

Pre Factibilidad de Instalación de Central de Generación de EE Con Gasificación de Carbón Antracita, La Libertad – Perú

Raúl Paredes Rosario, Master of Science

Profesor, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, rparedes_rosario@yahoo.es

Marcos Baca López, Master of Science

Director de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, mbl@upnorte.edu.pe

RESUMEN

Se presenta un análisis sobre la pre-factibilidad de la construcción de una Central térmica en el Departamento La Libertad, Perú para generar EE utilizando gas de síntesis, obtenido de la gasificación del carbón antracita, para facilitar su combustión y reducir el impacto ambiental negativo en comparación de la combustión directa.

La central carboeléctrica trabajaría en ciclo de regeneración de calor, con turbina a gas, para obtener un gas de mediano poder calorífico inferior, de 10.000 a 13.000 kJ/m³. La capacidad nominal del generador eléctrico de la central sería de 100 mW de EE, considerando una carga promedio de 105 mW. Consumiría 150 000 TM de antracita al año, asegurando un período de trabajo mayor a los 300 años, teniendo en cuenta que la reservas probadas de antracita son de 250 millones de TM, solamente en La Libertad. La energía producida por esta central, alimentaría el sistema nacional interconectado.

Se concluye que es factible técnica y económicamente instalar una central de generación de energía eléctrica, debido a la obtención de elevados rendimientos energéticos en la central, que permitirían generar el kw-h carboeléctrico a un precio competitivo con el del kw-h hidroeléctrico, preponderante en nuestro país.

PALABRAS CLAVE:

Ciclo Combinado de Gasificación Integrada, Lecho Fluidizado, Antracita, Gas de Síntesis.

INTRODUCCIÓN

El Perú es el único importador neto de energía entre los países de la Comunidad Andina de Naciones, con demanda energética de crecimiento sostenido. Es un país deficitario con consumos energéticos anuales de 0.38 para 1990 y 0.56 cuatrillones de BTU para el año 2000 y con producción anual de 0.41 a 0.39 cuatrillones de BTU. El Perú tiene un indicador de consumo eléctrico, de 676 kilowatt-h por habitante, solamente. Tiene una balanza de hidrocarburos deficitaria, en el 2004 alcanzó los US\$ 1,029 millones y en el 2005 superó los US \$ 1,500 millones a pesar de Camisea.

En el Perú, se ha iniciado un auge para las empresas agroindustriales de exportación y para el sector minero, sin embargo, enfrenta varios desafíos, siendo uno de los más importantes el auto sostenimiento de sus fuentes energéticas para así poder elevar su nivel de competitividad. En los últimos años en el Perú

se ha efectuado una reforma económica, que impulsa su modernización. Una medida es el sinceramiento del mercado energético, por lo que debe de mejorar el grado de utilización de sus plantas generadoras de EE.

OBJETIVOS DEL PROYECTO:

OBJETIVO PRINCIPAL:

Demostrar la pre-factibilidad económica y técnica de la Instalación de una Central de Generación de Energía Eléctrica con Gasificación de Carbón Antracita

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Aumentar la seguridad de un suministro de energía sostenible
- Reducir la dependencia del petróleo y disminuir los riesgos de contaminación ambiental
- Generación de empleo.
- Introducir nuevas tecnologías energéticas, limpias y económicas

Alcance del Trabajo (Scope of Work)

Infraestructura Eléctrica en la Región La Libertad

De acuerdo al Plan concertado de desarrollo de La Libertad, en 1999 el 49% (155, 861 viviendas) de hogares de La Libertad tenían energía eléctrica:

- Área urbana: 85% de los hogares urbanos.
- Área rural sólo un 18% de los hogares.

El déficit de energía eléctrica en el Norte peruano tiene en este momento el orden de 200 megavatios y está rápidamente creciendo la demanda de la actividad minera de la sierra central y oriental de la Región.

La sierra oriental de la Región que comprende a la provincia de Pataz es atendida por una central hidroeléctrica y dos centrales térmicas de pequeña capacidad, con altos costos operativos.

En generación de energía, la Región La Libertad depende del Sistema Interconectado Nacional, no obstante disponer de potencial energético, que le permitirá incrementar la capacidad de generación al Sistema Interconectado y aseguraría su auto abastecimiento.

Metodologías (Methodologies)

Ciclo Combinado de Gasificación Integrada (CCGI) del Carbón

La figura inferior muestra el diagrama de flujo de una central térmica de CCGI. El carbón (o posiblemente una mezcla combustible) se gasifica a presión en el gasificador. El gas combustible generado se purifica y se lleva a la turbina de gas que acciona el primer alternador. Los gases de combustión calientes de la turbina de gas se utilizan para producir el vapor en un generador de vapor. El vapor impulsa la turbina que produce el 30-40% restante de la potencia eléctrica total.

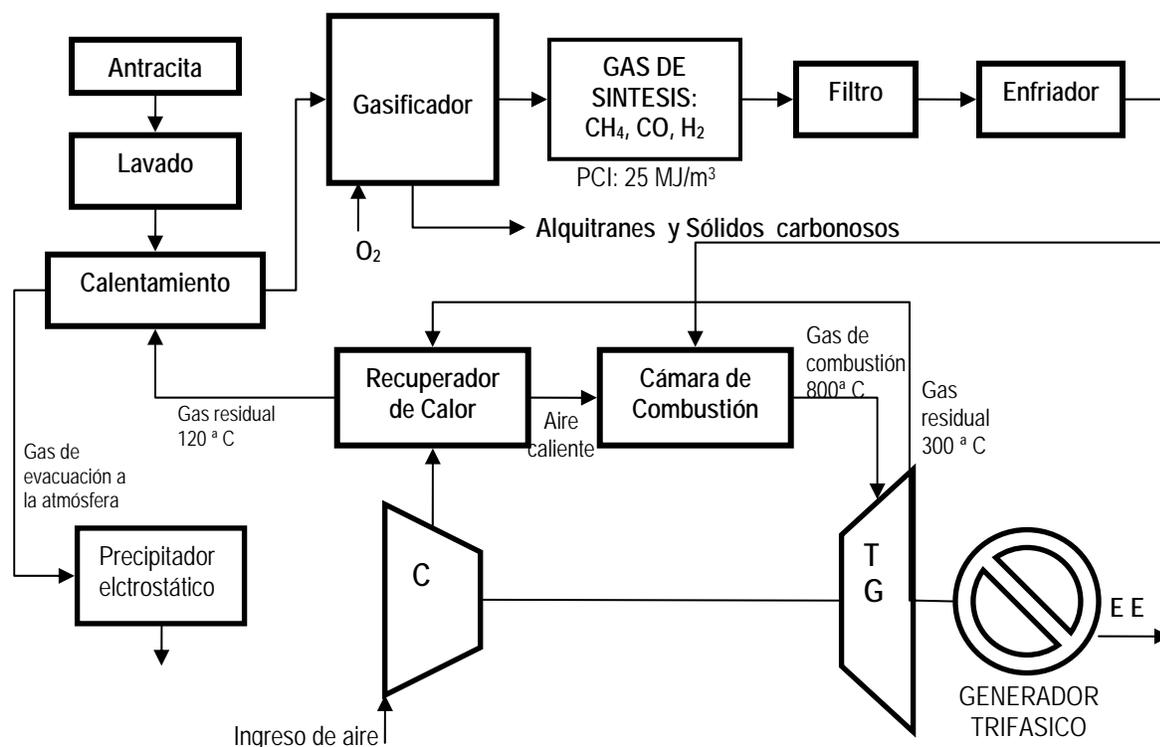


Fig.1: ESQUEMA DE CENTRAL CARBOELECTRICA CON GASIFICACION DE CARBON Y REGENERACION DEL CALOR

Gasificación en lecho fluidizado:

Debido al flujo de mezcla perfecta del sólido, no se forman gradientes de temperatura. La pirólisis en un lecho fluidizado se efectúa a una velocidad de calentamiento alta lo que disminuye la producción de alquitrán. Asimismo, la isothermicidad del lecho fluidizado permite un mayor control de temperatura.

Son más adecuados para capacidades importantes (superior a 600 kg biomasa/h). Los sólidos a procesar deben ser de tamaño inferior a 1 cm y su contenido en humedad inferior también al 5%.

Cuando la gasificación esta integrada en un ciclo combinado, el residuo sólido se transforma en gases combustibles de bajo-medio poder calorífico que son los que posteriormente se queman en un motor de combustión interna, generador de vapor o turbina generándose energía.

Está científicamente comprobado que el rendimiento energético de la combustión de gases puede ser en torno a un 10-15% superior al obtenido en la combustión de un sólido. Por otro lado, desde el punto de vista medioambiental, la gasificación es también una tecnología más limpia, ya que al llevarse a cabo en condiciones menos oxidantes, la producción de contaminantes tales como, NO_x y SO_x es menor.

En cuanto a la posible generación de dioxinas y furanos hay que indicar que debido al mayor rendimiento obtenido en la combustión de gases cabría esperar una reducción en el nivel de dioxinas en el supuesto de que se generasen durante la transformación del residuo sólido en gases.

Resultados (Results)

Reservas de carbón antracita del Alto Chicama – La Libertad

La Explotación Carbonífera del Alto Chicama, que permitiría aprovechar las reservas de 250 millones de TM de carbón antracita, de reservas probadas y con elevado poder calorífico, apto para su explotación con fines energéticos, para su utilización en la generación de energía eléctrica, a través de una Central Carbonífera.

Según las normas ASTM la antracita es un carbón de alto rango, con un poder calorífico mayor a 6.390 Kcal/Kg (26.748 kJ/kg). Para el caso de la antracita del alto Chicama, se tiene los valores de la tabla nr. 1:

Tabla No. 1: Cuadro comparativo del Poder calorífico Inferior de carbones

PODER CALORIFICO DE CARBONES					
PARTICIPACION MASICA					
Elemento	%		Costo Antracita*:		
	LIGNITO	ANTRACITA	USA\$/TM	55	
1 Carbón	45.00%	78.00%	USA\$/Kg	0.0550	
2 Hidrógeno	5.00%	6.20%	NS/Kg	0.17875	
3 Azufre	2.00%	0.60%	* Puesto en Europa		
4 Oxígeno	3.00%	2.00%			
5 Agua	15.00%	3.20%			
6 Nitrógeno	20.00%	3.10%			
7 Cenizas	10.00%	6.90%	100.00%		
RESULTADOS					
1	Total %	100.00%	100.00%		
	PCI kCal/kg	4,790.00	7,915.00		
2	PCI kJ/kg	20,050.94	33,132.19		
	PCS kCal/kg	5,150.00	8,275.00		
3	PCS kJ/kg	21,557.90	34,639.15		

Tabla No. 2: Reservas probadas y probables de carbón antracita del Alto Chicama – La Libertad

Yacimientos	Reservas Probadas (millones TM)	Reservas Probables (millones TM)
Alto Chicama	250	250
Fuente: Aceros Arequipa		

Central Termoeléctrica de Carbón Gasificado del Alto Chicama

La costa norte del Perú, cercana a los yacimientos carboníferos, se está industrializando y requiere el carbón como materia prima y/o como fuente de energía, también utilizable para exportación. Según el Ministerio de Energía y Minas la extracción anual de antracita en el Perú no es mayor a 81,000 TM.

Preparación de la antracita

Para el uso eficiente de la antracita esta debe ser preparada, que consiste en la homogenización, división según las granulometrías y lavado. En el pasado se utilizó la antracita peruana para fabricar filtros, moldes y electrodos.

Tabla No. 3: Comparativo de Poder calorífico de algunos combustibles

Combustible	Poder Calorífico Superior		Eficiencia típica
	Valor	Unidad	%
Carbón	25.5	MJ/kg	60 – 65
Gas de Gasificación	15.7	MJ/Nm ³	85 – 93
Fuel Oil	158	MJ/Galón	80 – 85
Gas Natural	39.5	MJ/Nm ³	85 – 93
Kerosene	141.2	MJ/Galón	85 – 90

Gasificación del Carbón Antracita

La Gasificación es un proceso térmico en el cual un suministro restringido de comburente, para el caso Oxígeno, reacciona exotérmicamente con la antracita a altas temperaturas (alcanza 1000 °C) convirtiendo la masa de carbón en gas. Se obtiene un gas combustible medio a alto poder calorífico, H₂ (8 - 18 %), CO (18 - 24%), CO₂ (14 - 16%), CH₄ (30 - 32%), N₂ (10 - 12%), y alquitranes y ceniza. el cual puede ser usado para turbinas de gas.

Reacción del carbón con oxígeno y vapor de agua en una atmósfera reductora que da lugar a la formación de CO, H₂ y CH₄ como gases combustibles que adecuadamente tratados accionan un ciclo combinado. Se trata de instalaciones que requieren una inversión elevada pero tienen un rendimiento energético, del orden del 45%.

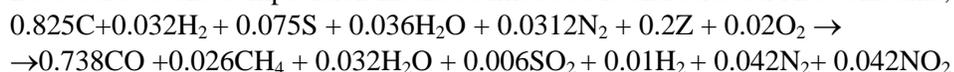
Fundamentos de la Gasificación del Carbón Antracita

Reacciones que se dan en la zona de reducción química en la gasificación:

- $C + CO_2 \rightarrow 2CO + 164,9 \text{ KJ/Kmol}$
- $C + H_2O \rightarrow CO + H_2 + 122,6 \text{ KJ/Kmol}$
- $CO + H_2 \rightarrow CO + H_2O + 42,3 \text{ KJ/Kmol}$
- $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$
- $CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O - 205,9 \text{ KJ/Kmol}$

Cálculos de Combustión

De acuerdo a una composición media estimada de la antracita del Alto Chicama, se tiene:



En la cual Z = contenido de cenizas en el carbón

Tabla nr. 4: Composición de los gases de síntesis en gasificación de la antracita

Componente Gas	Masa Molar, Kg/kmol	Nr. Moles, kmol	Masa, kg	Participación, %
CO	28	0.738	20.66	80.21
CH ₄	16	0.026	0.416	1.62
H ₂ O	18	0.032	0.576	2.24
SO ₂	64	0.006	0.384	1.49
H ₂	2	0.01	0.02	0.08
N ₂	28	0.042	1.18	4.58
NO ₂	60	0.042	2.52	9.78
TOTAL		0.896	25.756	100

Aplicando la ecuación de Dulong, para determinar el PCI del gas obtenido en la gasificación: PCI = 10728 KJ/m³

Cálculos del Ciclo con turbina a gas y recuperación de calor

Rendimiento térmico del ciclo

Para ciclo con turbina a gas y regeneración de calor:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{473}{1.173} = 1 - 0,40 = 0,6, \text{ en la cual:}$$

T₂ = Temperatura del gas a la entrada a la turbina, °C

T₁ = Temperatura del gas a la salida de la turbina, °C

Factor de potencia τ

Es la relación entre la potencia desarrollada por la turbina propiamente dicha P_T y la potencia efectiva obtenida en el eje P: $\tau = \frac{P_T}{P} = \frac{P_T}{P_T - P_c}$, en la cual: P_c = Potencia consumida por la compresora de aire

Consumo específico de aire

$$\alpha = \frac{m_{aire}}{P}, \text{ en la cual:}$$

m_{aire} = flujo de aire, kg/h, y

P = potencia desarrollada por la instalación, kW

En el caso de elegir una instalación de turbina con gas $\tau = 1.4$, $\eta = 0,6$, $\alpha = 6,5$, se tendrá; para una potencia útil en el eje del generador de 100.000 kW:

Potencia de la turbina a gas:

$$P_T = \tau * P_u = 1.15 * 100.000 = 115.000 \text{ Kw.}$$

Potencia del compresor de aire:

$$P_c = 115.000 - 100.000 = 15.000 \text{ Kw.}$$

Consumo de aire de la turbina a gas

$$m_{aire} = \alpha * P_T = 6.5 * 115000 = 745.500 \text{ kg aire/h}$$

Calor necesario para la instalación:

$$P_t/\eta = 115.000 * 860 / 0,6 = 164.833,34 \text{ kcal/h} = 689.992.36 \text{ kJ/h}$$

$$\eta = \frac{P_T}{M_a * PCI_a}$$

P_T = Potencia total desarrollada por la turbina a gas, en kw; = 115.000kw

M_a = Consumo de carbón de la instalación, kg/h;

PCI_a = Poder calorífico inferior del carbón, en kJ/kg = 33.132,19

Cálculo del consumo de antracita en el gasificador:

$$M_a = \frac{115000}{0,6 * 33.132,19} = 5,78 \text{ Kg/s} = 5,78 * 3600 = 20.808 \text{ kg/h}$$

Eficiencia del Gasificador en Lecho Fluidizado

El desempeño técnico como la viabilidad económica para el uso de un sistema de gasificación depende de la eficiencia del proceso, la cual se puede establecer mediante la siguiente relación:

$$\eta_t = Vg \times (Hg + dg \times Cp \times \Delta T) / (PCI \times Ma) \quad (1), \quad \text{En la cual:}$$

η_t = eficiencia térmica de la gasificación = 0.92

Hg = Valor calorífico del gas (Kj/m^3) = 10.728 KJ/m^3

Vg = Flujo en volumen de gas (m^3/h) =

dg = densidad del gas (Kg/m^3) = 0.65

Cp = Calor específico del gas (Kj/Kg K) = 4,10

Ma = Consumo de carbón antracita de alimentación al gasificador (Kg/h) = 20.808

PCI = Poder calorífico inferior del carbón antracita de alimentación al gasificador (KJ/kg) = 33132.19

ΔT = Temperatura del gas en la salida del gasificador – Temperatura del carbón que entra en el gasificador ($^{\circ}\text{K}$)

$$\Delta T = 1.200 - 373 = 927 \text{ K}$$

En función del tipo y PCI del carbón, la eficiencia térmica del gasificador puede alcanzar hasta el 93%

Cantidad de gas de síntesis obtenido de la gasificación de la antracita:

$$V_g = \frac{0,92 * 33132,19 * 20808}{10728 + 0,65 * 4,1 * 927} = \frac{634261440}{13198,45} = 48055,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto, la capacidad del gasificador se puede estimar en 50000 m^3/h

INCIDENCIAS DE LOS CICLOS COMBINADOS EN EL MEDIO AMBIENTE

1.-Menor necesidad de combustible por KWh producido Menor cantidad de sustancias contaminantes emitidas en la atmósfera en particular el volumen de CO2

2.-Si el combustible es gas natural

SO2 emisiones 760 veces inferior que si se utiliza fuelóleo y 60 si se utiliza gasóleo.

NOx factores de emisión se reducen entre el 30 y el 70%

CO proporcional a la reducción de combustible

CH4 proporcional a la reducción de combustible

Evaluación Económica

Consumo específico de antracita en Planta:

$$20.808 / 115.000 = 0,18 \text{ kg antracita / kw-h}$$

La antracita europea cuesta 0.20N. S./kg puesto en Planta. Entonces, el precio de venta de la antracita puede ser (0.4 a 0.45) N. S. /kg, de acuerdo a los costos de inversión y de operación de las minas y el transporte.

Costos de generación de energía eléctrica en Planta:

Costo del Consumo de Carbón Antracita:

Cantidad de antracita consumida anualmente: $m_t = m_h * h_a * C_{ea} * T_a$, en la cual:

m_h = Flujo horario de antracita, kg/h

h_a = Tiempo de operación diaria, Horas/día

C_{ea} = Costo unitario de la antracita, Nuevos Soles / kg.

T_a = Tiempo de operación anual, Días/año

Reemplazando en () se tiene:

$18800 \text{ kg/h} * 24 \text{ h/día} * 0.45 \text{ N.S./kg} * 300 \text{ días/año} =$

$= 60\,912\,000 \text{ N.S./año} = 18.742.153 \text{ USA \$ /año}$

1 Costo de Mantenimiento de Planta Termoeléctrica:

- **Lubricantes:** **25000** USA \$/año
- **Empaquetaduras:** **15000** USA \$/año
- **Repuestos:** **150000** USA \$/año
- **Mano de obra ordinaria:** **25000** USA \$/año
- **Mano de obra extraordinaria:** **10000** USA \$/año
- **Imprevistos:** **25000** USA \$/año

Total estimado costo de mantenimiento: **250.000** USA \$/año

2 Operación:

Sueldos y salarios:

Personal de Dirección: $10 * 36000 = 360000$ USA \$/año

Personal operativo: $15 * 15000 = 225000$ USA \$/año

Personal administrativo: $10 * 10000 = 100000$ USA \$/año

Total costo sueldos y salarios: **885.000** USA \$/año

3 Insumos directos e indirectos:

Insumos directos: **350000** USA \$/año

Insumos Indirectos: **100000** USA \$/año

4 Otros:

350.000 USA \$/año

Total costos de generación de EE en carboeléctrica: **20.642.153** USA \$/año

Ingresos brutos por venta de EE en la Central carboeléctrica:

$$IB = CP * T_d * T_a * P_{EE} \left(\frac{N.S.}{\text{año}} \right)$$

Cp = carga promedio de energía eléctrica para venta: 80.000 kw,

Td = Tiempo de operación diaria, 24 horas/día,

Ta = Tiempo de operación anual = 300 días por año (los restantes 65 días se destinarán a mantenimiento de la central)

Reemplazando en ():

$80.000 \text{ kw} * \text{h} * 0,42 \text{ N.S./Kw} * \text{h} * 24 \text{ h/día} * 300 \text{ días/año} =$

$= 241.920.000 \text{ N. S. /año} = 74.436.923 \text{ USA \$/año.}$

Egresos:

Impuestos por ventas de EE

$$I_a = IB * I.G.V. \left(\frac{N.S.}{\text{año}} \right)$$

IB = Ingreso bruto por venta de energía eléctrica, Nuevos Soles/año

I.G.V. = Impuesto General a las Ventas = 19 % del importe de ventas

Reemplazando en ():

$$241.920.000 * 0,19 = 45.964.800 \left(\frac{N.S./año}{año} \right) = 14.143.015 \left(\frac{USAS/año}{año} \right)$$

Ingresos netos estimados:

Ingresos netos estimados: Ingresos brutos – Costos operación – Impuestos

= 39.651.755 USA \$/año

Costo de la Central carboeléctrica:

Una central eléctrica con gasificador incluido vale unos USA \$ 1.200 por kilowatt instalado, entonces, la inversión necesaria sería de $1.200 * 115.000 = 96.000.000$ USA \$

Tiempo de retorno simple de la inversión:

$96.000.000 / 39.651.755 = 2.42$ años.

CONCLUSIONES

1. Es factible la instalación de una Central de Generación de EE con Gasificación en Ciclo Combinado de Gasificación Integrada de Carbón Antracita en lecho fluidizado La Libertad – Perú, económicamente debido a que se logra demostrar una recuperación de la inversión en 2.42 años.
2. Es factible técnicamente debido a que las metodologías propuestas de CCGI y de gasificación con lecho fluidizado ya se han probado en otras plantas. Con respecto al recurso antracita, existen yacimientos probados de 250 millones de TM solo en el departamento La Libertad, lo asegura su sostenimiento en el tiempo.
3. Es factible la generación de empleo en directivo, operativo y administrativo, del orden de 35 a 40 personas por Planta.
4. Respecto a los combustibles fósiles, los biocombustibles son neutros en CO₂ y son renovables.
5. Es factible reducir el impacto en el medio ambiente, debido a la menor necesidad de combustible por KWh producido Menor cantidad de sustancias contaminantes emitidas en la atmósfera en particular el volumen de CO₂, si el combustible es gas natural: SO₂ emisiones 760 veces inferior que si se utiliza fuelóleo y 60 si se utiliza gasóleo; NO_x factores de emisión se reducen entre el 30 y el 70%; CO proporcional a la reducción de combustible y CH₄ proporcional a la reducción de combustible .

RECOMENDACIONES

- Como hemos visto, los costos iniciales de inversión son altos, pero no exageradamente altos con respecto al beneficio obtenido. Pudiéramos pensar que una planta para producir toda la cuarta parte de la gasolina que el país necesita diariamente, a partir de carbón, podría costar cerca de los 500 millones de dólares, y a partir de gas natural unos 350 millones de dólares.
- Debemos recordar que estamos ad portas de convertirnos en importadores de petróleo en pocos años, y al mismo tiempo estamos sentados encima de inmensas reservas de mineral, que podrían ser convertidos en combustibles líquidos.
- El carbón del interior a diferencia del petróleo y el gas, es altamente intensivo en mano de obra y así, un proyecto de esta naturaleza daría trabajo a un gran número de mineros.
- También debe mirarse con atención el potencial de utilizar gas de síntesis en algunas de las plantas eléctricas de Ciclo Combinado que existen en la actualidad, por cuanto esto serviría para

manejar el problema del suministro de gas natural para consumos estacionales, y de paso ayudaría a liberar capacidad de transporte atrapada, y haría innecesarias ampliaciones poco rentables de capacidad adicional de transporte de gas.

- Las condiciones necesarias para un despegue definitivo de la tecnología de CCGI se relacionan principalmente con la capacidad de los competidores dentro de la industria limpia del carbón, pero también con el precio de otros combustibles fósiles (en particular, el gas natural) y con el efecto de las tecnologías de ER. La trayectoria de la demanda de electricidad y sus costes medioambientales asociados constituyen los mecanismos fundamentales que pueden ayudar a comprender el panorama global. En un escenario de bajo crecimiento de la demanda de electricidad, sin "shocks" fuertes del precio del gas, el sistema eléctrico podrá evolucionar progresivamente, utilizando gas y manteniendo una participación importante del carbón, partiendo de la capacidad instalada en la actualidad y dando entrada eventualmente a las ER avanzadas competitivas. Si se considera un escenario de demanda eléctrica de rápido crecimiento, por ejemplo, el de los mercados de Asia, el panorama cambia por completo: las nuevas centrales deberán instalarse rápidamente y lo más probable es que sean de carbón.

Referencias

Bibliografía

1. M. Kutz Enciclopedia de la Mecánica Ingeniería y Técnica
2. Marks Manual del Ingeniero Mecánico
3. W.H. Severns, H.E. Degler, J.C. Miles Energía mediante vapor, aire o gas
4. Russell y Adebisi Termodinámica Clásica, Editorial Addison – Wesley Iberoamericana
5. Bretz, E. 1991. Gas Turbine Combined Cycle Powerplants. Electrical World.
6. Holt, N. 1996. Gasificación de combustibles fósiles, Boletín IIE, noviembre-diciembre.
7. International Energy Outlook 2002, Energy Information Administration,
8. IEA Statistics: *Coal Information*, 1993
9. *International Energy Outlook*, DOE/EIA, 1996
10. Rudolf Pruschek et al.: *Combined Cycles Report*, IPTS, 1995

Internet:

http://www.ingemmet.gob.pe/actividades/geol_econ_y_prosp_min/min_no_metalicos/carbones.htm
<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public03/carbones.htm>
<http://www.munitrujillo.gob.pe/Trujillo/PotencialidadesyProyectos/PotencialidadesyProyectos.htm>
http://www.mesadeconcertacion.org.pe/03carp/depart/dep-13/pdc_13_2003-2011.pdf
http://www.comunidadandina.org/public/e_cap2.pdf
http://www.ingemmet.gob.pe/biblioteca_virtual/inifm/inf_sobre_coque.pdf
 Carbón de Huayday:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/geologia/recur_metal/pag69_73.pdf

AUTHORIZATION AND DISCLAIMER

Authors authorize LACCEI to publish the papers in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.