



**COMISIÓN DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA REGIONAL
COMITÉ NACIONAL VENEZOLANO**

V CIERTEC - SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE GESTIÓN DE PÉRDIDAS, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROTECCIÓN DE LOS INGRESOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO

**Área de Distribución y Comercialización
Identificación del Trabajo: VE-116
Maceió, Brasil, Agosto de 2005**

PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS

Tema 3: Eficiencia Energética

Autores: ALEX RAFAEL LUZARDO BARRIOS – Autor

Empresa o Entidad: ENERGÍA ELÉCTRICA DE VENEZUELA, CA

PALABRAS-CLAVE:

Ahorro
Alta eficiencia
Reducción
Emisiones
Aires acondicionados

DATOS DEL AUTOR RESPONSABLE

Nombre: Alex Luzardo
Cargo: Jefe unidad de Opt. Energética
Dirección: calle 77 entre av 10 y 11
Teléfono: 582617903834
Fax: 582617904130
E-Mail: coe@enelven.com.ve

El estado Zulia ocupa en Latinoamérica el 1er lugar en consumo de electricidad per capita en el sector residencial, razón por la cual desde el año 1992 la empresa ENELVEN viene desarrollando planes en pro del uso eficiente de la energía. A partir de ese año se realizan los primeros estudios para detectar las causas y posibilidades de ahorro de energía en el sector residencial, concluyendo que son tres las causas que inciden en el consumo: Hábitos y costumbres en el uso de la electricidad, eficiencia de los artefactos eléctricos y la calidad térmica de las edificaciones. Para cada factor ENELVEN ha desarrollado planes para ayudar a los usuarios del servicio a disminuir su consumo, bajo la premisa de mantener o mejorar los niveles de confort, pero utilizando las mejores técnicas o equipos, obteniendo una disminución en el consumo.

En este artículo se describen las acciones desarrolladas y los resultados obtenidos para cada uno de los factores que influyen en el consumo de electricidad. Para el factor hábitos se creó un centro de información y laboratorio denominado Centro de Optimización Energética (COE), en el cual se realizan demostraciones de consumo, charlas a públicos objetivos, asesorías personalizadas a los usuarios en cuanto al uso y consumo de cada uno de los equipos eléctricos del hogar a través de un grupo de asesores técnicos que visitan a los usuarios en sus domicilios. Para el factor eficiencia de los equipos eléctricos, basado en las conclusiones del estudio de consumo se determinó como responsable del 76% del consumo en clientes residenciales al aire acondicionado, se desarrolló un programa que permite la disminución del consumo de energía por el uso de estos equipos, promoviendo a su vez una nueva cultura de consumo.

Este programa se denominó “PROGRAMA DE SUSTITUCION DE AIRES ACONDICIONADOS”, mecanismo que permite a los clientes residenciales sustituir sus unidades ineficientes por unidades de alta eficiencia, mediante un sistema de financiamiento. Para el tercer factor calidad térmica de las edificaciones, se creó una comisión integrada por los principales actores relacionados con la construcción en el estado. Esta comisión desarrolló estrategias hacia la creación de una normativa legal que regule la ganancia térmica de la edificación, que reúna el consenso de todos los involucrados,

Los resultados han sido satisfactorios en cada uno de los planes, entre los que podemos nombrar:

- Reducción de 25% del consumo total de electricidad en los clientes incorporados al Programa de Sustitución de aires acondicionados
- Reducción de 110.000Tm/año de emisiones de CO₂.
- Cambio en los patrones de compra de equipos de aires acondicionados
- Finalmente se logró la aprobación por parte de las autoridades locales de la Ordenanza que regula la calidad térmica de las edificaciones.

Se puede concluir que los proyectos que apoyan el uso eficiente de la energía benefician tanto a clientes, empresas eléctricas y al estado, al preservar los recursos energéticos, contribuir al desarrollo de una cultura de consumo eficiente de la energía y con ello garantizar el crecimiento del país.

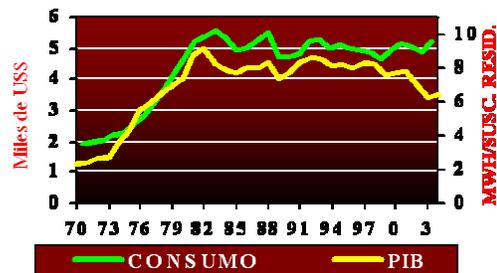
INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se anexa un resumen del proyecto denominado “Programa de Sustitución de Aires Acondicionados”, en dicho resumen abarcamos desde una reseña del trabajo desarrollado por la empresa ENELVEN en favor de uso eficiente de la energía, tocando los antecedentes que motivaron al desarrollo de los diferentes programas, luego la fase de desarrollo o creación del proyecto, cálculo de los beneficios, tanto económicos como ambientales, costos asociados a la ejecución del proyecto, estructura propuesta para el funcionamiento, explicación del esquema operativo, resultados obtenidos hasta la fecha y finalmente las conclusiones obtenidas. Es importante destacar que este proyecto está totalmente en productivo, con resultados interesantes en todas las áreas que toca, siendo el mismo único en Venezuela y arrojando resultados altamente satisfactorios para todos los actores del mismo, lo cual nos permite concluir que este tipo de programa constituye una vía válida para mejorar la calidad de vida de nuestros habitantes, contribuir con el mejoramiento del medio ambiente y mejorar las finanzas de la empresas eléctricas al mejorar la capacidad de pago de los clientes.

ANTECEDENTES

A partir de la década de los 70 y hasta principio de los noventa, el consumo energético del Estado Zulia creció sostenidamente, esto se observa en el Anexo A. Este crecimiento fue producto de la expansión demográfica experimentada por la ciudad, debido a una mejora en el poder adquisitivo de la población, como consecuencia del alza en los precios del petróleo, y por unas tarifas que no reflejaban los costos reales del servicio, originando que el promedio de consumo residencial pasara de 3.500 kWh/año por cliente residencial a 9.800 kWh/año. Sin

embargo en la década de los noventa el gobierno nacional llevó a cabo una política de reducción progresiva de los subsidios, lo que provocó un aumento importante en el precio de la energía, por lo que el peso del pago por consumo de energía en el presupuesto familiar aumentó del 5% al 25% y en algunos casos hasta el 50% del ingreso familiar, lo que motivó a la empresa de servicio eléctrico ENELVEN a desarrollar estudios de consumo de los clientes residenciales, con el objeto de evaluar las causas del alto consumo de energía en el estado y sus posibles soluciones. (Ver gráfica 1)



Gráfica 1 Consumo promedio anual vs PIB

De estos estudios se desprende que son tres los factores que inciden en el alto consumo de electricidad: hábitos y costumbres del uso del servicio, eficiencia de equipos eléctricos y calidad térmica de las edificaciones.

PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO DESARROLLADO POR ENELVEN

Un análisis más profundo de los principales factores que motivan el alto consumo de energía eléctrica se describe a continuación, así como los planes que se generan para su tratamiento:

- Hábitos y costumbres en el uso de la electricidad, los cuales estaban muy influenciados por el alto subsidio de la tarifa eléctrica, la creencia de la población de que el país posee infinitos recursos energéticos disponibles y por tanto merecidos por ellos para su uso, esto motivó que la variable de ahorro energético

no estuviera considerada en la vida de la población.

- Eficiencia de los artefactos eléctricos, debido a las condiciones del clima cálido húmedo del estado, el cliente a lo largo de los años ha buscado el confort térmico en el acondicionamiento mecánico de los espacios, lo que ha motivado el uso intensivo del aire acondicionado, siendo éste el principal responsable del alto consumo de energía de los clientes, dichos equipos presentan una eficiencia mucho más baja si es comparada con los nuevos equipos existentes en el mercado, lo cual representa una gran oportunidad para la reducción del consumo.

- Calidad térmica de las edificaciones, en Venezuela no hay normativas que regulen la calidad térmica de las edificaciones, y en muchos casos estas son construidas ignorando totalmente que estamos en un clima tropical, privilegiando en muchos casos las facilidades de mantenimiento contra el confort térmico de los ocupantes, lo que redundará en construcciones que consumen mucho más energía de lo que son los parámetros razonables, si la construcción estuviese hecha tomando en cuenta nuestro clima.

Para cada uno de estos factores se desarrollaron planes a corto, mediano y largo alcance, con el objetivo de crear en la población una nueva cultura de consumo. Entre los planes podemos nombrar:

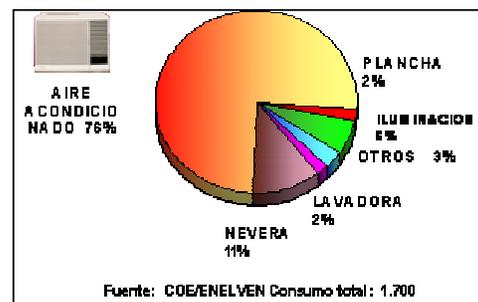
- Para el factor **hábitos y costumbres**, se crearon varias acciones entre las que tenemos:

- Plan de Visitas Personalizadas a los Clientes, con el objetivo de hacer una auditoría energética en sitio y dar las recomendaciones necesarias para hacer un buen uso de la energía, en todo caso se refiere a una acción directa que trata de influir en los hábitos de consumo del cliente. A la fecha son más de 150.000 los clientes asesorados, obteniendo una respuesta muy positiva de la población.

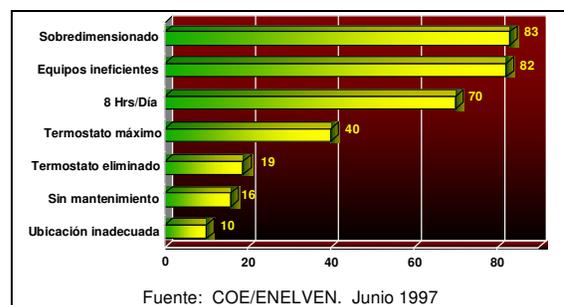
- Creación del Centro de Optimización Energética (COE) en el año

1997, en esta sede hay un laboratorio para la demostración de consumo, el objetivo es que el cliente pueda vivenciar las diferencias entre equipos eficientes e ineficientes, adicionalmente en este espacio se dictan charlas de Uso Eficiente de la Energía a públicos específicos: Concejales, Diputados, Líderes Vecinales, Maestros, Estudiantes, entre otros. (Ver anexo 1)

- Para el factor **eficiencia de los artefactos eléctricos**, se trabajó básicamente con el consumo del equipo de aire acondicionado, ya que éste es el responsable del 76% del consumo en los hogares (ver gráfica 2), encontrando como causas de ese consumo (ver gráfica 3): aire ineficiente 83%, equipo sobredimensionado 82%, uso de más de 8 horas 70%, para lo cual se diseñó y ya está en productivo el Programa de Sustitución de Aires Acondicionados, mecanismo que permite a los clientes residenciales sustituir sus unidades de aire acondicionado ineficientes por unidades de alta eficiencia, mediante un sistema de financiamiento muy sencillo y accesible a las posibilidades económicas de la mayoría de los clientes.



Gráfica 2 - Distribución del Consumo en Clientes Residenciales



Gráfica 3 - Factores que Inciden en el Consumo de Electricidad de los Aires Acondicionados

- Para el factor **Calidad Térmica de las Edificaciones** se creó en el año 1996, una comisión integrada por los principales actores relacionados con la construcción en el estado. Esta comisión se formó con el objeto de crear una normativa legal que regule la ganancia térmica de las edificaciones, como premisa esta normativa debía contar con el consenso de todos los involucrados, actualmente ya está aprobada la Ordenanza de Calidad Térmica de Edificaciones para el municipio Maracaibo, lo que redundará en edificaciones más confortables y con un menor consumo de energía.

Entre los resultados más importantes tenemos obtenidos hasta el momento tenemos:

- Reducción del 25% del consumo total de electricidad en los clientes incorporados al Programa de Sustitución de Aires Acondicionados

- Reducción de 100.000Tm/año de emisiones de CO₂.

- Cambio en los patrones de compra de equipos de aires acondicionados, observándose una baja en la capacidad promedio instalada en las viviendas.

- Introducción en la población del concepto “Eficiencia Energética” en los elementos de decisión al momento de la adquisición de equipos eléctricos.

- Finalmente se logró la aprobación por parte de las autoridades locales de la Ordenanza que regula la calidad térmica de las edificaciones.

DESARROLLO DE LA FASE DE PROYECTO DEL PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE AIRES ACONDICIONADOS

En el año 97 la empresa ENELVEN introduce en el programa ALURE de la Comunidad Económica Europea, una petición de financiamiento para el desarrollo de la fase de proyecto de lo que se llamaría el Programa de Sustitución de Aires Acondicionados, dicha solicitud fue aprobada y en el año 1999 se inicia el

desarrollo del proyecto con el apoyo de consultoras Británicas, Españolas, Venezolanas y la empresa ENELVEN. Para el año 2001 ya todo el esquema de funcionamiento, estructura y todos los elementos necesarios estaban culminados, faltando solamente la aprobación por parte de las autoridades nacionales de la materia, lo cual se cristalizó a finales de 2001, iniciando el Programa en febrero de 2002.

Dentro del esquema de funcionamiento del programa, se preveía la necesidad de otorgar un bono de incentivo a los clientes que se incorporaran al programa, esto con el objeto de facilitar la entrega del equipo viejo por parte del cliente, este bono representa para el cliente un descuento en el precio total del equipo nuevo a ser adquirido.

Para obtener los recursos necesarios para cancelar el bono de incentivo, se solicitó al organismo regulador incorporar a la tarifa eléctrica 0,116\$/MWh efectivamente cobrado, esto con la finalidad de crear un fondo para financiar planes de ahorro energético, a dicho fondo se le dio el nombre de Fondo para la Conservación de la Energía y el Ambiente, lo cual permitió dar inicio al programa, ya que se contaba con un mecanismo de financiamiento para el pago del bono de incentivo.

Dentro del esquema desarrollado se prestó especial cuidado a la disposición final de los equipos retirados, ya que no se deseaba que los mismos se volvieran a instalar en otros clientes y también por contener éstos equipos, gases agotadores de la capa de ozono, por lo que el destino final de dichos equipos debía quedar muy bien definido y ejecutado bajo un esquema de seguridad controlado, así como también el manejo de toda la data del programa.

Los pasos analizados siguieron el esquema que sigue:

- Selección de los potenciales clientes a incorporarse al programa.

- Selección de los puntos de venta de los equipos nuevos.

- Evaluación económica del financiamiento y análisis del monto del bono incentivo para motivar la compra.

- Diseño del esquema de control a través del software vía WEB

- Adecuación del sistema de cobranza para permitir el cobro de cuotas a través del recibo de electricidad.

- Selección de la entidad financiera que soportará el programa.

- Selección del recuperador de equipos retirados.

Cálculo del potencial de ahorro

El atractivo fundamental del programa es el ahorro de energía por efecto de la sustitución de equipos ineficientes por eficientes, para realizar el cálculo del potencial de ahorro de energía se desarrollaron varios estudios de tipo muestral, con el objeto de cuantificar la cantidad de equipos a sustituir, y la capacidad de los equipos nuevos a instalar, dichos estudios arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 1 - Cantidad de equipos a sustituir

Clientes	Segmento	Totales
Clientes Residenciales	1000-3000 kWh	92.562
Cantidad de equipos a reemplazar	82%	75.901

Con la data de equipos a sustituir más dados obtenidos en campo se estimaron los potenciales de ahorro debido a la sustitución:

Cuadro 2 - Potencia y consumo de energía de Aires acondicionados a ser reemplazados

Capacidad de enfriamiento AA Ineficientes Instalados	Distribución de AA Instalados	Cantidad de AA de equipos	Consumo de Potencia (kW)	Demanda (kW)	Consumo de Energía (GWh/año)
5.275 W (18.000 BTU)	43%	32.637	2,87	94	342
4.396 W (15.000 BTU)	32%	24.288	2,55	62	226
3.517 W (12.000 BTU)	25%	18.975	1,92	36	133
		75.901		192	701

Cuadro 3 - Potencia y consumo de energía de Aires acondicionados a ser instalados

Capacidad de enfriamiento AA Eficientes Instalados	Distribución de AA Instalados	Cantidad de AA de equipos	Consumo de Potencia (kW)	Demanda (kW)	Consumo de Energía (GWh/año)
5.275 W (18.000 BTU)	18%	13.662	1,93	26	96
4.396 W (15.000 BTU)	24%	18.216	1,6	29	106
3.517 W (12.000 BTU)	52%	39.469	1,17	46	169
2.930 W (10.000 BTU)	6%	4.554	0,91	4	15
	100%	75.901		106	386

DISMINUCIÓN:	Demanda (kW)	Energía (GWh/año)
	86	315

Cálculo de la disminución de emisiones a la atmósfera

Para el cálculo de la disminución de emisiones de CO₂, se tomaron en cuenta las mezclas de combustibles utilizadas por las plantas de generación instaladas en la zona, al finalizar el proyecto de sustitución se prevé una disminución anual de 525.000TM de CO₂, producto de la disminución del consumo de energía en 315 GWh/año.

Costos asociados al proyecto

Para la puesta en marcha del proyecto hizo falta recursos para la operación, publicidad, pago de incentivos y financiamiento de los equipos, para lo cual se estimaron los recursos necesarios, cuyos montos a continuación se mencionan:

Organización para la administración del programa	\$1,27 MM
Incentivos	\$4,5 MM
Pago Inicial de los Clientes	\$3 MM
Financiamiento	\$24 MM
Costo total del Proyecto	\$32,7 MM

Estructura Organizacional propuesta

Para dar forma a la estructura se analizaron todos los pasos necesarios para llevar a cabo la sustitución, dando como resultado la necesidad de contar con:

- Analistas quienes se encargan de la selección y planificación de las visitas a los clientes.

- Asesores energéticos quienes son los encargados de visitar a los clientes seleccionados y evaluar si califican o no para la sustitución.

- Fiscalizador quien funge de auditor del trabajo desarrollado en campo para garantizar la calidad del trabajo ejecutado.

- Coordinador general quien se encarga de llevar todos los indicadores del programa y también de realizar los pagos a los proveedores y bancos involucrados.

Esquema de funcionamiento del programa

El programa de sustitución puede dividirse en 5 actividades:

1. Selección de los clientes:

El programa se inicia con la selección del cliente potencial basado en su historia de consumo y su historia de pago, esto último para garantizar en lo posible, el retorno de la inversión a la entidad financiera.

2. Asesoría al cliente:

Un asesor visita al cliente en su domicilio y realiza las siguientes tareas:

- Evaluación técnica del equipo de aire acondicionado instalado.

- Calcular el consumo de energía del equipo de aire acondicionado ineficiente para compararlo contra el consumo del equipo nuevo a instalar.

- Selecciona la capacidad del equipo nuevo basándose en la medición del área donde será colocado el equipo, características térmicas y constructivas de la habitación, y del número de personas que habitan el espacio.

- Decidir con base a la información recabada si el cliente califica o no para el reemplazo, para ello utiliza la premisa de que el ahorro estimado cubra la cuota a cancelar por la compra del equipo de aire nuevo. El cliente tiene la posibilidad de reemplazar 1 o 2 equipos, y lo puede hacer a crédito o de contado, el crédito es otorgado por una entidad bancaria a un

plazo de 24 meses con tasa de interés variable.

- Colocar el precinto de seguridad al equipo o equipos de aire acondicionado del cliente, si éste cumple con las condiciones establecidas.

- Si el cliente califica, entrega un bono de incentivo para motivar al cliente a efectuar la sustitución del equipo, este bono de incentivo funge como valor de recompra del equipo de aire acondicionado ineficiente, ya que este equipo debe ser entregado por el cliente para entregarle el aire nuevo.

- Entregar los datos recolectados durante la visita al analista. Finalmente el analista procede a vaciar la data en el sistema WEB creado para control todos los datos del programa.

3. Negociación del Aire acondicionado:

Luego de entregado el Bono y otros documentos alusivos al programa, el cliente puede pasar por los puntos de venta seleccionados para hacer la compra y posterior sustitución, el cliente debe entregar en el punto de venta el bono de incentivo, el cual será verificado en el sistema WEB para chequear su validez, si el cliente cumple con los requisitos, realiza la compra, descontándose del precio total el valor del bono, el cual inicialmente era de 87\$, para luego pasar 115\$ por equipo, luego el punto de venta ingresa todos los datos de la venta en el software de control para que el encargado del retiro y destrucción del equipo viejo pueda proceder al retiro del aire nuevo en el punto de venta y su entrega posterior en la vivienda del cliente.

4. Entrega del equipo nuevo y retiro del equipo usado:

Cuando la venta está ingresada en el sistema de control, la empresa encargada del retiro y destrucción del equipo viejo debe:

- Visualizar en el sistema WEB los equipos pendientes por entregar, para planificar el proceso de entrega.

- Pasar por el almacén del punto de venta a retirar los aires nuevos.

- Al llegar al inmueble del cliente debe verificar el precinto de seguridad y validar que el equipo de aire acondicionado este en funcionamiento.

- Entregar el aire nuevo y retirar el aire viejo

- Llevar a su almacén los equipos retirados para extraer el gas refrigerante e inutilizar sus componentes, para evitar que retornen al mercado. El software de control está diseñado en cascada para garantizar que cada paso se cumpla

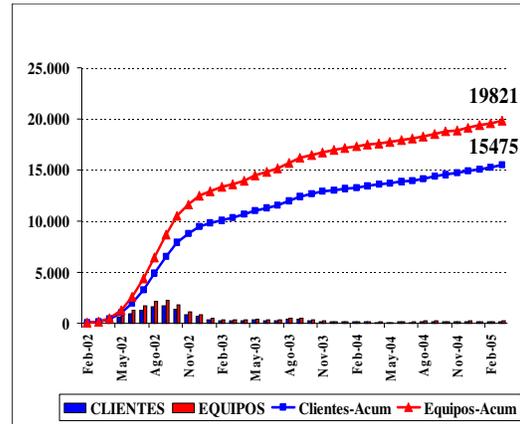
- Registrar en el sistema los datos correspondientes a la entrega.

5. Cancelación del bono, del saldo a financiar y cobro de cuotas:

Desde el momento que el equipo es entregado la entidad bancaria visualiza los mismos y los montos a financiar, con esto procede al pago al proveedor de los aires de los equipos entregados a los clientes, a su vez el proveedor lleva a ENELVEN los bonos de los equipos entregados para su cancelación, luego de otorgado el financiamiento, el banco transmite la data de créditos otorgados a través del software, para luego mensualmente facturar el monto correspondiente a la cuota mediante la factura del servicio eléctrico, finalmente luego de que el cliente cancela la cuota, se genera un reporte de cuotas canceladas para transferir el dinero recaudado a la entidad bancaria.

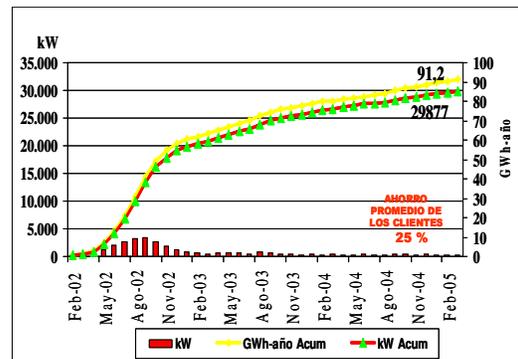
RESULTADOS OBTENIDOS.

Desde el inicio del programa se llevan los indicadores de Reducción del consumo, tanto en potencia (MW), como en energía(GWh/año), Cantidad de equipos reemplazados y Disminución de las emisiones de CO₂ y SO₂, a continuación se muestran los resultados obtenidos desde febrero de 2002 al 31/03/2005:



Ver Gráfico 4 - Aires acondicionados sustituidos

En la gráfica podemos observar la cantidad de sustituciones de equipos realizadas por mes, y también la cantidad de clientes beneficiados.

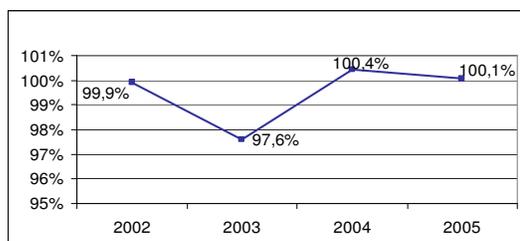


Gráfica 5 - Cantidad de Potencia y Energía Ahorrada acumulada

En la gráfica 5 se presenta la cantidad de potencia y energía ahorrada acumulada, producto de las sustituciones realizadas mes a mes, para el cálculo de la potencia se tomaron las mediciones hechas por los asesores a cada equipo, restando la potencia de los equipos nuevos a instalar, mientras que para la energía además de la potencia medida se utilizaron las horas de uso reportadas por los clientes y llevado a un período de 12 meses. Es importante destacar que con la sustitución de los equipos, los clientes obtuvieron una disminución promedio de 25% en su consumo total, siendo este dato tomado directamente del sistema de facturación.

Por otra parte al disminuir la potencia en 29,8MW se obtiene un desplazamiento de la inversión en generación de \$12 MM, y también al disminuir en 91,2 GWh/año el consumo de energía se dejan de emitir a la atmósfera 100.000TM de CO₂ y 4.000TM de SO₂ al año.

mejora en la calidad de vida de nuestros habitantes.



Gráfica 6 - Índice de cobranza clientes incorporados al programa

En la gráfica 6 observamos el comportamiento de pago de los clientes incorporados al programa de sustitución de aires acondicionados, el índice de cobranza promedio para todo el período es de 99,3%.

CONCLUSIONES

1. Los programas de ahorro energético presentan múltiples beneficios para todos los actores incluidos en él, dichos beneficios van desde lo ambiental, social y económico, traduciéndose en una mejor calidad de vida y también en un menor impacto al medio ambiente.

2. El programa de sustitución de aires acondicionados ha demostrado lo rentable que pueden ser este tipo de programas, obteniendo resultados positivos que se traducen en una disminución del 25% en el pago total por concepto de energía, en los clientes incorporados al programa

3. La empresa eléctrica también es beneficiada, al desplazar inversiones por el orden de los \$12MM, disponiendo de una capacidad liberada para suministrar energía a 9.300 hogares adicionales.

4. Los clientes son muy receptivos a estas iniciativas innovadoras, por lo que hay un potencial importante para otras iniciativas de ahorro energético cuyo fin es preservar los recursos energéticos y una

ANEXOS



Anexo 1 - Foto del Centro de optimización Energética de ENELVEN