

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA S.A.C.

CENYTEC S.A.C.

www.cenytec.com

**EJEMPLO DE
IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROGRAMA DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA
INDUSTRIA**

**Preparado por: Ing. Alberto
Sandoval Rodriguez
Consultor en Economía de
Energía**

**Colaboración: Ing. Miriam Quispe
Ramos**

**Ing. Alexei Morales
Espinoza**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	2
3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA	2
3.1	IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	2
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	2
3.2.1	Régimen de Trabajo y Producción.....	2
3.2.2	Descripción del Proceso Productivo:.....	3
3.3	SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELECTRICA	4
3.4	CONSUMO Y COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	4
3.5	ORGANIGRAMA DE LA INDUSTRIA	4
4	DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LA INDUSTRIA	5
4.1	CAMPAÑA DE MEDICIONES	5
4.2	MEJORAS IDENTIFICADAS	6
5	PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	7
5.1	COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA	7
5.1.1	Tipos de Compensación Realizadas en la Planta.....	7
5.1.2	Cálculo del Valor de Banco de Potencia Reactiva (kVAR).....	7
5.1.3	Cálculo de la Rentabilidad de la Inversión en el Banco de Condensadores.....	8
5.1.4	Resultados Obtenidos de la Compensación de Potencia Reactiva.....	8
5.2	MODULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGAS DE HORA PUNTA A HORAS FUERA DE PUNTA	9
5.2.1	Resultados de la Modulación y Desplazamiento de Cargas.....	9
5.3	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LA MÁXIMA DEMANDA (DSM Y M&T)	11
5.3.1	Ahorro por Monitoreo y Control de Indicadores, Modulación de Demanda y Control Automático de la Máxima Demanda.....	12
5.3.2	Ahorros Proyectados en Energía Activa Mediante la Implementación de la Herramienta Gerencial M&T.....	12
6	RESUMEN DE AHORROS	13
6.1	RESUMEN DE AHORROS PRODUCTO DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS	13
7	OTROS PROYECTOS EN FASE DE IMPLEMENTACIÓN	14
7.1	SUSTITUCIÓN DE MOTORES DE BAJA EFICIENCIA POR LOS DE ALTA EFICIENCIA	14
7.2	SUSTITUCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES CONVENCIONALES POR ACEITES LUBRICANTES SINTÉTICOS EN LOS COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN	15
7.3	REEMPLAZO DE FLUORESCENTES CONVENCIONALES POR LÁMPARAS DE ALTA EFICIENCIA	15
7.4	RESUMEN DE AHORROS PRODUCTO DE MEJORAS POR IMPLEMENTAR	15
8	VERIFICACIÓN DE LOS AHORROS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS	16

9	IMPACTO AMBIENTAL	18
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18

1 INTRODUCCIÓN

La gestión energética puede definirse como el análisis, planificación y toma de decisiones con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía que se dispone; esto es lograr un uso más eficiente de la energía reduciendo pérdidas y optimizando el consumo sin disminuir la calidad de los productos, servicios ni el confort de la población.

Este documento técnico es un ejemplo de un Programa de Eficiencia Energética implementado por CENYTEC, conjuntamente con el personal técnico de una planta de Beneficio.

2 OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Determinar el Potencial de ahorro de energía eléctrica y reducción de los costos operativos, en máquinas y procesos productivos.

Identificar los centros de costos de energía eléctrica (EACs) más importantes.

Identificar y cuantificar las mejoras que conlleven a una reducción efectiva de los costos operativos.

Evaluar y cuantificar las mejoras identificadas.

Verificar los ahorros logrados.

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA

3.1 IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La Planta, es un empresa dedicada al beneficio masivo de aves para el consumo familiar.

Está ubicada en el Km. 5 de carretera a, Provincia

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La planta de beneficio de,l, consta básicamente de 7 zonas o secciones de producción: Recepción, Pelado, Eviscerado, Empaque, Caldera (producción de vapor y agua caliente), Planta de Harina, y la Planta de Frío (-20° C)

Adicionalmente existen otras áreas denominadas de servicio tales como la zona de Pozo Profundo e Hidroneumática, Taller de Mantenimiento, y otros.

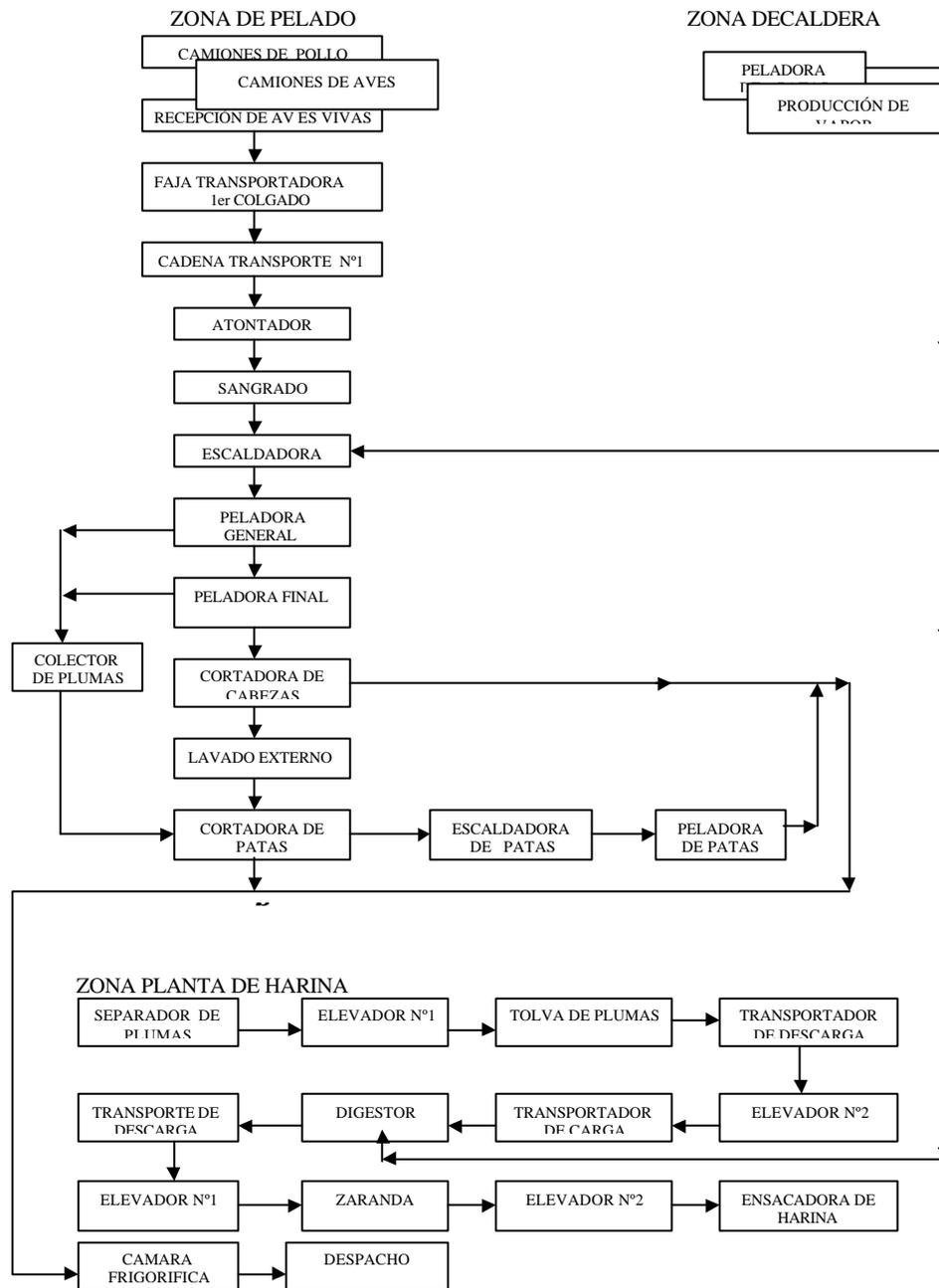
3.2.1 Régimen de Trabajo y Producción

La planta opera de lunes a sábado durante las 24 horas en dos turnos de trabajo de 12 horas cada uno.

En la planta se beneficia en promedio 46,000 unidades por día.

Para el año 2,000 se alcanzó un total de 15 913,307.00 unidades beneficiadas.

3.2.2 **Descripción del Proceso Productivo:** El proceso productivo en forma general se describe en el diagrama de flujo siguiente:



3.3 SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

En el cuadro N°1 se presenta las características de la red eléctrica de la planta industrial.

CUADRO N° 1

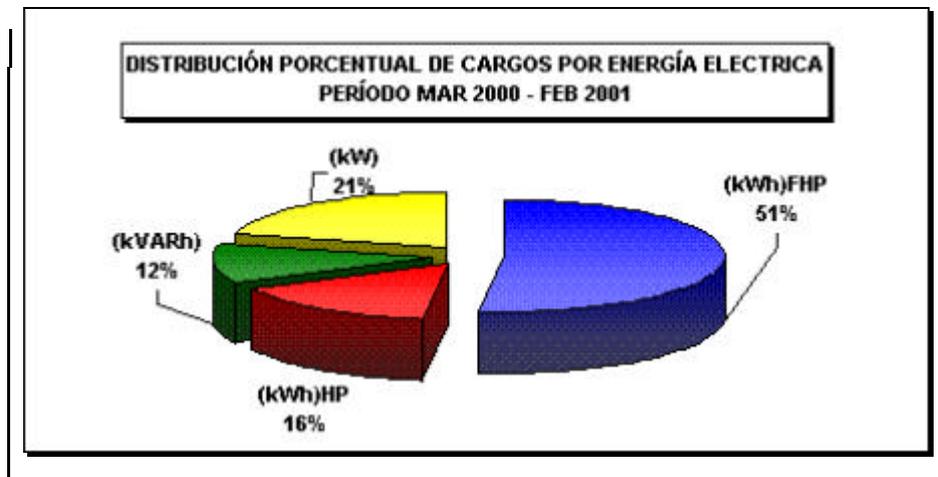
Suministradora:	X-CONCESIONARIA		
Tensión de Suministro de la planta:	10 KV		
Línea aérea:	Longitud: 300 m,	Sección de conductor	35 mm²
Línea Subterránea:	Longitud: 120 m,	Sección de conductor	3- 1 x 70 mm²
Relación de transformación	10/0.44/0.23 KV		
Potencia Límite Contratada:	950 KW		
Tipo de Tarifa:	MT3 Demanda Leída y Calificación Automática		

3.4 CONSUMO Y COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

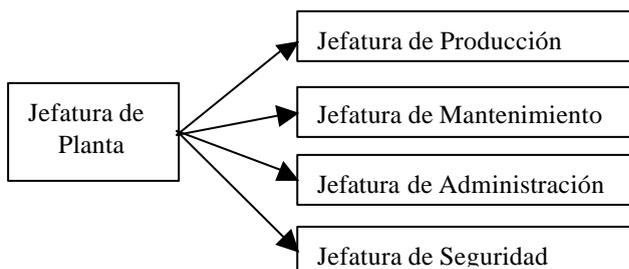
A partir de la información estadística de los reportes de los consumos y de las facturas eléctricas, proporcionadas por la Empresa, para el período MAR 2000 – FEB 2001, se resume en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 2

Energía y Demanda		Consumo-Año	Costo US\$/Año	% de Costos
Energía Activa FHP	(kWh)	2,798,800.00	94,904.82	52.03
Energía Activa HP	(kWh)	528,100.00	28,513.58	15.63
Energía Reactiva	(kVARh)	1,732,830.00	21,219.28	11.63
Dem. Máxima Leída	(kW)	626.04	37,758.85	20.70
TOTAL			182,396.52	100.00



3.5 ORGANIGRAMA DE LA INDUSTRIA



4 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LA INDUSTRIA

4.1 CAMPAÑA DE MEDICIONES

Con la finalidad de evaluar las posibilidades reales para implementar un programa de EFICIENCIA ENERGÉTICA y optimizar el consumo de energía, se realizó una campaña de mediciones con equipos electrónicos tales como analizadores de potencia y energía con capacidad de grabar la información de campo para su análisis posterior en el computador.

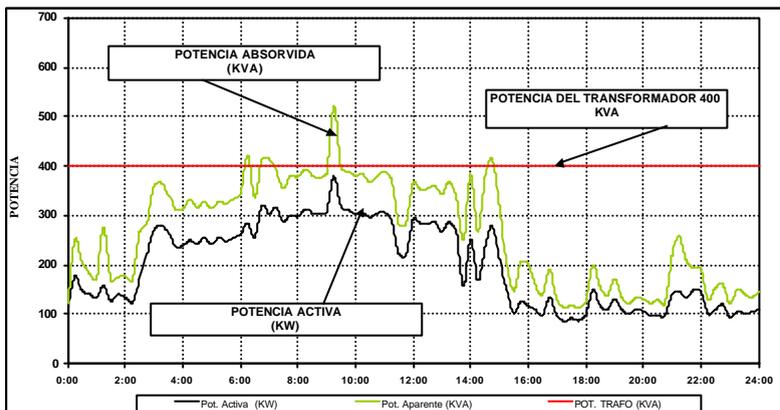
Las medidas se efectuaron en los secundarios de los transformadores, tableros principales, sub-tableros, y en las salidas principales a los motores, los resultados de estas mediciones se presenta en los Gráficos N°1 y N°2 y el Cuadro N°3.

MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA ACTIVA TRANSFORMADOR DE 400 KVA

FECHA : 10-Oct-00

DIA MARTES

DIAGRAMA DE CARGA



PARAMETROS ELECTRICOS REGISTRADOS Y CALCULADOS

PARAMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	149.4	kW	H.P	118.3	kW
H.F.P	378.5	kW	H.F.P	221.3	kW
DIA	378.5	kW	DIA	199.8	kW
POTENCIA ABSORVIDA			POTENCIA REACTIVA		
H.P	258.9	KVA	H.P	213.3	KVAR
H.F.P	521.3	KVA	H.F.P	358.4	KVAR
DIA	521.3	KVA	DIA	358.4	KVAR
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	591.4	kWh	H.P	530.2	KVARh
H.F.P	4204.5	kWh	H.F.P	3841.5	KVARh
DIA	4795.9	kWh	DIA	4171.2	KVARh

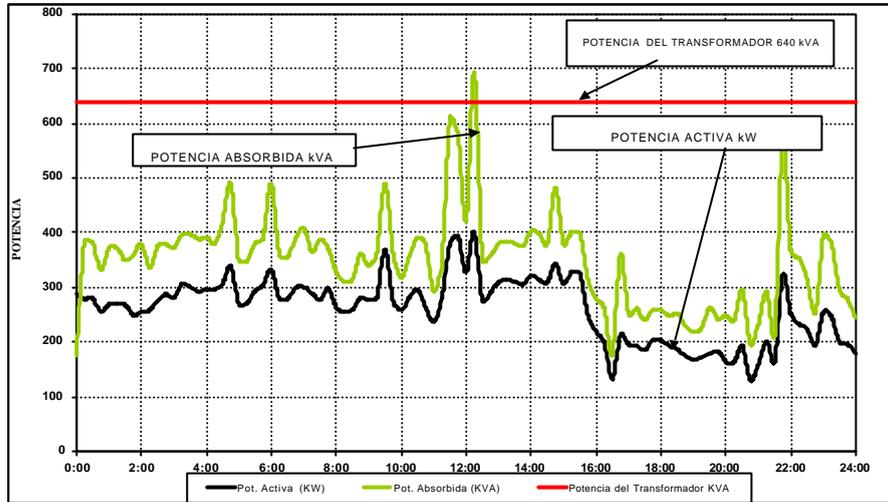
GRÁFICO N°1

**MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA ACTIVA
TRANSFORMADOR DE 640 KVA**

FE 05-Oct-00

DIA Jueves

DIAGRAMA DE CARGA



PARAMETROS ELECTRICOS REGISTRADOS Y CALCULADOS

MAXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	324.1	kW	H.P	195.6	kW
H.F.P	402.3	kW	H.F.P	277.7	kW
DIA	402.3	kW	DIA	260.6	kW
POTENCIA ABSORBIDA			POTENCIA REACTIVA		
H.P	568.9	kVA	H.P	467.5	kVAR
H.F.P	694.9	kVA	H.F.P	566.6	kVAR
DIA	694.9	kVA	DIA	566.6	kVAR
ENERGIA ACTIVA			ENERGIA REACTIVA		
H.P	978	kWh	H.P	1013	kVARh
H.F.P	5277	kWh	H.F.P	4570	kVARh
DIA	6255	kWh	DIA	5584	kVARh
FACTOR DE POTENCIA (PROMEDIO)			0.75 Inductivo		

GRÁFICO N° 2

**CUADRO N°3
RESULTADO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN MOTORES**

carga	Voltaie(V)		Corriente(Amp)		potencia			f _{dp pm}	R _c (Ω)	T°C	Hr(%)
	V _{pm}	V _n	I _{pm}	I _n	P(KW)	P _n (KW)	Q(KVAR)				
Compresor Vilter #1 P De Hielo	435.53	460.00	116.10	144.00	75.52	111.90	44.14	0.86	0.029	29.00	69.00
Compresor Vilter #2 P De Hielo:	436.73	460.00	112.10	144.00	61.60	93.25	58.13	0.73	0.031	29.00	69.00
Compresor #6 Grasso Plta. Frio:	430.33	460.00	77.10	122.00	47.60	74.60	32.07	0.83	0.034	32.00	47.00
Compresor Mycom #1	422.00	440.00	50.24	62.00	31.91	37.30	18.08	0.87	0.011	31.00	51.00
Compresor Mycom #2	440.40	440.00	50.34	62.00	32.94	37.30	19.66	0.86	0.017	27.00	53.00
Compresor Mycom #3	418.67	440.00	50.37	62.00	32.24	37.30	17.08	0.88	0.03	31.00	46.00
Compresor Mycom #4	438.37	440.00	96.40	120.00	63.09	74.60	36.93	0.86	0.032	34.00	79.00
Compresor Mycom #5	426.73	440.00	94.80	120.00	61.38	74.60	33.63	0.88	0.033	31.00	44.00
Bb H2o Zona Hidroneumática	439.90	440.00	48.20	63.50	30.43	37.30	20.48	0.83	0.01	34.00	79.00
Cocinador		460.00		71.50		44.76					

4.2 MEJORAS IDENTIFICADAS

La campaña de mediciones y el análisis de la información de campo nos permitió identificar y clasificar mejoras de acuerdo a su importancia en cuanto a la reducción de costos operativos y nivel de inversión. Estas mejoras fueron clasificadas en el siguiente orden:

A) Compensación de Potencia Reactiva.

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA S.A.C.

Francisco de Zela 2118-Lince Telefax: 51-1-4700082 Celular:9662717 Nextel : 8372856- 8372857-8372858-8372859

E- mail: informes@cenytec.com Web Site: www.cenytec.com

- B) *Modulación y Desplazamiento de Carga de Hora Punta a Hora Fuera de Punta (DSM)*
Implementación de un Sistema de Monitoreo de Energía y Control Automático de la Máxima Demanda (M&T y DSM).
- D) *Sustitución de Motores de Baja Eficiencia por los de Alta Eficiencia*
Reemplazo de fluorescentes convencionales por lámparas de alta eficiencia.
Sustitución de aceites lubricantes convencionales por aceites lubricantes sintéticos, en los compresores de refrigeración.
- F) *Mejora en el Sistema de Protección y Puesta a Tierra.*

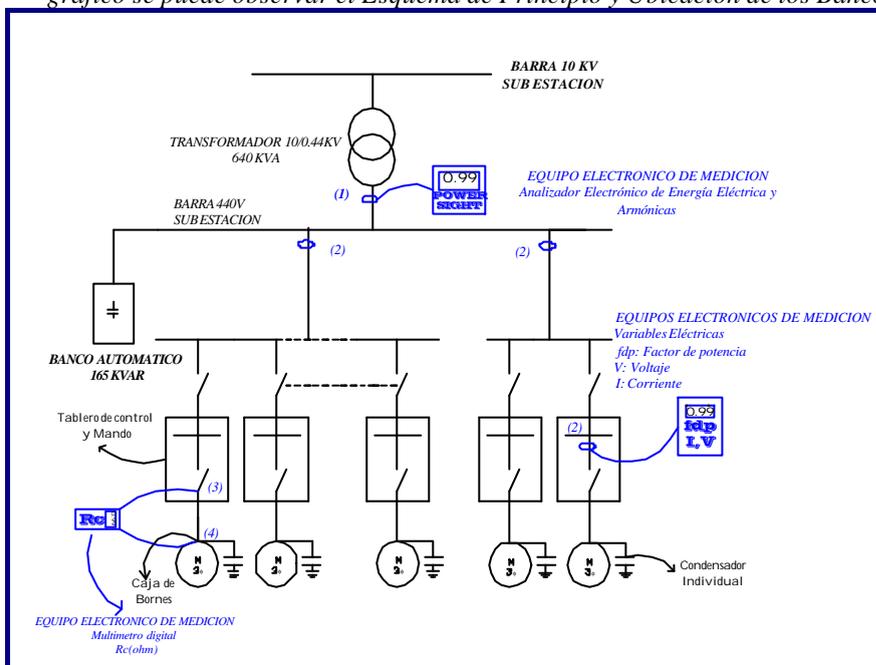
5 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

5.1 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA

5.1.1 Tipos de Compensación Realizadas en la Planta

Para la implementación se decidió emplear dos tipos de compensación:

- *Compensación Reactiva Individual (En los motores más importantes), cuadro N°3.*
- *Compensación Reactiva Automática Global (Baja Tensión), gráfico N°3 **GRÁFICO N°3** : En este gráfico se puede observar el Esquema de Principio y Ubicación de los Bancos de Condensadores.*



5.1.2 Cálculo del Valor de Banco de Potencia Reactiva (kVAR)

Para el cálculo se empleó un programa elaborado por CENYTEC S.A.C. cuyos resultados se observan en el Cuadro N° 4.

CUADRO N° 4

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES	
CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES	
CONDICION N° 1 ACTUAL	
POTENCIA ACTIVA (kW): P1	750
COS(&1) =	0.79
&1 =	37.8144008
CONDICION N°2 FUTURA	
POTENCIA ACTIVA (kW)	990
COS(&2) =	0.98
&2 =	11.47831411

CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES:			
QC	=	$PI * ((TAN(&1*PI()/180) - TAN(&2*PI()/180))$	
QC	=	567.29 Kvar	*NORMALIZADA: 600 KVAR

5.1.3 Cálculo de la Rentabilidad de la Inversión en el Banco de Condensadores

Del mismo modo se empleó un programa elaborado por CENYTEC S.A.C. para el cálculo de la Rentabilidad de la Inversión en el Banco de Condensadores, los resultados se pueden apreciar en el Cuadro N°5.

CUADRO N° 5

CALCULO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSION .			
LOS CALCULOS PARA EL BANCO DE CONDENSADORES IMPLICAN HACER UNA INVERSION APROX. DE 20,000 US\$ PARA OBTENER UN AHORRO DE 1 732,830.00 kVARh ES EL TOTAL PROYECTADO AL AÑO DE LO QUE SE ESTÁ PAGANDO. LA VIDA UTIL ESTIMADA DE LOS BANCOS DE CONDENSADORES ES DE 10 AÑOS Y EL COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SE ESTIMA EN US\$ 500/AÑO			
CALCULO DE LA RENTABILIDAD:			
I =	20000 US\$		
M =	500 US\$		
R =	1732830.00 kVAR/año.		
P =	0.0122 US\$/kVARh		
P' =	0.0122 US\$/kVARh		
(SE CONSIDERA QUE NO VARIA; ES LA POSICION MAS DESFAVORABLE			
V =	10 AÑOS		
A =	20640.526 US\$/AÑO	(R*P' -M)	
D =	2000 US\$/AÑO	(IV)	
d =	20% SE ASUME		
LUEGO DE LA TABLA 20.17 SE OBTIENE F= 4,192			
F =	4.192		
VA =	86525.085 (F*A)		
VALOR ACTUAL NETO DEL AHORRO EN US\$.			
CALCULO DE LOS PARAMETROS DE SEGUNDO ORDEN:			
1) RELACION INVERSION/AHORRO (PAYBACK)			
X =	11.63 (VA)		MENOR A 12 MESES
2) TASA DE RETORNO DE LA INVERSION.			
TIR =	93.20 %;		ES MAYOR A 20%.
3) RELACION BENEFICIO COSTO:(B/C)			
B/C =	4.33	B/C =VA/I = (F*A)/I.	
>>> B/C, MAYOR A 1; ES UN VALOR BUENO.			
ES EVIDENTE QUE LOS TRES PARAMETROS 1), 2) Y 3) ACONSEJAN CLARAMENTE HACER LA INVERSION CUANTO ANTES.			

Los resultados de la evaluación de la rentabilidad sirvieron para que el industrial pueda realizar la inversión e implementar las otras mejoras (B, C, D, E).

5.1.4 Resultados Obtenidos de la Compensación de Potencia Reactiva

Después de la Implementación de los Bancos de Potencia Reactiva se comprobó mediante registros con los analizadores de potencia y energía electrónicos, los efectos de la compensación de Potencia Reactiva cuyos resultados se pueden observar en los siguientes gráficos:

GRÁFICO N° 4

Efecto en el comportamiento de la potencia reactiva absorbida de la red eléctrica de X-CONCESIONARIA (antes y después de la Compensación)

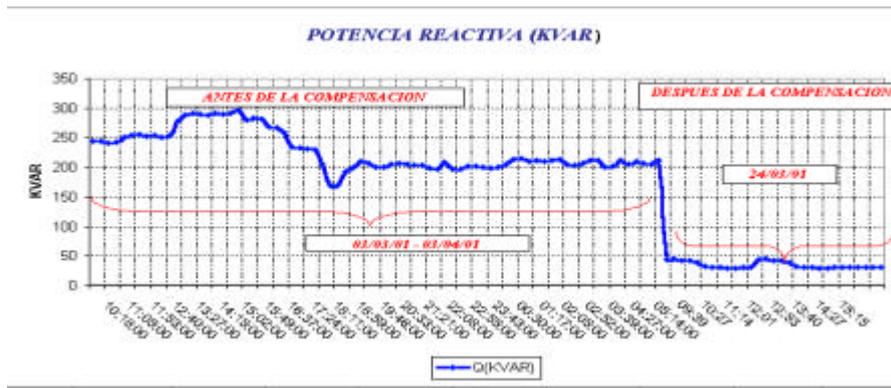


GRÁFICO N° 5 Efecto en el comportamiento del factor de potencia (antes y después de la Compensación)

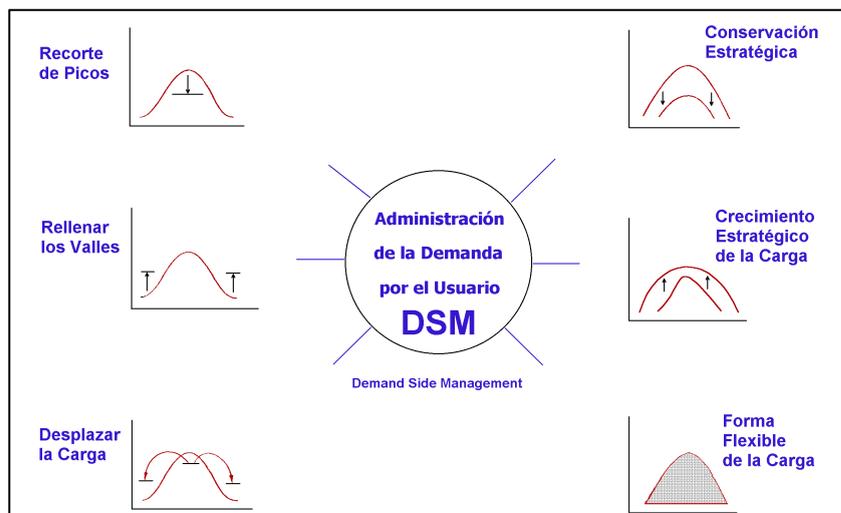


NOTA: Efectos similares se obtuvieron en la regulación de la tensión y en el valor de la corriente total que se redujo sustancialmente.

5.2 MODULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGAS DE HORA PUNTA A HORAS FUERA DE PUNTA.

Para este tipo de trabajos se hicieron coordinaciones con el personal responsable de las áreas de Producción y Mantenimiento con la finalidad de realizar ensayos de desplazamiento de los equipos, identificados previamente, para ser operados en Hora Fuera de Punta sin afectar la producción.

ESTRATEGIAS EMPLEADAS PARA MODIFICAR LA CURVA DE CARGA EN LA INDUSTRIA



5.2.1 Resultados de la Modulación y Desplazamiento de Cargas

Los resultados de estos ensayos se pueden apreciar en los gráficos N°6 y N°7 respectivamente.

GRAFICO N°6
MODULACION DE CARGA: TRANSFORMADOR DE 640 KVA

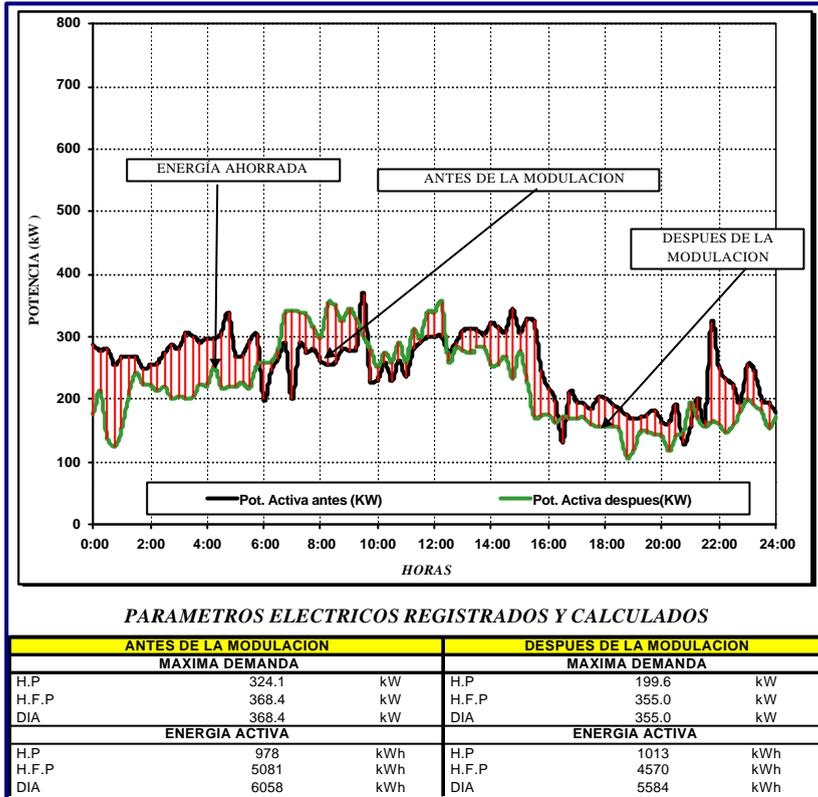


GRAFICO N°7

MODULACION DE CARGA: TRANSFORMADOR DE 400 KVA



5.3 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LA MÁXIMA DEMANDA (DSM Y M&T)

Con la finalidad de mantener en forma sostenible las condiciones mostradas en los gráficos N°7 y N°8, se implementó un sistema de Monitoreo de Energía y control Automática de la Máxima Demanda.

La administración de la demanda tiene por objeto principal: Buscar el equilibrio entre la oferta y la demanda. Se entiende por administrar la oferta, las inversiones en infraestructura eléctrica, la operación y el mantenimiento de dichas instalaciones. Administrar la demanda se traduce en la reducción de la demanda pico, el crecimiento estratégico de la carga, etc., mediante acciones de control directo (local o remoto) o a través de medidas indirectas como; cambio de hábitos en el uso de la energía.

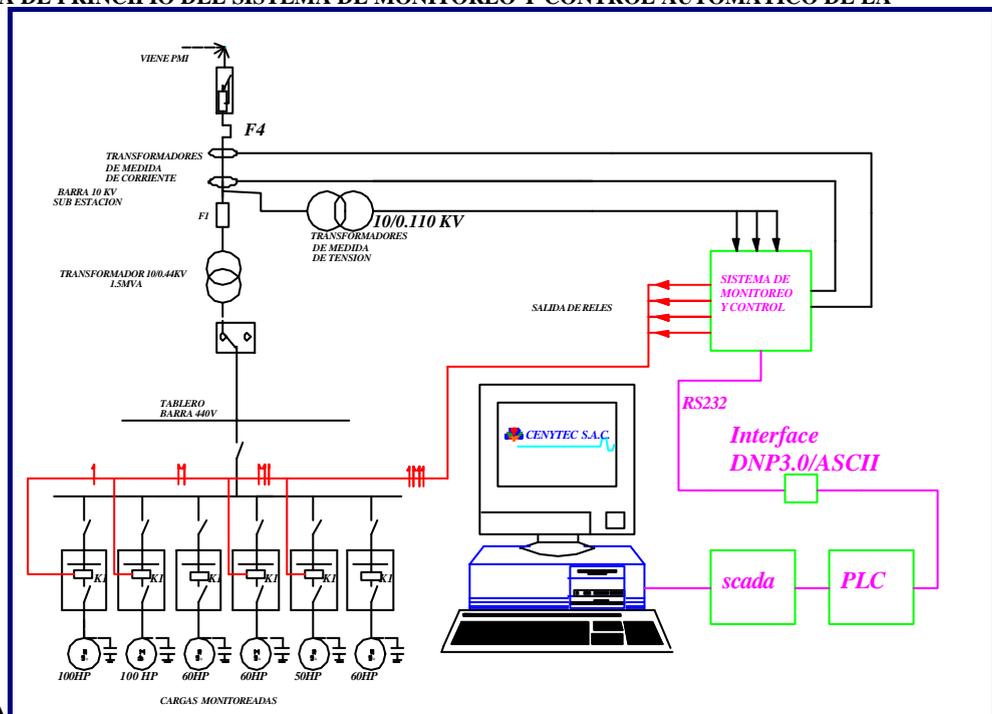
Los equipos y accesorios del sistema de Monitoreo de Energía y Control Automático de la Máxima Demanda que fueron implementados son:

- Un equipo multifunción electrónico modelo PM 171 E, con memoria no volátil, con software de monitoreo en tiempo real (RT) PAS 295 instalado en el nivel de 10KV (Totalizador de energía)
- Dos equipos multifunción electrónicos modelos PM 130, con software de monitoreo en RT "POWER EPLI V 2.0", instalado en el secundario de los transformadores de 640 KVA.
- Un nano PLC con seis relés incorporados
- Cables de comunicación tipo apantallado 4x24 AWG
- Conectores RS485/RS232
- Una PC Pentium III, 600 MHz y HD 20Gb
- Una impresora Laser Jet HP 1200

El Esquema de Principio del Sistema de Monitoreo de Energía en Tiempo Real (RT) y Control Automático de la Máxima Demanda se aprecia en el Gráfico N°8.

GRAFICO N°8

ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LA



Los motores seleccionados para el Monitoreo en RT y Control de la Máxima Demanda se presentan en el siguiente cuadro:

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA S.A.C.

Francisco de Zela 2118-Lince Telefax: 51-1-4700082 Celular:9662717 Nextel : 8372856- 8372857-8372858-8372859

E- mail: informes@cenytec.com Web Site: www.cenytec.com

CUADRO N° 6

DESCRIPCIÓN	HP	KW
Compresor Vilter	150	112.00
Compresor Vilter	125	93.25
Compresor MYCOM	100	76.40
Compresor MYCOM	50	38.20
TOTAL	425	319.85

5.3.1 Ahorro por Monitoreo y Control de Indicadores, Modulación de Demanda y Control Automático de la Máxima Demanda.

El ahorro logrado con la implementación del programa de Modulación y Control Automático de la Máxima Demanda, es el siguiente:

Demanda controlada (Control Automático Máx.Demanda) =	110.00 kW
Energía ahorrada (Por Modulación de Demanda) =	345,514.55 kWh/año
Energía por Monitoreo y Control de Indicadores =	186,731.59 kWh/año
Costo por kW =	5.81 US\$
Costo por kWh/mes =	0.044 US\$
Inversión =	5500.00 US\$
Retorno de la Inversión =	2 meses
Ahorro mensual =	2,590.67 US\$
Ahorro Económico al Año =	31,088.04 US\$

Inversión: Equipo de medición con sistema de monitoreo de las variables eléctricas, administración-control de la máxima demanda con capacidad de rechazo.

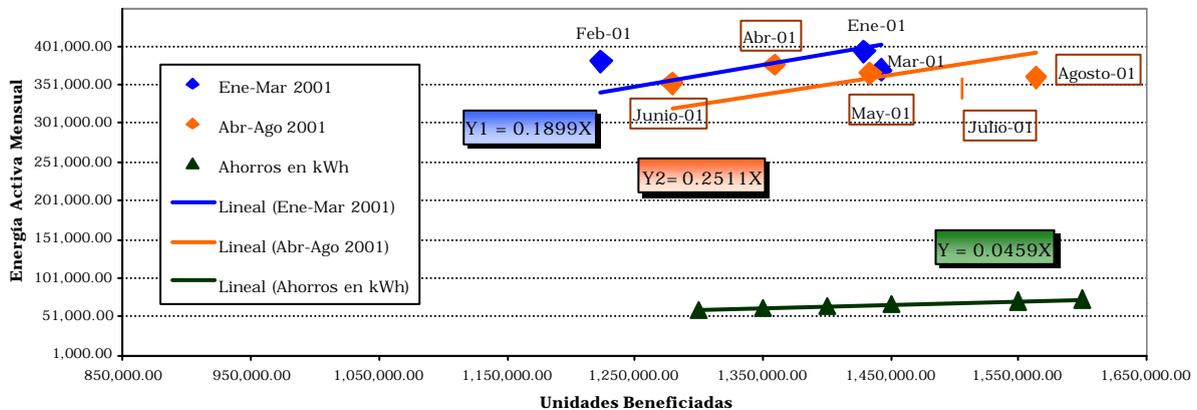
5.3.2 Ahorros Proyectados en Energía Activa Mediante la Implementación de la Herramienta Gerencial M&T

Con la finalidad de disponer de los consumos de energía en forma oportuna y confiable se implementó la Herramienta de Gestión Energética denominada Monitoreo (RT) y Control de Indicadores de Producción, el cual

se puede representar por medio de la gráfica y tablas tal como se aprecia en el Gráfico N° 9 y Cuadro N°7. Para el cálculo de los ahorros se está considerando los consumos de Energía y Producción para el período ENE-AGO 2001.

GRAFICO N°9

**MONITOREO Y FIJACIÓN DE METAS
ENERGÍA vs. PRODUCCIÓN
Período : Ene-Mar 2001;
Abr- Ago 2001 (Después de las Mejoras)**



Del gráfico anterior podemos realizar los cálculos en función de valores supuestos de la producción para los próximos meses, los que son presentados en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 7

AHORROS LOGRADOS POR MONITOREO, DESPLAZAMIENTO Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LA DEMANDA				
UNIDADES BENEFICIADAS/ MES	CONSUMO DE ENERGÍA ANTES	CONSUMO DE ENERGÍA DESPUÉS	AHORROS EN ENERGÍA kWh	AHORROS EN US\$
X	0,7xY2	0,7xY1	Y=0,7x(Y2-Y1)	0.0543 (\$/kWh)
1,150,000.00	202,135.50	152,869.50	49,266.00	2,676.67
1,200,000.00	210,924.00	159,516.00	51,408.00	2,793.05
1,250,000.00	219,712.50	166,162.50	53,550.00	2,909.43
1,300,000.00	228,501.00	172,809.00	55,692.00	3,025.81
1,350,000.00	237,289.50	179,455.50	57,834.00	3,142.18
1,400,000.00	246,078.00	186,102.00	59,976.00	3,258.56
AHORRO PROMEDIO AL MES			54,621.00	2,967.62
AHORRO PROYECTADO AL AÑO			655,452.00	35,611.40

En el cuadro N°7 se está aumentando un factor de consumo por desviación estadística igual a 0,7 en cada valor de Y1 e Y2.

Del Gráfico N°9 y Cuadro N°7, podemos comprobar las bondades que brinda la Herramienta Gerencial, debido al beneficio económico que se produce en el precio de productos y mejora de la competitividad de la empresa.

Los ahorros proyectados que ascienden a 35,611.40 han permitido que las personas responsables de la planta tengan que involucrarse en la Gestión, Administración y Control de consumo de energía para el logro de los objetivos planteados.

6 RESUMEN DE AHORROS

6.1 RESUMEN DE AHORROS PRODUCTO DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

CUADRO RESUMEN DE AHORROS DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS Y VERIFICADAS								
DESCRIPCION DE LAS MEJORAS		AHORROS EN ENERGÍA Y POTENCIA			INVERSIÓN TOTAL US\$	TOTAL DE AHORROS US\$/AÑO	% DE AHORROS	PAY BACK MESES
		kWh/año	kVarh/año	kW				
AHORRO POR COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA	AHORRO POR ELIMINACIÓN DE COSTOS EN FACTURACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	-----	1,732,830.00	-----	20 000	21,140.53	12	12
	AHORRO POR CONTROL DE PÉRDIDAS	74,925.91	-----	-----		3,296.74	2	
AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DEL DSM Y M&T	AHORRO POR MODULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA DE HORA PUNTA A HORA FUERA DE PUNTA	345,514.55	-----	-----	5,500.00	15,202.64	8	2
	AHORRO POR CONTROL AUTOMÁTICO DE LA MÁXIMA DEMANDA	-----	-----	110.00		7,669.20	4	
	AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA Y CONTROL DE INDICADORES	186,731.59	-----	-----		8,216.19	5	
AHORRO TOTAL		607,172.05	1,732,830.00	110.00	25,500.00	55,525.30	30	6

Tipo de Cambio: 1US\$= S/.3.5

CUADRO N° 8

En el cuadro N°8 el porcentaje de ahorro es tomado con respecto al costo anual total de US\$ 182,396.52.



GRÁFICO N°10

7 OTRAS MEJORAS EN FASE DE EVALUACIÓN PARA SU IMPLEMENTACIÓN

7.1 SUSTITUCIÓN DE MOTORES DE BAJA EFICIENCIA POR LOS DE ALTA EFICIENCIA

Luego de un diagnóstico de los motores de la planta, es decir su estado de funcionamiento de operación actuales se realizó un estudio de factibilidad del proyecto de cambio de motores por los de alta eficiencia. Los beneficios de invertir en motores más eficientes y sistemas de control son:

Ahorros por el consumo de la energía eléctrica, lo que implica menores costos de operación, menores cargos por demanda máxima, menores pérdidas en vacío, mayor vida útil de aislamiento, mayor capacidad de sobrecarga, mayor confiabilidad, reducción de costos de mantenimiento, utilización de nuevas tecnologías, mejoras en los procesos de producción y/o producto.

Los cálculos de los ahorros potenciales y beneficios económicos se presentan en el cuadro N°9.

CUADRO N° 9

DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	EFICIENCIA DEL MOTOR DE RENDIMIENTO ESTÁNDAR (N1) %	MOTOR DE EFICIENCIA PREMIUM (N2) %	AHORRO EN POTENCIA (KW)	AHORRO DE POTENCIA EN US\$	AHORRO EN ENERGÍA (Kwh.-AÑO)	AHORRO DE ENERGÍA EN US\$	AHORRO TOTAL	INVERSIÓN US\$	PAYBACK (MESES)
Compresor Graso # 6	100	91.00	96.00	4.27	297.68	35438.42	1559.29	1856.97	4500.00	34.63
Compresor Mycom # 1	50	84.00	93.00	4.30	299.60	35667.05	1569.35	1868.95	2500.00	19.12
Compresor Mycom # 2	50	85.00	93.00	3.77	263.18	31331.06	1378.57	1641.75	2500.00	21.76
Compresor Mycom # 3	50	83.00	92.00	4.40	306.51	36489.13	1605.52	1912.03	2500.00	18.69
Compresor Mycom # 4	100	89.00	96.00	6.11	426.12	50728.70	2232.06	2658.18	4000.00	21.50
Compresor Mycom # 5	100	90.00	96.00	5.18	361.19	42998.61	1891.94	2253.13	4000.00	25.37
Compresor Vilter # 1	150	91.00	97.00	7.61	530.30	63131.53	2777.79	3308.09	6800.00	29.38
Compresor Vilter # 2	125	90.00	96.00	6.48	451.49	53748.26	2364.92	2816.41	6000.00	30.44
TOTAL	725			42.11	2936.08	349532.75	15379.44	18315.52	32800.00	21.49

HORAS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO: 8300 h
 COSTO DE 1kWh : 0.044 US\$
 COSTO DE 1kW : 5.81 US\$

7.2 SUSTITUCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES CONVENCIONALES POR ACEITES LUBRICANTES SINTÉTICOS EN LOS COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN

Luego de un diagnóstico de los compresores de la planta (su estado de operación), se realizó un estudio para la disminución del consumo de energía eléctrica en los compresor, y se determinó el cambio del aceite de lubricación de una mejor calidad, mediante la sustitución de aceites lubricantes convencionales por aceites lubricantes sintéticos.

Los cálculos de los ahorros potenciales y beneficios económicos se presentan en el cuadro N° 10.

CUADRO N° 10

AHORROS POR UTILIZACIÓN DE LUBRICANTES SINTÉTICOS EN LOS COMPRESORES				
DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	EFICIENCIA DEL MOTOR ESTÁNDAR (N1)	AHORRO POR LUBRICACIÓN US\$-AÑO	AHORRO POR LUBRICACIÓN kWh-AÑO
Compresor Graso # 6	100	0.92	296.13	6730.22
Compresor Mycom # 1	50	0.85	160.26	3642.24
Compresor Mycom # 2	50	0.86	158.39	3599.88
Compresor Mycom # 3	50	0.85	160.26	3642.24
Compresor Mycom # 4	100	0.90	302.71	6879.78
Compresor Mycom # 5	100	0.91	299.38	6804.18
Compresor Vilter # 1	150	0.93	439.42	9986.77
Compresor Vilter # 2	125	0.92	370.16	8412.77
TOTAL			2186.72	49698.07
HORAS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO: 8300 h				
COSTO DE 1kWh : 0.044 US\$				

7.3 REEMPLAZO DE FLUORESCENTES CONVENCIONALES POR LÁMPARAS DE ALTA EFICIENCIA

Se está considerando el reemplazo de 284 lámparas fluorescentes de 40W por lámparas de alta eficiencia de 36 W. La energía mensual consumida por las lámparas convencionales de 40 W es de 45 531,84 kWh al año. El ahorro potencial de energía mensual correspondiente a esta mejora se muestra en los cuadros N° 11 y N° 12 :

CUADRO N° 11

Ahorro en energía eléctrica Mensual Kwh.	Ahorro Anual Kwh./AÑO	Ahorro Anual US\$/AÑO
545.28	6543.36	287.91

El estudio de rentabilidad para la implementación de esta mejora es mostrado en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 12

DESCRIPCIÓN	Cantidad de lámparas	Costo Lámpara US\$	Inversión inicial US\$	Payback
Lampar Fluorecente de 36 W de alta eficiencia	284	1.5	426	17.8

7.4 RESUMEN DE AHORROS PRODUCTO DE MEJORAS POR IMPLEMENTAR

CUADRO N° 13

CUADRO RESUMEN DE AHORROS DE LAS MEJORAS A IMPLEMENTAR							
DESCRIPCION DE LAS MEJORAS	AHORROS EN ENERGÍA Y POTENCIA			INVERSIÓN TOTAL US\$	TOTAL DE AHORROS US\$/AÑO	% DE AHORROS	PAY BACK MESES
	kWh/año	kVARh/año	kW				
AHORRO POR SUSTITUCION DE MOTORES DE BAJA EFICIENCIA POR LOS DE ALTA EFICIENCIA	349532.75	-----	42,11	32800.00	18315.52	88.10	21
AHORRO POR SUSTITUCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES CONVENCIONALES POR ACEITES LUBRICANTES SINTÉTICOS EN LOS COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN	49198.18	-----	-----	-----	2186.72	10.52	-----
AHORRO POR REEMPLAZO DE FLUORESCENTES CONVENCIONALES DE 40W POR LÁMPARAS DE ALTA EFICIENCIA DE 36W	6543.36	-----	-----	426.00	287.91	1.38	18
AHORRO TOTAL	405274.29			33226.00	20790.15	100.000	19

Tipo de Cambio: 1US\$= S/3.5

8 VERIFICACIÓN DE LOS AHORROS DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS.

Para la verificación y cuantificación de las mejoras económicas se tomó en cuenta las copias de las facturas de energía eléctrica antes y después de la implementación del programa de eficiencia energética.

REDUCCIÓN DE GASTOS EN LA FACTURA ELÉCTRICA

ANTES DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

MES	Demanda Máxima Consumida (kW)	Energía Activa Facturada (kWh)	Energía Reactiva Facturada (KVARh)	Pagos por Energía Reactiva US\$	Monto de Factura Total mensual US\$
Ene-01	795.00	394,900.00	185,630.00	2,291.20	22,954.20
Feb -01	802.00	381,800.00	183,760.00	2,268.10	22,541.30
PAGO MENSUAL PROMEDIO:				US\$ 22,747.75	

DESPUÉS DEL DIAGNÓSTICO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

MES	Demanda Máxima Consumida (kW)	Energía Activa Facturada (kWh)	Energía Reactiva Facturada (KVARh)	Pagos por Energía Reactiva US\$	Monto de Factura Total mensual US\$
Abr-01	815.00	377,100.00	0.00	0.00	18,315.00
May-01	813.00	365,700.00	0.00	0.00	17,648.70
PAGO MENSUAL PROMEDIO:				US\$ 17,981.85	

AHORRO TOTAL MENSUAL (1)	US\$/mes 4,765.90
---------------------------------	--------------------------

(1) Este monto está compuesto por :

- (a) Eliminación del pago por concepto de Energía Reactiva : US\$ 2,279.65
- (b) Cambio de calificación de cliente en Punta a Fuera de Punta, reducción de pérdidas de energía y control de la Máxima Demanda: Ahorros en Energía Activa : US\$ 2,486.25

AHORRO GARANTIZADO AL AÑO	US\$/año 57,190.80
----------------------------------	---------------------------

Tipo de cambio 1US\$ =3.5 S/.

NOTA: Adjuntamos copias de dos facturas para su comprobación.

FACTURAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Energ. Activa Fuera Punta (kWh)	2985.900	2658.100	327.800	1000	327800.00	327800.00	0.1208	39,598.24
Energ. Activa Horas Punta (kWh)	565.600	498.500	67.100	1000	67100.00	67100.00	0.1855	12,447.05
Energía Reactiva (kVArh)	2939.600	2635.500	304.100	1000	304100.00	185630.00	0.0432	8,019.22
Dem. Máxima Leída HP (kW)	8.252	7.457	0.795	1000	795.00	777.00	25.00	20,658.85
Cargo Fijo								3.23
Alumbrado Público								217.24
Cargo por Reposic. y Mant								15.96
SUBTOTAL Mes Actual								80,339.77
I.G.V.								14,461.15
TOTAL Mes Actual								94,800.92
C Suminist DS 020 2000-S2								-1,515.11
REDONDEO MES ANTERIOR								0.45
REDONDEO MES ACTUAL								-0.26

MÁXIMA DEMANDA EN HORAS FUERA DE PUNTA

PAGOS POR ENERGÍA REACTIVA

SE ELIMINA EL CARGO POR ENERGÍA REACTIVA, REDUCCIÓN DE GASTOS EN LA FACTURA ELÉCTRICA

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
31/ENE/2001	15/FEB/2001	*****93,286.00

MENSAJES AL CLIENTE

ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Energ. Activa Fuera Punta (kWh)	4266.900	3936.200	330.700	1000	330700.00	330700.00	0.1206	58,778.86
Energ. Activa Horas Punta (kWh)	797.800	762.800	35.000	1000	55000.00	55000.00	0.1789	9,790.00
Dem. Máxima Leída FP (kW)	11.505	10.492	0.813	1000	813.00	819.00	15.8667	15,611.21
Cargo Fijo								3.28
Alumbrado Público								124.72
Cargo por Reposic. y Mant								16.23
SUBTOTAL Mes Actual								61,770.50
I.G.V.								11,118.65
TOTAL Mes Actual								72,889.15
REDONDEO MES ANTERIOR								0.45
REDONDEO MES ACTUAL								-0.35

MÁXIMA DEMANDA EN HORAS FUERA DE PUNTA

SE ELIMINA EL CARGO POR ENERGÍA REACTIVA, REDUCCIÓN DE GASTOS EN LA FACTURA ELÉCTRICA

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
30/MAY/2001	14/JUN/2001	*****72,889.00

MENSAJES AL CLIENTE

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA S.A.C.

Francisco de Zela 2118-Lince Telefax: 51-1-4700082 Celular:9662717 Nextel : 8372856- 8372857-8372858-8372859

E- mail: informes@cenyttec.com Web Site: www.cenytec.com

9 IMPACTO AMBIENTAL

Del cuadro resumen, los ahorros logrados en energía activa al año fueron de 74,925.91 kWh/año solamente en disminución de pérdidas, y 532,246.14 kWh/año, por la implementación de las Herramientas de Gerenciamiento de Energéticos: M&T y DSM; esto significa reducir el consumo de energía no renovable, considerando los equivalentes:

CUADRO N° 14

AHORROS EN MWh/año	AHORROS EQUIVALENTES EN ENERGÍA NO RENOVABLE		
	Barril de Diesel-2	Barril de Petróleo Residual	Barril de GLP
607.17	356	327	506

Por lo tanto, con la implementación del programa de eficiencia energética no sólo se logran beneficios económicos, también se contribuye a reducir el impacto ambiental, es decir menor consumo de energía a iguales condiciones de operación de la industria, implica reducir el uso de energía no renovable como petróleo, gas, carbón, etc.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La implementación de un Programa de Eficiencia Energética no sólo contribuye en la reducción efectiva de los costos operativos sino a la conservación de los recursos energéticos de energía no renovables (petróleo, gas, carbón, etc.) y por lo tanto al desarrollo sostenible de los países.
- Las Herramientas de Gestión Energética: (DSM) Administración y Control automático de Máxima Demanda; (M&CI) Monitoreo y Control de Indicadores, (P&Q) Calidad de Energía; son eficientes y eficaces toda vez que van acompañados de equipos de medición de moderna tecnología.
- Los ahorros logrados pueden ser incrementados en el corto plazo producto de las otras mejoras que aún faltan implementar (sustitución de motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia, reemplazo de fluorescentes convencionales por lámparas de alta eficiencia, entre otras).
- Los Bancos de Condensadores al margen de eliminar pagos por energía reactiva, mejorar el nivel de voltaje, permiten reducir pérdidas por efecto Joule (I^2R), en transformadores, conductores, etc., contribuyendo de esta manera a mejorar la vida útil de todos los equipos, conductores y componentes del sistema eléctrico de la planta.
- Los ahorros logrados, producto de las mejoras implementadas, representan un 30% de los costos anuales (US\$ 182,396.52), tomando los 12 meses (marzo 2000 a febrero de 2001) previos a la realización diagnóstico energético e implementación de las mejoras identificadas. Este porcentaje será mayor al término de la implementación de las otras mejoras (reemplazo de fluorescentes de 40 vatios por los de 36 vatios e incorporación de los motores de alto rendimiento en lugar de los de baja eficiencia).
- Los Programas de Eficiencia Energética y todas sus herramientas tecnológicas (DSM, M&CI, P&Q); constituyen el camino más corto y seguro para realizar las inversiones y para que las empresas mejoren la calidad de los productos y/o servicios; así como su competitividad tanto nacional como internacional.

CUADRO RESUMEN DE AHORROS

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA S.A.C.

Francisco de Zela 2118-Lince Telefax: 51-1-4700082 Celular:9662717 Nextel : 8372856- 8372857-8372858-8372859

E- mail: informes@cenytec.com Web Site: www.cenytec.com

CUADRO N° 15

CUADRO RESUMEN DE AHORROS DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS Y VERIFICADAS								
DESCRIPCION DE LAS MEJORAS		AHORROS EN ENERGÍA Y POTENCIA			INVERSIÓN TOTAL US\$	TOTAL DE AHORROS US\$/AÑO	% DE AHORROS	PAY BACK MESES
		kWh/año	kVARh/año	kW				
AHORRO POR COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA	AHORRO POR ELIMINACIÓN DE COSTOS EN FACTURACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	-----	1,732,830.00	-----	20 000	21,140.53	11.59	12
	AHORRO POR CONTROL DE PÉRDIDAS	74,925.91	-----	-----		3,296.74	1.81	
AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DEL DSM Y M&T	AHORRO POR MODULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA DE HORA PUNTA A HORA FUERA DE PUNTA	345,514.55	-----	-----	5,500.00	15,202.64	8.33	2
	AHORRO POR CONTROL AUTOMÁTICO DE LA MÁXIMA DEMANDA	-----	-----	110.00		7,669.20	4.20	
	AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA Y CONTROL DE INDICADORES	186,731.59	-----	-----		8,216.19	4.50	
AHORRO TOTAL		607,172.05	1,732,830.00	110.00	25,500.00	55,525.30	30.44	6
CUADRO RESUMEN DE AHORROS DE LAS MEJORAS A IMPLEMENTAR								
AHORRO POR SUSTITUCIÓN DE MOTORES DE BAJA EFICIENCIA POR LOS DE ALTA EFICIENCIA		349,532.75	-----	42,11	32,800.00	18,315.52	10.04	21.00
AHORRO POR SUSTITUCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES CONVENCIONALES POR ACEITES LUBRICANTES SINTÉTICOS EN LOS COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN		49,198.18	-----	-----	-----	2,186.72	1.20	-----
AHORRO POR REEMPLAZO DE FLUORESCENTES CONVENCIONALES POR LÁMPARAS DE ALTA EFICIENCIA		6,543.36	-----	-----	426.00	287.91	0.16	18.00
AHORRO TOTAL		405,274.29			33,226.00	20,790.15	11.40	19.00

Del cuadro resumen de ahorros N°15, se puede concluir que los ahorros por las mejoras implementadas representan un 30%, de los costos por energía eléctrica respecto del total de costos anuales (US\$ 182,396.52, para el período comprendido entre MAR 2000 – FEB 2001) y las mejoras que faltan implementar representan el 11% con respecto a dicho total de gastos al mismo periodo en consideración.. Por tanto al finalizar la implementación de todas las mejoras el porcentaje total de ahorros superaría el 35 % respecto a los gastos totales de energía para el período de referencia.