



■ ANTECEDENTES

ALTOPRO, S.A. de C.V. es una empresa altamente consumidora de energía eléctrica, dedicada fundamentalmente a la fabricación de películas de polipropileno biaxialmente orientada de alta calidad usadas para la producción de diversas envolturas para alimentos.

Se encuentra ubicada en la Delegación Iztapalapa, y está conformada por dos plantas industriales en las mismas instalaciones. En Altopro se realizó un diagnóstico energético para ahorro de energía eléctrica.

Facturación Eléctrica

Cada planta posee su propia facturación eléctrica, siendo la empresa Luz y Fuerza

del Centro quien suministra el fluido eléctrico en la tarifa horaria en media tensión (HM). Los siguientes cuadros presentan los datos promedio de la facturación eléctrica para el último año.

PLANTA 1		
DEMANDA PUNTA	3,184	kW
DEMANDA INTERMEDIA	3,281	kW
DEMANDA BASE	3,217	kW
DEMANDA FACTURABLE	3,219	kW
DEMANDA MEDIA	2,773	kW
PUNTA	188,196	kWh
INTERMEDIO	1,141,900	kWh
BASE	696,249	kWh
TOTAL	2,026,345	kWh
ENERGIA REACTIVA	909,266	kVARh
FACTOR DE POTENCIA	91%	%
FACTOR DE DEMANDA	84%	%
FACTURA MENSUAL	\$1,005.932	M.N.

PLANTA 2		
DEMANDA PUNTA	1,646	kW
DEMANDA INTERMEDIA	1,679	kW
DEMANDA BASE	1,655	kW
DEMANDA FACTURABLE	1,657	kW
DEMANDA MEDIA	1,148	kW
PUNTA	93,709	kWh
INTERMEDIO	456,563	kWh
BASE	288,659	kWh
TOTAL	838,931	kWh
ENERGIA REACTIVA	524,830	kVARh
FACTOR DE POTENCIA	92%	%
FACTOR DE DEMANDA	68%	%
FACTURA MENSUAL	\$ 468,132	M.N.

■ DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso de fabricación de la película de polipropileno, se describe de manera resumida en los siguientes puntos.

- 1.- Recepción de materia prima.
- 2.- Molido de materia prima para la obtención de pequeños granos de material.
- 3.- Preparación de la fórmula mezclando diferentes cantidades de material para la obtención de un producto en particular.
- 4.- Ingreso de la fórmula a máquinas inyectoras de plástico.
- 5.- A la salida de la inyectora se lamina el material produciéndose una película continua de plástico.
- 6.- Transportación de la película plástica a través de un proceso de enfriado y luego un proceso de calentado dentro de un horno donde adicionalmente se estira para adquirir el grosor y densidad requeridos. Dentro de esta etapa, los extremos de la película se recortan para ajustarse al tamaño de los rodillos de almacenamiento.
- 7.- Una vez fuera del horno el producto final se almacena en rodillos para su transportación.

- 8.- Los recortes así como los remanentes de material, son molidos para su reciclaje dentro de la planta.

■ DESARROLLO DEL PROYECTO

ALTOPRO, decidió emprender su programa de ahorro de energía por etapas; en la primera de ellas, se realizó un diagnóstico cuyos objetivos fueron determinar los potenciales para ahorro de energía eléctrica, derivados de las siguientes oportunidades:

- Sustitución de motores eléctricos de eficiencia estándar por otros de alta eficiencia.
- Sustitución de resistencias eléctricas en el horno de tratamiento de la película.
- Aplicación de convertidores de frecuencia en motores que operen con ciclos variables.

■ AREAS DE OPORTUNIDAD

Sustitución de motores eléctricos estándar por otros de alta eficiencia.

Esta aplicación para ahorro de energía consistió en utilizar motores eléctricos de la capacidad adecuada en cuanto a la potencia que requiere la carga acoplada al motor. Aprovechando adicionalmente las características de la manufactura de los motores eléctricos de alta eficiencia que redundan en un menor costo de operación.

Los equipos que se beneficiaron con esta aplicación son:

- Extrusores,
- Ventiladores,
- Bombas,
- Compresores,
- Molinos,
- Bombas de vacío,
- Aspiradores,
- Transportadores.

El trabajo se organizó primero por planta y luego por tableros de distribución, los resultados expresados en esta forma son los siguientes:

Para cada planta.

Planta1	Ahorro en demanda (kW)	Ahorro en consumo (kWh/año)	Ahorro económico (\$/año)	Inversión (\$)	Tiempo de recuperación (años)
Planta 1	95	737,052.00	\$371,768	\$915,351	2.46
Planta 2	15	125,443.00	\$ 62,052	\$192,984	3.11
Total	108	862,495.00	\$433,821	\$1,108,336	2.55

La planta que ha resultado con el mejor tiempo de recuperación es la uno con un retorno de la inversión de 2.46 años, la dos presenta 3.11 años, el promedio para ambas plantas es de 2.55 años.

Para cada tablero.

Las inversiones que se requieren para aplicar la sustitución de motores, presentaron un tiempo de recuperación entre 1.5 y 2.8 años para la planta 1, y en poco más de 3 años para la planta 2.

APLICACION DE CONVERTIDORES DE FRECUENCIA.

Esta medida para ahorro de energía consistió en acoplar convertidores de frecuencia variable a algunos motores eléctricos que operan en carga variable, ellos son: Molino Precortador, Molino 55 kW, Molino Erema, Extrusor Erema, Grinder 1.

Los ahorros de energía se obtuvieron como consecuencia de ajustar la operación de dichos motores a los requerimientos variables de la carga acoplada a los equipos que se propone instalen un convertidor de frecuencia.

Las siguientes tablas presentan los ahorros globales por cada equipo que resultó factible

Planta 1.

Planta	Tablero de Distribución	Ahorro en Demanda (kW)	Ahorro en Consumo (kWh/año)	Ahorro Económico (\$/año)	Inversión (\$)	Tiempo de Recuperación (años)
1	1	24.44	213,768	\$105,756	\$262,045	2.48
	2	30.80	193,334	\$102,370	\$285,521	2.79
	3	13.42	116,543	\$57,855	\$88,047	1.52
	4	19.61	171,619	\$85,015	\$234,420	2.76
	5	4.77	41,788	\$20,772	\$45,318	2.18
TOTAL		93.04	737,052	\$371,768	\$915,351	2.46

Planta 2.

Planta	Tablero de Distribución	Ahorro en Demanda (kW)	Ahorro en Consumo (kWh/año)	Ahorro Económico (\$/año)	Inversión (\$)	Tiempo de Recuperación (años)
2	1	5.24	45,959	\$22,726	\$71,943	3.17
	2	9.27	79,484	\$39,327	\$121,041	3.08
TOTAL		14.51	125,443	\$62,053	\$192,984	3.11

a la incorporación del convertidor de frecuencia.

En esta aplicación la fuente calorífica es totalmente independiente del proceso de

Equipo	Ahorro en Demanda (kW)	Ahorro en Consumo (kWh/año)	Ahorro Económico (\$/año)	Inversión (\$)	Tiempo de Recuperación (años)	TIR Anual sin Inflación	TIR Anual con Inflación
Molino Precortador	1.17	21,865	\$11,916	\$45,207	3.79	16	30
Molino 55 kW	3.26	57,144	\$31,318	\$88,711	2.83	37	54
Molino Erema	7.99	137,116	\$75,294	\$282,692	3.75	17	31
Extrusor Erema	9.83	183,750	\$100,144	\$315,851	3.15	29	44
Grinder 1 Tab. de Dist 1	0.96	17,997	\$9,808	\$40,798	4.16	10	24
TOTAL	23.21	417,871	\$228,479	\$773,259	3.38	21.8	36.6

La aplicación de convertidores de frecuencia ha resultado con un tiempo de recuperación de entre 2.8 y 4.2 años, siendo el Molino de 55 kW, el de menor tiempo de retorno y más alta rentabilidad. No obstante los demás equipos también presentan resultados interesantes.

SUSTITUCION DE RESISTENCIAS ELECTRICAS POR FLUIDO TERMICO EN HORNOS.

En la fabricación de la película, uno de los procesos intensivos en demanda de energía es el calentamiento, usado principalmente en la formación de la misma. Mediante la aplicación de calor la película puede ser estirada y luego obtener el espesor adecuado de acuerdo a las especificaciones de la producción.

calentamiento, en este caso en la situación inicial se utilizan resistencias eléctricas (como convencionalmente se hace en muchos otros lugares). Mediante esta propuesta será modificado el horno de resistencias eléctricas para el tratamiento de la película de plástico, por un sistema de calentamiento mediante un circuito térmico por el que circulara un fluido a alta temperatura a lo largo de la geometría del horno actual.

Con esta modificación se eliminará en su totalidad la energía eléctrica que demandan las resistencias eléctricas, sustituyendo la fuente energética inicialmente por Diesel y más por Gas Natural. La evaluación presentada en este resumen se refiere a los ahorros obtenidos utilizando diesel.

Demanda (kW)	Consumo (kWh/año)	Económico (\$/año)	Inversión (\$)	Tiempo de Recuperación (años)	TIR Anual sin Inflación	TIR Anual con Inflación
246	2,157,988	\$314,380	\$1,250,000	3.9	24%	42%



Los ahorros que la empresa obtendrá una vez que aplique las medidas será de 246 kW y 2,157,988 kWh al año, redundando en un beneficio económico de más de \$300,000.00 al año. La inversión requerida es de \$1,250,000.00 y se recuperará en 3.9 años.

Es conveniente mencionar que para cuando en la zona exista la disponibilidad de gas natural como combustible, los ahorros se



incrementarán a \$900,000.00 al año, haciéndose esta medida aún más rentable.

la tasa de interés en UDÍ'S, o bien contra PRIME RATE de los Estados Unidos.

RESUMEN DE AHORROS

En resumen, finalmente los ahorros para los tres proyectos desarrollados serán los siguientes:

La tasa interna de rentabilidad considerando la situación de México con una inflación anual del 14%, genera una rentabilidad del 43%, valor que puede ser comparado contra una tasa de interés comercial mexicana, como

Medida de Ahorro	Ahorros			
	Sustitución de Motores Estándar por AE	Instalación de CFV	Sustitución de Resistencias	Total
Demanda (kW)	107.55	23.21	246.34	377
Consumo (kWh/año)	862,495	417,871	2,157,966	3,438,332
Económico (\$/año)	\$433,821	\$228,479	\$314,380	\$976,680
Inversión (\$)	\$1,108,335	\$773,259	\$1,250,000	\$3,131,594
Tiempo de Recuperación (años)	2.55	3.38	3.98	3.21
TIR Anual sin Inflación	89%	22%	24%	28%
TIR Anual con Inflación	126%	37%	42%	43%

el costo porcentual promedio que en la actualidad es del 16%. El proyecto entonces genera: casi 3 veces más interés que el valor comercial del dinero en México.

CONCLUSIONES.

El proyecto de demostración de ahorro de energía en su fase de diagnóstico energético reveló la posibilidad de obtener excelentes ahorros de energía y capital.

ALTOPRO es una empresa consciente de su responsabilidad social y posee un enorme interés

En total se tiene un potencial de ahorro de 377 kW, 3,438,332 kWh/año, y \$976,680.00 anuales.

por reducir la contaminación ambiental asociada con el uso inadecuado de la energía, así como para mejorar constantemente la calidad de sus productos e incrementar su productividad.

Se requirió una inversión de \$3,131,594.00, sin incluir IVA.

La inversión será recuperada en 3.21 años.

ALTOPRO comprueba además con este tipo de proyectos que el ahorro de energía es un buen negocio, que nos conviene a todos.

La tasa interna de rentabilidad, considerando un flujo de efectivo en dinero constante, o en una economía no inflacionaria es del 28%, este valor puede ser comparado contra





FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
Mariano Escobedo No. 420, 1er. piso. Col. Anzures. México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra hoja web:
<http://www.fide.org.mx>