

Energía y contaminación en la pequeña y mediana industria

Energy and pollution in little and medium industry

J. A. Caminos*, A. J. Cozzi y J. C. Doyharzabal
Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Estudios Sobre Energía, Santa Fe, Argentina
*jcaminos@frsf.utn.edu.ar

Resumen

El Grupo de Estudios sobre Energía esta realizando un proyecto denominado “Uso racional de la energía y disminución de la contaminación en el sector industrial”. El mismo se orienta hacia el análisis y la evaluación de los sistemas energéticos utilizados en el sector industrial, con miras a obtener un uso eficiente de la energía y una disminución en la emisión de contaminantes. Este trabajo consiste en analizar los datos obtenidos en auditorías energéticas realizadas en distintas industrias de la región. En el mismo se analizan los distintos tipos de combustibles utilizados, los análisis de gases realizados, las curvas de carga, la calidad de servicio eléctrico, las posibilidades de ahorro de energía, la emisión de contaminantes al medio ambiente, etc. Este estudio se realiza para los datos obtenidos en el área térmica y en el área eléctrica, obteniéndose los resultados de todas las posibles ahorros de energía y económicos. Además estudiaremos, en función de las distintas reglamentaciones ambientales, como es la emisión de contaminantes al medio ambiente. Finalmente obtendremos conclusiones y fijaremos las pautas necesarias para continuar con estas actividades.

Palabras Clave: Energía, contaminación, industria, auditorías, ambiente.

Abstract

The Energy Study Group is carrying out a project called “The rational use of energy and pollution reduction in the industrial sector”. It consists of the analysis and evaluation of the energetic systems used in industry, with the objective to obtain the efficient use of energy and diminution of pollutant emissions. This project consists of the analysis of data obtained in energetic evaluations which have been realized in different industries of our region. This work includes the analysis of fuel in use, gases obtained, the capacity curves, the quality of electric service, the possibility of energy saving, the pollutant emissions to the environment, etc.. This study has been made according to the data provided in the thermal and electric areas, obtaining all possible energy and economic savings. Then we will study, in function of different environmentalists regulations, how the pollution emissions on environment are. Finally, we will obtain conclusions and will establish the necessary rules to continue with these activities.

Keywords: Energy, pollution, industry, evaluations, environment.

1 Introducción

Consumir energía es sinónimo de actividades, transformación y de progreso, siempre que este consumo este ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las posibilidades contenidas en la energía.

Los países mas avanzados del mundo son los que más energía consumen per capita, pero son los que también consumen esa energía de forma más eficiente.

En todo el mundo, este consumo de energía depende actualmente de fuentes o recursos que en su mayoría son de carácter limitado. Por otra parte, el consumo de energía

(salvo algunos casos de “energías renovables”), tienen consecuencias negativas sobre la conservación del medio ambiente a las que el desarrollo técnico no ha sido capaz de encontrar aún soluciones suficientemente satisfactorias, y que empiezan ya a resultar alarmantes en algunos países aunque sus consecuencias afecten al conjunto del planeta.

El efecto invernadero y los posibles cambios climáticos por sobrecalentamiento de la atmósfera, la lluvia ácida o el agujero de la capa de ozono son las facetas negativas ligadas al consumo de energía.

Podemos decir que la conservación y uso racional de la energía, y el ahorro de energía están ligados entre sí, pero

el primero tiene como concepto fundamental la finitud de los recursos naturales que disponemos y a la contaminación del medio ambiente. Mientras que el ahorro de energía va asociado a consideraciones económicas, que es la más tenida en cuenta.

2 Desarrollo

Como ya se dijo este estudio abarca dos temáticas, la eficiencia energética y la segunda es la emisión de contaminantes por la combustión de distintos tipos de combustibles.

Cuando hablamos de eficiencia energética intentamos abordar dos sectores, el primero es la utilización de la energía térmica y el segundo es el uso de la energía eléctrica. Cada uno de ellos merece una metodología de trabajo distinta.

Pero al hablar de energía térmica no podemos dejar de lado la emisión de contaminantes por la combustión de distintos tipos de combustibles.

2.1 Area térmica

Dentro de este proyecto se han realizado una importante cantidad de auditorías energéticas, las mismas consistieron en realizar un relevamiento integral de los equipos generadores de vapor, hornos, secadores o quemadores que utilicen combustible y las instalaciones relacionadas con los mismos.

Como primera medida fue necesario conocer las principales características técnicas del equipo a analizar, como son consumo y tipo de combustible, características del quemador instalado, potencia de generación, superficie de calefacción, aprovechamiento de la energía de los gases de escape o el agua de purga, capacidad de agua del recipiente, producción de vapor, presión de generación y condiciones operativas reales.

Dentro de las condiciones operativas más relevantes incluimos el estado de conservación, mantenimiento, grado de automatización, régimen de purga, recuperación de condensado, características del agua utilizada y tipo de tratamiento que se aplica.

Posteriormente al relevamiento se llevó a cabo una serie de mediciones con el objeto de conocer los parámetros que gobiernan la combustión. Para ello se miden las condiciones de salida de los gases de la combustión; temperatura, composición porcentual de CO_2 , CO , O_2 , NO_x , material particulado, etc.

Para las mediciones mencionadas anteriormente se utilizaron los siguientes equipos:

- Analizador de gases de combustión electrónica (O_2 , CO_2 exceso de aire temperatura rendimiento etc.). Marca: Testo. Modelo: 345
- Termómetro infrarrojo. Marca: Raytek. Modelo: Standard ST2L
- Psicrómetro. Marca: Salber.

- Anemómetro. Marca: Davis. Modelo: Turbo-Meter Electronic.
- Medidor de humedad relativa.
- Termómetros digitales. Marca: Testo. Modelo: 925.
- Analizador de gases NO_x . Marca: Bacharach. Modelo: Nonoxor II.
- Medidor de tiro. Marca: Bacharach. Modelo: MZF.
- Opacímetro. Marca: Bacharach. Modelo: RCC-B.

Con los valores medidos se realiza el balance del generador de vapor, horno, etc., el mismo se efectúa estudiando las distintas variables, en donde intervienen los calores entrantes y los calores salientes, tal como se muestra en el esquema. Con esta información se determina la posibilidad de ahorro energético. (Fig. 1)

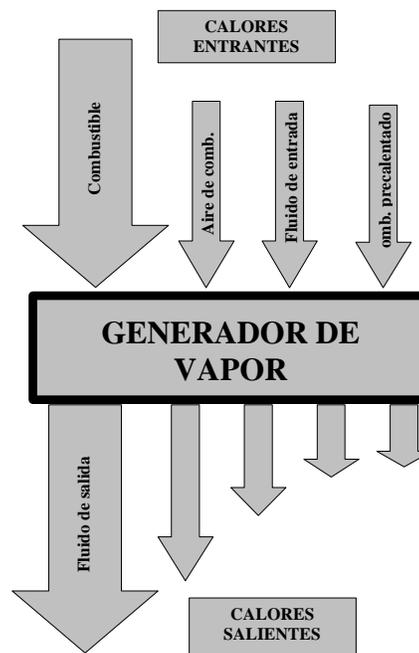


Fig. 1. Balance energético del generador de vapor.

Para determinar la eficiencia del generador de vapor se utiliza lo que consta en la Norma IRAM -IAP A 25-8 Generadores de vapor y calderas de agua caliente. Método de ensayos de recepción.

Además se estudian los posibles ahorros de energía por recuperación de calor perdido por purgas, por aislación de cañerías, por eliminación de fugas de vapor, por recuperación de condensado, etc.

2.2 Conclusiones

Se realizaron auditorías a 17 empresas y se estudiaron 25 equipos de distintas características.

De las empresas auditadas el 48 % utilizan como combustible gas natural, el 20 % fuel oil y lo restante repartido entre mezcla 70/30, gas oil y gas propano. (Fig. 2).

Se pudo determinar que aproximadamente el total de las industrias auditadas consumen 17297 [T.E.P.].

En los estudios realizados a los generadores de vapor se midieron excesos de aire de hasta un 457 %, siendo la media medida de 109% de exceso de aire.

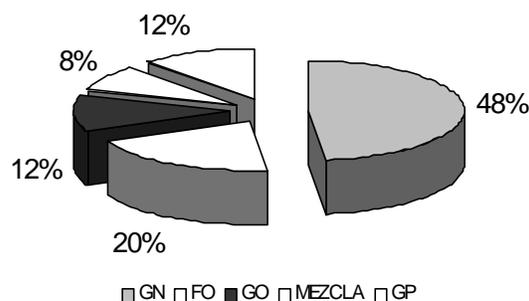


Fig. 2. Combustibles empleados.

Se han medido temperaturas altas de los gases de chimenea, registrándose valores de hasta 362 °C, siendo la media 264 °C.

Se han registrado valores de dióxido de carbono, oxígeno y monóxido de carbono muy distintos, los valores más representativos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores medidos de CO₂, O₂ y CO

| | % CO ₂ | % O ₂ | % CO |
|-----------|-------------------|------------------|------|
| Máximos | 13.70 | 17.20 | 0.50 |
| Mínimos | 5.30 | 2.45 | 0.00 |
| Promedios | 7.65 | 9.32 | 0.22 |

Teniendo en cuenta los datos de CO₂, O₂, y las distintas variables de la combustión se pudo determinar que en la mayoría de los casos el rendimiento con que trabajan estos equipos esta muy por debajo de las características de fabricación, con la importante pérdida de energía que esto significa.

Con estos datos se han detectados ahorros por exceso de aire de hasta un 71%, arrojando un promedio de ahorro de un 12 %

En unidades de energía el ahorro promedio es de 731 [T.E.P.]

Analizando las pérdidas de los equipos, se resumen en la Tabla 2 los valores encontrados de las mismas.

Como resultado final los ahorros detectados optimizando combustión y disminuyendo las perdidas como promedio de un 11 %, obteniéndose valores máximos de un 32 %, esto representa un ahorro en de \$ 540.000 en un año, en solo las 17 empresas auditadas.

Solamente se les pudo realizar a 7 empresa estudios para determinar las pérdidas por falta de aislación de cañerías, disminución de perdidas de vapor, etc., de ellas se han detectados ahorros promedio de un 9 % de la energía

total consumida. En algunas industria estos ahorros alcanzan a un 30%. El ahorro total para estas empresas es de \$ 58.315 al año.

Tabla 2. Pérdidas energéticas.

| | Pérd. inquem. (kCal) | Pérd. Q sensible kCal | Pérd. conv.- rad. kCal | Pérd. pur. |
|-----------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------|
| Máximos | 18.34 | 27.75 | 7.40 | 2.26% |
| Mínimos | 0.00 | 11.00 | 0.41 | 0.24% |
| Promedios | 6.56 | 17.49 | 2.79 | 1.17% |

Por lo tanto el ahorro total en la parte térmica es el mostrado en la figura 3.

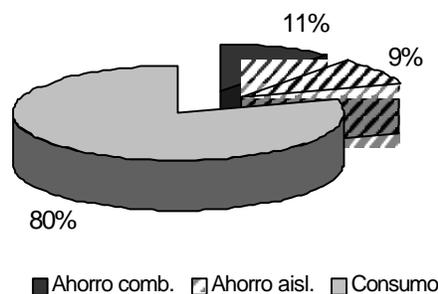


Fig. 3. Ahorro energético.

Asimismo se ha medido en chimenea la emisión de NO_x, que han arrojado valores máximos de 350 [ppm], siendo los valores recomendados según el Decreto 3395/96 para procesos de combustión 219 [ppm].

De las mediciones solamente dos de las empresas auditadas superaban los valores recomendados de emisión de NO_x.

El ahorro total de energía que se obtendría significa también que existiría una importante disminución en la emisión de CO₂ y CO al medio ambiente.

En las industrias que han ejecutado las mejoras recomendadas, se obtuvieron los ahorros potenciales detectados.

2.3 Area eléctrica

A las industrias auditadas se le realizó el relevamiento integral de la instalación eléctrica.

En esta etapa se recopila información acerca del proceso de producción que importa a la industria auditada, circuitos eléctricos principales, como así también las principales fuentes de consumo de energía eléctrica.

Además se realizan las mediciones de los distintos parámetros eléctricos con analizadores de redes, los equipos utilizados fueron:

- Analizador de energía trifásico. Marca: Elcontrol Energy -

Modelo: Microvip 3-phase.

- Analizador de armónica. Marca: Elcontrol Energy. Modelo: Vip system 3.

Lo anterior persigue poseer con suficiente antelación las características de los parámetros eléctricos, los cuales se detallan a continuación:

- Demanda de potencia (punta, fuera de punta y nocturna).
- Energía (activa, reactiva, aparente).
- Tensión (nivel de tensión, forma de la onda de tensión, etc.).
- Corriente (picos, forma de onda, etc.).
- Factor de potencia.
- Armónicos (distorsión, orden de armónicos que influyen en la distorsión y principales inconvenientes que producen).

Con la información relevada se procede a realizar el análisis de los datos. De acuerdo a ellos se analizan:

- Energía: al ser relación directa con la demanda se analizan los horarios de demanda apuntando a la optimización de la facturación por parte de la empresa distribuidora de energía eléctrica. (Fig. 5 y Fig. 6).
- Tensión: se analizan los porcentajes de variación de tensión admisibles.
- Picos de corriente: utilizando el mismo criterio que para la demanda se induce a la industria a aplanar la curva de corriente.
- Factor de potencia: en este sentido se asesora a la industria respecto al factor de potencia, buscando evitar penalizaciones por un valor por debajo del exigido y optimizando consumos excesivos de corriente. (Fig. 7).
- Demanda: Se procede al estudio de la curva de demanda en lo que respecta a la asimetría y horario en que se produce la máxima demanda. (Fig. 4)

Otros de los estudios que se realizan son los referidos a "Calidad de Suministro".

La tendencia privatista en la Argentina ha alcanzado también a las empresas distribuidoras de Energía eléctrica, dentro de este marco, las mismas deben atenerse a ciertas exigencias inherentes a la calidad del servicio que las mismas prestan a sus clientes.

Las condiciones básicas son:

- Obligación de prestar servicio a todo aquel que lo solicite dentro de la jurisdicción
- Prestar el servicio con un nivel de calidad satisfactorio

Para lograr el cumplimiento de lo antes expuesto, el ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad) audita el cumplimiento de las pautas establecidas, las cuales se detallan a continuación:

Calidad del producto técnico:

- Nivel de tensión en el punto de alimentación
- Perturbaciones:
 - Variación rápida de tensión
 - Caídas lentas de tensión
 - Armónicas

Calidad del servicio eléctrico:

- Frecuencia de interrupciones

- Duración de interrupciones
- Calidad de servicio comercial:
 - Errores de facturación
 - Facturación estimada
 - Demora en la atención de reclamos

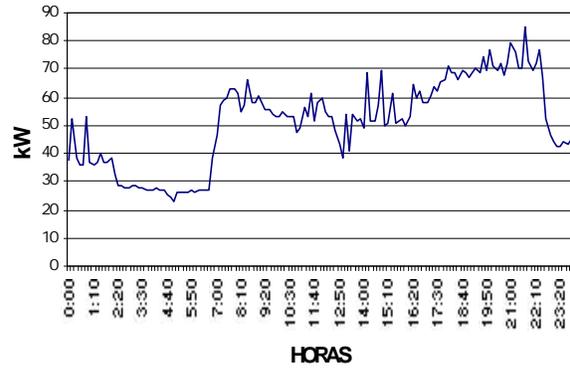


Fig. 4. Variación de la demnda

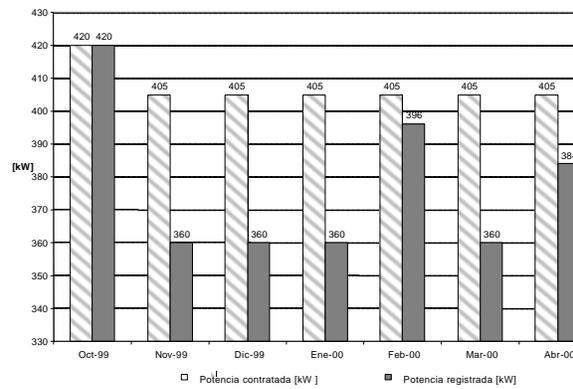


Fig. 5. Comparación de la potencia contratada y la registrada en servicio fuera de punta

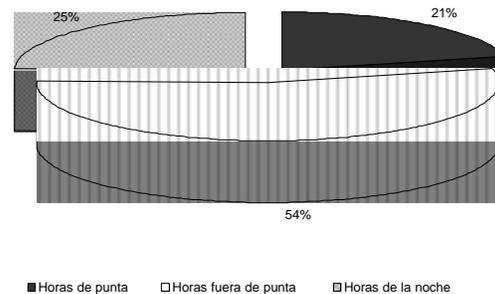


Fig. 6. Porcentaje de la energía consumida en los distintos horarios de facturación

En los contratos de las empresas privatizadas se definen etapas y plazos en los que se deben cumplir cada uno de ellos y los valores máximos admisibles de distorsión.

También se establecen los métodos de control y penalizaciones por incumplimientos de las distribuidoras, como así también las bonificaciones a los usuarios afectados.

Los principales efectos que se analizan son:

- Flicker
- Emisión de armónicas

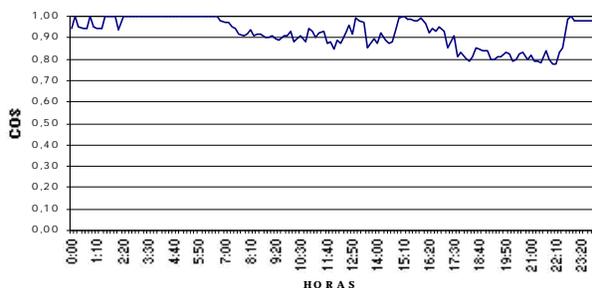


Fig. 7. Variación del factor de potencia.

3 Conclusiones

- Sobre una muestra de las diez industrias auditadas en el primer semestre del año en curso, se ha detectado que el 90% de las mismas presentan curvas de demanda asimétricas, siendo esta causa de un mal aprovechamiento energético, como así también un incremento en el monto de facturación
- El factor de potencia en todos los casos se encuentra al límite o por debajo del valor mínimo exigido, siendo esto causa de una sobre carga de las líneas de distribución de energía eléctrica.
- En la actualidad la mayoría de los procesos industriales son controlados por sistemas electrónicos, además de contar con potentes redes informáticas. Todo esto hace que esta clase de clientes inyecte a la red de distribución

armónicos que desforman la forma de la onda de tensión y corriente que alimenta a los demás consumidores.

- La contratación del cliente ante la empresa distribuidora en muchos casos es deficiente, trabajando y asesorándolo en este sentido se han logrado porcentajes de ahorro cercanos al 15% en lo concerniente monto abonado en concepto de consumo de energía eléctrica.

Bibliografía

- Arguelles A, El fin del aire puro contaminación del aire en latinoamérica y países desarrollados.
- Costa M, Calbo J, Cremades L y Baldasano J, Dispersión de contaminantes atmosféricos, Instituto de Tecnología y Modelización de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Curso de contaminación atmosférica, Institut de Tecnologia y Modelitzacion Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Decreto N° 3395/96 de la Prov. de Buenos Aires.
- Dubin, 1978, Long energy conservation standards, McGraw-Hill Book Company.
- G.E.S.E. Santa Fe, 1992, Curso de ahorro de energía en redes de vapor.
- Government Institutes, Inc., 1984, Energy audit manual, Vol. 1 y 2.
- Grupo de Estudios sobre Energía, 1992, Manual de uso racional de la energía en la industria, 3 tomos, Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Tecnológica Nacional.
- Hagler, Baily & Company, 1985, Manual de auditoria energética industrial, U.S.A.
- Lutz W, Gestión de energía en la industria, Proyecto de cooperación Técnica S.E.E.IA.F.C.P./G.T.Z., Dial.
- Organización Mundial de la Salud, Vigilancia de la contaminación del medio en relación con el desarrollo, Informe de un comité de expertos de la O.M.S.
- The Association For Overseas Technical Scholarship, The Energy Conservation Center, Japan, Instituto Nacional De Tecnología Industrial, Energy Conservation Technology In Industrial Boilers.
- Turner W, 1982, Energy management handbook, Ed. Witey Interscience Publication.