

CAPITULO I

Importancia de la Cogeneración. Contexto en el que se inscribe el presente trabajo.

I.1)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. 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 mas preocupantes.

A pesar de los factores subjetivos o específicos que pueden mostrar distorsiones, es innegable la existencia de una correlación directa entre la calidad de vida de los integrantes de una sociedad, y el uso de energía per cápita de la misma. En consecuencia, la pretensión de limitar su desarrollo, constituye una actitud retrógrada, y previsiblemente inviable.

Pero por otro lado, existen limitaciones derivadas de la certeza del agotamiento de los recursos no renovables, y de la aceptabilidad de continuar sumando contaminación al medio ambiente debido a la naturaleza intrínseca de los procesos de conversión de los mencionados recursos.

En este escenario, el Uso Racional de los Recursos Energéticos, 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 limite 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.

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.

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.

I.2) El consumo de recursos y la generación termoeléctrica convencional

El consumo mundial anual de recursos energéticos se estima que será de 2.5×10^{10} TOE (toneladas equivalente petróleo) para fines del presente siglo. Para una población de 5200 millones de habitantes, significa un consumo anual de 4.8 TOE per cápita.

La generación termoeléctrica suministra la mayor parte de la energía eléctrica (76%) que se produce en el mundo, que según estimaciones para el año 2000, será de 3×10^{10} GWh, con una potencia instalada de 7×10^6 GW, con un consumo anual per cápita de 5700 kWh., o sea con un crecimiento de 4.8% anual acumulado desde el valor 1600 en 1973. [Rizhkin, 1979]

Las cifras de 1994 para Argentina son: [Secretaría de Energía, (1) 1995]

Potencia instalada, generación eléctrica total: 17.81 GW
Energía generada, total anual: 6.27×10^4 GWh

Potencia instalada:

| | |
|--------------------|----------|
| Turbinas de vapor: | 5.191 GW |
| Ciclos combinados: | 0.160 GW |
| Turbinas de gas: | 2.791 GW |
| Motores: | 0.663 GW |

| | |
|------------------------|----------|
| Parque termoeléctrico: | 8.805 GW |
| Centrales nucleares: | 1.018 GW |
| Hidráulicas: | 7.987 GW |

| | |
|----------------------------|----------|
| Total, potencia instalada: | 17.81 GW |
|----------------------------|----------|

La generación termoeléctrica de base muestra una etapa inicial caracterizada por la utilización de la economía de escala en grandes unidades de turbinas de vapor, con parámetros y soluciones de elevada ingeniosidad que aseguran elevadas eficiencias, y capaces de quemar combustibles de baja calidad y precio. A nivel mundial,

las potencias unitarias superan los 1300 MW en centrales que utilizan combustibles fósiles, y los 1500 MW en las nucleares [Reinker et al, 1996], y los parámetros del ciclo alcanzan los 310 bar, 620/566/358°C para el fluido intermediario, en ciclos con doble recalentamiento y 9 etapas de precalentamiento regenerativo.[Retzlaff et al, 1996].

Sin embargo, los conceptos sobre los que se basó esta preferencia se han visto afectados de alguna manera por los siguientes factores:

- 1) El incremento paulatino de los costos de capital de los proyectos de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica, y las dificultades que las Compañías de Servicios encuentran para adecuarse al crecimiento de la demanda.
- 2) La reducción cualitativa y cuantitativa en el futuro, de la oferta de los recursos no renovables utilizados para la generación térmica.
- 3) Las exigencias sobre el cuidado del medio ambiente, que excluye la utilización de combustibles contaminantes.
- 4) La evolución tecnológica de las plantas motrices, en especial de las turbinas de gas

A lo largo del tiempo, todas las tecnologías han mostrado una etapa de crecimiento y desarrollo, maduración y decaimiento. La actual no es una excepción, y la producción de energía basada en mayor o menor escala en los recursos no renovables se encuentra en la última etapa, vislumbrándose serias limitaciones por el lado de la disponibilidad de los recursos primarios, y las condiciones del medio ambiente, como se señaló arriba.

Estas perspectivas hacen necesarias acciones que tiendan a aliviar la situación con medidas de implementación inmediata, y a desarrollar tecnologías que puedan asegurar la continuidad del suministro de las formas utilizables de energía, sin que se produzca una brecha traumática.

En Argentina, el Mercado Eléctrico Mayorista ha sido organizado con pautas que inducen la competencia, siendo el costo marginal de la energía el objetivo de la misma, lo que se ha reflejado en una reducción de sus costos. Sin embargo, es necesario puntualizar que desde el punto de vista de la utilización racional de los recursos energéticos no renovables, y la importancia de garantizar la continuidad del suministro en el futuro, el criterio economicista adoptado (conocido también como "economic

game"), no resulta adecuado e induce a comportamientos socialmente inconvenientes, siendo necesaria la participación activa de toda la Comunidad Tecnológica en el tratamiento de la mencionada problemática. La correcta percepción de la realidad, el conocimiento de las nuevas tecnologías y la priorización de los intereses de la Comunidad deberían definir las actitudes de los actores.

I.3) La evolución del concepto de crecimiento al del desarrollo sustentable

El mercado energético debe acompañar al crecimiento económico, pero se comprende que no es posible que tal crecimiento pueda prolongarse indefinidamente, especialmente si se basa en procesos contaminantes y consume recursos finitos y no renovables.

Si se proyecta el crecimiento de la demanda eléctrica a una tasa del 5 % anual, en 15 años la misma se habrá duplicado. Si por otra parte se considera que la relación Reservas/Consumo (R/C) de los combustibles tradicionales de Argentina en 1994 fue [IAE, 1995] de:

| | |
|-------------------------------------|--|
| Reservas de petróleo: | 353.889x10 ⁶ m ³ |
| Reservas de gas: | 526.218x10 ⁹ m ³ |
| Producción de petróleo: | 38.625x10 ⁶ m ³ |
| Producción de gas: | 27.389x10 ⁹ m ³ |
| Relación R/C hidrocarburos líquidos | 9.2 años |
| Relación R/C hidrocarburos gaseosos | 19.2 años |

El desarrollo sustentable postula la satisfacción de las necesidades actuales, pero sin afectar las posibilidades de las generaciones futuras de hacer lo propio. Consiste pues en un principio ético intergeneracional que no debe interpretarse como la conservación de lo recibido por una generación para ser entregado sin mermas a la siguiente. En efecto, cada generación recibe un inventario de bienes, recursos, conocimientos, condiciones ambientales, organización social, etc. que le aseguran el acceso a un progreso y bienestar, los utiliza, produce cambios, y posteriormente los entrega a la generación siguiente con inevitables modificaciones. Pero este nuevo inventario debe viabilizar el acceso a un progreso y bienestar como mínimo igual al recibido.

En el contexto energético se concluye que no es admisible consumir recursos del inventario de los no renovables en forma discrecional e ineficiente mientras no se tenga la certeza de que el problema del abastecimiento de energía haya sido resuelto prescindiendo de ellos, a través de tecnologías practicables y ambientalmente aceptables.

El escenario de referencia muestra no solo la necesidad de la intervención generadora de cambios, sino también que el tiempo disponible para lograr la implementación de las medidas necesarias es reducido, por lo que es imperativa una acción inmediata.

En grandes rasgos, la acción debería apuntar a los siguientes objetivos:

I.3.1) Incrementar la utilización de recursos renovables y procesos menos contaminantes.

De acuerdo al "Plan Energético Nacional 1986-2000", [Secretaría de Energía, (2) 1986], la composición de reservas energéticas primarias convencionales de la República Argentina fue, en 10⁶ Ton equiv. petróleo, y %:

| | | |
|-------------------------|------|--------|
| Petróleo: | 330 | 11.2 % |
| Gas natural: | 601 | 20.3 % |
| Carbón mineral: | 171 | 5.8 % |
| Hidroelectricidad: | 1593 | 53.8 % |
| Uranio: | 230 | 6.9 % |
| Combustibles vegetales: | 60 | 2.0 % |

E incluye aproximadamente un 50 % de renovables, entre las que la hidráulica constituye la casi totalidad. Según [OLADE, 1992], el potencial hidroeléctrico de nuestro País es de 44500 MW, siendo la potencia instalada actual de menos del 25%. Existe pues una potencialidad importante para incrementar la capacidad del parque de generación del País; sin embargo factores desfavorables tales como:

el elevado costo de los proyectos hidroeléctricos,

la inflexibilidad de la localización del proyecto, y la lejanía de la ubicación del emprendimiento con relación a los centros de consumo, lo que implica para las condiciones de la Argentina, inversiones de gran magnitud para el transporte de la energía,

la escasez de recursos internos para financiar las inversiones necesarias, y la ineficiencia evidenciada por algunos entes estatales en el manejo las empresas de servicios, y de proyectos de inversión,

la aleatoriedad de los caudales de los cauces,

la falta de suficiente interés por los otros beneficios que derivan de un emprendimiento hidroeléctrico, tales como el riego, extensión de las fronteras de producción agraria, control de crecientes, navegabilidad, etc.

han dificultado el desarrollo de los aprovechamientos hidroeléctricos, los que, sin embargo, estarían aportando un margen de alivio a los esfuerzos necesarios para adecuar la capacidad del parque de generación en los próximos años a través de las recientes realizaciones como Piedra del Águila, y en especial, Yacyretá.

En años recientes, y de alguna forma influenciado por la toma de conciencia de la importancia de la problemática del desarrollo sustentable y en particular de la emisión de gases de efecto invernadero, se ha notado un fuerte crecimiento en la consideración de nuestra comunidad tecnológica del área energética, de la utilización de recursos no convencionales menos contaminantes como la solar fotovoltaica y eólica. Actualmente estos recursos son utilizados para abastecer demandas dispersas, en especial con la primera.

En cuanto a la segunda, en nuestro País ya se han instalado algunas unidades eólicas de potencias inferiores a 1 MW, con excelentes perspectivas de crecimiento debido al elevado potencial eólico existente. En efecto, el potencial eólico de Argentina es uno de los mayores del mundo, concentrándose en la Patagonia una disponibilidad de recursos de alta calidad con velocidades medias anuales superiores a los 8 m/s. Una estimación oficial indica un potencial total solamente de la Patagonia del orden de los 300000 MW.[Subsecretaría de Energía, 1998]. Esto es mucho mayor que el potencial hidroeléctrico total de nuestro País, aun considerando factores tales como la aleatoriedad.

De incluirse estas reservas al inventario con que cuenta nuestro País, la composición dada en el "Plan Energético Nacional 1986-2000" mencionado, quedaría modificada sustancialmente

Desde el punto de vista del desarrollo sustentable, y para la disponibilidad de reservas hidráulicas, solar y eólicas del País, es indudable que los emprendimientos basados en estos recursos, y que utilicen tecnologías ambientalmente aceptables en todo su ciclo de existencia, operación y desactivación, deberían tener prioridad sobre los térmicos basados en combustibles fósiles, los que sin embargo gozan de la preferencia de los inversores por su menor tiempo de recuperación de la inversión. Lamentablemente, esto es racional en el marco de las reglas del juego que establece como objetivo de la competencia, la energía "barata", en lugar de la "eficiente", o "adecuada en términos ambientales o de los recursos que utiliza".

El establecimiento de las reglas del juego que asegure la convergencia de los intereses del inversor con los de la

Sociedad, constituye además de un desafío a la creatividad, la clave para orientar el necesario crecimiento hacia el desarrollo sustentable.

I.3.2) Racionalizar el consumo de energía de los usos finales.

Aún en Países avanzados, existe un importante potencial de ahorro de energía secundaria medido en términos de energía primaria que puede ser efectivizado actuando sobre las aplicaciones finales de la demanda.

Según una publicación de la Universidad de Utrecht, [de Beer et al, 1994], los potenciales determinados en Holanda son:

| | Ahorro en usos finales | | Ahorro total |
|--------------------|------------------------|-------------|--------------|
| | Combustib. | Electricid. | Energ.primar |
| Sector Industrial | 27% | 20% | 30% |
| Sector Agrícola | 47% | 44% | 46% |
| Sector Servicios | 42% | 41% | 42% |
| Sector residencial | 42% | 40% | 42% |
| Totales | 31% | 29% | 36% |

Una de las acciones que favoreció la difusión y práctica del uso racional de la energía, y que se robusteció en los Estados Unidos en la década de los 70's a consecuencia de la toma de conciencia del valor de los recursos, es el DSM (*demand side management*).

A través de estos programas, los *utilities* ofrecen incentivos a sus clientes para modificar los hábitos de consumo de electricidad tendiendo a aplanar la curva de demanda y otras medidas que en muchos casos implican una reducción cuantitativa de las ventas, como en los casos en que se incentiva el uso de lámparas de alto rendimiento lumínico, la mejora de la aislación térmica de los edificios, la adopción de motores de bajas pérdidas o heladeras domésticas de elevada eficiencia, etc.

En el caso de usuarios importantes como los del sector industrial, comercial y terciario, los *utilities* suministran asesoramiento, y en los casos en que resulta conveniente ofrecen participar en inversiones de cogeneración, o de generación distribuida a lo largo de sus líneas de transmisión o de distribución.

Los incentivos ofrecidos incluyen reducciones tarifarias, el pago total o parcial de los gastos que el usuario deba hacer para adherir al programa, la realización de las tareas que se deban hacer en el domicilio del usuario a cargo de la compañía, etc.

Las agencias federales o estatales de control fiscalizan a los *utilities* para que estos implementen programas DSM, pero no aportan fondos (o lo hace en cantidades mínimas) para el financiamiento de estos programas. Los mismos son concebidos, manejados y financiados por los *utilities*, a los que se les permite recuperar los costos incluyendo implícitamente este ítem en sus tarifas. Además de la mejora de la imagen de las empresas, en algunos casos resulta más conveniente para éstos destinar recursos financieros hacia el manejo de la demanda, si esto les evita cuantiosas inversiones para ampliar la capacidad de generación, transmisión y distribución que de otra forma tendrían que afrontar en el cumplimiento de sus obligaciones como servidores públicos.

En los comienzos los *utilities* tenían los tres sectores, generación, transmisión, y distribución, integrados verticalmente, y la obligación integral de prestar el servicio, por lo que fue posible obtener las ventajas de alguno de los programas DSM para la totalidad del sistema. El beneficio que se logra es la suma de los que se obtengan en cada uno de los sectores, y en función de su carácter indivisible de servicio público.

Puesto que los programas DSM se ubican en la interfase suministro-usuario final, el esfuerzo de la implementación de tales programas si se desea impulsarlo en la Argentina, recaerá fundamentalmente sobre el sector de la distribución, perdiéndose totalmente o gran parte del interés de los transportistas o generadores por cooperar en el mencionado esfuerzo. La conclusión de estas consideraciones es que, por la naturaleza de nuestro sistema, [Secretaría de Energía, (3), 1992] es previsible que aunque se decida la implementación de programas DSM no se alcanzará la intensidad que se logró en los Estados Unidos en la década de los 80's.

Pero esta circunstancia no agota la necesidad de racionalizar el consumo de los usos finales de la energía, por lo que es preciso iniciar la búsqueda creativa de las reglas dentro del mercado energético, que conduzcan a que sean sus propios actores quienes aporten al menos parte de los esfuerzos.

I.3.3) Mejorar la eficiencia de conversión de recursos

Este es el tema que por su impacto concentrado merece que quienes están involucrados en el sector energético dediquen el máximo esfuerzo posible. Entre los múltiples aspectos que esta problemática incluye, se consideran de suma importancia los siguientes:

I.3.3.1) Necesidad de incluir la eficiencia entre los objetivos de la competencia en el mercado eléctrico.

Lamentablemente, en la Argentina, las actuales reglas del juego hacen que el objetivo de la competencia entre los generadores se oriente hacia la energía "barata", lo que no necesariamente implica "eficiente" en términos de desarrollo sustentable. Esta priorización de valores, como objetivo único y excluyente, tiene cada vez menos vigencia. En efecto, las cuestiones que afectan al futuro de la Sociedad, según sean sus impactos, deberían ser privilegiadas por encima de las consideraciones sectoriales y económicas de corto plazo.

Lo que se pretende sugerir aquí es que se preste la debida atención a las distorsiones con consecuencias negativas para la Sociedad que pudieran ocurrir en el marco de las reglas del juego establecidas. Nadie en su sano juicio puede oponerse a que los generadores compitan para que la Sociedad pueda disponer de toda la energía necesaria que, a través de su utilización racional, les permita acceder al nivel de confort que desean al menor costo posible.

Pero debe resultar preocupante que el sector de la generación eléctrica, al no tener especificaciones sobre la necesidad de incluir elementos que surgen de la aplicación de los principios del desarrollo sustentable, adopten "decisiones consistentes" que lo ignoren, y cuyas consecuencias negativas se evidenciarán en el futuro.

En efecto, si las reglas del juego incluyeran entre los objetivos de la competencia la eficiencia de la conversión, posiblemente las decisiones de inversión se habrían inclinado mas hacia la eficientización de las unidades existentes mediante las tecnologías conocidas de la repotenciación a ciclos combinados, y no hacia la instalación de nuevos turbogrupos en ciclo abierto instalados en zonas de disponibilidad de gas a muy bajo precio, como está sucediendo en los últimos años.

En Argentina existen condiciones propicias para la implementación de proyectos de repotenciación en una cantidad de centrales térmicas existentes.

A efecto de avalar lo aseverado, se presenta el siguiente resumen de un análisis realizado para una hipotética ampliación de la capacidad de generación de una unidad existente de vapor de las siguientes características: [Fushimi, A.(1), 1994] (existen varias de este tipo de unidades en centrales ubicadas en el Litoral de la República Argentina.)

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Parámetros del vapor: | 99 Bara/510°C |
| Caudal de vapor: | 299 Ton/hora |
| Precalentamiento regenerativo: | 5 etapas, 234°C |
| Potencia en bornes: | 75 MW |
| Potencia neta: | 71.25 MW |
| Consumo específico global neto: | 10528.1 kJ/kWh |
| Rendimiento térmico: | 34.20 % |
| Combustible: | gas natural, |
| Consumo: | 21600 m ³ /hora |

Para una ampliación de la capacidad de generación del orden de 150 MW, se asume su repotenciación con un turbo-generador de gas del tipo 94.2 de las siguientes características:[Ansaldo, 1994]

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| Potencia en régimen continuo: | 156 MW |
| Consumo específico: | 10657.9 kJ/kWh |
| Rendimiento térmico: | 33.78 % |
| Caudal y temperatura de gases | 514 Kg/s, 543°C |
| Combustible: | gas natural, |
| Consumo: | 46700 m ³ /hora |

Las dos unidades, operando separadamente, presentarían las siguientes performances:

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Potencia total neta: | 227.25 MW |
| Consumo específico: | 10570 KJ/kWh |
| Rendimiento térmico: | 34.06 % |
| Consumo de combustible | 68300 m ³ /hora |

Si en cambio, éstas dos unidades se integran en un ciclo combinado simple, de una única presión, su performance serían las siguientes:

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Potencia neta total: | 215.92 MW |
| Consumo específico: | 7607.8 KJ/KWh |
| Rendimiento térmico: | 47.33 % |
| Consumo de combustible: | 46700 m ³ /hora |

De la comparación de estos dos casos planteados, puede verse que, con el mismo equipamiento (1TG + 1TV), y para una potencia generada de unos 220 MW, con solo instalarlas integradas en un ciclo combinado simple sin mayores complejidades, se obtiene un ahorro de combustible (gas natural), del orden de 500000 m³/día, o cerca de 200 millones de m³ por año.

Si del ejemplo desarrollado para una unidad de vapor de 75 MW se extrapola al parque de generación de la Argentina, (del orden de 5000 MW en unidades de vapor), aún considerando que en algunos casos las condiciones

para la repotenciación pueden ser menos propicias, se puede comprender la magnitud del inconveniente ocasionado por la instalación de turbogrupos de gas operando en ciclo abierto, como ha sucedido en los años posteriores a la desregulación.

A pesar de las imprecisiones de un cálculo simplificado, puede verse claramente las consecuencias negativas para la Sociedad de la adopción de criterios mercantilistas en la regulación de las actividades en el campo energético.

Debe considerarse además que, como resultado de la eficientización lograda por la repotenciación, se reducirá la demanda de gas, con lo que la disponibilidad de este combustible en términos globales debería aumentar.

I.3.3.2) Necesidad de apoyar la aplicación de las tecnologías de uso integral de los recursos no renovables

Los combustibles fósiles que proveen actualmente los recursos necesarios para generar aproximadamente la mitad de la energía eléctrica y la casi totalidad del calor útil demandados en Argentina, constituyen una fuente finita de energía química que es liberada a través de las reacciones de combustión, y transformadas en energía térmica.

Este proceso tiene dos aspectos negativos: el de reducir el stock de recursos remanentes, y el de producir un impacto considerable al medio ambiente, por lo que la aplicación de los principios del desarrollo sostenible conduce a la necesidad de minimizar en lo posible, el consumo de estos recursos para la misma cantidad de efecto útil producido.

Los procesos tradicionales de conversión monopropósito utilizan el recurso primario combustible, para la obtención de energía eléctrica (conversión combustible a trabajo), o de un agente calórico (conversión combustible a calor utilizable) en forma separada. Se caracterizan por:

- a) un bajo rendimiento entálpico (primer principio de la Termodinámica), en los primeros, en los que solo se utiliza alrededor de un 30 % de la energía contenida en el recurso. (rendimiento marginal promedio estimado del parque termoeléctrico actual).
- b) un bajo rendimiento exergético (segundo principio de la termodinámica) en los segundos, en los que generalmente el agente calórico conserva menos del 30%

de la capacidad de producción de trabajo de la energía contenida en el recurso.

En los procesos de calentamiento el contenido exergético del fluido portador es irrelevante, y es consecuencia de la necesidad de que los parámetros de estado del mismo aseguren la practicabilidad de la transferencia térmica.

Si bien la eficiencia de la generación termoeléctrica puede mejorar sustancialmente a través de la evolución de la tecnología de las plantas motrices, en especial de las turbinas de gas y los ciclos combinados, existe siempre la posibilidad de un aprovechamiento más completo de la energía contenida en el recurso a utilizar, mediante la integración de ambos tipos de procesos. (conversión a trabajo mecánico y calor).

Porque la energía contenida en un recurso combustible puede ser convertida en trabajo o en calor útil, y la conversión a uno u otro en forma separada implica un desaprovechamiento exergético o entálpico considerable, como se indicó arriba.

La idea básica de estos procesos, denominados de cogeneración, o CHP (*Combined Heat and Power*) o "*Kraft-Wärme-Kopplung*" es la de satisfacer los requerimientos calóricos minimizando el desaprovechamiento de la capacidad de conversión en trabajo que contiene el recurso a utilizar.

Esto adquiere viabilidad en la medida en que en el contexto existente el requerimiento calórico tenga una cierta magnitud y características técnicas que definen su "potencial de cogeneración", siendo conveniente su explotación cada vez que sea detectada su existencia.

Al respecto, resulta sumamente ilustrativo que en el conjunto de los Países de Europa Occidental se instalaron 20600 MW de potencia eléctrica cogenerada durante el año 1989, contribuyendo Alemania con 8500 MW, Italia con 4500 MW, Francia con 2000 MW, y Holanda con 1800 MW [Tönsing, 1995]; que todos los Países desarrollados y conscientes de los conceptos del uso racional de la energía y el desarrollo sustentable tienen legislaciones específicas de aliento y de incentivación a este tipo de emprendimientos; y que las potencias de las unidades de cogeneración viables y de aplicación real son cada vez más reducidas, extendiéndose desde el sector industrial al comercial y terciario con potencias que llegan a ser inferiores a los 100 kW.[Sakhuja, 1985]

El ahorro de recursos que producen estas instalaciones dependen de la configuración adoptada, de la magnitud y proporción en que los vectores energéticos son producidos

por la instalación, y de las características de las unidades del sistema.

La aplicación de la cogeneración en Argentina muestra un bajo grado de desarrollo de esta tecnología con relación a los Países del Primer Mundo. En el caso de los Estados Unidos la [Energy Information Administration, 1983] da una reseña de los efectos del PURPA [Public Utility Regulatory Policies Act, 1978]. Existen asimismo publicaciones periódicas de artículos y noticias de los avances que se van logrando, en las revistas [Modern Power Systems, 1990/98], [World Cogeneration, 1990/98], [Quaderni Pignone, 1990/98], [Revue Generale de Thermique, 1990/98], [Hydrocarbon Processing 1990/98], etc.

El caso que se presenta en este trabajo, corresponde al análisis de una instalación industrial existente para la obtención de malta cervecera a partir del grano de cebada en batches diarios, con una importante demanda térmica de baja temperatura en el proceso final de secado.

I.4) Objetivos del presente trabajo

El concepto de diseño adecuado en ingeniería, tradicionalmente consistente en aquel cuyos parámetros se encuadran en valores admisibles y cuya funcionalidad no es inaceptable, ha evolucionado en el mundo actual globalizado y competitivo en el que la información ignora crecientemente las restricciones fronterizas, incrementando la exigencia hasta tal punto que prácticamente carece de sentido cualquier solución que no sea la mejor.

Esta actitud competitiva ha demandado un enorme esfuerzo a los integrantes de las sociedades en las que se desarrolla, pero a su vez ha producido un avance científico y tecnológico sin precedentes en la historia de la humanidad definiendo una tendencia que se vislumbra claramente como irreversible.

Un diseño basado en la mera determinación de parámetros por aplicación mecánica de un modelo convencional puede ser superado en la mayoría de los casos por el agregado o aplicación de soluciones creativas convencionales o no, en un proceso con características de investigación o de desarrollo, virtualmente ilimitado. La labor del ingeniero eficiente se asemejará cada vez mas a la del científico en la búsqueda de la excelencia por la rigurosidad de los fundamentos aplicados y el aporte de creatividad en su desempeño.

El agregado de la cogeneración a un sistema termoenergético de ciertas características produce beneficios tanto a quien lo opera como a la Sociedad. Pero la

magnitud de los beneficios dependerá de la calidad de la solución aplicada, pudiendo en algunos casos a no alcanzar el nivel mínimo para viabilizar la inversión, generalmente elevada, (son proyectos capital intensivos), que su implementación demanda.

Debe entenderse por calidad de una solución al problema de diseño, no solo el conjunto de indicadores cualitativos técnicos y ambientales, sino también los económico-financieros, la seguridad, operabilidad, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, etc. de la misma.

En el presente trabajo se analiza un caso real, que puede ser resuelto mediante la forma general tradicional, (Capítulo 4), con metodologías de análisis que han sido desarrolladas por el autor en los sucesivos trabajos realizados. [Fushimi, (5) al (14), 1993 a 1998].

Se continua con la búsqueda de un esquema diferente desarrollado para este caso, que aproveche mejor sus características específicas, llegando a valores de eficiencias fuera de lo común (Capítulos 5 y 6). La descripción de un sistema como el que se propone aquí no ha sido encontrada en la bibliografía.

La metodología de su análisis ha sido desarrollada por el autor.