

Antecedentes

Linde de México, S.A. de C.V., es una empresa dedicada a la elaboración de gases industriales, perteneciente al grupo Linde, que a nivel mundial opera más de 200 plantas, 100 de las cuales se localizan en los Estados Unidos de América y 6 en México. Las plantas operadas por este grupo industrial en México registran un consumo anual de energía eléctrica de 381 GWH, en tanto que la demanda asciende a 45 MW y su facturación es de 47.9 millones de nuevos pesos al año.

Las 6 plantas de Linde de México, S.A. de C.V., se ubican en las ciudades de Coahuila de Zaragoza, Ver., Guadalajara, Jal., Mexicali, B.C., 2 plantas en la ciudad de México y una más en Monterrey, N.L., que fue en la que se llevó a cabo el proyecto demostrativo.

Las condiciones iniciales de la planta de Linde de México, S.A. de C.V., la cual se encuentra en la tarifa HSL, al inicio del proyecto, en agosto

de 1993, en lo que se refiere a las principales variables eléctricas, eran las siguientes:

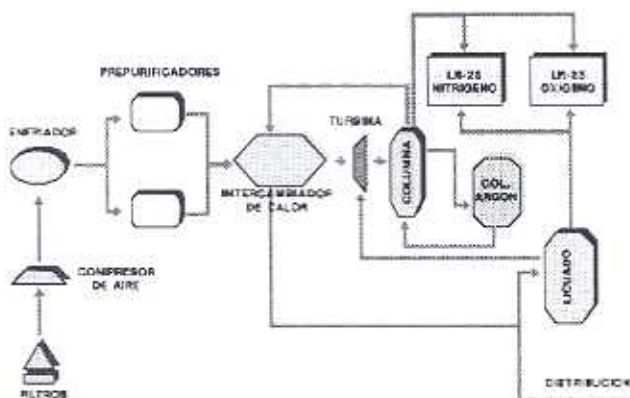
CONCEPTO	UNIDADES
Demanda Pico:	12,572 kW
Consumo:	12'126,191 kWh
Demanda Base:	17,451 kW
Factor de Carga:	89.02 %
Factor de Potencia:	95.92 %
Facturación:	N\$ 1'525,323.00

Desarrollo del Proyecto Diagnóstico.

El diagnóstico energético se enfocó a las áreas que registran mayores consumos y demanda de energía eléctrica, como son los 4 compresores centrífugos, que en total representan el 67% de la carga instalada, lo que equivale a 11,687 kW, y los servicios generales que incluyen torres de enfriamiento, los equipos de aire acondicionado y los de bombeo. El impacto de estas 2 áreas en el consumo y demanda de energía eléctrica está en función del proceso productivo utilizado que consiste en la compresión de aire atmosférico, para obtener diversos productos como son oxígeno, argón y nitrógeno principalmente, mediante un proceso de destilación.

En el siguiente diagrama, se presenta a manera de bloques el proceso productivo, en este, se indican los equipos más importantes, así como los servicios auxiliares con que cuenta dicha empresa.

DIAGRAMA BASICO DEL PROCESO



Áreas de Oportunidad

Como resultado de las diversas mediciones realizadas, del análisis del proceso productivo así como de los programas de mantenimiento, se detectaron las siguientes áreas de oportunidad.

Compresores y Turbinas

En estos equipos se probó el uso de lubricantes de última generación, también conocidos como aceites sintéticos, encontrándose que disminuyen el esfuerzo mecánico de las partes y permiten reducir el consumo de energía eléctrica en un 3.03%.

Del mismo modo, se analizó y se determinó la

factibilidad técnica, a través de pruebas específicas, de eliminar la operación de 2 de los 4 compresores durante el horario pico.

Torres de Enfriamiento

Como resultado del estudio técnico de la torre de enfriamiento, se detectó que este equipo estaba operando en forma excesiva, por lo que se analizaron los requerimientos reales de agua para el proceso productivo, con lo que fue posible comprobar la posibilidad de sacar de operación una de las bombas del sistema de recirculación de agua y uno de los ventiladores de la torre de enfriamiento.

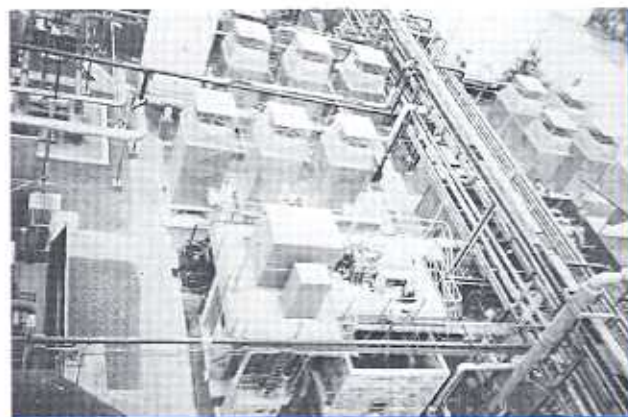
Motores

Los motores acoplados a los compresores centrífugos, durante el período que permanecen sin operar, utilizaban resistencias eléctricas tipo space heater, con el fin de mantener condiciones de temperatura para evitar la penetración de humedad entre la carcasa y el estator. Como resultado del diagnóstico se determinó que estas resistencias se podían sustituir por bobinas de tubo de cobre, con circulación, en su interior, de nitrógeno residual, evitando de esta manera el consumo de energía eléctrica, manteniendo las condiciones requeridas en los equipos.

Aire Acondicionado y Sistema de Iluminación

Al ser analizadas las condiciones de operación de estas 2 áreas, se determinó que estaban operando más tiempo del necesario pudiendo desconectarlas durante el período de punta.

Por otro lado, se detectó la posibilidad de operar los sistemas de aire acondicionado instalados en las subestaciones, exclusivamente como sistemas de ventilación durante las horas pico, lo que sin afectar las condiciones requeridas en estas áreas, permite reducir el consumo de energía eléctrica de los equipos.





■ Potenciales de Ahorro

En el siguiente cuadro se resumen los potenciales de ahorro para cada una de las medidas detectadas durante el diagnóstico energético.

medida, se logrará un ahorro adicional de 8'928,244 kWh/Año, 315 kW y N\$ 698,281.00 anuales.

No.	CONCEPTO	AHORRO			INVERSION MILES N\$	RECUPERACION MESES
		kWh/AÑO	kW	N\$/AÑO		
1.	ACEITE SINTETICO EN LUBRICACION DE COMPRESORES Y TURBINAS	2,390,190	552	463,301	268,072	6.94
2.	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL PROCESO	1,899,730	357	387,825	60,000	1.86
3.	INCREMENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	---	---	104,628	50,800	5.73
4.	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	228,890	81	62,199	25,000	4.82
5.	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO	80,090	54	33,171	20,000	7.24
6.	SUSTITUCION DE LAS RESISTENCIAS SPACE HEATER DE MOTORES PRINCIPALES	26,050	21	12,461	10,000	9.63
7.	OPTIMIZACION ENERGETICA DEL PROCESO MEDIANTE EL CONTROL AUTOMATICO DE SUS PRINCIPALES CARGAS	21,161,710	6,701	4,529,527	379,000	1.00

■ Medidas Aplicadas y Resultados

Medidas Aplicadas

Las medidas ya aplicadas y los resultados obtenidos se describen a continuación:

Optimización Energética del Proceso

Actualmente se realiza en forma manual el control de la demanda, mediante el cual se desconectan 2 compresores durante la hora pico, operando los otros 2 para continuar con la alimentación de aire y mantener el fluido del sistema de recirculación de nitrógeno. Para asegurar los ahorros logrados en las horas pico y alcanzar ahorros adicionales en las horas base, se recomendó y se está instalando un control automático de demanda, con lo que se está ahorrando 8'001,064 kWh anuales, 5,046 kW, con un ahorro económico de N\$ 2'961,719.00 al año.

Adicionalmente, con la automatización de esta

Sustitución de Resistencias Eléctricas Space Heater por Nitrógeno Residual

Esta medida se aplicó inmediatamente después de que fue recomendada y probada su factibilidad técnica. La medida consiste en utilizar el nitrógeno residual que se obtiene como resultado del proceso de compresión y destilación de gases del aire atmosférico, ya que la temperatura de salida de este gas es suficiente para sustituir a las resistencias eléctricas que estaban siendo utilizadas para mantener las condiciones adecuadas de temperatura y humedad de los motores acoplados a los 4 compresores centrífugos.

Con esta acción los resultados obtenidos con relación al ahorro de energía eléctrica es de 26,059 kWh/Año, de 21 kW, con un impacto económico de N\$ 12,461.00 anuales.



Optimización de los Sistemas de Aire Acondicionado e Iluminación

En lo que se refiere al alumbrado, se desconectó la iluminación de las subestaciones y áreas de la planta que no son indispensables durante las horas pico. En tanto que con relación a equipos de aire acondicionado, fueron desconectados los ubicados en áreas administrativas. Asimismo, en las subestaciones se mantuvo la operación de los equipos de aire acondicionado exclusivamente como ventiladores, con dichas medidas se logró un ahorro en el consumo de 308,970 kWh/Año, 135 kW y un ahorro en la facturación de N\$ 95,370.00 anuales.

Utilización de Aceite Sintético para Lubricación de Compresores.

Se sustituyó el lubricante normalmente utilizado en los compresores por aceite sintético, lo que permitió disminuir las fricciones en el interior de los compresores y con ello el consumo de energía eléctrica de estos equipos. Los ahorros alcanzados con esta acción son de 2'390,190 kWh/Año, 552 kW y un ahorro económico de N\$ 463,301.00 al año.

Optimización de la Operación de las Torres de Enfriamiento

Con relación a esta medida y como resultado del proyecto, se dejaron de operar una de las bombas para recirculación de agua, y uno de los ventiladores de la torre de enfriamiento. Con esta acción se está logrando un ahorro de energía eléctrica de 1'899,730 kWh/ anuales, de 357 kW y una disminución en la factura de N\$ 387,825.00 al año.

Ahorros Obtenidos

En el siguiente cuadro se presentan los principales valores de las facturas correspondientes a los meses de agosto de 1993, julio de 1994, y los esperados a diciembre de 1994, fecha en la que estará operando el control automático de demanda.

MES CONCEPTO	AGOSTO DE 1993	JULIO DE 1994	PORCENTAJE DE AHORRO	NOVIEMBRE DE 1994*	PORCENTAJE DE AHORRO
CONSUMO kWh/MES	12'124,171	11'815,817	8,7 %	10'329,999	14,8 %
DEMANDA kW	17,451	17,340	95,8 %	17,825	94,8 %
FACTURACION NÓMINES	1'525,323	1'286,600	20,4 %	1'177,910	22,8 %

* Ahorro asegurado

Conclusiones

Como resultado de este proyecto se han obtenido ahorros anualizados de N\$ 3'920,676.00, lo que equivale al 21.4 % de la facturación eléctrica de la planta Linde de México, S.A. de C.V., ubicada en Monterrey, N.L. A partir de diciembre de 1994 el ahorro anualizado alcanzará N\$ 4'168,456.00.

Los ahorros conseguidos en este proyecto demuestran la alta rentabilidad de las inversiones destinadas a la aplicación de medidas para optimizar el consumo de energía eléctrica; en este caso en particular, en la industria de gases industriales.

