

## **LA COGENERACIÓN EN EL CONTEXTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONVERSIÓN ENERGÉTICA DEL FUTURO**

Dra. María Isabel Sosa (1), Ing. Alberto Fushimi (2)  
Departamento Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata  
Avda 1 esq. Calle 47 (1900) La Plata, P.B.A.  
Teléfono: 54 221 422 1862. Fax: 54 221 425 9471

### **RESUMEN.**

Las formas actuales de suministro de energía a la Sociedad no son sustentables, y deberán evolucionar. Las soluciones que se adopten serán específicas y dependerán de las condiciones que se encuentren en cada caso, pero la responsabilidad de encontrar las más adecuadas y la tarea de conducción hacia las mismas deberá ser asumida por la Comunidad Científica y Tecnológica dedicada a estos temas. La cogeneración es un concepto que estará presente en las formas de conversión energética del futuro por cuanto propone la utilización integral, entalpía y exergía, de una fuente de calor, toda vez que esto sea posible, como en el caso de las celdas de combustible y otros dispositivos. Los integrantes del grupo de trabajo del Proyecto Cogeneración (1070, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata) expresan su deseo de aportar su apoyo y participación en los estudios necesarios

### **PALABRAS CLAVE.**

Cogeneración. Combined Heat and Power (CHP), Fuel cells, Conversión energética, Generación eléctrica.

### **INTRODUCCIÓN.**

Los vectores energéticos de utilización final se obtienen de los recursos a través de los procesos de conversión. Estos procesos, en especial los convencionales, además de ser poco eficientes, producen efectos indeseables al medio ambiente desde el momento de la prospección de los recursos primarios a procesar hasta su utilización final en las instalaciones necesarias, desde el inicio de su construcción hasta la desactivación de las mismas al finalizar su vida útil.

El progreso de la civilización ha conducido a consumos de energía crecientes, en especial de la energía eléctrica, que acciona desde pequeños artefactos hogareños, las comunicaciones, transportes y otros servicios, hasta complejas y pesadas maquinarias industriales. Paralelamente, las consecuencias negativas de las actividades que contribuyen al abastecimiento de las formas utilizables de la energía (reducción o agotamiento de las reservas de recursos no renovables, contaminación, alteraciones de los ecosistemas, etc.) se han incrementado hasta llegar a niveles cada vez más preocupantes.

En este escenario, el uso racional de los recursos primarios en los procesos de conversión y de la utilización de las formas secundarias, o sea la producción del efecto deseado con el mínimo consumo de recursos y afectación del medio ambiente, se impone como un primer concepto cuya necesidad de aplicación resulta imperiosa, y que debería evolucionar aún más en la medida en que los factores mencionados lleguen a una criticidad próxima al límite de lo aceptable, requiriéndose un enorme esfuerzo en el desarrollo de tecnologías de sustitución y otras, si se desean mantener para las futuras generaciones, los estilos de vida que hoy se conocen como modernos. Paralelamente será necesario cuestionar la vigencia de tecnologías, conceptos, y regulaciones, de tal forma de apoyar la materialización de los cambios que se requieran.

Las soluciones a la problemática del abastecimiento de energía a la Sociedad es fuertemente específica. Actualmente vemos Países como Francia con una participación de la generación nuclear de electricidad preponderante, Paraguay con la hidro eléctrica, Japón con la térmica basada en combustibles fósiles importados en su casi totalidad, etc. Nuestro País presenta características interesantes como ser la existencia de modestas reservas de combustibles fósiles, en especial de gas natural, un potencial hidráulico de 44.5 GW [OLADE, 1992] (más de 4 veces mayor que la potencia instalada actual en centrales hidroeléctricas), un potencial eólico de 300 GW solamente en la Patagonia [S. de E., 1998], y un amplio territorio para el aprovechamiento de la radiación solar.

(1) Dra. María Isabel Sosa. Profesor Titular, Departamento Mecánica. E-mail: misosa@volta.ing.unlp.edu.ar

(2) Ing. Alberto Fushimi. Profesor Titular, Departamento Mecánica. E-mail: afushimi@volta.ing.unlp.edu.ar

Fuente de recurso energético Primario	Año 1980		Año 1998	
	Potencia instalada	% del total	Potencia instalada	% del total
	GW	%	GW	%
Carbón mineral	635	32.7	1260	40.2
Gas natural	169	8.7	495	15.8
Derivados del petróleo	540	27.8	311	9.9
Recurso hidráulico	459	23.7	678	21.6
Centrales nucleares	134	6.9	359	11.5
Fuentes renovables	4	0.2	30	1.0
Totales	1941	100	3133	100

TABLA 1: Potencia instalada mundial en generación eléctrica por fuentes, 1980, y 1998 [World Bank, 1999]

En la tabla 1 se muestran comparativamente la potencia instalada y participación en el total de las diferentes fuentes utilizadas para la generación eléctrica a nivel mundial en los años 1980 y 1998, de los que se observan los cambios sucedidos en cerca de las dos décadas pasadas, y lo difícil y lento que es hacer que los cambios sucedan.

A pesar del elevado costo de instalación de las centrales termoeléctricas a carbón y su elevada incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero, tanto la potencia instalada como su participación en el total se han incrementado debido al incremento de la demanda total de más del 60% en el periodo. Las centrales que queman derivados líquidos del petróleo se han reducido en términos absolutos y relativos debido a la sustitución del mencionado combustible por gas natural, en muchos casos por repotenciación a ciclo combinado con una importante ganancia tanto en eficiencia como en impacto ambiental. Las fuentes renovables han incrementado su participación, pero en valores muy pequeños, ciertamente mucho menores a los que desearíamos.

Contrariamente a lo que algunos sostienen, las leyes del mercado no solucionan por sí mismas estos problemas. Se requiere fundamentalmente de la participación de científicos y tecnólogos que vayan indicando los caminos más adecuados a transitar a efecto de asegurar el suministro continuo de las formas utilizables de la energía a la Sociedad en las mejores condiciones posibles. Los políticos y funcionarios deberían confeccionar las regulaciones de tal forma de orientar el comportamiento de los actores en el mercado en este sentido, pero es imprescindible que exista en la Comunidad Científica y Tecnológica orientada a estos temas, la percepción de la tremenda responsabilidad que les cabe.

En el presente trabajo se intenta manifestar el pensamiento de los integrantes del Grupo de Trabajo del Proyecto I070 "Cogeneración de Energía" de la Facultad de Ingeniería de la UNLP con relación a la aplicación de la cogeneración en la coyuntura actual, y el rol que podría tener en el futuro de acuerdo a las predicciones que razonablemente pueden hacerse.

## EVOLUCIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA

La industria del suministro de energía comienza en 1882, con la puesta en marcha de la central de 257 Pearl Street, en el Area de Wall Street en New York, construida por Thomas Alva Edison. La central tenía seis calderas a carbón, cuyo vapor era enviado a máquinas alternativas que accionaban generadores de corriente continua, con una potencia total suficiente para 400 lámparas incandescentes, o aproximadamente 33 kW. El concepto con el cual comenzó el desarrollo de esta industria fue el del suministro descentralizado a grupos de usuarios próximos, creciendo en cantidad más que en tamaño, y prevaleció en los comienzos de su desarrollo. El reconocimiento de las ventajas de la disponibilidad de energía eléctrica por parte de la sociedad, y el carácter monopólico del suministro impulsaron fuertemente el negocio, que se multiplicó rápidamente. Factores tecnológicos como la introducción de la corriente alternada que permitía el transporte de mayores potencias con menores pérdidas, y la turbina de vapor con rangos de potencias y confiabilidad superiores a las de las máquinas alternativas desviaron la orientación inicial del desarrollo, incrementando el tamaño de las unidades de generación.

Al amparo del principio de la economía de escala, los tamaños de las unidades crecieron por encima de los 1000 a 1500 MW. En la tabla 2 se muestran los tamaños promedio actual de las unidades de generación en los Estados Unidos:

Tipo de Planta	Escala, promedio, kW
Centrales nucleares (1980)	1,100,000
Centrales a carbón mineral (1985)	600,000
Centrales de ciclo combinado gas – vapor (1990 – 2000)	250,000
Centrales con turbinas de gas en ciclo simple (2000)	150,000
Cogeneración en plantas industriales (2000)	50,000
Turbina eólica (2000)	1,000
Microturbina (2000)	50
Celda de combustible para uso residencial (2000)	7
Paneles fotovoltaicos para uso residencial (2000)	3

TABLA 2: Escala típica de unidades de generación en USA [Hirsch, 1999 (1)]

Pero alrededor de 1980 este desarrollo comenzó a perder impulso por una cantidad de factores antagónicos que en algunos casos derivaron en deseconomías de escala:

- a) la necesidad de controlar el impacto ambiental.
- b) restricciones a la disponibilidad de combustibles adecuados a costos convenientes
- c) el incremento del costo de la central y operativos para limitar la contaminación.
- d) el incremento de los costos de transporte y distribución, y las dificultades de su crecimiento
- e) el cuestionamiento a las actividades monopólicas
- f) la escasa posibilidad de aplicación de la cogeneración en unidades gigantescas
- g) la persistencia de la imposibilidad de suministrar energía a 2000 millones de personas en el mundo

La aparición de nuevas tecnologías de conversión en el mercado como la eólica, fotovoltaica, solar pasiva, *fuel cells*, los combustibles derivados de la biomasa, las turbinas de gas modernas, el ciclo combinado, las microturbinas, etc. brindan soluciones parciales a los problemas mencionados.

A partir de las crisis petroleras de los años 73 y 79 se incrementaron notablemente los estudios sobre el uso racional de la energía, tanto en el aspecto “*housekeeping*” basados en el primer principio de la Termodinámica, como el análisis mas profundo de la naturaleza de los procesos, mediante el segundo principio. Como consecuencia de esto último, los esfuerzos para incrementar la utilización de la cogeneración se han intensificado lográndose importantes resultados como que entre 1980 y 1990, la utilización de estos procesos se incrementaron en un factor próximo a 4 [Hirsch, 1999 (2)]. Resultó necesaria la legislación de los Estados Unidos conocida como PURPA (*Public Utility Regulatory Policies Act*) [Federal Register, 1978] que se refiere a Cogeneración y producción de pequeñas cantidades de electricidad, y que fundamentalmente apunta a proteger a los cogeneradores y pequeños productores de electricidad contra los *utilities* en su afán de conservar el monopolio en el suministro de energía a los usuarios.

S. Dunn, da las características de las siguientes opciones de sistemas de generación de pequeñas cantidades de electricidad, o “*micropower*”, abarcando capacidades de hasta 10 MW que se reproducen en las tablas 3 y 4:

	Motores alternativos	Microturbinas	Motor Stirling
Rango de potencia, kW	5 – 10,000	30 - 200	0.3 a 25
Eficiencia eléctrica, %	24 - 45	27 - 30	15 – 30
Costo instalado, US\$-kW	600 – 1,000	600 – 1,000	1,500
Idem, producción masiva	< 500	200 - 400	200 - 300

TABLA 3: Opciones de Micropower con combustión [Dunn, 2000]

	Celda de combustible	Celdas Fotovoltaicas	Molino eólico
Rango de potencia, kW	1 – 10,000	1 – 1,000	4 – 3,000
Eficiencia eléctrica, %	35 - 50		
Costo instalado, US\$-kW	2,000 – 3,500	5,000 – 10,000	900 – 1,000
Idem, producción masiva	100 - 300	1,000 - 2000	500

TABLA 4: Opciones de *Micropower* sin combustión [Dunn,2000]

## COGENERACIÓN

La obtención de calor o de energía eléctrica a partir de los recursos combustibles mediante las tecnologías de conversión tradicionales de propósito único (energía mecánica en motores térmicos o calor por combustión), implican desaprovechamientos entálpicos o exergéticos que pueden ser evitados mediante la cogeneración, con lo que es posible producir ahorros de recursos sustanciales.

Existen dos formas de definir la cogeneración en su forma más usual, por *topping* con máquinas térmicas:

- 1) Desde el punto de vista del primer principio de la Termodinámica, como el aprovechamiento calórico del calor residual de una máquina térmica.
- 2) Desde el punto de vista del segundo principio de la Termodinámica, como la sustitución de las irreversibilidades de la transferencia térmica en los usos calóricos de la energía térmica generada por la combustión, por una conversión a trabajo mecánico con una eficiencia marginal ideal del 100%.

La segunda de las dos definiciones es la que preferimos porque da una visión mas conceptual de las posibilidades de aplicación y sus implicancias. Por ejemplo, tomando el caso de una industria petroquímica básica de las ubicadas en el Complejo Petroquímico de Ensenada, Pcia de Buenos Aires, con una demanda de vapor sobrecalentado de alta presión para usos energéticos, en el que la producción del vapor, de mas de 200 T/hora, se hace en su casi totalidad mediante calderas convencionales que degradan mas del 60% de la energía que insumen. Si la misma calidad y cantidad de vapor se generara en una instalación de cogeneración con turbinas de gas y calderas de recuperación de tecnologías actuales, sería posible la

producción de alrededor de 150 000 kW de energía eléctrica con una eficiencia ideal del 100%, y si esta producción sustituyera la misma cantidad de generación convencional actual, se ahorrarían mas de 100 millones de metros cúbicos de gas natural por año, y se reduciría la emisión de CO<sub>2</sub> en unas 150 000 toneladas por año. Para el total del complejo de Ensenada, el potencial sería el señalado multiplicado por un factor de aproximadamente 2.5.

La viabilidad de la implementación de la cogeneración se da cuando existe una demanda de calor de cierta magnitud y características, siendo también relevantes otros factores tales como la calidad de la solución tecnológica adoptada, los costos de capital que involucra, las tarifas de combustible y de energía eléctrica, y el marco legal vigente, entre las principales. Del estudio del marco regulatorio eléctrico local se concluye que los conceptos correspondientes a la parte que se refiere a la cogeneración tienen un atraso considerable con relación a las de otros Países mas avanzados, constituyendo una barrera regulatoria que impide el desarrollo de la aplicación de estas tecnologías. Lamentablemente, mientras esto sucede, miles de calderas y otros dispositivos degradan inútilmente enormes cantidades de energía transformables en trabajo mecánico, que de otro modo, mejorarían sustancialmente la eficiencia de la producción de trabajo mecánico (o electricidad).

## PERSPECTIVAS DE LA COGENERACIÓN CON CELDAS DE COMBUSTIBLE

Actualmente las celdas de combustible se vislumbran como una de las tecnologías de generación energética más prometedoras para el siglo XXI. Si bien la primera celda fue construida por Sir William Grover en 1839, no fue hasta los años 60 que ellas se tomaron de interés práctico. El programa espacial de los Estados Unidos seleccionó esta tecnología para proporcionar energía eléctrica en las misiones espaciales Gemini y Apollo impulsando con ello su desarrollo. La baja densidad de potencia entonces alcanzada y el elevado costo del platino utilizado como catalizador constituyó uno de los mayores obstáculos iniciales para su implementación masiva.

Dado que los materiales utilizados en la construcción de estas celdas son la clave de estos sistemas y fijan el costo de los mismos, el descubrimiento en 1992 del grafito como material estable para su uso en el cátodo de la celda marcó un hito en el desarrollo de esta tecnología. Los costos se redujeron y ello alentó nuevamente el sueño de implementar equipos comerciales para el suministro energético y calórico hogareño. Una celda de combustible funciona en forma similar a una batería y puede ser definida como un elemento electroquímico que utiliza combustible y oxígeno para abastecer a los dos electrodos y en el cual la energía química del combustible es convertida directamente en corriente continua. El combustible puede ser hidrógeno, un gas rico en hidrógeno un alcohol o gas natural, en cuyo caso debe colocarse una unidad generadora de hidrógeno antes de su entrada a la celda. El gas combustible (gas natural) ingresa al cátodo. El ánodo (oxidante) y el cátodo (combustible) están separados por un electrolito iónico (matriz ión - conductora), el cual es inerte al pasaje de electrones y gases. El combustible al oxidarse isotérmicamente libera calor residual. Cada celda unitaria de pocos milímetros de espesor está separada por placas bipolares y produce una tensión teórica de 1 volt, estando en la práctica reducida a 0.7 volts. Conectando estas celdas unitarias en serie se consiguen mayores tensiones y potencias, desde unos pocos kW hasta decenas de MW. Un inversor transforma la corriente continua producida en corriente alterna. En las placas bipolares se colocan canales para los gases, los cuales aseguran el suministro de oxígeno y de gas de combustión a los electrodos, de igual forma que aseguran la salida de agua y de calor.

	PEMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Electrolito	polímero sólido o membrana de intercambio protónico	Ácido Fosfórico PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub> concentrada fijado sobre una matriz carburo de silicio	Carbonato alcalino fundido en una matriz de aluminato de litio	Oxido de zirconio ZrO <sub>2</sub> con 8 at% de Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
°Temperatura de operación	80°C	200°C	650°C	750°C / 800°C -1000 °C
Eficiencia	40%(Gas natural) < 50% ( H <sub>2</sub> )	40% (Gas natural) 50% ( H <sub>2</sub> )	50 -55 % (Gas natural) 65 - 70 % (Turbina de vapor)	55% (Gas natural) >70% (turbina de gas)
Tamaño de la instalación	< 1 kW hasta 1 MW	de 50kW hasta 10MW	200kW hasta 10MW	1kW hasta 10MW
Costos actuales de instalación	10.000 hasta 20.000 DM/kW	Aprox. 5000 DM/kW	> 20.000 DM/ kW	
Potencias típicas	Equipamiento hogareño < 50 kW.	Centrales comunales Aprox. 50kW a 10 MW	Grandes centrales térmicas > 10 MW	

TABLA 5: Tipos de celdas de combustible [ BINE ,2000]

Las diferentes celdas de combustible trabajan en diferentes rangos de temperatura. A altas temperaturas la densidad de potencia aumenta pero está limitada por la corrosión que se provoca. A bajas temperaturas el factor limitante es la velocidad de la reacción y la resistencia interna del sistema. Las eficiencias alcanzadas por las diferentes celdas oscilan entre el 40% y el 60%. Generalmente no se utiliza hidrógeno puro sino gas natural. En el caso de celdas de bajas temperaturas el gas natural es reformado a vapor fuera de la celda. El metano es transformado en gas de síntesis de alto contenido de hidrógeno, además de monóxido y de dióxido de carbono con un rendimiento de cerca del 80% bajo la acción de vapor de agua y calor a 800°C.

Actualmente se utilizan cinco tipos diferentes de celdas clasificados por el electrolito que utilizan. Las celdas de combustible alcalinas (AFC) vienen siendo utilizadas desde los años 60 en el ámbito militar y en el aeroespacial, pero por su elevado costo en la última década han sido dejadas de lado por el sector industrial. Las celdas de polímero sólido o de membrana de intercambio protónico (PEMFC) operan a temperaturas relativamente bajas con una alta densidad de potencia, y dado que son muy adecuadas para las aplicaciones móviles, cuando se requiere una demanda inicial rápida, han captado el interés del sector automotor. Las de carbonato fundido (MCFC) son de alta eficiencia combustible-electricidad y consumen combustibles sobre la base de carbón. Las de óxido sólido (SOFC) centran el interés de las estaciones de generación de gran escala e industriales. Las de ácido fosfórico (PAFC) son la más desarrolladas a escala comercial, siendo actualmente utilizadas en aplicaciones estacionarias como ser clínicas, hoteles, escuelas, edificios de oficina, así como en las móviles como ser colectivos y locomotoras.

Las celdas de combustible presentan varias ventajas frente a otros sistemas convencionales de generación energética: conversión directa de la energía (sin combustión), operación remota, no requiriendo supervisión directa, bajo nivel de emisiones sonoras, además de no agotarse ni requerir recarga. Al ser el subproducto de la reacción agua se minimizan los problemas de impacto ambiental. Otra ventaja adicional es el hecho que su eficiencia no está limitada por el tamaño de la instalación y permite un crecimiento modular. Comparándolas con otros tipos de dispositivos de generación energética, esta tecnología ofrece operación ininterrumpida de la unidad, sin requerimientos de paradas por mantenimiento y/o reparación de sus componentes, ni los correspondientes gastos ocasionados al sacar del sistema a una unidad del abastecimiento energético y los ocasionados por la búsqueda o mantenimiento de una generador "stand by". La desventaja principal que presentan son los elevados costos iniciales de inversión.

Por otro lado varias empresas en Norteamérica, Japón y Europa estudian la utilización de esta "energía verde" para su implementación en el suministro eléctrico. La generación simultánea de calor y energía eléctrica, base del principio de cogeneración, mejora las perspectivas desde el punto de vista energético. Comparando los rendimientos de un sistema de turbina de gas (30-40%), los de una celda de combustible de alta temperatura (50%-60%) la combinación de una planta híbrida, donde la cámara de combustión es reemplazada por una celda de combustible, como ser del tipo SOFC (Siemens-Westinghouse), revela un mejor rendimiento con valores que oscilan entre 50% y el 80%.

Hace cerca de diez años que se está trabajando en la implementación de centrales térmicas con celdas de combustible del tipo PEM. Tras la investigación con prototipos de celdas de 10 kW y 30 kW la firma canadiense Ballard de Vancouver construyó en 1997 la primera planta prototipo PEM de 200kW de potencia eléctrica funcionando con gas natural. Desde su puesta en funcionamiento en 1997 se alcanzaron 3500 horas de servicio con una eficiencia del 34%. En junio del presente año ha sido instalada en Berlín una central mejorada de 250 kW de potencia eléctrica y 230 kW de potencia térmica. En los próximos siete años serán instaladas en Europa siete centrales PEM de prueba de 250 kW de potencia eléctrica.

Las instalaciones de hasta 5 kW de potencia eléctrica son apropiadas para el abastecimiento de una vivienda o un grupo habitacional, trabajan a presión atmosférica, simplificándose así tanto su diseño como su funcionamiento. En USA desde 1998 están siendo testeadas 25 unidades mini unidades PEMFC de 3 kW de potencia eléctrica, tres de las cuales han sido instaladas en Alemania.

Los impactos ambientales de las centrales nucleares, la reducción de los recursos fósiles, los impactos ambientales derivados de la construcción de nuevas represas hidráulicas son algunos de los problemas con que se enfrenta nuestra sociedad ante la necesidad de satisfacer sus demandas energéticas. La electricidad basada en la combustión de reservas fósiles trae aparejada emisiones de diversos agentes contaminantes: óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono. Esto llevó a centrar la atención en sistema de micropotencia (*micropower*) con sus correspondientes beneficios. Son modulares, ajustándose a las demandas locales. Pueden ser construidas en un plazo menor que los grandes sistemas y el precio de la energía no variaría con las fluctuaciones del precio del crudo. Dentro de este contexto, juegan las celdas de combustible como otras formas de energías renovables un rol preponderante.

## CONSIDERACIONES PARA UN ESCENARIO FUTURO

Considerada la radiación solar como un recurso primario renovable, su aprovechamiento pasivo y fotovoltaico constituyen soluciones evidentes con bajo impacto ambiental cuyo desarrollo debe ser promocionado. Este aprovechamiento está alineado con el concepto "*micropower*".

El recurso eólico en nuestro País, de acuerdo a las cifras actuales, es el más importante desde el punto de vista cuantitativo. Pero su disponibilidad se da en el Sur del País, por lo que su aprovechamiento estará limitado por la capacidad de almacenaje, transporte a los centros de consumo, y distribución a usuarios. La transformación de la energía eléctrica en hidrógeno mediante la electrólisis, constituye otra de las formas de transporte, pudiendo hacerse por los actuales gasoductos como tal, o transformado en metano a través de la metanación para hacerlo más transportable y menos explosivo. La utilización de la biomasa ha sido masivamente reemplazada por la utilización de combustibles fósiles, aunque esta era está llegando a su fin. Adicionalmente a la utilización de la biomasa como combustible, existen tecnologías que permiten el "*upgrading*" de materiales biomásicos para adecuarlos a utilizaciones específicas, como ser: la gasificación por pirólisis y obtención de gas de síntesis, que puede ser utilizado como combustible gaseoso, o como punto de partida de un enorme árbol de productos derivados, como el metano, metanol, hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos, sus derivados

petroquímicos, etc. O bien los procesos biológicos petroquímicos de transformación, como la digestión anaeróbica de sustancias orgánicas con elevado contenido de agua para la obtención de biogas, la fermentación de azúcares para la obtención de etanol, los metil ésteres obtenidos de aceites vegetales y grasas animales, etc. De estos procesos, tendrán preferencia los del tipo “*waste to energy*”, o sea de reciclado.

La demanda de energía mecánica como el sector de transportes de superficie se orientará desde los actuales motores térmicos hacia los eléctricos, usándose en la transición los combustibles menos contaminantes como el gas natural, y el hidrógeno, los accionamientos híbridos y la celda de combustible. Pero ninguno de estos últimos alcanzará la eficiencia del motor eléctrico si no existe una utilización para el calor residual. La demanda térmica ofrece una gama mayor de posibilidades de abastecimiento, pero su escasa transportabilidad como tal hace necesaria su conversión próxima a la de los usuarios. Pero como se expresó arriba, no es racional la generación de calor por simple combustión de un combustible si fuera posible la aplicación de la cogeneración. En especial en el sector industrial. En el sector residencial, comercial y terciario, la aplicación del concepto “microgeneración” haría posible el abastecimiento de electricidad y calor a los usuarios dada su proximidad.

## CONCLUSIONES

El sistema de suministro de energía a la población, actualmente basado preponderantemente en la utilización de combustibles fósiles no es sustentable y debe ser reformulado lo antes posible.

La conversión centralizada en unidades de gran tamaño hace necesarias obras de infraestructura en transporte y distribución de elevados costos y ocasionan pérdidas importantes. La necesidad de ampliar en forma continua estas obras debido al crecimiento de la demanda puede ser paliada mediante tecnologías como el *Demand Side Management (DSM)*, o la generación distribuida a lo largo de los sistemas de transporte y distribución.

Existen una cantidad de opciones tecnológicamente viables, a las que se sumarán otras que aparezcan como consecuencia de los trabajos de investigación y desarrollo, que combinadas con los conocimientos actualmente disponibles, creemos que nos permitirán ir solucionando los problemas derivados de la necesidad del suministro ininterrumpido de energía. La cogeneración es un concepto que estará presente en la conversión energética en el futuro. Los problemas mencionados son fuertemente específicos, y deben ser considerados para cada contexto.

Nuestro País es uno de ellos. Le corresponde a su Comunidad Científica y Tecnológica la responsabilidad de planear y conducir las tareas necesarias hacia las soluciones más adecuadas. Como integrantes de la misma, deseamos comprometer nuestra participación en las tareas necesarias.

## REFERENCIAS

- Hisch, R. F. (1) (1999). Annual Electric Generator Report, US DOE, EIA.
- Hisch, R. F.(2).(1999) Power Loss: The origins of Deregulation and Restructuring of the American Electric Utility System. The MIT Press. Cambridge, Ma..
- OLADE. (1992) Energy Economic Information System: Latin America & Caribbean Reserves and reserves/production ratio.
- PURPA. (Public Utility Regulatory Policies Act) (1978). Parte del National Energy Act. Sections 201 and 210. Cogeneration and small power production. Federal Register.
- Subsecretaría de Energía, Informe de prospectiva, (1998) .Cap. 10. Parte 10.6.
- World Bank, (1999). World Development Indicators, Washington DC,.
- Dunn, S.,(2000) Micropower, The Next Electrical Era. Worldwatch Institute, Paper 151.
- BINE (2000) Informationsdienst - Projektinfo 5/00.

## ABSTRACT

The current forms of energy supply to the Society are not sustainable, and they will evolve. The solutions to be adopted will be specific depending on the conditions found out in each case, but the responsibility of finding those most appropriate ways and the conduction task toward the same ones should be assumed by the Scientific and Technological Community dedicated to these topics. The cogeneration is a concept that will be present in the forms of energy conversion of the future, since it proposes the integral use, enthalpy and exergy, of a source of heat, all time that this is possible, like in the case of the fuel cells and some other devices. The members of the working group of the Cogeneration Project (1070, Faculty of Engineering, La Plata National University) express their desire to contribute their support and participation in the necessary studies.