Situación Energética General del Sector de los Plásticos en Bogotá

Jorge René Silva Larrotta [1] Orlando Porras Rey[2]

Abstract

Here we present the results of a study on energy performance in the plastics processing industry at Bogotá. We explain the research method used; the general indicators and a basic diagnostic in energetic performance and problems; and some strategic activities that should be developed to improve the energy efficiency of plastics sector. With this work the plastics sector now has basic information and a first energy issue approach to deploy effective-specific actions.

Palabras Clave

Energía, Auditoría Energética, Desempeño Energético, Agrupación Industrial del Plástico, Problemática Energética.

1. Introducción

En el artículo Implantación de las Políticas de Eficiencia Energética publicado en el No.10 de esta revista se realizó una propuesta específica de estudio de desempeño y problemática energéticos del sector de los plásticos en Bogotá. Allí se planteó la necesidad de llevar a cabo este estudio consultando fuentes de dos niveles. A nivel general se consultaría información sobre las empresas de procesamiento de plásticos disponible en el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Asociación Colombiana de Productores de Plástico (ACOPLÁSTICOS). Además, a nivel específico, se realizaría un levantamiento de información directamente en empresas representativas del sector.

Entre junio de 1999 y junio del 2000 se realizó el estudio propuesto cuyos resultados e implicaciones se presentan aquí. Estos resultados se convierten en la primera referencia cuantitativa del comportamiento energético de las empresas del sector en Bogotá obtenida mediante un trabajo sistemático. Dentro del sector es casi inexistente la realimentación de su comportamiento energético en los procesos productivos a pesar de que el procesamiento de plásticos, seguido de los textiles, ha ocupado el primer puesto en consumo de energía del sector manufacturero en la ciudad.

El estudio realizado provee un método de evaluación energética para las empresas manufactureras, desarrolla indicadores energéticos apropiados y presenta algunas cifras y tendencias que caracterizan al sector del procesamiento de plásticos.

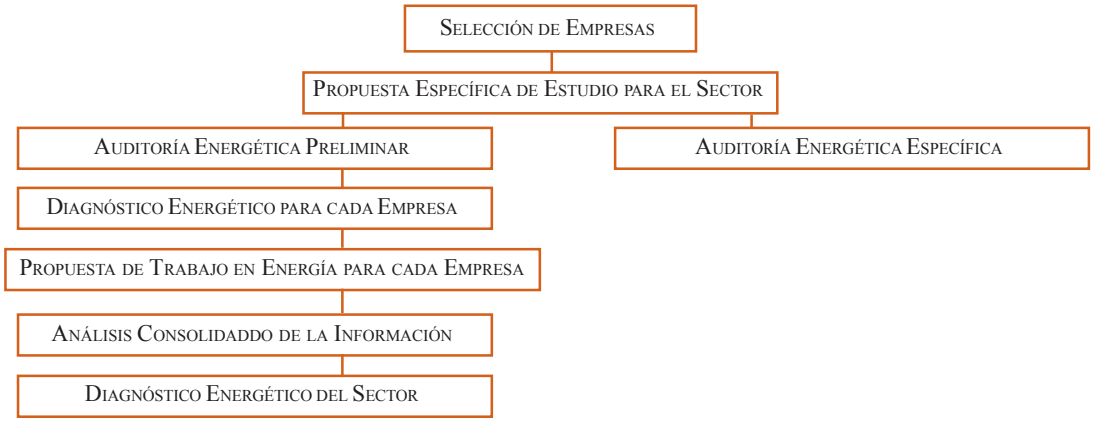
2. El Método

El método seguido en este trabajo se constituye de las etapas que muestra la gráfica No.1

Por medio de ACOPLASTICOS y de fuentes de información financiera [1], se buscaron las empresas representativas del sector de acuerdo con sus procesos, ventas y activos.

1 Magíster en Ingeniería Mecánica, Uniandes

2 Profesor Asistente. Departamento de Ingeniería Mecánica, Uniandes



Gráfica No.1 Etapas Generales del Método

A cada empresa se le envió información del estado energético general del sector según informes que se tenían en ese momento y un programa de trabajo en el área de uso racional de energía que incluía unos puntos básicos y otros complementarios, así como una descripción de los beneficios de estas actividades.

En aquellas empresas que mostraron receptividad a la idea se realizó una auditoría energética. Esta se hizo a dos escalas: preliminar y específica [2]. La auditoría preliminar comprendió, entre otras, las siguientes actividades:

- Inspección inicial de la planta para identificar la(s) línea(s) de producción con sus partes constitutivas.
- Recolección de información (mínimo último año) sobre: consumo de energéticos, producción total en kilogramos global y por máquina, potencia instalada, características de operación, etc).
- Visita técnica a la planta y charla con el personal de la compañía para identificar:
  a) Funcionamiento global de la planta.
  b) Funcionamiento específico de maquinaria.
  c) Dinámica de consumo de la planta.
  d) Problemas energéticos.
  e) Oportunidades de ahorro.

La auditoría específica consistió en el estudio técnico de las variables y fenómenos físicos, operativos y/o económicos de los problemas energéticos encontrados en las líneas de producción y equipos de las diferentes empresas después de hacer la auditoría preliminar. La medición técnica se realizó en dos niveles:

- **Nivel de producción:** mediciones generales de las variables que afectan el consumo de energía en las líneas de producción.
- **Nivel de maquinaria:** mediciones específicas en maquinaria y equipo.

La auditoría específica no debe confundirse con una auditoría detallada que presenta un cubrimiento exhaustivo. Se realizó solo en algunos casos donde un análisis más específico sería de utilidad para el estudio general.

Como resultado de las auditorías se obtuvo un diagnóstico energético que cubría los siguientes aspectos detallados por línea de producción:

- Potencia instalada (mayormente eléctrica)
- Consumo mensual de energía
- Producción mensual
- Intensidad energética (energía consumida por unidad de producción)
- Análisis histórico del consumo (mínimos, máximos y promedios)
- Oportunidades preliminares de ahorro (obtenidas de una inspección básica de la planta)

Estos análisis se entregaron a las empresas junto con una propuesta de trabajo específica que estaba dirigida a aprovechar las oportunidades de ahorro detectadas y, en última instancia, a desarrollar la capacidad de la empresa en administrar efectivamente su energía.

Con toda la información recolectada se hizo un análisis consolidado de la agrupación de las empresas de trans-

formación del plástico. Como las empresas estudiadas poseían varios procesos específicos de producción comunes, fue posible plantear un comportamiento energético tanto por empresas como por procesos. La base de tiempo de los análisis fue el mes durante un lapso mínimo de un año. Este análisis cuantitativo estadístico condujo a unos indicadores energéticos y una caracterización de los problemas energéticos más importantes.

Como resultado del análisis se obtuvo un diagnóstico de la situación energética de las empresas de la agrupación y a partir de esta, se hicieron propuestas específicas de acciones para mejorar la eficiencia energética.

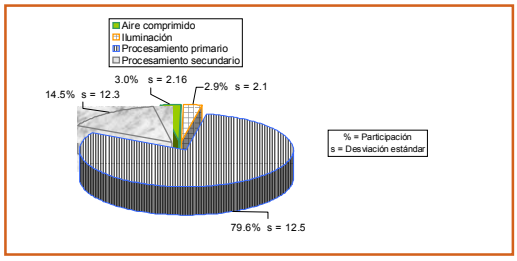
3. Los Resultados

3.1. Indicadores

Se efectuaron visitas de inspección en 11 empresas de las cuales 8 fueron auditadas. Las tres restantes no facilitaron la información para la auditoría. Cinco de ellas sumaron el 14.9% del total de ventas anuales y el 10% del total de activos de las 80 empresas de plástico más grandes de Bogotá [1] en 1999. Las tres que no están incluidas en estas cifras son de menor tamaño pero cuentan con amplia trayectoria, procesos característicos y reconocimiento en el medio.

Los principales indicadores de producción y de energía de las empresas de la agrupación están presentados la tabla No.A1 en los anexos. Se puede observar que las empresas estudiadas son diversas en cuanto a tamaño, procesos, consumo de energía y eficiencia energética. Esto es una motivación para usar otro criterio de caracterización que permita observar aspectos más homogéneos lo cual se logra a través de un análisis por procesos.

El comportamiento medio de la participación de los equipos en las empresas en cuanto al consumo de energía (y por lo tanto en costos) se muestra en la gráfica No.2. En esta gráfica el equipo de procesamiento primario corresponde a las líneas de producción que realizan



Gráfica No.2 Participación media de los equipos de la planta en el consumo de energía total

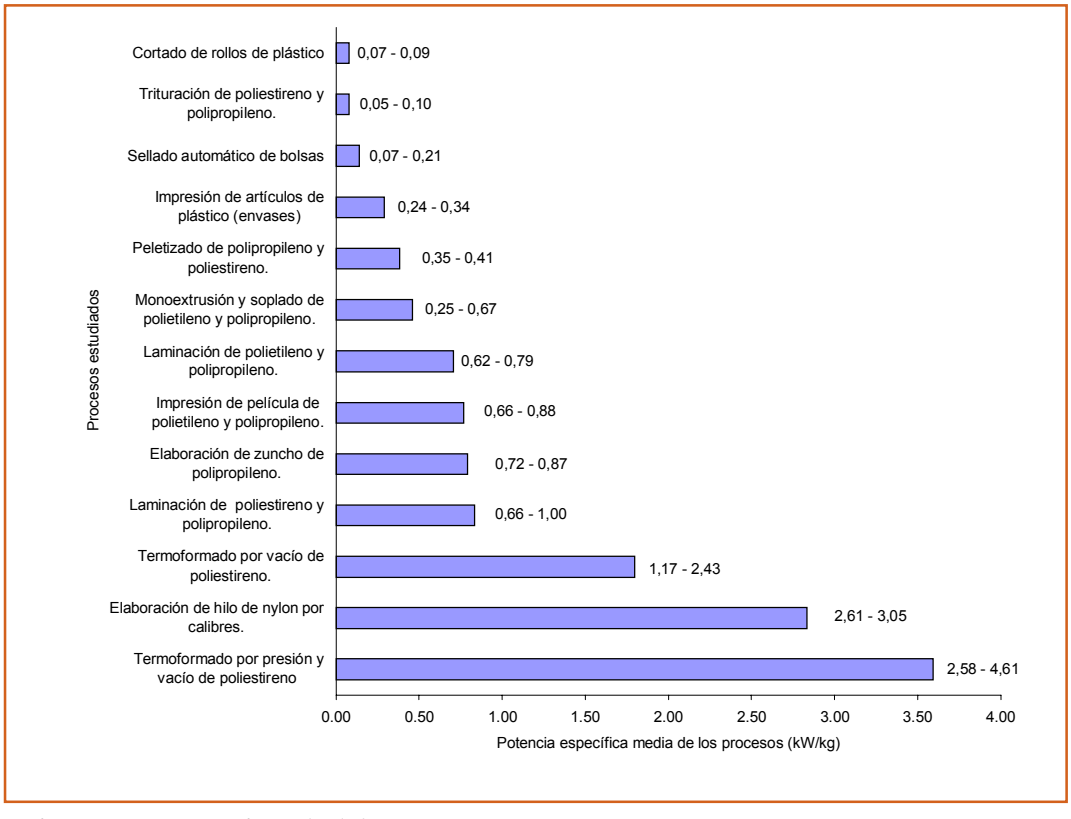
transformaciones directas sobre la materia prima por adición de calor. El equipo de procesamiento secundario corresponde a la maquinaria que realiza transformaciones adicionales al producto final (v.g. sellado, cortado, laminado, etc.) y también incluye al equipo auxiliar diferente de los sistemas de aire comprimido y la iluminación (v.g. chillers, ventiladores, torres de enfriamiento, talleres, etc.).

TABLA NO.1 PROCESOS DE LAS EMPRESAS EVALUADAS EN EL ESTUDIO

Descripción	No. Total de Procesos
1. Termoformado por presión y vacío de poliestireno para elaborar diversos productos.	10
2. Impresión de película de polietileno y polipropileno.	18
3. Peletizado de polipropileno y poliestireno.	5
4. Elaboración de zuncho de polipropileno.	9
5. Monoextrusión y soplado de película de polietileno y polipropileno.	17
6. Laminación de polietileno y polipropileno.	3
7. Laminación de poliestireno y polipropileno.	5
8. Impresión de artículos de plástico (envases)	14
9. Termoformado por vacío de poliestireno.	9
10. Trituración de poliestireno y polipropileno.	6
11. Cortado de rollos de plástico	19
12. Sellado automático de bolsas	9
13. Elaboración de hilo de nylon por calibres.	1
14. Inyección de diferentes materiales.	4

TABLA NO.2 INDICE ENERGÉTICO DE LOS PROCESOS (VÉASE TABLA NO.1)					
PROCESO	TAMAÑO DE LA MUESTRA CON REGISTROS	MEDIA (KWH/KG)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (KWH/KG)	INTERVALO DE CONFIANZA 95% (KWH/KG)	ERROR DEL INTERVALO (KWH/KG)
1	10	3.578	1.31	2.64 - 4.52	0.42
2	11	0.772	0.51	0.43 - 1.12	0.30
3	3	0.395	0.11	0.21 - 0.57	0.11
4	6	0.827	0.12	0.69 - 0.95	0.09
5	3	0.314	0.057	0.17 - 0.46	0.06
6	3	0.689	0.063	0.53 - 0.85	0.07
7	5	0.851	0.646	0.17 - 1.53	0.52
8	14	0.286	0.188	0.18 - 0.39	0.09
9	9	1.445	0.622	1.45 - 2.61	0.46
10	5	0.085	0.046	0.03 - 0.14	0.04
11	19	0.075	0.058	0.05 - 0.10	0.03
12	3	0.174	0.047	0.05 - 0.29	0.05

En cuanto a la caracterización por procesos, la tabla No.1 presenta los diferentes procesos encontrados en las empresas y el número total de cada tipo. Por otro lado, la tabla No.2 muestra las cifras estadísticas del índice energético de los procesos (energía/producción). En esta tabla los últimos dos procesos no aparecen porque no



Gráfica No.3 Potencia específica media de los procesos

3.2 Problemas

El estudio lleva a que, desde el punto de vista energético, los problemas más importantes de las empresas del sector son de naturaleza técnica y de planeación de la producción.

TABLA No.3 PROBLEMAS ENERGÉTICOS DEL SECTOR DE LOS PLÁSTICOS	
PROBLEMA	**COMENTARIO**
TÉCNICOS A. EQUIPO PRINCIPAL	
1. Fugas de calor	Es frecuente la ausencia o mal estado de los aislamientos térmicos en túneles de calentamiento.
2. Deficiente instrucción de operarios	Con frecuencia los operarios desconocen el principio de funcionamiento del proceso y las características de los materiales o realizan procedimientos empíricos inadecuados que pueden afectar negativamente el producto y el consumo de energía
3. Tiempos de preparación largos	Muchas veces no existen procedimientos definidos de preparación de las máquinas que consumen más tiempo y energía que los necesarios
4. Motores ineficientes	Hay varios motores convencionales de alta potencia que consumen más energía que los motores modernos eficientes
5. Instalaciones defectuosas	Desorden en los conductores eléctricos, tableros y otros accesorios que no facilitan el buen manejo y mantenimiento
6. Circuitos mal interconectados	Algunos equipos que operan de forma independiente están accionados por un mismo interruptor.
7. Control de resistencias eléctricas	No hay uso de otras alternativas de calentamiento y el control de las resistencias es generalmente por encendido y apagado que demanda más energía y produce menos calidad que los controles por modulación
B. EQUIPO AUXILIAR	
8. Baja eficiencia	Los equipos están descuidados en cuanto a su punto de operación o son viejos y obsoletos. Bajo nivel de mantenimiento
9. Capacidad inadecuada	Frecuentemente los sistemas auxiliares no están correctamente acoplados en términos de capacidad con los equipos principales.
10. No hay esquemas de respaldo	En muchos casos los equipos son únicos y cuando salen de servicio paran el proceso principal. Esto sucede principalmente en los equipos de refrigeración.
PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	
11. Programación dependiente de la demanda	La programación generalmente está sujeta a la dinámica de la demanda a corto plazo lo que ocasiona bajos factores de uso y de cargo que finalmente se reflejan en una eficiencia energética disminuida. Además este esquema de programación entorpece las actividades de mantenimiento.

existían los registros de producción. Este indicador es el inverso de la eficiencia energética del proceso.

La potencia demandada por los procesos estudiados está en la gráfica No.3 que presenta la potencia específica media de cada uno de ellos. Allí también aparece el rango en que oscila la potencia específica de cada proceso teniendo en cuenta los extremos de producción registrados (máximo y mínimo) en las empresas por cada proceso.

4. Acciones estratégicas

La definición del comportamiento energético de los procesos estudiados de transformación de plásticos, al igual que de sus problemas, conlleva al planteamiento de una serie de acciones fundamentales para mejorar la eficiencia energética de la agrupación industrial.

Se estima que los ahorros de energía provenientes de una gestión energética estructurada también podrían mejorar la utilidad operacional en una fracción significativa. Basados en datos parciales obtenidos de las auditorías y consultando directamente con los profesionales encargados en las empresas se infiere que la participación de la energía en los costos operacionales está, en promedio, en un 5% y en algunos casos alcanza el 15%. Para este sector, un programa de gestión energética puede lograr un ahorro del 10% al 20% [3]. Esto representa una disminución hasta del 1% en los costos operacionales.

Si se estudia detalladamente la información que ha sido suministrada, principalmente las tablas No 2 (Indice Energético de los procesos) y No. 3 (Problemas energéticos del sector de los plásticos) y la Gráfica No.3 (Potencia específica media de los procesos), seguramente deberá realizarse un programa gremial de administración de energía que caracterice, monitoree y controle los procesos productivos en cuanto a consumo de energía y además solucione integralmente los problemas encontrados, contando con la participación directa de las empresas que deseen mejorar su eficiencia energética.

Algunas de las principales acciones que deberán seguirse para iniciar el fortalecimiento del desempeño energético y la solución de los problemas energéticos y operativos más comunes son citadas a continuación:

1 Realizar sistemática y periódicamente evaluaciones energéticas de los procesos productivos siguiendo métodos similares al usado en este estudio, tanto en equipos principales como en auxiliares.

2 Mejorar los sistemas de registro de la información de producción e incorporar en estos, la información energética de los procesos (v.g. horas de funcionamiento, horas preparación, potencia instalada, potencia consumida, costo de energía, capacidad de trabajo de las máquinas y las variables físicas del proceso).

3 Estudiar la forma como la demanda de productos se relaciona con la programación de la producción. Es probable que si la producción no depende a corto plazo de la demanda, su programación permitirá aumentar la eficiencia energética global.

4 Estudiar las alternativas de calentamiento a las resistencias eléctricas que se utilizan intensivamente en este grupo industrial en vista que se dispone de otros energéticos de menor costo y de impacto ambiental negativo menor.

7. Anexos

Tabla A.1 Indicadores generales de las empresas auditadas.

Empresa	Procesos	Estadística	Producción kg	Energía kWh	Valor $	Indice kWh/kg
Empresa 1 3 Líneas	Coextrusión de película soplada de PP y PE. De 1 a 3 capas.	Promedio	1,334,483	1,167,197	105,679,502	0.878
	Sellado de la película.	Desviación	156,474	117,572	20,109,436	0.063
	Impresión de la película.	C Variación	0.117	0.101	0.190	0.072

Empresa	Procesos	Estadística	Producción kg	Energía kWh	Valor $	Indice kWh/kg
Empresa 1 3 Líneas	Coextrusión de película soplada de PP y PE. De 1 a 3 capas. Sellado de la película. Impresión de la película.	Promedio	1,334,483	1,167,197	105,679,502	0.878
		Desviación	156,474	117,572	20,109,436	0.063
		C Variación	0.117	0.101	0.190	0.072
Empresa 2 10 Líneas	Termoformado por presión y vacío de PS. Termoformado por presión de PS. Termoformado por vacío de PS. Trituración de PS y PP. Zunchado de PP. Peletizado PP y PS. Espumados de PS expandido. Inyección varios materiales. Impresión de envases. Laminación de PS y PP.	Promedio	846,107	2,268,374	179,418,304	2.684
		Desviación	93,537	249,748	22,135,779	0.131
		C Variación	0.111	0.110	0.123	0.049
Empresa 3 3 Líneas	Coextrusión de película soplada de PP y PE. De 1 a 3 capas. Coextrusión de película laminada de PP y PE. 1 y 2 capas. Cortado de rollos de película soplada y laminada.	Promedio	716,015	486,868	41,702,231	0.688
		Desviación	56,822	37,274	3,964,520	0.053
		C Variación	0.079	0.077	0.095	0.077
Empresa 4 4 Líneas	Impresión de película de PP y PE laminada y soplada. Cortado de los rollos impresos. Sellado de rollos impresos. Peletizado de PP y PE.	Promedio	259,923	252,960	23,973,165	0.976
		Desviación	22,736	29,922	2,760,147	0.115
		C Variación	0.087	0.118	0.115	0.118
Empresa 5 3 Líneas	Impresión de película de PP y PE laminada y soplada. Cortado de los rollos impresos. Sellado de rollos impresos	Promedio	237,901	93,199	9,763,521	0.392
		Desviación	32,420	18,152	2,153,823	0.059
		C Variación	0.136	0.195	0.221	0.152
Empresa 6 1 Línea + aux	Elaboración de hilo de nylon en diferentes calibres.	Promedio	2,487	10,399	1,246,986	4.323
		Desviación	553	1,384	203,420	0.911
		C Variación	0.222	0.133	0.163	0.211

Empresa	Procesos	Estadística	Producción kg	Energía kWh	Valor $	Indice kWh/kg
Empresa 7 3 Líneas	Zunchado de PP. Inyección varios materiales. Peletizado de PP.	No registros				
Empresa 8 1 Líneas	Inyección varios materiales.	No registros				

5. Agradecimientos

Finalmente agradecemos la colaboración de Acoplásticos y de las empresas del sector que aportaron la información básica para llevar a cabo este trabajo.

6. Referencias

1 Revista Dinero. 5000 Empresas. Casa Editorial El Tiempo. Junio 1999.

2 Association of Energy Engineers. Three levels of energy audits (pre-contract considerations). Strategic Planning for Energy and the Environment. Vol. 19, No.1, 1999.

3 UPME, ANDI & ISAGEN. Seminario Internacional: Uso Eficiente de Energía en la Industria. Gestión Energética en el Sector Industrial, Ente Vasco de Energía (EVE), 1999.