sustentadas sitúan su impacto e inicio de su crecimiento exponencial hasta mediados del siglo. Hoy, sólo la coacción e inversiones en el sector por parte del Estado, así como la conciencia de sectores cada vez mayores de la sociedad, pudieran catalizar tal desarrollo alternativo.

He aquí una vasta área de desarrollo tecnológico, económico, social y político, completamente en el abandono por parte tanto del gobierno como de la sociedad mexicana. Mientras que en Europa se disponen a dar el salto hacia la comercialización internacional de las tecnologías que durante más de 30 años han estado creando para la captación, transformación y uso de las energías renovables, en México, una tímida mirada llena de chapopote apenas vislumbra sus potencialidades. 



Capítulo 6

Cadena de transformaciones de las fuentes renovables

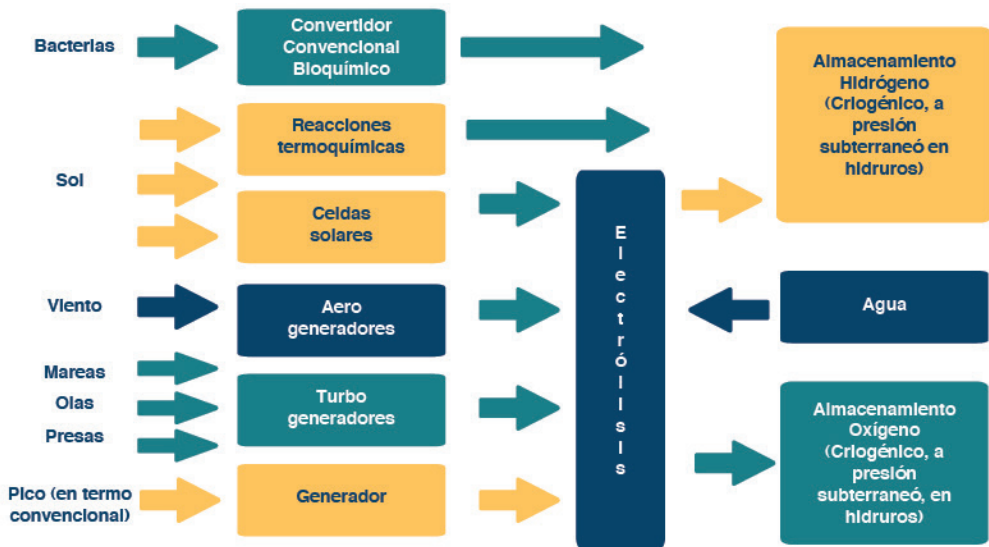


Figura 3. Conversiones de las fuentes renovables de energía.

Capítulo 7

David J. Rose, Pensando acerca de la energía plenum press, 1986

Desarrollo de la unidad 1

Resolver el problema de “la energía” es muy diferente a resolver problemas de energía. Los últimos son cálculos, lo primero es multidimensional, diverso y complejo: abarca lo científico, social, ambiental, económico, psicológico... Entender el problema de la energía es entender sus fuentes y las técnicas de su explotación; las historias de su influencia en el desarrollo humano; el ambiente, la salud y las consecuencias sociales de su provisión; las posibilidades y las limitaciones de la miríada de sus aplicaciones y la formación del capital y el intercambio económico. Con estas ideas generales Rose nos introduce en su texto para luego ser más explícito punto por punto:

- La energía es un concepto inventado en el siglo XIX que nos ha permitido describir el mundo microscópico hasta el macro.
- Puede ser cinética, potencial, mecánica, eléctrica, radiante, nuclear, térmica, etcétera.
- Su conservación e Inter conversión se rigen a través de las leyes termodinámicas.
- Su uso implica estudiar sus fuentes, explorarlas, explotarlas, transportarlas y consumirlas.
- Las fuentes primarias han sido y lo seguirán siendo por décadas el carbón, la madera, el petróleo y el gas natural y
- Existe una preocupante asimetría en su consumo mundial.

Ante este multidimensional dilema alrededor de la energía, Rose introduce un concepto clave para intentar dilucidarlo: los espacios opcionales (option spaces), entendidos como los espacios que tanto la técnica, la economía, el ambiente y la política permiten ser susceptibles de traslaparse para intentar dar una solución “satisfactoria” a la problemática energética, pero creo que su ejemplo (la fusión nuclear), no es el mejor



posible. Su conclusión por ello es lamentable: “En general, energía barata, abundante y de calidad no va junto”. A esta perspectiva valorativa sobre la energía a menudo se le llama “technology assessment” (apreciación de la tecnología) y todavía se discute si esta “visión” es un nuevo arte o el replanteamiento de viejos asuntos. En lo particular nos inclinamos por lo último.

Al final Rose resume los tres principios que sostienen su texto:

- El dilema energético como variable multidimensional que involucra todos sus significados.
- Frescura para percibir nuevas direcciones para su solución, tratando de ser inmunes a los prejuicios.
- El corto y largo plazo están estrechamente vinculados a sus significados económicos, tecnológicos, sociales, ambientales y políticos.

Comentario

Rose lleva a cabo un buen resumen de la naturaleza diversa y multidimensional del dilema energético, pero creemos se quedó corto en la valoración de otros espacios opcionales que ya existían en el periodo que escribió su libro. Nos referimos concretamente a los ensayos de Iván Illich desarrollados en su libro “Energía y Equidad” el cual consideramos insuperable (hasta el momento) en el planteamiento de la problemática energética. En otras palabras, pese a su carácter multidimensional, el dilema de la energía es un dilema fundamentalmente político-ambiental. Es precisamente el imperativo ambiental el que ha obligado a los países sobre industrializados a estudiar el asunto y será el imperativo ambiental que los hará olvidarse del abuso de parábolas (option spaces, technology assessment y otras) para renunciar definitivamente a sus pretensiones de consumismo, derroche y confort ilimitado, y con dicha renuncia, obligar a los llamados “tercermundistas” también a renunciar a sus absurdas aspiraciones de parecerse a ellos. Creemos que aún hay tiempo para virar del timón. 

Capítulo 8

Sector energético mexicano

Definición

Lo integran quienes participan en las actividades relacionadas con el uso, producción, entrega y consumo de energía independiente del origen (recursos renovables y no renovables) o forma de la energía (electricidad, calor y combustibles).



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

Subsecretaría de

Hidrocarburos

- Exploración y Extracción de Hidrocarburos
- Contratos Petroleros
- Políticas de Transformación Industrial
- Petrolíferos
- Normatividad en Hidrocarburos
- Gas Natural y Petroquímicos

Subsecretaría de Electricidad

- Sistema Eléctrico Nacional y Política Nuclear
- Reestructuración y Supervisión de Empresas y Organismos del Estado
- Seguimiento y Coordinación de la Industria Eléctrica
- Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica y Vinculación Social
- Generación y Transmisión Energía Eléctrica
- Análisis y Vigilancia del Mercado Eléctrico

Subsecretaría de Planificación

Energética y Desarrollo Tecnológico

- Planeación e Información Energéticas
- Energías Limpias
- Eficiencia y Sustentabilidad Energética
- Investigación, Desarrollo Tecnológico
- Formación de Recursos Humanos

*No se incluye la Subsecretaría ni la Oficialía Mayor



Organismos desconcentrados



Organismos descentralizados



Figura 4. Estructura de sector energético en México



La SENER se encarga de la administración y regulación de los recursos energéticos. Es la responsable de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de Energía. Esto incluye la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Comentario

Para los ingenieros químicos es ampliamente conocido Actores como PEMEX y el IMP, muchos de sus estudiantes han realizado su servicio social, o trabajado en el instituto. Es de suma importancia conocer completamente el sector y, como se puede apreciar, varios de los institutos o comisiones tienen una relación con la formación del ingeniero químico siendo deseable su incorporación laboral al sector energético en varias de estas dependencias. 

Capítulo 9

Balance nacional de energía

Definición

SENER lo define como un instrumento descriptivo que presenta las cifras del origen y destino de las fuentes primarias y secundarias. Asimismo, incorpora información útil para el análisis de desempeño del sector energético, para el diseño de políticas públicas y para la toma de decisiones.²

Desarrollo

Actualmente existe a través de la Secretaría de Energía un Sistema de Información Energética (SIE) en el cual podemos consultar la información en línea con una información que no está limitada para unos cuantos interesados como hace décadas y que puede ser clasificada (rango de años, indicadores, etc.) como el usuario prefiera.

El Balance Nacional de Energía no ha perdido vigencia y como cita textualmente en su presentación:

“La relevancia del sector amerita una vigilancia metódica que permita generar información estadística oportuna y de calidad y, con ello, colaborar a la mejor toma de decisiones y a la planeación indicativa en materia de energía.”

La revisión del balance de energía permitirá para aquellos que todavía no lo conocen saber de qué tipo y cuanta energía utiliza cada sector, los indicadores principales, qué tipo de energía están incrementando o disminuyendo su participación, ya que se muestra la Matriz Energética Nacional de forma integrada y comparativa.

² <https://www.gob.mx/sener/articulos/balance-nacional-de-energia-296106#:~:text=El%20Balance%20Nacional%20de%20Energ%C3%ADa,para%20la%20toma%20de%20decisiones.>

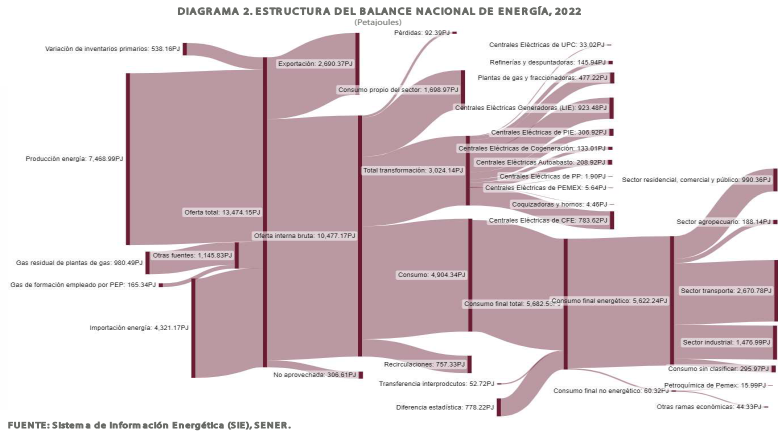


Figura 5. Estructura del Balance Nacional de Energía, 2022.

También encontraremos los diagramas de Sankey que se utilizan para visualizar los flujos energéticos a través de flechas, dentro de los límites de un sistema definido (tanto a nivel país como de máquinas térmicas) que muestran la pérdida o transformación o recirculación de la energía.

Los diagramas de Sankey llevan el nombre del capitán irlandés Matthew Henry Phineas Riall Sankey, quien utilizó este tipo de diagrama en 1898 en una publicación sobre la eficiencia energética de la máquina de vapor y cuyo “Sankey” podemos observar en la **Figura 6**.

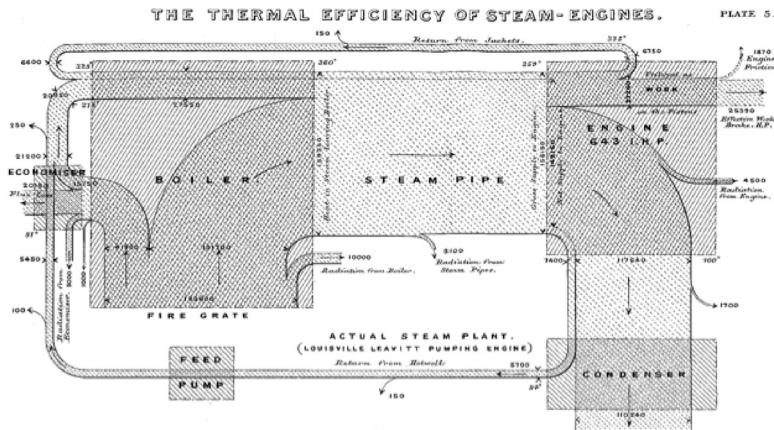


Figura 6. Diagrama de Sankey de una máquina de vapor.

Anécdota

Uno de los profesores recordado con más afecto por los autores en nuestro paso por el posgrado de ingeniería es el Dr. Víctor Rodríguez Padilla recordamos lo que decía del Balance de Energía con una gran sonrisa: “Al menos los estudiantes de energía deberían de conocerlo” y es que el contexto que no imagina el estudiante de estas épocas actuales es que, en aquella época, se tenía un tiraje pequeño y con un internet apenas en desarrollo por el año 2000, con archivos PDF que eran, por qué no decirlo, bastante feos al igual que los datos contenidos en el mismo Balance, pero como siempre nos dicen en ingeniería, lo más importante siempre, es sacarle todo el jugo posible al contenido, contabilidad, y metodologías para el cálculo de todo tipo de combustibles como la leña o el carbón, pese a su deficiente presentación gráfica. 



Capítulo 10

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

Definición

Su nombre inicial fue Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), nació como un órgano técnico de consulta a través de un préstamo del Banco Mundial, teniendo el objetivo de integrar programas de ahorro de energía. Desconcentrado y vuelto a concentrar, es una instancia reguladora para el fomento del ahorro energético y el uso eficiente de la energía en el ámbito nacional.

Desarrollo

Su primera campaña publicitaria tuvo como eslogan: “Ahorra un poco apagando un foco”. Entre los programas más sobresalientes que la **CONUEE** ha impulsado se encuentran el horario de verano cuestionado y desaparecido en recientes fechas, 100 edificios públicos, energías renovables, generación y distribución de vapor, uso del internet para la difusión y capacitación en metodologías de ahorro, etc.

En sus primeros años de funcionamiento se impulsó la elaboración de normas mexicanas entre las que sobresalen las referentes a los refrigeradores, el aire acondicionado y los motores eléctricos trifásicos. En los últimos años, las experiencias empiezan a sistematizarse, estableciéndose compromisos con sectores específicos del aparato productivo tanto público (PEMEX) como privado, en estos rubros sobresalen la normalización, la asistencia técnica, la promoción y la difusión.

El resultado más importante de la **CONUEE** es un ahorro energético equivalente al consumo de los estados de Colima, Campeche y Nayarit juntos, así como el ahorro de más de **700 millones** de pesos anuales en las economías de las empresas.

Sus proyectos actualmente son diversos, entre los que destacan sus programas de apoyo integral para la eficiencia energética municipal, sus unidades de enlace para la eficiencia energética, su consejo consultivo para el fomento de las energías renovables, sus programas voluntarios para el impulso de la eficiencia energética y su asistencia técnica por línea.

Comentario

La mal llamada “crisis” de la energía iniciada a principios de los años setenta, tuvo como virtud hacer reflexionar y tomar conciencia de nuestra profunda dependencia de la energía proveniente de la quema de los hidrocarburos, así como de sus poco eficientes y contaminantes procesos de transformación. Sólo los países industrializados han tomado decisiones trascendentes en esta dirección y el incremento en la eficiencia de la conversión energética es bastante notable, aunque para muchos de nosotros aún sigue siendo insuficiente.

Si observamos la fecha de creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, 1989, notamos que fue impulsada con más de 10 años de retraso con relación a decisiones similares en el resto del mundo. Y no sólo es el atraso, su nombre no reflejó las funciones que debieron haber sido llevadas a cabo desde hace más de 50 años en México: el ahorro energético y el incremento de la eficiencia en la transformación energética. Esto sólo puede lograrse estudiando termodinámica y desarrollando tecnologías que la apliquen. En ambos rubros México tiene décadas de atraso, no es raro pues que organismos tan importantes como la **CONUEE** se inauguren con lustros de retraso y con insuficientes apoyos tanto públicos como privados.

Lo peor que podemos hacer es lamentarnos de nuestro subdesarrollo y lo mejor es aprovechar la existencia de la actual **CONUEE** para fortalecer sus programas e intentar enriquecer los que consideremos tienen “oportunidad de mejora” como se maneja en las definiciones de los sistemas de gestión. En lo particular, uno de estos últimos al que se considera fundamental, lo es su consejo consultivo para el fomento de las energías renovables y sistemas híbridos, al que esperamos contribuir en el mediano plazo dentro de la Carrera de Ingeniería Química, si es que el grupo de trabajo en el área de energía logra realizar los proyectos que tiene planeado. 



Capítulo 11

CONUEE plan de trabajo 2020-2024

Contexto

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, órgano del Gobierno Federal y bajo los lineamientos de su Secretaría de Energía, tiene la:

Misión

Promover el óptimo aprovechamiento sustentable de la energía, mediante la adopción de medidas y de mejores prácticas para el uso eficiente de la energía en los diferentes sectores de la economía y la población.

Visión

Ser el órgano técnico articulador de las políticas públicas en aprovechamiento sustentable de la energía del país, que logren el cambio tecnológico y del comportamiento en los usuarios finales de la energía, con la participación de los sectores público, social y privado.

Desarrollo

Objetivos prioritarios del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2020-2024

1. Incrementar el bienestar de la población mediante programas y regulaciones de eficiencia energética.

2. Propiciar el uso eficiente de la energía dentro de las entidades y dependencias de la Administración Pública Federal y las Empresas Productivas del Estado.
3. Promover acciones y estrategias para la reducción de la intensidad energética del transporte de personas y mercancías a nivel nacional.
4. Apoyar el fortalecimiento de las capacidades institucionales y el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en los estados y municipios.
5. Promover la implementación de las mejores prácticas y el uso de tecnologías eficientes que incrementen la productividad energética de las diferentes actividades del sector industrial y agroindustrial en el País.
6. Promover acciones de ahorro de energía y el uso de tecnologías eficientes en los edificios comerciales y de servicios.

Líneas de acción institucionales

1. Continuar con la ampliación del alcance de la normalización para la eficiencia energética en equipos y sistemas consumidores de energía que se fabriquen y/o comercialicen en el País, junto con el fortalecimiento de los sistemas de evaluación de la conformidad que soportan su cumplimiento.
2. Continuar operando acciones orientadas a la mejora de la eficiencia energética en edificios, flotillas vehiculares e instalaciones industriales del Gobierno Federal, a través del Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal y a las Empresas Productivas del Estado.
3. Fortalecer, ampliar y apoyar los programas orientados a empresas pequeñas y medianas, a través de una mayor vinculación entre usuarios de energía con consultores, organismos financieros, fabricantes y otras instituciones.
4. Continuar y ampliar la promoción de la implementación de sistemas de gestión de la energía en usuarios con un patrón de alto consumo, incluyendo una mayor participación en el esquema de Acuerdos Voluntarios.
5. Continuar con el apoyo a gobiernos estatales y municipales en el desarrollo de programas y proyectos orientados al uso sustentable de la energía.
6. Fortalecer la integración de la información relacionada con el aprovechamiento sustentable de la energía, que permita el diseño, instrumentación y seguimiento de programas y acciones en la materia, para todo tipo de usuarios de energía.



7. Reforzar la cooperación con universidades e institutos de enseñanza, nacionales e internacionales, para apoyar la formación de recursos humanos especializados en el uso sustentable de la energía.
8. Mantener y reforzar la vinculación de México en el contexto internacional para intercambiar experiencias y recursos técnicos en materia de uso eficiente de la energía para beneficio del País.

Escenarios de referencia

La relación producción vs la oferta interna tienen en promedio los siguientes valores:

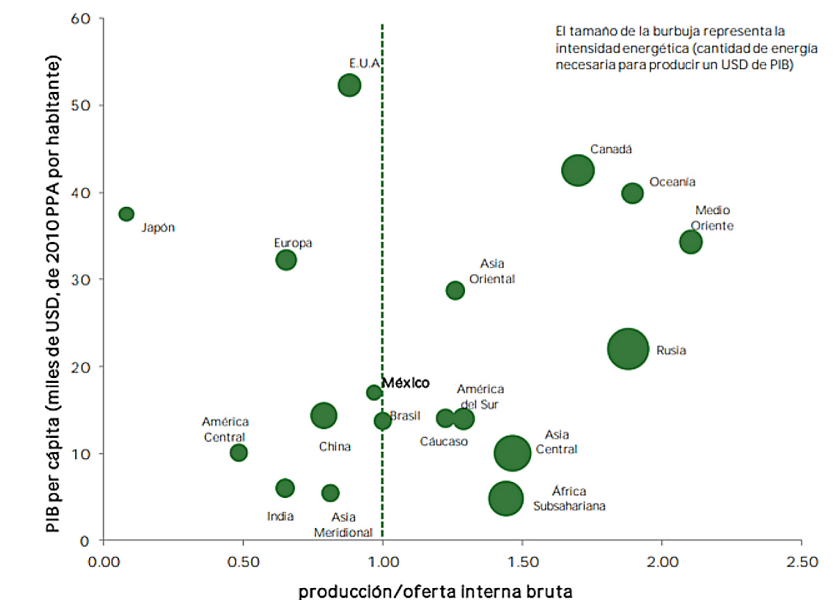


Figura 7. Indicadores energéticos a nivel mundial.

No es ningún secreto el derroche energético y la ineficiencia con que la energía es transformada y consumida en México. El anterior cuadro de la **figura 7**, sólo cuantifica (y nos compara con los países de mayor desarrollo) el trabajo que debe llevarse a cabo para hacer un mejor uso de la energía, incrementando la eficiencia de sus transformaciones y disminuyendo su derroche, contribuyendo con ello a aminorar el impacto al ambiente e incrementar el bienestar de toda la población.

Programas

Las actividades de su Plan Anual de Trabajo (PAT) 2022 se organizan para atender sectores en lo particular (programas sectoriales), llevar a cabo acciones que alcanzan e involucran distintos sectores (programas transversales) y realizar acciones de apoyo y soporte a la propia CONUEE (programas y acciones de soporte).



Figura 8. Tipos de programas de CONUEE

En planes de trabajos anteriores se especificaban programas o acciones específicas incluidos sus objetivos en rubros como:

Refrigeración

- Diseño, implementación y vigilancia de la metodología encaminada al uso racional de la electricidad en los procesos de refrigeración.

Combustión

- Diseño, implantación y vigilancia de modernas tecnologías que permitan racionalizar la obtención, transmisión y uso del calor obtenido a través de los procesos químicos de combustión.



- Fomento al mercado de aparatos, accesorios y seguridad relacionada con los procesos de combustión.
- Impulso a la investigación y desarrollo tecnológico de los fenómenos de combustión.
- Vínculo con los productores de estufas, quemadores y aditamentos requeridos para una combustión continua, segura y de acuerdo con las necesidades energéticas de los usuarios.

Coordinación con Pemex

- Identificación de las áreas de oportunidad de ahorro de energía, así como las medidas correspondientes para su aprovechamiento e implementación.
- Identificación de las unidades de procesamiento con altos índices de consumo energético.
- Diseño de alternativas para implantar las medidas correspondientes para el uso racional de la energía en Pemex.

Coordinación con la CFE

- Identificación de las áreas susceptibles de ahorro energético.
- Selección de los equipos de mayor consumo energético.
- Diseño de alternativas y la metodología encaminada al incremento de la eficiencia energética en la empresa.

Energías Renovables (Ver apéndice A)

Cada uno de los anteriores programas requiere a su vez una planeación específica, por razones de espacio y tiempo, sólo se ofrecerá para el caso del fomento a las fuentes de las energías renovables (apéndice A).

Capítulo 12

NOM's de eficiencia energética en México

Definición

De acuerdo con la página del gobierno las NOM's son: regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, y tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.³

Desarrollo

Las normas para la eficiencia energética son especificaciones técnicas de aplicación obligatoria para un uso más eficiente de la energía. En 1980, el organismo encargado para la elaboración, acreditación y aprobación de las normas mexicanas lo era la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio. Para 1992 las normas oficiales se elaboran en cada una de las dependencias oficiales respectivas. Para el caso de la CONUEE, existe un Comité de normalización presidido por el director de la CONUEE el cual inició actividades a partir de 1993. Las normas para el uso racional de la energía procuran armonizar con las normas internacionales, si es que las mismas existen.

Los beneficios de la normalización energética son diversos: protegen el medio, difieren gastos, reducen egresos familiares y protegen en lo general a los consumidores. El proceso de emisión de las NOM's⁴ consta de varias etapas que se observan en la **figura 9**.

³ <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>

⁴ Las Normas Oficiales Mexicanas se revisan cada cinco años.

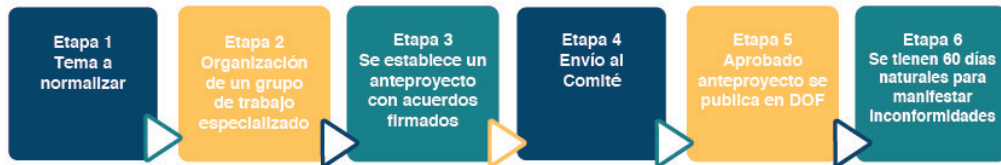


Figura 9. Proceso de admisión NOM's

Las actuales áreas de normalización energética son:

- Domésticas (refrigeradores, lavadoras, etc.).
- Industria y Comercio (motores, calderas, aislantes).
- Agrícola/Municipal.
- Inmuebles (sistemas de alumbrado, aislantes térmicos).

El porcentaje de reducción en el consumo de la energía, como consecuencia de la aplicación de normas de calidad son: Acondicionadores **20%**, bombas verticales **13%**, calderas **10%**, lavadoras **10%**, bombas centrífugas **18%** y motores **30%**.

Las normas que en estos momentos se encuentran sujetas a discusión son las relacionadas con máquinas tortilladoras, refrigeración comercial, envoltentes en edificaciones para uso habitación hasta tres niveles y, envoltente de edificios no residenciales.

Comentario

Imposible concebir que nuestro mundo industrializado funcione sin la existencia de todo tipo de normas tanto técnicas como de otra naturaleza (jurídicas, éticas, etcétera). El proceso de descentralización para la elaboración de las normas de calidad mexicanas, antes responsabilidad de la Dirección General de Normas (DGN), parece acertado. La vigilancia y el fomento de productos de conversión energética buenos, bonitos y baratos y que cada vez más se encuentren a disposición de un mayor número de ciudadanos, se plantea como una de las actividades más sobresalientes del Estado.

Pero esta tarea no deja de plantear nuevos problemas:

- ¿Qué significa “bueno”?
- Que dure, pero...
- ¿Cuánta “duración” bajo diferentes condiciones de uso y adecuado mantenimiento?

Es sabido que, la vida media de los refrigeradores antiguos es dos o tres veces mayor a la de los actuales. De qué sirven aparatos más eficientes si van a durar la tercera parte de los menos eficientes. El problema de la durabilidad no se encuentra aún presente en las actuales normas pese a que los aparatos poseen garantía de funcionamiento correcto dentro de determinados plazos de tiempo.

Otro de los problemas es la aplicación de las normas: el cumplir y hacerlas cumplir, es un asunto que rebasa los aspectos técnicos para situarse en los difusas y cuestionadas moradas de la ética y de la moral.

Anécdota de uno de los coautores (Rafael Sánchez)

“Todavía recuerdo la reflexión de un compañero cuando a diario salíamos del Departamento de Inspección Industrial de la Dirección General de Normas a realizar tareas para cumplimentar las normas obligatorias de entonces:

“No sé dónde termina lo honesto y dónde empieza lo pendejo”

Pero el que aún no tengamos solución a su parábola, no implica dejar de perfeccionar los procesos de normalización de los productos que todos los días usamos. Todo lo contrario, el que la CONUEE y demás órganos de gobierno insistan en elevar la calidad de las normas de calidad, es un requerimiento que la sociedad exige con mayor determinación y exigencia, al fin y al cabo, ella es la que paga, ¿o no?” 



Capítulo 13

Horario de verano

Contexto

Propuesto por Benjamín Franklin, el horario de verano ha ido ganando terreno poco a poco a lo largo de todo el mundo. Sustentado en que de abril a octubre transcurren los días más largos del año, se trata de aprovechar una hora adicional a dichos días de alta luminosidad. Esta medida se aplicó por primera vez durante la primera guerra mundial con el fin de reducir el consumo de energéticos y, resultó tan efectiva, que en la actualidad 75 países la han adoptado. México también lo implementó, pero recién ha sido descartado.

Desarrollo

Baja California fue el primer estado mexicano en adoptar el horario de verano en 1942. En 1988, Durango, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas lo asumieron temporalmente. Fue hasta 1996 en que se implantó oficialmente en toda la República Mexicana a excepción de Sonora toda vez que sus mayores consumos de electricidad son para climas artificiales más que para iluminación.

Desde su instauración, el horario de verano ha sido acusado de no pocos problemas: males contra la salud de la población, especialmente los niños; afectación del reloj biológico de las personas; disminución del rendimiento escolar; cambio de conducta de aves y animales; pero el más grande obstáculo es el de tipo político como se comentará más adelante.

En promedio el **75%** de la electricidad que se genera en el país se obtiene quemando combustibles. Al requerir menos electricidad, se queman menos combustibles, y así se envían menos contaminantes a la atmósfera. En todos los países que aplican el horario de verano, se obtienen beneficios similares: cuidado de la energía eléctrica y ahorro de combustibles para generarla; una hora más de luz natural por las tardes durante siete meses del año para realizar diversas actividades y correspondencias de horario todo el año. Se ha calculado que esa hora adicional de luz natural fomenta que **100 millones** de luminarias no se enciendan durante la tarde.

No obstante, la información técnica acumulada a favor del horario de verano, el proyecto se enfrenta a decisiones políticas: o sea, ha desaparecido como producto de una promesa de campaña demagógica, como las que suelen abanderar no pocos candidatos a la presidencia de México.

Comentario

El sábado 23 de octubre de 1999, en su columna “Pero y usted, ¿qué opina?” Publicada en El Universal, Nino Canún escribió: “Téllez (entonces secretario de Energía) está a punto de regresar a todos los pobrecitos mexicanos a su horario habitual. Sobra decir que la “enchufada” del famoso cambio de horario de verano ordenado por los tecnócratas ha sido en contra de los mexicanos más humildes”.

Acusaciones graves, pero nos hemos mal acostumbrado a ellas tanto en los medios como en nuestra cotidianidad, que generalmente las pasamos por alto. Nos quedamos reflexionando en esos “mexicanos más humildes” a los que hace referencia el buen Nino y nos acordamos de aquellos otros “humildes mexicanos” que en 1976 saltaban de alegría ante el anuncio de un incremento sin precedentes a los salarios mínimos: “Sólo nos falta encontrar chamba” gritaban eufóricos los futuros empleados. Con los “pobres” de Nino el asunto es similar, ¿en qué pueden verse afectados los “mexicanos más humildes” por el horario de verano si de entrada carecen de electricidad? ¿En su alegría por ser futuros clientes de la CFE? Los “mexicanos más humildes” siempre han vivido según los ciclos naturales del sol y la introducción de electricidad a sus comunidades, según el horario de verano actual, les traería más beneficios que “contra” y ¿Cuánta energía podrían consumir comparada con los millones y millones de kWh derrochados por los que, como Nino seguramente, nacieron iluminados por potentes lámparas incandescentes y no por la luz de las estrellas? El problema de hablar en nombre de los mexicanos “más pobres”, “más humildes” o “más pequeños” tiene como pequeña ventaja, en convertirnos en un espectáculo gratuito a sus ojos y ganar algunos aplausos, pero como gran desventaja, salirle muy caro a sus casi vacíos bolsillos. Si lo dudan pregunten en Chiapas...

La defensa del horario de verano parte de las ideas de que existe el ahorro de energía y los millones de dólares que no se gastan al no prender los focos. Claro, siempre habrá alguien que diga que para eso tiene billetes: pa’ pagar sus caprichos o simplemente para darse sus gustos. La ignorancia de qué es la electricidad y cómo se produce permite que los plausibles fines de programas como el que comentamos, sean fácil presa de turbulencias políticas.

¿Qué opina estimado lector a esta columna de hace 24 años vigente al día de hoy con la actual postura gubernamental hacia el horario de verano?



Una defensa difícil de rebatir partiría de la visión que tuvo Odón de Buen (director general de la **CONUEE**) en Berkeley, al mirar las fotografías de nuestro planeta tomadas por los astronautas: es el único lugar en el espacio capaz de contener la vida. En otras palabras, es el imperativo ambiental y la necesidad de conservar lo mejor posible nuestro mundo para las futuras generaciones, lo que debe sustentar al horario de verano y tiene que transformarse en uno de los muchos programas educativos que aún se tienen que impulsar. Dicen los más optimistas que todavía hay tiempo. Pero no mucho, reviran los pesimistas. 

Capítulo 14

Programa cien edificios públicos

Contexto

La CONUEE emprendió un esfuerzo a escala nacional con el propósito de aprovechar más eficientemente el uso de la energía dentro de los inmuebles del Gobierno Federal y, para ello, inició un programa llamado de los “cien edificios públicos” cuyo objetivo general fue establecer los mecanismos necesarios para incrementar su eficiencia energética.

El resultado del programa piloto fue realmente positivo: entre los que se destaca, ahorro en iluminación hasta el **40%**. Adicionalmente:

- Evaluación de **90** edificios ubicados en nueve distintas ciudades del país.
- Más de **800 mil m²** de oficinas y más de **135 mil** lámparas analizadas.
- Se identificó un potencial de ahorro superior al **21%** (**5.6%** en medidas operacionales y **13.4%** en medidas tecnológicas), equivalente a **19 GWh/año** (10.3 millones de pesos anuales), además de un ahorro de **3.5 MW** de demanda evitada.
- El monto de las inversiones identificadas y sugeridas fue de **15 millones** de pesos, recuperables en 17 meses.

Desarrollo

El éxito del programa cien edificios públicos, convenció al Gobierno Federal en 2010 de su aplicación a todo el país y para ello la CONUEE ha establecido el programa de ahorro de energía en inmuebles para toda la Administración Pública Federal.



En el año 2018, inició la implementación del Proyecto de Inversión para el Ahorro de Energía en 100 Edificios de la APF. Se actualizaron y publicaron los Lineamientos de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal en su versión 2018.

Para el año 2019 se amplió la obligatoriedad de implementar sistemas de gestión de la energía en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones industriales. Continuó la implementación del Proyecto de Inversión para el Ahorro de Energía en Edificios de la APF en 100 edificios. En ese mismo año el registro total de inmuebles en el Sistema Informático del Programa (Sistema APF), fue de **251** dependencias y/o entidades, con **3,697** inmuebles de oficina y de otros usos, que tienen **11,388** edificios, con un total de **22.76 millones** de m² de área construida y **885.50 GWh** de consumo de energía eléctrica.

La evolución histórica puede verse en la figura 10 donde la única subida significativa es el año 2009 que se atribuye a la crisis sanitaria de influenza AH1N1 y el cambio de CONAE a CONUEE de acuerdo con la expedición de la Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

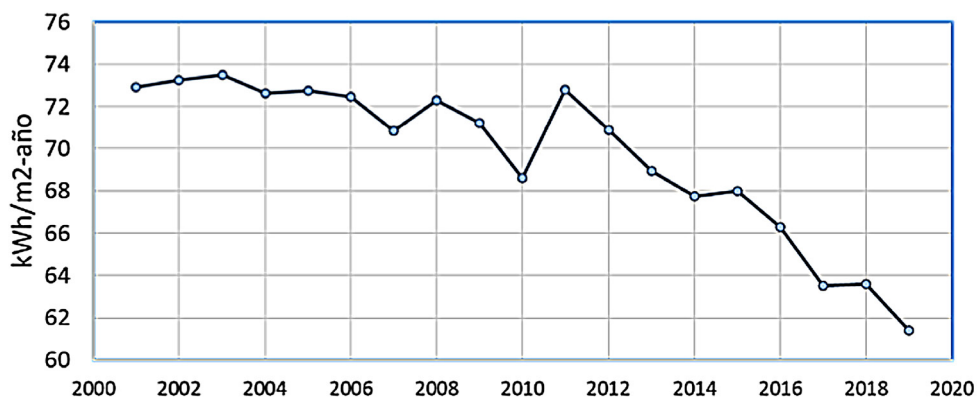


Figura 10. Intensidad de consumo los 100 inmuebles mayores de la APF.

Comentario

Cuenta Sabina Berman, hija de un judío-polaco-mexicano llamado Hershl, que su padre contaba su vida a trozos sin sacar moralejas y que, en una ocasión, le contó cómo a principios de siglo, en Radzin, Polonia, un rabino sentado ante una mesa de madera en medio de un público infantil, observaba una burbuja de vidrio vacía a no ser por un filamento que flotaba en su interior. “Que sean los niños los que

vean el futuro primero” exclamó el rabino, y sucedió el portentoso: la burbuja se iluminó como un pequeño sol sobre la mesa y los niños aplaudieron. Se escuchó una oración en hebreo: “Bendito seas señor nuestro, rey del universo, que nos permites prender focos”. Hershl decidió dedicar su vida a la luz de los focos. Años después y producto de su propia odisea, durante una mañana soleada de diciembre en el Zócalo de México, Hershl oyó un discurso de Lázaro Cárdenas (el bueno) en el que llamaba a sacar del atraso a miles de pueblos por medio de la luz eléctrica. Esto lo convenció (junto al sol y mujeres mexicanas), de quedarse a trabajar en la Compañía de Luz y Fuerza (cerrada en 2009 por decreto presidencial del gobierno de Felipe Calderón) que fue recorriendo centenares de pueblos, plantando postes de madera y tendiendo cables de cobre. La experiencia de su infancia fue repetida cientos de veces, pero ahora frente a niños mexicanos y entonces, volvía a suceder, “una vez más, el único milagro del que se fió mi padre (dice Sabina): en el foco se hacía la luz”.

Esta historia contada en la Jornada, viene a colación porque le queda como anillo al dedo al programa de los Cien Edificios Públicos de la **CONUEE**. La responsabilidad de no derrochar la energía, con futuras penas para quien no cumpla, implica, no tanto, “ahorro” de la misma sino la posibilidad de que los millones de seres que no saben aun lo que es “prender la luz” disfruten de los pocos milagros de los que todavía nos podemos fiar: la luz de un foco incandescente poco a poco sustituida por la emanada de una lámpara led. Cosas de la vida. 



Capítulo 15

Alumbrado público y Servicios municipales

Definición

El concepto de alumbrado público se refiere a un servicio el cual consiste en proveer la iluminación mínima necesaria en los espacios públicos y vialidades, de forma que se garantice la seguridad por lo cual es indispensable, se utiliza tanto para prevenir accidentes como para impedir actos delictivos en peatones y vehículos, también es empleado con fines de ornamento (resaltar edificios emblemáticos o para adornar plazas y parques durante la noche). Las señalizaciones viales luminosas, tales como tableros y semáforos, aunque cumplen una función de seguridad y formar parte de los espacios públicos, no se consideran sistemas de alumbrado público.⁵

Desarrollo

En 1998 la energía eléctrica consumida ascendió a **137 209 GWh** con ventas totales de **63 193 millones** de pesos. El sector público nacional consumió **5,176 GWh** donde al alumbrado público le correspondió el **59.6%** y al bombeo el **40.4%**. En términos monetarios fue de **4,213 millones** de pesos, donde el **69.7%** fue para el alumbrado público y el **30.3%** para el bombeo.

Entre 2013 y 2018 se entregaron **163.1 millones** de pesos del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) a **44** proyectos municipales concluidos, en apoyo a inversiones de los municipios por **2,157.5 millones** de pesos por la sustitución de más de **436 mil** sistemas de alumbrado público eficientes, generado un ahorro en el consumo de energía eléctrica de **179.4 millones de kWh** anuales, que representa una reducción promedio de **40.8%** en la facturación y un ahorro económico de alrededor de **641.5 millones** de pesos anuales para las finanzas municipales. Además, la CONUEE brindó asesoría técnica a cerca de **1,500** municipios en **30** Estados, integrando **475** solicitudes de participación de municipios.

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=2Gh9xJ-WaRs>

El Programa de Apoyo Integral para la Eficiencia Energética Municipal (PAIEEM) consta entre otras acciones, de un conjunto de guías que en forma de fascículos orientan sobre diferentes tópicos tales como: importancia del alumbrado público, cómo elevar su eficiencia, establecer tarifas, censar, información técnica referente a las lámparas, medidas de ahorro, aplicación de normas y cómo conseguir financiamiento.



Figura 11. Información contenida en guías PAIEEM

El objetivo de estas guías son las de apoyar a los municipios en el ahorro de electricidad, modernizar sus planos y actualizar su base de datos. La metodología para ello abarca:

- Basarse en el plano cartográfico de la localidad
- Levantamiento del censo de los equipos instalados
- Establecimiento del sistema de informática
- Procesamiento del censo
- Definición de medidas de ahorro de energía
- Elaboración del reporte
- Convenio con el suministrador de electricidad
- Canalización a financiamientos



La tecnología actual instalada de acuerdo con el documento alumbrado público, eficiencia energética y la ciudad inteligente, con la información recopilada por la CONUEE en 2019, la tecnología más común es la de vapor de sodio de alta presión **62%**, seguida de los aditivos metálicos cerámicos **13%**, aditivos metálicos de cuarzo **9%**, fluorescente **4%**, LED **3%** y tecnologías diversas **9%**.

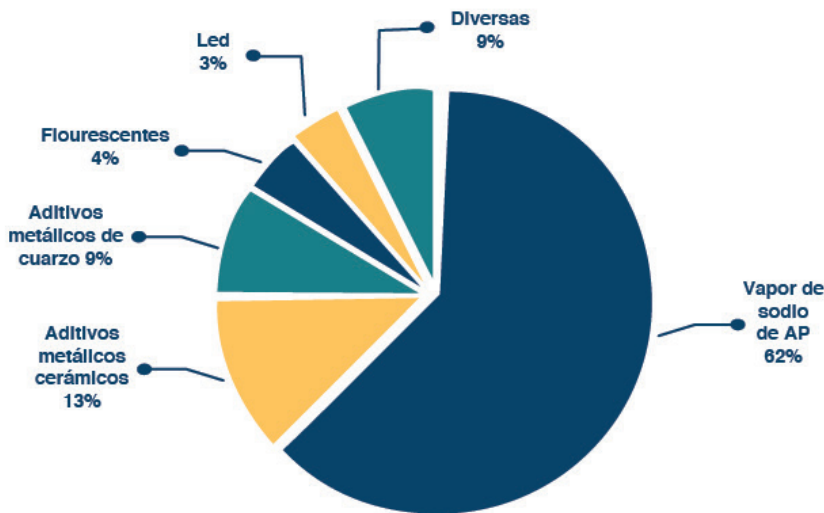


Figura 12. Tecnologías de alumbrado público en municipios en México.

Comentario

A estas alturas, opinar positivamente sobre la importancia de la electricidad aplicada al alumbrado público parecería superfluo. Pocas cosas están tan arraigadas en la vida urbana como lo está el alumbrado público. Se nos hace tan evidente su existencia que su inexistencia parece poco menos que imposible, simplemente no es posible concebirlo.

Tal vez por esto se hace tan difícil dar una opinión razonada sobre el programa de la CONUEE alrededor del alumbrado público. Sólo restaría decirles a los responsables que su trabajo posee dimensiones épicas y el hecho de que esté integrado a proyectos de apoyo directo al desarrollo de los municipios multiplica su valor. El desarrollo de los municipios es la clave para el desarrollo integral de toda la nación y la clave para empezar a romper el nudo gordiano de la pobreza ancestral de México. 

Capítulo 16

Transporte 1

Definición

El sector transporte es un sistema con actividad del sector terciario (se caracteriza por producir productos conocidos como servicios) es entendido como el desplazamiento de objetos o personas de un lugar de origen a otro, un lugar de destino a través de un medio o un sistema de transporte que utiliza una determinada infraestructura (red de transporte).

Esta ha sido una de las actividades terciarias que mayor expansión ha experimentado a lo largo de los últimos dos siglos, siendo el sector con mayor aportación de emisiones en México (y en el mundo), de acuerdo con el Inventario de Emisiones, dicho aumento es debido al comercio y los desplazamientos humanos tanto a escala nacional como internacional.

Desarrollo

Para situar la importancia del sector transporte y su impacto en los balances de energía de las naciones, es necesario saber que, en 1996, EU con un PIB de 7.0×10^{12} de dólares y **270 millones** de habitantes consumió $1,450 \times 10^6$ Tep, siendo su intensidad energética de $IE=0.15$; donde el transporte consumió 550×10^6 Tep, o sea, el **38%** de su consumo total.

Para México, las mismas variables son: PIB= 0.4×10^{12} dólares. P= 94×10^6 habitantes. EC= 100×10^6 Tep. $IE=0.35$, donde el transporte consumió el 37×10^6 Tep, o sea, el **37%** de su consumo total.

La comparación entre México y EU es definitiva, al menos para todo el siglo XXI.

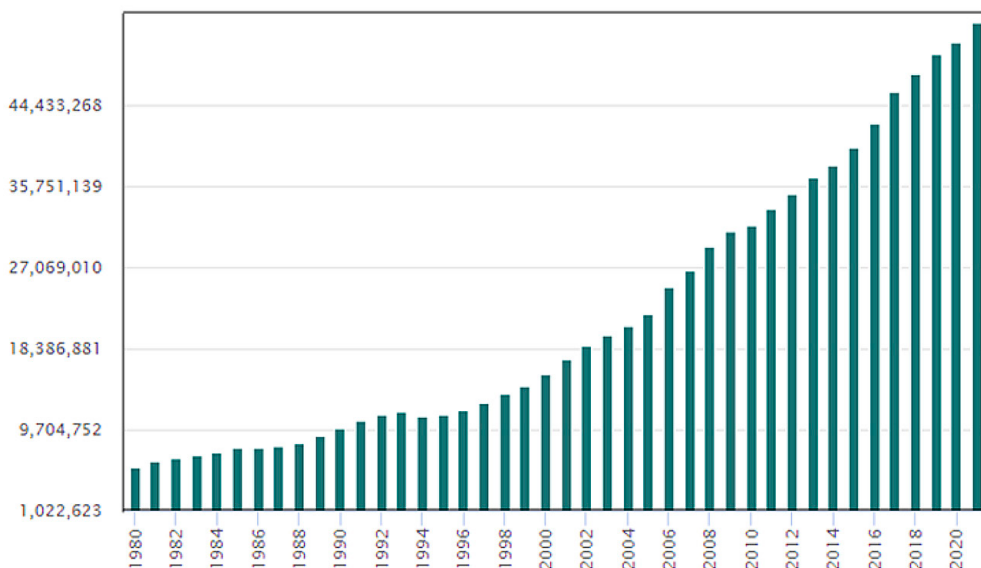


Figura 13. Vehículos de motor registrados en circulación en México.

En 2020, el sector residencial en México consumió el **24.54%** de la energía, el industrial: **32.35%** y el transporte el **38.87%**. En este último, el transporte por automóvil representó el **92.51%** de la energía consumida, el eléctrico (incluido el metro) el **0.19%**, el aéreo **4.85%**, el marítimo **1.03%** y el ferroviario **1.42%**. Por tipo de combustible, la gasolina significó el **64.72%** de los combustibles quemados; el diésel, **25.73%**; kerosinas, **4.8%**; gas licuado **4.32%**; electricidad, **0.2%** y el combustóleo, **0.12%**.

Es evidente la importancia del autotransporte en México. En diciembre de 2022 de acuerdo con el INEGI los automóviles abarcaban el **74.5%** del parque vehicular en el país, **36.32%** los camiones y autobuses el **1.8%** y los camionsotes de carga el **23.7%**.

El parque vehicular del país se concentra de la siguiente forma: CDMX, **16.34%**, Nuevo León **7.82%**, Jalisco el **7.03%** de vehículos; EDOMEX **6.49%**, Tamaulipas **4.24%**, Coahuila **3.77%** y Chihuahua y Puebla cada uno con **3.66%**, esto significa que estos ocho estados concentran el **53%** del parque vehicular del país

Los problemas principales para la planeación del transporte en las zonas urbanas lo constituyen la falta de educación de los que operan los automotores de todo tipo; su falta de civismo, siendo permanente la violación a todo tipo de reglamentos de tránsito, incluso por los que están obligados a cumplir y a hacer cumplir la Ley y, la falta de planeación urbana.

Comentario

Si sólo se tratara de números y estadísticas, el sector transporte se lleva las palmas. Simplemente es impresionante la presencia que el mismo tiene en nuestras sociedades. Recordemos que el automóvil, junto a la televisión y la computadora representan los iconos de un modelo de desarrollo, hoy severamente cuestionado, pero al que no se le han encontrado *terceras vías* válidas. A lo mucho, las *críticas* hechas, no pasan de meras lamentaciones y ridículas manifestaciones de sectores e individuos, que sin embargo, viven y se aferran al *sistema* que denostan.

Pese al deseo del legendario Ford, de que cada familia pudiera algún día poseer su propio automóvil, y de que, en apariencia, es un bien imprescindible en urbes como la nuestra, seguimos creyendo que la tesis de Ilich, expuesta en 1974, es la correcta. A la letra, dicha tesis dice:

“Tanto los pobres como los ricos deberán superar la ilusión de que **más** energía es **mejor**. Con este fin es necesario, ante todo, determinar el límite de energía más allá del cual se ejerce el efecto corruptor del poder mecánico... más allá de cierto nivel de uso per cápita de energía física, el ambiente de una sociedad cesa de funcionar como nicho de su población.”

Ilich concluía en su extraordinario ensayo (energía y equidad), que tarde o temprano las sociedades humanas, organizarían su transporte alrededor de la bicicleta. Serían sociedades *bicicleteras*.

Sabemos que esta visión carece de importancia en las políticas gubernamentales y que ninguna organización con posibilidades de ganar y ejercer el poder la tiene como proyecto de desarrollo alternativo para ofrecerla a los ciudadanos. Y mucho menos se tiene idea alguna de cómo implementarla.

Es una verdadera lástima: ese fabuloso producto de la ciencia y la técnica (no menor a la del automóvil) como lo es la bicicleta, tendrá todavía que esperar su turno antes que nuestras autoridades y los ciudadanos, que sueñan con poseer un auto, se den cuenta que mucha de su felicidad se sostendría, más que acelerando, pedaleando. 



Capítulo 17

Transporte 2

Dos esquemas resumen la información principal de una plática dada por el Maestro en Ingeniería, Francisco Javier García Osorio (director de Movilidad y Transporte de la CONUEE).

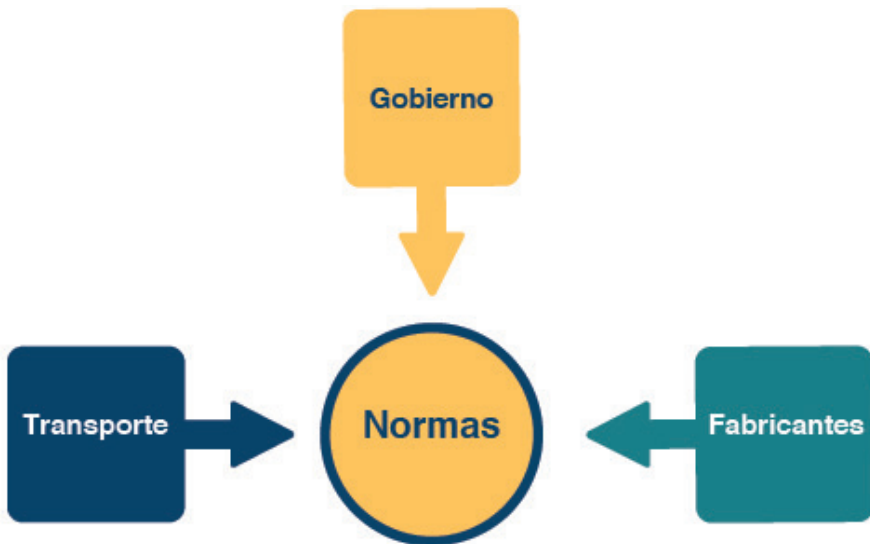


Figura 14. Estructura sector transporte

El gobierno es el encargado de regular, vigilar y corregir la calidad de los servicios proporcionados por los transportistas, planear las rutas, vigilar la seguridad, controlar las emisiones contaminantes y fijar las tarifas. Los transportistas tienen la obligación de elevar su eficiencia, su productividad y hacer uso responsable de los combustibles que consumen ya que los mismos representan entre el **40 y 50%** de sus costos variables.

El fabricante tiene que ofrecer permanentemente tecnología de punta, capacitación para su uso y procedimientos de operación y mantenimiento. Estos tres factores trabajando en conjunto, permitirían, en principio, un servicio de transporte de alta calidad para los usuarios.

La región de operación óptima para el trabajo de todos los motores utilizados en el transporte tiene las siguientes características mostradas en la **Figura 15**.

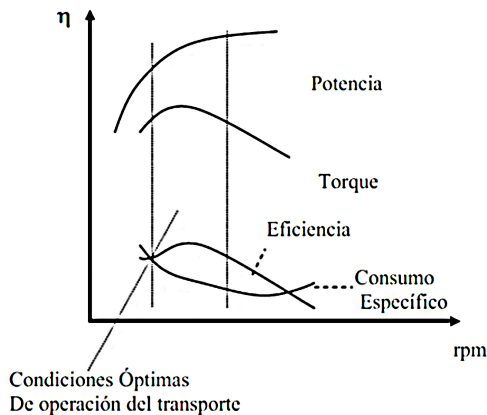
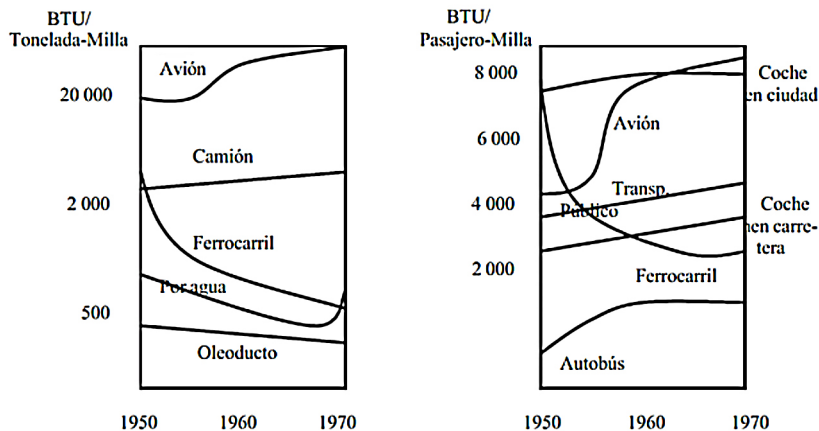


Figura 15. Estructura sector transporte

Comentario

En una referencia de 1975 (El dilema energético. G.B. Zorzoli. Ed. Blume, p. 59 y 60) se encontraron las gráficas mostradas abajo, preguntándole a Javier, si existían en el caso de México tales gráficas. Para el caso de EU, según la referencia citada, tales gráficas son:





Que tal información no exista para el caso de México, parece una grave omisión, toda vez que es un instrumento de planeación estratégica para la racionalización del consumo de energía en el sector transporte. Esta carencia de datos para la planeación explica, de algún modo, el caos que vivimos actualmente en nuestro transporte, que por milagro opera más o menos. Pese a todo, nuestra civilización camina sobre ruedas quemando gasolinas: ¿Hasta cuándo? 

Capítulo 18

Coordinación de promoción regional CONUEE

Contexto

Eran funciones de la Coordinación la aplicación de los apoyos disponibles para la instrumentación de programas y estrategias orientadas al ahorro de energía y a su uso eficiente en el sector gubernamental, empresarial, educativo y social de los Estados y Municipios del país. La presencia en el año 1997 era de 14 oficinas regionales y puertos de atención en Baja California, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Tampico, Veracruz, Puebla, Estado de México, Yucatán, Querétaro, Morelos, Jalisco y Aguascalientes.

Desarrollo

Las últimas noticias de esta coordinación son del año 2018 y 2019 con la apertura de las agencias estatales de energía de los estados de Hidalgo, Puebla y Zacatecas y la creación de la Subsecretaría de Energía de Yucatán.

Dentro de las tareas que tienen los gerentes regionales se encuentran la promoción, difusión, capacitación, celebración de convenios y la generación de recursos a través de cursos de capacitación a cambio de espacios y materiales. Los puertos de atención se establecen vía convenio con universidades, cámaras industriales y oficinas gubernamentales para el asesoramiento y capacitación

Desde 1997 se establece la **CONUEE** virtual a través de Internet con todas las unidades de atención. Se dan apoyos para la gestión financiera y los requerimientos tecnológicos de las empresas con relación a sus necesidades energéticas, diagnosticándolas y asesorándolas.

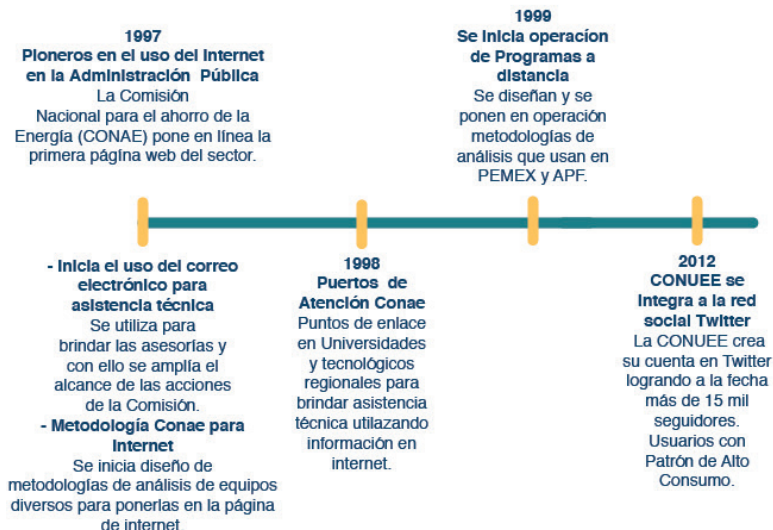


Figura 16. Infografía de tecnología de la información CONUEE

Dentro de los diagnósticos energéticos se tiene la atención a los usuarios para cuantificar, evaluar y desarrollar el ahorro y eficiencia en el uso de la energía; se informa sobre los algoritmos para la evaluación de proyectos de ahorro energético, el aprovechamiento de las energías renovables y la solicitud de asesorías a través del correo electrónico. De acuerdo con los planes de la **CONUEE** se tenía la intención de crear hasta 100 puertos de atención siendo su principal objetivo la asistencia al micro y pequeño empresario, aprovechando entre otras cosas, el desarrollo de la investigación tecnológica realizada en los centros de educación superior, para generar, difundir y capacitar en las tecnologías de las conversiones eficientes de la energía, aprovechando la infraestructura existente de las regiones.

En la actualidad el programa de Estados y Municipios da Asesorías técnicas, opiniones vinculatorias y/o recomendaciones para los 32 estados y 2,456 municipios del País que lo soliciten de acuerdo con la nueva realidad que después de la pandemia, prácticamente todo es de forma virtual (vía remota).

Comentario

Todo proceso que conlleve la descentralización a favor del desarrollo regional y municipal del país es bienvenido y debe ser apoyado. Si además dicha descentralización va acompañada de todo un programa de capacitación, educación y formación de

especialistas en el tema, el proyecto se vuelve aún más atractivo entonces ¿por qué no existe esa vinculación de la **CONUEE** con las universidades? ¿Qué pasó?

En el Año 1999 el director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en el Laboratorio de Máquinas Térmicas, da por inaugurado un puerto de atención de la **CONUEE**.

Dos décadas después, ni siquiera aparecen noticias en la red de la existencia de tal evento. El proyecto de los puertos de atención no se continuó por no contar (como sucede con algunos otros proyectos que benefician al país) con diversos apoyos que deben provenir principalmente del Estado y de las diversas instituciones relacionadas con la temática. Y como todo, lo más difícil era empezar y ¡ay!, trabajar. He aquí el origen de todos los conflictos sociales actuales: el trabajo sigue siendo el castigo más brutal dentro de cualquier infierno Dantiano. Es mucho más fácil y atractivo vivir del trabajo de los demás por lo que no es difícil entender entonces, que la demanda más fieramente exigida por vastos sectores sea precisamente la gratuidad, o sea, el retozar a costa del esfuerzo de los que, ni modo, tienen que trabajar. 



Capítulo 19

Comité interno para el uso eficiente de la energía

Definición

El Comité es un grupo de trabajo integrado por personal de distintas áreas operativas de una empresa con objeto de establecer programas y acciones tendientes al uso racional y eficiente de los energéticos. Se integra a través de un gerente que coordina todas las secciones donde el uso de la energía es imprescindible: electricidad, civil, mecánico, ingeniería, evaluación, procesos, servicios auxiliares, seguridad y problemas ambientales.

Desarrollo

Sus funciones son promover el ahorro y uso eficiente de la energía sin afectar la actividad productiva, racionalizar el consumo de los energéticos en todas sus formas, evaluar los ahorros de energía en proyectos específicos, elaborar para su análisis los balances de masa y energía y, realizar el seguimiento respectivo. A su vez debe definir metas a corto, mediano y largo plazos, identificar e implantar acciones, comparar resultados con las metas y modificar prioridades.

En 1995 se estableció el Comité de Ahorro de Energía (como se le llamaba en esa época) Pemex-CONAE con el objeto de identificar áreas susceptibles al ahorro de energía, así como tomar las medidas correspondientes para su implantación. Los proyectos desarrollados tenían como eje principal: optimización y uso racional del agua de enfriamiento, calentadores a fuego directo, optimización en el sistema de distribución de vapor y retorno de condensados, aprovechamiento térmico de gases de desfogue, integración térmica de procesos, optimización en el sistema eléctrico de alumbrado. Se obtuvo como resultado que a través de una inversión de 151 millones de pesos se obtendrían ahorros mensuales de 135 millones de pesos, esto es, en menos de dos meses se recuperaría la inversión. En 2015 se da un salto exponencial al incluir los sistemas de gestión de energía a través de la ISO 50001 los cuales incluso se reconocen en los premios de la Administración Pública Federal (APF), ya no solo es que el Comité Interno para el Uso Eficiente de la Energía tenga como

objetivos el aprovechar óptimamente los recursos naturales, sino involucrar a los usuarios y miembros de toda la organización para lograr estos objetivos con la finalidad de reducir las emisiones contaminantes, enriquecer la cultura de ahorro energético del país, incrementar la competitividad en los negocios y capacitar para la detección de oportunidades de ahorro de energía.

Desarrollo

La conformación de estos comités en Dependencias y Entidades que pertenecen al Programa de Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal es prioritario para el desarrollo sustentable del país dado que la finalidad es la preservación de recursos y la capacitación de personal, dos rubros intrínsecamente ligados en las carreras en la UNAM, así como la inclusión del tema de la sustentabilidad en sus respectivos Planes de Estudio. Consideramos que la comunidad universitaria (Administradores, Profesores, Alumnos y Trabajadores) deben participar de manera activa, precisamente como lo sugiere la ISO 50001 la cual sugiere involucrar a todos los miembros de una organización, demostrando que sus acciones ayudarán a lograr las metas trazadas. Muchas veces no se aprovecha la capacidad y conocimiento al interior de una instalación, por lo que surge el cuestionamiento en nuestra propia sede: ¿Y la conformación del Comité Interno para Uso Eficiente de la Energía en las diferentes sedes de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza para cuándo? 



Capítulo 20

Aplicación de técnicas para la solución de problemas energéticos

Análisis causa-efecto

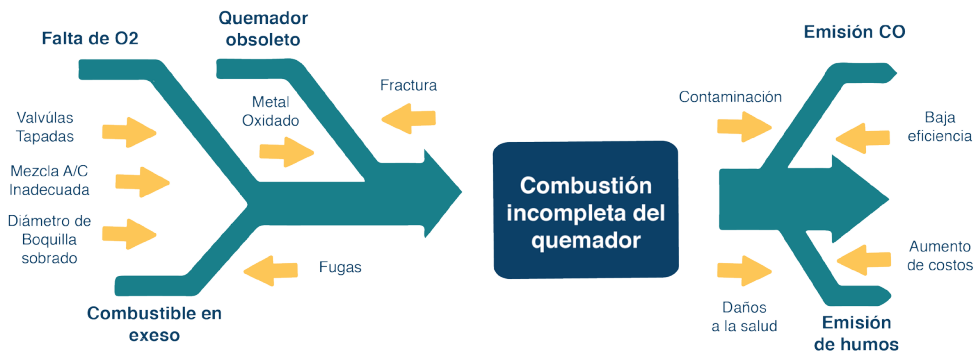


Figura 17. Análisis de combustión de quemador

Análisis KT

Enunciado: Suspensión del suministro de agua a una colonia de Iztapalapa.

Especificación del problema: 500 casas habitación ubicadas dentro de la colonia Palomares carecen del vital líquido desde hace 10 días. Un solo conducto alimenta la red dentro de dicha área. El suministro de agua proviene de un pozo localizado al Norte de la colonia. Una es la bomba centrífuga que impulsa al líquido.

Búsqueda de distinciones: La colonia tiene dos años de construida, lo mismo todo su sistema de abastecimiento.

Posibles causas:

1. Falla de la bomba
2. Ruptura del conducto principal
3. Agotamiento del pozo
4. Falla del suministro eléctrico
5. Falla del motor.

Causa más probable. Hay que revisar todas las posibles causas.

La Técnica TKJ

Descripción de hechos: Juan y Pedro son dos vecinos cercanos. Ambos son dueños de perros. Todos los días los sacan a realizar sus necesidades sin molestarse en recogerlas.

Diseño de la solución. Hay que solicitar a Juan y Pedro educar a sus perros y recoger sus desechos.

Implantación y control. En próxima reunión vecinal se les hará llegar esta solicitud. En caso de negarse se nombrará una comisión para levantar el acta respectiva ante el M.P.

Árbol de objetivos

Formulación del objetivo. Fomentar que los profesores de la UNAM inicien puntualmente sus clases sólo con 10 minutos de tolerancia, como lo marca el Estatuto.

¿Qué se requiere?

1. Invitar a los profesores a cumplir el reglamento respectivo



2. Aplicar descuentos a quien no cumpla
3. Hablar con todos los profesores impuntuales en privado
4. Enviar por oficio las observaciones pertinentes
5. Realizar descuentos a discreción
6. Ponerlo como punto de orden del día en reuniones de trabajo. 

Capítulo 21

Opciones para una futura industria de gas natural en el Istmo Centroamericano

Definición

Los elementos del proceso de suministro del gas natural son el abastecimiento, construcción de gasoductos, transporte, comercialización, consumo y entorno.

Desarrollo

El establecimiento de una red de abastecimiento de gas natural para Centroamérica implica un proyecto de gran complejidad más aun tratándose de naciones con poca experiencia en el manejo de dicho energético. Es objetivo de este trabajo identificar las mejores opciones para iniciar a construir la industria del gas natural en la región. Considerando las experiencias internacionales es posible imaginar escenarios probables para la estructura y operación de dicha industria. Para ello se requiere una regulación básica para la creación del mercado del gas natural la cual debe establecer normas comunes para su organización y funcionamiento, así como la elaboración de marcos nacionales que regirían las relaciones con el consorcio que desarrolle el proyecto dando seguridad y estabilidad a cada nación por separado.

El trabajo se desenvuelve en tres capítulos:

- La industria del gas natural, sus modelos de organización industrial y sus formas de regulación, las fuentes consultadas son bibliográficas.
- Las reformas realizadas en los países industrializados, las experiencias en América Latina y los marcos regulatorios existentes en la región.
- Se analizan las opciones que hay para una futura industria del gas en Centroamérica.



La industria del gas natural se compone de las siguientes actividades: exploración, explotación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización. La exploración y explotación del gas natural es una actividad de altos riesgos e intensiva en capital; el transporte del gas natural por unidad de energía y kilómetro es más de **10** veces superior al del petróleo y se lleva a cabo a través de gasoductos o, licuado el gas, por medio de barcos. Así los costos de conducción representan hasta el **70%** del precio final de venta al consumidor; la distribución consiste en las operaciones necesarias para entregar el gas a los consumidores finales; la comercialización puede desagregarse en dos niveles diferentes, por un lado, el mercado mayorista con la compra de gas proveniente de los campos de producción para la reventa y por el otro lado el mercado minorista para la venta a los consumidores finales.



Figura 18. Proyecto de gas considerando integración con México

La reforma de los modelos de organización ha comprendido tres procesos fundamentalmente: a) la apertura a nuevos actores y su competencia, b) la separación de la cadena productiva y c) la venta de los activos públicos.

Tal reestructuración también ha creado nuevos mercados los cuales comprenden la entrega física del gas y todo lo relacionado con la administración de los riesgos asociados a su comercialización.

Referente a los procesos de regulación se tienen cuatro razones para ello: la presencia de grandes economías de escala, la poca posibilidad de transportar al gas

por algún otro medio que no sean los tubos hacia el consumidor final, la existencia de barreras a la entrada por las grandes inversiones requeridas y porque los gobiernos tienden a limitar la cantidad de tubos que atraviesan su territorio. En otras palabras, el Estado regula para proteger a los usuarios, a los inversionistas y promueve la eficiencia económica y la salvaguardia del interés general. De otro modo la regulación no tendría sentido. Los procesos de reforma de la industria del gas natural incluyen: introducción de la competencia, participación de la iniciativa privada y la aprobación de nuevas leyes y decretos. De los resultados más relevantes de estas reformas ha sido la aceleración de la integración regional para la creación de nuevos mercados y el suministro de gas a nuevos países, donde los centroamericanos, son el interés principal de este trabajo.

Comentario

Más pobreza que la que existe en México es posible encontrarla en Centroamérica. Ésta es una región que debería pertenecer al territorio mexicano por muchas razones. Los movimientos sociales más importantes en América Latina, después de la Revolución mexicana, se han dado (así lo consideramos) en esa fabulosa (por su naturaleza y posibilidades) zona. Ahí la lucha armada con el objeto de sacarla de sus miserias sí ha sido en serio y los revolucionarios centroamericanos han decidido transitar por la vía pacífica, más dura y larga, de la democracia.

La sola idea de una industria del gas en la región no sólo es plausible, sino que es un proyecto que Pemex debería tener ya acabado. Sólo falta que a la hora de llevar el ducto de Cd. Pemex a toda Centroamérica los Daniel Boone enmascarados lo dinamitaran con el pretexto de que por su interior se iban a colar los soldados del mal gobierno. En fin, cosas de la pluralidad. 



Capítulo 22

Sector energía 1995-2000

Contexto

Mirar el pasado a través del Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector Energía nos ayuda a comprender cuales eran las expectativas y estimaciones de la evolución de este, sin embargo, podemos a la distancia (dos décadas después) comparar con la realidad. El documento se sitúa en el año 1994.

Desarrollo

El Índice principal de dicho documento se observa a continuación:

Introducción

- 1. El contexto internacional**
- 2. El sector de la energía en México Base de recursos**
- 3. Objetivos y prioridades**

Rectoría del Estado

Reestructuración del sector

Fomento del federalismo

Participación privada

Marco regulatorio

Satisfacción de la demanda

Eficiencia económica

4. Estrategias y acciones

Sector central: Secretaría de energía

Subsector petrolero

Subsector eléctrico

Investigación y desarrollo tecnológicos

Introducción

En la etapa y estilo de desarrollo que caracteriza hoy a la economía mexicana, el energético ya no es un sector dominante en la actividad económica, pero ignorar su potencial como agente catalizador de desarrollo pondría en riesgo el proceso de revitalización propuesto por el presidente Ernesto Zedillo.

El contexto internacional

- Disminución de la presencia del petróleo de más del **47%** en 1973 al **40%** en 1994.
- Aumento de la participación del gas natural de **18%** en 1973 al **23%** en 1994.
- Relativa constancia del carbón de **28%** en 1973 a **27%** en 1994.
- Aumento de la participación del uranio de **0.8%** en 1973 a **7.2%** en 1994
Disminución de la hidroelectricidad de **5.5%** en 1973 a **2.5%** en 1994.

El capital privado jugará un papel de importancia creciente en el desarrollo del sector de la energía, por lo que muchos países en los que el Estado ha tenido una participación exclusiva o dominante en el sector se encuentran en un proceso de diseño de un marco regulador apropiado, que aliente la inversión privada en diversas actividades.

En la mayoría de los escenarios se estima que la demanda mundial de energía primaria aumentará entre 1995 y 2000 a una tasa promedio de **1.5 a 1.7%**, dependiendo del uso de tecnologías más eficientes. El gas natural se consolidará como la mejor opción para la nueva capacidad de generación eléctrica.

La dinámica futura del consumo de energía dependerá de diversos factores críticos, en particular el crecimiento económico en los países en desarrollo, el avance tecnológico



y sus consecuencias sobre la eficiencia energética y los costos de producción, las normas y regulaciones derivadas del impacto ambiental y los precios relativos a los energéticos. De estos factores, los relacionados con el cuidado del ambiente serán, muy probablemente, los que ejercerán mayor influencia en el comportamiento futuro del sector de la energía en el mundo.

El sector de la energía en México

Las reservas probadas aumentaron a partir de 1976 alcanzando un máximo de **72 500 MMB** en 1984. A partir de entonces fueron declinando a una tasa promedio de **1.2%** anual ubicándose en **62 220** en 1995. De estas el **79%** son crudo y condensados y el resto, gas natural, siendo su vida media de 48 años.

Hubo **204** proyectos hidroeléctricos en diferentes etapas que corresponden a una generación de **82 319 GWh**, de este potencial se explotó hasta 1994 el **34%**.

Las reservas de uranio se estimaban en 14.5 miles de toneladas de las cuales se tiene ubicadas **10.6**. Su exploración quedó suspendida en los primeros años de la década de los 80's.

Se identificaron **500** focos termales siendo las reservas probadas de **700 MW**. De acuerdo con estudios de exploración actuales se estima que otros focos con capacidad de **1000 MW** podrían entrar en operación durante la primera década del siglo próximo.

Se ha fomentado a la energía eólica, recurso para el que existen proyectos de generación privada. Actualmente se tiene una capacidad instalada de **1.6 MW** en una planta piloto en Oaxaca.

El uso de la leña y el bagazo representaba el **6.9%** del consumo energético nacional.

Los escenarios de mercado para el año 2000 eran:

Alcanzar el crecimiento económico que demanda el desarrollo nacional, asegurar la disponibilidad amplia y eficiente de los recursos de hidrocarburos que dispone el país. Para ello, se requiere contar con instalaciones de producción, transporte y distribución de combustibles, (instalaciones) adecuadas, modernas y eficientes además de ofrecer un abasto oportuno, competitivo y suficiente para los consumidores nacionales.

La solución económicamente óptima para satisfacer la demanda futura de energía eléctrica y de combustibles del país, cumpliendo con las normas ambientales esperadas, implica una reorientación de la política nacional de combustibles hacia un menor consumo de combustible y consecuentemente, un aumento significativo de gas natural. Para ello se establecerá el marco regulatorio del gas natural. Este importante cambio en la estructura de la demanda de gas implica retos de gran magnitud para Pemex. La demanda de

gasolina preveía un crecimiento del **1.8%** entre 1994-2000; diésel se estimó en unos **250 MBD** para el 2000; la turbosina que crecería **4.8%** y el GLP en **2.7%** anual. La tasa de demanda de electricidad fue de **5.1%**. Para el 2000 se preveía una demanda superior en más de una cuarta parte **25.7%** a la registrada en 1994. Su satisfacción constituye un reto considerable para el Subsector eléctrico nacional y hace aún más necesario movilizar de manera efectiva la participación de productores independientes de energía.

Objetivos y prioridades

La función del Estado en el sector de la energía consiste en asegurar la explotación racional de los recursos energéticos del país a través de la fijación de políticas y la conducción de los organismos del sector por parte de la Secretaría de Energía. Esta función es indeclinable e irrenunciable y constituye una vía para hacer realidad el valor más importante de nuestra nacionalidad: la soberanía.

Ante el esfuerzo de modernización del gobierno mexicano y el replanteamiento a escala mundial de la organización de la producción y suministro de energéticos y con apego a los mandatos constitucionales y a las directrices básicas del Plan de Desarrollo 1995-2000, se realizará una amplia reestructuración de las entidades del sector, que permita establecer estructuras ágiles y austeras para cumplir eficazmente con sus responsabilidades.

Para Pemex se pretende la integración de grupos directivos que consoliden su liderazgo empresarial, desarrollar una infraestructura de gestión moderna, mejorar la capacidad de absorción de tecnologías avanzadas y la consolidación del liderazgo empresarial en toda la institución.

Para la petroquímica se diseñó una estrategia fundamentada en la desincorporación de los activos petroquímicos secundarios para fomentar su desarrollo, promover la inversión y elevar la competitividad. Con la desincorporación se perseguía disponer de recursos tecnológicos y de inversión, aprovechar las ventajas del sector y asignar de manera más eficiente los recursos de que disponía la paraestatal.

En electricidad se alentó la participación privada en la generación y se fortalecerá la inversión pública en transmisión y distribución. Parte de la reestructuración de la CFE será la creación interna de centros de resultados (ingresos/costos) con su propia contabilidad. Luz y Fuerza será reestructurada para que se dedique principalmente a la distribución y comercialización de electricidad (**el 11 de octubre de 2023 se cumplen 14 años del decreto de extinción**), tener flexibilidad estructural, reducir sus costos de operación, mejorar sus servicios y asignar responsabilidades a sus áreas.

Se mencionaba la estrategia de fomentar la participación privada en el sector energético en los ámbitos previstos por la legislación que no forman parte de las actividades reservadas al Estado.



La actividad reguladora es esencial para cumplir el propósito de alentar la participación privada en la generación de energía eléctrica, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica y en su Reglamento.

Entre las medidas que se consideraban para incrementar la eficiencia económica se destacaban el ahorro y uso eficiente de la energía por las propias empresas del sector, la racionalización del empleo productivo, la reducción de costos en la exploración y el desarrollo de campos, la optimización del sistema integral de refinación y la mejora de los sistemas de transmisión y distribución de electricidad.

Desde entonces se mencionaba como necesario que las políticas de precios y tarifas incorporen consideraciones de carácter económico, financiero y productivo-social, sigue siendo urgente una política de precios y tarifas que permita generar los recursos financieros necesarios para sufragar los costos totales y favorezca la ampliación de la infraestructura que requiere el sector.

Se deberá desarrollar un marco de seguridad integral que estableciendo objetivos estimule la implantación de mecanismos de autocontrol en la operación de las empresas del sector energético.

El sector energético debe empeñarse en la creación de nuevas fuentes de empleo, compatibles con la expansión y eficiencia de sus actividades productivas.

Se marcaba como objetivo prioritario, asegurar un adecuado equilibrio entre las inversiones que se destinan a ampliar la infraestructura existente y las que se orienten a su mantenimiento, para su óptima conservación.

Otro objetivo marcado era mejorar al ambiente a través de la prevención, control y mitigación de emisiones contaminantes. Se planeaba realizar inspecciones y auditorías ambientales, formular normas específicas del sector para proteger el medio, incorporar acciones de protección al ambiente en las etapas de planeación, complementar la normatividad existente y fomentar la educación ambiental.

Desarrollo de programas para el fomento del ahorro y uso eficiente de la energía en todos los niveles, implantación de normas para la eficiencia en equipos, establecer el horario de verano (ya hasta desapareció), incorporar a los sectores social y privado, coordinarse con las instituciones de educación, impulsar la investigación en este campo y adecuar y complementar el marco jurídico. Promover la cogeneración, y el aprovechamiento de las fuentes alternas de energía, aplicación de incentivos para la instalación de equipos de alta eficiencia, reducción de consumo de energía eléctrica en las dependencias públicas, implantación de tarifas que reflejen los costos. El conjunto de los programas propuestos permitiría ahorros de **5 513 a 7 951 GWh** al año que equivale a **1 510MW**, **4.8%** de la capacidad instalada en 1994 y un **7.3%** de las ventas internas del mismo año.

Se estableció que la oferta de crudo mexicano de exportación debería mantenerse y ampliarse en los próximos años. Asegurar la colocación de las exportaciones y garantizar el suministro económico de las importaciones, contribuir a optimizar el sistema nacional de refinación y mejorar la capacidad técnica.

Estrategias y acciones

Las estrategias que orientan las diversas acciones de la Secretaría de Energía guardan una estricta congruencia con las funciones que le asigna la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Maximización del valor económico a largo plazo del Subsector petrolero a través del desarrollo de las reservas de hidrocarburos a un ritmo mayor que el actual, mejorar la eficiencia operativa, mejorar la calidad de los productos ofrecidos, otorgar prioridad al ambiente, fomentar el cambio de cultura para el trabajo y ampliar la capacidad de gestión autónoma de Pemex. Se fijarán mecanismos de precios ágiles. Lograr incrementos de la producción, integrar una cartera de proyectos de la más alta calidad, abatir los rezagos operativos existentes, se aplicarán criterios de descentralización regional, asimilación de los desarrollos tecnológicos internacionales, establecer vínculos con las universidades, otorgar prioridad a la capacitación técnica, concentrar la inversión en proyectos de alto rendimiento en Cantarell, Ku y Agave entre otros 14, realizar proyectos de incorporación de reservas en Campeche, Tabasco y Bacalar entre otros 12 más. Lo anterior permitiría alcanzar una producción de **3 MMBD**, **1.7** para exportación y **5000 MMPD** de gas. (En la actualidad estamos muy lejos de tales metas).

El abasto de petrolíferos incluye elaborar una política comercial que abra nuevos canales de distribución, atender el desarrollo del mercado nacional, abatir los rezagos en eficiencia operativa, alcanzar los niveles de seguridad internacional, establecer mecanismos de simplificación administrativa, llevar programas de capacitación a todos los niveles y se prevé la desregulación que promueva la competencia entre estaciones de servicio. Con estos proyectos se pretendía asegurar la producción de destilados, generando más fuentes de octanaje para una mayor producción de Magna-Sin y elevar la producción de diésel desulfurado, buscando también que las refinerías adquirieran una configuración competitiva orientada a la mayor producción de petrolíferos ligeros.

En el caso del gas natural se requería aumentar la capacidad de procesamiento, recuperación de líquidos y reducir costos de energía y de mano de obra, se preveía incrementar las exportaciones de butanos, pentanos y azufre. Para la comercialización del gas se requería el alineamiento de los precios y la liberalización de su mercado por lo que Pemex venderá el gas licuado al mayoreo a un precio que refleje el costo de oportunidad, se liberalizará las tarifas del transporte y distribución por carro tanque permitiendo que los servicios sean contratados libremente por los distribuidores y será el mercado quien establecerá los costos de distribución.



Se buscaba afinar una estrategia orientada a incorporar las acciones de cuidado ambiental en las prácticas cotidianas del organismo, diseñar nuevas metodologías de análisis de proyectos de inversión que incluyan los costos ambientales y a instrumentar programas intensivos de capacitación, difusión y sensibilización que aumenten el nivel de conocimientos y la cultura ambiental de los trabajadores.

Se requería **13 039 MW** de potencia eléctrica adicional con el escenario de un crecimiento de **4.9%** anual, de este total **4 008** son proyectos en construcción y **9 031** se licitarán entre 1996 y 1999 para entrar en operación entre 1999 y 2004. Se instalarán **11,000 km** de líneas de transmisión. Los montos de inversión se elevan a **175,000 MMN\$** de 1995. Se estimaba que el total de la capacidad instalada se ubicara en **37 685 MW** para el 2000. Para este año la participación relativa de los hidrocarburos sería alrededor del **54%**, aumentando la del gas y disminuyendo la del combustóleo, el **27%** hidroeléctricas, **6.9%** carboeléctricas, **5.6%** duales, **3.6%** nuclear, **2.7%** geotermias y una pequeña participación de la energía del viento.

Se dotaría de servicio a **6 millones** de habitantes adicionales que viven en 9,923 localidades mayores de 100 habitantes que por primera vez contarán con los beneficios de la electricidad, y lo amplía a **3,957** poblados rurales y **2 291** colonias populares para un total de **16,871** asentamientos. Al efecto se prevé colocar más de **514 000** postes en redes y **23,894 km** de líneas de distribución. La inversión programada asciende a **4 897 MMN\$** de 1995. Para las comunidades no cercanas a la red se pretende instalarles **62,487** módulos solares por lo que se conseguirá abastecer de energía eléctrica al **97%** de la población para el año 2000.

Las acciones de la CFE para el cuidado ambiental incluyen la destrucción de los askareles previa aprobación de las bases por la autoridad ecológica, realizar estudios de caracterización de flora, fauna y suelo, reforestación, reacondicionamiento de termoeléctricas para que usen gas natural, ahondar el conocimiento del impacto de las descargas térmicas en flora y fauna marina, limpieza de calderas, manejo adecuado de lodos de fosas sépticas, sistematizar información relativa al manejo del agua y ampliar la infraestructura para su tratamiento.

Otras estrategias incluían: Fomentar la participación privada en la expansión del sistema de generación, fomentar el uso eficiente de la energía eléctrica para un ahorro del orden del **7.3%** de las ventas nacionales registradas en 1994, establecer el horario de verano siendo el ahorro estimado del **1%** del consumo nacional, **2 millones** de barriles de petróleo equivalente, menor emisión de contaminantes y concientización de la población, crear los centros de resultados, fortalecer la autonomía de gestión de las entidades, mejorar la calidad del servicio al usuario, prevenir y controlar la contaminación ambiental y contribuir al desarrollo regional.

En el aspecto de desarrollo tecnológico, el Plan reconocía al sector público un papel catalizador en áreas donde el mercado no existe como es el caso de la disseminación de información, la introducción de nuevas tecnologías y el financiamiento a la

investigación y al desarrollo. El IMP debe ser un soporte estratégico de investigación apoyando en la incorporación de nuevas reservas, revitalizando campos y monitoreo de nuevas tecnologías.

En materia de refinación se incluía investigar nuevos procesos, concretarlos y suministrar licencias, paquetes de ingeniería básica, servicios tecnológicos y estudios económicos orientados a la planeación y diseño de nuevas instalaciones y a mejorar las actuales. En materia de gas natural se debía desarrollar tecnologías para su procesamiento completo. Desarrollo de aditivos y catalizadores de gran selectividad.

El IIE debía integrar una infraestructura y capacidad tecnológicas competitivas en el subsector que contribuya a superar los retos tecnológicos actuales y futuros.

La industria petrolera no alcanzaba los niveles de gasto en investigación y desarrollo que caracterizan a las empresas multinacionales, la relación entre gastos de investigación y desarrollo y ventas totales de las empresas petroleras son indicativos. Para Pemex era de **0.24%**; Exxon, **0.62%**; Texaco, **0.75%**; Royal, **0.91%**; British, **1.06%**. 



Capítulo 23

Crítica a “Un sistema de metodologías de planeación”

Contexto

El trabajo “Un sistema de metodologías de planeación” de Arturo Fuentes Zenón consta de 6 capítulos:

1. Introducción.
2. Concepto y facetas de la planeación.
3. La planeación comprensiva, variantes y enfoques alternos.
4. La planeación contingente: Estado del arte.
5. Problemas tipo en la planeación.
6. La planeación contingente como un sistema de metodologías.

Desarrollo

La introducción resume que, ante la carencia de respuesta única para cualquier problema y, ante la inexistencia de un enfoque que resulte el mejor o el peor, el autor propone relacionar tipos de enfoque de planeación con tipos de problemas a resolver: esto es, “No existe un sistema de planeación y estilo sino muchos sistemas y estilos y el proceso de planeación debe ser hecho por sastres a la medida para cada firma particular en un específico conjunto de circunstancias”. Este trabajo intenta dar apoyo “al sastre con los patrones básicos que requiere para tales hechuras”. Tal objetivo es repetido por el autor por segunda ocasión en el **capítulo 6** y puede afirmarse, sin lugar a duda, que sintetiza la idea general de su obra.

El **capítulo 2**, trata las diferentes definiciones y percepciones que han difundido diversos autores sobre la planeación desde Rosenblueth (Planeación es la toma racional de decisiones) hasta Ackoff (Planeación es la toma anticipada de decisiones).

El autor establece que los requisitos para el cambio planificado que aspire al éxito son el deseo o la necesidad de cambiar, la posibilidad y oportunidad para hacerlo y la capacidad para llevarlo a cabo. El sujeto que lo intente tiene diferentes facetas, desde la individual hasta los grupos de poder. Pese a la diversidad de interpretaciones, a la planeación puede describirse fases ya clásicas: Descripción de la naturaleza y funcionamiento del objeto de interés, técnicas que orientan el cambio en sus diferentes etapas, diagnósticos, principios de administración, métodos para la adquisición de datos, métodos de pronóstico y otras. Se resume las actitudes de diferentes sujetos ante la planeación y solución de problemas:

- **Inactivismo.** El que se mueve no sale en la foto.
- **Reactivismo.** Más vale malo por conocido que bueno por conocer Preactivismo. El futuro siempre será mejor.
- **Interactivismo.** El futuro podría ser mejor sí...

Además, introduce la noción del devenir: El destino no puede modificarse hágase lo que se haga; el destino es objeto de diseño por lo que puede ser elegible; el destino no puede conocerse y el destino es una extrapolación del pasado y el presente.

El **capítulo 3** detalla la naturaleza de la planeación visualizándola a través del siguiente esquema: Análisis de la Situación, Formulación de Objetivos, Generación de Alternativas, Evaluación de Alternativas y Planeación de la Implantación y Control. Cada etapa es comentada y conlleva la respuesta de las siguientes preguntas: ¿Qué problemas se deben resolver? ¿Qué cambios de estrategia se requieren? ¿Cuál es el estado deseado del sistema? ¿Cómo cumplir con los objetivos? ¿Cuál es la mejor alternativa? Etc.

En el **capítulo 4** el autor subraya la inexistencia de un único enfoque de planeación sino diversas estrategias cuya efectividad depende de las características específicas del problema a resolver. Nos introduce a lo que llama planeación contingente: “El proceso de planeación es concebido como contingente dado que: **1)** un enfoque por si puede ser o no apropiado; **2)** ello depende del tipo de problema que se aborda. La tarea o propósito de la planeación contingente es entonces ayudar a definir qué enfoque o procedimiento es el que mejor responde a cada uno de los posibles problemas en las organizaciones”. En las siguientes secciones el autor insiste en precisar su idea de la planeación contingente como una colección y luego como un sistema de enfoques. En siete cuadros resume las diferentes técnicas propuestas por diversos autores para describir las características principales de la planeación contingente. Al final concluye: “El proceso de planeación es visto como contingente debido a que no está constituido por una serie de pasos predeterminados, sino que es una herramienta cuyas características dependen de la clase de problema en que se aplica. Conforme a este postulado, se identifican los problemas tipo en las organizaciones y para cada caso se sugiere la metodología de solución que resulta más apropiada, lo que da lugar



a un sistema de metodologías de planeación”.

Los **capítulos 5 y 6** son la esencia del documento y precisan las ideas del autor sobre las “metodologías de planeación”. Se establecen los problemas tipo de las organizaciones:

- **Operacionales:** Se busca promover el mejoramiento de los sistemas
- **Competencia:** Capacidad de enfrentar los retos y las oportunidades
- **Cambio normativo:** A partir de la propia institucionalidad del sistema
- **Identificación de iniciativas:** Propuestas de cambio dentro de la organización
- **Evaluación:** Selección de las mejores propuestas
- **Programación y presupuestación:** Estándares que orienten los cambios
- **Alta complejidad:** Capacidad para enfrentar situaciones extremas
- **Plurales:** Capacidad para enfrentar problemas diversos, simultáneamente

Comentario de un coautor, Rafael Sánchez.

No puedo negar mi antipatía ante todo texto que aborda la naturaleza de la “planeación” sea general, estratégica o contingente. La primera vez que tuve contacto con la “planeación” fue en una materia de la licenciatura llamada Administración de Proyectos y, desde un inicio, me afloró un rechazo que apenas hoy tengo la oportunidad de reflexionar un poco. El documento de Fuentes Zenón remueve viejas rencillas ideológicas que espero situarlas más desde fundamentos argumentativos que emotivos. Después de años de no abrir un libro sobre “planeación”, el texto de Fuentes no es la excepción y confirma mi antigua percepción. El mismo, sigue cortado con la misma tijera de todos los libros sobre el tema; insiste en las pretensiones de sustituir a la filosofía. Ni siquiera pretenden ser una modestísima rama de ésta, ¡no! Su discurso es una mala síntesis de los frutos de las grandes ideas filosóficas presentándolas como logros suyos a través de esquemas vacuos de mercadotecnia que han permitido que circulen más textos sobre “planeación” que los textos de Platón, Hume, Russell y Popper juntos.

Los cinco primeros capítulos del texto de Zenón, insisten en regodearse de dicho estilo “filosófico” y como todos los (poquitos) libros que sobre planeación he leído, el de Zenón construye un abismo entre sus objetivos y los argumentos que utiliza para llegar a ellos. El texto debió reducirse al último capítulo: La planeación no es otra cosa que un conjunto de técnicas sobre dinámicas de grupo y ejercicios personales que

permiten facilitar los ambientes para plantear e intentar resolver los problemas de las organizaciones, como bien lo enfatiza ese pequeño documento de Gabriel Sánchez Guerrero titulado “técnicas para el análisis de sistemas”, donde enfatiza algo no difícil de entender y que sitúa a la “planeación” en un lugar mucho más modesto del que pretende Zenón: La planeación está supeditada no sólo a la filosofía sino también a la política, “el planeador es un facilitador de procesos” no el que decide ni el pensador, aunque auxilie a decidir y a pensar.

El último libro de Zenón: “Las armas del estratega” se considera un gran avance respecto al comentado en el capítulo. A diferencia del primero, Zenón abandona esa petulancia “filosófica” y reduce la “planeación” simple y sencillamente a un conjunto de técnicas “facilitadoras de procesos” que auxilian a plantear y resolver problemas dentro de las organizaciones. Con todo, seguimos considerando la pequeña obra de Guerrero, superior por su brevedad, y es una lástima que no sea revisada y pulida para ediciones posteriores. 



Capítulo 24

Formulación de objetivos para una terna de sistemas energéticos

Descripción del sistema 1

El combustible de una pequeña empresa situada al norte de Teotihuacán es aserrín, dedicada a la producción de tabique para la construcción de viviendas. En las últimas semanas ha incrementado sus emisiones afectando el proceso.

Objetivos

Corto plazo

- Dar mantenimiento al horno limpiándole y resanándole las fracturas donde parte del combustible se escapa causando mucho humo.
- Construir un almacenador de aserrín que lo mantenga seco toda vez que en esta última temporada de lluvias no fue posible resguardarlo de la humedad.
- Construir un depósito de cenizas. Actualmente el viento es el encargado de dispersarlas.

Mediano plazo

- Reestructurar completamente el horno de aserrín aumentando su capacidad y su eficiencia.

Largo plazo

- Adquisición de un horno que funcione con gas LP. Se tiene contemplado usar al aserrín como material de relleno y como insumo para construir objetos a través de su compactación a altas presiones.

Visiones

- **Fatalista:** Los dueños de las microempresas son ignorantes y necios. Esa empresa de tabiques terminará cerrada.
- **Retrospectiva:** El dueño de la pequeña tabiguera fue ejidatario. Tal vez por medio de una adecuada asesoría deje de contaminar evitando con ello el cierre de su negocio.
- **Prospectiva:** Los objetivos planteados a corto, mediano y largo plazo para mejorar la tabiguera son los adecuados.
- **Circunspectiva:** El acceso a un crédito prometido por el gobernador puede llevar a buen término la modernización de la pequeña empresa, aunque la falta de orientación tecnológica la haría fracasar.

Descripción del sistema 2

Cinco millones de familias mexicanas cuecen sus alimentos quemando leña en rústicas fogatas.

Objetivos

Corto plazo

- Organizar un fideicomiso dependiente de la CONUEE que tenga como propósito fundamental hacer llegar cinco millones de estufas de leña cuya eficiencia, funcionalidad y economía eleve la calidad del proceso de cocción para el beneficio de las familias rurales.

Mediano plazo

- Inicio y término de la distribución de modernas estufas de leña, así como la difusión de las instrucciones elementales para su uso, operación y mantenimiento.

Largo plazo

- Seguimiento y ajustes del programa descrito que bien puede titularse “estufas de leña eficientes para cada familia rural”.



Visiones

- **Fatalista.** La pobreza siempre ha existido y siempre existirá. Más que distribuir estufas lo que hay que distribuir son condones para que los pobres ya no se reproduzcan.
- **Retrospectiva.** La desnutrición no sólo es por falta de recursos. Los hábitos alimentarios y las técnicas de cocción son clave para elevar la nutrición de los individuos y por consiguiente su calidad de vida.
- **Prospectiva.** La introducción de estufas de alta eficiencia permitirá disminuir la agresión a los bosques y elevar el nivel de vida de las familias rurales.
- **Circunspectiva.** El desarrollo de la técnica hace posible el diseño y construcción de estufas de leña a costos lo suficientemente bajos para que cada familia rural posea una.

Descripción del sistema 3

Las zonas desérticas, de extrema carencia de agua en el país, son susceptibles de una transformación, paulatina, a verdaderos vergeles. La experiencia en Israel y la de los menonitas, aquí en México, así lo atestiguan. Sus técnicas pueden ser reforzadas a través de las celdas solares.

Objetivos

Corto plazo

- Sistematizar la experiencia menonita y acceder a la información técnica de Israel.
- Selección de las regiones de extrema sequía.
- Diseño de prototipos de almacenamiento subterráneo y bombeo a través de celdas solares.

Mediano plazo

- Planear la factibilidad del proyecto.

Largo plazo

- Construcción de los prototipos en los lugares seleccionados.
- Dar seguimiento a la experiencia.

Visiones

- **Fatalista.** No hay nada que pueda cambiar el rumbo de la naturaleza. En el sureste se seguirán ahogando en la lluvia y en Zacatecas se morirán de sed.
- **Retrospectiva.** La experiencia de acumular agua en grandes presas sugiere la concepción de presas “subterráneas”, la experiencia internacional y nacional puede ser generalizada.
- **Prospectiva.** Es necesario terminar con la falta de agua en cientos de comunidades.
- **Circunspectiva.** La sequía en regiones productivas del país es ya intolerable, se necesita tomar ya cartas en el asunto. 



Capítulo 25

Generación y Distribución de vapor

Definiciones

La **generación de vapor** corresponde a suministrar energía química de un combustible a través de la combustión para transferir calor a un dispositivo (caldera o generador de vapor) para incrementar la temperatura al agua de alimentación y realizar la producción de vapor (el agua se ha evaporado).

La **distribución de vapor** es el movimiento dentro de las tuberías desde la generación al punto de acondicionamiento (cabezal de vapor y/o de su utilización hasta el punto de consumo).

El **uso de vapor** es normalmente la transferencia de calor de la energía contenida en el mismo en forma de entalpía para calentamiento, limpieza, esterilización, etc. y finalmente el sistema de distribución térmica con la recuperación de cierta cantidad de condensado que regresa al sistema de generación.

Desarrollo

En los sistemas de generación y distribución de vapor, la aplicación de conocimientos permite detectar potenciales de ahorro a través de las evaluaciones energéticas. Siempre se ha deseado preparar personal dedicado a hacer diagnósticos energéticos en estos rubros, difundir los documentos elaborados por CONUEE como la “Metodología para el “Diagnóstico energético en sistemas de generación y distribución de vapor” (Calderas, Aislamiento y Fugas de vapor). así como apoyos de la Comisión para dichos fines y cuantificar los beneficios económicos y ambientales derivados de tales proyectos. El diseño comprende mejorar la operación de los sistemas, reducir el consumo de combustibles y, por consiguiente, reducir la contaminación.

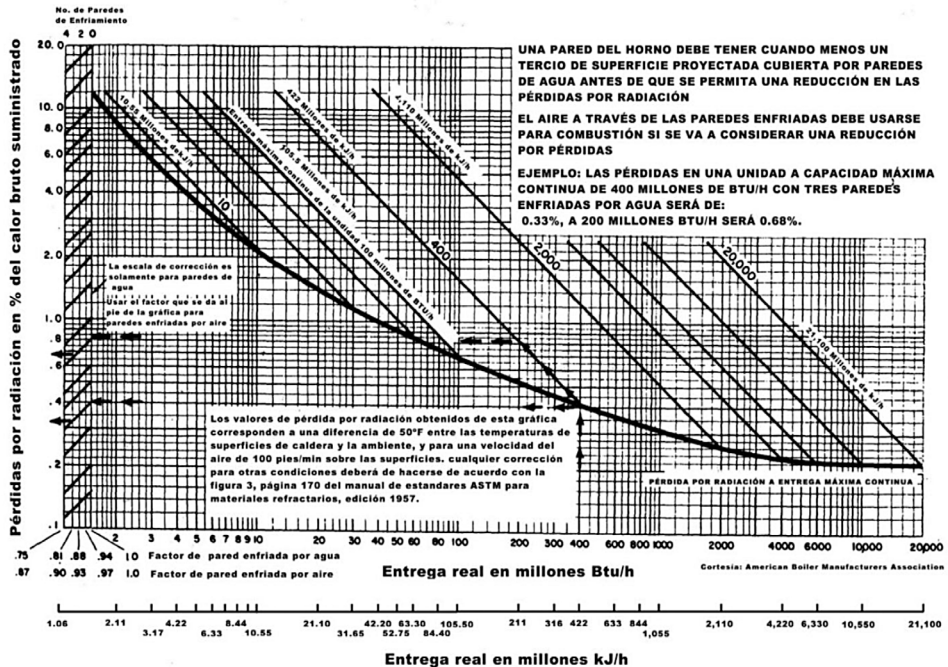


Figura 19. Pérdidas estándar por radiación en calderas

En los programas que ha existido en la CONUEE participan empresas de industrias variadas como la alimenticia, manufacturera, celulosa, química y textil.

El vapor de agua es utilizado para calentar corrientes de proceso, como fuerza motriz y como medio de limpieza y barrido. Es obtenido de equipos llamados generadores de vapor clasificados en pirotubulares y acuotubulares, en los segundos el agua circula dentro de los fluxes de tubería, en los primeros dentro de la carcasa. La distribución del vapor se clasifica en sistemas abiertos y cerrados, ambos constituidos por un sistema de tuberías aisladas a través de materiales minerales, celulares y granulares como pueden ser el silicato de calcio, la fibra de vidrio, la lana de roca, el poliestireno y el poliuretano entre otros. Accesorio importante dentro de las tuberías de distribución de vapor lo es la trampa de vapor, que es una válvula automática cuya función es descargar condensado sin permitir que escape el vapor, eliminar el aire y prevenir pérdidas. Las trampas de vapor se clasifican en termostáticas, mecánicas y termodinámicas. Su aplicación es amplia: tuberías, calefactores locales, recipientes, prensas, calderas, evaporadores, secadores y tanques de almacenamiento entre otros.



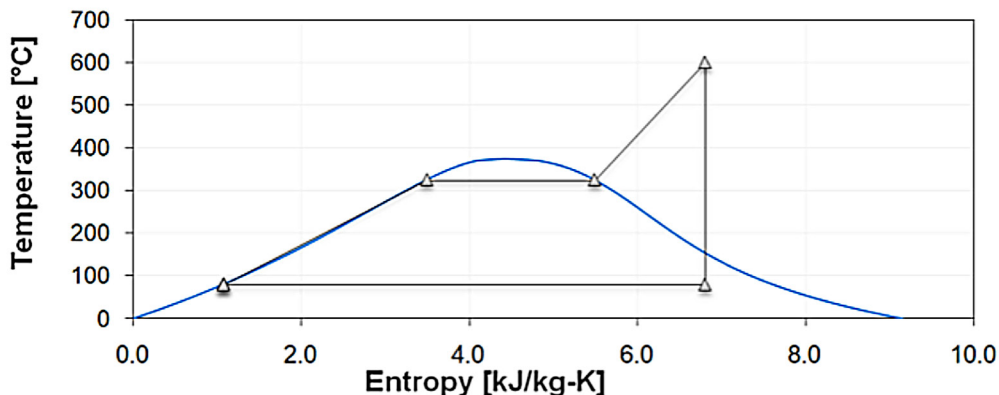
Para determinar las condiciones de operación de los sistemas de vapor se requiere: Determinar la eficiencia del generador de acuerdo con el código ASME, cuantificar las pérdidas a través del aislamiento de acuerdo con la NOM-009-ener-1995, estimar las pérdidas en las trampas de vapor y estimar las pérdidas a través de las fugas de vapor.

La metodología de evaluación consta de: formación del equipo de trabajo, recopilación de la información, realizar las mediciones en campo, analizar dicha información, evaluarla y emitir un dictamen energético.

La estrategia de apoyo de CONUEE a los programas de ahorro de energía en la industria consta de: Acceso al módulo vía internet, recopilación de la información, procesamiento de datos, aval y la entrega de reporte.

Comentario

Cualquier sobrevaloración a la importancia del agua en todas sus aplicaciones siempre será pequeña. Es el caso de su vapor. Nos referimos específicamente a su obtención: Para vaporizar un kilogramo de agua de las condiciones estándar hasta unos **600°C** y **100 bar** de presión se requiere aproximadamente de **3 500 kJ** de energía térmica, algo así como un kWh de calor. Esta energía se obtiene al quemar unos **100** gramos de hidrocarburos en promedio. Como se sabe, la combustión de los hidrocarburos se lleva a cabo en costosas y gigantescas instalaciones de aleaciones por dentro y fierro por fuera, llamadas calderas, prodigiosas generadoras de contaminación, por lo que adicionales (y bastantes caros) equipos de lavado y separación deben ser instalados, y cuya eficiencia total alcanza, en el mejor de los casos, el **85%**.



Representación del ciclo Rankine en el diagrama de Molliere

Para el mismo esquema de vaporización de un kilogramo de agua hasta las condiciones de temperatura y presión antes establecidas, se requeriría tan sólo 33 gramos de hidrógeno (la tercera parte de los hidrocarburos requeridos para lo mismo) y con las ventajas adicionales de que la caldera utilizada para su combustión sería una simple mezcladora, más pequeña, más barata, más simple, más eficiente y con prácticamente cero emisiones contaminantes. El hidrógeno es el combustible del futuro inmediato y el único que puede sustentar un auténtico desarrollo sustentable sin tanto rollo y demagogia por parte de gobiernos, partidos y organismos internacionales, pero ¡ay! México no lo pela con tanto chapopote que cubre su rostro. 



Capítulo 26

Cogeneración

Definición

La cogeneración es la producción simultánea de energía eléctrica más calor de procesos a partir de la misma fuente de energía. Se clasifica en sistemas superiores (la electricidad es el producto principal y el calor restante se utiliza en industrias tales como la celulosa y la cervecera) e inferiores (la energía primaria se usa en un proceso industrial y el calor no aprovechado en el mismo, se emplea para la generación de electricidad).

Desarrollo

Las tecnologías de sistemas de cogeneración tradicionales son:

- Turbina de vapor, con capacidades de **100 kW** hasta **500 MW** de larga vida y gran seguridad en su operación, aunque sus costos de inversión son altos y sus tiempos de arranque lentos.
- Turbina de gas, con eficiencias del **85%**, bajos costos de inversión y tiempos cortos de arranque, aunque es gran consumidora de combustible.
- Ciclo combinado, de gran producción de electricidad, altas eficiencias, bajas emisiones y operación flexible, con costos de inversión son altos.
- Motor alternativo, con poco espacio para instalación, eficiencias altas y larga vida útil, aunque su mantenimiento es caro.

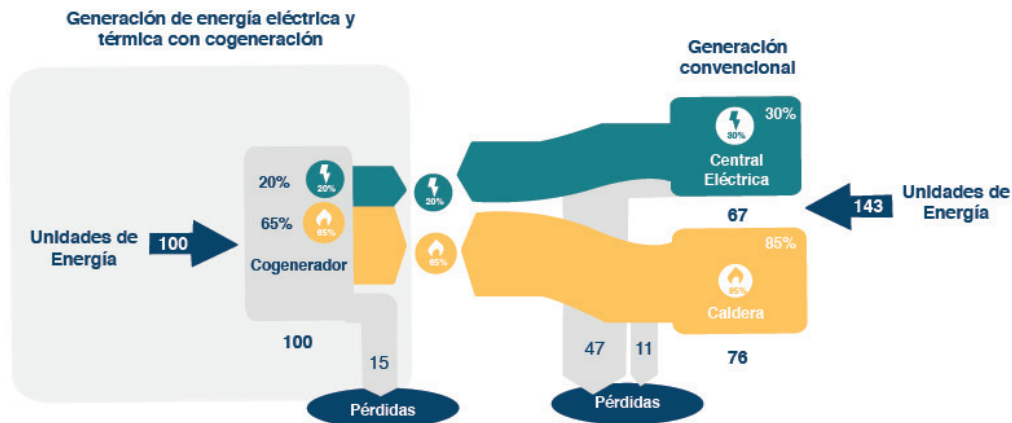


Figura 20. Sistema de cogeneración vs sistema convencional

Son diversos los beneficios de los sistemas de cogeneración: Uso más eficiente de los combustibles, disminución de las pérdidas por transmisión, reducción de contaminantes, reducción de las tarifas, continuidad del servicio y la eliminación de variaciones de voltaje y frecuencia de servicio.

En México, la cogeneración se rige dentro del marco del artículo 27 constitucional a través de la Ley de 1992 que clasifica las actividades en el sector eléctrico para regular y facilitar la participación de los particulares. La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) en su artículo 36 contempla el otorgamiento de permisos para generación de energía eléctrica por los privados en diversas modalidades entre ellas cogeneración.

Ese mismo Artículo 36, Fracción II, de la LSPEE, define que es la cogeneración eficiente siempre y cuando cumplan con el criterio de eficiencia que establezca la Comisión, y serán partícipes de los beneficios establecidos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, entendiéndose por tanto que se trata de un Sistema de cogeneración más eficiente que un sistema de referencia.

Uno de los principales obstáculos en el fomento de la cogeneración radica en que las Centrales Eléctricas (CE) con capacidad mayor o igual a **0.5 MW** requieren permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional al igual que las Centrales eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el MEM. Las CE de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico no requieren permiso.



Comentario

Se dice que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el proyecto más acabado que como nación poseemos. Se dice también que las más de 400 modificaciones que se le han hecho a lo largo de este siglo, fuerza a constituir un nuevo constituyente para redactar una nueva Constitución. Está por demás comentar que esta propuesta proviene de nuestra izquierda y no coincidimos con ella tal como se plantea. El Estado mexicano, que en los últimos lustros ha operado un sinfín de reformas internas que lo lleven a ser más eficiente y transparente para el cumplimiento del proyecto que como nación se encuentra plasmado en la Constitución, se enfrenta a un problema planteado principalmente por la izquierda: ¿Cuánto sector público y cuánto privado requerimos para nuestro desarrollo? En el gobierno zedillista se planteaba que para satisfacer la demanda de energía eléctrica en su sexenio se tenía que realizar una inversión de 25 mil millones de dólares provenientes de la iniciativa privada, y para ello, era necesario modificar nuevamente la Constitución en su artículo 27.

Se trae a colación este debate nacional porque la cogeneración se desarrollará según la solución que le demos a la confrontación planteada. Mientras, todo proyecto que implique impulsar la cogeneración en cualquier sector industrial debería ser atendido por la CONUEE. Al margen (aunque sea imposible) del debate político e ideológico, el impulso de la eficiencia con la que transformamos la energía, la racionalización con la que la consumimos y la disminución de los combustibles fósiles para ser sustituidos por las fuentes renovables, no puede detenerse por el simple hecho de no ponernos de acuerdo en: hasta dónde debe terminar lo público e iniciar lo privado. Política filosófica, ni más ni menos. 

Capítulo 27

Electricidad: El hidrógeno solar espera su oportunidad

Contexto

Nuestra nación, diversa en sus naturalezas, en sus historias y en sus culturas, puede y debe iniciar ya, la construcción de la diversidad en el uso de sus abundantes fuentes primarias de energía. Pintar un periodo de transición en el cual los hidrocarburos dejarán de consumirse como combustibles para ser sustituidos por las energías renovables, vía hidrógeno, es objetivo central de este ensayo. El desarrollo sustentable sólo será factible alrededor del más abundante elemento que existe en el universo: el hidrógeno.

Desarrollo

¿Privado -vs- público?

Una empresa que abra empleos productivos, bien remunerados, que sea eficiente, que respete el ambiente y que produzca bienes y servicios buenos, bonitos y baratos, es una buena empresa, independientemente de quién sea el patrón. Si alguien duda que en México existen empresas tales, no conoce su país. La visión catastrofista y de que todo se hace mal, pese a su generalidad, es una visión falsa en lo fundamental.

El Estado, el libre mercado y la participación cada vez mayor de nuestra sociedad, son una realidad. Querer desaparecer, satanizar o siquiera minimizar alguna a favor de la otra es como pretender construir un móvil perpetuo. ¿Qué tanto de la participación de cada ente es el “ideal” ?, depende de cada momento y lugar: ¡No hay reglas universales para decidir! Tan sólo sentido común, democracia sin demagogia y política sin grilla.

Para nadie es secreto la carencia de una política energética para México, pero también nadie debería desconocer las dificultades para su concepción e implementación.

Los grandes responsables de su diseño son, el Estado y los Partidos Políticos que luchan encarnizadamente por dirigirlo. El sector energético mexicano, especialmente el eléctrico, refleja fielmente las dificultades de una nación en su búsqueda incesante



y apasionada por salir de sus miserias materiales y espirituales pese a que las vetas de riqueza en ambos rubros son inmensamente extensas en el caso de México.

Ni los fractales pudieran describir la maraña de hilos conductores de electricidad, tejidos aquí y allá por todo el país. No hay mejor imagen del desarrollo caóticamente autoorganizado de nuestras ciudades, municipios y pueblos, que el bordado eléctrico que los cubre. Llevar a cabo su replantación con base en los modernos conceptos de sustentabilidad va más allá de la maniquea discusión de si se privatiza o no el sector.

Todos quisiéramos metrópolis, municipios y rancherías limpios, seguros en donde todos sus habitantes tuvieran la oportunidad de trabajar, educarse y divertirse. El que actualmente confrontemos mucho de lo contrario es un reto que hay que enfrentar poniendo, en efecto, el interés social como prioridad, pero éste, de ninguna manera, anula (ni lo debe hacer) el interés privado por las ganancias lícitas. Lo “mejor” es la participación del Estado, el mercado y la sociedad a través de reglas claras que señalen responsables con nombres y apellidos y normas que regulen, detecten y corrijan, expeditamente, errores, insuficiencias y corruptelas. Mucho de esto ya existe en México, pero ¿Por qué predomina la impresión de que vivimos poco menos que en la barbarie? ¿Por qué está tan arraigada la idea de que sólo a carambazos o a través de cochupos pueden alcanzarse las metas y resolverse los problemas? De ninguna manera se niega la existencia de la ropa sucia. La libertad, decía el gran Salman, es una cofradía de voces en desacuerdo. Tal vez lo que nos hace falta es reconocernos diferentes y aceptarnos sin necesidad de estar de acuerdo: he aquí una de nuestras tareas pendientes. Tendremos que desarrollar también la capacidad para aprender a construir en medio del disenso y extender sin demagogia la democracia. Pero ¿Tenemos que recordar que la democracia es insuficiente para resolver los problemas de una sociedad? Es más, ni siquiera es suficiente para plantear adecuadamente los problemas. Para ello se requiere sentido común, conocimiento científico y proyectos factibles que hagan viable la sustentabilidad de nuestro desarrollo, y aquí está lo difícil. Lo fácil es descalificar al otro.

Municipios ciclistas

Concebir una política energética alternativa significa no olvidar que el medio de transporte personal más eficiente y limpio siguen siendo los pies y los pies pedaleando bicicletas. El transporte de personas, dentro de ciudades rediseñadas para ser pequeñas, será la bicicleta en sus múltiples presentaciones. No es difícil concebir metrópolis funcionando alrededor del caminar ciclista, el gran Ilich lo hizo hace 25 años y de hecho tales metrópolis ya existen en el mundo, aunque se cuentan con los dedos de las manos. Las megalópolis como el D.F., Guadalajara y Monterrey sólo tendrán viabilidad a largo plazo si renuncian de manera planeada a su gigantismo dando espacios cada vez mayores a la bicicleta al mismo tiempo que se implementa un desarrollo alternativo al resto de los municipios del país. Esto no es posible sin pactos políticos de largo alcance e incluso, dándose éstos, los cambios serían para todo lo largo del siglo XXI. En donde sí es posible mayor velocidad de transformación

es en los municipios de mayor pobreza, que están bien detectados en México. Serían ellos los primeros beneficiados de la nueva política: la vida urbana puede construirse bicicletera y sustentablemente sin hacer uso de los atrofiados modelos de desarrollo que tienen al borde del colapso a las megalópolis antes aludidas.

¡Prende la luz! La energía en el hogar

Reflexione el atento lector sobre la energía que consume en su hogar todos los días sin parar. Sin duda considerará al gas L.P. y a la electricidad. El hogar urbano es inconcebible sin ambos. Pero no hay que olvidar que todavía cientos de millones de familias en el mundo cuecen sus alimentos con estufas de leña y no saben lo que significa “encender la luz”.

Dejemos para otra ocasión al gas L.P. y concentrémonos en el flujo de electrones al que llamamos electricidad. Sin duda, ésta fue conocida por los primeros pobladores del planeta a través de rayos y relámpagos, aunque les llamaran con otros nombres. No fue sino hasta el siglo XIX que la electricidad empezó a estudiarse sistemáticamente y todavía hoy la polémica de si el electrón es onda o partícula o ambas cosas, representa uno de los debates más apasionantes de la ciencia contemporánea. Lo que sí se sabe es que la electricidad que corre en hilos es un flujo de electrones empujados por campos magnéticos en movimiento circular dentro de máquinas llamadas generadores. En el momento en que éstos dejan de dar vueltas, la corriente eléctrica se suspende. La electricidad es un bien que se consume casi en el mismo instante en que se produce.

De aquí que los generadores deban operar ininterrumpidamente. Este prodigioso fenómeno de impulsar electrones por medio de campos magnéticos variables se le conoce como efecto de inducción de Faraday, en honor a quien lo descubrió. Este asombroso fenómeno electromagnético se usa para generar el **95%** de toda la generación eléctrica mundial que en 2021 se estimó en alrededor de **27,782.79 TWh** de los cuales México le correspondió generar **336.95 TWh**. Para los próximos lustros se requerirá incrementar esta capacidad y para ello se ha convocado a Bizancio a discutir: ¿Quién deberá hacerlo? ¿El Estado o la iniciativa privada?

Las fuentes primarias de energía

No olvide el amable lector que cada que “prende la luz”, hay imanes que se mueven circularmente induciendo a los electrones a moverse. Los generadores son de esos equipos imprescindibles en la actualidad y, el atento lector cuestionará: ¿Qué es lo que a su vez pone en movimiento al generador? El fenómeno de inducción de Faraday requiere un impulso continuo, por esto, los generadores se alinean a otras máquinas llamadas turbinas. Las turbinas son enormes rehiltes de acero movidos por vapor de agua (o gases de combustión) y, aquí entramos de lleno a nuestro dilema energético: resulta que para vaporizar un kilogramo de agua líquida se requieren en promedio **2.2 MJ** de energía calorífica, ¿de dónde proceden tantos millones de joules



de energía? Hasta el presente, este calor, requerido para vaporizar agua líquida, es obtenido de quemar carbón, petróleo y gas natural y, a través de la fisión nuclear del uranio. El **90%** de la electricidad mundial producida, se genera quemando millones de toneladas de hidrocarburos y uranio día a día sin parar un momento. ¿Cuánto más podrá soportar la Tierra? ¡Y todavía faltan **2 000 millones** de seres que exigen y esperan “prender la luz”! ¿Quién les puede negar tal derecho? ¿Se requerirá alguna “consulta” para validarlo?

Termodinámica: el ciclo de potencia Rankine

Terminando de mover el último álabe de la turbina, el vapor de agua se condensa y, por medio del bombeo, regresa a la caldera para iniciar, de nueva cuenta, su proceso de vaporización, quemando para ello combustible nuevo. Un ciclo termodinámico ha concluido, iniciándose otro. Este ciclo descrito y que hace uso de vaporizaciones y condensaciones del agua pura para generar electricidad se le conoce como ciclo de potencia Rankine. El ciclo Rankine genera aproximadamente el 25% de toda la potencia eléctrica del mundo y es la base para el diseño y construcción de todas las modernas plantas termoeléctricas.

Además del Rankine, la Termodinámica ofrece otros ciclos de potencia sobre los cuales se sostiene nuestra actual civilización: ciclo Otto, usado en los automóviles; ciclo Diesel, usado en vehículos pesados como los autobuses; ciclo Brayton, usado en la aviación y en los viajes interplanetarios y, combinaciones de estos denominados, precisamente, ciclos combinados.

A inicios de siglo, la eficiencia de las plantas termoeléctricas era del **4%**, a fin de milenio, la ingeniería ha sido capaz de elevarla hasta el **60 %**. Las modernas plantas de potencia no sólo son más eficientes que sus antecesoras, también son más pequeñas, menos contaminantes y son, relativamente, más baratas y rápidas de construir. Estas impresionantes innovaciones tecnológicas nos obligan, en efecto, a reformar toda nuestra industria eléctrica, pero la reforma, sólo será viable si la misma pudiese abarcar todo el sector energético de la nación.

La reforma del sector eléctrico sólo tendrá viabilidad a largo plazo dentro de un modelo de desarrollo que tome en cuenta a la sustentabilidad como referencia y, junto a la generación y distribución de electricidad, exista un periodo de transición para que el carbón y el petróleo sean sustituidos por las fuentes renovables. Este periodo de transición se está viviendo actualmente con el uso del gas natural como el combustible central para la generación de electricidad, pero ello no es suficiente. El sistema de distribución del gas natural deberá concebirse y construirse considerando que tarde o temprano, el mismo, será usado para distribuir la energía de las fuentes renovables (sol, viento, mareas, etc.) ¿Cómo? ¡Vía hidrógeno!

Que el Estado planee, vigile y corrija; que los empresarios inviertan y ganen; que la sociedad entera reciba los mayores beneficios para su desarrollo. ¿Seremos capaces? Creemos que sí.

Vivir fuera del presupuesto es vivir en el error

El que una sociedad pueda recibir energía limpia para satisfacer sus necesidades no la exime de sus obligaciones para hacer un uso racional de la misma. El ahorro y el consumo reflexivo de la energía en todas sus formas (eléctrica en particular) es una obligación que debería castigarse si no se cumpliera.

No es posible pensar en modelos energéticos sin considerar los modelos de desarrollo para un país. No es posible reformar el sector energético, en particular el eléctrico, sin reformar el Estado. Los modelos de desarrollo que planean impulsar México no incluían la bicicleta ni mucho menos al hidrógeno solar, ahora se incluyen pero se construyen ciclovías que inician en cualquier parte como la que tenemos justo frente a nuestro campus 1 en el monumento “Cabeza de Juárez” generando más tráfico que antes de hacer la ciclovía y la pregunta es ¿cómo va a hacer el ciclista para llegar a ese punto por los riesgos que implica ya sea circular por Avenida Zaragoza o cruzar el puente vehicular que viene de Cd Nezahualcóyotl?

Hidrógeno: el combustible desconocido en México

Pese a la demoledora presencia de los hidrocarburos como combustibles, las fuentes alternas de energía empiezan a despuntar en el mundo industrializado. En México aún no pasan de ser meros objetos de proyectos académicos cuando en países como Japón, Alemania y los E.U. ya preparan los paquetes tecnológicos y comerciales que nos serán rentados en el futuro próximo. Esto es, en México existe una preocupante desatención al uso de la energía del sol, vientos y mares, por sólo citar las tres fuentes renovables más abundantes que existen en el país al lado de las diversas caídas de agua donde las imponentes hidroeléctricas se levantan.

Tal vez dicha desatención pueda explicarse (pero no justificarse) en el hecho de que existen dos inconvenientes de la electricidad producida por estas fuentes renovables:

1. - Su potencia es irregular en tiempo y espacio. Por ello se dice que las fuentes alternas son difusas.
2. - Son variables. O sea, no siempre están a nuestra disposición en el momento que se necesitan.

No obstante, estos inconvenientes, la ciencia moderna desde el siglo pasado, propuso una solución que los avances de la ingeniería de este siglo hicieron ya factible: el almacenamiento de la energía del sol, del viento e hidráulica a través de hidrógeno obtenido por medio de la electrólisis del agua.



Romper la molécula del agua requiere de **1.23** volts tericos y **5-10** volts industriales ¡Menos del voltaje contenido en una simple pila! Este voltaje está al alcance de nuestras difusas e intermitentes energías renovables, por lo que sólo se requiere, para iniciar su aprovechamiento, el diseño y construcción de plantas electroquímicas en función de la región geográfica y su clima.

En México ni siquiera se tiene planteada la posibilidad de construir una planta piloto mientras Arabia Saudita se prepara para, además de seguir exportando petróleo, ¡exportar energía solar vía hidrógeno! Claro, con tecnología alemana. Debemos hablar del hidrógeno en términos de calidad de energía y no de cantidad.

La madre de todas las redes

Nuevos modelos de desarrollo pueden vislumbrarse ante la racionalización de una política energética para nuestro país. La transición energética con base al gas natural para producir electricidad es posible y es deseable. La infraestructura de redes de tuberías construida a corto, mediano y largo plazo para el transporte del gas natural debe ser la base también para el transporte de las energías renovables vía hidrógeno e, incluso, éste puede iniciar su debut antes. Proponer, por tanto, diversas propuestas del esqueleto madre de la red de distribución de gas a través de toda la República es obligación, del Estado y los Partidos. Pueden y deben hacerlo ya.

La red madre puede ser construida aprovechando la actual infraestructura de carreteras y ferrocarriles. La red madre, distribuidora del gas natural a corto plazo e hidrógeno a largo, puede conectarse a todas las centrales termoeléctricas construidas y por construirse, haciendo obsoleto, salvo excepciones, gran parte de los sistemas actuales de distribución eléctrica de alta tensión, toda vez que el sistema de ductos y las modernas plantas de potencia, permitirían generar la electricidad cerca de los centros de consumo. Una red madre bien concebida y mejor construida permitiría, sin grandes costos adicionales, la introducción de los adelantos que sobre energía se esperan para el próximo siglo: celdas de combustible, calderas no convencionales con base a hidrógeno, etc.

Con la red madre dispondríamos de la infraestructura material básica para iniciar a superar la pobreza material de miles de comunidades hoy postradas en la miseria y permitiría continuar con un desarrollo sustentable a aquellas comunidades cuyos niveles materiales son más que aceptables. Nuestras megalópolis sólo podrán racionalizar su desarrollo en la medida que el resto del país tenga la esperanza de un mejor futuro.

Quien considere esta propuesta como una varita mágica en forma de red, no ha entendido nada. Ante la propuesta de reforma del sector eléctrico del actual gobierno que se considera necesaria, aunque insuficiente y mal planteada.

Sistemas energéticos con base en las fuentes renovables de energía

Terminemos este ensayo proponiendo un sistema general que muestre cómo el hidrógeno obtenido a partir de las fuentes renovables puede integrarse a las redes de producción eléctrica y térmica y, junto al oxígeno obtenido, ser también materia prima importante en industrias como la alimentaria, farmacéutica, petroquímica, metalúrgica y otras.

El sistema propuesto se muestra anexo en el siguiente capítulo. El mismo ilustra una secuencia de paquetes de ingeniería que son función del estado del arte tecnológico y científico del momento. El esquema no pretende agotar la naturaleza de las transformaciones químicas y físicas ni la secuencia de estas para hacer uso de las fuentes renovables. El diagrama sugiere que el conocimiento para diseñar, construir y operar integralmente el sistema ya existe y, pese a su disparejo desarrollo, cada vez son mayores los recursos que se invierten para hacerlo realidad a gran escala. En México, sólo un grupo multidisciplinario financiado por el Estado, sin despreñar la participación privada, puede iniciar su construcción a escala de planta piloto y junto a paquetes de simulación por computadora, serían la base del diseño y construcción a escala industrial en un periodo de 30 a 40 años, tiempo suficiente para un desplazamiento paulatino “sin prisas, pero sin pausas” de los hidrocarburos como las fuentes primarias para generar la energía eléctrica.

Demasiado optimista dirá algunos expertos en estos menesteres, pero el futuro así debe concebirse. 



Capítulo 28

CHAN K'IIN: Power cycles to generate electricity with hydrogen base vapor

Contexto

En la actualidad son cuatro formas de quemar el hidrógeno:

- Uniendo sus núcleos dentro de un reactor durante el proceso conocido como fusión nuclear (Energía, 1992).
- Combinándolo electroquímicamente con el oxígeno sin generar flama para producir directamente electricidad dentro de un reactor llamado celda de combustible (Wendt, 1990).
- Combinándolo químicamente con el oxígeno del aire a través de quemadores convencionales con una amplia y asombrosa aplicación doméstica (Veziroglu, 1987).
- Combinándolo químicamente con el oxígeno en medio acuoso dentro de una caldera no convencional para producir vapor motriz (Herrera, 2011).

Definición

Ciclos de potencia Chan K'iin. Ciclo de potencia Rankine que integra las cuatro áreas de desarrollo tecnológico de las fuentes renovables descritas previamente, acopladas en una propuesta que lo innova al tener prácticamente cero emisiones de CO₂.

Desarrollo

Introduction

In 1995, the world consumed **12 874 663 million kWh** of electricity, which **72%** was to consumed by industrialized countries with **1 233 million** people, and the rest of the countries with **4 394 million** people, to used only **28%** of electric energy produced (1). About **1 500 million** of persons don't know "turn on the light" yet. The electricity is an amazing motion of electrons which coming to transformed **30%** of all world's primary energy than in 1997 it was **8 509.2 million** tonnes oil equivalent, so the oil was to used **39.9%**, the natural gas **23.24%**, the coal **26.95%**, the uranium **7.26%** and the waterfalls **2.65%** (2).

The world-wide electric energy in its major part comes from giant centrals knows as thermoelectric and nucleoelectric, these plants transform the combustion heat from hydrocarbons and uranium fission in electricity across the called Rankine Power Cycle. The two last diagrams show how the Rankine Cycle is allowed to absorb the heat Q_{in} into the liquid water on the state **1**. from hydrocarbons burned into the boiler to vaporizing until the state **2**. Water steam state is blow into the turbine coupled to generator and when steam expands, moves its paddle like steel darts which makes possible the electricity generation. The steam after to realize its job reaches the state **3**. where is received by a condenser take out its heat Q_{out} until the state **4**. The water once again liquid is pumped into the boiler you begin a new cycle.

The objective of this work is to propose a general strategy than allow in the course of the next 100 years to implement this formidable substructure of electric industry based in the Rankine Cycle precisely using hydrogen as fuel.

Energetic Systems for Renewable Sources

The next model makes up all the required engineer packages for make of the renewable energies the primary sources for the electric power generation. The proposed model clearly shows the areas are unsatisfactory, satisfactory, and very satisfactory scientific-technique-economic development than actually have us for the use of renewable sources. Making use of this arbitrary evaluation, comment us briefly these areas (fig. 22):

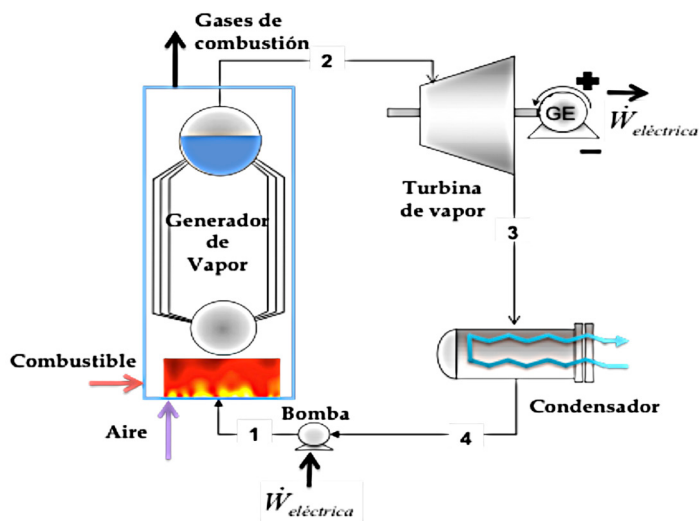
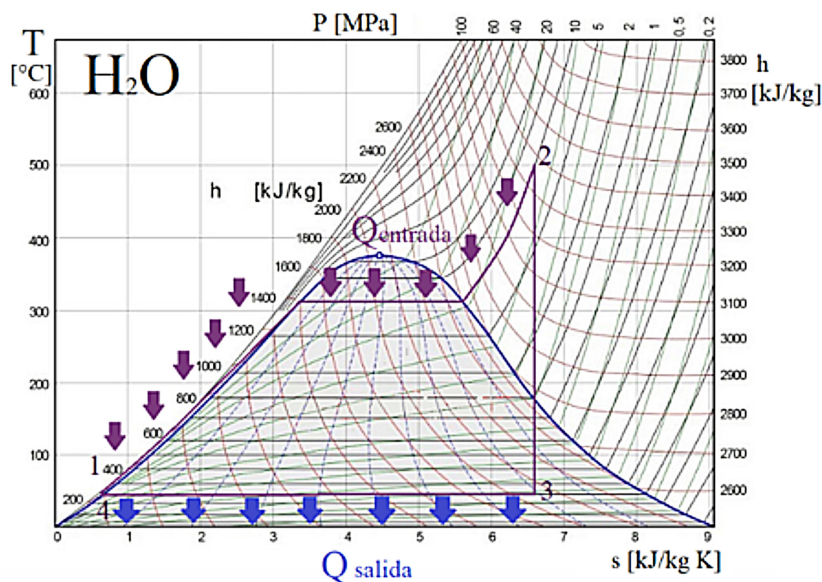


Figura 21. Diagrama de Molliere y de proceso Rankine simple

Very satisfactory

The knowledge of hydraulic potential, construction of dams, use of turbogenerators and design, construction and operation of power thermodynamic cycles coupled to generators (which come **85%** of world electricity) **(3)** can be considered as very satisfactory if not be by the fossil and nuclear fuels than actually are used for its functioning. Very satisfactory is the art of control units too **(4)**.

Satisfactory

The knowledge of our eolic and solar radiation potentials as soon as their measurement techniques can be considerate satisfactory **(5)**. The same can ne says of the water treatment and storage engineering.

Unsatisfactory

The “heart” of the use of renewable sources is without dude, the water electrolysis plants **(6)**. The only real possibility than the renewable sources must substitute hydrocarbons and uranium for produce more than 12 trillion kWh for year of electricity (and the required in the future), is than seconds most be storage and distribute as hydrogen **(7)**. Unsatisfactory is the commercial development of the fuel cells too **(8)**, the diffusion of handling of technologies of hydrogen and the formation of specialist in all this engineering areas. Little satisfactory still is the current state of photovoltaic cells although we will hope good result in a little term **(9)**.

Thermodynamics: Power Cycles with Hydrogen-Base

For this is necessary beginning to design and construct power systems with hydrogen base as much laboratory level **(10)** as pilot scale, which operate continuously and feign the same to level national too **(11)**. To continue, we propose how the conceive and design thermodynamically a power system will hydrogen as fuel. It can be possible innovates the Rankine Cycle, it's easy to generalize for the combinate cycles which its current development, have base in natural gas as fuel, it extends to all the world, makes the cost per kWh generated is per down of three cents of dollar.

This power cycle was intituled Chan K'iin –“Little Sun”- in honor to sage guides of the Mayan Bonampak City **(12)**. The diagram (fig. 23) shows the Chan K'iin cycle **(13)** and the fig. 24 is T-S diagram of this cycle.

The chemicals properties of hydrogen as fuel allow us to generate two closed cycles coupled:

- The Rankine classical cycle 1-2-3-4-1.



- The fuel cycle 1-2-3-5-6-1.

This proposal allows a change into powerful electric centrals with a new kind of boilers, simple, cheaper, and more efficient like hydrogen boilers (14).

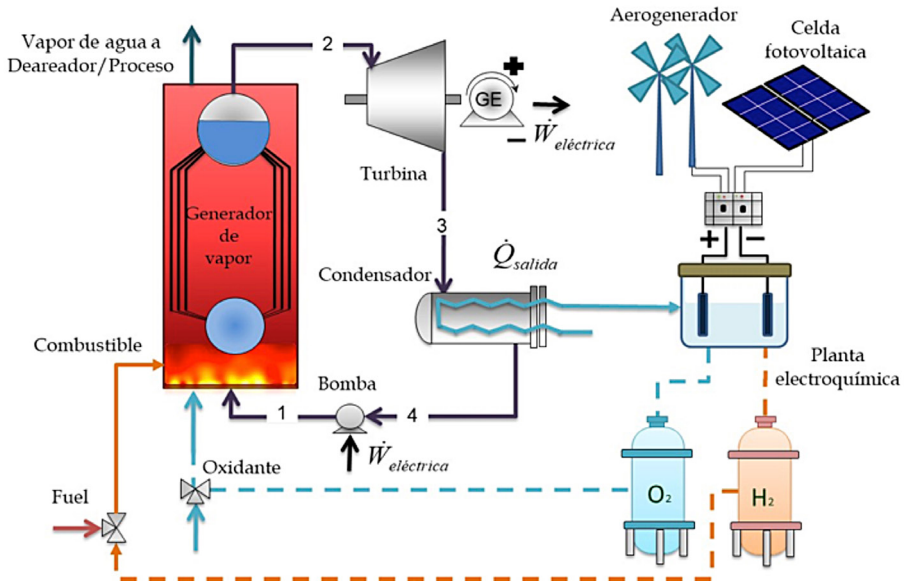


Figura 22. Chan K'iin Power Cycle

Anexo

Sistemas energéticos por fuente renovable

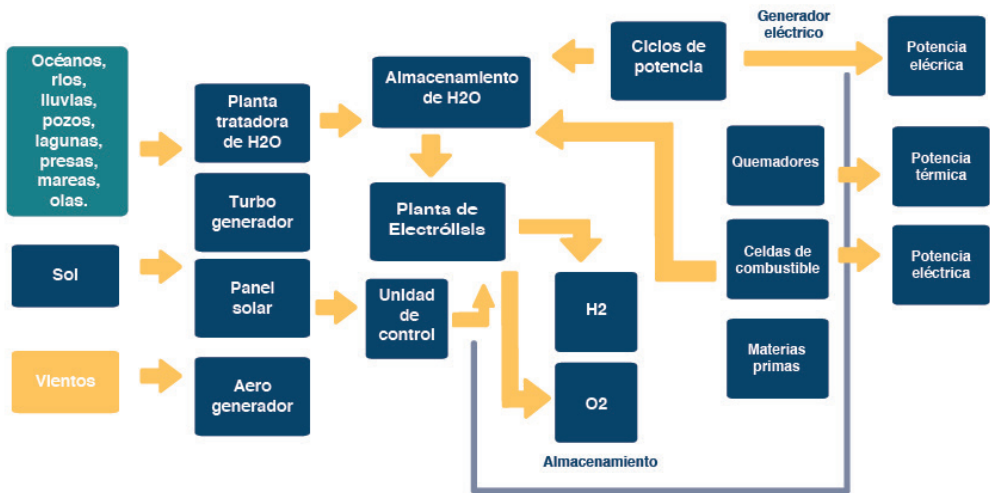


Figura 23. Renewable Sources Energetic Systems

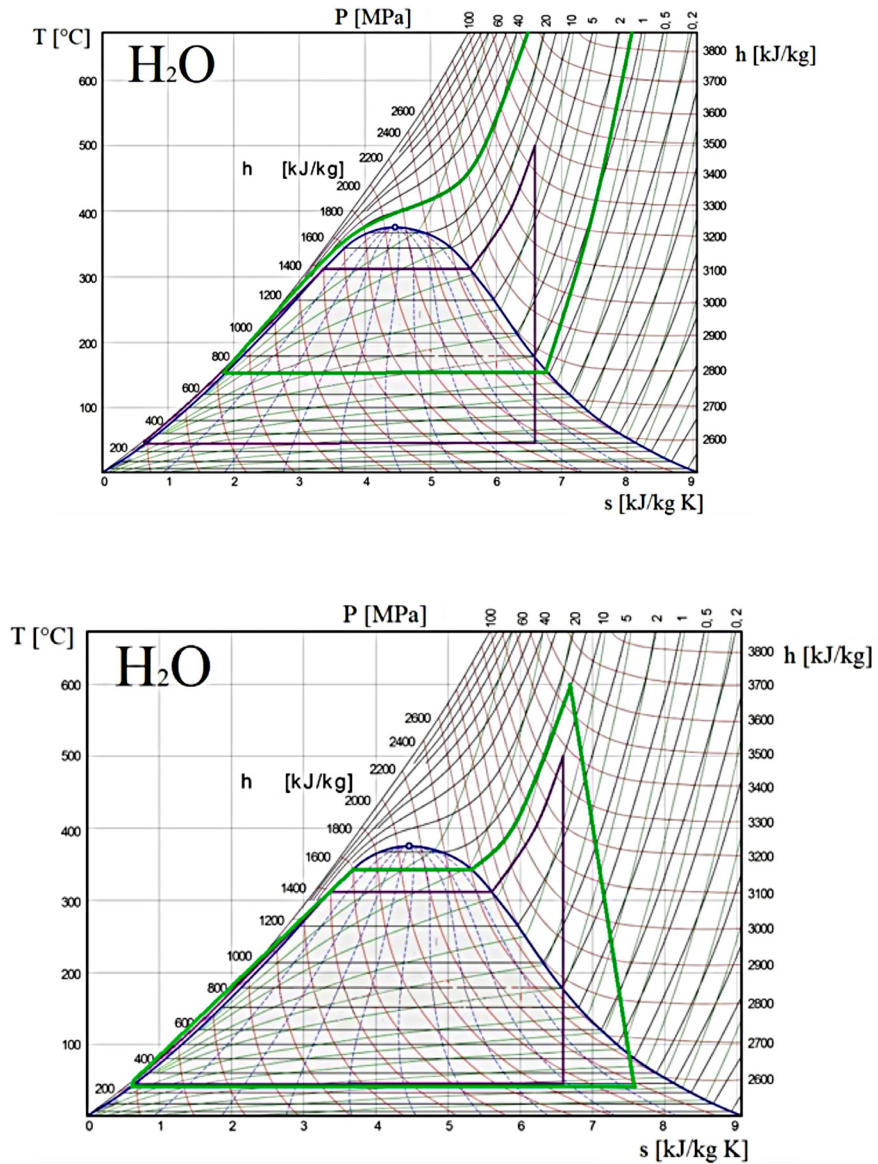
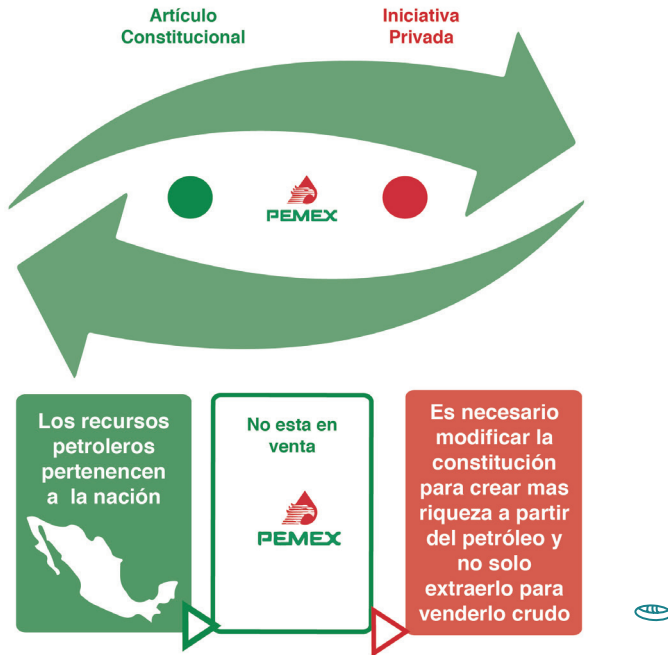


Figura 24. Chan K'iin Power Cycle Molliere Diagrams

Capítulo 29

Visualización diagramática de tres subsistemas del sector energético





Capítulo 30

Eslabones evasivos: Energía, valor, crecimiento económico y calidad de vida

Definición

Energía y valor. El más radical planteamiento al valor de los negocios humanos en términos energéticos lo es la consideración termodinámica. La segunda ley, la más económica de todas las leyes físicas, muestra que toda actividad económica crea inevitablemente contaminación y desperdicios siendo entonces objeto de la civilización disminuir al mínimo posible los impactos de su actividad.

La búsqueda de las interrelaciones entre los usos, las conversiones energéticas y los desarrollos económicos encaminados al bienestar humano, conlleva la búsqueda también de aquellos valores que permitan atender una realidad multidimensional al nivel planetario.

Desarrollo

Todo proceso, natural o social, envuelve conversiones de energía: flujos continuos y unidireccionales de estados de baja hacia máxima entropía, se suceden ininterrumpidamente. La prosperidad de las naciones y el bienestar de los individuos se encuentran enlazados a las tasas del consumo energético. Este ensayo pretende dar luz sobre dichos lazos.

Energía y economía

El camino más simple para analizar las relaciones entre energía y economía ha sido observar las correlaciones entre la energía primaria usada y el producto nacional. Los análisis se hacen tanto al nivel regional, nacional como internacional dentro de un periodo de tiempo. La variable más común es la tasa per cápita de energía usada y el PIB. Así la variable se extiende desde bajos productos y bajas energías en el caso de Bangladesh hasta altos productos y altas energías en el caso de EU.

Estas comparaciones globales indican los niveles de energía necesarios para alcanzar tasas deseadas de desarrollo económico. Aunque las correlaciones establecidas sugieren rechazar nociones simplistas al pretender alcanzar un dado nivel de riqueza nacional no necesariamente se encontrará correlacionado con los niveles de consumo energético de manera lineal. En otras palabras, hay muchas trayectorias de desarrollo económico que difieren en sus intensidades energéticas.

Otros posibles vínculos del desarrollo económico y consumo energético han sido estudiados. Por ejemplo, la relación de elasticidad energética y el PIB muestra un enlace fuerte y estable el cual para las naciones industrializadas es menor que uno y para las poco industrializadas está arriba de la unidad.

Una variable más lo es la intensidad energética cuyo pico lo alcanzó Canadá en 1910 con **100 MJ/\$** y el valle Japón con menos de **20 MJ/\$** en los noventa. Esta disminución se explica entre otras razones, por el incremento de las eficiencias de conversión energética.

Entre los países industrializados existen también grandes contrastes, por ejemplo, en los ochenta, el consumo anual de gasolina en EU equivalió al **90%** de la energía total consumida en Japón. En 1988 Japón consumió **238 kg** de gasolina per cápita contra **1,287 kg** consumido en EU.

Punto y aparte merece la electricidad. No hay energético que confiera tantos beneficios económicos como la electricidad. El uso masivo de la misma ha promovido la eficiencia en las industrias de extracción, procesamiento, manufacturas y servicios. La moderna industria que demanda flexibilidad, precisión, expansión e innovación constante, es impensable sin la electricidad. Los servicios de salud, bancarios, educativos, de investigación, el confort y el entretenimiento, son sólo ejemplos de grandes consumidores de electricidad. La tasa de crecimiento de ésta osciló entre **6-7%** en los últimos **50 años**. Cada diez años se duplicaba su consumo. El uso de la electricidad juega un papel clave en el mejoramiento de la calidad de vida de las naciones.

Energía y calidad de vida

Todo lo diligentemente calculado junto a las variables que caracterizan el uso de la energía y el funcionamiento económico son indicador de procesos dirigidos no sólo a satisfacer necesidades físicas básicas sino también al desarrollo intelectual. Alta calidad de vida es la meta, el uso racional de la energía es el medio para alcanzarla. La calidad de vida es un ítem multidimensional que abarca el bienestar personal (salud, nutrición, entretenimiento), el ambiente (aire limpio, bosques) y vastos aspectos mentales del desarrollo humano (educación, ejercicios políticos y libertades religiosas). Como se ve el asunto no es tan simple. Es evidente entonces, que no existe un solo indicador que abarque tantas y tan complejas realidades. Pero



podemos comparar algunas variables clásicas de desarrollo en función del consumo energético de las sociedades: así la expectativa de vida se incrementa con el aumento de energía per cápita teniendo un valor asintótico de **50 GJ/cápita**. El índice de mortalidad infantil disminuye con el incremento del consumo de energía teniendo también un valor límite de **100 GJ/cápita**. El promedio diario de disponibilidad de alimentos también se incrementa con el aumento del consumo de la energía habiendo también un valor de **60 GJ/cápita** para un beneficio nutricional real. El que la gente sepa leer, escribir y contar depende también del consumo de energía estando su valor alrededor de los **80 GJ/cápita** en las naciones alfabetizadas. Estos datos indican una tasa anual per cápita entre **50 y 70 GJ** de consumo de energía deseable para la satisfacción de las necesidades físicas fundamentales en combinación con adecuadas oportunidades de desarrollo intelectual para cualquier nación del mundo. 

Capítulo 31

Tecnología y Economía del petróleo, el gas natural y la geotermia

Definiciones

Petróleo. Del griego: $\pi\epsilon\tau\rho\acute{\epsilon}\lambda\alpha\iota\omicron\nu$, lit. «aceite de roca», es una mezcla de compuestos orgánicos principalmente hidrocarburos. Es un recurso no renovable y actualmente es la principal fuente de energía. El petróleo líquido puede presentarse asociado a capas de gas natural.

Gas Natural. A veces denominado gas fósil es un hidrocarburo mezcla de gases ligeros de origen natural. Principalmente contiene metano, e incluye cantidades variables de otros alcanos y un pequeño porcentaje de CO_2 , minerales, N_2 , H_2S , etc. Se forma cuando varias capas de plantas en descomposición y materia animal se exponen a calor intenso y presión bajo la superficie de la Tierra durante millones de años.

Geotermia. De origen griego, deriva de "geos" que quiere decir tierra, y de "thermos" que significa calor, la palabra es: el calor de la tierra. Es la rama de la ciencia geofísica que estudia de las condiciones térmicas de la Tierra. Se emplea indistintamente para designar tanto a la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos del planeta como al conjunto de procesos industriales que intentan explotar ese calor para producir energía eléctrica o calor útil.

Desarrollo

Especificidades del gas natural:

- Carece de usos cautivos; o sea, es un combustible universal. Puede ser usado en el hogar, la industria, el transporte o para generar electricidad.



- Sus bajas temperaturas de condensación conllevan su manejo en fase gaseosa. Esto es, su transporte y almacenamiento es de alta tecnología y grandes costos.
- El producto de su combustión es de bajos contaminantes lo que lo hace ideal ante el imperativo ambiental vigente.
- Los dispositivos para llevar a cabo su combustión son diversos, eficientes, económicos y al alcance de sus múltiples usuarios.
- Su baja densidad energética hace que su transporte sea entre cuatro y diez veces más caro que en el caso del petróleo sobre la base de la misma energía por kilómetro transportada.
- Está principalmente formada por metano.
- Es obtenido luego de una serie de procesos de separación que incluye: endulzamiento (quitarle el H_2S a través del proceso girbotol), criogénica (quitarle etano, propano, butano más naftas) y compresión del metano separado, para ser enviado a los gasoductos.

Especificidades de la industria del gas natural:

- Gran sofisticación científica y tecnológica.
- Integración vertical (exploración, producción, transporte, distribución, usos) fuertemente arraigada, dándole características de monopolio natural manejado directamente por los gobiernos en sus inicios.
- Es una industria de red, similar a la eléctrica, ferroviaria, telefónica, agua potable y drenaje. La intervención estatal es indispensable para la asignación adecuada del servicio.
- Es una industria con fuertes barreras a la entrada y a la salida. Las inversiones ascienden a millones de dólares con altos costos que no son recuperables (sunk cost).
- Es una industria de procesos continuos. Está obligada a un suministro ininterrumpido, seguro, en permanente innovación y ofreciendo precios idénticos a consumidores que se encuentren en las mismas condiciones.

- Los costos de transporte y distribución, por ejemplo, en EU, representan el **69%** del precio al consumidor final y el % restante corresponde al costo de producción. En Francia la proporción es de **70% y 30%** respectivamente.

Especificidades del mercado del gas natural:

- En cuanto a mercancía, el gas natural abarca dos intercambios: su entrega física al consumidor y la administración del riesgo asociado a la variación de precios.
- Las operaciones de compraventa se llevan a cabo a través de contratos que especifican precios y fechas de entrega. La entrega y recepción de gas para reventa se lleva a cabo en el mercado mayorista y la venta al consumidor final en el mercado al menudeo. Los contratos a largo plazo son la forma tradicional de adquirir gas, en estos se especifica el volumen, precio y cantidades entregadas. Con los procesos de desregulación se tiende a los contratos a corto y mediano plazos.
- El mercado de transporte agrupa operaciones de compraventa de servicios relacionados con el transporte de gas por sistema de ductos. Un contrato por transporte establece las condiciones específicas bajo las cuales se ofrece el servicio de transporte (capacidad, volumen a transportar, puntos de recepción y entrega, presión, calendario de entregas, duración del contrato, tarifas y cargas).

La demanda mundial de gas natural en 2021 aumentó un **4.6%** respecto a 2020. Además, las importaciones de GNL a nivel global crecieron más de un **6%** superando los **500 bcm/año** (bcm=1.000 millones de metros cúbicos de gas natural).

El mercado de gas más importante del mundo es el de EU con:

- Más de **210 sistemas** de tuberías de gas natural.
- **488,000** kilómetros de tuberías en todo el país.
- Más de **1,400** estaciones de compresión que mantienen la presión en la red de tuberías de gas natural y aseguran el suministro.
- Más de **11,000** puntos de entrega, **5,000** puntos de recibos, y **1,400** puntos de interconexión que permitan la transferencia de gas natural en Estados Unidos.
- **400** instalaciones de almacenamiento de gas natural subterráneo.



En el caso de Canadá se presenta lo siguiente:

- La producción de gas natural en Canadá fue **165.2 bcm** en 2020.
- La producción ha disminuido en los últimos años debido a los bajos precios.
- Canadá Energy Regulator ha proyectado que la producción de gas natural aumentará un **32%** entre 2018 y 2040, lo que respaldará el crecimiento del mercado.

En España se mencionan serios problemas de transparencia, tanto en contratos como en precios, y resistencia de las grandes empresas, fundamentalmente Gas Natural Fenosa y Endesa, a participar en el espacio Mercado Ibérico del Gas el podio del mercado es para Gas Natural Fenosa **55.35%** de los clientes, seguido de Endesa **19.73%** y de Iberdrola **12.2%**.

En México desde 1938, Pemex controla toda la cadena del gas natural.

Diferencias entre modalidades de organización industrial y regulación:

Las modalidades de regulación industrial son de naturaleza variada: en diferentes países están integradas en una sola empresa, en otros las actividades están total o parcialmente separadas, participando dos o más empresas en cada segmento de la cadena. En algunos casos los responsables son funcionarios públicos, en otros privados regidos por un conjunto de permisos o licencias.

En general, como ya se dijo, la organización industrial del gas natural presenta características de monopolio natural abarcando la exploración, producción, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización. Estas características de red hacen necesaria la intervención del Estado por razones de servicio público.

Esta intervención tiene dos formas:

1. Establecer un monopolio público (como Pemex)
2. Concesión del servicio a empresas privadas o mixtas junto a normas reguladoras.

La regulación es la intervención institucional del Estado con el fin de establecer precios, ganancias o utilidades, decidir quién y cómo participar, fijar normas de calidad, seguridad y protección ambiental, fincar responsabilidades, vigilar, castigar y corregir, con el fin de implementar un adecuado servicio a los usuarios, proporcionar ganancias lícitas a los inversionistas, promover la competitividad evitando abusivos

dominios del mercado, asegurar la prestación continua e ininterrumpida del servicio, elevar los índices de seguridad y estimular el uso racional velando por el ambiente.

Diferencias entre desregulación, liberalización, privatización y apertura al capital privado:

Liberalización es el proceso de cambio de un sistema de coordinación estatal a otro donde haya un mayor predominio de los mecanismos de mercado. Estos ámbitos de mercado deben ser organizados mediante cambios en la organización de las actividades y el establecimiento de principios regulatorios. La desregulación es la eliminación de barreras a la entrada a ciertas actividades y la regulación tendiente a organizar la competencia en los ámbitos donde ella es posible, controlando eficazmente aquellas actividades que deban quedar como monopolios naturales, teniendo diferentes alcances según sea el caso. Privatización es la venta de los activos públicos.

¿Cuáles son los principales rasgos de los procesos de reforma en la industria del gas natural en el mundo durante la última década?, ¿cuáles son los nuevos mercados que se han abierto a raíz de dicha reforma?

Fundamentalmente ha sido la desintegración de las cadenas productivas y la privatización de los sistemas. Su origen se dio luego del primer choque petrolero donde la industria fue incapaz de responder ante la situación de emergencia dada. Paralelo, el desarrollo de teorías que consideran que las diversas formas de competencia introducen agentes con diversas visiones elevando con ello la posibilidad de una respuesta adecuada sin necesidad que intervenga el Estado. Junto a esto el desarrollo de nuevas tecnologías (de ciclo combinado específicamente) significa beneficios en términos de eficiencia, menor impacto ambiental y bajos costos, lo que ha motivado los cambios fundamentales en la reforma energética general, de gas en particular. La consolidación de bloques regionales presiona decisivamente a favor de esta. En el caso de América Latina hay que agregar las restricciones económicas, la competencia en el transporte de energía entre el gas y la electricidad a favor del primero, la protección al ambiente y la integración económica regional.

Otras características son los cambios conceptuales sobre el régimen de propiedad, la reorganización de los mercados de productos y servicios y, la separación de las actividades desarrolladas por el Estado. Los nuevos mercados a partir del grado de apertura y estructura del capital observan tres modelos para el caso del mercado mayorista (bulk market):

- **Monopolio Público.** Es el caso de México y Brasil. Aunque al nivel de suministro las importaciones han sido desreguladas.



- **Mercado cerrado y mixto.** Es el caso de Venezuela y Colombia. Varias modalidades contractuales permiten a empresas privadas producir gas, pero el Estado mantiene el control sobre el producto. Los yacimientos no se privatizan
- **Mercado abierto y mixto.** Caso de Perú, Argentina, Bolivia y Chile. Las empresas privadas están autorizadas para participar solas o asociadas con el Estado.

En cabeza de pozo y el mercado mayorista, es el precio internacional. En el mercado minorista se establece una canasta de combustibles a ser sustituidos por el gas natural englobando diferentes calidades de estos. El precio se establece a través de una media ponderada entre los precios de todos los combustibles a sustituir. En la fijación del precio puede no ser incluido diferentes costos lo que conllevaría un cierto descuento con respecto a los combustibles a ser desplazados.

Técnicas que utilizan las comisiones reguladoras para fijar las tarifas de transporte del gas natural:

Tarifación a costo marginal

En el caso de monopolio natural, su objetivo es la asignación óptima (de Pareto) de los recursos dentro de una economía descentralizada. Presenta el problema de que la tarifa a costo marginal no cubre la totalidad de los gastos creándose un déficit que debe cubrir el Estado vía impuestos, lo que hace que esta tarifación sea poco recomendada.

Regulación por tasa de retorno:

Fija las tarifas de forma que éstas sean justas y razonables a los consumidores al mismo tiempo que proporcionan a las empresas tasas de rentabilidad razonable respecto al capital. La base de la metodología es:

Intenta que los precios permitan ingresos suficientes para cubrir todos los gastos. Este tipo de regulación se adapta mejor en los casos de fuertes inversiones o alta incertidumbre económica. Una vez establecidos los precios, a la misma empresa puede incentivársele reduciéndole costos, aunque el fenómeno contrario podría también suceder.

Regulación mediante límite de precios

Consiste en separar los precios de venta de los costos de producción de forma que la empresa regulada esté incentivada a reducir los costos. El regulador impone

la restricción de que los precios no superen cierto límite durante 4 o 5 años. El precio superior P evoluciona según el índice general de precios al consumidor RPI más un factor de eficiencia negociado X . Así: . Esta regulación tiende a proteger al consumidor, favorece la competencia, mejora la eficiencia y fomenta la innovación, minimizando costos.

“Todos los países fomentan el consumo de gas natural. Sin embargo, las reservas son limitadas y concentradas en pocos países. Discuta la posibilidad de cartelización del mercado internacional de gas natural.”

Entendiendo al supuesto cartel como un acuerdo entre diversas empresas para valorar y estimular la comercialización de un bien, así como dar estabilidad a su precio y seguridad a su acceso, la respuesta inmediata es que sería positivo. Pese a la historia llena de grandes mafias petroleras a lo largo del siglo XX, considero que existen más razones positivas para considerar que el mundo tenderá a organizarse más racional y de acuerdo con los intereses de la humanidad, durante el siglo XXI. En esta optimista visión, el uso del gas natural como sustituto del petróleo, el carbón y el uranio para generar electricidad, principalmente, no es más que una etapa intermedia para preparar el camino de las energías renovables vía hidrógeno. Para ese entonces, una extensa y ramificada red de tuberías se encontrará lista para distribuir lo que hoy muchos consideramos la única alternativa válida capaz de sostener la infraestructura energética del desarrollo auténticamente sustentable.

Discusión de las ventajas y desventajas para México de su participación en la creación de un gran mercado de gas natural en américa del norte.

El principio y en lo particular yo no le veo ninguna desventaja, salvo de índole política sustentado por pequeños grupos de oposición que siempre se van a oponer a todo. Como ventajas se tendrían la posibilidad de un gran desarrollo al nivel de todo el continente, planeando una gran red de transporte y distribución de gas natural; el acceso y asimilación de la tecnología de punta y la formación de cuadros en su manejo e innovación; el fomento a la mediana y pequeña industria que provea de bienes y servicios a esta industria en crecimiento; la plausible explotación racional de los recursos en todo el continente; la desaparición de las fronteras, oficializando al dólar como la moneda común (siguiendo un poco el ejemplo europeo); el intercambio de experiencias, normalizando los riesgos compartidos y como creo que va a suceder, iniciar el tránsito hacia el uso de las renovables, vía hidrógeno, preparado por el uso del gas natural.

¿Cuál es la política energética de México en materia del gas natural? ¿cuál es la política de gas natural de la actual administración?

No existe como tal. En su Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de Energía 2018-2024, El documento de Política Pública en materia energética aplicable



a la constitución de Almacenamiento de Gas Natural menciona que México contará con reservas de gas natural para suministrar en caso de emergencias. Además, se fomentará el desarrollo de infraestructura de almacenamiento de gas natural que también podrá ser aprovechada por el mercado.

En otras palabras, hablar de una “política energética de México”, carece de sentido toda vez que la organización de dicho sector está completamente subordinada a la política económica del régimen en turno como ha quedado claro al proponer abiertamente la liberalización, desregulación y privatización del sector eléctrico, para empezar.

Para el caso del gas natural, es evidente que tarde o temprano seguirá el mismo camino cuando a Pemex se le apliquen similares recetas. Entre otros factores, para el próximo siglo: **1.** Se afianzará el marco regulatorio del gas natural, **2.** Sustituirá casi completamente al carbón y al combustóleo para generar electricidad y **3.** Penetrará definitivamente a los mercados residencial, comercial e industrial a través de vastas redes urbanas y rurales de distribución.

Panorama general de la geotermia en México:

En alrededor de 500 áreas se han observado manifestaciones de la energía interna del subsuelo, aflorando en forma de manantiales hirvientes, soplos de vapor y fumarolas, así como una leve atmósfera de azufre dentro de parajes únicos que asemejan algún planeta en formación.

Para la exploración de tales zonas se hace uso de la Percepción Remota, la Geología Estructural, la Geofísica de vulcanismo, la Tectónica y las perforaciones. Las investigaciones mexicanas en geotermia comenzaron en 1949. En Pothé, pueblo del Mezquital, se estableció la primera planta para producir electricidad con una potencia de **3.5 MW** que fue abandonada por haber sido sobrevaluada.

Entre las zonas geotérmicas más importantes se encuentran Cerro Prieto, Mesa de San Luis, Desierto de Altar, Mesa de Andrade entre otras decenas de lugares. Los pozos tienen profundidades que van de **100 a 1,250 metros**. En Michoacán, por ejemplo, se han descubierto áreas termales sobre la superficie. El programa de geotermia del IIE, intenta integrar grupos especializados en ingeniería de yacimientos geotérmicos con el objetivo de asimilar y desarrollar tecnología orientada a evaluar yacimientos, modelar y predecir los campos geotérmicos de producción. Se tienen evaluados alrededor de **2 GW** de generación potencial de electricidad.

La electricidad no es el único fin de la explotación geotérmica sino también las miles de toneladas que de minerales útiles pueden ser extraídos como por ejemplo el cloruro de potasio en cantidades para volvernos autosuficientes en la producción de fertilizantes. Por ejemplo, a una capacidad de **200 MW**, la extracción de potasio

ascendería a las **90 000** toneladas anuales, fomento de programas de acuicultura para langostinos, unidades hidrópicas para sembrar jitomate, lechuga y pepino, y el aprovechamiento del calor de proceso para una planta beneficiadora de remolacha. Pero los usos de la geotermia no quedan aquí, también tiene potenciales beneficios para la desalación, refrigeración, fabricación de hielo, celulosa y papel y para usos medicinales, climatización de viviendas y estímulo del turismo.

Con más de **500** zonas geotérmicas, como ya se dijo, se tienen reservas por **700 MW** de potencia en Cerro Prieto y **380 MW** en los Azufres, Michoacán y los Humeros, Puebla. En estos sitios se tiene plantas en operación con capacidad de **753 MW** y en programa otras **250MW** para operar próximamente. 



Capítulo 32

Energía y desarrollo económico

Definición

Desarrollo económico En términos simples es el progresivo bienestar material de una comunidad que satisface sus necesidades humanas tanto básicas como el agua, casa, vestido, educación y sustento como aquellas que pudieran catalogarse como "secundarias" como joyas e indumentarias lujosas.

¿Por qué la intensidad energética es un indicador muy importante en el mundo de la economía de la energía?

La intensidad energética se define como la energía consumida para producir un peso o dólar del Producto Interno Bruto (PIB). La siguiente gráfica ilustra para diferentes naciones, la variación de su intensidad energética en MJ/dólares de 1972 en el transcurso de los últimos 100 años (Smil, Vaclav. (1992). Elusive links: energy, value, economic growth, and quality of life. OPEC Review, 16(1), Spring 1992 p.11):

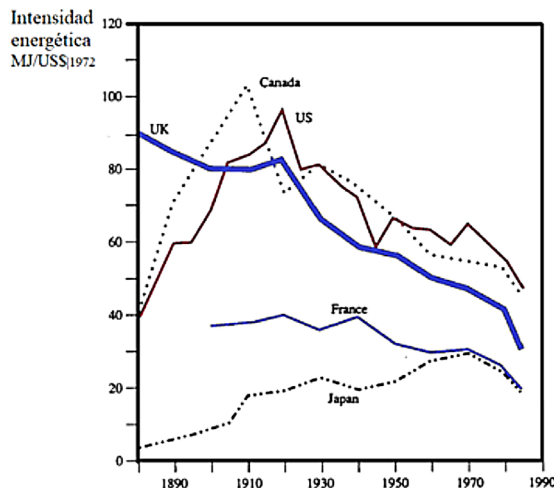


Figura 25. Evolución de la intensidad energética

Razones de tipo geográfico, climático, histórico, industrial y social, explican las diferentes diferencias de las intensidades energéticas de las naciones, pero todas coinciden en su constante declinación en los últimos 60 años y esto no tiene otra explicación que la permanente innovación tecnológica, fundamentada en la termodinámica aplicada al incremento de la eficiencia energética, la aplicación de nuevos materiales, el diseño ergonómico y los sistemas de control cibernéticos. En otras palabras, en el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico.

En el caso de México, el comportamiento de su intensidad energética lo muestra la siguiente gráfica de acuerdo con el Balance Nacional de Energía (BNE) 1997, 2002 y el Sistema de Información en Energía (SIE).

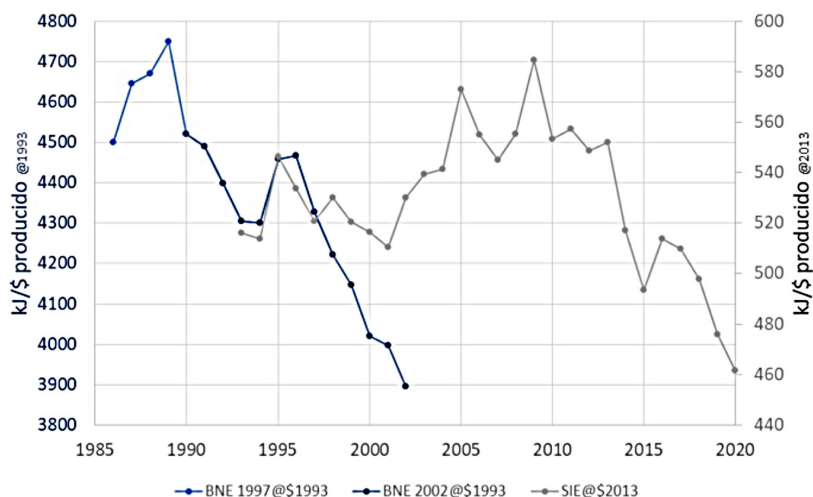


Figura 26. Evolución de la intensidad energética México

Al igual que los primermundistas, México lleva a cabo un esfuerzo en el proceso de disminución de los valores de su intensidad energética a través de un programa de concienciación, ahorro y uso eficiente de la energía tanto en el sector industrial, comercial, residencial como en el transporte. Aunque todavía nos encontramos lejos de alcanzar las eficiencias del primer mundo, es importante señalar que la ulterior disminución de dicha variable, además de ir acompañada de un necesario crecimiento científico y técnico, tendrá que acompañarse de pautas de producción y consumo completamente diferentes a los seguidos por los países industrializados.

Plantear una ecuación para explicar el efecto de invernadero más intenso en las últimas décadas, tomando en consideración que existen 170 países en el mundo, que el sector energético es de los que más contribuyen a dicho efecto al utilizar combustibles fósiles, que no toda la energía que entra al sistema energético (consumo primario) se



aprovecha, y que el consumo final de energía depende del crecimiento económico y de la población. Explique cada uno de los términos de la ecuación, considerando ventajas y desventajas.

Sinteticemos la información que sobre el efecto invernadero se dispone en estos momentos, la correlación experimental entre la temperatura del planeta (calentamiento global) y la presencia del CO_2 se muestra en la siguiente gráfica de emisiones y de Anomalía de la temperatura media mundial de la tierra y el mar en relación con la temperatura media de 1921-2021.

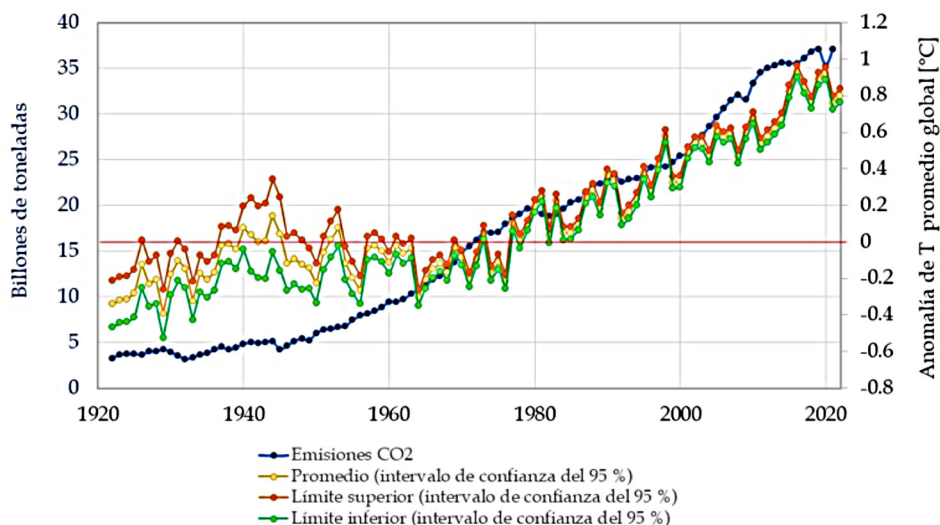


Figura 27. Correlación de Incremento de T global vs Emisiones CO_2

Los datos fueron obtenidos analizando el CO_2 en las pequeñas burbujas de aire atrapadas en el hielo antártico, cuya edad puede determinarse por la profundidad de la capa que se extrae. El termómetro en este caso es la cantidad de deuterio presente en el hielo. La correlación entre la temperatura del planeta y la presencia del gas CO_2 es evidente.

El modelo matemático que intente describir los anteriores resultados debe poner la temperatura promedio de la biosfera en función de la concentración del CO_2 , o sea:

$$T = f(C_{\text{CO}_2})$$

A su vez, guiándonos por las gráficas, notamos que los ciclos son anuales divididos en un segmento donde el CO_2 crece y otro donde decrece. El crecimiento de la concentración del gas invernadero se explica por el incremento de los hidrocarburos

quemados (HCQ) que a su vez es función del crecimiento de la población (P), el crecimiento económico (E), la ineficiencia de las conversiones energéticas (ICE) y la destrucción de los bosques y la biota en general (DB). El decremento cíclico del CO_2 se explica principalmente por su absorción por parte de esos bosques y biota (AB) que cada primavera se renueva milagrosamente pero cada vez en menor cantidad. Con esto la concentración del CO_2 es función de dos términos:

$$C_{\text{CO}_2} = f(\text{HCQ}, \text{AB})$$

Donde HCQ mide la variación de la demanda de los hidrocarburos a ser quemados y que a su vez es función de la población, la economía, las ineficiencias y la destrucción ecológica de cada uno de los países que componen al mundo actual. Y donde AB es la fijación del CO_2 por parte de los árboles fundamentalmente.

Por la forma cíclica de la dependencia del calentamiento de la Tierra en función de la concentración del gas invernadero, se puede proponer, como primer modelo matemático, una ecuación del tipo trigonométrico. Así y de manera general, considerando todas las variables antes comentadas, tendremos:

$$T = A + B \cos(t) + t/C$$

Donde:

T [=] Temperatura promedio global del planeta

t [=] Tiempo

A [=] Constante que es función del crecimiento económico de las naciones

B [=] Constante que es función del desarrollo tecnológico y destrucción de los bosques

C [=] Constante que es función del incremento de la demanda de hidrocarburos a hacer quemados

Expresar matemáticamente el cambio en el consumo de energía en el sector industrial de México, como una suma de efectos de contenido energético de la producción, estructura de la economía (participación de la industria en el PIB) y dinamismo económico. Calcule dicho cambio en el periodo 1977-1994, con ayuda de la gráfica.

Analice los resultados y extraiga conclusiones.



El consumo de energía total por parte del sector industrial es de acuerdo con el Sistema de Información Energética para el periodo 1970 a 2020 el siguiente:

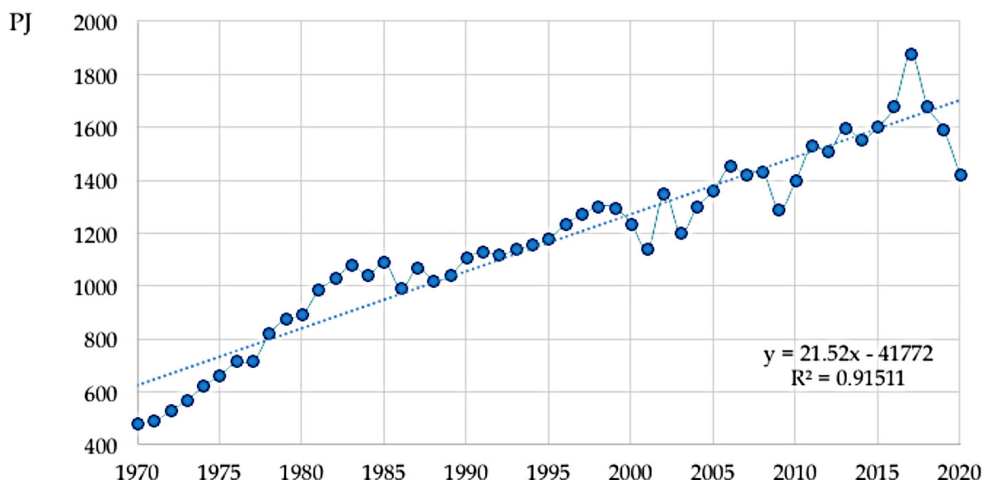


Figura 28. Correlación de Incremento de T global vs Emisiones CO₂

El consumo de energía por parte de la industria (CEI), será función del contenido energético de la producción (EP), la participación de la industria en el PIB (%PIB) y el crecimiento económico del país (PIB) en el transcurso del tiempo (t).

$$CEI = f(EP, \% PIB, PIB, t)$$

El modelo más elemental es el lineal

$$CEI = mt + a$$

Por correlación lineal obtenemos a y m

$$CEI = 21.52 + 41.772$$

Comentario

El incremento del dinamismo económico del país y la participación de la industria en el mismo hará que el consumo energético de la industria se incremente, este incremento se compensará a medida que los ahorros y aumentos de la eficiencia

energética tiendan a disminuir los contenidos energéticos de los productos, por lo que es de esperarse que la correlación lineal se mantenga como modelo, con buen grado de aproximación, para la demanda de energía de dicho sector.

Indicar cuál es el costo de oportunidad de cada uno de los productos señalados a continuación: petróleo crudo, gasolina, gas licuado, coque, gas natural, electricidad, leña, energía solar, energía nuclear. ¿Cuáles son los atributos que se le deben pedir a un sistema nacional de precios de la energía? México es un gran productor de energía, en estas circunstancias ¿es conveniente fijar los precios de la energía en México en función de los precios practicados en EU, principal exportador de energía en el mundo?

El petróleo es insustituible para la producción de las gasolinas, combustible fundamental para el transporte aéreo, terrestre y marino, tanto de bienes como de personas. No es de esperar a que a corto plazo se les pueda hallar sustitutos. En cambio, para la generación de electricidad el petróleo empieza ya a ser desplazado, lenta pero firmemente, por el gas natural.

Para el consumo doméstico el gas licuado abarca prácticamente la mayor parte del mercado, no se espera que el gas natural siquiera le haga sombra.

Para los sectores doméstico, comercial, industrial y parte del transporte (metro y trolebuses), la electricidad es simplemente imprescindible. Se le asocia estrechamente con el concepto de bienestar y crecimiento. Su demanda sigue estando por arriba del incremento económico del país. La actual y futura generación de electricidad se encuentran vinculada con el uso del gas natural y la innovación tecnológica representada por los llamados ciclos combinados.

La leña es el combustible de la pobreza, mientras exista ésta aquélla no podrá ser sustituida por ningún otro.

Razones de tipo ambiental hacen de la energía nuclear indeseable.

La energía solar (junto al resto de las energías renovables) se encuentra dentro de los candidatos a sustituir a todos los combustibles fósiles a largo plazo.

Un sistema nacional de precios de la energía debe reflejar todos los costos inmiscuidos en toda la cadena de la obtención de la energía con el objeto de racionalizar su consumo, poder decidir su subsidio, fomentar a las energías renovables, abatir su derroche, estimular la búsqueda en la eficiencia de sus conversiones y poner la energía al servicio del desarrollo sustentable.

En lo general es inconveniente fijar los precios de la energía en México en función de los practicados en EU, toda vez que los niveles de desarrollo industrial son completamente



desiguales. En lo particular habrá algún combustible que pudiera empatar en ambas naciones.

Desde el punto de vista de la CEPAL, OLADE y la GTZ: *¿qué significa el desarrollo sustentable? y ¿cuál es el papel asignado a la energía en dicho desarrollo?, ¿Qué significa equidad social, como contribuye la energía a ese objetivo y cómo se miden sus resultados?, ¿Cuáles son las debilidades, fortalezas y oportunidades de las fuentes renovables de energía?*

Es el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo, y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas, políticas y religiosas. Se requiere que dicho proceso sea sustentable, es decir que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

La equidad social desde el punto de vista desarrollado en el párrafo anterior carece de sentido toda vez que, de principio, no puede existir a menos que se establezca la dictadura del proletariado que ya mostró su impotencia en el siglo XX. El viejo principio socialista de: a cada cual según sus necesidades de cada cual según su capacidad invalida cualquier tipo de equidad social. Lo que sí puede afirmarse es la equidad jurídica: todos somos iguales ante la ley. A diferencia de la equidad social el bienestar humano sí es posible alcanzarlo, y la energía, no es más que uno de los instrumentos fundamentales para hacerlo. Sin energía cualquier concepto de bienestar sería utopía.

Las generaciones del futuro inmediato construirán su bienestar de la energía proveniente de las fuentes renovables vía hidrógeno. Los hidrocarburos seguirán existiendo, pero sólo como complemento del combustible hidrógeno. Esta visión no es nueva, tiene más de 100 años existiendo, la diferencia es que actualmente se encuentra ya sustentada por un real desarrollo de la ciencia y la ingeniería. Su actual debilidad consiste en los pocos estudios económicos y de planeación que permitan su escalamiento a niveles industriales. Pero esta es una tarea que creo nos corresponde realizar. 

Capítulo 33

Energía y Desarrollo sustentable

Definición

Desarrollo sustentable. Es el acceso progresivo a los bienes materiales por parte de una generación en términos de la humanidad. Debe ser progresivo ya que se busca no afecte el bienestar material de las generaciones futuras. Fundamentalmente incluye la conservación del agua y la biodiversidad, el uso de las energías renovables y el bajo impacto ambiental de sus actividades tanto productivas como de la distribución de los bienes y servicios.

Desarrollo

Comentarios al libro de Energía y Desarrollo Sustentable publicado por la Cepal et. al.

Virtudes y limitaciones de indicadores energéticos

Se definen algunos indicadores para evaluar la sustentabilidad energética en diversos países de América Latina y el Caribe.

Autarquía energética. Es el porcentaje de las importaciones de energía dentro de la suma de importación y producción primaria. Indica la fragilidad económica de los países importadores de energía. Si dicho porcentaje es del **100%** (se importa toda la energía), se considera entonces que el país no es Sustentable dándole el valor de 0.0. Pero si el porcentaje es de **0.0%** (no hay importaciones de energía), se considera Sustentable dándole el valor de 1.

Robustez frente a cambios externos. Es el porcentaje de las exportaciones de energía sobre **1000 dólares** de 1980 de PIB producido. Mide la vulnerabilidad del desempeño de las economías altamente dependientes de su exportación energética. Se considera a la economía como no sustentable (0) cuando este índice alcanza un valor de **14 bep/1000\$US**, y como sustentable (1) cuando el índice vale **1 bep/1000\$US**.

Alcance de recursos fósiles y leña. Es la relación entre la producción y reservas de recursos fósiles incluida la leña, y la tasa de deforestación. Se considera no



Sustentable (0) cuando a 0 años es mayor que el 1% y Sustentable (1) cuando a 25 años es igual al 0%.

Productividad energética. Es la inversa de la intensidad energética. Alta productividad significa que se produce más PIB por unidad de energía consumida. Se considera no sustentable (0) cuando su valor es de 0 **US\$/bep** y sustentable cuando adquiere un valor de **1000US\$/bep**.

Cobertura eléctrica. Es el porcentaje de hogares electrificados. Se considera no sustentable (0) cuando es de 0% y sustentable cuando su valor es del 100%.

Cobertura de necesidades energéticas básicas. Es el consumo de energía útil residencial. Se considera no sustentable (0) cuando su valor es de 0 bep/cap y sustentable (1) cuando es de 1 bep/cap.

Pureza relativa del uso de energía. Es el **CO₂/consumo** energético. Se considera no sustentable (0) cuando su valor es mayor de 1 t/bep y sustentable (1) cuando es menor de 0.3 t/bep.

Uso de energías renovables. Es la participación de energías renovables en la oferta energética. Se considera no renovable (0) si su valor es de 0% y renovable (1) si su valor es mayor al 50%. Como energías no renovables fueron consideradas la hidroenergía, geotermia, productos de caña y otras.

Comentario

A primera vista es difícil valorar los índices de CEPAL para medir la sustentabilidad energética toda vez que es la primera vez que se conoce la posibilidad de hacerlo. No obstante, el esfuerzo parece loable y los indicadores pertinentes. Creemos que la limitación más importante es que los 8 indicadores tienen el mismo peso cuando a nuestro parecer, el índice de mayor trascendencia lo es el uso de las energías renovables. Se sabe que su desarrollo en la región deja mucho que desear y que los hidrocarburos, incluyendo la leña, son los combustibles preponderantes. Sin la investigación y desarrollo para aplicar las fuentes renovables al crecimiento de la región, los criterios que sirvieron para la normalización, más pronto que tarde, serán rebasados. Otra limitación que vemos es sólo considerar al CO₂ como única emisión cuando se sabe que los NO_x, SO_x, humos y partículas son de considerable importancia. Otra limitación importante es que la cobertura de necesidades energéticas básicas no considera las profundas asimetrías sociales existentes en la región, es más, creo que las oculta. Con todo, el intento es trascendente.

Diagramas de red

Para evaluar la sustentabilidad del sector energético, en la publicación se presentan diagramas de red, la pregunta es la siguiente:

¿Cómo se construyen dichos diagramas y su utilidad?

Al quedar normalizados los valores de los indicadores descritos en la primera parte del capítulo, no sustentable con el valor de cero y sustentable con el valor de uno, se procede realizar una gráfica radial, donde su centro representa, para los ocho indicadores, el valor de cero (no sustentabilidad), los segmentos que van a los vértices tienen valores intermedios entre cero y la unidad que indican cuánto un indicador se encuentra cerca o lejos de la sustentabilidad, donde en los vértices del octágono, la sustentabilidad tiene el valor de uno. Geométricamente el modelo es:

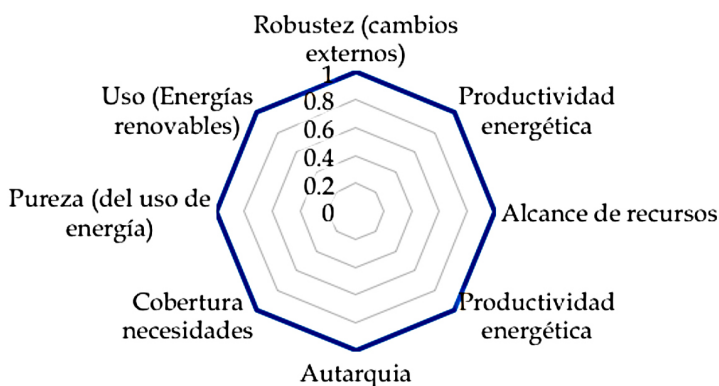


Figura 29. Gráfica radial de sustentabilidad

Este modelo permite caracterizar la solidez de los sistemas energéticos de los países a través de la forma que adquiere el octágono al momento de tabular los respectivos valores de los indicadores energéticos. Entre mayor simetría adquieran los rodogramas más sólido en cuestión es el sistema energético.

Otra característica lo es el tamaño que sugiere la potencialidad de unos sistemas energéticos respecto a otros. Hay países que poseen ventajas naturales que favorecen su situación y otros que pese a desventajas naturales han podido superarlas con trabajo e ingenio.

Otra propiedad que puede ser percibida en dicho modelo octaédrico es su posición que permite valorar las concepciones integrales de los sistemas energéticos.



Estas propiedades del modelo permiten llevar a cabo una clasificación de los diferentes países de la región con respecto a su sustentabilidad energética. Con esta idea y dándole a cada indicador un mismo peso, los países de América Latina pueden clasificarse, desde el punto de vista de su sustentabilidad energética, de la siguiente manera:

- Entre **0.3-0.4**, Jamaica y Haití.
- Entre **0.4-0.5**, Guatemala, Honduras, Bolivia, Panamá, El Salvador, Trinidad y Tobago y Cuba.
- Entre **0.5-0.6**, Ecuador, Nicaragua, Surinam, Perú, Costa Rica, Guyana, Paraguay, Barbados y Colombia.
- Entre **0.6-0.7**, Venezuela, Brasil, Chile y México.
- Entre **0.7-0.8**, Argentina y Uruguay.

Los indicadores mostrados a través del modelo radial muestran la posibilidad de expandir la superficie incrementando con ello la sustentabilidad. Esto es, hacer avanzar el sistema energético haciéndolo más eficiente en términos de productividad, menos vulnerable y más equitativo, genere menos emisiones contaminantes, use racionalmente los recursos naturales y haga uso mayor de las fuentes renovables. Estos objetivos pueden alcanzarse gradualmente.

Pobreza energética

En el documento World energy assessment: **Energy and challenge sustainability** que desarrolló la ONU se presenta en el capítulo dos una discusión sobre el tema de energía y pobreza.

¿Cuál es la definición que da el autor de este capítulo de pobreza energética?

Según el autor, la dimensión energética de la pobreza, la pobreza energética, puede ser definida como la ausencia de suficientes oportunidades para el acceso adecuado, confortable, seguro, confiable, de calidad y ambientalmente benigno a los servicios energéticos capaces de sostener el desarrollo económico y humano. Un amplio acceso a tales servicios energéticos, por sí mismo, no resultará en un desarrollo económico y social.

Servicios energéticos, universalmente accesibles, que sean adecuados, confortables, confiables, seguros, de calidad y benignos ambientalmente, son, por consiguiente, condición necesaria, pero no suficiente, para el desarrollo.

Esto afirma el autor después de señalar que las sociedades humanas no pueden existir sin un flujo continuo de energía. Al desarrollar interesantes vínculos entre la energía y diferentes aspectos sociales tales como la pobreza, las expectativas de vida, la mortalidad infantil, la urbanización y los estilos de vida, el autor muestra qué políticas energéticas adecuadas pueden contribuir a resolver diferentes problemas del desarrollo.

Pero la cuestión no es tan fácil de dilucidar. Existen diversas necesidades básicas: cocción de alimentos, calentamiento, suministro y potabilización de agua, iluminación artificial, confort e higiene. También se requiere transporte y fuerza motriz para la industria, la agricultura, el comercio, las comunicaciones, la cultura, la recreación y la educación. Todas estas actividades relacionadas con el desarrollo humano requieren energía continua, segura, confiable, en la cantidad exacta, económica y de bajo impacto ambiental.

A la mayoría de las naciones las caracteriza la pobreza, o sea el insuficiente acceso familiar e individual al alimento, al agua potable, a la salud, a la seguridad, al empleo, a la educación y a la recreación entre otros ítems del desarrollo. También se manifiesta en las pocas o nulas oportunidades para el vital desarrollo humano que incluye una larga, saludable y feliz vida, tiempo libre, desarrollo de valores, acceso al conocimiento, libertades políticas y libertades para ejercer plenamente sus creencias religiosas.

Las estadísticas son demoledoras: **3 300 millones** de seres de un total de 8 000 millones que pueblan la Tierra, es pobre. Existen también significativas diferencias entre las áreas rurales y urbanas, entre los grupos étnicos, entre mujeres y hombres, así como en la distribución general de la riqueza producida en todo el mundo, región por región.

En esta perspectiva los servicios energéticos, en efecto, son fundamentales para proporcionar alimentos, agua, empleo, servicios, educación y acceso a la información. La energía es el soporte para la provisión de dichos bienes y servicios, pero, sabiendo que dicha energía proviene en el **80%** de los casos de la quema de hidrocarburos (leña, carbón, petróleo y gas natural), el problema es de doble magnitud: por un lado se trata de superar la pobreza ancestral y descomunal que existe en el planeta, y por otro, la energía requerida para hacerlo ya no puede provenir de los hidrocarburos si no queremos reventar antes de tiempo la biosfera de la Tierra, imposibilitando con ello la vida misma.

Comentario

No puede negarse que la complejidad del problema de la pobreza y cómo superarla confunde. Hasta donde sabemos todas las vías para hacerlo han fracasado y las que se siguen implementando, llámense neoliberalismo, socialismo, estatismo, socialdemocracia... no convencen mucho que digamos. Sin embargo, se puede percibir algunas condiciones de suficiencia para iniciar a superar el inmenso lastre de la pobreza en todas sus dimensiones:



En su solución debe estar involucrado todo el planeta. No nos gusta la palabra globalización, parece de una fealdad espantosa. Se considera que la percepción de Universo, de universalidad, cultivada por todas las culturas antiguas (Mesoamérica, una de ellas) es la adecuada. Esta intuición de universalidad también ha sido cultivada por la ciencia moderna y la teoría que más se acerca a lo que se quiere expresar es la desarrollada por J.E. Lovelock en su, por desgracia poco célebre, hipótesis de Gaia.

En el aspecto político la democracia es imperiosa, pero no la democracia vulgar y directa del asambleísmo sino la democracia plural y representativa de las repúblicas. En este aspecto, las instituciones, la división de poderes, las leyes y la conducta ciudadana (pese a los grandes contrastes que puedan existir entre los ciudadanos) debe prevalecer por sobre encima de grupos y sectas. Un caso particular es la necesaria monopolización de la violencia por parte del Estado. Aquí seguimos un poco a Weber.

En el aspecto económico, que incluye de manera sobresaliente la dinámica industrial, consideramos que los modelos de creación y distribución de la riqueza tienen que someterse a lo que, lo mejor del viejo PRI, llamaba economía mixta. Sabemos que el cuánto de Público vs cuánto de Privado es un problema sin consenso (y tal vez sin solución), pero más que los porcentajes de participación público-privado interesa resaltar que la condición de suficiencia, en este punto, es establecer un límite, con base en diagnósticos sector por sector, a la creación de la riqueza y su distribución a partir de la micro y pequeña industria y su convivencia con la gran industria y el gran mercado. Aquí los criterios de ética me parecen que deben ser cada vez más poderosos para convencer a los ciudadanos de la necesidad de imponer límites a los procesos económicos.

En el aspecto social, pequeñas ciudades bicicleteras en el modelo de Illich podrían ser parte de la solución a los problemas del tercer subtema.

En el aspecto cultural y educativo, debe ser replanteado el concepto de ociosidad creadora y tiempo libre. A la par de la pobreza material, la pobreza con la que llenan su tiempo libre millones de seres primermundistas es también desoladora. En esto se incluye a las poblaciones universitarias. En este punto sobresalen los análisis de otro autor desconocido: Bahro.

¿De dónde saldrá la energía necesaria para hacer de diez o quince mil millones de seres, habitantes de Gaia, individuos felices, saludables, cultos y solidarios, dentro de 100 años?

No existe otra respuesta que de las fuentes renovables de energía vía hidrógeno. El hidrógeno es el único combustible capaz de sustentar un mundo como el descrito en estos 6 puntos, siguiendo con ellos, los planteamientos de más autores poco célebres: Justi, Bockris y Vesiroglu.

Desarrollo sustentable

En el mismo en el capítulo 9 del World energy assessment se desarrolla el tema de energía y desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable se ha convertido en sinónimo de transición deseable para el siglo XXI. Esto también se refleja en los desarrollos de los sistemas energéticos toda vez que la energía es un prerequisite para alcanzar la sustentabilidad. Es importante entonces estudiar los escenarios de los posibles desarrollos energéticos y sus implicaciones. Tres son los escenarios analizados por el autor y antes de presentarlos explica en qué consisten y para qué sirven.

Los escenarios son imágenes del futuro, alternativas futuras. Cada escenario puede ser interpretado como una imagen particular de cómo el futuro puede desplegarse. Los escenarios son herramientas para la investigación de los desarrollos futuros, aprender acerca del comportamiento de los sistemas complejos y para implementar políticas de producción.

Los sistemas energéticos son complejos, su comportamiento no siempre es bien comprendido, la información es a menudo incompleta y siempre existe incertidumbre asociada. Los escenarios son la mejor herramienta para entender alternativos desarrollos energéticos y sus consecuencias. A veces los escenarios son estructurados al través de modelos formales y en general, son cualitativos y descriptivos, donde los escenarios energéticos poseen ambas características, tienen una narrativa y un número definido de modelos cuantitativos para cada narración. Uno de sus propósitos es abarcar desarrollos globales y regionales que puedan ser útiles en la valoración de implicaciones para el desarrollo sustentable. Los escenarios son la mejor vía para integrar el conocimiento demográfico, económico, social y tecnológico con nuestra comprensión de los sistemas ecológicos.

Diferentes escenarios pueden tratar con similares requerimientos energéticos: un mundo con gran población y bajos niveles de desarrollo puede tener similares requerimientos energéticos que un mundo con baja población y alto nivel de desarrollo. Claramente este último escenario tendría mayores posibilidades de alcanzar la sustentabilidad.

Una adecuada provisión de servicios energéticos es prerequisite para un desarrollo sustentable. Al mismo tiempo, el uso de la energía es causa principal de la degradación ambiental inhibiendo con ello dicho desarrollo. Puede también percibirse cuál desarrollo podría ser sustentable de otro que no tendría las mismas posibilidades, esto es, el concepto es flexible pero también elusivo. Todos los futuros sustentables, en algún sentido, son positivos, teniendo a su vez elementos normativos, donde se incluya fuertes suposiciones acerca del futuro deseado y prescribiendo cómo tal futuro puede ser alcanzado.



Durante las últimas décadas se han elaborado escenarios para valorar el desarrollo de los sistemas energéticos. Uno de los primeros fue Energía para un mundo finito durante los años 70. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático desarrolló seis escenarios a inicios de los 90, dos de los cuales incluyen elementos de desarrollo sustentable. Otro escenario, el cual considera políticas radicales y cambio de conducta para alcanzar la sustentabilidad, fue formulado por Greenpeace.

Los escenarios sobre energía y desarrollo sustentable analizados en el documento integran estrategias a mediano plazo (2050) con oportunidades a largo (2100), analizando futuros alternativos, asegurando consistencia y reproducibilidad con lógica metodológica, modelos formales y base de datos, incorporando un tratamiento dinámico a los cambios tecnológicos y armonizando las aspiraciones regionales con las posibilidades globales. El estudio se centra en tres desarrollos social, económico y tecnológico de 11 regiones del mundo. Los tres casos se designan como A, B y C. Cada caso se despliega a su vez en tres variantes. El caso A refleja un alto crecimiento económico y rápido desarrollo tecnológico, su escenario A3 incorpora elementos de sustentabilidad y equidad. El caso B representa un nivel intermedio de desarrollo económico y una modesta innovación tecnológica. El caso C es ecológicamente orientado donde a sus escenarios se incorporan las energías renovables, protección al ambiente y equidad social. Este último caso ilustra explícitamente las condiciones de un alto grado de sustentabilidad y equidad mundial. Un resumen de estos casos se muestra en la siguiente tabla:

		A Crecimiento Alto	B Crecimiento Mediano	C Crecimiento Verde
Población, miles de millones	1990	5.3	5.3	5.3
	2050	10.1	10.1	10.1
	2100	11.7	11.7	11.7
GWP, trillones US\$(1990)	1990	20	20	20
	2050	100	75	75
	2100	300	200	220
Consumo de energía primaria [EJ]	1990	379	379	379
	2050	1041	837	601
	2100	1859	1464	880

Disponibilidad de Fuentes	Fósil No Fósil	Alto Alto	Medio Medio	Bajo Alto
Costos Tecnológicos	Fósil No Fósil	Bajo Bajo	Medio Medio	Alto Bajo
Dinámica Tecnológica	Fósil No Fósil	Alta Alta	Media Media	Media Alta
Tasas Ambientales		No	No	Si
Restricción emisiones [CO ₂]		No	No	Si
Emisiones de Carbón [GtC]	1990	6	6	6
	2050	9-15	10	5
	2100	6-20	11	2

Tabla. Escenarios energía y desarrollo sustentable

El caso C es el más interesante, presenta un futuro rico y verde, un progreso tecnológico sustancial, y una, sin precedente, cooperación internacional, centrada en la protección del ambiente, redistribución de la riqueza y altos niveles de eficiencia energética. Refleja también una importante transferencia de recursos de las naciones industrializadas a las en vías de industrialización. En general los tres escenarios tienen características comunes: predicen un importante desarrollo social y económico, particularmente del mundo en desarrollo, pero la tarea es tremenda: dos mil millones de seres carecen de acceso a la electricidad, el **20%** más rico usa el **55%** de la energía y el **80%** de la riqueza producida en el mundo mientras, el **20%** más pobre usa tan sólo el **5%** de la energía. La erradicación de la pobreza es prerequisite para alcanzar la sustentabilidad y el desarrollo humano, aunque más allá de la satisfacción de necesidades básicas, el desarrollo también envuelve dimensiones culturales, sociales y económicas junto a cuestiones de valores, preferencias religiosas y libertades políticas.

La primera transición en el desarrollo histórico de los sistemas de energía que duró 70 años, de 1850 a 1920, se caracterizó por la sustitución de la leña por carbón. La siguiente transición también duró 70 años, de 1920 a nuestros días y puede ser caracterizada por la sustitución del carbón por el petróleo y el gas natural. Diversos escenarios se expanden a partir del 2020, y dependerán del desarrollo tecnológico y las estrategias industriales implementadas desde hoy.



La tecnología es la clave determinante del desarrollo económico y es esencial para elevar los estándares de vida. Pero ello tiene un precio: una continua e ininterrumpida inversión en investigaciones, desarrollo y demostraciones. La importancia de la infraestructura es clave: aún dentro del escenario verde, la energía demandada sería de **400 EJ** en el 2050 y **800 EJ** para el 2100, alcanzando los **1600 EJ** para los otros escenarios.

Todos los escenarios retratan una situación de cambio sofisticado en los sistemas de energía, también infieren el incremento de la infraestructura de tubería y redes eléctricas. Realza el comercio y promueve similares modelos de uso final en la energía para otras regiones.

Los escenarios energéticos exploran el futuro y raramente miran el pasado. Sin embargo, la dinámica de los desarrollos pasados materializa los desarrollos del futuro.

La equidad juega aquí un rol trascendental; hay que recordar que la inequidad en el acceso a las oportunidades de desarrollo es actualmente brutal, la parte opulenta del mundo consume el **80%** de la energía fósil y los escenarios descritos muestran que tiene que haber un cambio fundamental para transformar esa realidad. Para hacer valer tales cambios se requieren decisiones políticas que incluyan mecanismos de regulación, así como modificaciones sustanciales del comportamiento humano y los llamados estilos de vida.

El desarrollo de sistemas energéticos limpios, eficientes y confortables es una característica de los escenarios de sustentabilidad. Otro prerequisite para tal futuro es una dinámica inversión en investigación y desarrollo y además de ello su introducción en el mercado. Se estima en este sentido que el **87%** per cápita del crecimiento de la productividad fue debida al cambio tecnológico. La inversión de capital es crucial, se requiere en plantas, equipo e infraestructura energética en general. Existen pocos escenarios en la literatura que den detallada cuenta de las inversiones en energía. Menos aún existen los que describen la inversión asociada con el futuro de los sistemas sustentables. De los datos manejados está el requerido para las próximas tres décadas: **12-17** trillones de dólares de 1998, esto es comparable al GWP de 1990 que ascendió a **20** trillones de dólares. Del 2000 al 2020 las inversiones se estiman en **9-13** trillones de dólares. Se insiste una vez más que el progreso tecnológico es central en todos los escenarios que describen al desarrollo sustentable.

La difusión y transferencia de tecnología son procesos a largo plazo, por ejemplo, la difusión de nuevos vehículos de motor o los sistemas acondicionadores de aire se caracterizan por periodos de 2 a 3 décadas para instalarse en contraste con la difusión de nuevos sistemas energéticos como las renovables que pueden tardar todo el siglo XXI para su introducción. Una conclusión importante es que el cambio lo determinará la selección tecnológica elegida en las próximas décadas. Se requiere incorporar a las nuevas tecnologías energéticas como las fotovoltaicas, la producción

de hidrógeno y las celdas de combustible. Su futuro depende de la investigación, desarrollo y las inversiones que se hagan hoy.

El **18%** de la energía primaria es comercializada entre las principales regiones del mundo donde la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) importa el **84%** de dicha energía. Para el 2020 el escenario C predice una caída a **55%** y el B a **65%** y para el año 2050, **10%** para el C y **34%** para el A.

Un particular y urgente problema es la densidad demográfica en las áreas metropolitanas y sus altas concentraciones de partículas y polución. El escenario A con una alta dependencia del carbón predice por consiguiente altas emisiones de SO_x y lluvias ácidas. En general los escenarios reconocen los adversos impactos de la contaminación sobre la salud, la producción de alimentos y los ecosistemas.

La energía es la más importante fuente de CO_2 y este gas es la causa principal del cambio climático de la Tierra. Los escenarios predicen de **0 a 7** veces las emisiones actuales para el año 2100. En ello existen **20** escenarios que predicen más de **30 GtC**, 88 predicen **12-3 GtC**, 82 predicen menos de **12GtC**. Los escenarios de este estudio van de **3 a 9 GtC** para el mismo año 2100.

El documento termina describiendo escenarios para Rusia y Estados aledaños, y para China.

Mecanismo de desarrollo limpio (Clean Development Mechanism) del protocolo de Kyoto

La Convención Marco de Cambio Climático Global es el acuerdo internacional que obliga a la nación que lo suscribe a reducir la emisión de sus gases invernadero al menos **5%** debajo de los niveles de 1990 durante el periodo 2008-2012.

El que México lo firme, implicaría un grave compromiso de toda la nación, de sus instituciones y sus actores políticos para llegar a un pacto mínimo sobre el modelo de desarrollo a seguir, al menos en los próximos 20 años. Es claro que dicho modelo debe seguir los escenarios C de sustentabilidad descritos en el punto 4 e iría un poco más de acuerdo con lo resumido al final del punto 3.

Hasta donde los medios lo reflejan, ninguno de los partidos realmente existentes y sus figuras principales en México, han podido desplegar ideas y escenarios inteligentes y atractivos como los analizados en este examen. Hay un lamentable atraso político que, para consuelo de muchos, no es exclusivo de los mexicanos. Muchos intereses se enfrentan y es una fortuna que los mecanismos de la democracia plural y representativa poco a poco se extiendan por todo el país, aunque considero que no hay que esperar a que arraigue totalmente la democracia para que, en los municipios, al menos, empiecen a aplicarse las políticas necesarias para que la sustentabilidad sea una realidad.



Decidir la disminución de los gases invernadero, implica entre otras cosas, planear cómo sustituir al petróleo como fuente primaria de energía, impulsar las renovables, disminuir la inmensa inequidad existente y renunciar a estilos de vida que la cercanía con EU nos impone. Tareas nada fáciles. Se antojan hasta imposibles. Pero alguna generación tendrá que iniciar el trabajo pesado y, si no son las actuales, espero que las futuras no nos lo reprochen, ¿o sí? 

Capítulo 34

1er Congreso de hidrógeno en México Sociedad mexicana de hidrógeno

Contexto

La Sociedad pretende con la organización de este evento el iniciar sus actividades formales para la promoción y difusión del conocimiento de los usos del hidrógeno como combustible... Uno de los propósitos esenciales de este Congreso es el de establecer un mayor vínculo de colaboración entre las instituciones educativas para el fomento de esta área del conocimiento... agrupando también a la mayor cantidad de profesionistas y personas interesadas en la tecnología del hidrógeno.

Con estas palabras el Congreso dio inicio.

Desarrollo

El programa se dividió en tres bloques:

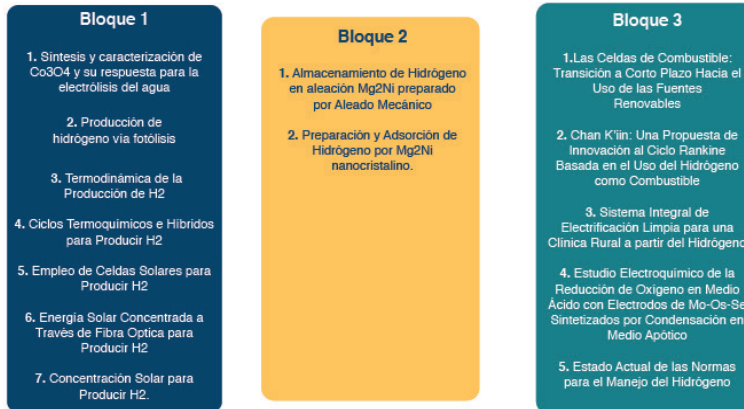


Figura 30. Títulos de trabajos presentados



1. Métodos de Producción.
2. Almacenamiento de Hidrógeno.
3. Aplicaciones del Hidrógeno.

Se llevó a cabo una demostración, tipo experimentos en aulas, simulando un motor de combustión interna, una turbina de gas, un soplete, una explosión controlada y un proceso de electrólisis acoplado a celdas de combustible.

Se exhibió un video, mostrando los logros que sobre el tema tienen ya los alemanes, incluyendo un proyecto conjunto con Arabia para producir hidrógeno a partir de la energía solar en dicha región.

Comentario

Pese a la imponente presencia de los hidrocarburos como fuentes primarias de energía y pese a que dicha presencia durará hasta muy avanzado el próximo siglo, los conocimientos científicos y tecnológicos para hacer, de las energías renovables vía hidrógeno, la única alternativa capaz de desplazar a los hidrocarburos en su función de combustibles, ya existen. Una serie de errores e intereses políticos atrasó la irrupción del hidrógeno en el panorama energético de nuestras sociedades.

El imperativo ecológico y las brutales desigualdades sociales existentes en el mundo (esto sin el menor sentido del maniqueísmo lloriqueante de nuestra atrasada izquierda), de nueva cuenta traen a la palestra la simple necesidad de desarrollar las tecnologías para el uso del hidrógeno.

Pero como todo, la visión de construir una economía basada en el hidrógeno, como fue concebida hace tres décadas por el profesor Bockris, habrá que implementarse a lo largo de todo el siglo 21. Islandia es el primer país en tomar una decisión política en esta dirección, Alemania, Japón y EU, trabajan intensamente para hacer debutar al hidrógeno como combustible fuera de sus programas espaciales. ¿México? Sólo un vigoroso y convencido proyecto estatal podría encaminarnos por tan prometedora alternativa. ¿Podremos?

Bibliografía

- CEPAL (1998) *Gasoducto regional México-Istmo Centroamericano*. Resumen del estudio de prefactibilidad, Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25289/M19980001_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- CEPAL, (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina*. Naciones Unidas, Santiago de Chile. Disponible en: [<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27838>] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- CONUEE (2015) *Plan Anual de Trabajo, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55266/PAT_2015.pdf] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- CONUEE (2022) *Plan Anual de Trabajo, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*, Disponible en: [<https://www.gob.mx/conuee/documentos/plan-anual-de-trabajo-2022>] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- CONUEE (2021) *Metodología para el “Diagnóstico energético en sistemas de generación y distribución de vapor”* (Calderas, Aislamiento y Fugas de vapor). Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/651159/Metodologia_GyDV_v4_3_7Jul21_.pdf] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- De Buen, O., Jáuregui, I. y León H (2020) *El programa de ahorro de energía eléctrica en edificios de la Administración Pública federal: Un recuento (1993-2019)*. Disponible en: [<https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/Cuadernos/CuadernoNo7Nuevociclo.pdf>] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- De Buen, O., et al, (2019) *Alumbrado público, eficiencia energética y la ciudad inteligente: Hacia el proyecto nacional 2.0* Disponible en: [https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/Cuadernos/cuaderno4nvciclocorreJLTODB_1.pdf] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- Estrada Gasca, C. e Islas Samperio J. (2013). *Energía*. Academia Mexicana de Ciencias, A. C (Ed.), México.
- Fuentes-Zenón, A. (1994) *Un Sistema de Metodologías de Planeación*, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.), México.



- Our World in data, *How have the world's energy sources changed over the last two centuries* Disponible en: [<https://ourworldindata.org/global-energy-200-years>]. Consultado el 1 de marzo de 2023.
- Rose, D., (1986) *Learning about Energy*, Springer Science Business Media (Ed.), New York
- Vaclav Smil. *Energía y Civilización. Una historia*. 2ª. Edición. Ed. Arpa. 2021.
- SENER. (1997). *Balance Nacional de Energía 1997*. Ciudad de México, Distrito Federal, México.
- SENER. (2002). *Balance Nacional de Energía 2002*. Ciudad de México, Distrito Federal, México.
- SENER. (2017). *Balance Nacional de Energía 2017*. Secretaría de Energía, México. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf]. Consultado el 1 de marzo de 2023.
- SENER. (2021). *Balance Nacional de Energía 2021*. Secretaría de Energía, México. Disponible en: [<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805509/BNE-2021.pdf>] Consultado el 1 de marzo de 2023.
- UNDP (2020) *World Energy Assessment: Energy and The Challenge of Sustainability: Chapter 9: Energy Scenarios*. Disponible en: [<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/chapter9.pdf>] Consultado el 1 de marzo de 2023.

Apéndice A

Planeación normativa para el fomento de las energías renovables

Formulación del problema

A.1.-Planteamiento de la problemática

a. Estado de insatisfacción

- Contaminación por la quema de hidrocarburos para generar electricidad.
- Contribución al efecto invernadero a escala planetaria.
- Aumento de residuos extremadamente peligrosos y permanentes por el uso de la fisión del uranio para generar electricidad.
- Demanda creciente de energía eléctrica con suministro continuo, voltaje y frecuencia sin bruscas variaciones y disponibilidad inmediata.
- Distribución heterogénea, sobre geografía abrupta, de 20 millones de mexicanos que carecen de los más elementales servicios eléctricos.
- Derroche energético y carencia de hábitos de ahorro de energía de 80 millones de mexicanos con acceso a los privilegios del uso de la electricidad.

b. Descripción de la problemática

- Tiene raíces históricas.
- Presidencialismo monárquico heredado de los aztecas (carencia de democracia).
- Ineptitud de las instancias responsables de la planeación energética.



- Explosión demográfica.
- Desarrollo caótico de ciudades, municipios y rancherías.
- Diversidad de geografía, climas y sistemas ecológicos que caracterizan a México.
- Nula investigación y desarrollo de las energías renovables.
- Nulo interés por las energías renovables debido a la dependencia extrema que se tiene del petróleo como la principal fuente de energía primaria para la generación de electricidad.
- Atraso científico y tecnológico en general y uso indebido de las universidades públicas confundiéndolas con partidos políticos o peor, con una trinchera para “hacer la revolución”, sobre todo por parte de los sectores más atrasados de la izquierda mexicana.

c. Resultados esperados

- Conformación de grupos multiprofesionales financiados por el Estado y el capital privado abocados al estudio de las energías renovables y su aplicación masiva.
- Diseño y construcción de prototipos a escala de laboratorio para el uso de las fuentes renovables.
- Diseño y construcción de plantas pilotos que integre a las energías renovables para la generación de electricidad.
- Elaboración de estudios prospectivos con el fin de plantear diferentes escenarios en donde las energías renovables llegarán a sustituir a los hidrocarburos y al uranio para la generación de electricidad durante el transcurso del próximo siglo.
- Enseñanza, aprendizaje e investigación de los fundamentos que sustentan a las energías renovables dentro de los contenidos curriculares de las carreras de ingeniería en todo el país.

A.2.-Investigacion de lo real

d. Elaboración del modelo conceptual

El modelo de la página, integra todos los paquetes de ingeniería necesarios para hacer de las energías renovables las fuentes primarias para la generación de potencia eléctrica.

e. Investigación del estado actual

Del modelo propuesto se observa fácilmente cuáles son las áreas de nulo, insatisfactorio, satisfactorio y muy satisfactorio desarrollo científico-técnico que actualmente posee nuestro país para el uso de las energías renovables. Haciendo uso de esta arbitraria clasificación podemos darnos cuenta de cuál es nuestra situación actual en los rubros establecidos en el modelo mostrado:

1. **Muy satisfactorio.** El conocimiento respecto a nuestro potencial hidráulico, construcción de presas, uso de turbogeneradores y el diseño termodinámico de los ciclos de potencia acoplados a generadores puede considerarse muy satisfactorio, tanto por los grupos de profesionales formados como por los proyectos de desarrollo en marcha. De hecho las hidroeléctricas y las termoeléctricas generan el **95%** de la electricidad en el país. Estos paquetes junto a la ingeniería tratadora y almacenadora de agua pueden considerarse de buen desarrollo en México.
2. **Satisfactorio.** El conocimiento de nuestros potenciales eólicos así como el diseño y uso de aerogeneradores, pese a sus recientes desarrollos en el país, pueden considerarse satisfactorios. Lo mismo se puede decir respecto a las unidades de control electrónica.
3. **Insatisfactorio.** Pese a los permanentes baños solares desconocemos en mucho nuestros recursos de radiación proveniente del sol y no obstante los grupos de investigación universitarios y politécnicos que ponen su mira en los semiconductores, los paneles solares usados en la nación son importados.
4. **Nulo.** El “corazón” para el uso de las energías renovables es sin duda alguna las plantas de electrólisis de agua. La única posibilidad que tienen las renovables de sustituir a los hidrocarburos es que las primeras se almacenen y distribuyan en forma de hidrógeno. Nulo es también el desarrollo de las celdas de combustible y quemadores donde el hidrógeno es transformado en electricidad y calor respectivamente. Aquí es donde se deberían realizar las mayores inversiones para que estos paquetes pudieran alcanzar el estatus de los anteriores y con ello abrir las puertas principales a las energías renovables.

f. Análisis histórico

Fuera de la obra de Castellanos A., Escobedo M, La energía Solar en México, 1980, y de Concheiro A., Rodríguez V.L., Alternativas Energéticas, 1985, no existen síntesis similares sobre el desarrollo histórico de las energías renovables en México. Las dos últimas reuniones al respecto fueron convocadas por la Secretaría de Energía: una en Saltillo Coahuila en octubre de 1998, titulándola Seminario Internacional sobre Generación de Electricidad a partir de Energías Renovables: Estado Actual y Perspectivas; y otra, convocada por la misma Secretaría en septiembre de 1999



en el Museo Tecnológico de Chapultepec, titulándola Seminario Internacional sobre Participación de las Energías Renovables en Mercados Eléctricos Reestructurados.

g. Escenario de referencia

- Agotamiento de los recursos petrolíferos y uraníferos.
- Efecto invernadero planetario.
- Aumento de residuos radioactivos.
- Aumento de NOx, SOx, Metales Pesados, Partículas Suspendidas, hidrocarburos venenosos y demás contaminantes producto de los procesos de combustión convencionales.
- Disminución del confort de las minorías sin alcanzarlo, mínimamente, las mayorías del planeta.
- Disminución de la biodiversidad y ruptura de importantes ciclos vitales necesarios para la conservación de la vida sobre la Tierra.
- Incremento de conflictos internacionales por el control de los cada vez más escasos hidrocarburos.
- Posibilidad de un colapso planetario, llegando a su fin la actual civilización humana.

A.3.-Formulación de lo deseado

h. Elaboración del estado normativo

- Carencia de proyectos de investigación y desarrollo de la electrólisis del agua, almacenamiento y distribución de hidrógeno, y diseño y construcción de celdas de combustible y calderas no convencionales para la producción de vapor motriz utilizando hidrógeno.
- Carencia de escenarios prospectivos de un desarrollo social y económico basados sobre las energías renovables.
- Carencia de contenidos técnicos de las energías renovables dentro de la estructura curricular de la enseñanza de las ingenierías en México.

- Formulación de objetivos
- Investigación educativa para integrar la docencia, investigación y la difusión de las energías renovables a los currículos de los planes de estudio de las carreras científicas e ingenieriles del país.
- Diseño y construcción de plantas piloto y software que permita un escalamiento a escala industrial para la generación de electricidad a partir de las fuentes renovables.
- Establecer una política energética para el desarrollo de México que contemple la sustitución de los hidrocarburos y el uranio por las energías renovables durante el transcurso del siglo XXI.
- Desarrollo de la ingeniería básica y de detalle de plantas de electrólisis de agua conectadas a las fuentes renovables así como el desarrollo de tecnologías adaptadas a cada región de México.

A.4.-Evaluación y diagnostico

i. Evaluación del sistema

- Las actuales políticas energéticas no contemplan el desarrollo de las energías renovables salvo en aplicaciones marginales.
- No existe interés en la enseñanza ni difusión de las mismas toda vez que es más redituable la enseñanza y difusión de las tecnologías para el uso del carbón, petróleo, gas natural y uranio.
- En el país sólo existe un pequeño grupo académico cuyo hobby es el estudio del hidrógeno como combustible.
- No hay conciencia de la importancia de cuantificar nuestras reservas eólicas y solares de manera similar a cuantificar las petroleras, mismas que hasta confidenciales son.

j. Diagnóstico

- La relativa abundancia de petróleo, así como una infraestructura histórica acumulada para su estudio y transformación no debería ser obstáculo para el desarrollo de las energías renovables como ha sucedido hasta el presente en México.



- El Estado y los centros de educación superior sólo han considerado a las energías renovables como objetos marginales de estudio académico más que como potenciales proyectos de comercialización industrial.
- El problema ambiental a escala planetaria y regional es la que ha forzado a considerar a las renovables como alternativas viables para la generación de electricidad sobre todo en los países llamados primermundistas. En México, ni siquiera sus propias emergencias ecológicas han podido hacerlo reaccionar para considerar a las renovables como parte de un futuro deseable y posible.

k. Planteamiento del problema

Título del problema: Diseño de sistemas energéticos para producir potencia eléctrica de las fuentes renovables de energía.

Descripción: No hay mejor fomento a los proyectos de ingeniería que la construcción de prototipos que ilustren sus posibilidades a gran escala, sobre todo tratándose de proyectos nuevos que, como la transformación de las energías renovables en electricidad, requieren de un decidido apoyo estatal para su desarrollo futuro. En este sentido no hay mejor descripción al problema planteado que el diagrama de bloques mostrado arriba y que ha servido como modelo conceptual durante el desarrollo de este subsistema de planeación normativa.

Identificación y diseño de soluciones

I. Generación de alternativas

- Diseño y construcción de un prototipo experimental de **1W** de potencia.
- Diseño y construcción de un prototipo a escala piloto de **100kW**.
- Ingeniería de proyectos para el escalamiento a **1, 10, 100 y 1000MW** de potencia.
- Elaboración de software especializado que simule el escalamiento a altas potencias.
- Impartición curricular de materias sobre las energías renovables.
- Impartición de cursos a cargo de especialistas de todo el mundo.
- Organización de un archivo especializado en las renovables.
- Instauración de un fondo de becas para la formación de especialistas.

- Elaboración de materiales de divulgación, escritos y audiovisuales, a ser difundidos masivamente.
- Financiamiento inicial, firme y decidido, para el fomento de las renovables por parte del Estado.

m. Evaluación de alternativas

Los criterios de evaluación y sus formas propuestas para su calificación, dadas entre paréntesis, son los siguientes:

- Políticos (Sin Conflictos, Medianamente Conflictivo, Muy Conflictivo).
- Económicos (Baja Inversión, Alta Inversión, Muy Alta Inversión).
- Ambientales (Contaminante, Poco Contaminante, Inocuo).
- Educativos (Bajo Fomento a la Multidisciplina, Alto Fomento a la Multidisciplina).
- Seguridad (Baja, Mediana, Alta).
- Sociales (Aceptable, Poco Aceptable, Inaceptable).
- Operacionales (Manual, Semiautomático, Automático).

ñ. Selección

A corto plazo:

Diseño y construcción de un prototipo de **1W**.

- Organización de un archivo especializado en las renovables.

A largo plazo:

- El resto de las demás alternativas.

B.2.-Formulación de bases estratégicas

n. Plan estratégico



El incremento de sustancias contaminantes, el aumento de la temperatura promedio del planeta y la acumulación de compuestos mortales a la vida, requiere la sustitución decidida a largo plazo de los hidrocarburos y el uranio como las fuentes primarias para la generación de potencia eléctrica. Esta situación se agudiza más al saber que todavía millones de seres aún no acceden a los beneficios de la electricidad y a la cada vez mayor demanda, en cantidad y calidad, por parte de los otros millones para los cuales la electricidad es imprescindible, a menos que decidan renunciar a sus niveles de vida y confort, lo que se antoja poco menos que imposible.

La única posibilidad para hacer realidad dicha sustitución, es la captación y almacenamiento de la energía del sol, del viento y del agua en movimiento en forma de hidrógeno. El hidrógeno es capaz de almacenar grandes cantidades de energía y su transporte se lleva a cabo de manera más fácil y barata que la energía transportada a través de cables de alta tensión. Llegado a su destino, el hidrógeno puede quemarse por diferentes vías para su transformación en electricidad, calor (o ser utilizado como materia prima en múltiples procesos industriales), sin emitir más producto que agua la cual puede volverse a reciclar para de nueva cuenta obtener hidrógeno. Este ciclo químico del agua es el que permitiría a las energías renovables competir y llegar a sustituir al carbón, petróleo, gas natural y uranio en su función de fuentes primarias para generar electricidad y con ello resolver las causas principales del efecto invernadero, deteniendo también la acumulación de sustancias hostiles a la vida en general.

o. Rediseño de la organización

- Aún no existe. Debe organizarse.

q. Análisis de contingencias

- Durante el Seminario sobre energías renovables en Chapultepec, decía el delegado de Argentina que si no se tenía la capacidad para hacer entender al Ministro de Energía sobre las bondades de las renovables en el transcurso de un minuto, era seguro que los proyectos difícilmente se aprobarían. Al margen de la metáfora, sí se requieren diferentes versiones argumentativas que ilustren de diversas formas la trascendencia de fomentar a las fuentes renovables de energía. La planeación normativa es una de ellas. Es necesario preparar otros documentos.

B.3.-Desarrollo de la solución

r. Formulación de programas (solución funcional integral)

- 1.- Organizar archivo especializado (1 año).

- 2.- Diseño de un prototipo experimental de **1W** (1 año).
- 3.- Construcción del prototipo de **1W** (1 año).
- 4.- Diseño de un prototipo de **100kW** (2 años).
- 5.- Construcción del prototipo de **100kW** (2 años).
- 6.- Evaluación de costos, operación, eficiencias y mantenimiento de ambos prototipos (2 años).
- 7.- Escalamiento a un prototipo de **1MW** (5 años).

s. Formulación de proyectos (solución estructural)

- Establecimiento de las bases de diseño.
- Realización de los balances de masa y energía.
- Elaboración de los diagramas de proceso.
- Elaboración de los diagramas de tubería e instrumentación.
- Elaboración del diagrama de localización de equipo.
- Elaboración del manual de diseño y operación.
- Adquisición de equipos, instrumentos y accesorios.
- Construcción.
- Pruebas y arranque.
- Operación.

t. Plan de acción (programa operativo y presupuesto)

- Control de resultados

u. Planeación del control

- Avances según lo programado.



- Disponibilidad de recursos financieros.
- Disposición de materiales, equipos e instrumentos de fabricación nacional.
- Disposiciones jurídicas.

v. Evaluación y adaptación

Comparación entre lo planeado y lo real para llevar a cabo ajustes a programas, proyectos o presupuestos e incluso replantear el problema y las soluciones que se han propuesto para resolverlo.



Tópicos de Energía

Tópicos de Energía

Rodolfo Alberto Herrera Toledo
Rafael Sánchez Dirzo
Dominga Ortiz Bautista



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza,
Campus I. Av. Guelatao No. 66 Col. Ejército de Oriente,
Campus II. Batalla 5 de Mayo s/n Esq. Fuerte de Loreto.
Col. Ejército de Oriente.
Iztapalapa, C.P. 09230 Ciudad de México.
Campus III. Ex fábrica de San Manuel s/n,
Col. San Manuel entre Corregidora y Camino a Zautla,
San Miguel Contla, Santa Cruz Tlaxcala.

<http://www.zaragoza.unam.mx>



9 786073 090766