

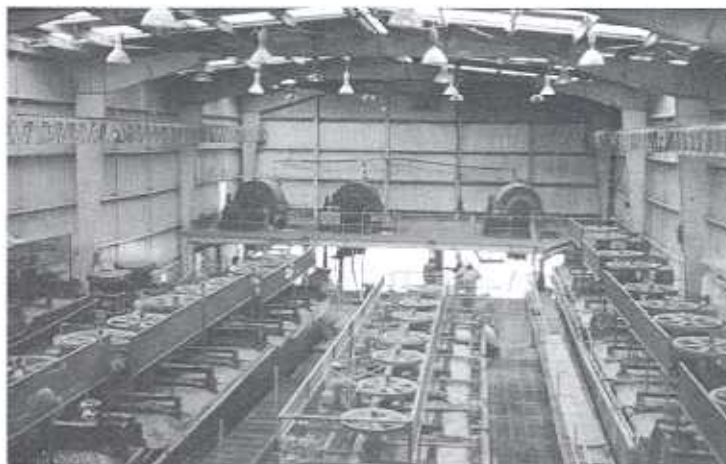
■ OBJETIVO

Con el objetivo de proponer un programa para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica, el cual es demandado por la situación energética del país, además de obtener los múltiples beneficios que se generan por este programa, Minera Tayahua, S.A. de C.V., se acercó al FIDE para realizar un diagnóstico energético en sus instalaciones.

■ ANTECEDENTES.

Minera Tayahua, se encuentra localizada en el estado de Zacatecas, en el poblado denominado Terminal de Providencia, situado a la altura del kilómetro 112 de la carretera Saltillo - Coahuila.

Su actividad es la minería, obteniéndose principalmente los concentrados de cobre, plomo y zinc, produciéndose mensualmente un promedio de 29,281 toneladas de mineral molido de los cuales 19,298 toneladas son de mineral de Pb-Zn y 9,983 toneladas son de mineral de Cu.



Debido a las necesidades específicas de cada departamento, los horarios que se consideran son los siguientes:

1er. Turno	7:00 a 15:00 hrs.
2o. Turno	15:00 a 23:00 hrs.
3er. Turno	23:00 a 7:00 hrs.

La energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad a una tensión de 34.5 kV, con tarifa contratada en HM para la planta de beneficio de mineral y tarifa OM para la mina (unidad de Terminal y Salaverna, respectivamente).

Sus parámetros eléctricos promedio al mes, se presentan a continuación:

Parámetro	Tarifa HM	Tarifa OM
kW demanda punta	1,969	—
kW demanda base	1,995	—
kW demanda facturable	1,976	903
kWh punta	151,342	—
kWh base	777,844	—
kWh totales	929,186	273,175
Factor de potencia	94.79	96.13
Factor de carga	63.66	42.32
Facturación básica mensual	179,696.28	60,434.28

■ PROCESOS DE PRODUCCION.

Sistemas de explotación.

Debido a la situación mundial de los precios de los metales, y en general de la minería, Minera Tayahua aplica los sistemas de explotación que mejoran su productividad y que disminuyen los costos de producción. Utilizando para esto tecnologías avanzadas y capacitando al personal que aplica y supervisa la implementación de estos métodos de explotación.

Los sistemas de explotación son:
Glory – Hole.

Tumbe sobre carga.

Corte y relleno con tepetate.

Tumbe por subniveles con barrenación semilarga.

Para la implementación de alguno de estos sistemas, se utilizan criterios como: la forma y dimensión del cuerpo, el comportamiento de la geología estructural, la ley del mineral, las características de la roca encajonate, la distribución de valores, la disolución del sistema de minado, la máxima seguridad, la productividad del sistema y los costos del minado.

La secuencia de la etapas de cada método de explotación, es como sigue:



En la planta de Beneficio, el proceso de producción es como sigue:

COMBINADOS DE PLOMO Y ZINC.

Sección de trituración.

En la planta inicia el proceso en el circuito de trituración, recibiendo un material de 6 a 7" de grueso aproximadamente, el cual es de

positado en 8 tolvas de 300 toneladas cada una, las que mediante un alimentador de banda alimentan a su vez a una banda general que descarga a una quebradora primaria de quijada. El producto de esta se reduce a 2 1/2" y es descargada a una banda transportadora que lo manda a una criba vibratoria.

El producto es afinado a un circuito cerrado, el 50% del producto pasa por una banda transportadora a una quebradora y el otro 50% pasa por otra quebradora diferente. Los productos de estas dos quebradoras se juntan en una misma banda y retornan a la criba vibratoria. El producto menor a 3/4" es depositado en tolvas de finos por medio de un carro repartidor.

Sección de molienda Pb-Zn.- La descarga de las tolvas de finos es manejada por medio de una banda, la cual descarga a otra banda que alimenta al molino de 9x9 pies. La pulpa del molino es mandada, por medio de una bomba centrífuga, a un ciclón que clasifica la pulpa para de ahí enviar el fino, por gravedad, a las celdas de flotación del circuito de plomo, y el grueso, también por gravedad, retornarlo al molino que trabaja en circuito cerrado.

Sección de flotación.- El producto fino es mandado a unas celdas de flotación, en este equipo se lleva a cabo la flotación primaria y agotativa de plomo, el producto primario pasa a unas celdas limpiadoras donde finalmente se dan dos limpias y se obtiene el concentrado final de plomo.

Las colas de las celdas pasan a un tanque acondicionador donde, por medio de reactivos, se activa el zinc. El producto del tanque de acondicionamiento pasa a unas celdas donde

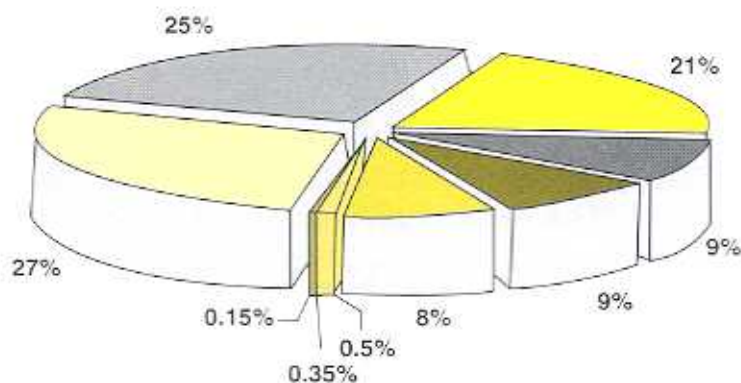
se hace el concentrado primario y agotativo. Por último, al producto primario se le dan varias limpias en unas celdas limpiadoras para obtener el concentrado final.

El concentrado final de zinc pasa a un tanque espesador. La pulpa, con alto contenido de sólidos, es bombeada a un filtro de tambor, dando un producto final con una humedad menor al 10%.

Para el concentrado de cobre el proceso de producción es el mismo que para el de combinación de plomo y zinc.

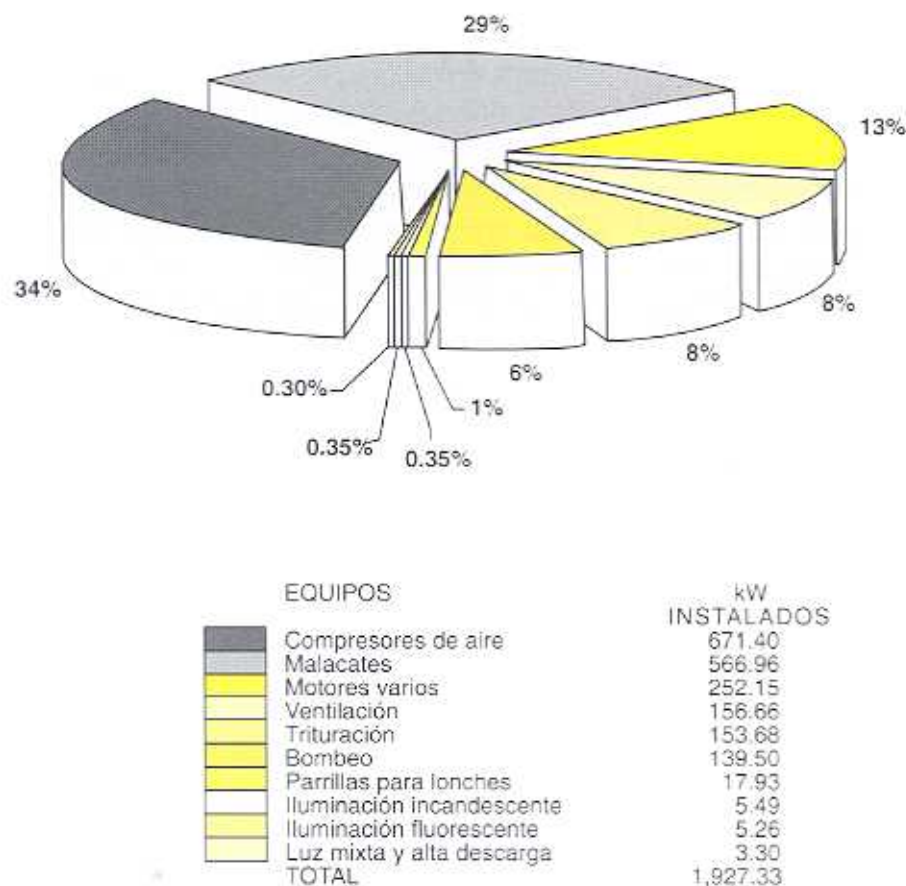
CARGA INSTALADA POR SECTORES.

De acuerdo al levantamiento de cargas realizado en la planta de Beneficio, la carga instalada en los diferentes sectores es de aproximadamente 3,516.09 kW y está distribuida de la siguiente manera:



EQUIPOS	kW INSTALADOS
Flotación	968.50
Molienda	891.50
Trituración	730.33
Varios	308.84
Jales	301.00
Filtrado	286.50
Iluminación de alta descarga	25.46
Iluminación fluorescente	1.46
Iluminación incandescente	2.5
TOTAL	3.516.09

En la planta de Mina, la carga instalada en los diferentes sectores es de 1,927.33 kW y está distribuida de la siguiente forma:



cantidad suficiente de mineral triturado para soportar 4.5 horas de paro.

Para asegurar que no se registrara la demanda en horario pico, era necesario detener el área de trituración en forma manual de las 17:45 a las 22:15 hrs. Además, para asegurar la producción mensual programada, es necesario trabajar las 24 hrs del domingo y realizar los mantenimientos durante el horario pico, para aprovechar el paro de la línea.

Con la aplicación de esta medida se tienen ahorros por 265 kW de demanda y \$25,347.00 de ahorro en facturación mensual.

MEDIDAS POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

Control de demanda en horario pico del área de trituración:

En el área de molienda de material se requiere que éste cumpla con cierto tamaño, el cual se le da en el área de trituración, la cual cuenta con equipo que demanda una cantidad importante de kilowatts-hora en horario pico.

La recomendación fue el paro de esta área, para lo cual era necesario que las tolvas de finos del área de molienda contuvieran la

Sellado de fugas en las líneas de aire comprimido:

Dado que el objetivo principal de un compresor es suministrar aire comprimido, es obvio que cualquier pérdida de cualquier cantidad de este aire motiva una disminución del rendimiento del sistema. Como para comprimir aire se necesita consumir energía, al perder aire comprimido por fugas y escapes lo que se pierde en realidad es energía; el costo que representa el aire perdido puede llegar a ser considerable.

Los puntos de fuga más frecuentes son: válvulas, juntas de tuberías y mangueras, en

chufes rápidos, herramientas neumáticas y equipos. Lo que tiene como consecuencia pérdidas de 767.50 lb/pulg².

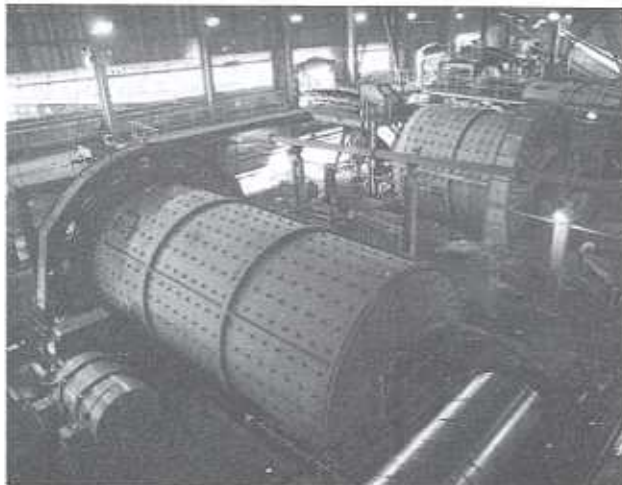
La recomendación fue la de sellar las fugas, renovando empaques en válvulas y uniones de tuberías, sustituyendo válvulas defectuosas y dar mantenimiento general a las líneas de aire comprimido, todo esto con personal propio de la planta.

La aplicación de esta medida tiene ahorros de 45,420.58 kWh/mes y \$17,243.01 de ahorro en facturación mensual.

Paro en horario pico del compresor No. 4 y del malacate del contratiro 4:

El compresor y el malacate se encuentran en el interior de la mina, sin embargo, su alimentación eléctrica es desde la planta de Beneficio en tarifa HM; por su modo de operación en conjunto resulta más conveniente su alimentación en tarifa HM que en OM.

Al aplicar la medida de sellado de fugas en la línea de aire comprimido, la capacidad del sistema de aire comprimido aumentará, por lo que en horario punta, además de ser



un horario en el que la demanda de aire comprimido disminuye, es factible detener la operación del compresor.

Para poder detener el malacate durante el horario punta, es necesario programar los movimientos de la calesa además de concientizar al personal del buen uso del mismo. La forma de realizar la programación de los movimientos de la calesa es determinando los horarios de bajadas y subidas del personal minero, así como los períodos de mantenimiento.

La aplicación de esta medida tiene como resultado un ahorro en demanda de 92 kW, 3,469.06 kWh/mes.

Sustitución del lubricante convencional en compresores de mina, con lubricante sintético:

En la actualidad existe en el mercado lubricantes sintéticos que reducen en gran medida la fricción entre las piezas mecánicas a comparación de los lubricantes convencionales. La inversión se justifica ya que además del ahorro de energía obtenido por disminución significativa en los gastos de mantenimiento (mano de obra, desgaste de piezas y filtros, tiempos muertos, cambios de aceite cada 8,000 hrs, etc.), en algunos casos se ha observado un incremento en la capacidad del compresor.

Con esta medida se tienen ahorros de 14 kW en demanda, 564.08 kWh base/mes, 193.08 kWh pico/mes y 8,822.43 kWh en tarifa OM.

Cambio de la orientación de toma de succión de aire del compresor No. 4:

El compresor No. 4 se encuentra encerrado en un cuarto muy pequeño. Durante el fun-

cionamiento de éste aumenta la temperatura hasta índices muy elevados, por ejemplo, durante las mediciones se registró una temperatura promedio de 36°C en el interior del cuarto, mientras que en el exterior existía una temperatura ambiente promedio de 23°C.

A temperatura más baja, la densidad del aire aumenta, por lo que para el mismo volumen, la masa de aire es mayor. Al succionar el compresor aire más denso, por estar a más baja temperatura, comprime más masa de aire con el mismo trabajo.

El ahorro en consumo es de 414.01 kWh ba-

Sustitución de equipo de bombeo convencional por equipo de bombeo de alta eficiencia:

En base al estudio realizado de las principales bombas existentes en la empresa y en base a mediciones reales de parámetros hidráulicos y eléctricos del sistema, se realizó una selección de bombas de alta eficiencia que pudieran sustituir a las bombas convencionales con una eficiencia demasiado baja.

En el siguiente cuadro se muestra el cambio propuesto:

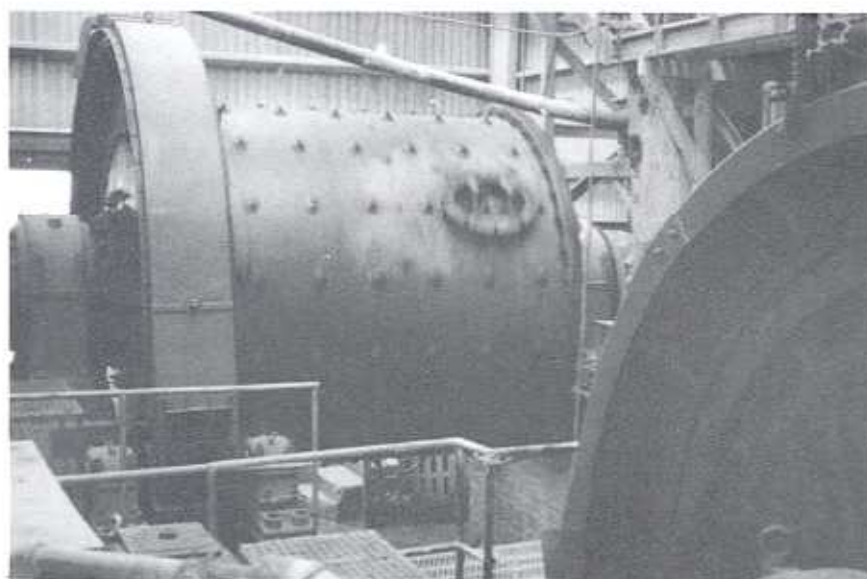
No. de Bomba	Bomba convencional				Bomba de alta eficiencia			
	Gasto	Carga	Potencia	Eficiencia	Gasto	Carga	Potencia	Eficiencia
1	187.1	223.7	40	37.8	187	240	15	69.5
2	217.2	393.6	85	36.5	217	420	30	70.1
3	158.5	546.4	60	42.6	158	590	30	70.2
4	69.7	249.3	30	17.3	70	310	7.5	70.0

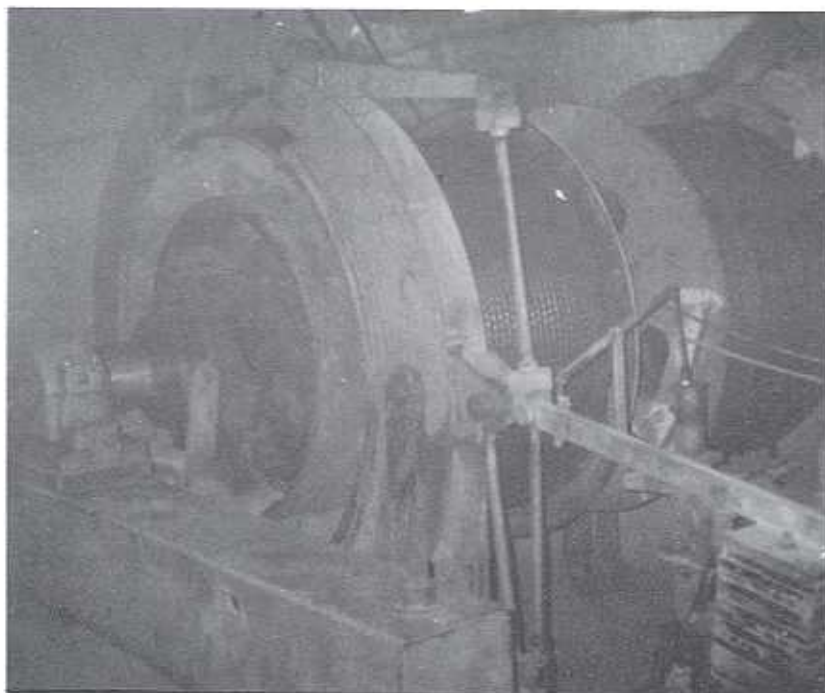
se/mes y 175.5 kWh pico/mes lo que tiene como consecuencia un ahorro en facturación de \$282.16 al mes.

De la tabla anterior se observa que con bombas de alta eficiencia se tiene el mismo gasto y carga, con una potencia menor y una eficiencia mayor. De la aplicación de esta medida se tienen ahorros en demanda por 61.4 kW y 19,812 kWh al mes en consumo.

Optimización del sistema de aire comprimido en compresor No. 3:

Durante el estudio se encontraron dos compresores de la misma capacidad, sin embargo el compresor No. 3 tiene un consumo de energía considerablemente mayor que el compresor No. 2. Las causas de esta diferen-





Optimización del sistema de alumbrado, mediante la sustitución de equipo convencional por equipo de alta eficiencia:

Los gabinetes instalados estaban pintados con esmalte blanco en la parte superior, lo que no permitía que los luxes proyectados a esta sección del gabinete fueran reflejados hacia el área de trabajo. Con la instalación de reflectores ópticos con película de aluminio acabado espejo, con eficiencia del 96% de reflexión, se elimina el 50% de los bulbos y balastos, considerando un beneficio adicional

la disminución del calor producido, reduciendo así la carga térmica del edificio.

cia son debidas principalmente a malas condiciones de los aditamentos del compresor No. 3.

Ambos compresores están conectados a la misma red de aire comprimido, alimentando a los mismos equipos neumáticos necesarios para el proceso de tumbe de mineral, por lo que teóricamente deben estar trabajando a la misma demanda de energía.

Con las mediciones realizadas se pudo observar lo siguiente:

Equipo	kW facturables	kWh
Compresor No. 2	157	61,179.85
Compresor No. 3	197	85,860.47

La recomendación fue la realización de mantenimiento preventivo más frecuente y cambio de baleros y mantenimiento al motor del compresor. Con lo cual se tienen ahorros de 32 kW en demanda y 19,744.50 kWh/mes en consumo.

También se hizo la recomendación de sustituir las lámparas fluorescentes tradicionales por tubos fluorescentes ahorradores de energía.

Por último, se recomendó la sustitución de lámparas de vapor de mercurio de 400 Watts por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 Watts. Cabe mencionar que los niveles de iluminación no cambiaron, ya que los dos tipos de lámparas proporcionan el mismo flujo luminoso: 23,000 lúmenes. Estas lámparas se encuentran ubicadas en la minera, donde la luz amarilla que proporciona la lámpara de vapor de sodio de alta presión no provoca ningún tipo de inconveniencia.

Con la aplicación de esta medida se tienen ahorros de 12 kW en demanda, 2,561.46 kWh base/mes y 847.12 kWh punta/mes en consumo.



A continuación se muestra la tabla resumen de las medidas aplicadas en Minera Tayahua, en donde se puede observar los beneficios alcanzados.

medidas de ahorro que, sin necesidad de inversión alguna, al aplicarlas se obtienen ahorros de 357 kW en demanda y 586,675.68 kWh/año en consumo, representando un

No.	MEDIDA	AHORROS			INVERSION \$	T.S.R. años
		kW	kWh/año	\$/año		
1	CONTROL DE DEMANDA EN HORARIO PICO DEL AREA DE TRITURACION	265.00	—	304,173.84	NULA	INMEDIATA
2	SELLADO DE FUGAS EN LAS LINEAS DE AIRE COMPRIMIDO	—	545,046.96	206,916.12	NULA	INMEDIATA
3	PARO EN HORARIO PICO DEL COMPRESOR No. 4 Y DEL MALACATE DEL CONTRATIPO 4	92.00	41,628.72	8,245.95	NULA	INMEDIATA
4	SUSTITUCION DE LUBRICANTE CONVENCIONAL EN COMPRESORES DEMINA, POR LUBRICANTE SINTETICO	14.00	114,955.08	52,779.80	7,155.29	0.14
5	CAMBIO DE LA ORIENTACION DE TOMA DE SUCCION DEL COMPRESOR No.4	—	7,074.12	3,385.92	2,100.00	0.62
6	SUSTITUCION DE EQUIPO DE BOMBEO CONVENCIONAL POR EQUIPO DE BOMBEO DE ALTA EFICIENCIA	61.40	237,744.00	127,775.64	216,949.60	1.70
7	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO, EN COMPRESOR No. 3	32.00	236,934.00	317,110.99	100,135.00	0.32
8	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO, MEDIANTE LA SUSTITUCION DE EQUIPO CONVENCIONAL POR EQUIPO DE ALTA EFICIENCIA	12.00	40,902.96	25,615.84	35,681.80	1.39
TOTAL		476.40	1,224,285.84	1,046,004.10	362,021.69	0.35

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
 León Tolstoi No. 22, 4° piso, Col. Anzures, México, D.F.
 C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 <http://www.fide.org.mx>

■ CONCLUSIONES.

La realización de proyectos de ahorro de energía eléctrica en cualquier rama de la industria es siempre atractivo y la rama minera no es la excepción. Con el diagnóstico energético en Minera Tayahua se encontraron

ahorro importante en su facturación.

Con la implementación de las otras medidas, se tienen ahorros también importantes en demanda y en consumo, lográndose ahorros en facturación de \$526,668.19 al año con un tiempo de recuperación de 0.35 años.