



### ■ ANTECEDENTES.

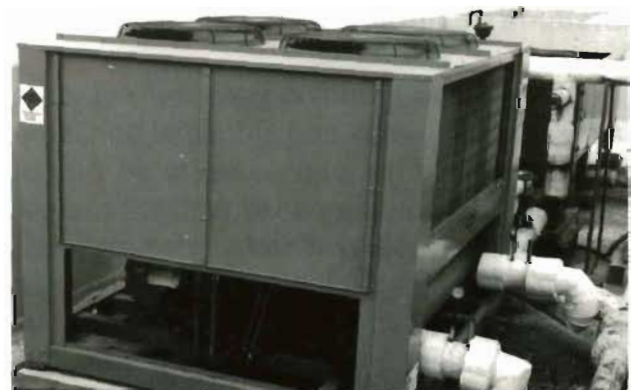
La Agencia Aduanal D.A. Hinojosa, S.A de C.V. es una organización mexicana dedicada a prestar servicios de comercio internacional, se encuentra ubicada en la zona portuaria industrial de la Ciudad de Altamira, Tamaulipas. Entre sus principales instalaciones destacan 4,000 m<sup>2</sup> de almacenamiento techado y 26,000 m<sup>2</sup> de patios de depósito para contenedores. Durante su etapa de construcción se contempló la posibilidad de instalar equipo ahorrador de energía eléctrica.

### ■ PROYECTO ORIGINAL.

#### **Sistema de Iluminación.**

En el proyecto original, el sistema de iluminación estaba contemplado a base de lám-

paras de vapor de mercurio de 400 W tanto en el almacén como en los patios exteriores y en la calle de acceso, mientras que para el área de oficinas se proponía la instalación de lámparas fluorescentes T-12 de 39 W con balastos de baja eficiencia, así como de lámparas incandescentes de 75 W y 150 W. A continuación se aprecia el detalle de este sistema:





Tipo de Luminario	Carga Unitaria W	No. Luminarios	Demanda Total kW <sup>1/</sup>	Operación horas/mes	Consumo Mensual kWh
<b>Almacén Gral.</b>					
400 W Vapor de Mercurio	445	100	44.5	360	16,020
<b>Patio Exterior.</b>					
1000 W Vapor de Mercurio con reflec.	1,090	36	39.2	360	14,126
<b>Calle de Acceso.</b>					
400 W Vapor de Mercurio	445	4	1.8	360	641
<b>Oficinas.</b>					
4x39 W (planta baja)	200	20	4.0	240	960
75 W (planta baja)	75	14	1.1	240	252
4x39 W (planta alta)	200	38	7.6	240	1824
75 W (planta alta)	75	6	0.5	240	108
150 W reflec. (jardines)	150	4	0.6	360	216
<b>Total</b>		<b>222</b>	<b>99.2</b>		<b>34,147</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

## Acondicionamiento ambiental.

En el sistema de acondicionamiento ambiental se proyectó instalar 2 unidades tipo paquete de 12.5 y 15 TR, con una relación de eficiencia de 1.56 kW/TR, operando simultáneamente aun cuando no existiera actividad en todas las áreas. En el siguiente cuadro se muestran las características de los equipos convencionales:

Concepto	No. Unidades	Relación de eficiencia kW/TR	Capacidad TR	Demanda Total kW <sup>1/</sup>	Operación horas/mes	Consumo Mensual kWh
Unidad tipo paquete 12.5 TR (planta baja)	1	1.56	12.5	20	300	5,850
Unidad tipo paquete 15 TR (planta alta)	1	1.56	15.0	23	300	7,020
<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>27.5</b>	<b>43</b>		<b>12,870</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario

## PROYECTO MODIFICADO.

### Sistema de Iluminación.

El proyecto se modificó para dar cabida a equipos de alta eficiencia, incorporando en el almacén luminarios tipo industrial con lámparas de aditivos metálicos de 400 W. En el caso del alumbrado del patio exterior se propuso instalar un poste telescópico, el cual tuviera montados 8 luminarios de aditivos metálicos de 1,000 W, mas 12 luminarios de aditivos metálicos de 250 W diseminados en todo el perímetro, con el fin de obtener un factor de uniformidad aceptable. Por lo que respecta al área de oficinas, se propuso la instalación de gabinetes con lámparas T-8, balastros electrónicos y reflectores especulares de aluminio, como se muestra a continuación:

Tipo de Luminario	Carga Unitaria W	No. Luminarios	Demanda Total kW <sup>1/</sup>	Operación horas/mes	Consumo Mensual kWh
<b>Almacén Gral.</b>					
400 W Aditivos Metálicos	450	82	36.9	360	13,284
<b>Patio Exterior.</b>					
1000 W A.M. en poste telescópico.	1,075	8	8.6	360	3,096
250 W Aditivos Metálicos	290	12	3.5	360	1,253
<b>Calle de Acceso.</b>					
250 W VSAP Tipo OV	280	4	1.1	360	403
<b>Oficinas.</b>					
4x17 W (planta baja)	72	20	1.4	240	346
2x13 W (planta baja)	30	14	0.4	240	101
4x17 W (planta alta)	72	38	2.7	240	657
2x13 W (planta alta)	30	6	0.2	240	43
LFC 20 W tipo reflector (jardines)	22	4	0.1	360	32
<b>Total</b>		<b>188</b>	<b>55.0</b>		<b>19,214</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

### Sistema de Acondicionamiento Ambiental.

En el caso del sistema de acondicionamiento ambiental, se propuso instalar unidades tipo paquete de 2, 3 y 5 TR, de alta eficiencia (relación de eficiencia de 1.2 kW/TR), en lugar de los del tipo convencional. Cabe señalar que para la implementación de este sistema, se planteó la posibilidad de aplicar aislamiento térmico, lo cual posibilitaría una reducción en la capacidad de los equipos. Enseguida se muestran las características de los equipos de alta eficiencia:

de los equipos convencionales y ahorradores, lo cual encuentra su explicación en la propuesta de instalar aislamiento térmico para todo el edificio de oficinas, consistente en una capa de 25.4 mm de poliuretano espumado con una densidad de 28 kg/m<sup>3</sup> y resistencia de aislamiento  $R=50\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Watt}$ , además de un recubrimiento, en la losa, de pintura acrílica elastomérica color blanco, a dos manos, y una malla de poliéster intermedia para refuerzo entre ambas capas, para proteger contra el deterioro por la radiación solar y humedad. En lo que respecta a los muros del inmueble, se contempló la

Concepto	No. Unidades	Relación de eficiencia kW/TR	Capacidad TR	Demanda Total kW <sup>1/</sup>	Operación horas/mes	Consumo Mensual kWh
Unidad tipo paquete 5 TR (planta baja y alta)	3	1.20	15.0	18	300	5,400
Unidad tipo paquete 3 TR (planta alta)	1	1.20	3.0	4	300	1,080
Unidad tipo paquete 2 TR (planta alta)	2	1.20	4.0	5	300	1,440
<b>Total</b>	<b>6</b>		<b>22.0</b>	<b>26</b>		<b>7,920</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario

### Aislamiento Térmico.

En los cuadros anteriores se puede observar una diferencia de 6 TR en la capacidad total

instalación de placas de panel CONVITEC de poliestireno con densidad de 11 kg/m<sup>3</sup>, con espesor de 0.057 m, forradas con una malla de alambre electrosoldada y recubier-



tas con un aplanado de yeso de 0.015 m de espesor.

A continuación se muestra el cálculo de la capacidad requerida:

### CALCULO DE GANANCIA TERMICA EN MUROS

CONCEPTO	SIN AISLANTE	CON AISLANTE	DIFERENCIA
Valor de R (m <sup>2</sup> °C/W)	0.427	1.67	
Valor de U (W/m <sup>2</sup> °C)	2.34	0.60	
Area pared (m <sup>2</sup> )	380	380	
Diferencial de temperatura (°C)	16	16	
Ganancia de calor (W)	14,239	3,641	10,598
Factor de conversión (1 BTU/h = 0.293 W)	0.293	0.293	
Ganancia de calor (BTU/h)	48,597	12,426	36,171
Factor de conversión (1 TR = 12,000 BTU/h)	12,000	12,000	
Capacidad (TR)	4	1	3

### CALCULO DE GANANCIA TERMICA EN TECHOS

CONCEPTO	SIN AISLANTE	CON AISLANTE	DIFERENCIA
Valor de R (m <sup>2</sup> °C/W)	0.394	1.595	
Valor de U (W/m <sup>2</sup> °C)	2.54	0.63	
Area techo (m <sup>2</sup> )	275	275	
Diferencial de temperatura (°C)	30	30	
Ganancia de calor (W)	20,939	5,172	15,767
Factor de conversión (1 BTU/h = 0.293 W)	0.293	0.293	
Ganancia de calor (BTU/h)	71,464	17,653	53,811
Factor de conversión (1 TR = 12,000 BTU/h)	12,000	12,000	
Capacidad (TR)	6	1.5	4.5

### ANALISIS COMPARATIVO.

Se realizó un análisis comparativo entre el proyecto de tipo convencional y el de alta eficiencia, para determinar la mejor propuesta desde el punto de vista tanto de ahorro de energía eléctrica, como de diseño, distribución lumínica y confort.

El comparativo de los sistemas convencional y de alta eficiencia de iluminación se detalla enseguida:

Sistema de Iluminación	Demanda kW	Consumo kWh	Importe Mensual* <sub>1/</sub> \$	Inversión* \$
Convencional	99	34,147	22,195.55	469,050.96
Alta eficiencia	55	19,214	12,489.10	738,119.68
<b>Ahorro</b>	<b>44</b>	<b>14,933</b>	<b>9,706.45</b>	<b>269,068.72</b> <sub>2/</sub>

<sub>1/</sub> Considerando un precio medio de 0.65 \$/kWh

<sub>2/</sub> Se refiere a la diferencia de inversión

\* Cifras con IVA

El costo de la energía eléctrica con el sistema convencional sería de \$22,195.55 mensuales, equivalente a \$266,346.60 anuales, mientras que con el sistema de alta eficiencia, el importe anual sería de \$149,869.20, generando un ahorro de \$116,477.40 anuales, equivalente al 43.7% con respecto al sistema convencional. Cabe señalar que el nivel de iluminación se mantuvo en los 300 Luxes requeridos originalmente.



En cuanto al sistema de acondicionamiento ambiental, el comparativo entre el sistema convencional y el de alta eficiencia se muestra enseguida:

Sistema de Acond. Ambiental	Capacidad total T.R.	Relación de eficiencia kW / TR	Demanda kW	Consumo Mensual kWh	Importe Mensual* \$ 1/	Inversión* \$
Convencional	27.5	1.56	43	12,870	8,365.50	111,119.90
Alta eficiencia	22.0	1.20	26	7,920	5,148.00	287,498.85
<b>Ahorro</b>	<b>5.5</b>	<b>0.36</b>	<b>17</b>	<b>4,950</b>	<b>3,217.50</b>	<b>176,378.95 2/</b>

1/ Considerando un precio medio de 0.65 \$/kwh

2/ Corresponde a la diferencia de Inversión

\* Cifras con IVA

La disminución en la capacidad instalada, originada por la instalación de aislamiento térmico, aunada a la mayor eficiencia de las unidades, permitiría disminuir la demanda en 17 kW y el consumo en 4,950 kWh mensuales, lo que representa un ahorro anual de \$38,610.00.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

- Se instalaron 82 luminarios tipo industrial con lámparas de aditivos metálicos de 400 W, distribuidos en el interior de la bodega en 3 grupos, 2 de 27 y 1 de 28, con el fin de racionalizar su utilización de acuerdo al nivel de ocupación.
- En el patio exterior, se instalaron 8 luminarios a prueba de intemperie con lámparas de aditivos metálicos de 1000 W, montadas en un poste telescópico de 14 m., ubicado en el centro del patio. Fueron instalados también 12 luminarios

tipo express vector con lámparas de aditivos metálicos de 250 W.

- 4 luminarios de vapor de sodio de alta pre-

sión de 250 W, se instalaron en la calle de acceso para reforzar la iluminación de esa área.

- En las oficinas se instalaron 58 luminarios con 4 lámparas fluorescentes lineales T-8 de 17 W y un balastro electrónico de 4x17 W en cada uno, asimismo, se instalaron 20 luminarios de empotrar con 2 LFC de 13 W cada uno. Todos estos equipos debidamente distribuidos entre las plantas alta y baja del edificio; además, en el área de jardines se instalaron 4 luminarios tipo reflector con 1 LFC de 20 W cada uno.
- Para el sistema de acondicionamiento ambiental se instalaron 6 equipos tipo paquete con eficiencia de 1.2 kW/TR, en las siguientes proporciones: 3 de 5 TR, 1 de 3 TR y 2 de 2 TR, distribuidos entre la planta alta y baja del inmueble.

Con base en lo anterior, el ahorro total esperado se consigna en el siguiente cuadro:

Sistema	Ahorro Mensual			Inversión*
	Demanda kW	Consumo kWh	Importe* \$	
Iluminación	44	14,933	9,706.45	269,068.72
Acond. Ambiental	17	4,950	3,217.50	176,378.95
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>19,883</b>	<b>12,923.95</b>	<b>445,447.67 1/</b>
<b>Periodo de Recuperación 2.8 Años.</b>				

1/ Corresponde al costo diferencial entre el equipo convencional y el de alta eficiencia. El FIDE financió \$400,000.00

\* Cifras con IVA

## RESULTADOS.

En el siguiente cuadro se muestra una síntesis del beneficio pronosticado, a partir del mes de septiembre del 2000, fecha en que se terminaron los trabajos:

- El proyecto convencional requería de una inversión de \$580,170.86, mientras que para el proyecto de alta eficiencia su inversión ascendía a \$1'025,618.53, con un costo adicional de \$445,447.67 IVA incluido cantidad de la cual el FIDE apoyó

Concepto	Proyecto convencional	Proyecto Alta Eficiencia	Ahorro	
			Absoluto	%
Demanda (kW)	142	81	61	42.7
Consumo Mensual (kWh)	47,017	27,134	19,883	42.3
Precio Medio (\$/kWh)	0.65	0.65	-	-
Importe Mensual de Energía (\$)*	30,561.05	17,637.10	12,923.95	42.3
Importe Anual de Energía (\$)*	366,732.60	211,645.20	155,087.40	42.3
<b>Diferencia de Inversión</b>	<b>\$ 445,447.67</b>	<b>Recuperación</b>	<b>2.8 Años</b>	

\*Cifras con IVA.

## CONCLUSIONES.

- El éxito de este proyecto se debió a la utilización de equipos de iluminación y de acondicionamiento ambiental de nueva tecnología, como son las lámparas T-8, los balastos electrónicos y las unidades tipo paquete de alta eficiencia, lo cual redundó en bajos costos de operación y de mantenimiento por la mayor vida útil de los equipos eficientes (supera en casi el doble a los convencionales).

financiando \$400,000.00, reembolsables en 2 años sin intereses.

- El desarrollo de este proyecto contribuirá, indudablemente, a crear una cultura en nuestro país encaminada a instalar en nuevas construcciones equipo de utilización de energía eléctrica mas eficiente, aunque de mayor costo, con la seguridad de que el ahorro generado permitirá recuperar la diferencia de inversiones en un período muy inferior al de la vida útil del equipo.

**FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**  
 Mariano Escobedo No. 420, 1er piso. Col. Anzures. México, D.F.  
 C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Llame sin costo: 01800 5086417  
 Consulte nuestra página web: <http://www.fide.org.mx>

