

Universidad Nacional de Ingeniería

**FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**“Metodos de Control para Ahorrar
Energia Electrica en la Industria”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

Alberto Sandoval Rodriguez

Promoción 1980 - 1

LIMA - PERU - 1993

SUMARIO

Frente a una situación de crisis energética, se hace necesario una política de uso racional de los recursos energéticos, mediante acciones orientadas a disminuir el consumo específico de energía, ya sea por el uso de equipos más eficientes como por la introducción de métodos de administración de la energía y puesto que nuestro país tiene dificultades para garantizar la oferta de energía eléctrica, es urgente obtener un aumento de la eficiencia.

En el presente trabajo se presenta la metodología y sus correspondientes fases, así como un flujograma que sintetiza los pasos que se tiene que dar en cada una de las industrias, con la finalidad de identificar pérdidas de energía, evaluarlas y cuantificarlas para recomendar acciones que conlleven a reducir dichas pérdidas por otro lado a cambiar los hábitos de operación de las máquinas mentalizando a los operarios y responsables de la producción en estas técnicas que al final redundan en un beneficio múltiple para la industria y el país.

De acuerdo a los estudios realizados por CENERGIA, el ahorro potencial identificado por sectores económicos asciende a 953.4 miles de TEP, equivalente a 6.9 millones de barriles de petróleo lo cual representa un 16%, sobre el total del combustible que es consumido por estos sectores. Por tanto, cualquier esfuerzo en este sentido traerá fuertes beneficios para la industria y el país.

I N D I C E

1.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

| | |
|------------------------------------|----|
| 1.1 Generalidades..... | 18 |
| 1.2 Justificación del Estudio..... | 22 |
| 1.3 Alcances del Estudio..... | 25 |
| 1.4 Introducción del Proyecto..... | 31 |

2.0 DIAGNOSTICO ENERGETICO DE LA INSTALACION

| | |
|--|----|
| 2.1 Base de Datos Energético del Sector Industria..... | 34 |
| 2.2 Datos Generales de la Industria..... | 34 |
| 2.2.1 Descripción de la Instalación y Proceso Productivo..... | 34 |
| 2.2.2 Proceso Productivo..... | 35 |
| 2.3 Fuentes de Suministro Energético..... | 38 |
| 2.4 Estado de las Instalaciones Eléctricas..... | 38 |

3.0 PROPUESTA DE MEJORAS Y JUSTIFICACION ECONOMICA

| | |
|--|----|
| 3.1 Metodología de Optimización..... | 42 |
| 3.2 Equipos de Campo..... | 52 |
| 3.2.1 Tipos de Equipos (Digitales, Analógicas, Controladoras Distribuidos, etc)..... | 63 |
| 3.2.2 Tipos de equipos utilizados en los trabajos de campo (características, forma de conexión etc)..... | 63 |
| 3.3. Análisis Tarifario y Costos de Energía Eléctrica y Térmica..... | 63 |

| | |
|--|-----|
| 3.4 Programa de Mediciones, Fijación de Procedimiento y Nivel de Detalle de la Toma de Datos de Ingeniería. | 70 |
| 3.4.1 Clasificación, Consistencia y Consolidación de Información..... | 73 |
| 3.4.2 Interpretación y Análisis de las Mediciones Eléctricas..... | 75 |
| 3.5 Métodos Operativos que Minimicen las Pérdidas en los Equipos Eléctricos..... | 78 |
| 3.6 Control de Pérdidas, Análisis del Factor de Carga, Factor de Potencia de los Equipos de Mayor Interés en la Planta Industrial..... | 97 |
| 3.7 Técnicas De Reducción De Máxima Demanda Y Ahorro De Energía..... | 109 |
| 3.8 Control de los niveles de iluminación en la planta industrial..... | 113 |
| 4.0 PRESENTACION DE CASOS ESTUDIADOS. | |
| 4.1 Para una Planta Ensambladora de Vehículos..... | 119 |
| 4.2 Para una Industria Cervecera..... | 128 |
| 4.3 Para una Planta Textil..... | 145 |
| 4.4 Para un Complejo Industria..... | 157 |
| 4.5 Para una Industrial de Alimentos..... | 172 |
| 4.6 En una Planta Metal Mecánica..... | 184 |
| 5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 196 |
| 6.0 ANEXOS | 200 |
| BIBLIGRAFIA | 218 |

RESUMEN

Las mejoras sustantivas en la eficiencia del uso de la energía alcanzados por los países desarrollados, se han debido, en gran parte, al haber mantenido los precios de los energéticos en niveles suficientemente altos, así como por la tendencia permanente en el incremento de la productividad de los equipos usuarios de energía. En cuanto a los países de la región latinoamericana, los resultados de los programas de ahorro de energía han sido poco significativos, siendo quizás una de las principales razones la carencia de adecuadas políticas de los energéticos referidos especialmente a tarifas eléctricas y de combustibles.

A los precios de los energéticos les corresponde un rol importante para impulsar el uso racional y manejo de la demanda de energía ya que influyen para que se modifique la estructura y perfil de la demanda energética, mediante la introducción de equipos más eficientes, modificación en los regímenes de uso de la energía, lo que a su vez permite que la demanda se ajuste a la disponibilidad de recursos.

Los precios de los energéticos juegan un papel importante en los costos del producto terminando, cualquiera que sea el proceso productivo, por lo que es necesario que dichos precios guarden una relación coherente en el tiempo y no se tenga la inestabilidad tal como ha venido sucediendo estos últimos años; cuya consecuencia ha sido que algunas industrias no puedan afrontar los gastos mensuales dado que sus productos no eran competitivos con los importados es decir aceleró más el receso industrial.

Los precios de los energéticos también deben cumplir el objetivo y procurar el logro de cierta autonomía financiera a las empresas productoras de electricidad, de manera que al desarrollar sus actividades, obtengan niveles de rentabilidad que les permita participar en el financiamiento de las inversiones requeridas para atender futuras necesidades energéticas.

Durante estos últimos años se han realizado un importante número de auditorías energéticas en el Sector Productivo Nacional, mediante utilización de la metodología que se detalla más adelante.

De acuerdo a estos trabajos realizado se logró cuantificar importantes ahorros de energía eléctrica en las diferentes industrias en las cuales se identificaron las siguientes mejoras.

- Mejoras referidas al Factor de Potencia.
- Cambio en los Modos Operativos.
- Reordenamiento de Carga a horas más convenientes económicamente.
- Por mejoras en los sistemas de generación transporte y distribución de energía.

Un resumen de estos ahorros eléctricos y económicos se presentan en los cuadros adjuntos N° 1, 2 y 3 y Gráfico N° 1A.

En el cuadro N° 1, se observa que de 31 empresas industriales auditadas cuyo consumo total fue de 302,440 MWh/año, se logró cuantificar ahorros en el orden de 14,605 MWh/año equivalentes al 5% del consumo total.

Estos ahorros se logran con la implementación de mejoras que van desde los cambios en los modos de operación y mentalización de los operarios a evitar en lo posible el trabajo en vacío o a muy baja carga de motores, transformadores, fajas transportadoras, etc. Así mismo eliminar las fugas de flujos (aire, agua, etc.), en ductos, para disminuir el consumo de energía y el uso innecesario de iluminación, en ciertos ambientes por la influencia de la luz natural.

Revisar fundamentalmente las uniones, contactores, arrancadores, fusibles y chequear la temperatura en las bobinas de los motores y alimentadores, ya que un incremento de la misma, es un índice de pérdidas de energía y envejecimiento de los aislantes y vida útil de las máquinas y otros equipos del sistema eléctrico. (Ver Anexo N. 1, Gráfico N° 1).

Realizar un mantenimiento preventivo programado, de todo el equipamiento eléctrico de la planta, llevando un control periódico de todas las anomalías encontradas, codificándolas e identificando el área y máquina donde se encontró la anomalía para ser corregida y evitar así mayores pérdidas por fallas y paradas innecesarias de las máquinas con reducción de la producción.

Los ahorros logrados sin inversión, al implementar las mejoras mencionadas ascienden a 10,229 MWh/año, equivalente al 70% de los ahorros cuantificados en las auditorías. Esto traducido a dólares, considerando el precio promedio de energía activa, representa 613,754 US\$/año que se lograría sin ninguna inversión.

Los trabajos realizados en 14 empresas demostraron que las medidas mencionadas han permitido reducir entre 10 kW a 1.2 Mw, lo cual representa entre el 1 al 38%, de reducción de la máxima demanda sin pérdidas en la producción, (ver cuadro N.2).

Traducidos a términos económicos los ahorros están en el orden de 84,000 a 177,000 US\$/año en horas punta y fuera de punta respectivamente donde gran parte de los ahorros no necesitan inversión alguna sino reprogramar formas y modos de operación de la máquina.

En el cuadro N. 2, se tiene los ahorros económicos que se logran al modular la demanda en el tiempo, mediante una adecuada programación de operación de las cargas en horarios donde la máxima demanda tiene un menor costo, es decir para tarifas en las que tengan diferenciación horaria (horas puntas y fuera de punta) y también para tarifas en las que la demanda tiene el mismo costo, Pero de lo que se trata es reducir los picos que tienen lugar en sólo 15 minutos que es el cuarto de hora crítico para cualquier acción encaminada a reducir los picos de demanda, son ahorros económicos importantes para cualquier industria.

Los métodos para reducir la Máxima Demanda son diversos dependiendo del interés que se ponga en reducir costos por este concepto. Los ahorros económicos producto de las reducciones diversas logradas en las plantas industriales se han debido principalmente a las siguientes acciones :

- Arrancar las máquinas más importantes desfasadas una de otra por lo menos 10 a 15 minutos.
- Operar la máquinas en horario donde se identifica horas valle o en horario con menos costos en \$/kW-mes ó \$/kWh.

implementan en las industrias. En las 20 empresas que se tienen en el cuadro, se cuantificó 17,389 MVARh/año que estas industrias toman del sistema eléctrico que traducido a términos económicos representa 452,122 US\$/año.

Con la implementación de los bancos de condensadores, se dejó de tomar de la red 16,103 MVARh/año, es decir el 93% que representa 399, 344 US\$/año, con una inversión equivalente a 233,336 US\$, se recuperó esta inversión entre 3 a 6 meses y los beneficios también se reflejan en la disminución de pérdidas de energía activa que está en el orden del 0.5 al 4% del total de energía activa.

En el Gráfico N° 1A, se muestra los ahorros acumulados y logrados en las diferentes industrias del país desde el año 1986, en que CENERGIA, empezó las Auditorías Energéticas en la Industria.

CUADRO No 1

CUADRO RESUMEN DE AHORROS EN ENERGIA ELECTRICA

EN LA INDUSTRIA PERIODO 1986 A 1991

| No. | EMPRESA INDUSTRIAL | CONSUMO DE ENERGIA (1) (kWh) | AHORROS (2) CUANTIFICADOS | | AHORROS (3) LOGRADOS | |
|------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------|------|
| | | | (kVh) | (%) | (kWh) | (%) |
| <u>AÑO 1986</u> | | | | | | |
| 1 | VINSA | 8,398,000 | 1,112,000 | 13 | 889,600 | 10.6 |
| 2 | UNILECHE | 1,928,400 | 289,260 | 15 | 173,556 | 9.0 |
| 3 | INDUSTRIAL NUEVO MUNDO | 7,280,000 | 109,200 | 2 | 76,440 | 1.1 |
| SUB TOTAL | | 17,606,400 | 1,510,460 | 9 | 1,139,596 | 6.5 |
| <u>AÑO 1987</u> | | | | | | |
| 4 | CELIMA | 3,572,080 | 546,200 | 15 | 491,580 | 13.8 |
| 5 | CELIMA 2 | 6,939,828 | 187,000 | 3 | 130,900 | 1.9 |
| SUB TOTAL | | 10,511,908 | 733,200 | 7 | 622,480 | 5.9 |
| <u>AÑO 1988</u> | | | | | | |
| 6 | PESCA PERU-ILO-5404 | 2,172,804 | 217,000 | 10 | 115,010 | 5.3 |
| 7 | PESCA PERU-ILO-5406 | 1,736,856 | 241,000 | 14 | 149,420 | 8.6 |
| 8 | PESCA PERU-HUARMEY | 3,827,000 | 776,000 | 20 | 465,600 | 12.2 |
| 9 | PESCA PERU-CHIMBOTE | 4,993,653 | 445,000 | 9 | 231,400 | 4.6 |
| 10 | PESCA PERU-CALLAO | 1,725,000 | 95,000 | 6 | 50,350 | 2.9 |
| 11 | PESCA PERU-SUPE | 3,198,000 | 415,000 | 13 | 257,300 | 8.0 |
| 12 | COOPERATIVA PARAMONGA | 10,291,350 | 377,000 | 4 | 263,900 | 2.6 |
| 13 | PROLANSA | 4,415,220 | 1,025,000 | 23 | 615,000 | 13.9 |
| SUB TOTAL | | 32,359,883 | 3,591,000 | 11 | 2,147,980 | 6.6 |
| <u>AÑO 1989</u> | | | | | | |
| 14 | APESA | 1,317,118 | 90,200 | 7 | 76,670 | 5.8 |
| 15 | VINSA | 15,954,000 | 283,000 | 2 | 198,100 | 1.2 |
| 16 | CELIMA 2 AZULEJOS | 3,572,080 | 73,000 | 2 | 51,100 | 1.4 |
| 17 | IBERANDINA DE METALES | 426,000 | 87,500 | 21 | 70,000 | 16.4 |
| 18 | UNIVERSAL TEXTIL | 15,013,180 | 300,994 | 2 | 180,596 | 1.2 |
| 19 | REPSA | 2,604,227 | 109,534 | 4 | 93,104 | 3.6 |
| 20 | CIA. NACIONAL DE CERVEZA | 22,535,100 | 1,431,340 | 6 | 1,073,505 | 4.8 |
| 21 | CELIMA 1 | 1,927,280 | 19,524 | 1 | 11,714 | 0.6 |
| SUB TOTAL | | 63,348,985 | 2,395,092 | 4 | 1,754,790 | 2.8 |
| <u>AÑO 1990</u> | | | | | | |
| 22 | TOYOTA | 606,000 | 30,300 | 5 | 27,270 | 4.5 |
| 23 | CEMENTOS PACASMAYO | 100,158,100 | 2,081,380 | 2 | 1,456,966 | 1.5 |
| 24 | MEPSA | 39,582,000 | 2,155,000 | 5 | 1,400,750 | 3.5 |
| 25 | TEJIDOS SAN JACINTO | 9,094,580 | 179,870 | 2 | 143,896 | 1.6 |
| 26 | RAYON INDUSTRIAL | 5,292,600 | 1,405,600 | 27 | 1,194,760 | 22.6 |
| 27 | TEJIDOS SAN MIGUEL | 2,564,552 | 16,200 | 1 | 11,340 | 0.4 |
| SUB TOTAL | | 157,297,832 | 5,868,350 | 4 | 4,234,982 | 2.7 |

CONTINUACION...

| No. | EMPRESA INDUSTRIAL | CONSUMO DE ENERGIA (1) (kWh) | AHORROS (2) CUANTIFICADOS | | AHORROS (3) LOGRADOS | |
|-----|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------|-------------------------|------------|
| | | | (kWh) | (%) | (kWh) | (%) |
| | AÑO 1991 | | | | | |
| 28 | TEJ. SAN MIGUEL - PARACAS | 4,107,622 | 114,600 | 3 | 83,658 | 2.0 |
| 29 | MALTERIA LIMA | 9,436,160 | 74,030 | 1 | 51,821 | 0.5 |
| 30 | PILSEN TRUJILLO | 4,956,359 | 302,680 | 6 | 181,608 | 3.7 |
| 31 | LAVAGGI HNOS. | 2,815,000 | 16,000 | 1 | 12,320 | 0.4 |
| | SUB TOTAL | 21,315,141 | 507,310 | 2 | 329,407 | 1.5 |
| | TOTAL | 302,440,149 | 14,605,412 | 5 | 10,229,235 | 3.4 |

(1) Facturado por Empresas de Servicio Eléctrico

(2) Basado en las Auditorías Realizadas

(3) Por Implementación de Mejoras de las Industrias

Fuente : CENERGIA

**AHORRO POR REDUCCION DE MAXIMA DEMANDA EN EL SECTOR INDUSTRIAL
EN HORAS PUNTA Y FUERA DE PUNTA**

| No. | EMPRESA INDUSTRIAL | MAXIMA DEMANDA HORA FUERA DE PUNTA | | MAXIMA DEMANDA HORA PUNTA | | |
|-----|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| | | MD. MEDIDA (KW) | REDUCCION DE DEMANDA (KW) | MD. MEDIDA (KW) | REDUCCION DE DEMANDA (KW) | |
| | <u>1989</u> | | U.S.\$/año | (%) | U.S.\$/año | (%) |
| 1 | APESA | 614 | 55 | 5,016 | 9 | |
| 2 | IBERANDINA DE METALES | 580 | 40 | 3,648 | 7 | |
| 3 | UNIVERSAL TEXTIL | 2141 | 65 | 5,828 | 3 | 7,445 |
| 4 | REPSA | 578 | 60 | 5,472 | 10 | |
| 5 | CIA. NAC. DE CERVEZA | 3150 | 112 | 10,214 | 4 | 31,268 |
| | SUB TOTAL | | | 30,278 | | 38,713 |
| | <u>1990</u> | | | | | |
| 6 | TOYOTA DEL PERU | 450 | 30 | 2,736 | 7 | |
| 7 | MEPSA | 13000 | 1176 | 107,251 | 9 | 1176 |
| 8 | TEJIDOS SAN JACINTO | 1440 | 52 | 4,742 | 4 | 11000 |
| 9 | RAYON INDUSTRIAL | 1270 | 124 | 11,309 | 10 | 1030 |
| 10 | TEJIDOS SAN MIGUEL | 450 | 35 | 3,192 | 8 | 1250 |
| | SUB TOTAL | | | 129,230 | | 500 |
| | <u>1991</u> | | | | | |
| 11 | TEJIDOS - PARACAS | 580 | 10 | 912 | 2 | 29 |
| 12 | MALTERIA LIMA S.A. | 1800 | 13 | 1,186 | 1 | 337 |
| 13 | PILSEN TRUJILLO | 1230 | 74 | 6,749 | 6 | 820 |
| 14 | LAVAGGI HNOS. | 650 | 95 | 8,684 | 15 | 311 |
| | SUB TOTAL | | | 17,510 | | 84,002 |
| | TOTAL | | | 177,019 | | 323,352 |

COSTO DE MAXIMA DEMANDA : HORA PUNTA = 10.34 US\$/KW-mes (PROMEDIO ESTACION SECA Y HUMEDA)
HORA FUERA DE PUNTA = 7.60 US\$/KW-mes (PROMEDIO ESTACION SECA Y HUMEDA)

CUADRO No 3
CUADRO RESUMEN DE AHORROS EN ENERGIA REACTIVA
EN LA INDUSTRIA PERIODO 1987 A 1991

| No. | EMPRESA INDUSTRIAL | CONSUMO DE ENERGIA (1) | | AHORROS DE ENERGIA REACTIVA | | AHORRO ECONOMICO | | INVERSION (US\$) | RECUP. INV. (MESES) |
|-----|--|------------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| | | (kVArh) | (%) | (kVArh) | (%) | CUANTIF. (US\$/año) | LOGRADO (US\$/año) | | |
| 1 | AÑO 1987 CELIMA - MONOCOCION | 1,300,000 | 89 | 1,158,000 | 89 | 30,108 | 30,108 | 13,400 | 5 |
| | SUB TOTAL | 1,300,000 | | 1,158,000 | | 30,108 | 30,108 | 13,400 | |
| 2 | AÑO 1988 PESCA PERU-ILO-5404 (*) | 1,318,632 | 49 | 642,000 | 49 | 16,692 | 16,692 | 14,280 | 10 |
| 3 | PESCA PERU-ILO-5406 | 1,050,000 | 76 | 800,000 | 76 | 20,800 | 20,800 | 20,000 | 12 |
| 4 | PESCA PERU-HUARMY (*) | 1,534,000 | 65 | 1,000,000 | 65 | 26,000 | 26,000 | 21,000 | 10 |
| 5 | PESCA PERU-CHIMBOTE | 1,980,000 | 93 | 1,849,000 | 93 | 48,074 | 48,074 | 7,850 | 2 |
| 6 | PESCA PERU-CALLAO | 409,410 | 77 | 314,000 | 77 | 8,164 | 8,164 | 6,800 | 10 |
| 7 | PESCA PERU-SUPE (*) | 5,388,000 | 48 | 2,595,000 | 48 | 67,470 | 67,470 | 57,500 | 10 |
| 8 | COOPERATIVA PARAMONGA (*) | 6,900,000 | 36 | 2,500,000 | 36 | 65,000 | 65,000 | 32,500 | 6 |
| 9 | PROLANSA (*) | 1,079,600 | 56 | 600,000 | 56 | 15,600 | 15,600 | 12,000 | 9 |
| | SUB TOTAL | 19,659,642 | | 10,300,000 | | 267,800 | 267,800 | 171,930 | |
| 10 | AÑO 1988 APESA | 184,000 | 72 | 140,600 | 72 | 3,656 | 3,656 | 356 | 1 |
| 11 | IBERANDINA DE METALES | 700,000 | 93 | 648,000 | 93 | 16,848 | 16,848 | 8,100 | 6 |
| 12 | REPSA | 717,400 | 78 | 562,000 | 78 | 14,612 | 14,612 | 3,400 | 3 |
| 13 | CIA. NACIONAL DE CERVEZA (*) | 2,604,000 | 13 | 350,400 | 13 | 9,110 | 9,110 | 1,600 | 2 |
| | SUB TOTAL | 4,215,400 | | 1,701,000 | | 44,226 | 44,226 | 13,456 | |
| 14 | AÑO 1989 TOYOTA | 1,167,200 | 94 | 1,094,400 | 94 | 28,454 | 28,454 | 27,500 | 12 |
| 15 | RAYON INDUSTRIAL (*) | 1,686,600 | 50 | 840,000 | 50 | 21,840 | 21,840 | 5,250 | 3 |
| 16 | TEJIDOS SAN MIGUEL | 286,000 | 93 | 266,000 | 93 | 6,916 | 6,916 | 1,800 | 3 |
| | SUB TOTAL | 3,139,800 | | 2,200,400 | | 57,210 | 57,210 | 34,550 | |
| 17 | AÑO 1991 TEJ. SAN MIGUEL - PARACAS | 786,108 | 76 | 600,000 | 76 | 15,600 | 15,600 | | |
| 18 | MALTERIA LIMA | 150,000 | 95 | 143,200 | 95 | 3,723 | 3,723 | | |
| 19 | PILSEN TRUJILLO (*) | 914,550 | 49 | 446,700 | 49 | 11,614 | 11,614 | | |
| 20 | LAVAGGI HNOS. | 885,300 | 95 | 840,000 | 95 | 21,840 | 21,840 | | |
| | SUB TOTAL | 2,735,958 | | 2,029,900 | | 52,777 | 52,777 | | |
| | TOTAL | 31,050,801 | | 17,389,300 | | 452,122 | 452,122 | 399,344 | |

(1) Consumo Histórico Facturado por Empresas de Servicio Eléctrico

(2) Basado en las Auditorias Realizadas

(3) Por Implementación de Mejoras de las Industrias

(*) Empresas con producción irregular en el tiempo

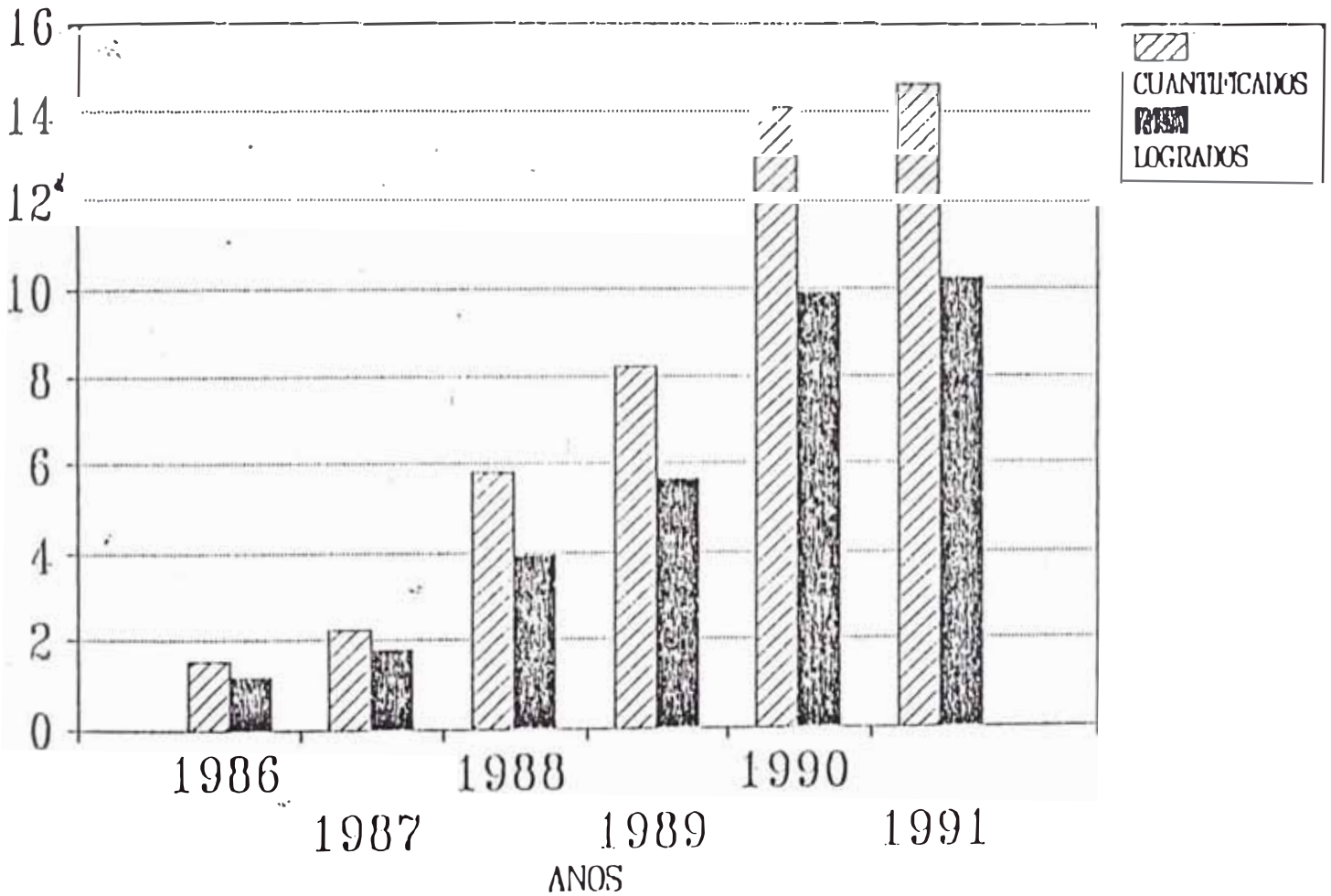
FECHA : JULIO 91

1 kVArh = 0.028 US\$

1 US\$ = S/ 0.80

GRAFICO Nº 1A

AHORROS ACUMULADOS DE ENERGIA ELECTRICA
PERIODO 1986 - 1991



Fuente : CENERGIA

1.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Generalidades

El tema a desarrollar se centrará en los aspectos más relevantes para implementar la conservación de energía en la industria. Para ello es necesario incorporar una nueva gestión empresarial, orientada al óptimo empleo de la energía térmica y eléctrica. Esta gestión energética debe ir acompañada de una serie de medidas encaminadas a optimizar la utilización de la energía en todos los puntos donde el proceso o equipo auxiliar lo requiera.

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es la obtención de un rendimiento óptimo, sin detrimento de la calidad y/o de productos en cada uno de los procesos o servicio donde el uso de la energía es indispensable.

Los principales aspectos que se tratan son aquellos que de una forma directa o indirecta condicionan el consumo de energía en la industria. Comenzando por la fuentes de suministro de la energía (petróleo, carbón, gas, electricidad). Su almacenamiento y distribución hasta los equipos de consumo (caldera, hornos, motores, eléctricos, etc). Siguiendo por el estudio de los procesos y equipos de producción, estos se analizarán individualmente y como integrantes de los procesos, teniendo en cuenta su régimen de actividad y funcionamiento dentro de la organización y productividad de la empresa. Luego se dan lineamientos básicos de la metodología cuya aplicación permitirá el desarrollo de la Gestión Energética como medio eficaz para optimizar los consumos energéticos en la mayoría de las plantas industriales.

Las etapas que deberán tenerse en cuenta para lograr implementar la Gestión energética son :

- a.- Metodología de medición de las variables energéticas más importantes tales como : toma de datos, recopilación de información, procesamientos de las mismas, chequeo de instrumentos de planta y mediciones con instrumentos portátiles y la obtención de datos de campo en forma directa o indirecta mediante balances, estimaciones, etc.
- b.- Realización de Auditoría

Con la continua modificaciones de los precios de los energéticos y de su estructura ocurridos desde los años 70, los países desarrollados y en vía de desarrollo experimentaron un cambio en sus prioridades, estableciendo políticas para optimizar el uso de energía y de la sustitución de fuentes energéticas en los sectores de consumo.

Para el caso de los países desarrollados un reflejo de tales políticas ha sido, según la Agencia Internacional de Energía, que en los países de la COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA, la cantidad de energía usada por la unidad de producto interno disminuyó en un 20% entre 1973 y 1985.

Los logros más significativos en estos países, fueron obtenidos en el sector industrial, principalmente como resultado de aplicar medidas para el control operativo de los equipos de fuerza, administración de demanda y cambios tecnológicos en los procesos productivos.

La tendencia de los precios y de los factores de producción (ver Gráfico N° 1, del anexo N° 6), si bien han sido los factores directrices para lograr dichas mejoras, han estado complementados por otras políticas gubernamentales y programas para promover la conservación de energía

En cuanto a los países de la región desde el inicio de la crisis de los precios del petróleo (año 1973) hasta la fecha han venido trabajando con diferentes grado de intensidad a fin de incluir dentro de sus políticas energéticas un conjunto de acciones tendientes a impulsar el ahorro y sustitución de energía, los resultados han sido también diferentes; en algunos casos se han desarrollado programas de gran alcance, orientados al ahorro y sustitución de energía, con resultados importantes, pero en la mayoría de países de la región, los resultados de la aplicación de medidas de uso racional de energía, han sido en general modestos.

La vigencia de niveles bajos en los precios de los energéticos, en algunos casos con relación a los costos marginales de largo plazo y en otros casos al resto de la economía quizás haya sido uno de los factores que han influido en dichos resultados.

Como consecuencia de esta situación se puede afirmar que existe en la región un gran espacio para la aplicación de medidas orientadas al uso racional de energía. Esta afirmación se corrobora, si comparamos el comportamiento que ha tenido la evolución del PIB y el consumo de energía desde

1970, haciendo la salvedad que si bien esta relación no constituye un punto de apoyo óptimo para el análisis de la interacción entre economía y energía, sin embargo puede servir de base para evidenciar el grado de eficiencia energética alcanzada por un país en su proceso de desarrollo.

(Ver cuadro N° 4 del Anexo N° 7).

También ha sido una característica en la región que la elaboración de políticas para el sector energético se ha basado en el enfoque del suministro de energía, lo que ha llevado durante muchos años a la concentración de esfuerzos en la satisfacción de la Demanda. Sin embargo la atención al uso de la energía y a su optimización no tuvo una prioridad bien establecida.

Esta estrategia, ha originado que se de atención al incremento de la oferta, a fin de que cubra una demanda cada vez más creciente, dando como resultado un sobre equipamiento de la oferta energética en algunos países.

Asimismo, se da el caso de otros países de la región con ofertas limitadas, cuya expansión se ve afectada por restricciones financieras, así como se encuentran presionadas por una demanda que crece constantemente y que es posible de ser controlada actuando directamente sobre los usuarios mediante acciones para modularla y para aumentar la eficiencia del uso de la energía.

En este contexto, le corresponde a los precios de los energéticos un rol importante no solamente porque con niveles y estructuras adecuadas de precio, puede resultar conveniente el uso racional de energía sino que también, pueden permitir la obtención de recursos financieros necesarios para ampliar la capacidad instalada y satisfacer las necesidades futuras de energía. Claro está que la acción que les corresponde a los precios para impulsar las actividades de uso racional de energía, debe estar complementado con otras medidas de política energética.

1.2 Justificación del estudio

Como en ningún otro país la oferta de energía eléctrica vio mermada su capacidad de generación y distribución. Entre los factores que contribuyeron a este deterioro se cuenta las tarifas de ventas políticamente fijadas y que no permitían cubrir los costos reales de producción, originando un desfinanciamiento con las consecuencias técnicas respectivas.

A su vez la producción de petróleo, que es la principal fuente energética, ha llegado a niveles críticos habiendo pasado a ser nuestro país un importador de crudo y destilados medios; la oferta de energía eléctrica pasa por su peor crisis dado los problemas de terrorismo y escasez de recursos financieros y ésta no podrá crecer significativamente en los próximos dos o tres años.

En el periodo 1985 - 1990, la producción de energía primaria ha mostrado un comportamiento reservado, explicado por la menor producción de petróleo, a pesar del crecimiento de la producción de hidroenergía.

El Perú posee un gran potencial energético en petróleo y gas recientemente descubiertos, grandes reservas de carbón y recursos hídricos, etc., pero el desarrollo de estos recursos requerirá de algunos años de maduración y de inversión cuantiosa que no están fácilmente disponibles para el país.

Ante esta situación al país le quedaba dos opciones, importar petróleo y derivados para hacer frente a los requerimientos crecientes de energía en el corto y mediano plazo, mientras se intensifican los esfuerzos para desarrollar los recursos energéticos nacionales; y la otra era aumentar la oferta vía uso más eficiente de la energía, sin afectar los requerimientos de la energía ni el bienestar de la población.

Con esta orientación, la política energética Nacional dio énfasis prioritario a la política energética de Conservación y sustitución energética, ya que impulsan medidas de :

- a.- Bajo costo con relación al aumento equivalente de la oferta de energía.
- b.- Económicamente muy rentable.
- c.- De rápida implementación.

Además estas medidas contribuyeron directa o indirectamente a:

- Promover un mejor servicio y una mayor confiabilidad de abastecimiento eléctrico.
- Reducir las pérdidas eléctricas tanto técnicas como no técnicas.

- Reducir las necesidades a corto plazo de inversión a través del uso óptimo de las infraestructuras existentes.

Crear conciencia en el personal de las empresas de electricidad y en los usuarios sobre la necesidad y las ventajas económicas del ahorro de energía eléctrica.

Con la finalidad de mejorar y dar confiabilidad al abastecimiento de energía, fue necesario diseñar y recomendar las siguientes medidas a corto plazo :

Auditoría Energética en las plantas generadoras de electricidad.

- Estudios de ingeniería de rehabilitación o reemplazo de infraestructura eléctrica existentes.
- Estudio de sustitución de petróleo por gas, carbón y fuentes no convencionales de energía con fines de generación eléctrica.
- Sistema de monitoreo de la distribución.
- Programas de reducción de energía reactiva.
- Programas de administración de cargas para clientes industriales y comerciales con ventajas tarifarias.

Capacidad del personal técnico y comercial de las empresas regionales de electricidad.

Campañas de sensibilización e información para estimular el ahorro de energía en los usuarios.

1.3 Alcances del estudio

La gestión energética en la industria es un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía.

Su objetivo fundamental es sacar el mayor rendimiento posible a las cantidades de energía que necesita el proceso.

Para lograr alcanzar éstas metas es necesario tener en cuenta una serie de funciones, cada una con sus objetivos específicos, a saber :

- 1.- Aprovisionamiento de la energía, para conocer cual es la energía más idónea en cada punto.
- 2.- Contabilidad energética, que nos indica cuanta energía se consume y donde se consume.
- 3.- Auditoría Energética, es el diagnóstico energético de la planta.
- 4.- Mantenimiento Energético, nos indica como enfocar y desarrollar un mantenimiento orientado a la energía.
- 5.- Formación del personal, en los temas relacionados con la energía.
- 6.- Análisis Económicos, que debe justificar las inversiones para ahorrar y/o sustituir energía.
- 7.- Organización empresarial, para diseñar el organigrama energético más idóneo.
- 8.- Programas de ahorro, es el resultado de las funciones anteriores y su planificación de los ahorros en el tiempo.

1.3.1 Aprovechamiento de la Energía en la Industria.

La industria necesita diferentes fuentes energéticas para su producción. Estos son: los productos petrolíferos, como el residual N. 6, el diesel oíl, y el propano, gas natural, los residuos vegetales, el carbón y la electricidad.

Esta energía en general viene impuesta por las características del proceso y equipos consumidores, excepto en casos especiales donde puede sustituirse una energía por otra con ventaja económica. Por ejemplo sustitución de residual por carbón en hornos y calderas.

Los aspectos más importantes que es necesario conocer para lograr un óptimo abastecimiento energético son los siguientes :

a) Conocimientos de las características principales de los combustibles y las disposiciones oficiales que determinan las especificaciones a las que han de ajustarse y las normas de seguridad que deben cumplir en su manipulación, almacenamiento y uso final.

b) Uso o destino del combustible.

Este punto está relacionado con los procesos y equipos usuarios del mismo.

c) Capacidad de almacenamiento de combustible y de transformación de la energía eléctrica.

d) Seguridad en el suministro.

e) Reglamentación de contaminación.

f) Costos de transporte y manipulación.

- g) Costos de mantenimiento.
- h) Establecimiento de un contrato de suministro de energía para obtener el mejor precio, permanencia del suministro y calidad del proceso.

En el caso de la energía eléctrica el costo depende, de la máxima demanda, energía activa diurna y nocturna, y energía reactiva consumida, por lo que es importante estudiar que es lo más conveniente con el objeto de elegir la tarifa óptima.

1.3.2 Contabilidad Energética

El primer paso para ahorrar energía es conocer los consumos. Estos se logra implementando un sistema eficiente de contabilidad orientada específicamente a los aspectos energéticos.

Los principales objetivos de la contabilidad energética son :

- a) Determinación de los consumos globales y específicos.
- b) Asignación de costos energéticos sobre una base objetiva.
- c) Comparación de consumos, con equipos similares de otras fábricas, mediante series históricas, con estándares tecnológicos.
- d) Establecer los datos básicos de partida para un programa de ahorro de energía.
- e) Seguimiento y control de la implementación del programa.

El sistema a implementar debe estar de acuerdo con la complejidad de la empresa y debe adaptarse al propio sistema contable evitando crear estructuras burocráticas innecesarias.

1.3.3 Auditorías

El objetivo de la Auditoría es diagnosticar el estado de los diferentes equipos, áreas o centros de consumos y del conjunto de la fábrica.

Este diagnóstico va siempre dirigido a la determinación de las posibles mejoras cuya implementación conduce a un ahorro energético.

Método para desarrollar la Auditoría.

Un método bastante completo y ordenado para la realización de una auditoría energética en el conjunto de una fábrica debe tener en cuenta las siguientes fases :

a. Recopilación de la información general básica.

Características generales de la fábrica.
División por Centros de Consumo.

Descripción de los procesos productivos.
Diagramas.

Relación de las energías adquiridas y autoproducidas.

Cálculos técnicos de consumos específicos.

Fijación de indicadores que muestren lo que representa la energía.

b. Análisis detallado de la utilización de la energía.

Diagramas de flujo energético

Desglose de los consumos de energía por Centro de Consumo.

Fijación de las medidas analíticas.

Determinación de la instrumentación a emplear y de los sistemas de medida.

Realización de balances de energía (fundamental en aquellos equipos con elevado consumo energético).

c. Realización de un informe técnico Económico.

Evaluación de las eficiencias energéticas de los equipos básicos y de los centros de consumo.

Aplicación de factores de corrección.

Identificación de ahorros de energía.

Cuantificación e implementación de las mejoras.

- Periodicidad de las Auditorías.

En condiciones normales la periodicidad de las auditorías se definirá en función del consumo del equipo o proceso. No obstante a partir de la Contabilidad pueden detectarse consumos anómalos en un punto que indique la necesidad de realizar de inmediato una auditoría.

1.3.4 Mantenimiento y mejoras de operación

En los conceptos de mantenimiento energético y mejoras de operación se engloban un conjunto de importantes posibilidades de ahorro de energía cuya puesta en práctica no requiere en general importantes inversiones.

El mantenimiento energético no representa algo distinto del mantenimiento general de la fábrica.

Por economía debe buscarse el equilibrio entre el mantenimiento preventivo y el corrector.

Las principales fases que comprenden el mantenimiento son:

- a) Identificar los equipos con mayor consumo.
- b) Identificar otros equipos dentro de la planta que indirectamente tienen gran importancia en el consumo de energía.
- c) Identificar las partes de la instalación en las que normalmente no hay mantenimiento.
- d) Analizar los sistemas de mantenimiento existentes, ampliarlos y modificarlos.

La implementación del mantenimiento preventivo depende de la dimensión de la planta, equipos instalados y organización de cada fábrica en particular.

Para indicar un mantenimiento preventivo debe:

- a) Reunir, archivar todos los libros de instrucciones, listas de piezas etc.
- b) Catalogos y manuales de toda la instalación.
- c) Determinar los requisitos de mantenimiento y los periodos de tiempo de las inspecciones.
- d) Presupuestar y prever el personal necesario.

El mantenimiento se facilita con la confección de unas listas de inspección, donde se señalan los puntos a inspeccionar la frecuencia y las medidas a efectuar.

1.3.5 Formación de Personal

La formación y mentalización del personal debe ser el punto de partida para que cualquier programa de ahorro de energía tenga éxito.

El personal a cualquier nivel que se encuentre debe estar mentalizado en la necesidad de utilizar racionalmente la energía.

Además según niveles debe seguirse rigurosos programas de formación.

1.4 INTRODUCCION DEL PROYECTO

La tesis se desarrolla en cinco capítulos que incluye cuadros, gráficos y anexos en relación al tema planteado.

La Memoria Descriptiva aborda el significado físico del estudio y la filosofía del problema, examina el contexto energético del país, así como los diversos aspectos que ameritan la realización del proyecto, destacando su importancia para la política energética presente. Se plantean los objetivos en forma general del estudio y las perspectivas de desarrollo de acciones en cada fase de Conservación de la energía en el sistema eléctrico.

El segundo capítulo denominado Diagnóstico Energético de la Instalación, el cual comprende la planificación y el desarrollo del trabajo mediante una recopilación de datos de la planta; en la cual se describe el proceso productivo y las características de las instalaciones, donde se ubica los equipos de mayor consumo de energía.

El tercer capítulo, denominado Propuesta de Mejoras y Justificación del estudio, donde se presenta el estudio en su forma principal detallando los trabajos de planta con los diferentes equipos a utilizar los cuales hacen un reconocimiento de la planta como ejemplo la mediciones de motores para lograr captar la energía usada, así como la preparación del informe y la redacción en el cual se elaboran curvas, comparan cálculos y resultados en el computador, para los equipos seleccionados antes de la Auditoría y conocer las condiciones operativas actuales, para definir el nivel de pérdidas que se tiene y recomendar acciones para disminuir dichas pérdidas.

En el capítulo cuatro, denominado presentación de Casos Estudiados, en el cual se tiene seis tipos de plantas las cuales han sido Auditadas por CENERGIA, adjuntamos secuencia del Proceso Productivo los cuadros y gráficos más resaltantes de cada tipo de industria.

El capítulo cinco, denominado conclusiones y recomendaciones, en el cual se menciona los resultados del estudio y se dan las recomendaciones generales del caso mediante el análisis general del problema energético a nivel del país.

2.0 DIAGNOSTICO ENERGETICO DE LA INSTALACION

2.0 DIAGNOSTICO ENERGETICO DE LA INSTALACION.

2.1 Bases de datos energéticos del Sector Industrial

Para facilitar la planificación y el desarrollo de los trabajos de Auditorías Energéticas en las industrias a nivel país, se ha confeccionado una base de datos, en la cual se tiene una relación de las empresas industriales agrupadas por nivel de consumo en toneladas equivalentes de petróleo (TEP).

En esta base de datos se puede identificar con facilidad, la razón social de la industria, ranking de consumo (TEP), ubicación dentro del país, etc.

2.2 Datos Generales de la Industria

La información básica necesaria a obtener de la industria a fin de mantener una comunicación constante antes y durante el desarrollo de los trabajos de Auditoría Energética en la industria son:

Razón social de la industria.

Sector Productivo al que pertenece.

Lugar de ubicación dentro del país.

Dirección completa en Lima y en el lugar de producción. Año de puesta en servicio.

Niveles de consumo de energía eléctrica y petróleo:

Personas que lo dirigen.

2.2.1 Descripción de la Instalación y Proceso Productivo.

Consiste en describir las áreas principales del proceso, las que incluyen tanto las áreas que intervienen en la producción como las de soporte. A medida de ejemplo, se descubre el flujo

del proceso productivo para nuestro caso mencionando las áreas principales de una planta cementera, por ejemplo.

- Recepción de Materias Primas
- Recepción de Petróleo.
- Líneas de producción.
- Suministro de energía eléctrica
- Planta de Fuerza (para generación propia).
- Almacén General.
- Laboratorio.
- Talleres.
- Oficinas.

2.2.2 PROCESO PRODUCTIVO.

A fin de comprender mejor este punto, describiremos el proceso productivo de una planta cementera por considerarlo como modelo de estudio.

Consiste principalmente en describir las principales etapas del Proceso Productivo, demanda de energía (térmica y eléctrica), Materias Primas, Régimen de Trabajo y Producción.

(En el grafico No 2 del anexo N° 8), se puede apreciar un diagrama de bloques de las etapas del Proceso Productivo de la Planta Cementera para el proceso conocido como vía seca.

Luego se describe brevemente cada una de las respectivas áreas.

- A. Trituración y Molienda de las Materias Primas.
- B. Homogeneización.
- C. Clinkerización.
- D. Molienda de Clinker.
- E. Almacenamiento y Despacho de Cemento.

A. Trituración y Molienda de las Materias primas

Es la primera etapa del proceso productivo. En esta etapa las materias primas, como son la caliza, arena y mineral de hierro, son transportadas desde sus respectivas canchas de almacenamiento hasta la chancadora secundaria donde, en el caso de la caliza, arcilla y mineral de hierro se lleva a cabo una segunda reducción de tamaño (la primera reducción de tamaño se efectúa en la cantera en el caso de las dos primeras) apropiada para ser alimentada a los molinos. El material así chancado se almacena en sus respectivas tolvas de material fino. La arena, que no sufren chancado secundario, es transportada directamente a la tolva de material fino.

Luego que las materias primas han tenido una reducción de tamaño suficiente, son dosificadas y mezcladas en una proporción tal que la caliza constituye un 82%, la arcilla un 10%, la arena un 6% y el mineral de hierro un 2% de la mezcla, la que luego es alimentada a dos molinos de bolas con las siguientes capacidades: 90 y 190 t ϕ n. El material molido que sale del molino con un tamaño comprendido entre 17 a 20 % sobre tamiz 0.09 mm se le denomina crudo.

B. Homogeneización.

El crudo obtenido en la molienda es transportado y cargado a unos silos de Homogeneización que son unos recipientes tubulares por cuyo fondo ingresa aire a una

presión tal, que produce una fluidización y por consiguiente una mezcla completa del lecho de crudo, después de lo cual es descargado por rebose a los silos de almacenamiento.

C. Clinkerización.

El crudo es bombeado de los silos de almacenamiento directamente a tres hornos rotatorios. En dichos hornos el crudo es procesado térmicamente a una temperatura comprendida entre 1200 y 1400 °C, produciéndose una serie de reacciones complejas de carácter fuertemente endotérmico, que incluyen secado del crudo, eliminación del agua de constitución de la arcilla descarbonatación de la caliza y clinkerización propiamente dicha.

El clinker que sale de los hornos es depositado en canchas donde permanece hasta su utilización después de un buen enfriamiento.

D. Molienda de Clinker

La molienda del clinker se efectúa en cuatro molinos de bolas, similares a los utilizados en la molienda del crudo, con las siguientes capacidades: 16, 18, 45 y 85 t/h. En estos molinos el clinker se muele mezclado con un 5% de yeso, hasta reducirlo a polvo al que ya se denomina cemento.

E. Almacenamiento y Despacho de Cemento.

El cemento obtenido es transportado por medio de fajas a los silos de almacenamiento en los cuales cae por gravedad.

2.3 Fuente de Suministro Energético

Consiste en saber como se abastece de energía una planta industrial en general. Este abastecimiento en su gran mayoría es a través del sistema interconectado Sur, Centro, Norte (Empresas Regionales), dependiendo la ubicación y magnitud de la empresa. Como ejemplo el caso de la empresa cementera que se menciona en los puntos anteriores, cuenta con generación propia, que lógicamente no se generaliza en el resto de empresas similares ni en otros tipos de industrias a nivel país.

2.4 Estado de las Instalaciones Eléctricas

En esta etapa del trabajo se describirá las condiciones operativas del equipamiento eléctrico de la empresa en el orden siguiente:

Transformadores de Potencia

- Características Técnicas.
- Protocolo de pruebas de entrada en servicio o después del mantenimiento correctivo.
- Año de puesta en servicio.
- Grupos de conexión (para el caso de operación en paralelo).
- Sistema de puesta a tierra.
- Mantenimiento preventivo.
- Pruebas de temperatura de aceites y rigidez dieléctrica.
- Niveles de carga alcanzados (índice de carga).
- Compensación de potencia reactiva en el secundario (después de las mediciones correspondientes).
- Instrumentos de medición.
- Equipos de protección y maniobras
- Horas de operación al año.
- **Alimentadores Eléctricos (Alimentadores).**
- Estado operativo de los alimentadores en:
- Alta, media, baja tensión (tipo de

montaje, características de los alimentadores, longitud, sección (mm^2), etc

- Facilidad de mantenimiento y mediciones.
- Año de puesta en servicio.
- Ampliaciones planificadas y estudio de demanda.
- Problemas más comunes (cortos circuitos, fugas a tierra, etc).
- Horas de operación al año.
- Niveles de temperatura de operación, etc.

Motores eléctricos de inducción, bombas, compresores, ventiladores, etc.

- Características técnicas de placa, potencia nominal, HP(kW), voltaje nominal(V), corriente nominal(Amp), rpm, clase de aislamiento, etc.
- Curvas de rendimiento.
- Tipo de montaje (horizontal, vertical.)
- Ambiente de trabajo (T° , Humedad).
- Año de puesta en servicio.
- Horas de operación al año.
- Mantenimiento y pruebas de aislamiento.
- Facilidad para mediciones.
- Es un equipo principal o auxiliar en el proceso productivo.
- Puesta a tierra, pruebas de temperatura.
- Niveles de carga (índice de carga).
- Ha sido rebobinado (Si/No).
- Resistencia de aislamiento de los bobinados.

Sistema de Iluminación

- Tipos y cantidad de lámparas por ambiente de trabajo, en oficinas, áreas de producción, almacenes, talleres y perimetral.
- facilidad de montaje y mantenimiento.
- Identificación de alimentadores por tipo de carga (Si/No).

- Tipos de controles (ON/OFF), en cada ambiente de trabajo.

Equipos de Medida fijos en Planta.

- Características técnicas.
 - Areas de ubicación y nivel de tensión.
 - Variables que se controlan (V, I, KW, KWh, F.P, KVAR).
- Mantenimiento y contraste con equipos patrones.
- Estado operativo.
 - Facilidad de mantenimiento y montaje.
 - Año de instalación.

Consumo de Energía Eléctrica

En cuanto al récord de consumo, es importante estacar que se hará de acuerdo al tipo de industria y en coordinación con los responsables de mantenimiento y producción, se definirá el período más representativo para el análisis histórico.

Normalmente se considera :

- Para industrias con energía comprada al Sistema Eléctrico Nacional 2 años.
- Para industrias con generación propia de será necesario 3 ó más años de acuerdo al nivel de información disponible.

3.0 PROPUESTA DE MEJORAS Y JUSTIFICACION ECONOMICA

3.0 PROPUESTAS DE MEJORAS Y JUSTIFICACION ECONOMICA

3.1 METODOLOGIA GENERAL DE OPTIMIZACION

La metodología tiene la finalidad de identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía eléctrica en las instalaciones y equipamiento eléctrico de una industria, analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos a través de los resultados que se obtendrán por la aplicación de un programa de mediciones, con equipos de campo portátiles, lo que conllevará a lo siguiente:

- a) Definir un programa de acciones correctivas, lo cual supone, en primer lugar, la identificación y evaluación de alternativas viables técnica y económicamente que redundarán en beneficio económico directo del industrial y del país.
- b) Proponer alternativas que Previamente han sido sometidas a comprobación y verificación de las variables más importantes, las que aprobadas serán implementadas de acuerdo al nivel de inversión.
- c) Siempre será posible implementar mejoras que son básicamente operativas y que no requieren inversión, sino, cambio en los hábitos de los operarios y educación en técnicas de ahorro de energía, del personal involucrado con la operación y programación.

En consecuencia, en el desarrollo de la metodología de Trabajo de Auditoría Energética se puede identificar las siguientes fases:

PRIMERA FASE : PRE - AUDITORIA.

En esta etapa del trabajo se realiza una investigación preliminar de las instalaciones y equipos en general, con la finalidad de "ubicarse" dentro de la Empresa, evaluar el tamaño absoluto y relativo de los problemas energéticos, lo cual permitirá especificar los alcances del trabajo en forma integral; es decir conocer el proceso industrial y el problema energético.

Para poder conocer la situación energética actual e histórica, se requiere de una colección de datos de la industria lo que nos permitirá realizar lo siguiente :

- a) Reconocimiento preliminar de las instalaciones de la industria para poder seleccionar y formular hipótesis de trabajo y especificar las actividades a realizar de acuerdo un cronograma de actividades que será propuesto al industrial.
- b) Los datos necesarios para esta fase son:
 - Diagramas unifilares y esquemas de principio de las instalaciones eléctricas.
 - Copias de facturas eléctricas de las empresas suministradoras de energía eléctrica para 1 ó 2 años mes a mes (ranking de consumo).
 - Flow Sheet del proceso y relación de equipos eléctricos más importantes, por área de producción.

Para estos equipos se requiere, las características técnicas de diseño y las horas de operación al año.

- La información técnica será requerida para los siguientes equipos eléctricos :

Transformadores de Potencia. Motores eléctricos de inducción, calentadores por resistencia, hornos de arco, hornos de inducción, prensas, molinos, fajas transportadoras. Bombas, ventiladores, compresores, etc.

Del mismo modo será necesario conocer los equipos de medida instalados en la subestación principal de la planta y la ubicación dentro del sistema eléctrico (en alta tensión, mayor a 60 kV en media tensión 10 - 30 kV o en baja tensión menor a 600 V)

Esta información servirá para prefijar los puntos para la instalación de los equipos portátiles, los cuales se conectarán en paralelo con los equipos de medida ubicados en la tensión correspondiente para lo cual es importante conocer las constantes de relación de transformación de los transformadores de medida de tensión y corriente (X /110 /220V ó Y /2.5 /5A).

Esta primera fase concluirá con la presentación de un documento, de apreciación general de la problemática energética proponiendo una oferta técnico-económica para la realización de una auditoría energética, con el objeto de reducir los costos por consumo de energía en la Planta industrial.

SEGUNDA FASE: AUDITORIA ENERGETICA

Durante el desarrollo de esta fase se realizará las siguientes actividades :

A) REVISION DE LOS DATOS HISTORICOS E INFORMACION TECNICA DISPONIBLE EN PLANTA :

Consiste en una revisión, selección y análisis exhaustivo y detallado de toda la información que se dispone en planta, a fin de ajustar, corregir y poner a punto el Cronograma de trabajo para determinar los requerimientos de horas hombre y equipos que serán necesarios emplear para el desarrollo de los trabajos de Auditoría Energética. En esta etapa del trabajo se identifican los puntos de medida en el lugar correspondiente para la instalación de los equipos portátiles, a fin de obtener las variables necesarias para el diagnóstico operativo de la planta, de una línea de producción, área o equipo específico en operación.

B). ACTUALIZACION DEL SISTEMA ELECTRICO INDUSTRIAL.

COMO PARTE DE TRABAJO DE PLANTA, SERA, REVISAR LOS DIAGRAMAS UNIFILARES LO CUAL INCLUIRA:

- a) Actualización de los Diagramas Unifilares o Diagrama generales de principio del sistema eléctrico Industrial.
- b) Lista de receptores o usuarios principales por área productoras, talleres auxiliares y áreas administrativas, en los que se incluyen las características técnicas del equipamiento eléctrico de la Planta. Se determinará la carga conectada a la industria (carga total y por áreas)..

c) Plano general de la industria y planos de ubicación de los receptores o usuarios (incluyendo el alumbrado).

d) Análisis del estado actual de las instalaciones (Circuitos, protecciones, adecuación del sistema de distribución, tipos de lámparas y luminarias, mantenimiento, niveles de iluminación, aprovechamiento de la luz solar).

C. DETERMINACION DE DIAGRAMAS DE CARGA ACTIVA Y REACTIVA

Para la determinación de los diagramas de carga, es necesario la selección de los puntos adecuados de medición que, depende del nivel de tensión se elegirá el sistema adecuado para la instalación de los equipos portátiles, los cuales pueden ser : un medidor de energía instalado en el lado de alta tensión, Tableros generales de distribución de subestaciones, tableros de fuerza o centro de control de motores, equipos o conjunto de equipos que por su capacidad e incidencia en el proceso tengan un peso preponderante tanto en el consumo como en la producción; instalaciones auxiliares del proceso tecnológico, áreas Administrativas; a su vez las mediciones han de realizarse en los días donde se programa el cumplimiento un Plan adecuado de Producción, tomándose las mediciones en los días cuyo consumo se ha considerado el representativo para la semana o mes de acuerdo a los turnos de trabajo.

De los diagramas de carga han de determinarse Cargas Activas y Reactivas medios y máximos, factores de carga característicos por horarios dependiendo (según el tipo de tarifa), factor de potencia y consumo de energía diario (total, por línea o área de producción).

D. REALIZACION DEL BALANCE ELECTRICO DE LA INDUSTRIA.

El balance eléctrico permite determinar de forma previa dónde, cómo, porqué, con que finalidad y en que magnitud se consume o gasta la energía eléctrica. El mismo se realizará tanto para toda la industria, talleres independientes, cargas o grupos de cargas que por el nivel de consumo son importantes dentro de la Planta.

En resumen del balance eléctrico posibilitará el desglose de los gastos de energía eléctrica o estructura del consumo de la forma siguiente:

- a) Gastos directos de energía eléctrica en el proceso tecnológico de producción.
- b) Gastos debido a instalaciones auxiliares del proceso tecnológico (compresores, bombas, etc).
- c) Gastos debido a necesidades auxiliares de la producción (alumbrado, talleres de reparación, ventilación, equipos de refrigeración, almacenes, etc).
- d) Gastos de energía de consumidores anexos (oficinas, corredores, etc).

El balance permite realizar el análisis de las diferentes partidas de gastos de energía en función del peso (%) que representa con respecto

al consumo total de la instalación y a las causas que lo provocan, facilitando de esta forma la toma de medidas tecnológicas como técnicas de ahorro de energía; por otra parte permite determinar los consumos específicos de energía eléctrica actuales (kWh/unidad de Producción), neto y total, correspondiente al consumo de energía que se produce en el proceso tecnológico propiamente dicho y al consumo total de cada línea, área o carga de trabajo.

E) ACOMODO Y REGULACION DE CARGA.

El estudio de acomodo del diagrama permite junto con la conformación que se obtiene por los cuadros anteriores, conocer en detalle el comportamiento de la carga conectada, su régimen de trabajo en función del proceso tecnológico, la coincidencia de las diferentes cargas en el tiempo y las características del flujo de producción.

El estudio cuidadoso del diagrama de carga, del régimen de producción y del resto de instalaciones posibilitará la toma de medidas de acomodo y regulación del diagrama de carga los cuales deben proveer la racionalización del consumo de energía desde el punto de vista técnico-económico.

Dentro de las medidas de regulación y acomodo del diagrama de carga podemos enumerar en forma general las siguientes:

- a) Posibilidad técnica de reorganizar el flujo de producción que garantice el aumento de la productividad y disminución de la demanda ya sea en horas punta como en horas fuera de punta (para las industrias con tarifa con horario diferenciado), del mismo modo para las industrias en general.
- b) Eliminación de fugas de agua, vapor, aire comprimido, etc., adecuado aislamiento térmico de cámaras de refrigeración y aire acondicionado.
- c) Remodelaciones del sistema de distribución de fuerza que conlleven a una mejor distribución de energía y operación del sistema.
- d) Mejoramiento del sistema de iluminación (niveles de iluminación, lámparas y luminarias, aprovechamiento de la luz solar, explotación y mantenimiento de las instalaciones).
- e) Garantizar la calidad de las reparaciones de todo el equipamiento eléctrico de la Planta.
- f) Sustitución o rotación de motores con bajo índice de carga, por otro de menor capacidad pero de mayor eficiencia, teniendo en cuenta lo siguiente :
 - 1.- Motores con carga media menos del 75% de la nominal, la sustitución es económica.
 - 2.- Motores con carga media del 70% la sustitución no es económica (salvo en los casos de motores, cuya

potencia sea superior a 300 HP y el nivel de tensión sea superior a 600 voltios).

3.- Motores con carga media entre 45 y 70% de la nominal, la sustitución puede realizarse si las pérdidas de energía que se producen tanto en el sistema como en el motor son menores con el cambio y si existe una compensación económica entre la reducción de pérdidas y la inversión a realizar por la sustitución del motor.

Ejemplo:

Eficiencia y pérdidas en motores de inducción.

C) TERCERA FASE : PREPARACION Y REDACCION DEL INFORME.

Después de los trabajos de campo se procederá a los trabajos de gabinete en donde cada especialista se abocará a interpretar, elaborar curvas y simular cálculos y resultados en el computador para los motores equipos computador, quipos preseleccionados antes de la Auditoría y conocer las condiciones operativas actuales, para definir el nivel de pérdidas que se tiene y recomendar acciones para disminuir dichas pérdidas de energía o en caso contrario evaluar la factibilidad técnica-económica de reemplazar dichos equipos por otros mas eficientes a corto plazo.

D) CUARTA FASE : RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

En esta parte del trabajo se elaborará una serie de recomendaciones generales, propuestas de medidas específicas para el uso racional y eficiente de energía, posibilidades y requerimientos para su implementación (acciones como : que hacer, que oportunidades se tiene, etc.

Entre las acciones que recomienda están :

- a) Una organización energética dentro de la planta con personal idóneo y con capacidad de decisión, para poder implementar y supervisar las recomendaciones.
- b) Se prepara un cuadro resumen de mejoras que redundarán en un beneficio económico para la industria, este cuadro contendrá los periodos de retorno de inversión en orden de importancia.
- c) Indice de contenido del informe final : textos, cuadros, láminas formatos, etc.
- d) Discusión del trabajo con los responsables de la Auditoría en la planta.
- e) Recopilación de sugerencias, correcciones del trabajo final etc.
- f) Edición del informe final.

NOTA : Ver diagrama de bolques en el anexo N° 9

3.2 EQUIPOS DE CAMPO

En el equipo de campo se distinguen en primer lugar los elementos de entrada y los de salida, y entre ellos el tipo digital (todo-nada) o el analógico. Otra distribución depende de las características de la instalación, tales como neumática, eléctrica, electrónica, a los que se deben adoptar los elementos de campo bien directamente o a través de las oportunas conversiones.

Se dividen por tanto en:

- Entradas analógicas.
- Salidas analógicas.
- Entradas digitales.
- Salidas digitales.

Cada una de las anteriores pueden ser, según la aplicación, de diferente construcción y cometido y entre los más usuales se pueden citar las siguientes:

Entradas Analógicas

Sondas de temperatura de aire exterior.

- De aire ambiente.
- De aire en conducto.
- De agua en tubería.

Sondas de tipo trampas, PT-100, NTC, neumática.

Sonda de humedad relativa de presión de aire y agua.

- De caudal.
- De calidad de aire.

Conversión de medidas neumáticas y eléctricas.

Señales de 0-20 ma, 4-20 ma, 0-10 V, 2-10 V, etc.
de + 1 - 1 V, + 5 - 5 V, + 10 - 10 V, etc.

Salidas Analógicas

Señales de 4-20 ma, 0-20 ma, + 10 - 10 V, 2 - 10 V, etc.

Conversión de las anteriores a neumáticas.

Regulación sobre válvulas.

Regulación sobre compuertas.

Entradas Digitales

Termostatos

Presostatos

Contactos de estado de funcionamiento

Contactos de alarmas, acciones manuales, etc.

Captadores de nivel, flujo, etc

Captadores de CO, CO₂, nox

Detectores sónicos, térmicos, etc, de incendios.

Detectores de presencia, seguridad, (ejem. watchlion y watchtiger) etc.

Salidas Digitales

Salidas por colector abierto.

Activación de relés y activadores.

Activación de contactores (motores).

Activación de señalizadores ópticos y acústicos.

Disparo de dispositivos de seguridad.

Disparo de dispositivos contra incendios.

Hasta hace poco, ha sido necesario instalar un cable dedicado a cada uno de los elementos de campo para conectarlo al correspondiente equipo controlador, remoto o central.

El precio elevado del mismo ha restringido el uso de la centralización a los elementos principales, tales como, calderas, frigoríficos, hornos, etc. Sin embargo no han sido objetivo de la centralización ni automatización por ordenador otros elementos como elementos de iluminación, redes de vapor, cajas de mezclas, etc por considerarlos numerosos dentro de una industria.

En la actualidad es posible actuar sobre estos y otros elementos desde un punto de vista de centralización y de forma individual, usando los ahora llamados "termostato y relés inteligentes", con técnicas de transmisión modernas y asequibles que reducen la instalación de cables hasta los controladores. Con esto se consigue un control indirecto a distancia de cada uno de los elementos, y es posible que en un futuro no muy lejano se pueda ejercer un control digital directo industrial a precios normales.

RESUMEN DE EQUIPOS DE CAMPO

| | | |
|----------------------------|--------------------------|---|
| ELEMENTOS DE ENTRADA | DIGITALES (Todo-Nada) | TERMOSTATOS PRESOSTATOS CONTACTOS DE FUNCIONAMIENTO MANUAL ALARMAS NIVELES FLUJOS-INTERRUPTORES DETECTORES CONTRATOS DE ACCION |
| | ANALOGICAS | SONDAS DE TEMPERATURAS SONDAS DE CAUDAL SONDAS DE HUMEDAD SEÑALES +1 - V CONVERSION DE MEDIDAS (NEUMATICAS-ELECTRICAS) |
| ELEMENTOS DE SALIDA | DIGITALES | ACTIVACION DE RELES ACTIVACION DE CONTACTORES ACTIVACION DE SEÑALIZADORES (OPTICOS-ACUSTICOS) DISPARO DE DISPOSITIVOS (SEGURIDAD- ANTINCENDIOS) |
| | ANALOGICAS | SALIDAS DE AMPERAJE (0-20mA) SALIDAS DE VOLTAJE REGULACION DE VALVULAS REGULACION DE COMPUERTAS |

CONTROLADORES DISTRIBUIDOS

son:

- De composición diferente según las funciones a realizar.

Las partes más comunes de que suelen contar son :

- a. Procesador básica - programas.
- b. Procesadores auxiliares comunica que rango y N° de instrucciones.
- c. Tipo de comunicación.

EQUIPO CENTRAL Y PERIFERICOS

- ORDENADOR DE PROPOSITOS GENERALES.
 - PROGRAMAS Y PROTOCOLOS NECESARIOS.
- EQUIPO CENTRAL
- IMPRESORAS, TERMINALES GRÁFICAS Y PANTALLAS.
 - ARCHIVO HISTORICO (*).

* En instalaciones grandes, puestos de operador independientes.

PROGRAMAS:

Comprende lo siguiente:

1. Regulación y optimización.
2. Monitorización.
3. Ahorro de energía.
4. Auditoría.
5. Mantenimiento y ayudas a la explotación.

Seguidamente describiremos cada uno de los temas mencionados.

1. REGULACION Y OPTIMIZACION

comprende:

a) En los equipos remotos:

* Biblioteca de operaciones simples y complejas que a través de diagramas configuran el programa de usuario.

* En programas repetitivos se hace una colección de aplicaciones usuales y solo se añaden los valores de parámetros propios.

- * Se establecen correlaciones entre ellos.

b) En el equipo central:

- * Se correlacionan los remotos entre si y el ordenador, relacionando los lazos de producción y consumo alterando los parámetros adecuados.

2. MONITORIZACION

- Consiste generalmente en la lectura directa de los valores y posiciones de las señales de entrada y salida, y la obtención de datos y cálculo.

- Los cálculos más usuales son:

- * Grados - Día.
- * Cálculo de kWh térmicos.
- * Cálculo de kWh eléctricos.
- * Horas de funcionamiento.
- * Rendimientos.
- * Entalpías.
- * Caudales.
- * Obtención de alarmas.
- * Temporizadores.
- * Enclavamientos.
- * Horarios-Calendario.

3. AHORRO DE ENERGIA

Para el ahorro de energía existen pre-establecidos programas especiales, pero además debe efectuarse una utilización adecuada con los anteriores de regulación y monitorización.

- Los principales programas son:

- * Arranque optimizado.
- * Parada optimizada.
- * Compensación por aire exterior.
- * Compensación pro cargas internas.
- * Reajuste de cargas.

- * Banda de energía cero.
- * Ciclado de equipos con Compensación.
- * Optimización de uso de aire exterior por entalpia.
- * Protección nocturna.
- * Pre enfriamiento matinal.
- * Control de picos de demanda eléctrica.

4. AUDITORIA ENERGETICA

- La realización de una auditoría activa se basa en:

| | | | |
|-------------------------------|----------------------|---|--|
| | SEÑALES DE CAMPO | QUINCE MINUTOS HORA DIA | VAPOR MEDIO VAPOR MINIMO VAPOR MAXIMO |
| * ARCHIVO HISTORICO | DATOS DE LABORATORIO | HORARIO DIARIO | VALOR MEDIO VALOR MINIMO VALOR MAXIMO |
| * CRITERIOS DE ALMACENAMIENTO | | VALIDEZ EXCLUSION IDENTIFICACION DE CABEZA Y COLA | |

- * LISTADOS Y GRAFICOS.
- * INFORMES Y PARTES.

5. MANTENIMIENTO Y AYUDAS A LA EXPLOTACION

- El mantenimiento preventivo es un objetivo prioritario.

| | |
|-----------------------|---|
| | FICHAS TECNICAS DEL EQUIPO |
| | DE OPERACIONES DEL EQUIPO |
| | HISTORICO |
| | DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO |
| * PROGRAMA PREVENTIVO | ASIGNACION DE LIMITE Y PRE AVISO DE OPERACIONES ACTUALIZACION DEL ARCHIVO HISTORICO |
| * PROGRAMA CORRECTIVO | LISTADO DE AVERIAS NIVEL DE AVERIAS TAREA DE PUESTAS EN REPARACION |

3.2.1 TIPOS DE INSTRUMENTOS DE MEDICION EN PLANTA

En las diferentes Plantas industriales se encuentran instalados equipos de medición los cuales se pueden clasificar de acuerdo a la variable a medir :

- Corriente Eléctrica.
- Tensión Eléctrica.
- Potencia Activa.
- Potencia Reactiva.
- Factor de Potencia.
- Energía Activa.
- Energía Reactiva.
- Kilovármetros.

Para Medir Corriente Eléctrica - Amperímetros.

Generalmente se encuentran en Planta los amperímetros analógicos electrodinámicos, si la corriente eléctrica a medir excede el valor máximo de la escala se utiliza con transformadores de intensidad. En corriente alterna es posible transformar los valores de corriente y tensión en otros, utilizando transformadores. Cuando el valor de la corriente a medir excede el valor máximo de la corriente que puede pasar por el amperímetro se utiliza un transformador de corriente.

El uso de transformadores de corriente introduce errores en:

- El valor absoluto de la magnitud medida.

El ángulo del vector que representa a la magnitud medida.

- Estos errores dependen de la carga conectada al aparato.

Voltímetros

Los voltímetros usados son esencialmente iguales a los amperímetros, solo que llevan una gran resistencia en serie con el instrumento para limitar la corriente que lo atraviesa a un valor tolerable para el mismo.

Los voltímetros van asociados a transformadores de tensión para la medición de tensiones altas.

- Estos transformadores introducen los mismos errores que los transformadores de corriente.

Vatímetros.

Para la medición de la potencia activa se utiliza los vatímetros electrodinámicos, los cuales realizan instantáneamente el producto de la tensión por intensidad, obteniendo el valor medio de este producto a lo largo del tiempo.

Para medir la potencia activa en un circuito trifásico se utiliza el método de los dos vatímetros. Este método es utilizado sólo si el sistema es de tres hilos (sin conductor neutro, o teniéndolo se tenga la garantía de que no circula corriente por él). La potencia total consumida por el sistema es la suma algebraica de las potencias leídas por cada vatímetro.

En circuitos equilibrados uno de los vatímetros dará potencia negativa si el factor de potencia es menor de 0.5.

La medida de los vatímetros es correcta, independientemente si las cargas están equilibradas o no lo están, y es independiente también de la forma de onda de tensión o corriente.

Las lecturas hechas con los dos vatímetros no tiene tampoco relación alguna con la potencia transportada, onda de tensión o corriente.

Las lecturas hechas con los dos vatímetros no tiene tampoco relación alguna con la potencia transportada por las fases individualmente.

Para circuitos trifásicos con neutro, se utiliza el método de los tres vatímetros, conectandose el neutro del sistema al neutro de los instrumentos, la potencia real de cada fase coincide con la potencia medida por el vatímetro instalado a cada fase.

Vármetros.

Para la medición de la potencia reactiva se utiliza los vármetros electrodinámicos.

Cosfímetros.

Para la medición del factor de potencia se utiliza instrumentos electrodinámicos con algunas modificaciones. En circuitos trifásicos equilibrados el factor de potencia de una fase coincide con el factor de potencia del sistema.

En circuitos trifásicos no equilibrados, el factor de potencia de cada fase no coincide con el factor de potencia del sistema.

Frecuencímetros para medir frecuencia

En la industria se han encontrado frecuencímetros de lengüetas, los cuales están constituidos por láminas de acero con frecuencia de vibración mecánica conocidas y señaladas sobre el aparato de medida.

Al ser excitadas por un electroimán recorrido por corrientes de la frecuencia a medir es llevada a resonancia, aquella lámina cuya frecuencia propia coincida o más se aproxime a la de la corriente de la excitatriz, con lo que ésta queda identificada.

Para medir Máxima Demanda - Maxímetros.

En la industria existen instrumentos llamados maxímetros, los cuales son esencialmente vatímetros con la peculiaridad de poder señalar el valor máximo de la potencia demandada por el sistema.

En la industria se encuentra instalados en la actualidad los siguientes tipos de maxímetros.

Maxímetros de Demanda Integrados.

Es un instrumento que consta de un tren de engranajes movido por el disco giratorio de un vatímetro convencional, se empuja a una indicadora sin capacidad de retroceso. De este modo la aguja indica siempre la máxima demanda registrada en el período de medida.

Maxímetro Digital.

Este aparato hace el producto instantáneo de tensión por corriente y lo almacena en su memoria, la memoria carga un nuevo valor solo si esta supera el que se encuentra existente en la memoria.

El resultado se ofrece en presentación digital.

3.2.2 TIPOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

Para la ejecución de los trabajos de diagnóstico energéticos orientado al ahorro de energía eléctrica en la industria y en el resto de empresas a nivel nacional, fue necesario elegir una gama de instrumentos portátiles y modernos, los cuales fue responsabilidad del autor su selección y puesta en marcha en todos las mediciones de campo (Ver cuadros anexo N° 10).

3.3 ANALISIS TARIFARIO Y COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA Y TERMICA

TARIFAS ELECTRICAS

En la actualidad en lo referente a los precios de electricidad, el organismo técnico responsable para diseñar y proponer los costos de energía; es la Comisión

de Tarifas Eléctricas, organismo autónomo del sector Energía y Minas.

Este Organismo diseño hace poco sus nuevos esquemas tarifarios, el cual tiene como principal objetivo, reflejar en las tarifas los costos reales de producir, transmitir y distribuir eficientemente la energía eléctrica basada en "Costos Marginales", que son costos que se incurren al producir una unidad adicional, en este caso, un kilovatio-hora (kWh), los que se ahorrarían al producir una unidad menor, ayudando así, a establecer condiciones de eficiencia económica en el sector eléctrico.

Este sistema tarifario, establece reglas y criterios que reflejan el costo de suministro en función de unos pocos parámetros, definidos por el patrón de consumo del usuario y el nivel de tensión en que es alimentado y está basado en los principios de equidad, neutralidad, complejidad y eficiencia.

Hay actividades que por su naturaleza deciden técnico, económicos o geográficos, como en el caso de los servicios públicos de electricidad, transporte y agua potable, construyen monopolios llamados naturales y por su característica el abastecimiento local, no están fijados a mercados externos, constituyendo así, bienes no transferibles internacionalmente.

El carácter monopólico de esto, requiere de alguna manera optar por la regulación. Es decir fijar precios que no sólo cubran los costos medios y garanticen una tasa apropiada de retorno sobre sus inversiones, sino que también de alguna manera coincida con bienestar de la comunidad.

Es necesario por tanto realizar estimaciones para determinar aquellos precios que reflejan la escasez relativa de los bienes y servicios involucrados en su producción, de tal forma que éste de acuerdo con el objetivo de bienestar social a través de una eficiente asignación de recursos.

Es el caso que nos ocupa el presente estudio, donde la electricidad constituye de por sí un monopolio natural, principalmente por la magnitud de inversión requerida para asegurar el suministro futuro. Por consiguiente, el precio que se determine para este servicio deberá estar en función del costo marginal en que se incurre para asegurar el suministro.

Al realizar las estimaciones, es necesario tener en cuenta que la Demanda por electricidad varía ampliamente durante las Horas del día. Habrá momentos que cualquier incremento en la Demanda puede ser abastecida en las instalaciones existentes; en este caso, el costo marginal será la variación en los costos cuando aumenta en una unidad la cantidad producida con el equipo generador existente. Estos son llamados costos marginales de corto plazo.

En aquellos momentos en que la Demanda Presiona la capacidad del sistema, horas de punta, cualquier incremento en la demanda debe exigir una inversión adicional en las instalaciones existentes. En consecuencia el costo marginal debe incluir un componente asignado a estas nuevas inversiones, son los llamados costos marginales a largo plazo.

En los cuadros siguientes mostramos los precios por tipo de tarifa por ejemplo : MT2, BT2, MT1, AT1, BT2T y MT2T.

CUADRO N° 6

CUADROS DE TARIFAS ELECTRICAS

I. El sistema eléctrico de energía interconectados o aislados con generación Hidráulica y Mixta

| DESCRIPCION | UNIDAD | TARIFA MT2 (N° 54,61) | TARIFA BT2 |
|--|-------------|--------------------------|------------|
| Cargo de potencia suscrita | US\$/kW-mes | 10.5 | 9.6 |
| Carga por exceso de potencia en HFP | US\$/kW-mes | 2.1 | 1.9 |
| Carga por energía activa HP | US\$/kWh | 0.06 | 0.14 |
| Carga de energía activa HFP | US\$/kWh | 0.04 | 0.06 |
| Costos medio suministro HP (*) | US\$/kWh | 0.10 | 0.16 |
| Costos de generación promedio de grupo electrógeno | US\$/kWh | 0.11 | 0.11 |

II. Suministro con generación preponderante de origen hidráulico.

CUADRO N° 7

| DESCRIPCION | UNIDAD | TARIFA MT1 | TARIFA AT1 |
|--|-------------|---------------|---------------|
| Cargo de potencia suscrita | US\$/kW-mes | 11.56 | 9.6 |
| Carga por exceso de potencia en HFP | US\$/kW-mes | 2.31 | 10.27 |
| Carga por energía activa HP | US\$/kWh | 0.09 | 2.05 |
| Carga de energía activa HFP | US\$/kWh | 0.04 | 0.06 |
| Costos medio suministro HP (*) | US\$/kWh | 0.11 | 0.10 |
| Costos de generación promedio de grupo electrógeno | US\$/kWh | 0.11 | 0.11 |

Fuente : CENERGIA

CUADRO N° 8

III. Suministro con generación preponderante térmica

| DESCRIPCION | UNIDAD | TARIFA BT2T | TARIFA MT2T |
|--|-------------|----------------|----------------|
| Cargo de potencia suscrita | US\$/kW-mes | 16.00 | 14.40 |
| Carga por exceso de potencia en HFP | US\$/kW-mes | 3.60 | 2.66 |
| Carga por energía activa HP | US\$/kWh | 0.12 | 0.10 |
| Carga de energía activa HFP | US\$/kWh | 0.10 | 0.09 |
| Costos medio suministro HP (*) | US\$/kWh | 0.15 | 0.12 |
| Costos de generación promedio de grupo electrógeno | US\$/kWh | 0.11 | 0.11 |

Fuente : CENERGIA

NOTA :

Se a considerado las tarifas objetivos fijadas por la CTE (Julio 92)

La tarifa está afectada en un 32% por concepto de impuesto

- El tipo de cambio utilizado es de 1US = 1.32 soles
- El cargo por exceso de potencia registrada en HP es de tres veces el cargo correspondiente por potencia suscrita

(*) Costos medios de suministro en HP calculados según :

$$\frac{\text{US\$/kW-mes(HP)} + \text{US\$/kWh(HP)}}{\text{N}^\circ \text{ horas/mes}} + \text{US\$/kWh (HP)}$$

DEDUCCION
PROPIA

COSTOS DE PETROLEO

La lista de precios del petróleo vigente al 03.09.92 se presenta a continuación para diferentes plantas del país.

CUADRO N° 9

LISTA DE PRECIOS

PETROLEO DIESEL
S/. POR GALON

| PLANTA | DIESEL 1 CODIGO 250 - 02 | | | RESIDUAL 500 CODIGO 280 - 02 | | |
|--------------|-----------------------------|-------|------------|---------------------------------|-------|-----------|
| | NETO | I.S.C | EX PTA. | NETO | I.S.C | EX PTA |
| TALARA | 0.93 | 0.61 | 1.54 | 0.47 | 0.54 | 0.01 |
| PIURA | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| ETEN | 0.94 | 0.62 | 1.56 | 0.48 | 0.55 | 1.03 |
| SALAVERY | 0.94 | 0.62 | 1.56 | 0.48 | 0.55 | 1.03 |
| CHIMBOTE | 0.94 | 0.62 | 1.56 | 0.48 | 0.55 | 1.03 |
| SUPE | 0.94 | 0.62 | 1.56 | 0.48 | 0.55 | 1.03 |
| LA PANPILLA | 0.93 | 0.61 | 1.54 | 0.47 | 0.54 | 1.01 |
| CALLAO | 0.93 | 0.61 | 1.54 | 0.47 | 0.54 | 1.01 |
| CONCHAN | 0.93 | 0.61 | 1.54 | 0.47 | 0.54 | 1.01 |
| C. PASCO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| PISCO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | 0.50 | 0.57 | 1.01 |
| ICA | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| MOLLENDO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | 0.50 | 0.57 | 1.07 |
| JULIACA | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| CUZCO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| P. MALDONADO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| ILO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | 0.50 | 0.57 | 1.07 |
| PUCALLPA | 0.96 | 0.63 | 1.59 | 0.50 | 0.57 | 1.07 |
| TARAPOTO | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| YURIMAGUAS | 0.96 | 0.63 | 1.59 | | | |
| IQUITOS | 0.95 | 0.63 | 1.58 | 0.49 | 0.56 | 1.05 |

Fuente : CENERGIA

3.4 PROGRAMA DE MEDICIONES, FIJACION DE PROCEDIMIENTO Y NIVEL DE DETALLE DE LA TOMA DE DATOS DE INGENIERIA.

La fijación y procedimiento para la toma de datos seguirá los siguientes pasos :

A1) Mediciones en paralelo con los equipos de medida Para esto se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Nivel de tensión (AT, MT, BT, etc).

Donde :

AT : Alta Tensión

MT : Media Tensión

BT : Baja Tensión.

Ubicación de los equipos de medida (dentro de la planta o fuera de la planta, es decir en las subestaciones de las empresas suministradoras)

- Constantes de relación de transformación de tensión y corriente.
- Tipo de instalación trifásica de 3 conductores o trifásico con neutro corrido 4 conductores.
- Tipo de variable que se desea medir (kW, KVAR, KVA, etc).
- El período de integración, normalmente para nuestro sistema de facturación es 15 minutos.
- Tiempo de registro (1, 2 ó 3 días).

Normalmente el tiempo de registro depende del tipo de operación diaria de la Planta y la complejidad de la misma.

El objetivo será obtener el Diagrama de carga total diario de la industria de acuerdo al nivel de producción.

Para medir Alta Tensión (AT), El equipo usará el kit de tensión y transformadores de corriente con rangos entre 30 y 1000 amperios (de preferencia se usará el de 30 amperios).

A2) MEDICIONES EN SUB-ESTACIONES INTERNAS MENORES A 600 V.

Normalmente estas mediciones se hacen en los secundarios de los transformadores de potencia dentro de la Planta cuya finalidad será conocer la carga que toma el(los) transformador(es), o del conjunto de cargas conectados al (los) mismo(s) para ello se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Tipo de instalación.
- Número de transformadores en paralelo.
- Capacidad de corriente total de la carga conectada al (los) transformador(es).
- Variable a registrar (KW, KVAR, KVA, etc).
- Se dispone de equipo totalizados de energía para los transformadores en paralelo (SI/NO).
- Período de integración.
- Tiempo de registro.
- El equipo usará el Kit de tensión y los transformadores de corriente de hasta 3000 amperios enseriados con una reactancia de protección para proteger el equipo. ●

El objetivo de estas mediciones será conocer en algunos casos la demanda total de la Planta (cuando la planta dispone de un solo

transformador), o en todo caso se puede conocer el consumo por áreas específicas relacionadas con la producción y se determinará las condiciones operativas de cada transformador y se estudiará la posibilidad de disminuir las pérdidas en los alimentadores, motores y en propio transformador.

A3) MEDICIONES EN MOTORES TRIFASICOS DE C.A

Previamente se realizará una preselección de los motores en cada área o línea de producción sobre todo, aquellos motores cuya potencia nominal sea mayor a 20 HP. Seguidamente se procederá a realizar las pruebas que consistirán en lo siguiente:

- Pruebas de corriente por fase (R, S, T.).
- Potencia que toma de la red el motor.
- Factor de potencia de operación, será importante aquí tener presente el lugar donde se mide, puede ser antes o después del condensador de preferencia se elige después del condensador. Para ver la corriente total que toma el motor.
- Medida de los rpm de trabajo:
Para compararlo con el nominal y calcular el deslizamiento (s) en tales condiciones. Se realizará lo siguiente :
 - Pruebas de fugas a tierra.
 - Temperatura de la carcasa del motor y temperatura ambiente.
 - Condiciones de trabajos (humedad, tóxicos, corroídos, etc).

3.4.1 CLASIFICACION, CONSISTENCIA Y CONSOLIDACION DE LA INFORMACION.

a) Información del Campo :

Después de recopilar la información de campo con la instrumentación portátil, se procederá a los siguiente:

- a1) Transferencia de toda la información grabado en la memoria de los analizadores de potencia y energía a través de un cable RS-232, a la memoria fija de la computadora, mediante un software denominado POWER STAR adecuado y las con instrucciones precisas a fin de no perder ningún detalle de la información de campo.
- a2) Conversión dentro de la memoria de la computadora de los archivos con extensión PRN a otros con extensión WK1 o WKQ, dependiendo con que paquete se quiere seguir procesando la información.
- a3) Procesamiento de la información:
Clasificación por día, área o equipo, consistencia y depuración de toda la información, grabado de los archivos depurados y los archivos matrices.

b. Análisis de las mediciones eléctricas

Después de recopilar la información de campo con la instrumentación portátil, se procedera a lo siguiente :

- b1) Transferencia de toda información grabado en la memoria de los analizadores de potencia y energía a través de un cable RS-232 a la

memoria fija de la computadora, mediante un software adecuado y con instrucciones precisas a fin de no perder ningún detalle de la información de campo.

- b2) Conversión dentro de la memoria de la computadora de los archivos con extensión PRN a otros con extensión WK1 o WKQ, dependiendo con que paquete se quiere seguir procesando la información.
- b3) Procesamiento de la información : clasificación por día, área o equipo, consistencia y depuración de, toda la información, grabando los archivos depurados y los archivos matrices.
- b4) Impresión de cuadros preliminares para su interpretación de resultados y análisis de las variables determinantes en los resultados obtenidos.
- b5) Diagnostico de las deficiencias, consistira en una serie de observaciones, simulaciones u comparación con los valores de diseño, por ejemplo, determinación del factor de carga y pérdidas en condiciones actuales, pérdidas por deslizamiento etc.
- b6) Diagnóstico de las deficiencias, consistira en una serie de observaciones simulación de balances de energía y operaciones de las maquinas sometidas a diferentes regímenes de carga.

3.4.2 INTERPRETACION Y ANALISIS DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS

Consiste en :

a) Evaluación y cuantificación de las mejoras

Consisten básicamente en cuantificar las mejoras operativas, las mismas que dieron lugar a una reducción en la demanda (kW), y en energía eléctrica (kWh). Esta cuantificación se habrá teniendo en cuenta los costos actuales de energía y su proyección en el tiempo.

La evaluación será teniendo en cuenta la estructura tarifaria para cada industria, para ello se definirá los costos medios de energía, basado en las tarifas que la industria paga mensualmente.

Describiremos los costos medios para dos tipos de tarifas.

1. Tarifa N.2.

2. Tarifa N. MT1.

1. COSTO MEDIO DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA TARIFA N° 32.

$$C_m = \frac{C_t}{EA} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

C_m = Costo medio de energía

EA = Energía activa mensual facturada (kWh).

C_t = Costo total facturado por energía mensual

$$C_t = [MD \times PMO + EA \times PEA + ER \times PER] \times IMP \dots (2)$$

Donde :

MD = Máxima Demanda Facturada en el mes (kW).

EA = Energía Activa Facturada en el mes (kWh).

ER = Energía Reactiva Facturada en el mes (kVARh).

PMO = Costo unitario de Máxima demanda (\$/kW-mes).

PEA = A costo unitario de energía activa (\$/kWh).

PER = Costo unitario energía reactiva (\$/kVARh).

IMP = Impuesto totales de ley.

(1) y (2) fórmulas deducidas por el autor.

2) COSTO MEDIO DE ENERGIA ELECTRICA, TARIFA MT1.

$$C_m = \frac{C_t}{EAT} = \frac{C_t}{E_{AHP} + E_{AHHP}} \quad (\$/kWh)$$

Donde :

Ct = Costo total facturado por mes energía (\$)

EAT = Energía activa total.

EAHP = Energía reactiva en horas punta (18 -23 hr)

$$C_t = [MDHP \times PHP + MDHFP + EAHP \times PEHP + EAHFP \times PEHFP + ER \times PER] \times IMP \dots\dots\dots(1)$$

Donde :

MDHP = Máxima Demanda Facturada en Horas Punta (kW).

MDHFP = Máxima Demanda Facturada en Horas Fuera de Punta (kW)

EAHP = Energía Activa Facturada en Horas Puntas (kWh)

EAHFP = Energía Activa Facturada en Horas Fuera Puntas (kWh)

ER - Energía Reactiva Facturada en el Mes (kVARh).
 PHP = Costo Unitario de Máxima Demanda en Horas Puntas (\$/kW-mes)
 PHFP - Costo Unitario de Máxima Demanda en Horas Fuera Puntas (\$/kW-mes).
 PEHP = Costo Unitario de Energía en Horas Puntas (\$/kWh).
 PEHFP - Costo Unitario de Energía en Horas Fuera Puntas (\$/kWh).
 PER = Costo Unitario de Energía Reactiva (\$/kVARh).

(1) y (2) fórmulas deducidas por el autor.

IMP = Impuesto Totales de Ley.
 EAHP - Energía Activa Facturada en Horas Puntas (kWh)
 EAHFP = Energía Activa Facturada en Horas Fuera Puntas (kWh).
 ER = Energía Reactiva Facturada en el Mes (kVARh).
 PHP - Costo Unitario de Máxima Demanda en Horas Puntas (\$/kW-mes).
 PHFP - Costo Unitario de Máxima Demanda en Horas Fuera Puntas (\$/kW-mes).
 PEHP = Costo Unitario de Energía en Horas Puntas (\$/kWh).
 PEHFP = Costo Unitario de Energía en Horas Fuera Puntas (\$/kWh).
 PER = Costo Unitario de Energía Reactiva (\$/kVARh).
 IMP = Impuesto totales de ley.

Definidos los costos medios de energía, se procede a la cuantificación de los ahorro económicos los cuales se estudian teniendo en cuenta lo siguiente :

- Diagramas de carga diario para toda la planta o en las principales líneas o áreas de producción.

- Potencia (kW), que se considerará para los cálculos de ahorros.

Identificación de las máquinas para hacer consideradas para los fines de ahorro de potencia y energía.

- Horas de operación de cada máquina, etc.

3.5 METODOS OPERATIVOS QUE MINIMICEN LAS PERDIDAS EN LOS EQUIPOS ELECTRICOS.

Entre los métodos que permiten disminuir las pérdidas en los diferentes equipos eléctricos se tiene:

- 1) Examinar las secciones y longitudes de los cables en el sistema de distribución dentro de la Planta industrial, sobre todo para voltajes entre 208 a 440 voltios.

- Según las normas internacionales en un alimentador de un circuito no debe tener más de 3 % de caída de voltaje. Sin embargo, los nuevos factores económicos recomendados como una práctica usual es que este porcentaje de caída de tensión no debe ser mayor a 1.5 voltios.

- 2) Reducir las cargas actuales de iluminación usando lámparas más eficientes tal como lámparas de sodio en lugar de vapor de mercurio. El costo por millón de lumen-hora de iluminación de una lámpara de 400 watt. de sodio de alta presión es del orden de 31 centavos de dólares y el precio de una candela común 3 000 US\$.

- Esto conlleva a usar luminarias de mayor eficiencia en cuanto a reflectancia de luz se requiere.
- Usar colores claros sobre las paredes y estructuras, para reflejar mejor la luz.
- Conservar siempre limpio el equipo de iluminación.
- Disminuir los niveles de iluminación paulatinamente en áreas con trabajo restringido tal como pasillos, halls, etc.

3) Usar bancos de condensadores para corregir el factor de potencia y reducir las pérdidas del sistema.

Normalmente se piensa que los bancos de condensadores son instalados para mejorar el factor de potencia y estabilizar la tensión en el sistema y aumentar la capacidad de transporte de potencia activa. Sin embargo, lo más importante es que ello conlleva a reducir las pérdidas de energía en el sistema.

Los resultados son muy importantes, puesto que mejorar el factor de potencia puede resultar en una disminución de los costos con la factura anual por más del 20%, mientras que la inversión en capacitores la recuperación es bastante rápida.

Los capacitores reducen la corriente reactiva y las pérdidas están definidos por:

$\Delta P = I^2 R$, la corriente reactiva es reducida en directa proporción al factor de potencia, las pérdidas son inversamente proporcionadas al cuadrado de el factor de potencia.

$$\% \text{ kW pérdida} = \left(\frac{\text{Original PF}}{\text{Mejorado PF}} \right)^2$$

PF - Factor de Potencia

Reducción de Pérdidas

$$\delta P = \left[1 - (\text{Original PF/Mejorado PF})^2 \right]$$

4. AHORROS EN MOTORES ELECTRICOS

4.1 Usar Motores más Eficientes los cuales aumentan su eficiencia cuanto más grande son :

Por ejemplo Un motor de 500 H.P 1775 y RPM a 2300 voltios tiene 1.4% de pérdidas de energía menos que dos motores de inducción de 500 H.P con las mismas características. Esto adicional a los gastos de mantenimiento y repuestos.

En los motores la eficiencia decrece cuando el voltaje esta por encima de 4000 voltios, un motor de 5000 H.P a 13.2 kV tendrá 1.3 más de pérdidas que un motor de 4000 voltios.

La eficiencia de los motores pueden ser mejorados por diseño, hay que pagar un precio adicional por ello; lo cual significa que habrá cambios de una o más características; Tal como, corriente de arranque, factor de potencia, torque de arranque. Esto último, será específico para cada caso particular.

Hay que reconocer que un motor de corriente continúa es entre 0.5 a 3% más eficiente que un motor de inducción cualquiera.

Para la evaluar las pérdidas se tomarán mediciones de las variables de trabajo luego se comparan con los de placa y se obtendrán los siguientes resultados :

a) La perdidas de potencia en condiciones iniciales.

b) Perdidas en condiciones mejoradas.

las fórmulas para determinar las perdidas son :

$$L1 = H.P \times 0.76 \times F.C \left[\frac{1}{n1} - 1 \right] \quad (kW)$$

$$L2 = H.P \times 0.76 \times \left[\frac{1}{n1} - 1 \right] \quad (kW)$$

Donde :

F.C = Factor de potencia

n1 = Eficiencia de la maquina en condiciones iniciales es decir tal como esta operando (sin mejora)

n2 = Eficiencia de las maquinas en condiciones mejoradas. (recomendación del fabricante)

L1 = Pérdidas en condiciones operativas actuales (sin mejoras)

L2 = Perdidas con incorporación de mejoras.

El ahorro vendrá dado :

$$\delta P = (L1 - L2) \quad (kW)$$

4.2 Ahorros por cambio de motores antiguos por nuevos:

Al reemplazar un motor antiguo o un motor con fallas; se deberá reemplazar por un motor de alta eficiencia en general para todos los tamaños ofrecen un ahorro de 1 a 15%.

Evaluación Económica por eficiencias bajas

a) Reemplazos de motores

Se realizará teniendo en cuenta la siguiente fórmula :

$$\delta P \text{ (kW)} = H.P \times 0.76 \times (1/n_a - 1/n_b)$$

Donde :

δP = Ahorro de potencia (kW)

H.P = potencia mecánica

N_a = Eficiencia del motor mas bajo (actual)

N_b = Eficiencia del motor nuevo (más eficiente)

b) Dimensionamientos adecuados de motores

$$\delta P = P_m \times (1 - N_a/N_b) \text{ (kW)}$$

Donde :

P_m = Potencia medida en operación (baja carga)

N_a = Eficiencia del motor A de mayor potencia

N_b = Eficiencia del motor B de menor potencia

4.3 Ahorro de Energía al mejorar el factor de potencia en un motor

La fórmula que permite evaluar y cuantificar es :

$$\delta P = 3 \times R \times (I_{c1}^2 - I_{c2}^2)$$

Donde :

R = Resistencia del alimentador

Ic1 = Corriente reactiva antes de la compensación

Ic2 = Corriente reactiva después de la compensación

factor : 3 para circuito trifásicos.

AHORROS DE ENERGIA CUANDO SE COMPRA DOS MOTORES DE DIFERENTES EFICIENCIAS.

Ahorros de Energía cuando se compara dos Motores de diferentes eficiencias.

Fórmula para el cálculos de ahorros Económicos

$$S = 0.76 \times HP \times C \times N \left(\frac{100}{\eta_A} - \frac{100}{\eta_B} \right) \text{ (US\$)}$$

Fuente : U.S. Electrical Motors 1982

S = Ahorro en dólares por año

HP = Potencia del motor a la carga específica (medida)

C = Costos de Energía Activa

N = Horas de Operación al año

η_A = Eficiencia (%) del motor "A" (actual)

η_B = Eficiencia (%) del motor "B" (Futuro)

Ejemplo de cálculo :

POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR 100 HP

$$\zeta P = 0.746 \times 100 \text{ HP} \left(\frac{100}{80} - \frac{100}{90} \right) (\text{kW})$$

$$\zeta P = 0.746 \times 100 \text{ HP} (1.25 - 1.11) = 10.44 (\text{kW})$$

Valor de Máxima Demanda para,

Tarifa tipo Industrial mayor = 11.5 US\$/kW-mes

$$C_1 = 11.5 \times 10.44 \times 12 = 1\,440 \text{ US\$/año}$$

$$T = 8\,000 \text{ hr/año}$$

$$E = 10.44 \times 800 \text{ hr/año} = 83\,520 \text{ kWh/año}$$

$$E_2 = 83\,520 \text{ kWh/año} \times 0.09 \text{ US\$/kWh.}$$

$$\text{Tarifa} = 0.09 \text{ US\$/kWh}$$

$$C_2 = 83\,520 \text{ kWh/año} \times 0.09 \text{ US\$/kWh} =$$

$$C_2 = 7\,517 \text{ US\$/año}$$

$$C_t = C_1 + C_2 = 1\,440 + 7\,517$$

$$C_t = 8\,957 \text{ US\$/año}$$

**DIFERENCIA DE COSTOS OPERATIVOS ENTRE DOS MOTORES DE IGUAL
POTENCIA**

| MOTOR 1 | MOTOR 2 |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Datos de placa | Datos de placa |
| $P_U1 = 300 \text{ kW}$ | $P_U2 = 300 \text{ Kw}$ |
| $n_1 = 0.95 \text{ (plena carga)}$ | $n_2 = 0.93 \text{ (plena carga)}$ |
| $\text{COS } \phi = 0.90$ | $\text{COS } \phi = 0.87$ |
| VOLTAJE = 380 VOLTIOS | VOLTAJE = 380 VOLTIOS |

Para simplificar cálculos los 2 operan a plena carga y suponiendo una operación de 12 horas diarias tendremos :

$12\text{H/DIA} \times 365 \text{ DIAS/AÑO} = 4\ 380 \text{ HORAS ANUALES DE UTILIZACION}$

POTENCIA ELECTRICA ABSORBIDA :

| MOTOR 1 | MOTOR 2 |
|---|---|
| $P_{E1} = \frac{P_U}{n_1} = \frac{300}{0.95} = 315.79\text{kW}$ | $P_{E2} = \frac{P_U}{n_1} = \frac{300}{0.93} = 315.79\text{kW}$ |

ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA AL AÑO (kWh/año) :

TARIFA MT1 (33-A); 1 kWh = 0.04 US\$

$$E_1 = 315.79 \times 4.380 = 1\,383\,160.2 \text{ kWh} = 55\,188 \text{ US\$/año}$$

$$E_2 = 322.58 \times 4.380 = 1\,412\,900.4 \text{ kWh} = 56\,616 \text{ US\$/año}$$

LA DIFERENCIA DEL CONSUMO ES (E_p) :

$$E_p = E_2 - E_1 = 1\,412\,900.4 - 1\,383\,160.2 = 29\,740 \text{ kWh}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_p = 1\,189 \text{ US\$/año} \end{array} \right.$$

DE ACUERDO A LA TARIFA

$$\text{COSTO PROMEDIO} = 8 \text{ US\$/kWh-Mes}$$

$$\text{COSTO ANUAL (Cp)} = 6.79 \text{ kW} \times 8 \text{ US\$/kW-mes} \times 12 \text{ meses}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_p = 652 \text{ US\$/AÑO} \end{array} \right.$$

El motor 2 sufre un mayor recargo por tener su factor de potencia inferior a 0.9

COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

$$Q_8 = P \times (\text{tg } \phi_1 - \text{tg } \phi_2)$$

$$\phi_1 = 29.54^\circ$$

$$\phi_2 = 25.84^\circ$$

$$Q_8 = 322.58 (\text{tg}(29.54^\circ) - \text{tg}(25.84^\circ))$$

$$Q_8 = 27 \text{ KVAR}$$

ENERGIA REACTIVA ADICIONAL A TOMAR PARA LLEGAR A $\text{COS } \phi = 0.9$

$$E_r = Q_8 \times 4\,380 \text{ h} = 118\,260 \text{ KVARh/año}$$

$$C_r = E_r \times C = 118\,260 \text{ KVARh/año} \times 0.09 \text{ US\$/KVARh}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_r = 2\,247 \text{ US\$/año} \end{array} \right.$$

Por lo tanto la diferencia anual de los costos por tener diferente consumo de energía y factor de potencia entre el motor 1 y el motor 2 será

$$A_p = E_p + C_p + C_r$$

$$A_p = 1\ 189 + 652 + 2247$$

$$A_p = 4\ 088\text{US\$/año}$$

5) AHORROS ECONOMICOS EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

5.1 AHORRO POR DE DESCONEXION DE UN TRANSFORMADOR

EJEMPLO 1 :

para calcular las pérdidas eléctricas en cables y transformadores por efecto de la compensación :

a) Pérdidas de transformadores

Datos :

Potencia Nominal del transformador : 1 600 kVA

Pérdidas en el cobre del transformador : 17.61 kW

Pérdidas en el fierro del transformador : 1.8 kW

Potencia de la carga (medida) (S1) : 800 kW

Factor de potencia de la carga (medido) : 0.75

Relación de tensión : 6/0.44 kV

Relación de corrientes : 103/400 Amp.

Fórmula a usar :

$$\delta P = P_{cu} \times \left[\frac{S_L}{S_N} \right]^2 + P_o$$

Donde :

P_{co} = Pérdidas de cobre

SL = Potencia de carga conectada a transformador
(en B.T)

SN = Potencia Nominal

P_o = Pérdidas en el fierro (variable de transformador)

F_c = Índice de carga del transformador (SL/SN)

Fórmula obtenida del libro cálculos de parámetros en régimen estable.

EJEMPLO 2 :

En una planta industrial se tiene instalado 2 transformadores de 10 MVA cada uno y relación de transformación nominal 138-13.8 KV, la carga máxima de la subestación es de 12 MW la curva de carga anual se representa en la Gráfico N° 9.

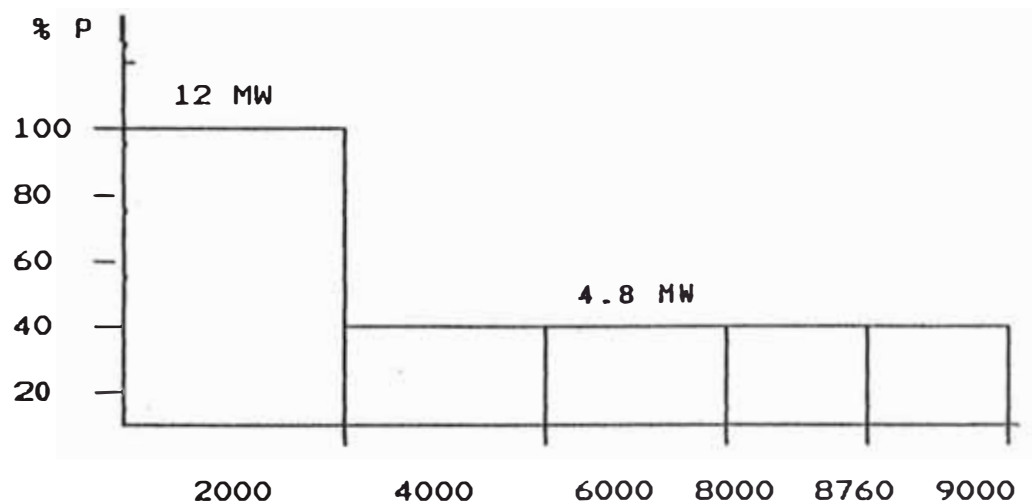
Las Pérdidas nominales son :

$P_o = 18 \text{ kW}$

$P_{cc} = 60 \text{ kW}$

GRAFICO N° 9

DIAGRAMA DE CARGA



Determinar las pérdidas de energía de los transformadores y el costo de la energía para los dos casos siguientes :

1. Ambos transformadores soportan la carga total durante un año.
2. Para un carga igual al 40% de la máxima demanda de la S.E. un transformador se desconecta.
3. El factor de Potencia se supone invariable, durante el año e igual a 0.9.
4. El costo de energía es igual a 0.04 US\$/kWh.

SOLUCION :

Para la carga máxima de la S.E. se tiene :

$$S_2 = 12 \text{ MW}/0.9 = 13.35 \text{ MVA.}$$

Para el trabajo de los dos transformadores, las pérdidas de potencia actual en los devanados son:

$$pp = \frac{1}{2} \times 60 \times \frac{(13.35)^2}{100} = 53.5 \text{ kW} \quad (\text{pérdida de cobre})$$

Para una carga igual al 40% de la demanda Máxima, las pérdidas de potencia activa en los devanados de los dos transformadores es igual a :

$$pp = \frac{1}{2} \times 60 \times \frac{(0.4 \times 13.35)^2}{100} = 8.56 \text{ kW}$$

Las pérdidas de potencia activa en el devanado de un transformador es :

$$pp = 2 \times 8.56 \times W = 17.1 \text{ kW}$$

1. Cálculo de las pérdidas de energía cuando trabajan los dos transformadores es :

$$Et_1 = 53.5 \text{ kW} \times 2000 + 8.56 \times 6760 + 2 \times 18 \times 8760$$

$$Et_1 = 480,225.6 \text{ kWh/a} = 480.226 \text{ MWh/a}$$

Luego :

Del diagrama de carga se tiene que :

- La energía activa recibida por los consumidores en un año es :

$$E_a = (12 \text{ MW} \times 2000 + 4.0 \times 12 \text{ MW} \times 6760)$$

$$E_a = 56,448 \text{ MWh/a}$$

Por eso al trabajar los dos transformadores durante un año, el porcentaje de pérdidas de energía es :

$$\delta E_{t_1} = \frac{E_{t_1}}{E_a} \times 100 = \frac{480.226}{56,448} \times 100 = 0.851\%$$

El costo de la energía pérdida cuando trabajan los dos transformadores es :

$$C_1 = 480,226 \text{ kWh/a} \times 0.04/\text{kWh}$$

$$C_1 = 19,209 \text{ US\$/a}$$

2. Al desconectar un transformador cuando se trabajó al 40% de la Demanda Máxima, de las pérdidas totales de energía por año será :

$$E_{t_2} = \overset{P_p}{53.5} \times 2000 + 2 \times \overset{P_o}{18} \times 2000 + 17.1 \times 6760 + 18 \times 6760$$

$$= 2000 (53.5 + 2 \times 18) + 17.1 \times 6760 + 18 \times 6760$$

$$E_{t_2} = 416,276 \text{ kWh/a}$$

Luego el porcentaje de pérdidas de energía será :

$$\delta E_{t_2} = 416,276 / E_a =$$

$$\delta E_{t_2} = \frac{416,276}{56,448,000} \times 100 = 0.737\%$$

El costo de energía pérdida en la condición e será :

$$C_2 = E_{t_2} \times 0.04 \text{ US\$/kWh}$$

$$416,276 \text{ kWh/a} \times 0.04 \text{ US\$/kWh}$$

$$16,651 \text{ US\$/a}$$

$$\text{AHORRO} = C_1 - C_2 = 2,557.9 \text{ US\$/a}$$

5.2 COMPARACION ECONOMICA DE TRANSFORMADORES

Las pérdidas suponen un costo. Por lo tanto, al elegir un transformador no debemos limitarnos a la comparación de precios de compra, deben incluirse los gastos debido a las pérdidas producidas por el transformador.

5.2.1 VALORACION DE PERDIDAS DE ENERGIA EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Definimos :

GASTOS TOTALES ANUALES (G) : ES LA SUMA DEL CAPITAL INVERTIDO MAS EL GASTO PRODUCIDO POR LAS PERDIDAS.

$$G = G_c + G_p$$

DONDE :

G_c = GASTOS ANUAL POR CAPITAL INVERTIDO

G_p = GASTOS ANUALES POR PERDIDAS DE ENERGIA

CALCULO DE G_c :

SI :

a - TASA ANUAL O ANUALIDAD DE AMORTIZACION E INVERSION E INTERES CORRESPONDIENTE A 1 US\$ DE CAPITAL INVERTIDO.

P_a = PRECIO DE COMPRA DEL TRANSFORMADOR

$$G_c = a \times P_a$$

CALCULOS DE G_p :

SI :

h - N° DE HORAS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR

C_m = INDICE DE CARGA MEDIO PREVISTO DEL TRANSFORMADOR

C_1 = PRECIO DE kWh (SEGUN TARIFA)

P_o = PERDIDA DE HIERRO EN kW

P_{cc} = PERDIDA DE COBRE A PLENA CARGA

$G_p = (P_o + C_m^2 \times P_{cc} \times h \times C_1)$

$$G_p = a \times P_a (P_o + C_m^2 \times P_{cc}) \times h \times C_1$$

Consideraciones importantes :

Para poder valorar los gastos totales al año se deberá tener en cuenta los siguientes factores :

- Precio de adquisición
- Pérdidas nominales (P_o y P_{cc})
- Espacio disponible Plazo de entrega
- Costos de mantenimiento
- Impuestos
- Recargos por energía eléctrica
- Factor de potencia de la carga

5.2.2.ELECCION DE LA POTENCIA DE UN TRANSFORMADOR

Para elegir un transformador se puede optar por uno de los dos siguientes criterios :

CRITERIO 1 :

Elegir un transformador de potencia nominal tal que funcione con índice medio de carga alto.
entre 0.75 ó 0.80.

CRITERIO 2 :

a. Elegir un transformador de potencia nominal más elevada que el elegido según el criterio 1 (doble potencia 800 kW)

b. Disponer de dos transformadores de potencia nominal semejante al elegido según criterio 1 (dos de 400 kW c/u)

En ambos casos A ó B, los transformadores funcionaran con índice medio de carga baja, del orden 0.4 a 0.5.

La aplicación del criterio 2, presenta las siguientes diferencias respecto a la aplicación del criterio 1.

- Mayores costos de adquisición del transformador (A) o los transformadores (B).
- Mayor necesidad de espacio.
 - Costos más reducidos debido a pérdidas en el transformador.
 - mayor facilidad para realizar ampliaciones
- Mayor riesgo a sufrir daño frente a sobrecarga elevadas.
- Seguridad a continuidad en el servicio.

CRITERIO 2A :

Se elige un transformador de potencia nominal $S_n = 800$ kVA

$$P_o = 1.870 \text{ kW}$$

$$P_{cc} = 10.80 \text{ kW}$$

$$P_a = 12,000 \text{ US\$}$$

$$C_1 = 0.04 \text{ US\$/año}$$

INDICE MEDIO DE CARGA C_m :

$$E_m = \frac{320}{800} = 0.4$$

ENERGIA (E_p) ANUAL PERDIDAS :

$$E_p = (P_o + C_m^2 \times P_{cc}) \times h = 31.52 \text{ kWh/año}$$

GASTO ANUAL DE PERDIDAS ES :

$$G_p = C_1 \times E_p = 1,260 \text{ US\$/año}$$

GASTO TOTAL DE AÑO SERA

$$G = a \times P_a + G_p = 3,060 \text{ US\$/año}$$

CRITERIO 2B :

Se instalará dos transformadores idénticos al elegido en el criterio 1 en paralelo.

Cada transformador soportará una potencia aparente media de $320/2 = 160$ kVA y el índice medio de carga de cada transformador es :

$$C_m = \frac{160}{400} = 0.4$$

ENERGIA (E_p) ANUAL PERDIDAS :

$$E_p = 2 \times (P_o + C_m^2 \times P_{cc}) \times h$$

$$E_p = 2 \times (1.17 + (0.4)^2 \times 6.21) \times 8,760 = 37,906 \text{ kWh/año}$$

GASTO ANUAL DE PERDIDA SERA :

$$G_p = C_1 \times E_p = 37,906 \text{ kWh/año} \times 0.04 \text{ US\$/kWh.}$$

$$G_p = 1,516 \text{ US\$/año.}$$

$$P_a = 4,000 \times 2 = 8,000 \text{ US\$}.$$

$$G = a \times P_a + G_p = 2,716 \text{ US\$/año}$$

Es difícil evaluar de un modo general los gastos totales anuales de las distintas soluciones, ya que cada instalación en particular tendrán unas condiciones y unos objetivos que le influyeran más, menos o nada. Algunas de las características anteriores. Por ejemplo Un hospital o una fabrica de producción continua, cada uno por motivos diferentes, tendrán necesariamente que actuar segun el criterio 2B, pues deben asegurar la continuidad en el servicio de energía eléctrica en todo momento.

EJEMPLO :

DATOS :

- Potencia media aparente servir : 320 kVA
- Tiempo operativo (h) : 8760 hr/año
- Costos de energía
tarifa MT1 (33-A) C1 : 0.04 US\$/kWh.
- Tasa Amortización : 15% (15)

CRITERIO 1

Si elige un transformador de potencia nominal : $S_N = 400 \text{ kVA}$

$$P_o = 1.170 \text{ kW}$$

$$P_{cc} = 6.210 \text{ kW}$$

$$P_a = 8,000 \text{ US\$}$$

$$G_C = a \times P_a = 0.15 \times 8000 = 1200 \text{ US\$}$$

El índice medio de carga sera :

$$C_m = \frac{320}{400} = 0.80$$

Energía Ep (kWh) Anual pérdidas es :

$$EP = (P_o + C_m^2 \times P_{cc}) \times h = 45,065 \text{ kWh/año}$$

EL GASTO ANUAL SERA :

$$G = GC + GP = 1,200 + 1,800 = 3,000 \text{ US\$/año}$$

CUADRO N° 10

CUADRO DE RESUMEN

| CRITERIOS | CARGA MEDIA 320 KVA | |
|---|------------------------|-------------------------------|
| | Kwh DE PERDIDAS | COSTOS DE PERDIDAS US\$ |
| CRITERIO 1 1 TRANSFORMADOR DE 400 KVA | 45,065 | 3,000 |
| CRITERIO 2A 1 TRANSFORMADOR DE 800 KVA | 31,518 | 3,060 |
| CRITERIO 2B 2 TRANSFORMADORES DE 400 KVA EN PARALELO | 37,906 | 2,716 |

3.6 CONTROL DE PERDIDAS, ANALISIS DEL FACTOR DE CARGA, FACTOR DE POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE MAYOR INTERES EN LA PLANTA INDUSTRIAL.

Entre los principales aspectos relacionados con este tema, se mencionará las mejoras más importantes que conlleven al ahorro de energía en los equipos eléctricos tales como, motores de inducción, bombas, compresores, ventiladores, hornos de inducción etc.

3.6.1 AHORRO DE ENERGIA Y MAXIMA DEMANDA

Nos referimos en este ejemplo a :

- a) PERDIDAS DE TRANSFORMADORES - $P_{cc} \times (S_c/S_n)^2 + P_o$ (kW)
- b) PERDIDAS DE CONDUCTORES = $3 \times I^2 \times R \times L \times 10^{-3}$ (kW)
- c) MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN TRANSFORMADORES
- d) Resultado Económicos Totales.

DONDE :

P_{cc} = Pérdidas en cortocircuito del transformador (kW)

P_o = Pérdidas en vacío del transformador (kW)

S_c = Potencia media ó carga del transformador (kW)

S_n = Potencia Nominal del transformador (kW)

I = Corriente de carga en conductores (AMP)

R = Resistencia en los conductores (OHM/KM)

L = Longitud de los conductores (KM)

A. REDUCCION DE PERDIDAS EN TRANSFORMADORES

TRANSFORMADOR N° 1

Ejemplo de Aplicación :

$$\text{Pérdida Actual} = 12 \times (817/1500)^2 + 3.2 = 7 \text{ kW}$$

$$\text{Pérdida con mejoras} = 12 \times (404/1500)^2 + 3.2 = 4 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO} = 3 \text{ kW}$$

TRANSFORMADOR N° 2

$$\text{Pérdida Actual} = 9.3 \times (359/1000)^2 + 2.5 = 3.7 \text{ kW}$$

$$\text{Pérdida con mejoras} = 9.3 \times (291/1000)^2 + 2.5 \\ = 3.2 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO} = 0.5 \text{ kW}$$

AHORRO TOTAL POR PERDIDAS EN TRANSFORMADORES = 3.5 kW

b. REDUCCION DE PERDIDAS EN CONDUCTORES

b.1 CONDUCTOR DE TRANSFORMADOR N° 1

$$\text{Pérdida Actual} = 3 \times (34)^2 \times 0.349 \times 0.14 \times 10^{-3}$$

$$\text{Pérdida Actual} = 0.17 \text{ kW}$$

$$\text{Pérdida con mejoras} = 3 \times (17)^2 \times 0.349 \times 0.14 \times \\ 10^{-3}$$

$$\text{Pérdida Actual} = 0.04 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO} = 0.13 \text{ kW}$$

C. AHORRO DE ENERGIA POR MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Mejorando el factor de potencia, no solo se logra ahorros por reducción del consumo de energía reactiva, como también, por reducción de pérdidas de potencia y energía activa. En el gráfico N° 10, se muestra el caso a presentar, en el cual se mejorará el factor de potencia a 0.95 en el lado de baja tensión de los transformadores.

C.1 DATOS TECNICOS Y VARIABLES MEDIDAS

CARACTERISTICAS NOMINALES DE TRANSFORMADORES 1 Y 2 DE EJEMPLO

| TRANSFORMADOR | KVAR | V1/V2 | Po (kW) |
|---------------|------|------------|---------|
| N° 1 | 1500 | 13800/4160 | 3.2 |
| N° 2 | 1000 | 13800/440 | 2.5 |

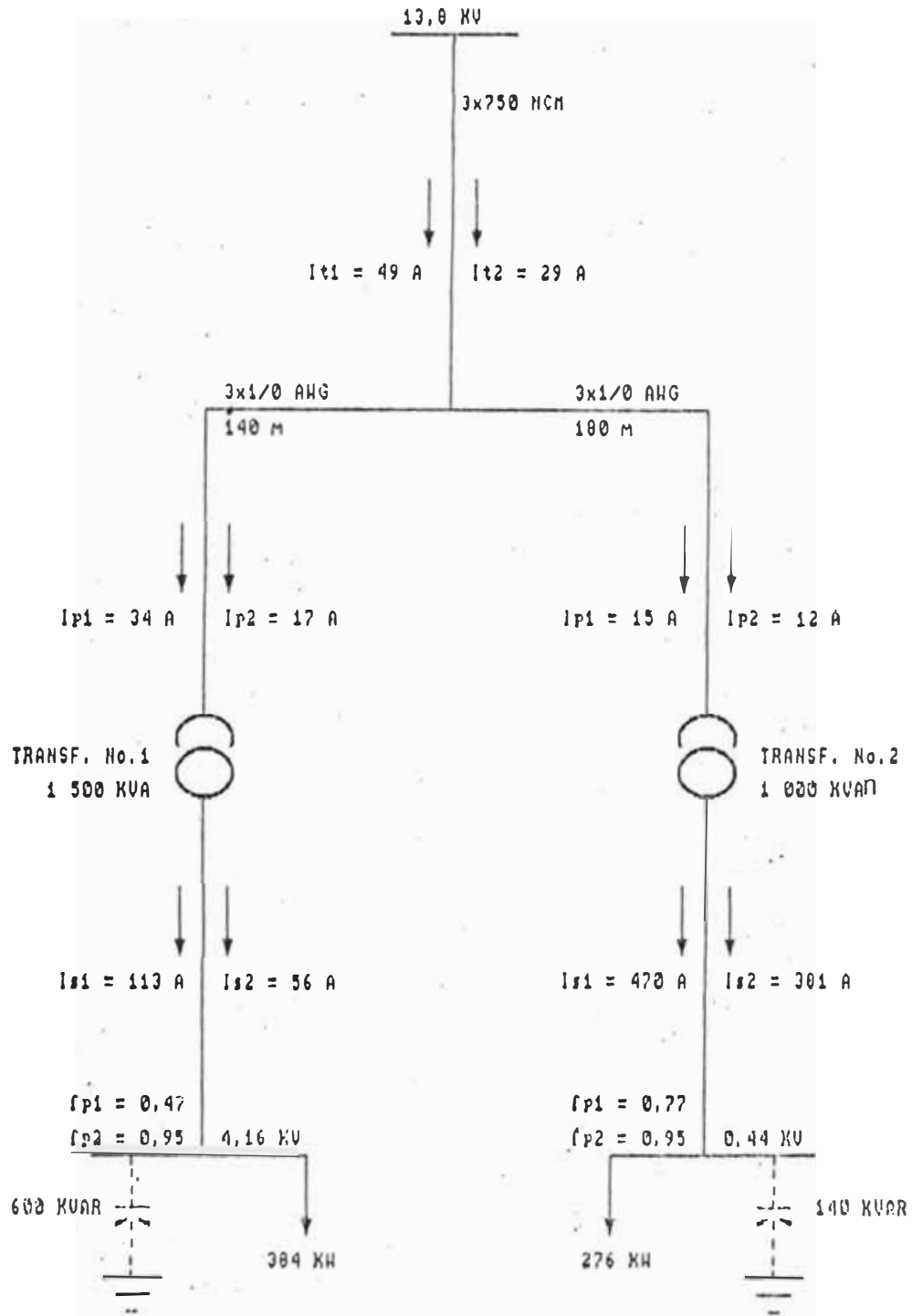
CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES

| CONDUCTORES | CALIBRE | LONGITUD | RESIST. (OHM/KM) |
|--------------|-----------------------|----------|------------------|
| TRANSF. N° 1 | 53.51 mm ² | 0.14 | 0.349 |
| TRANSF. N° 2 | 53.51 mm ² | 0.18 | 0.349 |
| TRANSF. N° 1 | 254.7 mm ² | 1.19 | 0.048 |

VARIABLE ELECTRICAS MEDIDAS

| TRANSFORMADOR | kW | COS ϕ | kVA | I _s (AMP) | I _p (AMP) |
|---------------|-----|------------|-----|----------------------|----------------------|
| N° 1 | 384 | 0.47 | 817 | 113 | 34 |
| N° 2 | 276 | 0.77 | 359 | 470 | 15 |

GRAFICO Nº 10



Fuente : CENERGIA

VARIABLES ELECTRICAS MEJORADAS

| TRANSFORMADOR | kW | COS ϕ | kVA | Is (AMP) | Ip (AMP) |
|---------------|-----|------------|-----|----------|----------|
| N° 1 | 384 | 0.95 | 404 | 56 | 17 |
| N° 2 | 276 | 0.95 | 291 | 381 | 12 |

DONDE :

Is = Es la corriente del secundario del transformador

Ip = Es la corriente del primario del transformador

c.2 CONDUCTOR DE TRANSFORMADOR N° 2

$$\text{Pérdida Actual} = 3 \times (15)^2 \times 0.349 \times 0.18 \times 10^{-3}$$

$$\text{Pérdida Actual} = 0.04 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO} = 0.02 \text{ kW}$$

c.3 ALIMENTADOR PRINCIPAL

$$\text{Pérdida Actual} = 3 \times (49)^2 \times 0.048 \times 1.19 \times 10^{-3}$$

$$\text{Pérdida Actual} = 0.4 \text{ kW}$$

$$\text{Pérdida con mejoras} = 3 \times (29)^2 \times 0.048 \times 1.19 \times 10^{-3}$$

$$\text{Pérdida Actual} = 0.1 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO} = 0.3 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO TOTAL EN CONDUCTORES} = 0.45 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro total por mejora del factor de potencia} = 4 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro de energía} = 4 \text{ kW} \times 8760 \text{ h/año} \times 0.04 \text{ US\$/kWh}$$

$$\text{Ahorros económicos} = 35\,000 \text{ kWh/año} \times 0.04 \text{ US\$/ kWh}$$

$$\text{AHORRO TOTAL POR ENERGIA ACTIVA} = 1\,400 \text{ US\$/AÑO}$$

c.4 AHORROS POR MAXIMA DEMANDA

Estación Seca = 4 kW (9 \$/kW-mes + 3 \$/kW-mes) x 7 meses

Estación Seca = 336 US\$/año

Estación Humeda = 4 kW (5 \$/kW-mes + 2 \$/kW-mes) x 5 meses

Estación Humeda = 140 US\$/año

AHORRO TOTAL POR MAXIMA DEMANDA = 476 US\$/AÑO

c.5 AHORRO DE ENERGIA REACTIVA

CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES (Q_c)

DONDE :

P - Potencia Media Medida (kW)

ϕ_1 = Angulo del factor de Potencia Medido

ϕ_2 = Angulo del factor de Potencia Mejorado

BANCO DE CONDENSADORES PARA EL TRANSFORMADOR N° 1

$Q_c = 384 \times (\text{Tg } 61.97^\circ - \text{Tg } 18.19^\circ) = 595 \text{ kVAR}$

$Q_c = 600 \text{ kVAR (NORMALIZADO)}$

BANCO DE CONDENSADORES PARA TRANSFORMADOR N°2

$Q_c = 276 \times (\text{Tg } 39.65^\circ - \text{Tg } 18.19^\circ) = 138 \text{ kVAR}$

$Q_c = 140 \text{ kVAR (NORMALIZADO)}$

c. AHORROS POR ENERGIA ACTIVA = 740 kVAR x 8760 h/año

AHORROS POR ENERGIA ACTIVA = 6 482 kVAR/año

AHORROS ECONOMICOS = 6 482kVARh/año x 0.01 \$/kVARh

AHORRO TOTAL POR ENERGIA REACTIVA = 64 824 US\$/AÑO

d) RESULTADOS ECONOMICOS TOTALES

d.1 AHORROS

| RUBRO | kW | kWh/AÑO | kVARh/AÑO | US\$/AÑO |
|----------------|----|---------|-----------|----------|
| ENERGIA ACTIVA | | 35 000 | | 1 400 |
| MAX. DEMANDA | 4 | | | 476 |
| ENERGIA REAC. | | | 6 482 400 | 64 824 |
| | | TOTAL | | 66 700 |

d.2 INVERSION

a. BANCO DE CONDENSADORES TRANSFORMADORES N° 1

$$\text{INVERSION} = 600 \text{ kVAR} \times 45 \text{ \$/kVAR} = 27\,000 \text{ US\$}$$

b. BANCO DE CONDENSADORES TRANSFORMADORES N° 2

$$\text{INVERSION} = 140 \text{ kVAR} \times 35 \text{ \$/kVAR} = 4\,900 \text{ US\$}$$

INVERSION TOTAL = 31 900 US\$

d.3 RECUPERACION DE LA INVERSION (RI)

$$\text{RI} = (\text{INVERSION/AHORRRO}) \times 12 \text{ MESES/AÑO}$$

$$\text{RI} = (31\,900 \text{ US\$/AÑO}) \times 12 \text{ MESES/AÑO} = 6 \text{ MESES}$$

3.6.2 COMPARACION DE AHORROS DE ENERGIA PARA UNA BOMBA CENTRIFUGA CON VALVULA DE CONTROL Y UN CONTROL ELECTRONICO

El trabajo de una bomba centrifuga puede ser ilustrado usando el diagrama Q-H (ver gráfico 11 y 12).

Donde :

Q = Flujo en (m³/h)

H = Altura en (m)

El diagrama muestra dos métodos diferentes para reducir el flujo desde Q1 a Q2.

a. CONTROL MEDIANTE VALVULA REDUCTORA DE FLUJO

La curva de potencia del motor de accionamiento es P1 y la del sistema Bomba - Motor es S1, por lo tanto el punto de trabajo es la intersección de estas dos curvas, las cuales determinan la altura H1. Reduciendo el flujo de Q1 y Q2, mediante estrangulamiento, el nuevo punto de trabajo será 2S, de la curva del sistema S2, y la altura será H2S, mayor que H1 (ver gráfico N° 12).

2. CON CONTROL ELECTRONICO DE VELOCIDAD

Mediante este control, el punto de trabajo inicial, se desplazará al punto de 2P, manteniendo la misma curva del sistema, pero con una curva de potencia menor del motor para reducir el flujo de Q1 y Q2, lo cual determina una altura de H2P, menor que H1 (ver gráfico N° 12).

Ambos sistemas llevan a una reducción en la potencia eléctrica del motor, pero, para ver la ventaja de uno con respecto del otro sistema, se analizarán los requerimientos de potencia para ambos casos.

REQUERIMIENTOS DE POTENCIA

Los requerimientos de potencia (P) de la bomba será :

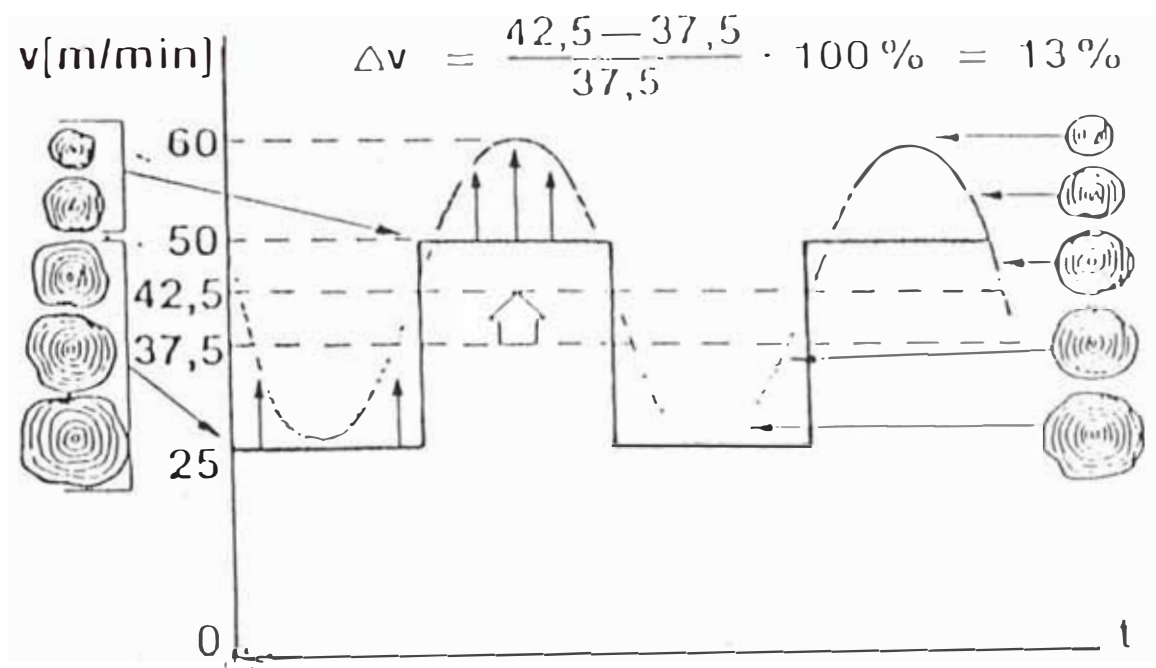
$$P = k \times Q \times H$$

De la formula se tiene que la potencia es proporcional al área del rectángulo Q x H, por lo tanto la relación de potencia para ambos casos será :

a. Con válvula reductoras $P_a = k \times Q_2 \times H_{2S} \dots \dots \dots (1)$

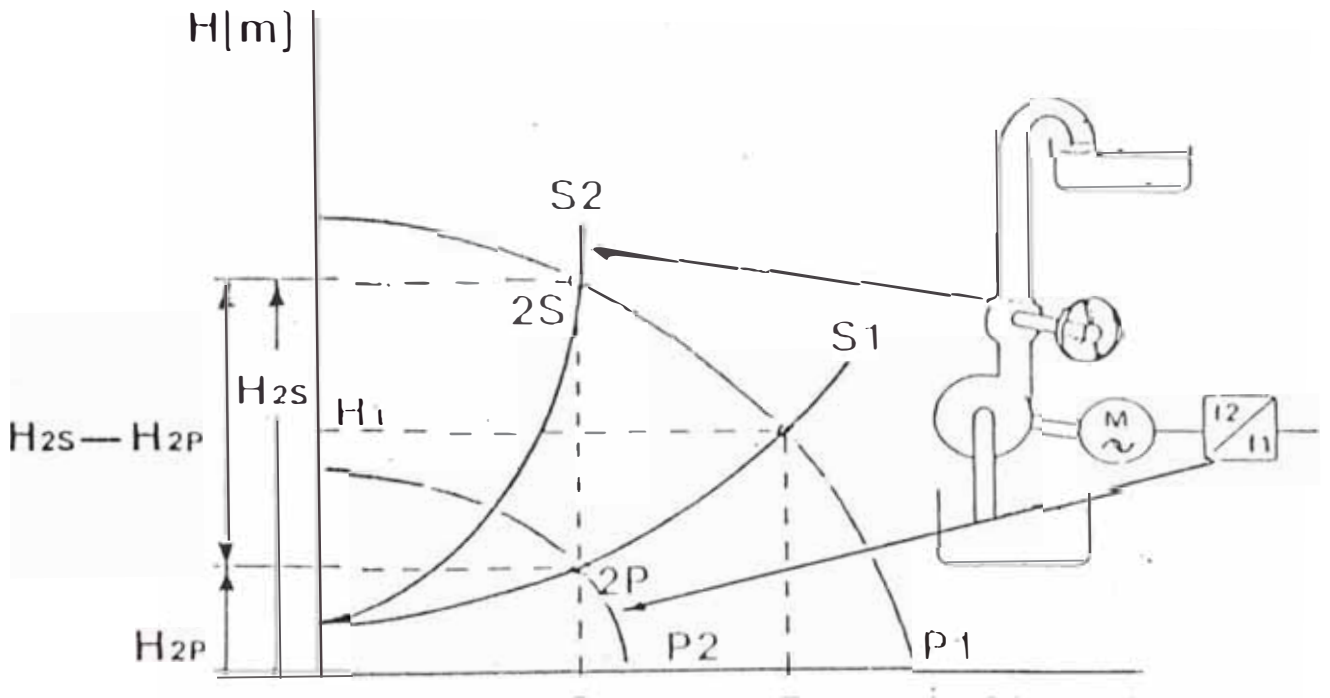
b. Con control de velocidad $P_b = k \times Q_2 \times H_{2P} \dots \dots \dots (2)$

GRAFICO Nº 11



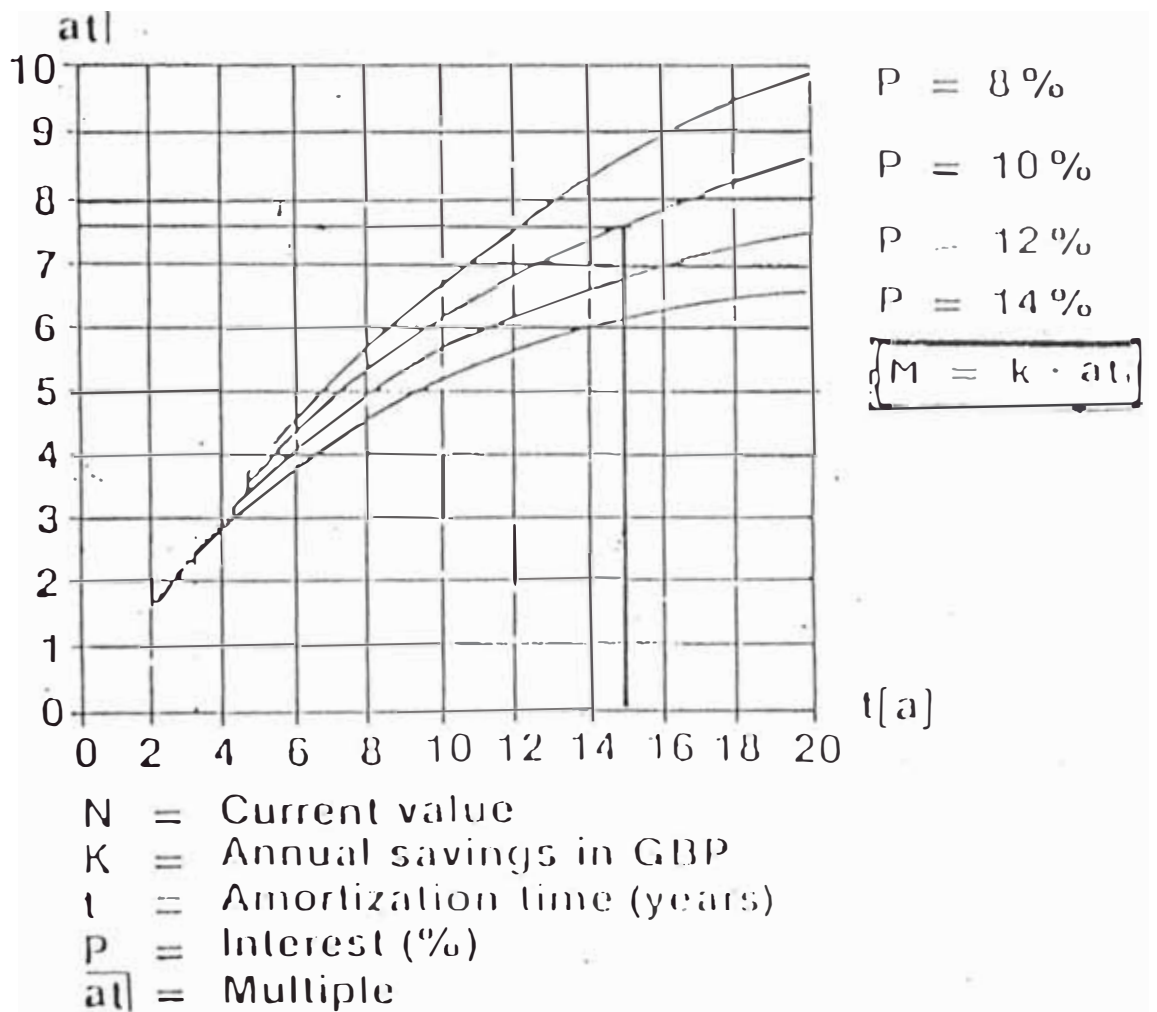
Fuente : Controladores de Velocidad Variable ABB 1991

GRAFICO Nº 12



Fuente : Controladores de Velocidad variable ABB 1991

GRAFICO Nº13



Fuente : Controladores de Velocidad variable ABB 1991

DIVIDIENDO : (1) ENTRE (2)

$$\frac{Pa}{Pb} = \frac{k \times Q2 \times H2S}{k \times Q2 \times H2P}$$

$$\frac{Pa}{Pb} = \frac{H2SP}{H2p}$$

VALORES PRESENTES DE LOS AHORROS ANUALES

Cuando se conoce los ahorros anuales en \$, es fácil calcular el valor presente (M).

$M = k \times (a.t)$. El múltiplo (a.t) puede ser obtenido del diagrama t (año), Vs (a.t), (ver gráfico N° 13).

CALCULOS DE LOS AHORROS PARA LA BOMBA DE CENTRIFUGA

Potencia nominal = 125 kW

Horas de operación promedio = 4 200 h/año

Porcentaje de ahorros = 40%

Costos de energía = 0.105/kWh

Inversión (N) = 18 000 US\$ (convertidor de 150 kW)

El ahorro Anual (K) será :

$K = 0.4 \times 125 \text{ kW} \times 4\ 200 \text{ h/año} \times 0.105 \text{ US\$/ kWh}$

$K = 22\ 050 \text{ US\$/año}$

Para un periodo de amortización de 15 años y una tasa de interés de 10%, (Ver gráfico N° 13), se tiene una constante (a.t), igual a 7.6.

El valor presente (M) de los ahorro será :

$M = K \times (a.t) = 22\ 050 \text{ US\$/año} \times 7.6 = 167\ 580 \text{ US\$/año}$

El tiempo de recuperación de la inversión se calculará de la manera siguiente :

$$(a.t) = \frac{N}{K} = \frac{18,000}{22,050} = 0.81$$

En el gráfico N° 13, se observa que el periodo de recuperación de la inversión es menor que un año, con lo que el proyecto resultara muy atractivo y rentable.

3.7 TECNICAS DE REDUCCION DE MAXIMA DEMANDA Y AHORRO DE ENERGIA

1. DESPLAZAMIENTO DE CARGAS:

consiste en:

- . Obtener el diagrama de carga diario más representativo
- . Cálculo del factor de carga diario (dem. media/dem pico), (ver Anexo N° 11 y 12).
- . A menor factor de carga mayor costo por demanda
- . Identificación de cargas que intervienen en la demanda pico.
- . Criterio de desplazamiento de cargas (a que horas)
- . No existe ahorro de energía (US\$/kWh).
- . Los ahorros económicos son por máxima demanda (us\$/kW).
- . Inversión : nula

2. CONTROL AUTOMATICO DE CARGAS:

Consiste en:

- . Obtener el diagrama de carga diario más representativo.
- . Cargas a desconectar y reconectar automáticamente.

- . Definición de la máxima demanda límite (set point) o punto de consigna.
Tiempo máximo o mínimo de desconexión (10', 15' o más)
- . Se consiguen ahorros económicos por máxima demanda y energía activa.
- . Inversión: pequeña frente a los ahorros.

3. MEJORAS OPERATIVAS:

Consiste en:

- . Metalizar al personal sobre la importancia del ahorro de energía.
- . Evitar operación en vacío de los motores.
- . Control del sistema de iluminación.
- . Incorporación de arrancadores modernos a motores cuya potencia es mayor a 20 hp.
- . Incorporación de convertidores de frecuencia para controlar operación de bombas, ventiladores y compresores mayores de 50 hp.
- . Evitar operación de motores sobre dimensionados (rotación).
- . Reemplazo de motores ineficientes por modernos y de mayor eficiencia.
- . Control periódico de las variables eléctricas y temperatura
- . Corrección del factor de potencia bajo.

4. BENEFICIO DE ALGUNOS DISPOSITIVOS LEGALES.

Aprovechar los días feriados y domingos en los cuales no se tiene en cuenta los pagos por horas punta.

5. GENERACION PROPIA:

Objetivo:

- . REDUCIR O ELIMINAR CONSUMOS DE MAXIMA DEMANDA (PICOS).

La generación propia será eficaz y rentable cuando se complementa con una estrategia general para el control y administración energética de la planta.

VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA GENERAR ENERGIA.

- A. Estructura Tarifaria.
- B. Característica de la carga (diagrama de carga típico)
- C. Disponibilidad Y costos De equipos

C1. USUARIOS QUE CUENTAN CON SU PROPIO GRUPO

En estos casos, el costo de generación de energía eléctrica en periodos pico es el representado por los sistemas de control modificados (nuevo sistema de barras, etc).

- C2. Para el caso de compra del equipo se deberá tener en de cuenta que los costos están en el orden de 600 a 800 us\$/kw de potencia instalada.

D. LOS COSTOS DE OPERACION

El dinero que un usuario puede justificar gastar en equipos de generación, depende de los ahorros de Demanda previstos. Por definición los equipos de generación en "picos" de carga solo deben funcionar durante cortos períodos de tiempo.

Excepto en raros casos, para una industria es difícil generar electricidad continuamente a bajo costo. cuanto más grande es el equipo de generación y mayor su capacidad de DEMANDA pico, más largo es el período en que puede funcionar.

BENEFICIOS ADICIONALES DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS

- El grupo electrógeno es un continuo productor de utilidades.
- Se puede diseñar un sistema de servicio doble de un grupo para producir fuerza mecánica y/o electricidad.
- La recuperación TERMICA procedente del sistema de enfriamiento y escape del grupo puede sumar valiosas ganancias a su operación con el nombre de "cogeneración", este proceso permite utilizar energía "gratis", para refrigeración, AGUA CALIENTE, calefacción y otras aplicaciones en que se requieren otras fuentes de energía. Esto es eficiencia en el uso de energía.

ENTIDADES DONDE SE HA DESARROLLADO ESTAS APLICACIONES

Baptist Medical CENTER de Jacksonville- Florida

Aprovechar la energía del escape

- Para proveer vapor para aire acondicionado
- Para suministrar calefacción
- Utilizar también el calor del radiador por Ejemplo para secar productos.

BELGICA

Un centro de carpintería mecánico, utiliza un grupo para suministrar electricidad para siete perfiladoras, cuatro extractoras de aserrín, varios compresores, ventiladores, etc.

El calor del escape recuperado del motor suministra calefacción central para el taller de 1500 M² y para dos casas de familia, también se utiliza el calor del radiador. El aire calentado por el radiador se utiliza para secar los 300 m³ de troncos que se utiliza cada mes.

En el Hospital Faulknes en Boston Massachusetts, usa tres grupos para reducir 1/3 de la demanda total de energía, y durante los apagones suministrar la corriente de emergencia para el hospital de 260 camas.

En el verano, cuando la demanda de energía es más elevada, por lo menos uno, y por lo general dos de los grupos del tipo D 399, están funcionando continuamente, cada uno propulsando un enfriador centrífugo de 500 toneladas, 450 kW, para el aire acondicionado.

John wethercel, DIRECTOR de la institución dice: "Haciendo funcionar el grupo electrógeno a un 75% aproximadamente de carga, y recuperando el calor por cogeneración se paga aproximadamente 1,3 Centavos por kwh (1.3 c./Kwh) de combustible comparado con los 2,5 a 3 c./Kwh que cuesta el servicio eléctrico público.

Otra de las aplicaciones es para dotar de agua caliente por medio de las unidades del intercambio de calor.

3.8 CONTROL DE LOS NIVELES DE ILUMINACION EN LA PLANTA INDUSTRIAL

Para los controles de iluminación indicamos a continuación un caso de Industria Cervecera.

- Ahorro de Energía en Iluminación.

Haciendo un control, mantenimiento y cambios necesarios en el sistema de alumbrado de la planta, se lograrán ahorros significativos, que conlleven a reducir el consumo de energía y la máxima demanda de la planta.

Las mejoras a realizar son las que se recomiendan en el Capítulo 3, y deberán ser orientadas principalmente a:

- a) Realizar cambios de lámparas actuales por otras de menor potencia e igual rendimiento.
- b) Controlar las horas de funcionamiento de las lámparas en aquellas áreas donde el nivel de iluminación por influencia de la luz natural es alto o esté en los niveles recomendados para el área. El control puede hacerse manualmente mediante los operarios, o de manera automática con interruptores horarios o celdas fotoeléctricas.

c) Para complementar esta mejora es recomendable identificar áreas y circuitos a independizar, para poder tener un mejor control de los mismos; así como también deberán ser complementadas con un buen mantenimiento de luminarias, lámparas y equipos de encendido; con la finalidad de mantener un adecuado control de equipos y nivel de iluminación.

- Cambio de Lámparas TLD-40W x TLD-36W

Cambiando las lámparas fluorescentes TLD-40W por las de 36W, se tiene un ahorro por lámpara de 4W. Considerando solamente las lámparas operativas durante los días de medición, se tienen los siguientes ahorros:

CUADRO N° 11

| AREA | No. LAMPARAS | kW | kWh/día |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|
| Sala de máquinas | 5 | 0.02 | 0.4 |
| Sala de calderos | 12 | 0.05 | 1.0 |
| 1er. Piso-Tráfico | 23 | 0.09 | 2.2 |
| Embotellado-Proceso | 25 | 0.10 | 2.4 |
| Sotano-Embotellado | 31 | 0.12 | 2.9 |
| 2do. Piso-Tráfico | 91 | 0.36 | 8.6 |
| Otras áreas y Oficín. | | 0.76 | 7.6 |
| TOTAL | 187 | 1.50 | 25.1 |

El ahorro económico anual, a lograr haciendo el cambio de lámparas respectivos es:

A) AHORRO POR MAXIMA DEMANDA (AMD):

El ahorro por máxima demanda se divide en, 0.76 kW (Otras áreas y oficinas), en horas fuera de punta y los 0.74 kW restantes en hora punta; con lo cual los ahorros serán:

Estación Seca Hora Punta :

$$\text{AMD} = 0.74 \text{ kW} * (9.7 \text{ US\$/kW-mes}) * 7 \text{ mes/año} = 50 \text{ \$/año}$$

Estación Seca Hora Fuera de Punta :

$$\text{AMD} = 0.76 \text{ kW} * (4.6 \text{ US\$/kW-mes}) * 7 \text{ mes/año} = 25 \text{ \$/año}$$

Estación Húmeda Hora Punta :

$$\text{AMD} = 0.74 \text{ kW} * (5.7 \text{ US\$/kW-mes}) * 5 \text{ mes/año} = 21 \text{ \$/año}$$

Estación Húmeda Hora Fuera de Punta :

$$\text{AMD} = 0.76 \text{ kW} * (4.3 \text{ US\$/kW-mes}) * 5 \text{ mes/año} = 16 \text{ \$/año}$$

$$\text{Ahorro Anual por Máxima Demanda} = \underline{112 \text{ US\$/año}}$$

B) AHORRO POR ENERGIA ACTIVA (AEA):

$$\text{AEA} = 25.1 \text{ kWh/día} * 360 \text{ día/año} = 9 \text{ 036 kWh/año}$$

$$\text{AEA} = 9 \text{ 036 kWh/año} * 0.04 \text{ \$/kWh} = 361 \text{ US\$/año}$$

$$\text{AHORRO ECONOMICO TOTAL} = 112 + 361 = 473 \text{ US\$/año}$$

- Control del Alumbrado por Areas

Se considera solamente las lámparas operativas durante los días de medición, las cuales deberán estar apagadas 10 h/día, entre las 7.30 y las 17.30 horas. Para lograr mayores ahorros, se deberá proceder primeramente al cambio de lámparas de 40W por las de 36W, con lo cual se tiene:

CUADRO N° 12

| AREA | LAMPARAS TLD-36W | kw | kWh/día |
|-------------------|---------------------|-------------|-------------|
| Sala de calderos | 5 | 0.23 | 2.3 |
| Sala de máquinas | 11 | 0.51 | 5.1 |
| 4to. Piso-Bodegas | 16 | 0.74 | 7.4 |
| 2do. Piso-Tráfico | 25 | 1.15 | 11.5 |
| TOTAL | 57 | 2.63 | 26.3 |

En el consumo de potencia por lámparas se incluye los 10W del equipo de encendido.

Al hacerse el control de alumbrado, el ahorro por máxima demanda será:

A) AHORRO POR MAXIMA DEMANDA (AMD):

Estación Seca Hora Fuera de Punta :

$$\begin{aligned} \text{AMD} &= 2.63 \text{ kW} * (4.6 \text{ US\$/kW-mes}) * 7 \text{ mes/año} \\ &= 85 \text{ US\$/año} \end{aligned}$$

Estación Húmeda Hora Fuera de Punta:

$$\begin{aligned} \text{AMD} &= 2.63 \text{ kW} * (4.3 \text{ US\$/kW-mes}) * 5 \text{ mes/año} \\ &= 57 \text{ US\$/año} \end{aligned}$$

$$\text{Ahorro Anual por Máxima Demanda} = 142 \text{ US\$/año}$$

B) AHORRO POR ENERGIA ACTIVA (AEA):

$$\text{AEA} = 26.3 \text{ kWh/día} * 360 \text{ día/año} = 9\ 468 \text{ kWh/año}$$

$$\text{AEA} = 9\ 468 \text{ kWh/año} * 0.04 \text{ \$/kWh} = 379 \text{ US\$/año}$$

| |
|---|
| AHORRO ECONOMICO = 142 + 379 = 521 US\\$/año |
|---|

4.0 PRESENTACION DE CASOS ESTUDIADOS

4.0 PRESENTACION DE CASOS ESTUDIADOS.

4.1 PARA UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHICULOS.

4.1.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION

IDENTIFICACION DE LA INDUSTRIA

La industria en mención, es una empresa que pertenece al sector automotriz y posee una planta dedicada al ensamblaje.

DESCRIPCION DE LA INSTALACION Y PROCESO DE ENSAMBLAJE

Descripción de la instalación

La planta comprende principalmente las siguientes áreas :

- Carrocería
 - Corona
 - Hi-Lux
- Acabado Metálico
- Hornos
 - Fosfatizado
 - Pintura
- Vestiduría
- Chasis
- Línea final
 - Prueba de inspección

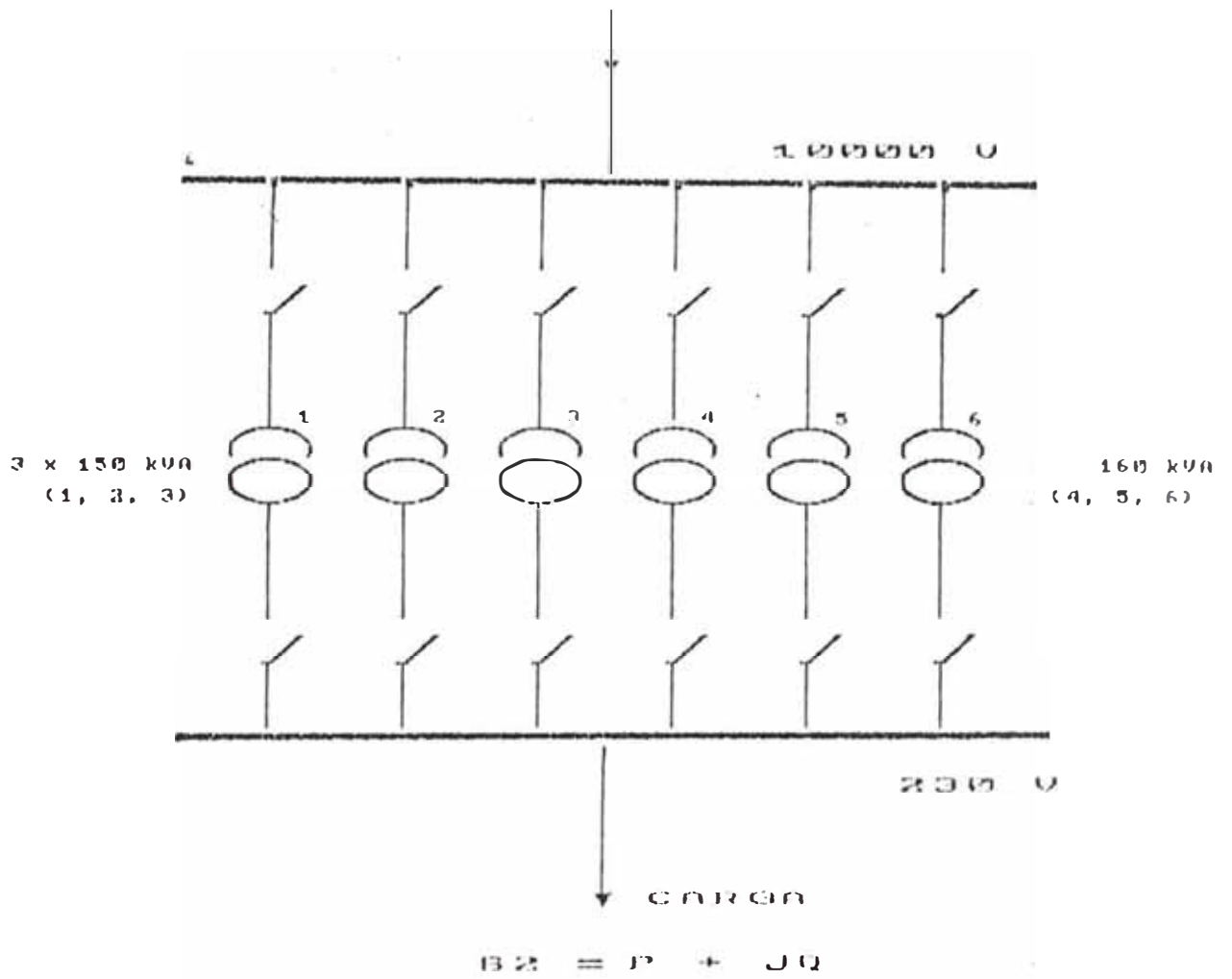
Proceso de ensamble

A continuación se da una breve explicación de las operaciones principales del proceso de ensamble de un vehículo:

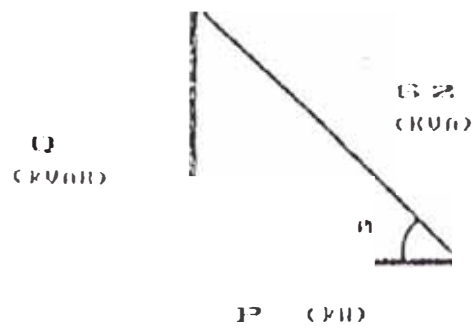
Carrocería

Son actualmente de dos tipos HI-Lux y Corona, es en esta área donde se procede al armado de la estructura metálica mediante la soldadura de las planchas con electropunto.

ESQUEMA ELECTRICO ACTUAL DE LA PLANTA

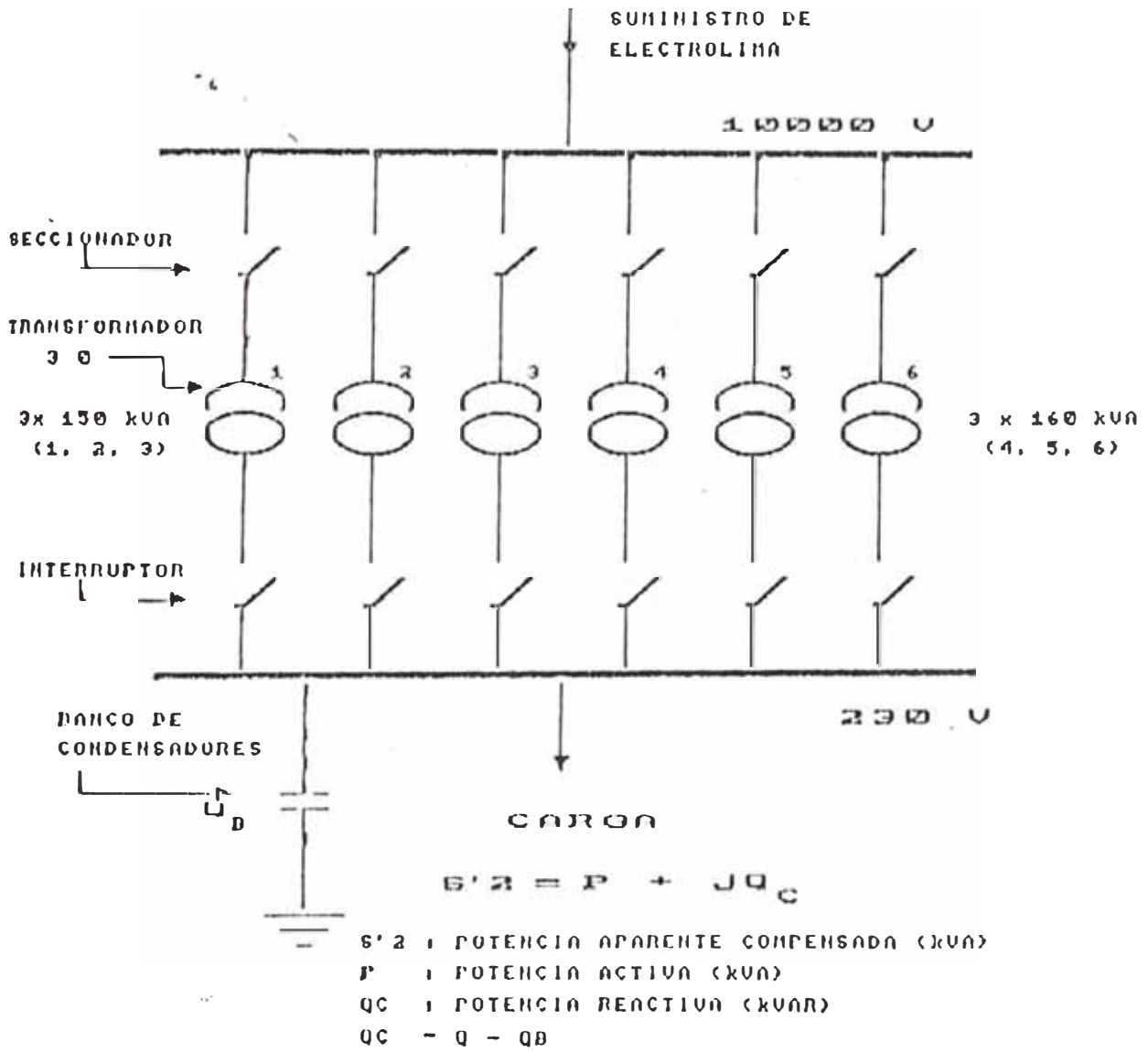


TRIANGULO DE POTENCIAS ACTUAL



Fuente : CENERGIA

ESQUEMA ELECTRICO COMPENSADO PARA



Fuente : CENERGIA

Cuadro No. 13

POTENCIA CONTRATADA: 565 kW

| MESES | M.D (kW) | E.A (kWh) | E.H (kVAh) | F.P |
|----------|-------------|--------------|---------------|-------|
| ENE. 86 | 498 | 90,840 | 98,300 | 0.679 |
| FEB. 86 | 529 | 107,700 | 113,700 | 0.688 |
| MAR. 86 | 490 | 89,160 | 154,328 | 0.500 |
| ABR. 86 | 487 | 105,040 | 117,700 | 0.886 |
| MAY. 86 | 500 | 96,900 | 111,400 | 0.657 |
| JUN. 86 | 440 | 113,960 | 129,400 | 0.861 |
| JUL. 86 | 498 | 118,930 | 136,200 | 0.858 |
| AGO. 86 | 498 | 81,580 | 97,800 | 0.641 |
| SET. 86 | 570 | 126,950 | 148,800 | 0.649 |
| OCT. 86 | 566 | 114,000 | 141,700 | 0.627 |
| NOV. 86 | 550 | 97,000 | 125,800 | 0.811 |
| DIC. 86 | 500 | 129,950 | 142,100 | 0.672 |
| OCT. 87 | 560 | 101,000 | 129,500 | 0.616 |
| NOV. 87 | 579 | 74,000 | 108,700 | 0.570 |
| DIC. 87 | 550 | 89,000 | 129,000 | 0.568 |
| ENE. 88 | 570 | 78,000 | 129,600 | 0.516 |
| FEB. 88 | 470 | 50,000 | 101,900 | 0.441 |
| MAR. 88 | 420 | 68,000 | 102,800 | 0.491 |
| ABR. 88 | 440 | 37,000 | 70,500 | 0.465 |
| MAY. 88 | 430 | 38,000 | 78,800 | 0.434 |
| JUN. 88 | 500 | 43,000 | 77,600 | 0.485 |
| JUL. 88 | 440 | 33,000 | 82,200 | 0.469 |
| AGO. 88 | 500 | 25,000 | 63,100 | 0.368 |
| SET. 88 | 480 | 29,000 | 62,100 | 0.423 |
| ENE. 89 | 490 | 31,000 | 45,000 | 0.567 |
| FEB. 89 | 520 | 52,000 | 74,500 | 0.572 |
| MAR. 89 | 500 | 42,900 | 63,600 | 0.551 |
| ABR. 89 | 630 | 39,000 | 55,500 | 0.575 |
| MAY. 89 | 540 | 42,000 | 61,000 | 0.567 |
| JUN. 89 | 510 | 42,000 | 53,100 | 0.620 |
| JUL. 89 | 510 | 19,000 | 30,000 | 0.536 |
| AGO. 89 | 520 | 67,000 | 74,300 | 0.670 |
| SET. 89 | 540 | 90,000 | 105,100 | 0.650 |
| NOV. 89 | 540 | 74,000 | 87,200 | 0.647 |
| DIC. 89 | 540 | 64,000 | 75,700 | 0.646 |
| ENERO | 540 | 44,000 | 63,900 | 0.538 |
| PROMEDIO | 512 | 70337 | 95137 | 0.575 |

MAXIMA DEMANDA

Fuente : CENERGIA

Cuadro No. 14

RELACION DE TRANSFORMADORES

| TRANSFORMADOR | kVA | V1/V2 | U1/U2 | Icc (%) | CONEXION | AÑO |
|---------------|-----|-----------|------------|---------|----------|----------|
| T-1 | 150 | 10000/230 | 8.66/376 | 3.07 | yd11 | 10.10.68 |
| T-2 | 160 | 10000/230 | 9.24/401.7 | 3.20 | yd11 | 1977 |
| T-3 | 150 | 10000/230 | 8.66/376 | 3.07 | yd11 | 10.10.66 |
| T-4 | 150 | 10000/230 | 8.66/376 | 3.07 | yd11 | 10.10.66 |
| (*) T-5 | 160 | 10000/230 | 9.24/401.7 | 3.20 | vd11 | 1977 |
| T-6 | 160 | 10000/230 | 9.24/401.6 | 3.20 | yd11 | 1985 |
| T-7 | 160 | 10000/230 | 9.24/401.6 | 3.30 | yd11 | 1987 |

(*) Transformador actualmente desconectado (16 al 20.04.90)

Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 15

CUADRO RESUMEN DE LAS MEJORAS ELECTRICAS

| EQUIPO USUARIO DE ENERGIA | MEJORAS | A H O R R O S | | | | RET. DE LA INV. |
|---|--|---------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|
| | | 10*36WH | 10*36V*ARH | KW | 10*36USS | |
| ENERGIA ELECTRICA | | | | | | |
| Sistema de Alumbrado | Por cambio de Fluorescentes de 40 W a 36 W Reducción de No. de Fluorescentes (10 %) | 2.5 25.7 | | 0.12 1.17 | 0.3 2.6 | |
| | Por costo de fluorescentes | | | 1.13 | | |
| Reducción de pérdidas por modo de operación | Desconexión de Transformadores con carga mínima (Horario Nocturno) | | | | | |
| | Energía Activa | 14.9 | | 0.70 | 1.5 | |
| | Energía Reactiva | | 36.4 | 0.69 | | |
| Compensación de Potencia Reactiva | Reducción de Energía Reactiva | | 1055.0 | 19.20 | 35 (1) | 25.0 |
| | Reducción de pérdidas de Energía Activa | 15.9 | | 0.77 | | |
| Reducción de Máxima Demanda | Cambio de Fluorescentes de 40 W a 36 W Reducción del No. de Fluorescentes (10 %) | | 1.2 | 0.15 | 0.2 (2) | |
| | Por compensación Reactiva | | 12.2 | 1.60 | 2.3 | |
| | Por compensación Reactiva | | 5.0 | 1.03 | 1.3 | |
| | TOTAL | 53.0 | 1054.4 | 21.4 | 26.6 | |

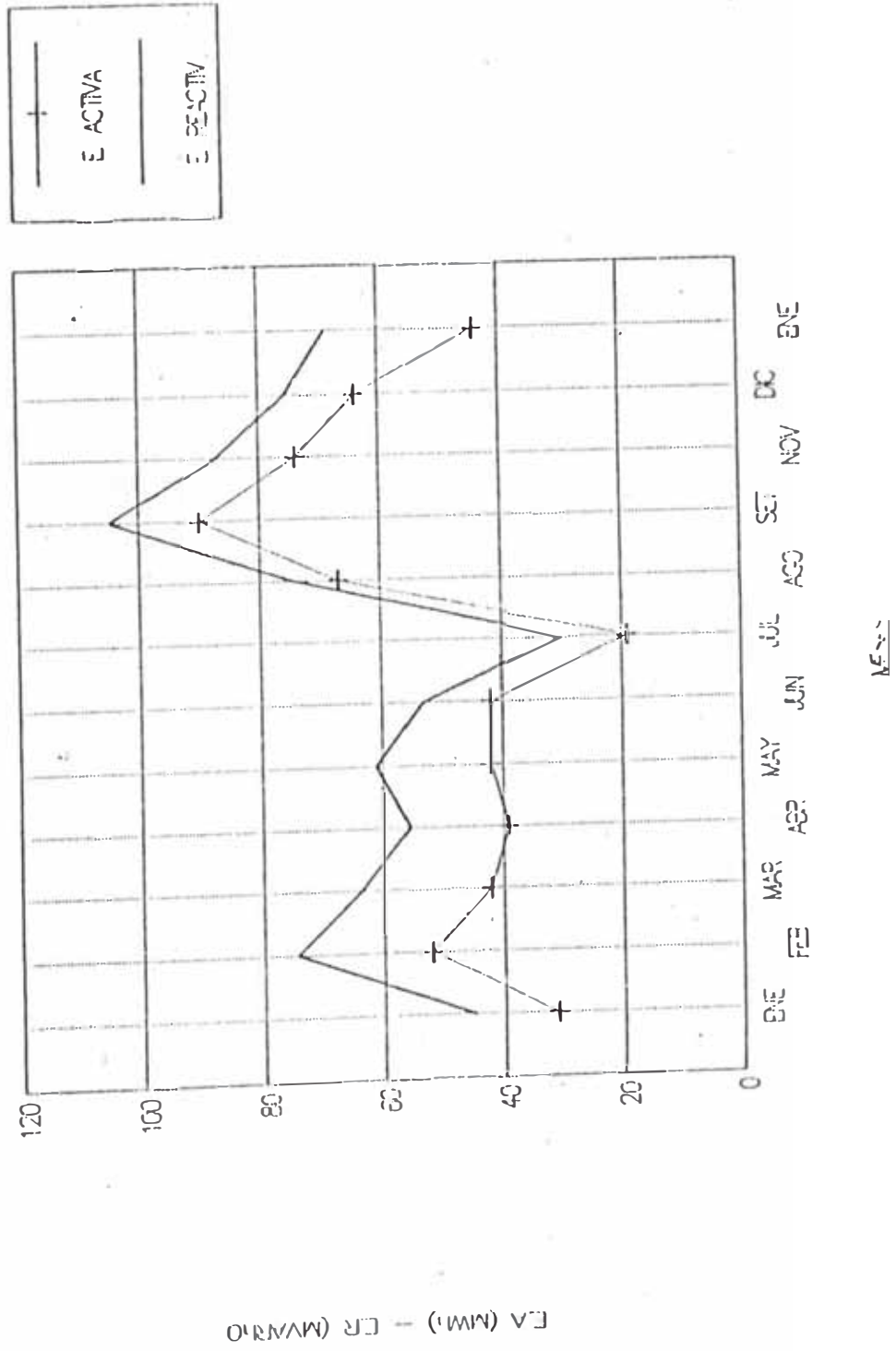
(1) Porcentaje con respecto al consumo promedio de año 999 (1 113 200 kV*ARh)

(2) Porcentaje con respecto al consumo promedio de año Ene 89 a Ene 90 (523 kW)

Fuente : CENERGIA

EVOLUCION: ENERGIA ACTIVA Y REACTIVA *

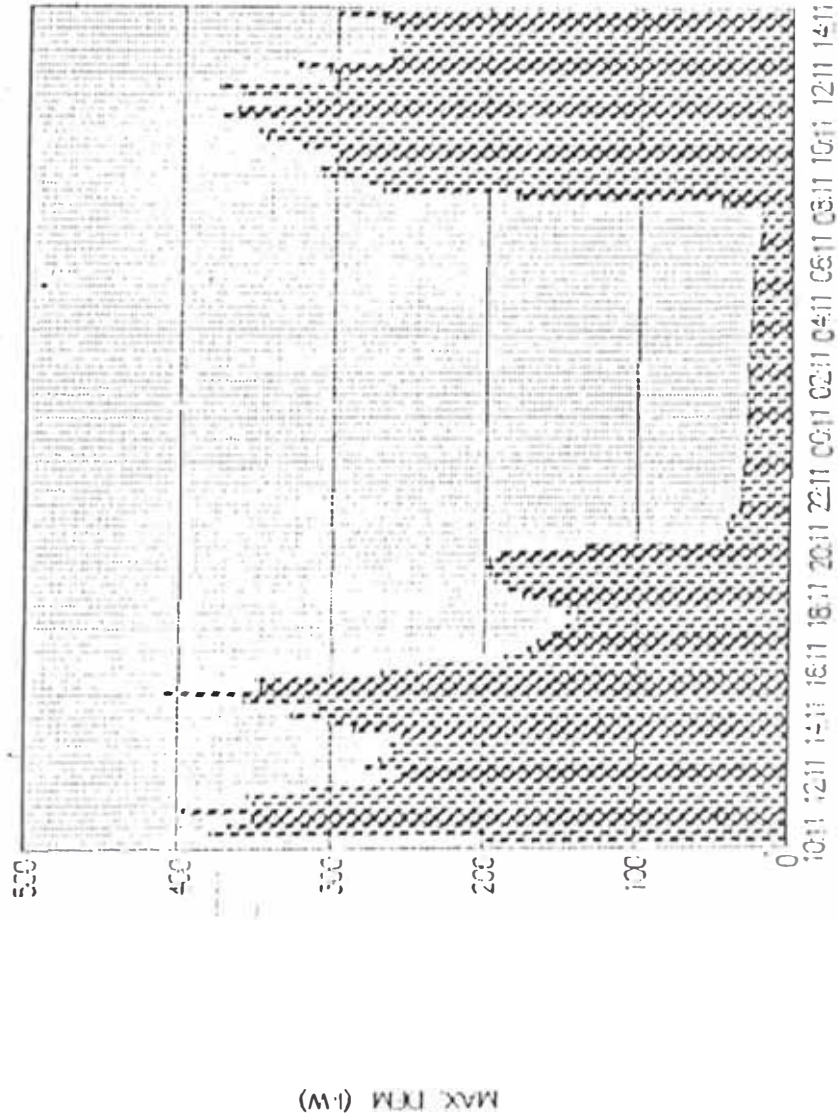
GRAFICO N° 14



Fuente : CENERGIA

DIAGRAMA DE MAX DEM : 19 AL 20.04.90

GRFICO Nº 015



HORAS

uente : CEN RGIA

CALCULO DE LA TENSION DE CORTO CICUITO EQUIVALENTE PARA
LA PLANTA AUTOMOTRIZ

Para el sistema de transformadores en paralelo de la planta Automotriz se tiene:

$$S/U_k = S_{n1}/U_{k1} + S_{n2}/U_{k2} + \dots + S_{n6}/U_{k6}.$$

Donde:

S = Potencia instalada total en la planta (kVA).

S_n = Potencia nominal aparente de los transformadores(kVA)

U_k = Tensión de corto circuito de los transformadores(%).

Luego, reemplazando valores se tiene:

$$S/U_k = 150 * 3/(3.7) + 160 * 3/(3.2)$$

$$U_k = 930/((450/3.7) + (480/3.2))$$

de donde la tensión de corto circuito equivalente será:

$$U_k(\%) = 3.2$$

4.2 PARA UNA INDUSTRIA CERVECERA.

4.2.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION

IDENTIFICACION DE LA INDUSTRIA

Esta industria, es una empresa que pertenece al sector de la Industria Alimentaria y Posee una planta de producción dedicada a la elaboración de cerveza.

Descripción de la Instalación y Proceso Productivo

Descripción de la instalación:

La Planta cuenta principalmente con 3 áreas de procesamiento donde se llevan a cabo las diferentes etapas de la elaboración de la cerveza. Una primera área está destinada para el almacenamiento de las materias primas (malta y adjuntos). En una segunda área, se realiza la molienda de los granos, la preparación del mosto, la fermentación, maduración y la carbonatación de la cerveza. Finalmente en la tercera área la cerveza se embotella y pasteuriza, quedando como producto terminado.

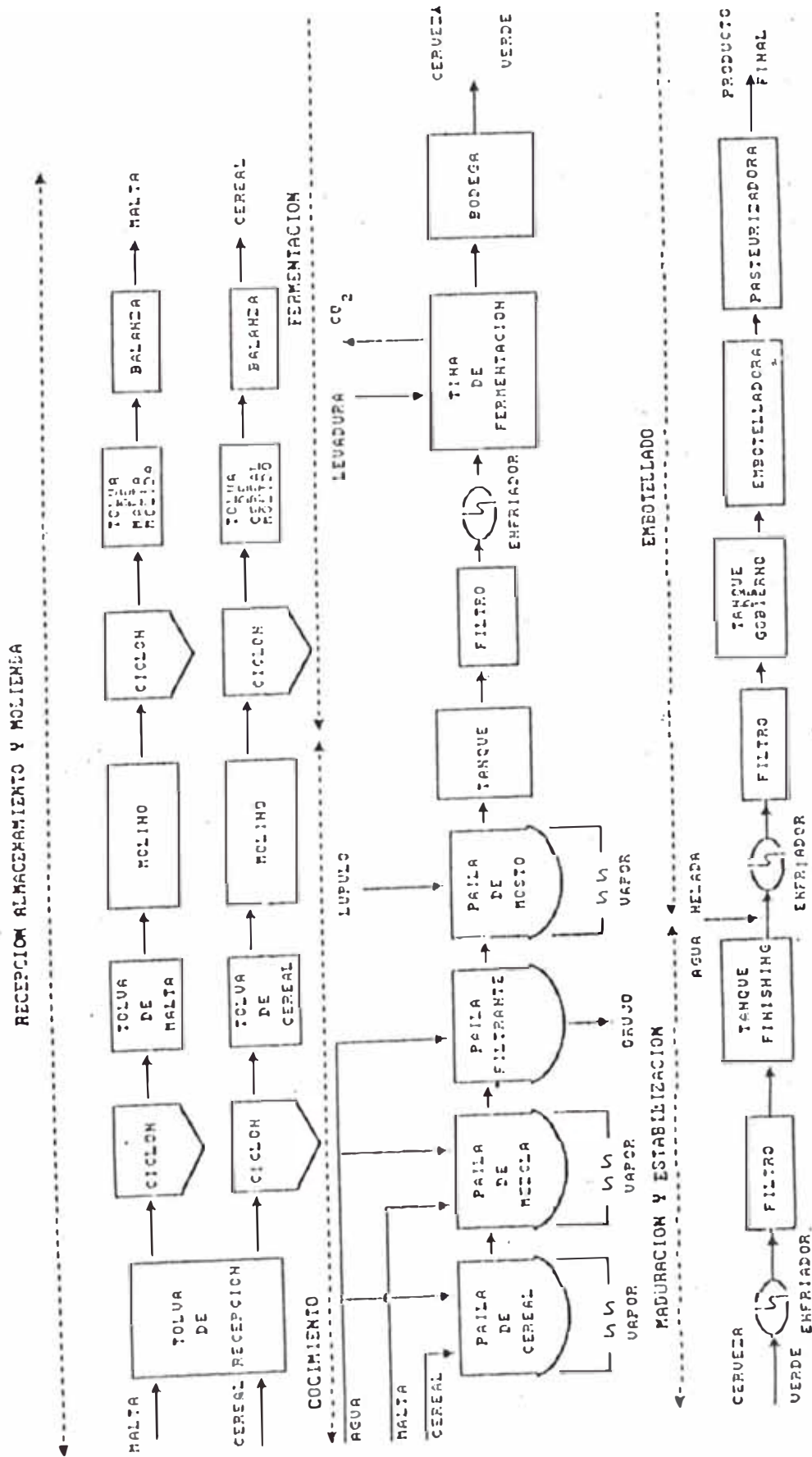
Adicionalmente existe una área destinada para los servicios auxiliares de la planta (casa de fuerza), la que suministra vapor, aire comprimido, dióxido de carbono, agua de refrigeración y energía eléctrica.

- Descripción Del Proceso

Las principales etapas del proceso de elaboración de la cerveza se ilustra en el diagrama de flujo del gráfico N° 16, se describe las etapas del proceso productivo de la cerveza.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA CERUEZA

GRAFICO Nº 16



Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 16

EMPRESA: SOCIEDAD CERVECERA

SUBSISTEMO: ()
 TARIFA: M11 (C3-A)
 POTENCIA CONTRATADA: 1500 kW
 POTENCIA SUSCRIPTA H.F.P.: 1300 kW
 POTENCIA SUSCRIPTA H.L.P.: 1400 kW

RECORD HISTORICO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA PERIODO : MARZO 01 A FEBRERO 01

| MES/01 | MAX. DEM. FACT (kW) | | MAX. DEM. REAL (kW) | | ENERGIA ACTIVA kWh | | | ENERGIA REACTIVA (kVAH01) | F.P. |
|----------|---------------------|--------|---------------------|--------|--------------------|---------|---------|---------------------------|-------|
| | H.F.P. | H.L.P. | H.F.P. | H.L.P. | H.F.P. | H.L.P. | TOTAL | | |
| MAR | 1300 | 1400 | 1000 | 1210 | 103030 | 430000 | 534545 | 131018 | 0.971 |
| ABR | 1300 | 1400 | 945 | 1210 | 83030 | 304545 | 478181 | 95454 | 0.981 |
| MAY | 1300 | 1400 | 1030 | 1104 | 54545 | 345454 | 400000 | 80000 | 0.970 |
| JUN | 1300 | 1400 | 1000 | 1104 | 40000 | 312727 | 352727 | 84545 | 0.972 |
| JUL | 1300 | 1400 | 927 | 1091 | 30304 | 308001 | 345454 | 80000 | 0.987 |
| AUG | 1300 | 1400 | 984 | 1145 | 32727 | 294545 | 327272 | 13030 | 0.999 |
| SEP | 1300 | 1400 | 645 | 1073 | 14545 | 200000 | 214545 | 10304 | 0.999 |
| OCT | 1300 | 1400 | 873 | 1200 | 27273 | 308001 | 410303 | 04545 | 0.980 |
| NOV | 1300 | 1400 | 800 | 1255 | 20001 | 300000 | 408001 | 91818 | 0.970 |
| DIC | 1300 | 1400 | 702 | 1255 | 40000 | 300000 | 430000 | 127273 | 0.950 |
| ENE | 1300 | 1400 | 1030 | 1345 | 72727 | 474545 | 547272 | 71818 | 0.981 |
| FEB | 1300 | 1400 | 1100 | 1200 | 72727 | 307272 | 440000 | 30304 | 0.997 |
| PROMEDIO | 1300 | 1400 | 800 | 1107 | 100000 | 302424 | 410030 | 70212 | 0.981 |
| TOTAL | | | | | 607272 | 4340087 | 4950350 | 914545 | |

Fuente : CENERGIA

CUADRO N° 17

EMPRESA: SOCIEDAD CERVECERA

MEDICIONES PUNTUALES

| CARGA | I _m (A) | P _n (kW) | P _m (kW) | F.P _m | HPM | F.C. % |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------|------|-----------|
| 12.03.91 | | | | | | |
| COMPRESOR N° 1 | 168.7 | 133.0 | 105.0 | 0.82 | 1180 | 79 |
| COMPRESOR N° 2 | 170.7 | 133.0 | 105.0 | 0.83 | 1180 | 79 |
| COMPRESOR N° 3 | 171.3 | 133.0 | 105.0 | 0.84 | 1180 | 79 |
| COMPRESOR N° 5 | 167.7 | 132.0 | 103.0 | 0.86 | 1180 | 79 |
| COMPRESOR N° 3 (60%) | 116.7 | 133.0 | 83.0 | 0.78 | 1180 | 47 |
| EQUIPOS AUXILIARES | 75.0 | | 37.8 | | | |
| BOMBA H ₂ O COND. 1 | 21.7 | 13.0 | 11.2 | | | 86 |
| BOMBA H ₂ O COND. 3 | 8.2 | 5.5 | 4.9 | | | 89 |
| BOMBA H ₂ O COND. 4 | 23.8 | | 13.7 | | | |
| TORRE DE ENFTL. N° 2 | 18.0 | | | | 850 | |
| TORRE DE ENFTL. N° 3 | 11.6 | | | | | |
| 13.03.91 | | | | | | |
| BOMBA AGUA DURA 2 | 81.1 | 67.1 | 54.3 | 0.90 | 3570 | 81 |
| COMPRESOR AIRE N° 2 (1) | 90.0 | 65.0 | 64.0 | 0.83 | | 83 |
| COMPRESOR AIRE N° 2 (2) | 68.9 | 65.0 | 38.0 | 0.77 | | 58 |

(1) Cargando

(2) Descargando

I_m : amperios medidosP_m: kW medidosF.P_m : Factor de potencia medidoF.C. : Factor de carga = P_m/P_n x 100

Fuente : CENERGIA

RRESUMEN DE AHORROS DE ENERGIA ELECTRICA.

- Mediante el cambio en el modo de operación para las áreas de cocimiento y embotellado se logra disminuir la Máxima demanda en Hora Punta y el costo de energía; sin variar la producción, el ahorro económico a lograr sería de 46 020 US\$/año.

Por mejoras en el sistema de frío se ahorrará 65 kW en Máxima Demanda y por energía activa se ahorrará 136 500 kWh (11,8 TEP). El ahorro económico sería de 8 951 US\$/año.

Por mejoras en el sistema de aire comprimido se ahorrará 1 kW en Máxima Demanda y por energía activa se ahorrará 6 750 kWh. El ahorro económico sería de 270 US\$/año.

- Con la implementación adecuado de bancos para compensación de las cargas, se lograría los ahorros siguientes : por máxima demanda 3 kW, por energía activa 24 000 kWh/año (2,1 TEP), por compensación de energía reactiva 446 690 kVARh/año. El ahorro económico es de 10 346 US\$/año.

- Cambiando el sistema de iluminación a lámparas de vapor de sodio de alta presión se tienen los siguientes ahorros: en máxima demanda 10,8 kW, en energía activa 94 175 kWh/año (8,2 TEP). El ahorro económico a obtener es de 10 325 US\$/año.

Cambiando las lámparas fluorescentes de 40 W por lámparas TLD de 36 W , de las mismas características técnicas y realizando un control adecuado del encendido de las mismas, se tienen los siguientes ahorros: en máxima demanda 4.1 kW, en energía activa 18 510 kWh/año (1,6 TEP). El ahorro económico es de 980 US\$/año.

CUADRO N° 18
PLANTA CERVEZERA

CUADRO RESUMEN DE MEJORAS ELECTRICAS

| USUARIO DE ENERGIA | MEJORAS | AHORROS | | | | RET. DE LA INV. MESES |
|--------------------|--|-------------------|------------|--------|-----------------------|-----------------------|
| | | ENERGIA ELECTRICA | | INV | RET. DE LA INV. MESES | |
| | | KVh | % | | | |
| ENERGIA ELECTRICA | | | | | | |
| | Suscripción a una nuevas H.P | 330.0 | | 28.92 | | |
| | Potencias H.F.P | 100.0 | | 5.37 | | |
| | Reducción de Máxima Demanda en H.P mediante El Control Operativo de Procesos (1) | 300.0 | | 46.02 | | |
| | Capacidad de Refrigeración del Sistema (2) | 65.0 | 136.50 | 8.95 | | |
| | Compensación de Energía Reactiva | 9.0 | 24.00 | 10.34 | 6.3 | 7.0 |
| | Cambio de sistema de Iluminación (Caso A) | 10.8 | 94.18 | 10.33 | | 24.0 |
| | Factor de carga y eficiencia de motores | 6.0 | 45.00 | 2.24 | | |
| T O T A L | | 319.8 | (*) 302.56 | 445.63 | 6.1 | |

(1) De realizarse

(2) Si no se realiza (1)

(*) Con mejoras en el sistema de Frio

El consumo de energía eléctrica de la red de Hidrandina entre Marzo 1990 y Febrero 1991 fue de 4 956 359 kWh/año y 914 545 kWh/año

1 gal PR6 = 0.0035 TEP

1 MWh = 0.0366 TEP

Fuente : CENERGIA

T 7 - AREA DE EMBOTELLADO, BODEGAS.

DATOS DEL TRANSFORMADOR .

Potencia nominal : 1 000 kVA
 Pérdidas en el cobre (P_{cu}) : 12.10 kW
 Pérdidas en el hierro (P_o) : 1.84 kW
 Potencia medida : 176 kW
 Factor de potencia medido : 0.57
 Potencia aparente : 309 kVA

CALCULOS DE PERDIDAS .

1.- En el Transformador

Condiciones actuales :

Índice de carga actual (C₁) : 0.31
 Pérdidas actuales (P₁) = P_o + C₁² x P_{cu}
 P₁ = 3.00 kW

Condiciones con mejoras del Factor de Potencia

Factor de Potencia deseado : 0.95
 Potencia aparente : 185 kVA
 Índice de carga : 0.185
 Pérdidas futuras (P₂) = P_o + C₂² x P_{cu}
 P₂ = 2.25 kW

Ahorro en el transformador: P = P₁ - P₂ 0.75 kW

2. En Cables

DATOS DE CABLE

L = 80 m = 262.5 pies (Longitud del cable)
 Calibre : 3 x 120 mm²
 r = 0.055 x 10⁻³ ohm/pie (resistividad del cable)
 R = r x L (Resistencia del cable (ohm))

$I'1 = 78$ amp.

$I'2 = 47$ amp.

Pérdidas en el cable (P_c) = $3 \times I'^2 \times R / 1000$:

Pérdidas actuales (P_{c1}) = 0.26 kW

Pérdidas futuras (P_{c2}) = 0.09 kW

Ahorro en cables: $P_{c1} - P_{c2} = 0.17$ kW

AHORRO = 0.92 kW

AREA DE COMPRESORES DE AIRE Y AMONIACO

DATOS DEL TRANSFORMADOR :

Potencia nominal : 1 250 kVA

Pérdidas en el cobre : 15.00 kW

Pérdidas en el hierro : 2.16 kW

Potencia medida : 558 kW

Factor de potencia medido : 0.78

Potencia aparente : 715 kVA

CALCULOS DE PERDIDAS .

1.- En el Transformador

Condiciones actuales :

Indice de carga actual (C_1) : 0.57

Pérdidas actuales: $P_1 = 7.03$ kW

Condiciones con mejoras del Factor de Potencia :

Factor de Potencia deseado : 0.95

Potencia aparente : 587 kVA

Indice de carga (C_2) : 0.47

Pérdidas futuras : $P_2 = 5.47$ kW

Ahorro en el transformador: $P = P_1 - P_2 = 1.56$ kW

2. En Cables:

DAIOS DE CABLE :

L = 25 m = 82 pies (Longitud del cable)

Calibre : 3 x 120 mm²

r = 0.055 x 10⁻³ ohm/pie (resistividad del cable)

R = r x L (Resistencia del cable (ohm))

I1 = 180 amp.

I2 = 147 amp.

Pérdidas en el cable (Pc) = 3 x I² x R / 1000:

Pérdidas actuales (Pc₁) = 0.44 kW

Pérdidas futuras (Pc₂) = 0.29 KW

Ahorro en cables: Pc₁ - Pc₂ = 0.15 kW

AHORRO = 1.71 kW

COCIMIENTODAIOS TRANSFORMADORES :

Potencia Nominal : 300 kVA

Pérdidas en el cobre : 3.9 kW

Pérdidas en el hierro : 0.77 kW

Potencia media medida : 48 kW

Factor de potencia medida : 0.52

Potencia aparente medida : 92 kVA

CALCULO DE PERDIDAS :

1. En el Transformador:

Condiciones actuales :

Indice de carga (C₁) : 0.31

Pérididas actuales P₁ : 1.14 kW

Condiciones mejoradas :

Factor de potencia : 0.95
 Potencia aparente : 50.5 kVA
 Índice de carga (C₂) : 0.17
 Pérdidas futuras P₂ : 0.883 kW

$$\text{Ahorro: } P = P_1 - P_2 = 0.26 \text{ kW}$$

2 En Cables:

DATOS DE CABLE:

L = 120 m - 394 pies (Longitud del cable)
 Calibre : 3 x 500 MCM
 $r = 0.029 \times 10^{-3}$ ohm/pie (resistividad del cable)
 R = r x L (Resistencia del cable (ohm))
 I₁ = 23 amp.
 I₂ = 13 amp.

Pérdidas en el cable (P_c) = $3 \times I^2 \times R / 1000$:

Ahorro en cables: P_{c1} - P_{c2} = 0.02 kW

$$\text{AHORRO} = 0.28 \text{ kW}$$

$$\text{AHORRO TOTAL M.D} = 3.0 \text{ kW}$$

CUADRO Nº 19

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMBRADO

EMPRESA : I

AREA : EMHOTELLADO Y TURFICO

SUBAREA : BOTANO

FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO : CON TOTAL DE LAMPARAS INSTALADAS
ILUMINACION MAXIMA MEDIDA = 05 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | ALI-240 | PY/1200 | PY/1200 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 260W HQ | 160W SCN |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 200 | 170 |
| TLD-36W | 46 | | |
| TLD-40W | 50 | | |
| VIDA UTIL DE LAMPARAS (HORAS) | 7500 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 27 | 20 |
| 36 WATTS | 05 | | |
| 40 WATTS | 07 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 7.3 | 7.2 | 4.4 |
| No. DE LUMINARIAS | 76 | 27 | 20 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 30 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 6080 | 2187 | 2100 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 1064 | 872 | 2000 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 1520 | 675 | 650 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 8664 | 3834 | 6750 |
| GASTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 1064 | 0 | 0 |
| MANTENIMIENTO (US\$) | 300 | 135 | 130 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 2544 | 2535 | 1549 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 1090 | 1088 | 603 |
| GASTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 5078 | 3757 | 2342 |
| AFORTIO TOTAL (US\$) | | 1321 | 2735 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 35 | 23 |

NOTA : EL CALCULO ES REFERIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 20

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMBRADO

EMPRESA : *SA de Transportes*
 AREA : EMBOTELLADO Y TRAFICO
 GUANAJA : 1er. PISO
 FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO : CON TOTAL DE LAMPARAS INSTALADAS
 ILUMINACION MAXIMA MEDIDA = 75 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | AH-240 | PY/1268 | PY/1268 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 250W HQ | 150W SON |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 208 | 170 |
| TLD-36W | 46 | | |
| TLD-40W | 60 | | |
| VIDA UTIL. DE LAMPARAS (HORAS) | 7500 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 25 | 24 |
| 36 WATTS | 109 | | |
| 40 WATTS | 31 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 6.6 | 0.7 | 4.1 |
| No. DE LUMINARIAS | 70 | 25 | 24 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 36 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 5600 | 2025 | 1944 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 980 | 900 | 2400 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 1400 | 625 | 600 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 7980 | 3550 | 4944 |
| GASTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 980 | 0 | 0 |
| MANUTENIMIENTO (US\$) | 350 | 125 | 120 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 2300 | 2348 | 1430 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 995 | 1000 | 612 |
| GASTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 4015 | 3478 | 2102 |
| ALICUOTO TOTAL (US\$) | | 1137 | 2463 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 37 | 24 |

NOTA : EL CALCULO ES REFERIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 21

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMINADO

EMPRESA :

AREA : EMPLANTADO Y TIRAJES

UBICACION : 2do. PISO

FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO : CON TOTAL DE LAMPARAS INSTALADAS
ILUMINACION MAXIMA MEDIDA = 100 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | AL-240 | PY/1260 | PY/1260 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 250W HQ | 150W SON |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 200 | 170 |
| TLD-36W | 48 | | |
| TLD-40W | 50 | | |
| VIDA UTIL DE LAMPARAS (HORAS) | 7500 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 50 | 40 |
| 36 WATTS | 103 | | |
| 40 WATTS | 177 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 13.6 | 13.4 | 0.2 |
| No. DE LUMINARIAS | 140 | 50 | 48 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 30 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 11200 | 4050 | 3888 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 1960 | 1000 | 4000 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 2800 | 1250 | 1200 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 15960 | 7100 | 9088 |
| GASTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 1960 | 0 | 0 |
| MANTENIMIENTO (US\$) | 700 | 250 | 240 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 4761 | 4095 | 2859 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 2040 | 2011 | 1225 |
| GASTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 9461 | 6957 | 4324 |
| ALICUIO TOTAL (US\$) | | 2504 | 5137 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 34 | 23 |

NOTA : EL CALCULO ES REFERIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 22

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMINADO

EMPRESA :
 AREA : EMPOTELLADO Y TRAFICO
 GUARICA : SOTANO
 FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO : CON NUMERO DE LAMPARAS ENCENDIDAS ACTUALES
 ILUMINACION PROMEDIO MEDIDA = 06 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | ATI-240 | PY/1268 | PY/1208 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 250W HQ | 150W SON |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 268 | 170 |
| TLD-36W | 48 | | |
| TLD-40W | 50 | | |
| VIDA UTIL DE LAMPARAS (HORAS) | 7600 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 15 | 15 |
| 36 WATTS | 30 | | |
| 40 WATTS | 31 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 3.3 | 4.0 | 2.8 |
| No. DE LUMINARIAS | 35 | 16 | 16 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 38 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 2800 | 1215 | 1215 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 490 | 540 | 1500 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 700 | 375 | 375 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 3990 | 2130 | 3090 |
| COSTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 490 | 0 | 0 |
| MANTENIMIENTO (US\$) | 175 | 75 | 75 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 1172 | 1409 | 804 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 502 | 603 | 383 |
| COSTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 2339 | 2087 | 1351 |
| ABONO TOTAL (US\$) | | 262 | 737 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 102 | 38 |

NOTA : EL CALCULO ES REFERIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 23

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMBRADO

EMPRESA :
 AREA : EMBOTELLADO Y TIPIFICO
 SUITAREA : 1er. PISO
 FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO : CON NUMERO DE LAMPARAS ENCENDIDAS ACTUALES
 ILUMINACION PROMEDIO MEDIDA = 05 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | AII-240 | PY/1268 | PY/1268 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 250W HQ | 150W SHH |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 260 | 170 |
| TLD-36W | 40 | | |
| TLD-40W | 50 | | |
| VIDA UTIL. DE LAMPARAS (HORAS) | 7500 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 10 | 10 |
| 36 WATTS | 01 | | |
| 40 WATTS | 23 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 4.9 | 4.3 | 2.7 |
| No. DE LUMINARIAS | 52 | 10 | 10 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 30 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 4100 | 1296 | 1296 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 728 | 570 | 1000 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 1040 | 400 | 400 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 5928 | 2272 | 3293 |
| COSTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 728 | 0 | 0 |
| MANTENIMIENTO (US\$) | 260 | 80 | 80 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 1709 | 1503 | 953 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 732 | 644 | 400 |
| COSTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 3429 | 2220 | 1441 |
| ALICUIO TOTAL (US\$) | | 1202 | 1007 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 23 | 20 |

NOTA: EL CALCULO ES HECHIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 24

CUADRO COMPARATIVO EN SISTEMA DE ALUMBRADO

EMPRESA :
 AREA : EMBOTELLADO Y TITANICO
 SUAVIA : 2do. PISO
 FECHA : ABRIL 1991

CONDICIONES DEL AREA EN ESTUDIO

CON NUMERO DE LAMPARAS ENCENDIDAS ACTUALES
 ILUMINACION PROMEDIO MEDIDA = 65 Lux

| CARACTERISTICAS Y COSTOS | SISTEMA ACTUAL | ALTERNAT. No.1 | ALTERNAT. No.2 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| LUMINARIA | ALI-240 | PY/1268 | PY/1268 |
| LAMPARAS | TLD-36W / 40W | 250W TIC | 100W SON |
| POTENCIA CONSUMIDA (WATTS) | | 268 | 170 |
| TLD-36W | 46 | | |
| TLD-40W | 50 | | |
| VIDA UTIL DE LAMPARAS (HORAS) | 7500 | 24000 | 24000 |
| FUNCIONAMIENTO DIARIO (HORAS) | 24 | 24 | 24 |
| No. LAMPARAS ENCENDIDAS | | 26 | 26 |
| 36 WATTS | 53 | | |
| 40 WATTS | 91 | | |
| POTENCIA INSTALADA (kW) | 7.0 | 7.0 | 4.4 |
| No. DE LUMINARIAS | 72 | 26 | 20 |
| COSTO DE LUMINARIA (US\$) | 80 | 81 | 81 |
| COSTO DE LAMPARA Y EQUIPO (US\$) | 7 | 36 | 100 |
| INVERSIONES INICIALES | | | |
| COSTO DE LUMINARIAS (US\$) | 5760 | 2108 | 2108 |
| COSTO DE LAMPARAS (US\$) | 1008 | 938 | 2000 |
| COSTO DE INSTALACION (US\$) | 1440 | 650 | 650 |
| INVERSION INICIAL TOTAL (US\$) | 8208 | 3692 | 5358 |
| COSTOS DE OPERACION | | | |
| CAMBIO DE LAMPARAS (US\$) | 1008 | 0 | 0 |
| MANTENIMIENTO (US\$) | 360 | 130 | 130 |
| CONSUMO DE ENERGIA (US\$) | 2449 | 2442 | 1640 |
| CONSUMO POR MAXIMA DEMANDA (US\$) | 1049 | 1048 | 683 |
| COSTOS DE OPERACION TOTAL (US\$) | 4865 | 3817 | 2342 |
| AFORTEO TOTAL (US\$) | | 1248 | 2623 |
| RECUPERACION DE INVERSION (MESES) | | 36 | 26 |

NOTA: EL CALCULO ES REFERIDO PARA UN PERIODO DE 1 AÑO

Fuente : CENERGIA

ESPECIFICACION TECNICA

AREA DE COMPRESORES DE AIRE Y AMONIACO

DATOS DEL TRANSFORMADOR :

Potencia nominal : 1 250 kVA
 Pérdidas en el cobre : 15.00 kW
 Pérdidas en el hierro : 2.16 kW
 Potencia medida : 558 kW
 Factor de potencia medido : 0.78
 Potencia aparente : 715 kVA

CALCULOS DE PERDIDAS :

1.- En el transformador

Condiciones actuales :

Índice de carga actual (C_1) : 0.57
 Pérdidas actuales: P_1 = 7.03

Condiciones con mejoras del Factor de Potencia :

Factor de Potencia deseado : 0.95
 Potencia aparente : 587 kVA
 Índice de carga (C_2) : 0.47
 Pérdidas futuras : P_2 = 5.47 kW

Ahorro en el transformador: $P = P_1 - P_2 = 1.56$ kW

2. En Cables:

DATOS DE CABLE

$L = 25$ m = 82 pies (longitud del cable)
 Calibre : 3 x 120 mm²
 $r = 0.055 \times 10^{-9}$ ohm/pie (resistividad del cable)
 $R = r \times L$ (Resistencia del cable (ohm))
 $I_1 = 180$ amp.
 $I_2 = 147$ amp.

Pérdidas en el cable (P_c) = $3 \times I^2 \times R / 1000$:

pérdidas actuales (P_{c1}) = 0.44 kW
 pérdidas futuras (P_{c2}) = 0.29 kW

Ahorro en cables: $P_{c1} - P_{c2} = 0.15$ kW

AHORRO = 1.71 kW

4.3 PARA UNA PLANTA TEXTIL

4.3.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION

IDENTIFICACION DE LA INDUSTRIA

La planta inició sus actividades en el año 1953 con una reducida capacidad de producción, la cual ha ampliado hasta alcanzar una producción de 800,000 m. lin/mes. Se incorporó maquinaria moderna en las Areas de Hilanderías, Tejeduría y; Tintorería y acabados.

DESCRIPCION DE LA INSTALACION Y PROCESO PRODUCTIVO

Descripción de la instalación

La planta cuenta principalmente con 3 secciones de producción en las cuales se llevan a cabo las diferentes etapas del proceso de fabricación de la tela.

La sección "Hilatura", cuenta con depósitos donde se almacenan las fibras y salas donde se mezclan los diferentes tipos de fibras que sirven de materia prima para el proceso; esta sección se encarga de producir los hilos que luego serán tejidos. La segunda sección, denominada de "Telares", comprende el uso de tisaje cuyo objetivo es preparar los hilos para ser tejidos y la tercera sección denominada de "Tintorería y Acabado", se encarga de teñir la tela cruda, lavarla, secarla y obtener la tela como producto terminado.

Descripción del Proceso

El proceso se inicia en el almacén de materia prima del cual de esta en los "Fardos", conteniendo las diversas fibras (Rayón y Poliéster Principalmente), que intervendrán en la composición del producto final.

Estos fardos son luego mezclados con determinados porcentajes de las fibras, con lo cual se logran obtener las características deseadas para el material.

A continuación las mezclas en la sección de hilandería pasan a través de "Batanes", "Cardas", "Manuales" y "Mecheras", las mismas que formarán una "cinta" cada vez más delgada, compacta y con un aligera torsión que asegure su forma. Posteriormente en las máquinas "Continuas de Hilar" se obtendrán los hilos con el "Título" requerido, es decir, con el peso de unidad de longitud deseada.

Finalmente, dichos hilos serán bobinados mediante las "Enconadoras" ó "Auto-Coneras", ya sea en los llamados "quesos" para el caso de los hilos de "trama" (hilos transversales), operación que se hace en tisaje; ó en "conos" para los hilos de "urdimbre" (hilos longitudinales), con lo cual culmina la etapa de hilandería para dar paso a la sección de telares.

Es esta sección se logra, en una primera etapa, preparar los hilos de trama mediante un "Vaporizado". El vaporizado de los hilos de trama es una operación de tratamiento térmico Realizada en vacío, ya que de esta manera se evita que el aire impida la penetración del vapor y prolonge el proceso. Este vacío se logra eliminando el aire de la instalación mediante una bomba de vacío.

VARIACION DEL COSTO MENSUAL CON REDUCCION DE
MAXIMA DEMANDA CON POTENCIAS SUSCRITAS MAYORES

| DEMANDA | Kv | ESTACION | | Cp1 | Cp2 | COSTOS NORMALES | CCSTO TOTAL | | AHORRO NETO | |
|----------------------|-----------|-----------------|----------|-----------|----------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | DIC-ABR | MAY-NOV | | | | DIC-ABR | MAY-NOV | | |
| DM1 | 2093 | 11534.0 | | 2553.7 | | | | | | |
| DM2 | 2141 | 19943.5 | | 917.7 | | | | | | |
| VARIACION DE DEMANDA | | | | | | | | | | |
| | | COSTOS NORMALES | | MAY - NOV | | CCSTO TOTAL | | AHORRO NETO | | |
| X1 = X2 | DM1(1-X1) | DM2(1-X2) | C1 | C2 | C1 | C2 | DIC-ABR | MAY-NOV | DIC-ABR | MAY-NOV |
| 0.00 | 2053.00 | 2141.00 | 24291792 | 18977182 | 41642237 | 20153235 | 43222974 | 61905533 | 12513134 | 21459313 |
| 0.01 | 2067.12 | 2119.59 | 24043374 | 18737410 | 41222514 | 19951665 | 42835234 | 61167477 | 12950373 | 22077368 |
| 0.02 | 2081.24 | 2098.18 | 23305956 | 18597638 | 40809992 | 19760030 | 42403534 | 60568422 | 13385563 | 22695424 |
| 0.03 | 2095.36 | 2076.77 | 23563338 | 18407866 | 40392970 | 19583397 | 41970904 | 59951367 | 13816253 | 23313479 |
| 0.04 | 2004.48 | 2055.36 | 23320120 | 18218094 | 39976547 | 19355784 | 41532215 | 59333311 | 14242942 | 23931504 |
| 0.05 | 1993.60 | 2033.95 | 23077202 | 18028323 | 39560125 | 19155131 | 41105525 | 58715286 | 14681632 | 24549550 |
| 0.06 | 1962.72 | 2012.54 | 22834284 | 17833551 | 39143703 | 18953498 | 40672935 | 58097201 | 15114322 | 25167645 |
| 0.07 | 1941.84 | 1991.13 | 22591367 | 17649779 | 38727280 | 18751265 | 40240146 | 57479145 | 15547312 | 25735700 |
| 0.08 | 1920.96 | 1969.72 | 22348449 | 17459007 | 38310958 | 18550232 | 39807456 | 56851090 | 15979701 | 26403756 |
| 0.09 | 1900.08 | 1948.31 | 22105531 | 17269335 | 37894435 | 18346599 | 39374766 | 56240035 | 16412331 | 27021811 |
| 0.10 | 1879.20 | 1926.90 | 21862513 | 17079464 | 37478013 | 18146965 | 38942076 | 55624979 | 16845081 | 27639866 |
| 0.11 | 1858.32 | 1905.49 | 21619695 | 16889892 | 37061591 | 17943333 | 38509337 | 55006924 | 17277771 | 28257922 |
| 0.12 | 1837.44 | 1884.08 | 21376777 | 16699920 | 36645165 | 17743700 | 38076687 | 54388869 | 17710480 | 28875977 |
| 0.13 | 1816.56 | 1862.67 | 21133859 | 16510148 | 36228746 | 17542367 | 37644007 | 53770813 | 18143150 | 29440032 |
| 0.14 | 1795.68 | 1841.26 | 20890941 | 16320376 | 35812324 | 17343434 | 37211317 | 53152758 | 18675340 | 30112068 |
| 0.15 | 1774.80 | 1819.85 | 20649023 | 16130604 | 35395901 | 17138301 | 36773629 | 52534793 | 19008530 | 30730143 |

Fuente : CENERGIA

C1 = DM1(1-X1) x Cp1 Intis/mes

C2 = DM2(1-X2) x Cp2 Intis/mes

Cp1, Cp2 en Intis/kW-mes

X1 = X2 = Porcentaje de reduccion de demanda en hora punta.

AHORRO NETO = Intis/mes

EL CUADRO MUESTRA LOS COSTOS A FACTURAR POR MAXIMA DEMANDA Y EL AHORRO A LOGRAR CON REDUCCION DE DEMANDA HASTA 15% AL SUSCRIBIRSE A UNA POTENCIA MAYOR EN HOJA PUNTA DE 2200 KW. TAMBIEN SE RESALTA EL AHORRO MINIMO A LOGRAR REDUCIENDO LA DEMANDA EN 3%.

CUADRO No. 26

REGISTRO ENTRADA TOTAL
FECHA : DEL 05 AL 06/10/89
CONDICION No.2

| Da | Tlno | Demand (kW) | PF | Unajo (kWh) |
|-----|-------|-------------|------|-------------|
| Thu | 16:21 | 1939 | 0.99 | 45102.17 |
| Thu | 16:36 | 1945 | 0.99 | 45588.42 |
| Thu | 16:51 | 1957 | 0.99 | 46077.66 |
| Thu | 17:06 | 1962 | 0.99 | 46568.16 |
| Thu | 17:21 | 1983 | 0.99 | 47063.91 |
| Thu | 17:36 | 1993 | 0.99 | 47562.16 |
| Thu | 17:51 | 1983 | 0.99 | 48057.91 |
| Thu | 18:00 | 1972 | 0.99 | 48550.91 |
| Thu | 18:21 | 1943 | 0.99 | 49036.66 |
| Thu | 18:36 | 1911 | 0.99 | 49514.42 |
| Thu | 18:51 | 1866 | 0.99 | 49980.92 |
| Thu | 19:06 | 1842 | 0.99 | 50441.42 |
| Thu | 19:21 | 1473 | 0.96 | 60809.66 |
| Thu | 19:36 | 1418 | 0.95 | 61164.16 |
| Thu | 19:51 | 1433 | 0.94 | 61622.42 |
| Thu | 20:06 | 1459 | 0.95 | 61887.17 |
| Thu | 20:21 | 1463 | 0.95 | 62252.92 |
| Thu | 20:36 | 1464 | 0.95 | 62618.92 |
| Thu | 20:51 | 1415 | 0.94 | 62972.67 |
| Thu | 21:06 | 1467 | 0.96 | 63339.42 |
| Thu | 21:21 | 1475 | 0.96 | 63708.18 |
| Thu | 21:36 | 1500 | 0.96 | 64083.18 |
| Thu | 21:51 | 1535 | 0.96 | 64466.93 |
| Thu | 22:06 | 1523 | 0.96 | 64847.68 |
| Thu | 22:21 | 1511 | 0.96 | 65225.43 |
| Thu | 22:36 | 1573 | 0.96 | 65618.68 |
| Thu | 22:51 | 1581 | 0.96 | 66013.93 |
| Thu | 23:06 | 1467 | 0.94 | 66380.68 |
| Thu | 23:21 | 1378 | 0.93 | 66724.68 |
| Thu | 23:36 | 1474 | 0.95 | 67093.18 |
| Thu | 23:51 | 1485 | 0.95 | 67464.43 |
| Fri | 00:06 | 1422 | 0.94 | 67819.93 |
| Fri | 00:21 | 1418 | 0.94 | 68174.43 |
| Fri | 00:36 | 1406 | 0.94 | 68525.93 |
| Fri | 00:51 | 1398 | 0.94 | 68874.93 |

Fuente : CENERGIA

CONTINUA REGISTRO CONDICION No 26

| Day | Time | Demand (kW) | PF | Usage (kWh) |
|----------|--------|-------------|------|-------------|
| Fri | 01:06 | 1393 | 0.93 | 59223.18 |
| Fri | 01:21 | 1433 | 0.94 | 59581.43 |
| Fri | 01:36 | 1446 | 0.95 | 59942.68 |
| Fri | 01:51 | 1438 | 0.95 | 60302.18 |
| Fri | 02:06 | 1419 | 0.94 | 60658.93 |
| Fri | 02:21 | 1439 | 0.94 | 61016.68 |
| Fri | 02:36 | 1408 | 0.94 | 61368.68 |
| Fri | 02:51 | 1434 | 0.94 | 61727.18 |
| Fri | 03:06 | 1428 | 0.94 | 62084.18 |
| Fri | 03:21 | 1443 | 0.94 | 62444.93 |
| Fri | 03:36 | 1451 | 0.94 | 62807.68 |
| Fri | 03:51 | 1436 | 0.94 | 63166.68 |
| Fri | 04:06 | 1436 | 0.94 | 63526.68 |
| Fri | 04:21 | 1438 | 0.94 | 63886.18 |
| Fri | 04:36 | 1416 | 0.93 | 64239.18 |
| Fri | 04:51 | 1419 | 0.94 | 64593.93 |
| Fri | 05:06 | 1407 | 0.94 | 64945.68 |
| Fri | 05:21 | 1323 | 0.92 | 65276.43 |
| Fri | 05:36 | 1341 | 0.92 | 65611.68 |
| Fri | 05:51 | 1423 | 0.95 | 65967.43 |
| Fri | 06:06 | 1491 | 0.95 | 66340.18 |
| Fri | 06:21 | 1455 | 0.95 | 66703.94 |
| Fri | 06:36 | 1474 | 0.95 | 67072.44 |
| Fri | 06:51 | 1452 | 0.95 | 67435.44 |
| Fri | 07:06 | 1470 | 0.95 | 67802.94 |
| Fri | 07:21 | 1615 | 0.96 | 68206.70 |
| Fri | 07:36 | 900.7 | 0.98 | 68431.87 |
| Fri | 07:51 | 0 | 0.00 | 68431.87 |
| Fri | 08:06 | 219.1 | 0.71 | 68486.65 |
| Fri | 08:21 | 1569 | 0.97 | 68878.90 |
| Fri | 08:36 | 1715 | 0.99 | 69307.65 |
| Fri | 08:51 | 1855 | 0.99 | 69771.40 |
| Fri | 09:06 | 1925 | 0.99 | 70252.65 |
| Fri | 09:21 | 1940 | 0.99 | 70737.65 |
| Fri | 09:36 | 1946 | 0.99 | 71224.14 |
| Fri | 09:48 | 2007 | 0.99 | 71726.00 |
| PROMEDIO | TOTAL | 1527 | 0.94 | |
| | H.P. | 1585 | 0.96 | |
| | H.F.P. | 1503 | 0.93 | |
| TOTAL | | | | 26623.728 |

MAXIMA DEMANDA HORA FUERA DE PUNTA

MAXIMA DEMANDA HORA PUNTA

Fuente : CENERGIA

CUADRO 27

VARIACION DEL COSTO MENSUAL CON REDUCCION DE
MAXIMA DEMANDA CON POTENCIAS SUSCRITAS MAYORES

| DEMANDA | KW | ESTACION | | Cp1 | Cp2 | COSTOS NORMALES | | | | | | COSTO TOTAL | | AHORRO NETO | | | |
|----------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | | DIC-ABR | MAY-NOV | | | C1 | C2 | MAY-NOV | DIC-ABR | MAY-NOV | DIC-ABR | MAY-NOV | | | | | |
| DM1 | 2083 | | | 11634.0 | 8563.7 | | | | | | | | | | | | |
| DM2 | 2141 | | | 19943.6 | 3417.7 | | | | | | | | | | | | |
| VARIACION DE DEMANDA | | | | | | C1 | | C2 | | MAY-NOV | | DIC-ABR | | MAY-NOV | | DIC-ABR | |
| X1 = X2 | DM1(1-X1) | DM2(1-X2) | C1 | C2 | MAY-NOV | C1 | C2 | MAY-NOV | DIC-ABR | C1-C2 | C1+C2 | DIC-ABR | C1-C2 | C1+C2 | MAY-NOV | DIC-ABR | MAY-NOV |
| 0.00 | 2088.00 | 2141.00 | 24291792 | 18977182 | 41642237 | 20163295 | 43255974 | 61805533 | 12518134 | 21453313 | 22077363 | 12518134 | 21453313 | 22077363 | 12518134 | 21453313 | 22077363 |
| 0.01 | 2067.12 | 2119.59 | 24048874 | 18787410 | 41225314 | 19961663 | 42335284 | 61187477 | 12950973 | 22077363 | 22077363 | 12950973 | 22077363 | 22077363 | 12950973 | 22077363 | 22077363 |
| 0.02 | 2046.24 | 2098.18 | 23805956 | 18597539 | 40909392 | 19760030 | 42403594 | 60569422 | 13383563 | 22695424 | 22695424 | 13383563 | 22695424 | 22695424 | 13383563 | 22695424 | 22695424 |
| 0.03 | 2025.36 | 2076.77 | 23563036 | 18407666 | 40392970 | 19553397 | 41870934 | 59951367 | 13816253 | 23313479 | 23313479 | 13816253 | 23313479 | 23313479 | 13816253 | 23313479 | 23313479 |
| 0.04 | 2004.48 | 2055.36 | 23320120 | 18219094 | 39975547 | 19356764 | 41533215 | 59333311 | 14248942 | 23931534 | 23931534 | 14248942 | 23931534 | 23931534 | 14248942 | 23931534 | 23931534 |
| 0.05 | 1983.60 | 2033.95 | 23077232 | 18028323 | 39560125 | 19155131 | 41105525 | 58715256 | 14981632 | 24543590 | 24543590 | 14981632 | 24543590 | 24543590 | 14981632 | 24543590 | 24543590 |
| 0.06 | 1962.72 | 2012.54 | 22834294 | 17836551 | 39143703 | 18953498 | 40672835 | 58097201 | 15114322 | 25167845 | 25167845 | 15114322 | 25167845 | 25167845 | 15114322 | 25167845 | 25167845 |
| 0.07 | 1941.94 | 1991.13 | 22591367 | 17643779 | 38727290 | 18751365 | 40240146 | 57479145 | 15547012 | 25735700 | 25735700 | 15547012 | 25735700 | 25735700 | 15547012 | 25735700 | 25735700 |
| 0.08 | 1920.96 | 1969.72 | 22348449 | 17459007 | 38310858 | 18550232 | 39807456 | 56661090 | 15979701 | 26403756 | 26403756 | 15979701 | 26403756 | 26403756 | 15979701 | 26403756 | 26403756 |
| 0.09 | 1900.09 | 1948.31 | 22105531 | 17269235 | 37894435 | 18348539 | 39374766 | 56243035 | 16412391 | 27021811 | 27021811 | 16412391 | 27021811 | 27021811 | 16412391 | 27021811 | 27021811 |
| 0.10 | 1879.20 | 1926.90 | 21862613 | 17079464 | 37479013 | 18145955 | 38842076 | 55624979 | 16845081 | 27639366 | 27639366 | 16845081 | 27639366 | 27639366 | 16845081 | 27639366 | 27639366 |
| 0.11 | 1858.32 | 1905.49 | 21619695 | 16989692 | 37061591 | 17945333 | 38509357 | 55096924 | 17277771 | 28257322 | 28257322 | 17277771 | 28257322 | 28257322 | 17277771 | 28257322 | 28257322 |
| 0.12 | 1837.44 | 1884.08 | 21576777 | 16699920 | 36645168 | 17743700 | 383076697 | 54388669 | 17710460 | 28875977 | 28875977 | 17710460 | 28875977 | 28875977 | 17710460 | 28875977 | 28875977 |
| 0.13 | 1816.56 | 1862.67 | 21133859 | 16510143 | 36225745 | 17542067 | 37644007 | 53770813 | 18143150 | 29454032 | 29454032 | 18143150 | 29454032 | 29454032 | 18143150 | 29454032 | 29454032 |
| 0.14 | 1795.66 | 1841.26 | 20890941 | 16320376 | 35812324 | 17340434 | 37211317 | 53152756 | 16575340 | 30112063 | 30112063 | 16575340 | 30112063 | 30112063 | 16575340 | 30112063 | 30112063 |
| 0.15 | 1774.80 | 1819.95 | 20645023 | 16130604 | 35395901 | 17138301 | 36773623 | 52534703 | 13938530 | 30730143 | 30730143 | 13938530 | 30730143 | 30730143 | 13938530 | 30730143 | 30730143 |

Fuente : CENERGIA

C1 = DM1(1-X1) x Cp1 Intis/mes

C2 = DM2(1-X2) x Cp2 Intis/mes

Cp1, Cp2 en Intis/kW-mes

X1 = X2 = Porcentaje de reduccion de demanda en hora punta.

AHORRO NETO = Intis/mes

EL CUADRO MUESTRA LOS COSTOS A FACTURAR POR MAXIMA DEMANDA Y EL AHORRO A LOGRAR CON REDUCCION DE DEMANDA HASTA 15% AL SUSCRIBIRSE A UNA POTENCIA MAYOR EN HORA PUNTA DE 2000 KW. TAMBIEN SE RESALTA EL AHORRO MINIMO A LOGRAR REDUCIENDO LA DEMANDA EN 3%.

CUADRO No. 28

RESUMEN DE REGISTROS TOTALES DE CONSUMO DE LA PLANTA
S.E. DE ELECTROLIMA

| CONDICION No. | FECHA | HORA INICIO | HORA FIN | MAX DEMANDA (KW) | HP | HFP | DEMANDA MEDIA (KW) | HP | HFP | POT. SUSCRITA (KW) | HP | HFP | FACT. CARGA PLANTA (%) | ENERGIA ACTIVA (KWH) | HP | HFP | FACT. DE POTENCIA | |
|---------------|---------------|-------------|----------|------------------|------|------|--------------------|------|------|--------------------|-------|-------|------------------------|----------------------|-------|-------|-------------------|--------|
| 1 | 24 A 25/03/99 | 19:23 | 19:23 | 1776 | 1323 | 1414 | 1682 | 1271 | 964 | 1507 | 1107 | 824 | 32.57 | 35.20 | 27.14 | 707 | 31240 | 0.350 |
| (*) 2 | 25 A 26/03/99 | 19:24 | 19:24 | 1972 | 2607 | 1535 | 1503 | 1527 | 1173 | 1275 | 773 | 20.33 | 74.39 | 75.32 | 7350 | 29547 | 0.340 | |
| (*) 3 | 24 A 25/03/99 | 12:11 | 17:14 | 2033 | 2141 | 1777 | 1700 | 1719 | 1205 | 1247 | 32.05 | 35.11 | 79.40 | 20.24 | 2201 | 32304 | 1.102 | -0.375 |

(*) EL CONSUMO DE ENERGIA ES PROYECTADO PARA LAS 19 HORAS FUERA DE PLANT. (REGISTRO MENOR DE 24 HORAS)

% POT. SUSCRITA = (MAX.DEM. / POT. SUSCRITA) x 100

FACT. DE CARGA = (DEMANDA MEDIA / MAX. DEMANDA) x 100

FACT. DE CARGA = (DEMANDA MEDIA / MAX. DEMANDA HFP) x 100

POT. SUSCRITA HP = 1550

POT. SUSCRITA HFP = 2550

Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 29

RESUMEN DEL CONSUMO DE ENERGIA POR AREAS

| AREA | S.E | FECHA | HORA | | POT. NOM. (KVA) | DEMANDA (KW) | FACT. DE CARGA (%) | ENERGIA (KWH)* | CAPAC. | INDIC. |
|--------------|-----|---------------|--------|-------|-----------------|--------------|--------------------|----------------|--------|--------|
| | | | INICIO | FIN | | | | | | |
| TELATURA | A | 05/10/89 | 10.45 | 11.45 | 1140 | 657.2 | 57.65 | 1225.33 | -0.950 | |
| TENIDO Y | B | 05/10/89 | 12.30 | 13.55 | 1000 | 559.1 | 55.91 | 2316.70 | -0.950 | |
| OFICINAS | E | 05/10/89 | 14.35 | 15.35 | 400 | 141.5 | 35.38 | 399.00 | | 0.950 |
| TOTAL AREA | | | | | 2540 | 1357.8 | 53.15 | | | |
| | C | 19 A 20/10/89 | 15.01 | 11.01 | 600 | 356.7 | 59.45 | 1467.36 | | 0.950 |
| TINTORERIA | D-1 | 25 A 26/10/89 | 15.45 | 15.45 | 320 | 253.0 | 79.06 | 3567.04 | -0.907 | 0.950 |
| | D-2 | 26 A 27/10/89 | 16.45 | 09.45 | 220 | 131.1 | 59.59 | 1312.39 | -0.772 | 0.950 |
| TOTAL AREA | | | | | 1220 | 740.8 | 60.72 | | | |
| TOTAL PLANTA | | | | | 3760 | 2098.5 | 55.81 | | | |

* CONSUMO DE ENERGIA SOLO PARA LAS HORAS DE REGISTRO

FAC. DE CARGA DE AREA = (DEM. MEDIA / MAX. DEM.) x 100

FAC. DE CARGA DE SUB-ESTACION = (MAX. DEM. / POT. NOMINAL) x 100

Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 30

RESUMEN DE MEDICIONES PUNTUALES

| CARGA | P _n (kW) | I (Amp.) | P (kW) | FACTOR DE POTENCIA | FACTOR DE CARGA (%) |
|---------------------------|------------------------|-------------|-----------|-----------------------|------------------------|
| MOTOR No.1 JET | 37 | 103.3 | 35 | 0.939 | 94.59 |
| MOTOR No.2 JET | 22 | 65.6 | 22 | | 100.00 |
| MOTOR No.3 JET | 37 | 117.3 | 39 | 0.907 | 105.41 |
| MOTOR No.4 JET | 37 | 144.3 | 38 | 0.782 | 102.70 |
| POLIMERIZADORA | | 130.7 | 50 | 0.937 | |
| BOMBA CALDERA "B" | | 15.7 | 6.9 | | |
| VENTILADOR CALDERA "B" | | 9 | 3.4 | | |
| LAVADORA No. 1 | | 33.8 | 12.3 | 0.769 | |
| DALGLISH | | 139 | 32 | 0.655 | |
| BATAN No.1 | | 77.4 | 20.4 | | |
| BATAN No.2 | | 63.2 | 20.3 | 0.995 | |
| LUWA No.1 | | 112.6 | 28 | | |
| LUWA No.2 | | | 18.7 | | |
| LUWA No.3 | | 67.16 | 27.3 | | |
| MOTOR BOMBA PROFUND. No.1 | 21.26 | 64.3 | 17.8 | 0.734 | 83.73 |
| MOTOR BOMBA PROFUND. No.2 | 23.87 | 44.8 | 13.8 | 0.794 | 58.98 |
| COMPRESOR | | 201.0 | 60.0 | 0.788 | |

Fuente : CENERGIA

CUADRO N.º 31

VARIACION DEL COSTO MENSUAL ACTUAL POR EXCESO DE MAXIMA DEMANDA EN HORA PUNTA

| DM1 (kW) | P1 (kW) | X1 | DM1(1-X1) (kW) | EP1 (kW) | DIC - ABR | | MAY - NOV | |
|-------------|------------|------|-------------------|-------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | | | | | Cp1 | Γ1 | Cp1 | Γ1 |
| 2080 | 1550 | 0.00 | 2080.00 | 538.00 | 11634.0 | 10777276 | 19943.0 | 32108970 |
| | | 0.01 | 2067.12 | 517.12 | | 10040522 | | 30939703 |
| | | 0.02 | 2046.24 | 496.24 | | 17319768 | | 29690436 |
| | | 0.03 | 2025.36 | 475.36 | | 16591015 | | 28441169 |
| | | 0.04 | 2004.48 | 454.48 | | 15862261 | | 27191902 |
| | | 0.05 | 1983.60 | 433.60 | | 15133507 | | 25942635 |
| | | 0.06 | 1962.72 | 412.72 | | 14404753 | | 24693368 |
| | | 0.07 | 1941.84 | 391.84 | | 13676000 | | 23444101 |
| | | 0.08 | 1920.96 | 370.96 | | 12947246 | | 22194834 |
| | | 0.09 | 1900.08 | 350.08 | | 12218492 | | 20945568 |
| | | 0.10 | 1879.20 | 329.20 | | 11489738 | | 19696301 |
| | | 0.11 | 1858.32 | 308.32 | | 10760985 | | 18447032 |
| | | 0.12 | 1837.44 | 287.44 | | 10032231 | | 17197765 |
| | | 0.13 | 1816.56 | 266.56 | | 9303477 | | 15948498 |
| | | 0.14 | 1795.68 | 245.68 | | 8574723 | | 14699231 |
| | | 0.15 | 1774.80 | 224.80 | | 7845970 | | 13449964 |

$EP1 = DM1(1-X1) - P1$ kW

$Cp1 =$ Intla/kW-mes

$\Gamma1 = 3 \times EP1 \times Cp1$ Intla/mes

X1 = Porcentaje de reduccion de demanda en hora punta.

EL CUADRO MUESTRA LA VARIACION DEL COSTO POR EXCESO DE DEMANDA (DM1) RESPECTO A LA POTENCIA SUSCRITA (P1) EN HORAS DE PUNTA CON REDUCCIONES DE DEMANDA HASTA 15%.

Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 732

**VARIACION DEL COSTO TOTAL MENSUAL ACTUAL CON
EXCESOS DE MAXIMA DEMANDA EN HORA PUNTA**

| X1 | DIC - ABRIL | | MAY - NOV | | COSTO TOTAL | | AHORRO NETO | |
|------|-------------|----------|-----------|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | F1 | C1+C2 | F1 | C1+C2 | DIC - ABRIL | MAY - NOV | DIC - ABRIL | MAY - NOV |
| | | | | | C1+F1+C2 | C1+F1+C2 | | |
| 0.00 | 18777276 | 37009002 | 32100970 | 51075076 | 55797158 | 83264046 | 0 | 0 |
| 0.01 | 18048522 | | 30939703 | | 55058404 | 82015579 | 720754 | 1249287 |
| 0.02 | 17319708 | | 29090430 | | 64329050 | 80700312 | 1457508 | 2490634 |
| 0.03 | 16591016 | | 28441109 | | 57000898 | 79517045 | 2186281 | 3747801 |
| 0.04 | 15862261 | | 27191902 | | 52872143 | 78287778 | 2815016 | 4987008 |
| 0.05 | 15133507 | | 25942636 | | 52143389 | 77010511 | 3643789 | 6240338 |
| 0.06 | 14404753 | | 24693368 | | 61414035 | 75769243 | 4372623 | 7406003 |
| 0.07 | 13676000 | | 23444101 | | 50605881 | 74519978 | 5101270 | 8744870 |
| 0.08 | 12947246 | | 22194834 | | 49957128 | 73270709 | 6030030 | 9594137 |
| 0.09 | 12218492 | | 20945566 | | 49228374 | 72021442 | 6558784 | 11243404 |
| 0.10 | 11489738 | | 19696299 | | 48499620 | 70772175 | 7287538 | 12492871 |
| 0.11 | 10760985 | | 18447032 | | 47770866 | 69522908 | 8016291 | 13741938 |
| 0.12 | 10032231 | | 17197765 | | 47042113 | 68273641 | 8746045 | 14991205 |
| 0.13 | 9303477 | | 15948498 | | 46313359 | 67024374 | 9473799 | 16240472 |
| 0.14 | 8574723 | | 14699231 | | 45584805 | 65775107 | 10202553 | 17489739 |
| 0.15 | 7845970 | | 13449964 | | 44855851 | 64526840 | 10931000 | 18739007 |

C1, C2, F1 en Intls/mes

X1 = Porcentaje de reducción de demanda en hora punta.

AHORRO NETO = Intls/mes

EL CUADRO MUESTRA LA VARIACION DEL COSTO TOTAL AL MES CON MAXIMAS DEMANDAS ACTUALES Y EL AHORRO A LOGRAR CON REDUCCIONES DE DEMANDA HASTA 15% EN HORA PUNTA, EN EL CUAL SE INCLUYEN LOS COSTOS POR EXCESO DE DEMANDA (F1) Y LOS COSTOS NORMALES (C1 Y C2) CON POTENCIAS SUSCRITAS ACTUALES.

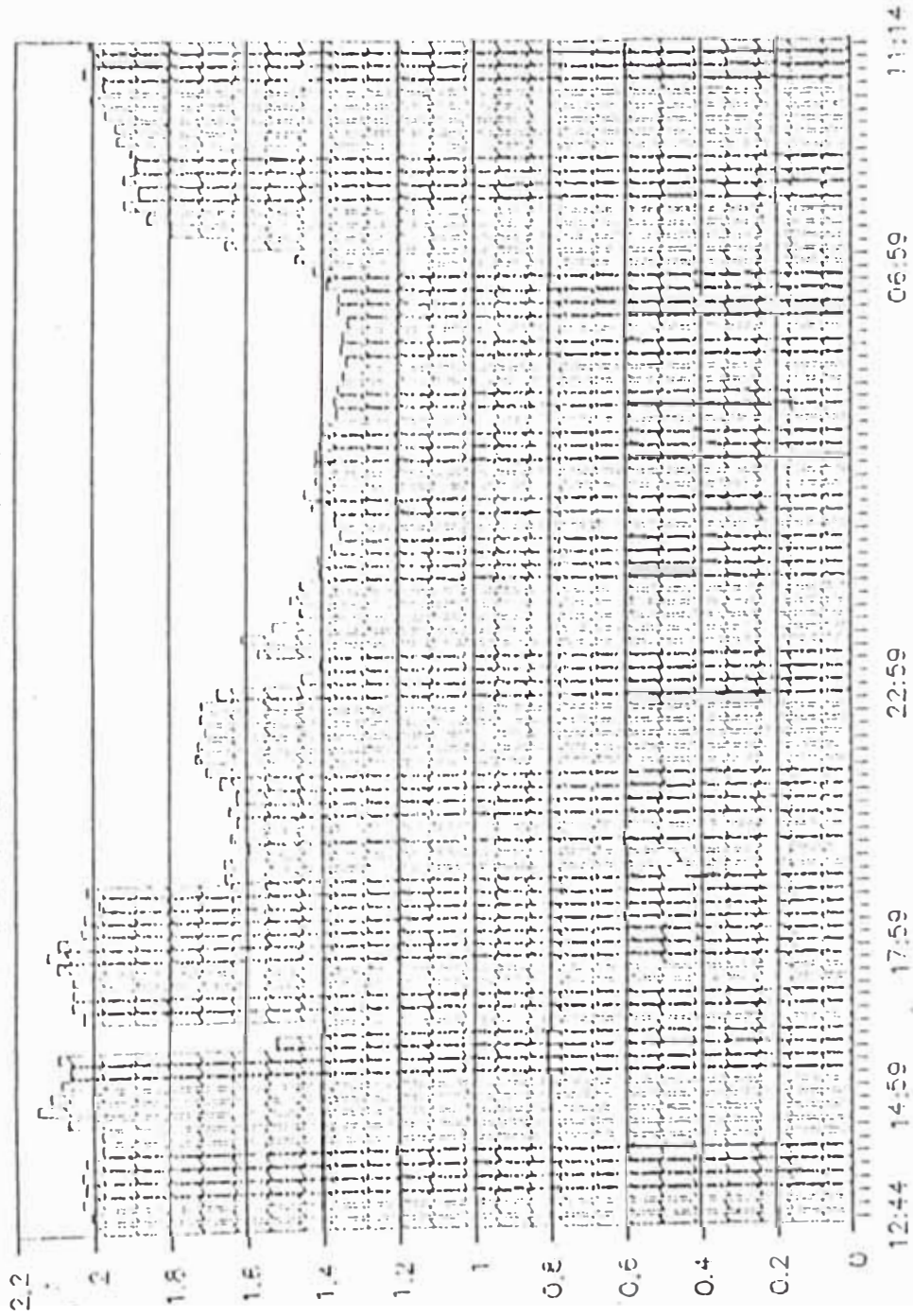
TAMBIEN SE RESALTA EL AHORRO MINIMO A LOGRAR REDUCIENDO LA DEMANDA EN 3%.

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº

DIAGRAMA DE CARGA TOTAL DE LA PLANTA

CONDICION No.3 - FECHA : 24 A 25/10/89



HCRAS

Fuente : CENERGIA

4.4 PARA UN COMPLEJO INDUSTRIAL

4.4.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Identificación de la Industria.

Descripción de la Instalación y Proceso Productivo.

Descripción de la Instalación.

Se trata de un complejo constituido por ocho plantas de procesamiento, las que incluyen :

- Planta de Acetato
- Planta de Policon
- Planta de Poliester
- Planta de Oleum y Acido Sulfúrico
- Planta de Sulfato de Aluminio
- Planta de Acido Nítrico
- Planta de Acido Clorhídrico.

Asimismo la planta cuenta con servicios auxiliares como son:

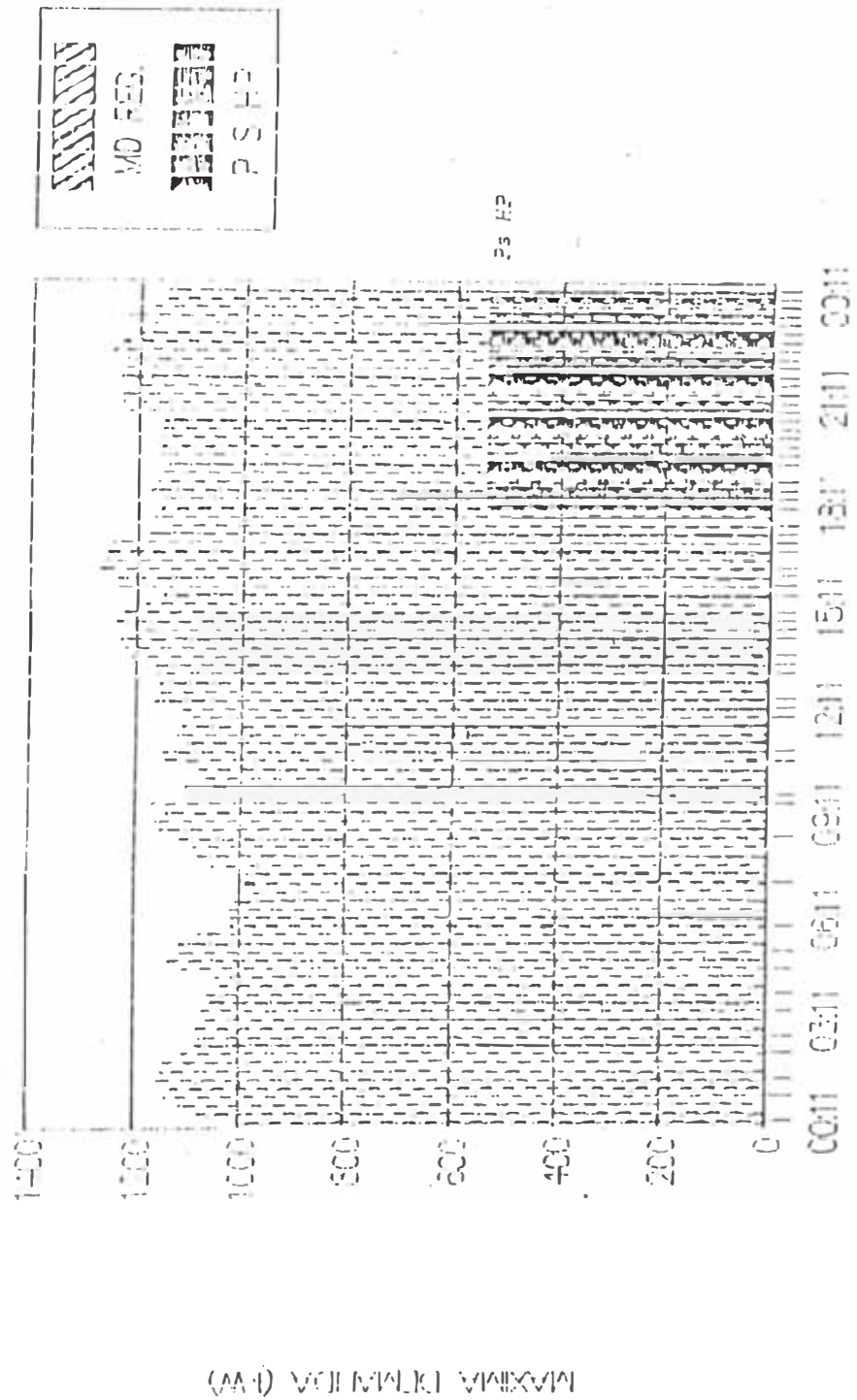
- Planta de Fuerza
- Tratamiento de Aguas
- Generación de Vapor
- Agua de Enfriamiento
- Laboratorio
- Proceso Productivo.

En los gráficos N° 19 al 23 se muestra los diferentes procesos para los diversos productos de este complejo industrial.

GRAFICO n Nº 18

DIAGRAMA DE CARGA S.E. PRINCIPAL

INDUSTRIA (18 AL 19.11.90)



H.C.P.S.

Fuente : CENERGIA

CUADRO Nº 33

CONSUMOS ELÉCTRICOS PARA EL PERIODO 1989 A 1990

EMPRESA.

POTENCIA CONTRATADA TOTAL : 3700 kW
 POTENCIA SUSCRITA HORA PUNTA : 540 kW
 POTENCIA SUSCRITA HORA FUERA PUNTA : 1480 kW

| PERIODO | HORA PUNTA | | | | | HORA FUERA DE PUNTA | | | | | |
|-----------|--------------|------------|-------------|---------------|---------------|---------------------|------------|-------------|---------------|----------------|------|
| | M.D. (kW) | Pe (kW) | FP1 (kW) | 3*FP1 (kW) | E.A. (kWh) | M.D. (kW) | Pe (kW) | FP2 (kW) | E.A. (kWh) | E.R. (kVAH) | F.P. |
| ENERO | 1524 | 540 | 954 | 2952 | 152400 | 1556 | 1480 | 80 | 503200 | 166800 | 0.89 |
| FEBRERO | 1692 | 540 | 1152 | 3456 | 192200 | 1704 | 1480 | 284 | 720000 | 580000 | 0.80 |
| ENERO (*) | 1692 | 540 | 1152 | 3456 | 88200 | 1704 | 1480 | 284 | 395400 | 94200 | 0.88 |
| ENERO | 480 | 540 | | | 25200 | 720 | 1480 | | 130200 | 64000 | 0.84 |
| ENERO | 1416 | 2000 | | | 49200 | 1636 | 2000 | | 192600 | 91200 | 0.84 |
| ENERO | 1056 | 2000 | | | 117000 | 1704 | 2000 | | 552000 | 278400 | 0.92 |
| ENERO (*) | 1500 | 2000 | | | 208000 | 1920 | 2000 | | 803400 | 408000 | 0.83 |
| ENERO | 996 | 540 | 450 | 1300 | 67800 | 1056 | 1480 | | 275400 | 50400 | 0.89 |
| MAYO | 1356 | 540 | 816 | 2448 | 79800 | 1476 | 1480 | | 397000 | 79800 | 0.89 |
| ENERO | 1672 | 540 | 1032 | 3096 | 110400 | 1704 | 1480 | 224 | 102000 | 108000 | 0.86 |
| ENERO | 804 | 540 | 204 | 792 | 47400 | 1536 | 1480 | 50 | 244800 | 77400 | 0.87 |
| ENERO | 1464 | 540 | 824 | 2772 | 101400 | 2280 | 1480 | 700 | 498000 | 153000 | 0.87 |
| ENERO | 1316 | | | | | 1504 | | | | | 0.84 |
| TOTAL | | | | 20340 | 1289000 | | | | 6292000 | 1890000 | |

M.D.: MÁXIMA DEMANDA

Pe: FACTURACION POR POTENCIA SUSCRITA

FP1: FACTURACION POR EXCESO DE MÁXIMA DEMANDA EN HORA PUNTA

FP2: EXCESO DE MÁXIMA DEMANDA EN HORA PUNTA

FP2: EXCESO DE MÁXIMA DEMANDA EN HORA FUERA PUNTA

E.A.: ENERGÍA ACTIVA

E.R.: ENERGÍA REACTIVA

F.P.: FACTOR DE POTENCIA

(*): MENSURACIONES PARA LOS CUALES SE ESTIMARON LAS MÁXIMAS DEMANDAS

fuente: CENERGIA

PLANTA DE PRODUCTOS QUIMICOS

CUADRO RESUMEN DE MEJORAS ELECTRICAS

CUADRO Nº 34

| USUARIO DE ENERGIA | MEJORAS | A H O R R O S | | | |
|--------------------------|---|---------------------|----------------------|-----|-----------------------|
| | | ENERGIA ELECTRICA | | INV | RET. DE LA INV. MESES |
| | | 10 ³ kWh | 10 ³ US\$ | | |
| ENERGIA ELECTRICA | | | | | |
| Planta | Suscripción a una nueva potencia tanto en hora punta como en hora fuera de punta | | 57.05 | S.I | |
| Planta | Comprar vs. Generar energía para cubrir los excesos de demanda suscrita en hora punta | | 118.89 | S.I | |
| Planta | Control de cargas en Vaporizadores Dowtherm | | 2.97 | S.I | |
| Planta Polyester | Reducción de máxima demanda y energía eléctrica en vaporizadores Dowtherm | 990.0 | 15.5 | 9.5 | |
| Planta Asbesto | Red de Electrolioma | 990.0 | 58.4 | 6.5 | |
| Planta Asbesto | Red de Rayon | 840.0 | 16.0 | 8.7 | 7.0 |
| Planta Asbesto | Compensación de energía reactiva en S.E | | | | |
| Planta | Sistema de alumbrado | 66.0 | 6.60 | 0.4 | |
| Planta | Factor de carga y eficiencia de motores | 349.6 | 12.2 | 2.3 | |
| Planta | Sistema de aire comprimido | 126.0 | 4.5 | 0.8 | |
| T O T A L | | 1533.6 | 840.0 | | |

El consumo promedio de combustible en planta entre 1987 - 1989 fue el siguiente :

PR-5 : 766.4 Mg/año (Planta de Fuerza)

El consumo de energía eléctrica de la red de Electrolioma entre Agosto 1990 y Setiembre 1990 fue de 10 315 630 kWh/año y 1 636 600 kWh/año
 La generación de energía eléctrica en la Planta de Fuerza de Rayon Industrial entre Mayo de 1989 y Abril de 1990 fue de 15 189 030 kWh/año
 Fuente : CENERGIA

CUADRO 35

EVALUACION ECONOMICA DE COMPRAR vs. GENERAR ENERGIA ELECTRICA
CONDICIONES AL MES DE MARZO DE 1994

| | |
|-----------------------|---------|
| P _h I.L.P. | 1000 kW |
| P _h H.L.P. | 1400 kW |

| RED DE MAYON INDUSTRIAL | | | |
|---|----------|--------|--|
| COSTO | C (US\$) | | |
| | a | b | |
| 1. MAXIMA DE MANDA A TRASI ADAL (kW) | 400 | 500 | |
| ESTACION SECA HORA PUNTA | | | |
| HORA FUERA DE PUNTA | | | |
| ESTACION HUMEDA HORA PUNTA | | | |
| HORA FUERA DE PUNTA | | | |
| 2. ENERGIA | | | |
| ESTACION SECA HORA PUNTA | 42000 | 52500 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 159600 | 199500 | |
| ESTACION HUMEDA HORA PUNTA | 30000 | 37500 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 114000 | 142500 | |
| TOTAL | 345000 | 437000 | |
| ALGORITMO a-c | 105000 | | |
| ALGORITMO b-d | | 207010 | |

| RED DE ELECTROUMA | | | |
|-------------------------------------|----------|--------|--|
| COSTO | C (US\$) | | |
| | c | d | |
| 1. MAXIMA DE MANDA COMPTIAL (kW) | 400 | 500 | |
| ESTACION SECA HORA PUNTA | 20320 | 32000 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 12432 | 15540 | |
| ESTACION HUMEDA HORA PUNTA | 10900 | 13700 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 8360 | 10450 | |
| 2. ENERGIA | | | |
| ESTACION SECA HORA PUNTA | 27720 | 34050 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 47880 | 59650 | |
| ESTACION HUMEDA HORA PUNTA | 14400 | 18000 | |
| HORA FUERA DE PUNTA | 31920 | 39900 | |
| TOTAL | 170002 | 224000 | |

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 19

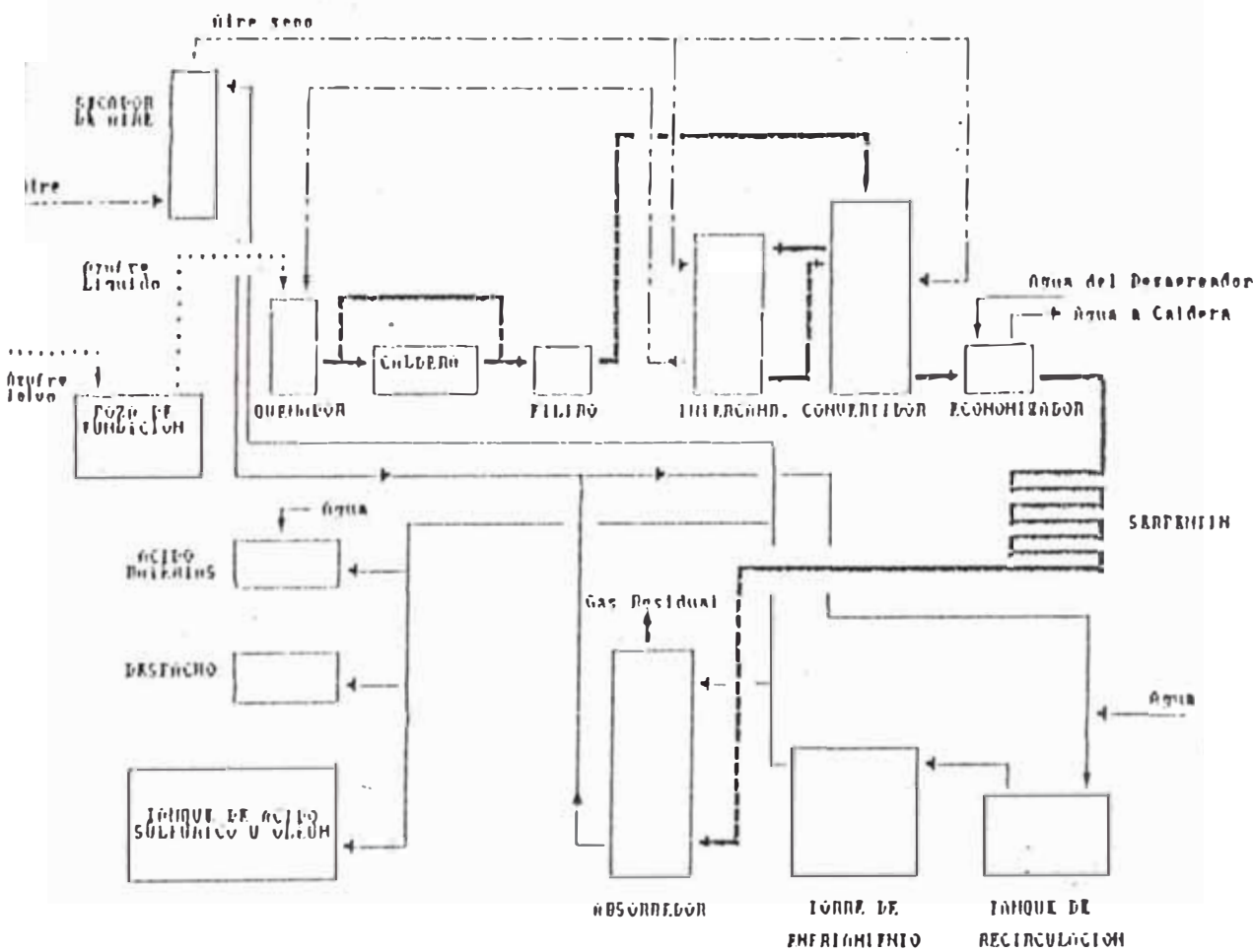


FIGURA No 4. PROCESO DE FABRICACION EN PLANTA DE AZUFRE

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 20

CHIPS DE POLIESTER

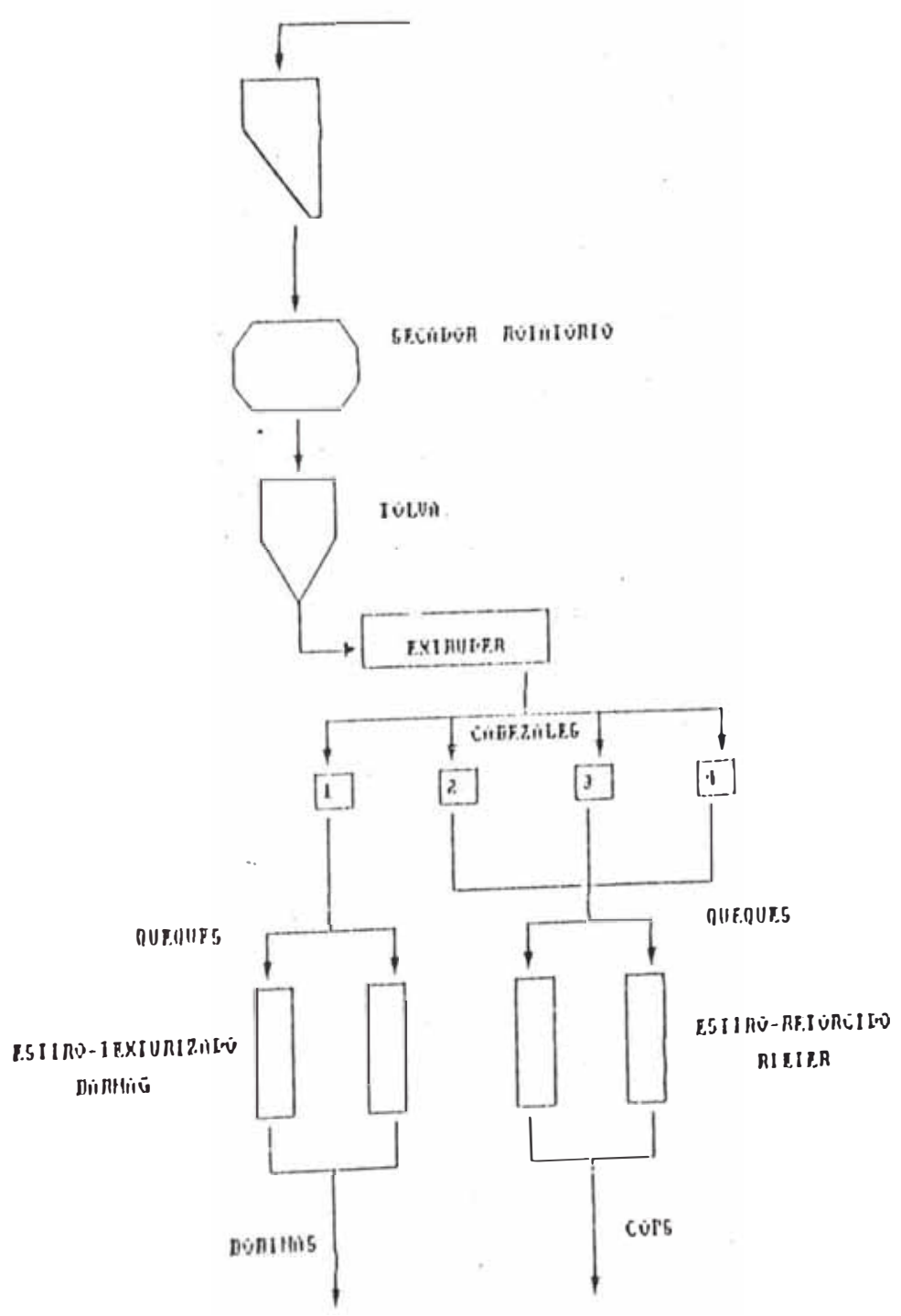


FIGURA No 30. PROCESO DE FABRICACION EN FILA DE POLIESTER - FILAMENTO

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 21

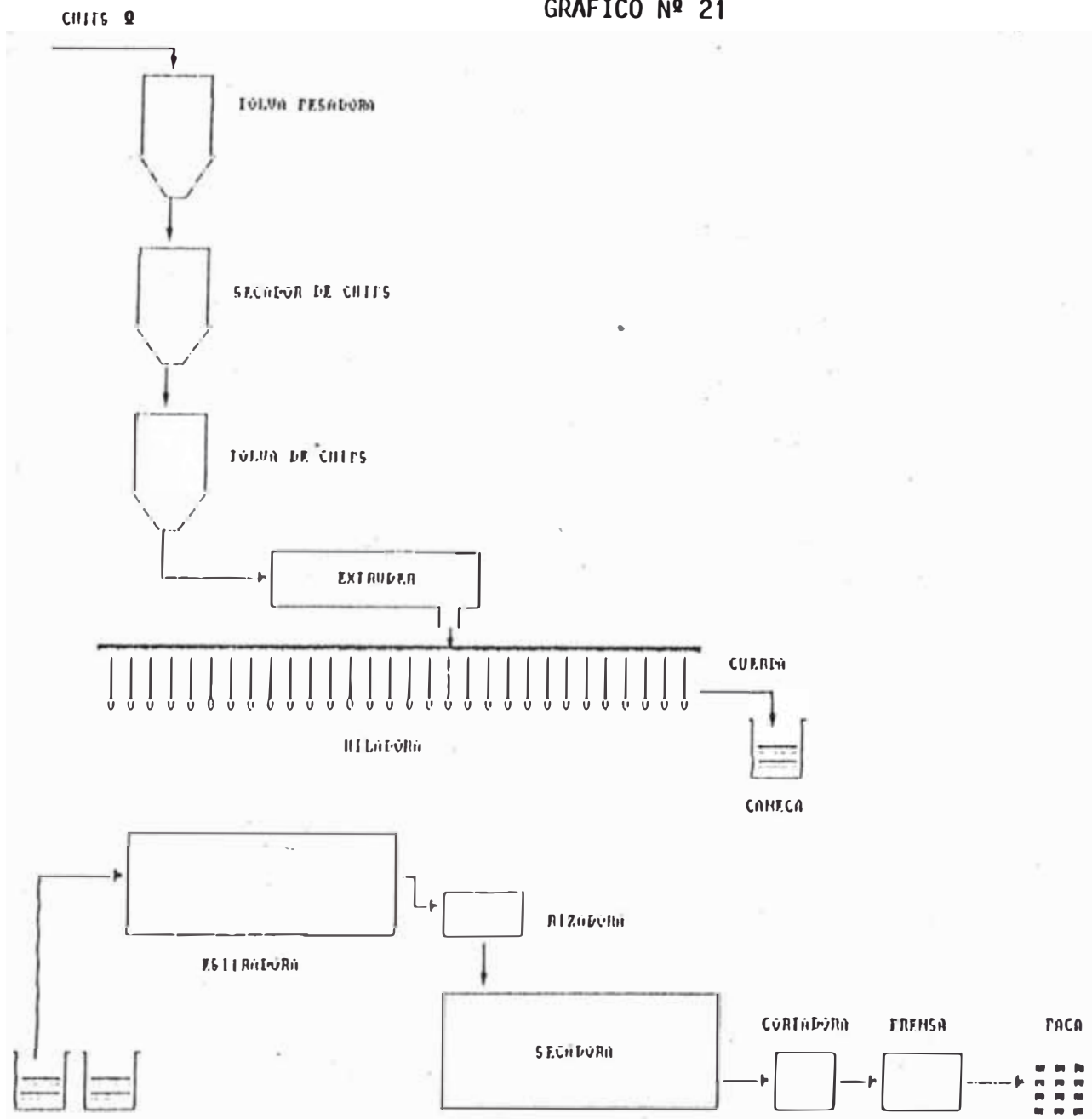


FIGURA No 3. PROCESO DE FABRICACION EN PLANTA PROCESADORA - TUBO CONIA

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 23

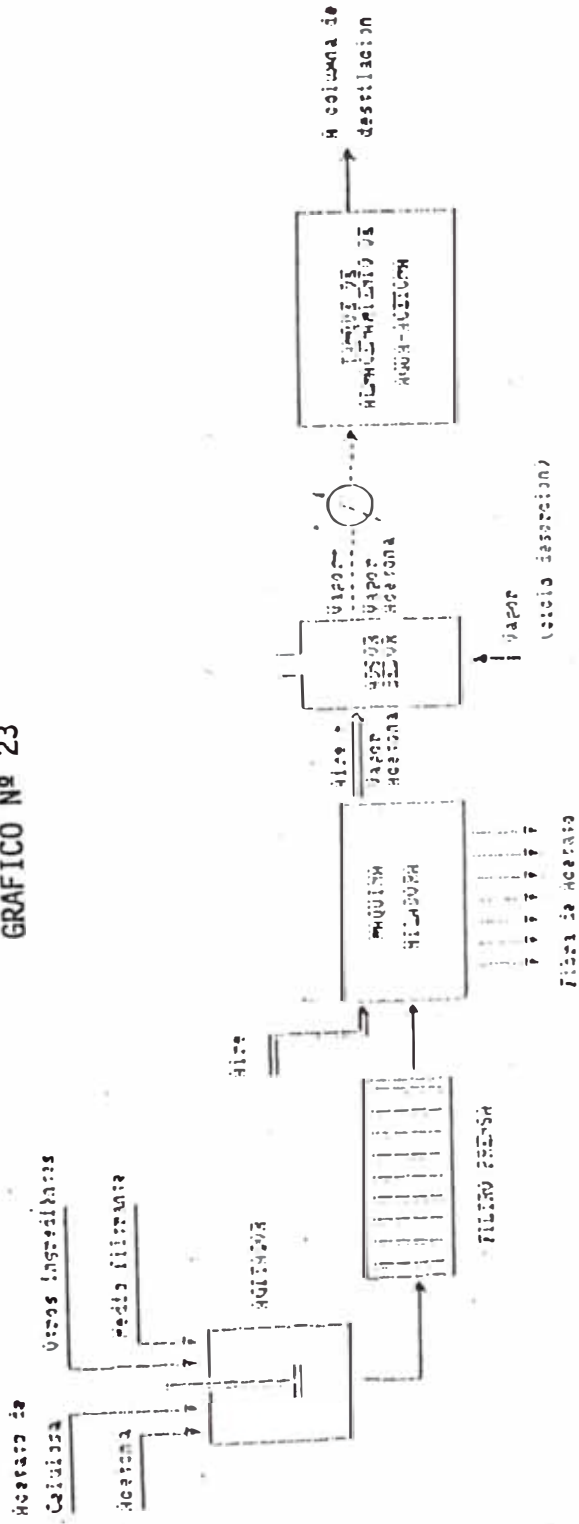


FIGURA No 1. PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDA DE ACEITE

Fuente : CENERGIA

EVALUACION DEL AHORRO ECONOMICO POR SUSCRIPCION A MAYOR POTENCIA

DATOS GENERALES

Potencia registrada por medidor de Electrolima segun factura del mes de Marzo 1 991:

$P_{H.P}$ 1 824 kW
 $P_{H.F.P}$ 1 836 kW

Potencia Contratada y ^{Suscrita} ~~Suscrita~~:

A. Condiciones anteriores al mes de Marzo de 1 991

P_C 3 700 kW
 $P_S H.P$ 1 540 kW
 $P_S H.F.P$ 1 480 kW

B. Condiciones actuales al implementarse en forma parcial la mejora propuesta por CENERGIA de suscripción a una potencia mayor.

P_C : 3 700 kW
 $P_S H.P$: 1 000 kW
 $P_S H.F.P$: 1 480 kW

C. Condición de suscripción a una potencia de 1 000 kW en hora punta,propuesto por CENERGIA.

P_C 3 700 kW
 $P_S H.P$: 1 000 kW

donde:

P_C : Potencia Contratada
 $P_S H.P$: Potencia suscrita hora punta
 $P_S H.F.P$: Potencia suscrita hora fuera de punta
 $P_{H.P}$: Potencia registrada hora punta

A continuación se presentan los análisis de ahorro económico

A.- Condiciones anteriores

$P_S H.P$ = 540 kW $P_{H.P}$ 1 824 kW

Costos por Máxima Demanda

| Costo Normal MD H.P C_1 (US\$/mes) | Costo Exceso MD H.P F_1 (US\$/mes) | Costo Total H.P C_T (US\$/mes) |
|---|---|-------------------------------------|
| $C_1 = MD1 \times Cp1$ | $F_1 = 3 \times (p_1 \times Cp1)$ | $C_T = C_1 + F_1$ |
| $C_1 = 540 \times 6.36$ | $F_1 = 3 \times 1 284 \times 6.36$ | $C_T = C_1 + F_1$ |
| $C_1 = 3 434$ | $F_1 = 24 492$ | $C_T = 27 933$ |

Costo Total: $(C_{T A})$

$$C_{T A} = 27.933 \text{ US\$/mes}$$

B. Condiciones actuales despues de implementarse en forma parcial las mejoras propuestas por CENERGIA.

$$P_{S \text{ H.P.}} = 1.000 \text{ kW} \quad P_{\text{H.P.}} = 1.024 \text{ kW}$$

Costos por Máxima Demanda

| Costo Normal MD H.P. C_1 (US\$/mes) | Costo Exceso MD H.P. F_1 (US\$/mes) | Costo Total H.P. C_T (US\$/mes) |
|--|--|--------------------------------------|
| $C_1 = 1.000 \times 6.36$ | $F_1 = 3 \times 0.24 \times 6.36$ | $C_T = C_1 + F_1$ |
| $C_1 = 6.360$ | $F_1 = 15.722$ | $C_T = 22.082$ |

Costo Total: $(C_{T B})$

$$C_{T B} = 22.082 \text{ US\$/mes}$$

$$\text{Ahorro} = (27.933 - 22.082) \text{ US\$/mes}$$

$$\text{AHORRO} = 5.851 \text{ US\$/mes}$$

C. Ahorros si se hubiera suscrito a una potencia de 1000 kW en hora punta; propuesto por CENERGIA (11.11.90).

$$P_{S \text{ H.P.}} = 1.000 \text{ kW}$$

$$P_{\text{H.P.}} = 1.000 \text{ kW}$$

Costos por Máxima Demanda

| Costo Normal MD H.P. C_1 (US\$/mes) | Costo Exceso MD H.P. F_1 (US\$/mes) | Costo Total H.P. C_T (US\$/mes) |
|--|--|--------------------------------------|
| $C_1 = 1.000 \times 6.36$ | $F_1 = 3 \times 24 \times 6.36$ | $C_T = C_1 + F_1$ |
| 11.440 | $F_1 = 450$ | $C_T = 11.906$ |

Costo Total: $(C_{T C})$

$$C_{T C} = 11.906 \text{ US\$/mes}$$

Comparando esta propuesta (C) con las anteriores (A) y (B) se tiene:

- De A y C el ahorro a conseguir sería:

$$\text{AHORRO} = (27.933 - 11.906) \text{ US\$/mes}$$

$$\text{AHORRO} = 16.027 \text{ US\$/mes}$$

Se observa que el ahorro conseguido mediante la suscripción a una mayor potencia hora punta (1,000 kW) para mes de Marzo de 1,991 fue de 5,851 US\$/mes; si la potencia suscrita hubiera sido de 1,800 kW el ahorro para el mes de Marzo de 1,991 hubiera sido de 16,027 US\$/mes.

Análogamente, elaboró el cuadro siguiente donde se muestra los ahorros que se hubiera conseguido para otros valores de potencia suscrita en hora punta:

CUADRO Nº 36

| POTENCIA REGISTRADA (KW) | POTENCIA SUSCRITA (KW) | EXCESO DE POTENCIA (KW) | AHORRO US\$/MES |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|
| | 1,000 | 2,472 | 5,851 |
| | 1,000 | 2,172 | 7,123 |
| | 1,200 | 1,872 | 8,375 |
| | 1,300 | 1,572 | 9,667 |
| 1,824 | 1,400 | 1,272 | 10,939 |
| | 1,500 | 972 | 12,211 |
| | 1,600 | 672 | 13,483 |
| | 1,700 | 372 | 14,755 |
| | 1,800 | 72 | 16,027 |

POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA POR ELECTROLIMA A CARGAS ALIMENTADAS POR PLANTA DE FUERZA DE RAYON INDUSTRIAL.

En el caso actual con potencia suscrita en hora punta de 1 000 kW y en las condiciones de producción actuales (Abril 1991), se tiene potencia disponible en la Red de Electrolima para alimentar las cargas de la planta. Entonces desde el punto de vista económico es importante analizar esta propuesta.

Antecedentes

El proceso en las plantas de Acetato, Policon, Poliester es continuo; y por tal razón la falta de energía eléctrica puede producir pérdidas económicas por parada de planta lo cual afecta la producción.

Por otro lado en estas plantas existen cargas que pueden dejar de ser alimentadas por Rayon y ser alimentadas por Electrolima y en caso de corte de suministro eléctrico pueden estar paradas por corto tiempo (15 ' a 30 ' aproximadamente) sin producir apreciables pérdidas, afectar la producción de la planta, calidad del producto etc.

A continuación se presenta un análisis económico de la posibilidad planteada.

Condición actual (04.04.91)

$$P_{S \text{ H.P}} = 1 \ 000 \text{ kW}$$

Seguidamente se detalla una evaluación económica de comprar Vs. generar una potencia de 400 kW :

CASO A: GENERANDO

ESTACION SECA

$$\begin{aligned} C \text{ H.P} &= 400 \text{ kW} \times 1 \ 050 \text{ h/año} \times 0.1 \text{ \$/kWh} \\ &= 42 \ 000 \text{ US\$/año} \\ C \text{ H.F.P} &= 400 \text{ kW} \times 3 \ 990 \text{ h/año} \times 0.1 \text{ \$/kWh} \\ &= 159 \ 600 \text{ US\$/año} \end{aligned}$$

ESTACION HUMEDA

$$\begin{aligned} C \text{ H.P} &= 400 \text{ kW} \times 750 \text{ h/año} \times 0.1 \text{ \$/kWh} \\ &= 30 \ 000 \text{ US\$/año} \\ C \text{ H.F.P} &= 400 \text{ kW} \times 2 \ 850 \text{ h/año} \times 0.1 \text{ \$/kWh} \\ &= 114 \ 000 \text{ US\$/año} \end{aligned}$$

$$\text{COSTO TOTAL} = 345 \ 600 \text{ US\$/Año}$$

CASO B: COMPRANDO ENERGIA DE ELECTROLIMA

Del mismo cuadro se tiene que para la red de Electrolima los costos por Máxima Demanda y Energía serian:

MAXIMA DEMANDA:**ESTACION SECA**

$$C_{MD} \text{ H.P.} = 400 \text{ kW} \times 9.4 \text{ \$/kW-mes} \times 7 \text{ mes/año} = 26\,320 \text{ \$/año}$$

$$C_{MD} \text{ H.F.P.} = 400 \text{ kW} \times 4.44 \text{ \$/kW-mes} \times 7 \text{ mes/año} = 12\,432 \text{ \$/año}$$

ESTACION HUMEDA

$$C_{MD} \text{ H.P.} = 400 \text{ kW} \times 5.48 \text{ \$/kW-mes} \times 5 \text{ mes/año} = 10\,960 \text{ \$/año}$$

$$C_{MD} \text{ H.F.P.} = 400 \text{ kW} \times 4.18 \text{ \$/kW-mes} \times 5 \text{ mes/año} = 8\,360 \text{ \$/año}$$

ENERGIA:**ESTACION SECA**

$$C \text{ H.P.} = 400 \text{ kW} \times 1\,050 \text{ h/año} \times 0.066 \text{ \$/kWh} = 27\,720 \text{ US\$/año}$$

$$C \text{ H.F.P.} = 400 \text{ kW} \times 3\,990 \text{ h/año} \times 0.03 \text{ \$/kWh} = 47\,880 \text{ US\$/año}$$

ESTACION HUMEDA

$$C \text{ H.P.} = 400 \text{ kW} \times 750 \text{ h/año} \times 0.048 \text{ \$/kWh} = 14\,400 \text{ US\$/año}$$

$$C \text{ H.F.P.} = 400 \text{ kW} \times 2\,850 \text{ h/año} \times 0.028 \text{ \$/kWh} = 31\,920 \text{ US\$/año}$$

COSTO TOTAL = 179 992 US\$/año

En las condiciones actuales el ahorro a conseguir sería de

$$345\,600 \text{ US\$/Año} - 179\,992 \text{ US\$/año} = 165\,608 \text{ US\$/año.}$$

AHORRO = 165 608 US\$/año.

En el Cuadro A se muestra un análisis similar para una potencia de 500 kW en condiciones actuales.

De esta evaluación puede verse que resulta rentable cambiar de suministrador de Energía Eléctrica; pero de todas formas es necesario realizar un estudio más detallado del proceso de producción y de las cargas que intervienen en el mismo, así como de la potencia disponible en cada Sub estación, de la distancia de las cargas a la Sub estación, análisis económico, etc. a fin de llegar a un resultado más certero.

4.5 EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

4.5.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

IDENTIFICACION DE LA INDUSTRIA.

DESCRIPCION DE LA INSTALACION Y PROCESO PRODUCTIVO

Descripción de la Instalación.

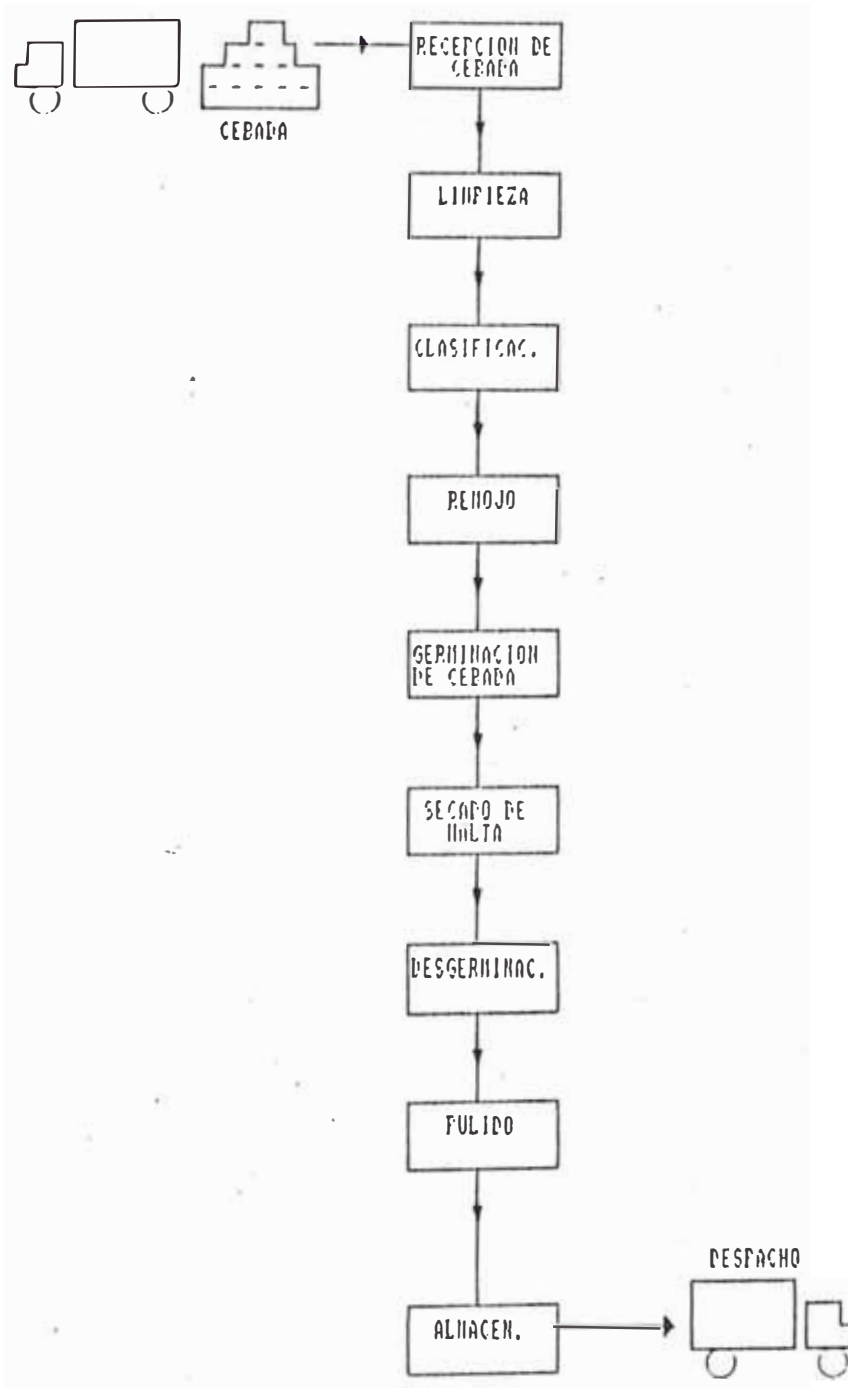
Esta industria está constituida por una planta para el procesamiento de malta cervecera y otra pequeña de alimentos para consumo humano en base a cebada y otros cereales.

Descripción del Proceso Productivo.

En el gráfico N° 24, se muestra el diagrama del proceso productivo, el cual consta de varias etapas para obtener el producto final, estas etapas son:

- Recepción de Cebada.
- Limpieza.
- Clasificación.
- Remojo.
- Germinación.
- Secado.
- Desgerminación.
- Pulido.
- Almacenamiento.

GRAFICO Nº 24
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO



Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 37

REGISTRO TOTAL - PLANTA
FECHA : 09/02/91

| Dia | Hora | Demanda (kW) | L.p. | Energia (kWh) |
|-----|-------|-----------------|-------|------------------|
| Sab | 00:00 | 1586 | -0.99 | 92198.48 |
| Sab | 00:15 | 1581 | -0.99 | 92593.73 |
| Sab | 00:30 | 1542 | -0.99 | 92979.23 |
| Sab | 00:45 | 1518 | -0.99 | 93358.74 |
| Sab | 01:00 | 1612 | -0.99 | 93761.74 |
| Sab | 01:15 | 1599 | -0.99 | 94161.49 |
| Sab | 01:30 | 1585 | -0.99 | 94557.74 |
| Sab | 01:45 | 1581 | -0.99 | 94952.90 |
| Sab | 02:00 | 1575 | -0.99 | 95346.74 |
| Sab | 02:15 | 1524 | -0.99 | 95727.74 |
| Sab | 02:30 | 1405 | -0.99 | 96078.99 |
| Sab | 02:45 | 1369 | -0.99 | 96421.23 |
| Sab | 03:00 | 1591 | -0.99 | 96818.98 |
| Sab | 03:15 | 1668 | -0.99 | 97235.98 |
| Sab | 03:30 | 1647 | -0.99 | 97647.74 |
| Sab | 03:45 | 1669 | -0.99 | 98064.98 |
| Sab | 04:00 | 1676 | -0.99 | 98493.98 |
| Sab | 04:15 | 1673 | -0.99 | 98902.23 |
| Sab | 04:30 | 1668 | -0.99 | 99319.23 |
| Sab | 04:45 | 1680 | -0.99 | 99739.23 |
| Sab | 05:00 | 1678 | -0.99 | 100158.74 |
| Sab | 05:15 | 1651 | -0.99 | 100571.49 |
| Sab | 05:30 | 1591 | -0.99 | 100969.24 |
| Sab | 05:45 | 1594 | -0.99 | 101367.74 |
| Sab | 06:00 | 1535 | -0.99 | 101751.50 |
| Sab | 06:15 | 1434 | -0.99 | 102110.00 |
| Sab | 06:30 | 1462 | -0.99 | 102475.50 |
| Sab | 06:45 | 1464 | -0.99 | 102841.50 |
| Sab | 07:00 | 1461 | -0.99 | 103206.75 |
| Sab | 07:15 | 1439 | -0.99 | 103566.50 |
| Sab | 07:30 | 1454 | -0.99 | 103930.00 |
| Sab | 07:45 | 1475 | -0.99 | 104298.75 |
| Sab | 08:00 | 1507 | -0.99 | 104675.50 |
| Sab | 08:15 | 1613 | -0.99 | 105078.75 |
| Sab | 08:30 | 1683 | -0.99 | 105499.50 |
| Sab | 08:45 | 1696 | -0.99 | 105923.50 |
| Sab | 09:00 | 1700 | -0.99 | 106348.50 |

Fuente : CENERGIA

Continúa CUADRO Nº 37

| Día | Hora | Demanda (kW) | f.p. | Energía (kWh) |
|-----|-------|-----------------|-------|------------------|
| Sab | 09:15 | 1702 | -0.99 | 106774.00 |
| Sab | 09:30 | 1695 | -0.99 | 107197.75 |
| Sab | 09:45 | 1634 | -0.99 | 107606.26 |
| Sab | 10:00 | 1676 | -0.99 | 108025.26 |
| Sab | 10:15 | 1728 | -0.99 | 108457.26 |
| Sab | 10:30 | 1708 | -0.99 | 108884.26 |
| Sab | 10:45 | 1692 | -0.99 | 109307.26 |
| Sab | 11:00 | 1671 | -0.99 | 109725.01 |
| Sab | 11:15 | 1707 | -0.99 | 110151.76 |
| Sab | 11:30 | 1730 | 0.99 | 110584.26 |
| Sab | 11:45 | 1797 | 0.99 | 111033.50 |
| Sab | 12:00 | 1493 | -0.99 | 111406.75 |
| Sab | 12:15 | 1592 | -0.99 | 111804.75 |
| Sab | | 1684 | 0.99 | 112225.75 |
| Sab | 12:45 | 1712 | 0.99 | 112653.75 |
| Sab | 13:00 | 1428 | -0.99 | 113010.75 |
| Sab | 13:15 | 1448 | -0.99 | 113372.75 |
| Sab | 13:30 | 1513 | -0.99 | 113751.00 |
| Sab | 13:45 | 1648 | -0.99 | 114163.00 |
| Sab | 14:00 | 1698 | 0.99 | 114587.50 |
| Sab | 14:15 | 1344 | -0.99 | 114923.50 |
| Sab | 14:30 | 1278 | -0.99 | 115243.01 |
| Sab | 14:45 | 1236 | -0.99 | 115552.01 |
| Sab | 15:00 | 1293 | -0.99 | 115875.26 |
| Sab | 15:15 | 1272 | -0.99 | 116193.26 |
| Sab | 15:30 | 1281 | -0.99 | 116513.50 |
| Sab | 15:45 | 1332 | -0.99 | 116846.50 |
| Sab | 16:00 | 1265 | -0.99 | 117162.75 |
| Sab | 16:15 | 1291 | -0.99 | 117485.50 |
| Sab | 16:30 | 1290 | -0.99 | 117808.00 |
| Sab | 16:45 | 1290 | -0.99 | 118130.50 |
| Sab | 17:00 | 1273 | -0.99 | 118448.74 |
| Sab | 17:15 | 1202 | -0.98 | 118749.25 |
| Sab | 17:30 | 1169 | -0.98 | 119041.50 |
| Sab | 17:45 | 1200 | -0.98 | 119341.50 |
| Sab | 18:00 | 1173 | -0.97 | 119634.74 |
| Sab | 18:15 | 1119 | -0.96 | 119914.50 |
| Sab | 18:30 | 1097 | -0.96 | 120188.74 |

Fuente : CENERGIA

Continúa CUADRO Nº 37

| Día | Hora | Demanda (kW) | f.p. | Energía (kWh) |
|-------------------|--------|-----------------|-------|------------------|
| Sab | 18:45 | 1035 | -0.95 | 120447.50 |
| Sab | 19:00 | 1145 | -0.98 | 120733.74 |
| Sab | 19:15 | 1293 | -0.99 | 121050.99 |
| Sab | 19:30 | 1302 | -0.99 | 121382.50 |
| Sab | 19:45 | 1279 | -0.99 | 121702.25 |
| Sab | 20:00 | 1300 | -0.99 | 122027.25 |
| Sab | 20:15 | 1304 | -0.99 | 122353.25 |
| Sab | 20:30 | 1260 | -0.98 | 122670.25 |
| Sab | 20:45 | 1273 | -0.98 | 122908.50 |
| Sab | 21:00 | 1283 | -0.98 | 123309.25 |
| Sab | 21:15 | 1272 | -0.98 | 123627.25 |
| Sab | 21:30 | 1270 | -0.98 | 123946.75 |
| Sab | 21:45 | 1294 | -0.99 | 124270.26 |
| Sab | 22:00 | 1256 | -0.98 | 124504.26 |
| Sab | 22:15 | 1212 | -0.98 | 124887.26 |
| Sab | 22:30 | 1200 | -0.98 | 125100.75 |
| Sab | 22:45 | 1416 | -0.99 | 125642.75 |
| Sab | 23:00 | 1439 | -0.99 | 125902.50 |
| Sab | 23:15 | 1417 | -0.99 | 126250.75 |
| Sab | 23:30 | 1454 | -0.99 | 126620.26 |
| Sab | 23:45 | 1638 | -0.99 | 127029.76 |
| Dom | 00:00 | 1681 | -0.99 | 127450.01 |
| PROMEDIO | H.P. | 1250 | | |
| | H.F.P. | 1530 | | |
| | DIA | 1460 | 0.99 | |
| MAXIMA DEMANDA | H.P. | 1439 | | |
| | H.F.P. | 1797 | | |
| TOTAL | H.P. | | | 6267.70 |
| | H.F.P. | | | 28983.77 |
| | DIA | | | 35251.53 |

Fuente : CENERGIA

CUADRO No. 38

MEDICIONES PUNTUALES EN MOTORES

| AREA | MOTOR O CARGA | CARACTERISTICAS NOMINALES DEL MOTOR | | | | | | | PARAMETROS MEDIDOS | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | Volt. | Amp. | HP | kW | Cond | RPM | CLASR | Amp. | kW | Cond | RPM 1 | RPM 2 | F.C. % |
| GERMINACION S.R. "H" | VENTILADOR DE GERMINACION No.1 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 40.0 | 11.9 | 0.817 | 1764 | 620 | 94 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.2 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 41.4 | 12.4 | 0.787 | | | 98 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.3 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 41.8 | 13.0 | 0.789 | 1760 | 620 | 103 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.4 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 40.8 | 12.5 | 0.797 | 1760 | 620 | 99 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.5 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 44.4 | 11.2 | 0.863 | 1761 | 618 | 88 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.6 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | | | | | | |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.7 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 40.2 | 9.3 | 0.827 | | | 73 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.8 | 220 | 45 | 17.0 | 12.7 | 0.84 | 1760 | R | 44.0 | 11.1 | 0.860 | | | 88 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.9 | 220 | 62 | 24.0 | 17.9 | | 1745 | R | 48.6 | 14.3 | 0.802 | | 781 | 80 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.10 | 220 | 62 | 24.0 | 17.9 | | 1745 | R | 46.7 | 13.7 | 0.768 | | | 77 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.11 | 220 | 62 | 24.0 | 17.9 | | 1745 | R | 52.0 | 14.7 | 0.783 | | 784 | 82 |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.12 | 220 | 62 | 24.0 | 17.9 | | 1745 | R | | | | | | |
| | VENTILADOR DE GERMINACION No.13 | 220 | 62 | 24.0 | 17.9 | | 1745 | R | 48.2 | 14.2 | 0.761 | | 775 | 79 |
| BOMBA AGUA 8" COMPRESOR ASTRA | 220 | 107 | 41.6 | 31.0 | 0.86 | 1750 | R | 94.2 | 28.9 | 0.805 | | | 93 | |
| BOMBA AGUA 8" COMPRESOR MYCOM | 220 | 121 | 49.6 | 37.0 | | 1750 | F | 92.5 | 28.5 | 0.820 | | | 77 | |
| BOMBA AGUA 8" SEGUNDA ETAPA | 220 | 118 | 49.6 | 37.0 | | 3525 | | 47.5 | 12.1 | | | | 33 | |
| SECAPO S.R. "C" | VENTILADOR HORNO VIEJO 110 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 91.1 | 31.5 | 0.864 | 1735 | | 85 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 111 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 92.2 | 31.4 | 0.867 | 1743 | | 85 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 112 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 96.9 | 32.8 | 0.872 | | | 89 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 113 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 91.5 | 31.0 | 0.871 | | | 84 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 114 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 107.5 | 37.3 | 0.882 | | 678 | 101 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 115 | 220 | 123 | 49.6 | 37.0 | 0.88 | 1764 | H | 99.7 | 35.0 | 0.883 | 1745 | 631 | 95 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 116 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 110.1 | 38.0 | 0.885 | 1737 | 665 | 103 |
| | VENTILADOR HORNO VIEJO 117 | 220 | 114 | 49.6 | 37.0 | 0.85 | 1750 | | 97.9 | 33.0 | 0.878 | | 640 | 89 |
| | VENTILADOR HORNO NUEVO No.1 | 220 | 427 | 176.9 | 132.0 | 0.88 | 1755 | F | 309.0 | 106.0 | 0.878 | 1767 | | 80 |
| | VENTILADOR HORNO NUEVO No.2 | 220 | 427 | 176.9 | 132.0 | 0.88 | 1755 | F | 307.7 | 94.0 | 0.865 | 1768 | | 71 |
| | BOMBA AGUA CALIENTE HORNO VIEJO-152 | 220 | 22 | 7.9 | 5.9 | 0.86 | 1140 | F | 20.0 | 5.3 | | 1161 | | 90 |
| | COMPRESOR DE VACIO HARRMAN 97 | 220 | 244 | 96.4 | 71.9 | 0.85 | 1180 | R | 149.3 | 42.0 | 0.648 | | | 58 |
| | COMPRESOR DE VACIO HARRMAN 97 A | 220 | 244 | 96.4 | 71.9 | 0.85 | 1180 | R | 106.3 | 27.0 | 0.632 | | | 38 |
| COMPRESOR DE VACIO HARRMAN 97 C | 220 | 230 | 88.8 | 66.2 | | 1165 | R | 143.0 | 36.0 | 0.501 | | | 54 | |
| ADYUVALES: S.R. "C" | COMPRESOR SHILAIR | 220 | | | | | | | 97.2 | 33.4 | 0.817 | | | |
| | COMPRESOR JOY CARGA (3 req.) | 220 | 76 | 30.6 | 22.8 | 0.87 | 1750 | R | 58.9 | 19.2 | 0.744 | | | 84 |
| | COMPRESOR JOY DESCARGA (7 req.) | | | | | | | | 29.2 | 6.8 | 0.368 | | | |
| S.R. "D" | COMPRESOR HJ3 ASTRA No.3 | 220 | 720 | 308.3 | 230.0 | 0.91 | 1760 | B | 645.7 | 223.0 | 0.879 | | | 97 |
| | BOMBA AGUA COMPRESOR ASTRA 157 | 220 | | | | | | | 52.5 | 16.0 | 0.708 | | | |
| | BOMBA AGUA COMPRESOR ASTRA 158 | 220 | | | | | | | 50.3 | 16.2 | 0.746 | | | |
| | BOMBA AGUA COMPRESOR ASTRA 160 | 220 | | | | | | | 51.0 | 16.1 | 0.736 | | | |
| | COMPRESOR MYCOM | 2300 | | | | | | | 78.1 | 298.5 | 0.830 | | | |

RPM 1 = VELOCIDAD DEL MOTOR PRIMO

RPM 2 = VELOCIDAD DE LA CARGA

Fuente : CENERGIA

CA CUADRO N° 39

PLANTA DE ALIMENTOS

CUADRO RESUMEN DE MEJORAS ELECTRICAS

| EQUIPO DE ENERGIA | MEJORAS | AHORROS | | | | RET. DE LA INV. |
|----------------------|--|----------------------|------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|
| | | ENERGIA ELECTRICA | | | | |
| | | 10 ⁻³ kWh | 10 ⁻³ kVARh | 10 ⁻³ US\$ | % | |
| Horno de Secado | Control Operativo de Hornos | 324.00 | | 44.55 | | |
| Energia Reactiva | Compensación de Energia Reactiva | | 143.20 | 2.86 | | |
| | Compensación por Areas | 2.90 | 23.20 | 1.35 | | |
| | Compensación por Cargas | 3.80 | 18.27 | 1.21 | | |
| Motores de Inducción | Regulación de velocidad en ventiladores hornos viejos | 2.40 | 14.40 | 0.95 | | |
| Iluminación | Por cambio de 1000 Lámparas fluorescentes de 40 x 36 W | 4.00 | 20.16 | 1.43 | | |
| T O T A L () | | 335.90 | 74.03 | 143.20 | 52.36 | |

BASE DE CALCULO:

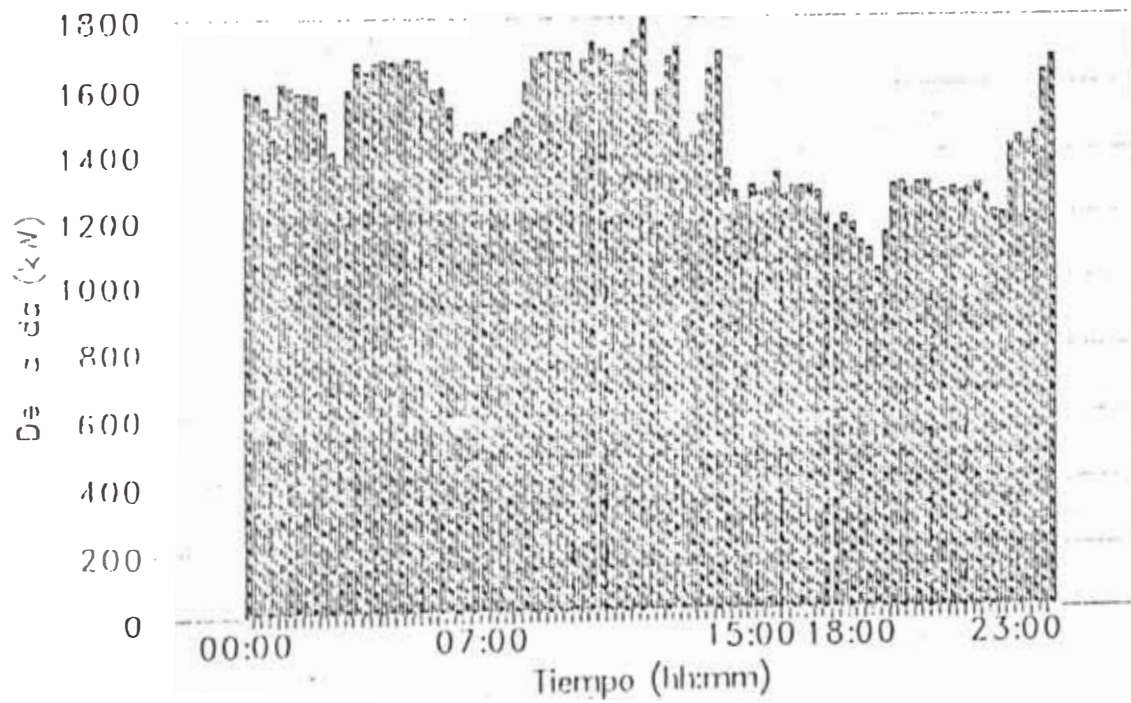
Energía Eléctrica : 12 690 550 kWh/año

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 25

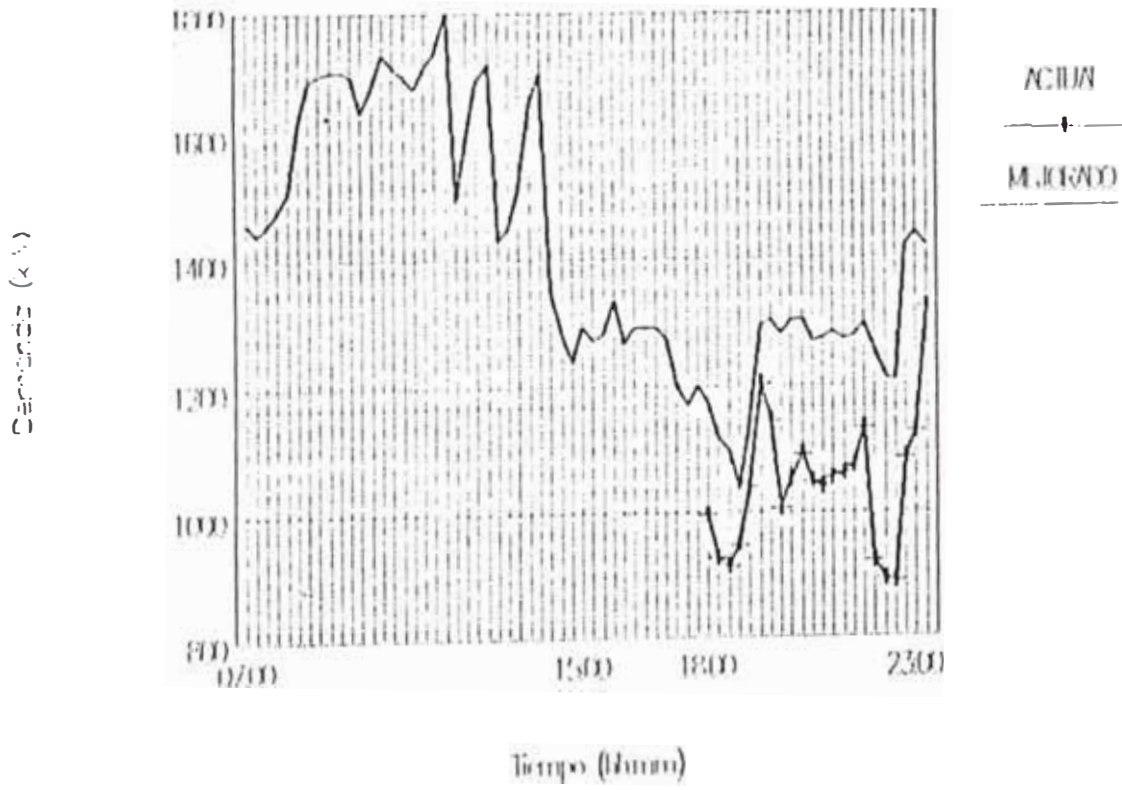
DIAGRAMA DE CARGA TOTAL PLANTA

FECHA : 09/02/91



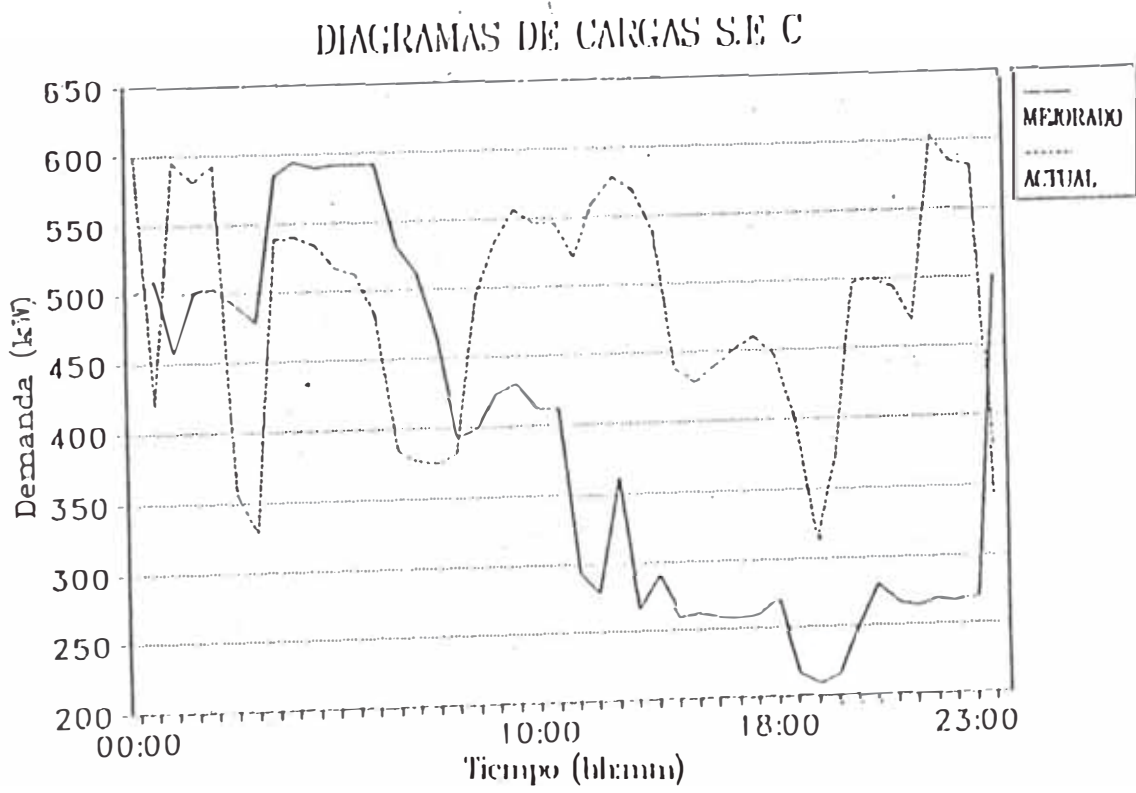
Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 26
DIAGRAMA DE CARGA TOTAL PLANTA
ACTUAL Y MEJORADO



Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 27



Fuente : CENERGIA

REDUCCION DE POTENCIAS SUSCRITAS EN HORA PUNTA

Debido a la política tarifaria actual emitida por la Comisión de Tarifas Eléctricas, es conveniente reducir la potencia suscrita, la misma que estará en periodo de prueba y podrá ser modificada cada tres meses.

En este periodo de prueba, la empresa podrá administrar cuidadosamente su demanda y si es posible reducirla a fin de conseguir mayores beneficios.

Para el caso de Malleria Lima S.A., en base a los valores históricos y a los registros realizados por CENERGIA, para determinar el consumo de energía eléctrica: la potencia suscrita en horas punta puede ser reducida hasta 1 550 kW, en las condiciones actuales y por la recomendación hecha referente al desplazamiento de los horarios de operación de los hornos de secado nuevos.

Los ahorros económicos a conseguir por la suscripción a una nueva potencia en horas punta es:

ESTACION SECA: MAYO A NOVIEMBRE

Pago actual : 1 750 kW x 10,08 US\$/kW-mes = 17 640 US\$/mes
 Pago futuro : 1 550 kW x 10,08 US\$/kW-mes = 15 624 US\$/mes

Ahorro mensual : 2 016 US\$/mes

ESTACION HUMEDA: DICIEMBRE A ABRIL

Pago actual : 1 750 kW x 5,88 US\$/kW-mes = 10 290 US\$/mes
 Pago futuro : 1 550 kW x 5,88 US\$/kW-mes = 9 114 US\$/mes

Ahorro mensual : 1 176 US\$/mes

Ahorro Anual 2 016 * 7 mes/año 1 176 * 5 mes/año

Ahorro Anual = 20 000 US\$/año

4.6. PARA UNA PLANTA METAL MECANICA

4.6.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION

IDENTIFICACION DE LA INDUSTRIA.

DESCRIPCION DE LA INSTALACION Y PROCESO PRODUCTIVO

Descripción de la Instalación.

La industria está constituida por las siguientes plantas:

- Planta de Trefilación
- Planta de Cableado
- Planta de Esmaltados
- Planta de Cables Telefónicos
- Planta de Cables Energía
- Planta de PVC

Descripción del proceso productivo.

En el gráfico N° 28, se muestra el diagrama del proceso productivo , en la que se muestra las diferentes etapas para la obtención del producto final, estas etapas son:

- Recepción de Alambrón de cobre.
- Decapado.
- Trefilación.
- Sección de Cableados
- Sección de Retrefilado
- Sección de Esmaltado
- Sección Telefónicos
- Sección de Retrefilado.
- Sección de Esmaltado.
- Sección Telefónicos.
- Almacén.
- Sección de Cableados..

DEFICION :
 SUMINISTRO:
 TARIFA: MT1 - 93 A

POTENCIA CONTRATADA : 1740 KW.
 POTENCIA SUSCRIPTA H.P. : 1740 KW
 POTENCIA SUSCRIPTA H.F.P. : 1740 KW

RECORD HISTORICO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA PERIODO : SET 89 A SET 91

| MESES . | MAX. DEM. REAL (KW) | | | MAX. DEM. FACT. (KW) | | | (KVA) | | | ENERGIA REACTIVA (KVARh) | EXCESO PAGADO (KW) | |
|----------------|---------------------|------|--------|----------------------|------|--------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------|------|
| | DIA | H.P. | H.F.P. | DIA | H.P. | H.F.P. | H.P. | H.F.P. | TOTAL | | | |
| | | | | | | | | | | | | F.P. |
| SET.89 | 1400 | | | 1400 | | | 5200 | 350800 | 356000 | 185800 | 0.887 | 340 |
| OCT.89 | 1580 | | | 1580 | | | 9600 | 402400 | 412000 | 188800 | 0.909 | 180 |
| NOV.89 | 1440 | | | 1440 | | | 92000 | 164000 | 256000 | 121600 | 0.903 | 300 |
| DIC.89 | | 1740 | 1560 | | 1740 | 1740 | 57450 | 218510 | 276000 | 141600 | 0.890 | 180 |
| ENE.90 | | 1740 | 1360 | | 1740 | 1740 | 60800 | 323200 | 334000 | 186000 | 0.900 | 390 |
| FEB.90 | | 1740 | 1480 | | 1740 | 1740 | 47600 | 308400 | 356000 | 175600 | 0.897 | 260 |
| MAR.90 | | 1740 | 1560 | | 1740 | 1740 | 84000 | 404000 | 488000 | 247200 | 0.892 | 180 |
| ABR.90 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 33200 | 266800 | 300000 | 147200 | 0.898 | 340 |
| MAY.90 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 20000 | 328000 | 343000 | 191200 | 0.876 | 340 |
| JUN.90 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 14000 | 262000 | 278000 | 150400 | 0.878 | 340 |
| JUL.90 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 18800 | 285200 | 304000 | 162200 | 0.881 | 340 |
| AGO.90 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 20000 | 294000 | 304000 | 144800 | 0.903 | 340 |
| SET.90 | | 1740 | 1320 | | 1740 | 1740 | 53600 | 214400 | 268000 | 130000 | 0.900 | 420 |
| OCT.90 | | 1740 | 1120 | | 1740 | 1740 | 81200 | 202800 | 284000 | 124000 | 0.916 | 620 |
| NOV.90 | | 1740 | 1160 | | 1740 | 1740 | 36400 | 239500 | 276000 | 127200 | 0.908 | 580 |
| DIC.90 | | 1740 | 1320 | | 1740 | 1740 | 42800 | 241200 | 284000 | 110400 | 0.932 | 420 |
| ENE.91 | | 1740 | 1320 | | 1740 | 1740 | 52800 | 262200 | 316000 | 133200 | 0.821 | 420 |
| FEB.91 | | 1740 | 1320 | | 1740 | 1740 | 62400 | 269600 | 332000 | 150400 | 0.911 | 420 |
| MAR.91 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 73200 | 314800 | 388000 | 203600 | 0.885 | 340 |
| ABR.91 | | 1740 | 1320 | | 1740 | 1740 | 86000 | 362000 | 428000 | 196000 | 0.909 | 420 |
| MAY.91 | | 1740 | 1240 | | 1740 | 1740 | 58800 | 299200 | 348000 | 165200 | 0.903 | 500 |
| JUL.91 | | 1740 | 1640 | | 1740 | 1740 | 52400 | 299600 | 352000 | 190000 | 0.880 | 100 |
| AGO.91 | | 1740 | 1400 | | 1740 | 1740 | 59600 | 324400 | 384000 | 212000 | 0.875 | 340 |
| SET.91 | | 1740 | 1280 | | 1740 | 1740 | 45200 | 258800 | 304000 | 176800 | 0.964 | 460 |
| PROMEDIO | | 1740 | 1371 | | 1740 | 1740 | 47795 | 286538 | 334333 | 165083 | 0.897 | 357 |
| TOTAL ANUAL | | | | | | | 573545 | 3438455 | 4012000 | 1961000 | | 4280 |
| TOTAL DOS AÑOS | | | | | | | 1147090 | 6876910 | 8024000 | 3922000 | | 8560 |
| MAXIMO | | 1740 | 1640 | | 1740 | 1740 | | | | | | |

Fuente : CENERGIA

NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDADOS
PARA DIVERSOS TIPOS DE AREAS VISUALES

| TIPO DE TAREA VISUAL | ILUMINACION SOBRE EL PLANO DE TRABAJO | EJEMPLOS TÍPICOS DE TAREAS VISUALES |
|--|---------------------------------------|--|
| Visión apenas ocasional | 100 | <ul style="list-style-type: none"> • Ejemplo, en circulaciones de poco tránsito. • Sala de calderas. • Depósitos de materiales opacos. • Armarios. • Restaurantes. • Galerías de arte (ilum. general) • Gimnasios. • Trabajos opacos, intermitentes y mecánicos (100 Lux). |
| Tareas intermitentes, contrastes fuertes. | 100 a 200 | <ul style="list-style-type: none"> • Inspección general y conteo de partes de stock (200 Lux). • Montaje de máquinas pesadas (200 Lux). • Sala de conferencias (200 Lux). • Circulaciones (100 Lux). |
| Tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medios. | 300 a 500 | <ul style="list-style-type: none"> • Tareas medias, mecánicas manuales (300 Lux). • Inspección y montaje. • Trabajos de escritorios tales como: lectura, sala de clase, oficinas. • Laboratorios: 300 Lux (general) (500 Lux). |
| Tareas severas y prolongadas y de poco contraste. | 500 a 700 | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajos finos, mecánicos y manuales. • Pintura extrafina. • Costura de ropa oscura • Dibujo. |

Fuente: Boletín OLADE 1987

CUADRO Nº 43

AHORROS POR REDUCCION DE MAXIMA DEMANDA

| C | MDp | MD | X | MD(1-X) | $C2 - MD(1-X) \cdot C$ | $FC - MDp/MD$ |
|----------------|-----|------|------|---------|------------------------|---------------|
| \$/KW-MES | | | | | \$/MES | |
| 5.30 | 652 | 1234 | 0.00 | 1234 | 6540 | 0.520 |
| | | | 0.01 | 1222 | 6476 | 0.534 |
| | | | 0.02 | 1209 | 6409 | 0.539 |
| | | | 0.03 | 1197 | 6344 | 0.545 |
| | | | 0.04 | 1185 | 6279 | 0.550 |
| | | | 0.05 | 1172 | 6213 | 0.556 |
| | | | 0.06 | 1160 | 6148 | 0.562 |
| | | | 0.07 | 1148 | 6082 | 0.568 |
| | | | 0.08 | 1136 | 6017 | 0.574 |
| | | | 0.09 | 1123 | 5952 | 0.581 |
| | | | 0.10 | 1111 | 5886 | 0.587 |
| | | | 0.11 | 1098 | 5821 | 0.594 |
| | | | 0.12 | 1086 | 5755 | 0.600 |
| | | | 0.13 | 1074 | 5690 | 0.607 |
| | | | 0.14 | 1061 | 5625 | 0.614 |
| | | | 0.15 | 1049 | 5559 | 0.622 |
| AHORRO MENSUAL | | | | | 881 | |
| AHORRO ANUAL | | | | | 11772 | |

C : COSTOS PROMEDIO DE MAXIMA DEMANDA HORA FUERA DE PUNTA
MDp : MAXIMA DEMANDA PROMEDIO (KW) (18.11.91).
MD : MAXIMA DEMANDA (PICO) (KW) (18.11.91).
X : VARIACION PORCENTUAL.
MD(1-X) : REDUCCION DE MAXIMA DEMANDA (KW).
C2 : PAGO MENSUAL POR MAXIMA DEMANDA \$/MES.
FC : FACTOR DE CARGA

Fuente : CENERGIA

CUADRO RESUMEN DE AHORROS DE ENERGIA ELECTRICA

| M E J O R A S | A H O R R O S A N U A L E S | | | | | | INVERSION US\$ | RET. INVER. MESES |
|--|-------------------------------|------|--------|-----|---------|----|-------------------|----------------------|
| | kW | % | kWh | % | kVAHh | % | | |
| SUSCRICION A NUEVAS POTENCIAS | | | | | | | | |
| .Hora Punta | 540.0 | 31.0 | | | | | 61587 | |
| .Hora Fuera de Punta | 140.0 | 9.0 | | | | | 9898 | |
| COMPENSACION REACTIVA | | | | | 1872000 | 94 | 41184 | 9 |
| .Compensación Global | | | | | | | 774 | |
| .Reducción de pérdidas de potencia | 1.3 | 0.1 | 10720 | 0.3 | | | 5150 | |
| CONTROL OPERATIVO DE MOTORES | 14.9 | 1.2 | 50061 | 1.3 | | | 4452 | |
| CONTROL DE RESISTENCIAS EXTRAUSCPAS | 20.0 | 1.6 | 18000 | 0.5 | | | | |
| TRASLADO DE CARGAS DEL GRUPO ELECTROGENO A LA RED DE ELECTROLIMA | | | | | | | 6430 | |
| SISTEMA DE ILUMINACION | | | | | | | | |
| .Control de Encendido de Lámparas. | 31.3 | 2.5 | 92680 | 2.4 | | | 5303 | |
| .Sustitución de fluorescentes de 40W x 36W | 1.7 | 0.1 | 4590 | 0.1 | | | 240 | |
| REDUCCION DE MAXIMA DEMANDA (*) | | | | | | | | |
| .Desplazamiento de Carga en H.P. | 261.0 | 21.2 | | | | | 29788 | |
| .Control de Carga en H.F.P. | 195.0 | 15.0 | | | | | 11772 | 7 |
| T O T A L | | | 176051 | 4.8 | 1872000 | 94 | 134188 | 37758 |

B A S E S D E C A L C U L O :

Energía activa 3852264 kWh/año
 Energía reactiva 1981000 kVAH/año
 Máxima Demanda H.P. = 818 kW
 Máxima Demanda H.F.P. = 1204 kW

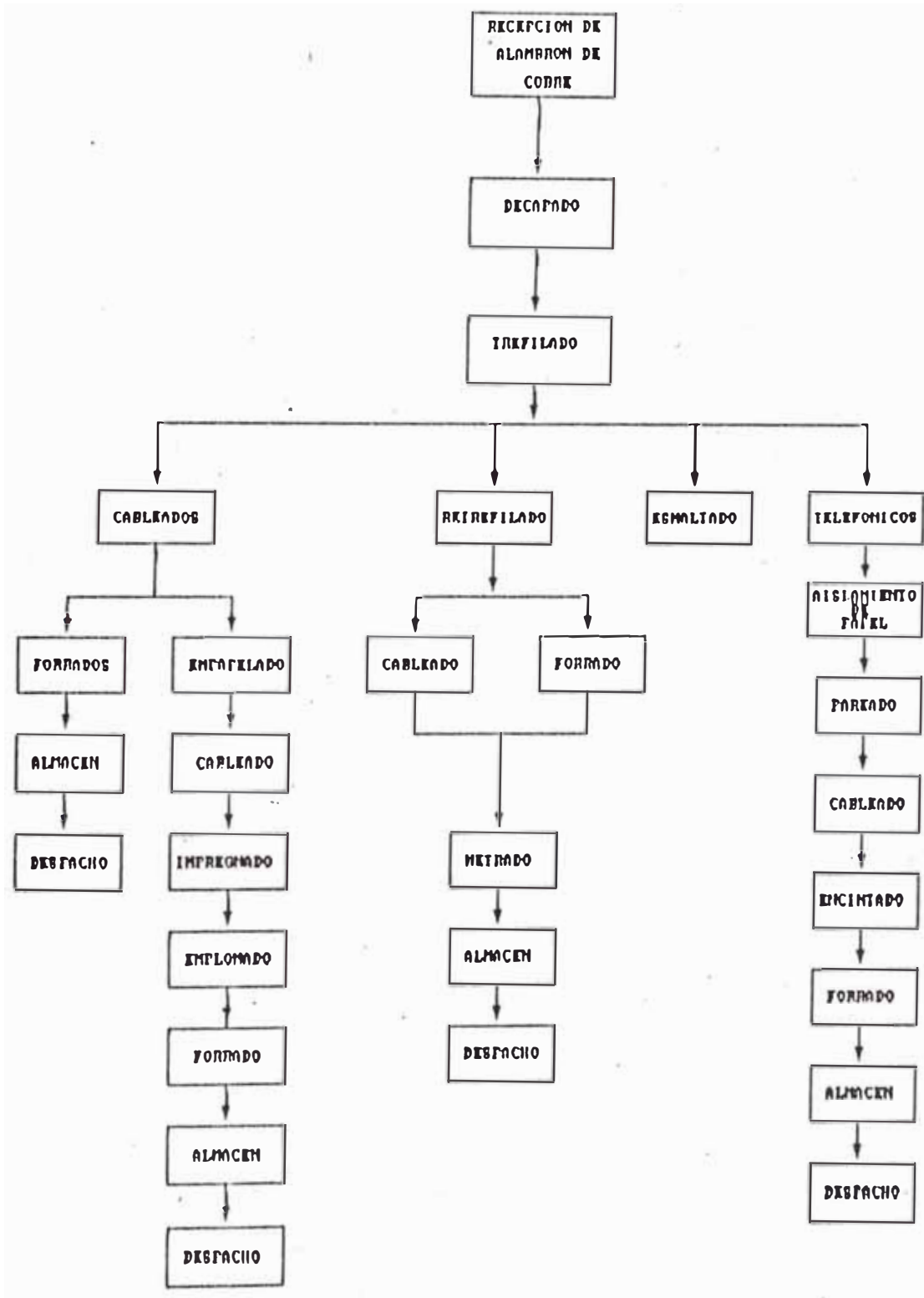
POTENCIA SUSCRITA H.P. : 1740 kW
 POTENCIA SUSCRITA H.F.P. : 1740 kW
 I US\$ = 5/. 1.00

(*) Esta mejora es FUTURA, debe implementarse después de suscribirse a nuevas potencias y realizar nuevas mediciones

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 28

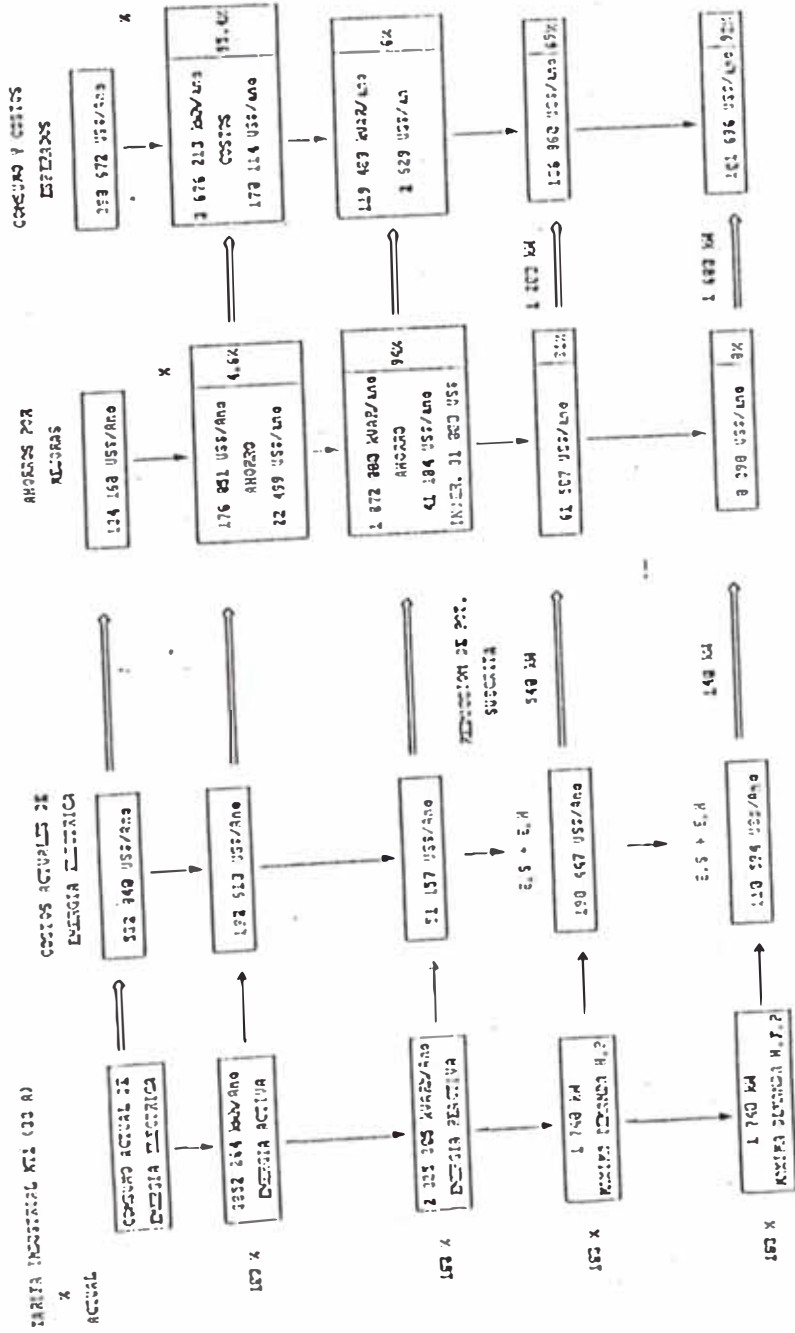
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO



Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 29

AHORRO DE ENERGIA E INVERSIONES



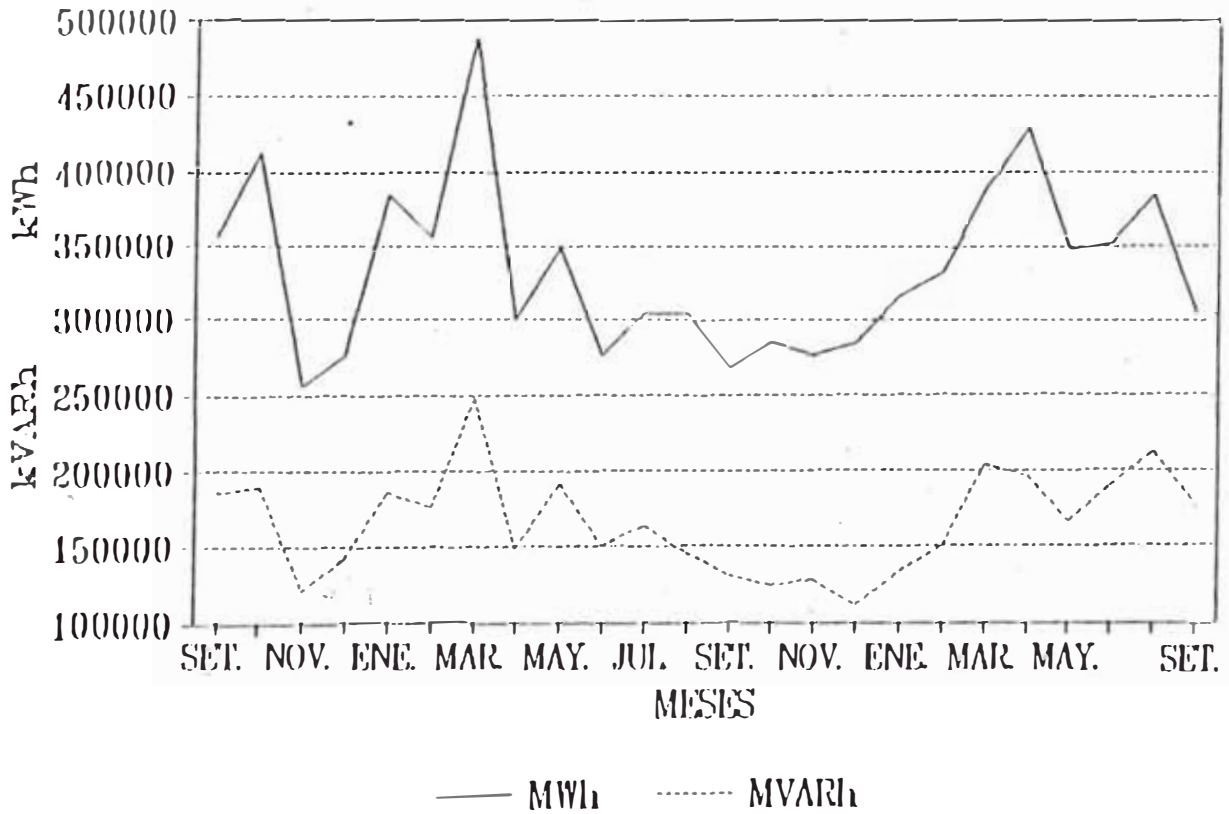
E.S = DISTRIBUCION SECA
 E.H = DISTRIBUCION HUMEDA

INVERSIONES
 BANCO VE COMERCIALIZADORAS 37.750 USD
 CONTROLADOR ELECTRONICO DE ENERGIA 6.750 USD
 TOTAL 37.750 USD

Fuente : CENERGIA

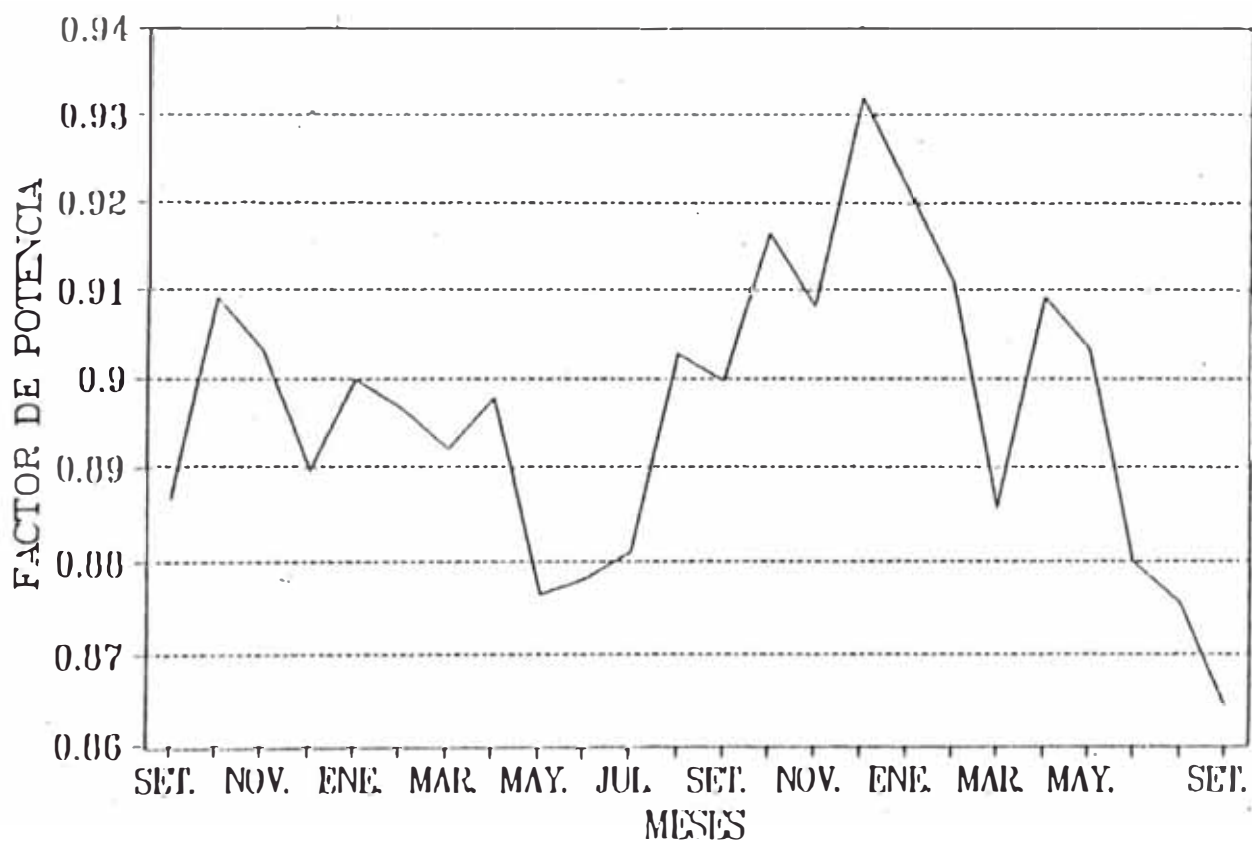
GRAFICO Nº 30

CONSUMO HISTORICO E. ACTIVA Y REACTIVA
PERIODO SET. 89 - SET 91



Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 31

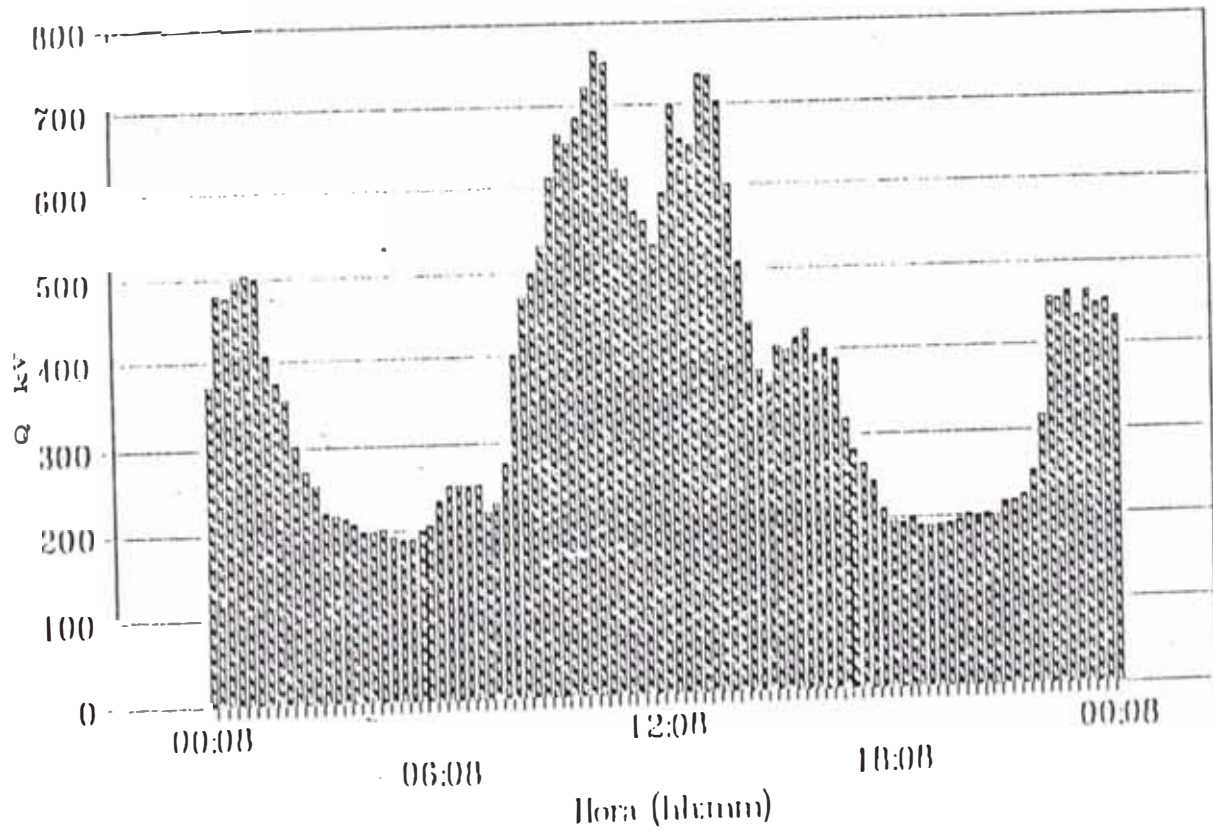
EVOLUCION HISTORICA DEL FAC. POT.
PERIODO SET. 89 - SET 91

Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 32

POTENCIA REACTIVA S.E. ELECTROLIMA

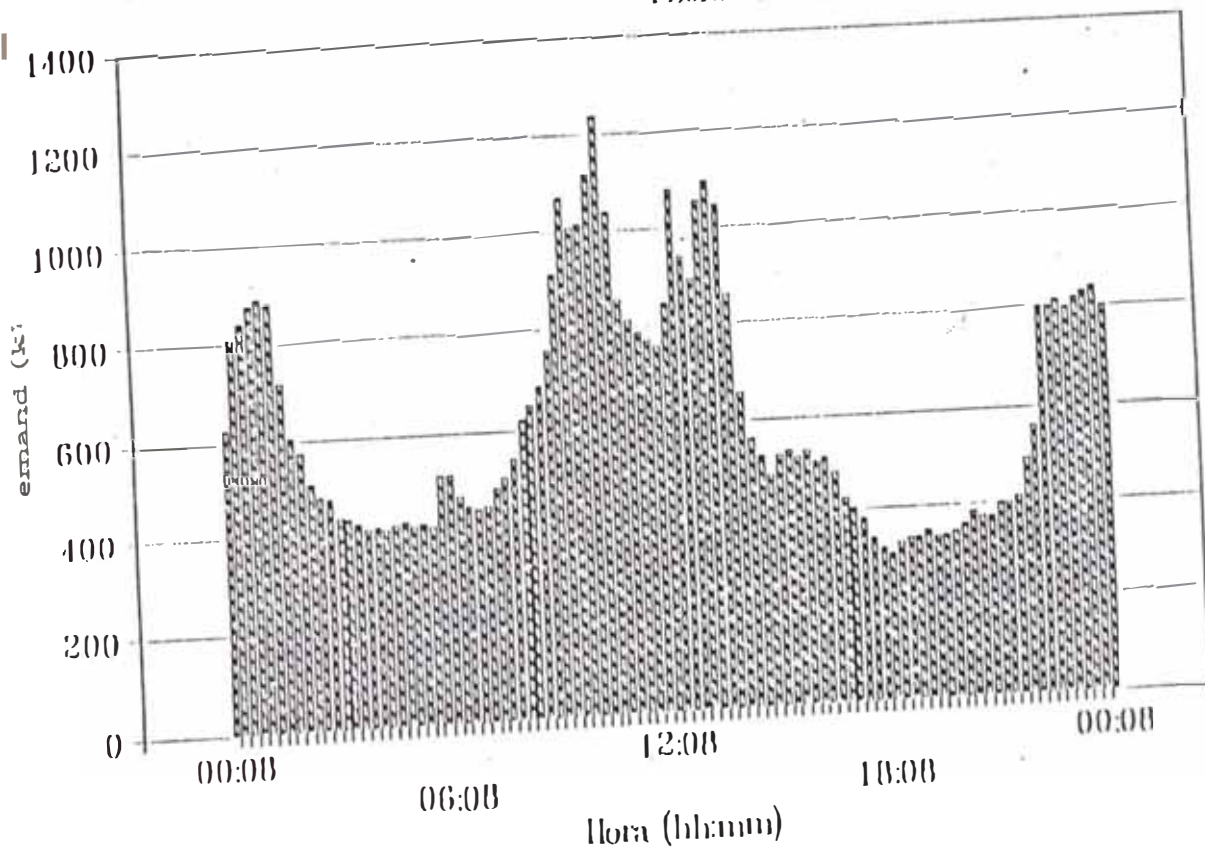
FECHA: 16.11.91



Fuente : CENERGIA

GRAFICO Nº 33

DIAGRAMA DE CARGA S.E. ELECTROLIMA
FECHA: 16.11.91



Fuente : CENERGIA

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.- El objetivo fundamental de la Gestión Energética es la obtención de un rendimiento óptimo de la energía, sin detrimento de la calidad y/o cantidad de producción en cada uno de los procesos o servicios donde su uso es indispensable.

2.- Estas medidas generan puestos de trabajo e incremento del producto bruto interno (PBI), por unidad de energía empleada en producir un bien o un servicio.

Además, estas actividades movilizan a empresas, tales como : las empresas de servicio de ingeniería, empresas suministradoras de bienes de equipos, la industria metal mecánica, minería del carbón, explotación y comercialización de gas natural, entre otras.

3.- De los estudios realizados por los países desarrollados, se concluye que existen grandes posibilidades de ahorro de energía. En principio se dieron unos valores importantes pero discretos; si bien, en la medida que se ha profundizado en investigaciones al respecto y desarrollado operaciones demostrativas de nuevas tecnologías concebidas con criterios de conservación y uso racional de la energía, las posibilidades de ahorro, se ven incrementado continuamente.

Es por ello que la conservación de energía se ha constituido en la primera medida a adoptar por todos los países, como la fuente virtual de aprovisionamiento, más accesible y barata que puede ser efectiva a corto plazo e ir tomando mayor importancia en el transcurso del tiempo.

- 4.- Actualmente la oferta de la energía en el Perú proveniente de recursos nacionales es insuficiente y es por lo tanto necesario importar hidrocarburos.

El desarrollo de nuevos recursos energéticos requerirá de grandes inversiones y largos plazos de maduración.

La conservación de energía es una alternativa de bajo costo y de rápida ejecución que permite ampliar la oferta de energía disponible, que puede alcanzar porcentajes que varían entre 15 al 40 % dependiendo del sector Industrial en el que se realicen los trabajos.

- 5.- Las causas del déficit de ofertas son la siguiente:

La producción de petróleo, fuente principal del suministro de energía, es insuficiente para satisfacer la demanda actual y futura del país debido fundamentalmente al agotamiento de sus reservas.

- El país no cuenta con los recursos financieros necesarios para desarrollar a corto plazo los proyectos que darán solución a estos problemas.

Las condiciones del mercado mundial del petróleo hacen difícil la captación de financiamiento externo para el desarrollo de recursos energéticos nacionales.

6.- Como respuesta a esta crisis es necesario que el gobierno impulse una política de conservación de energía dirigida a :

- El desarrollo de proyectos de sustitución del petróleo por otras fuentes con mayor reservas, como lo son el carbón y gas natural.

Implementar un programa agresivo de ahorro de energía en los próximos años que permitan, juntamente con la sustitución, cambiar la tendencia creciente del país de neto importador de petróleo recuperando su condición de autosuficiencia de hidrocarburos al más breve plazo.

La situación eléctrica del Perú es la siguiente y como conclusiones se tiene que :

- a. La capacidad instalada total del país es del orden de 4,200 MW, de los cuales aproximadamente 60% es hidroeléctrica y 40% térmica.
- b. Sólo un 44% de la población tiene acceso a servicio eléctrico, siendo las diferencias regionales muy grandes ya que mientras que en el departamento de Lima el coeficiente de electrificación es del 72%, en algunas regiones del Centro y Sur del país se alcanza escasamente al 16%.
- c. El consumo per cápita en el año 1989 fue de 630 kWh/hab, valor bastante bajo con respecto al promedio de los países latinoamericanos que es del orden de 1200 kWh/Hab.

- d. El Perú sin embargo es un país rico en recursos energéticos útiles para la generación eléctrica. Tales como la hidroelectricidad, el gas natural, el carbón, geotermia, etc., El recurso más conocido es la hidroelectricidad cuyo potencial técnico y económicamente aprovechable es de 58,000 MW, de lo cual solo un 4%, se esta aprovechado actualmente.
- e. De acuerdo a los estudios se tiene que la demanda eléctrica para el mediano plazo, hasta el 1995, se estima en 400 a 500 MW adicionales para los que se piensa implementar pequeñas obras de afianzamiento hídrico, programas de rehabilitación de Centrales y nuevas Centrales térmicas de emergencia
- f. Para más allá de 1995 el desarrollo eléctrico del país podría contar con aportes sustantivos de recursos que actualmente casi no se aprovecha como es el gas natural ó el carbón.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1- CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA (MADRID): TECNICA DE CONSERVACION DE ENERGETICA EN LA INDUSTRIA (2 TOMOS).
- 2- ISA-ANDI : MANUAL DE AHORRO DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA.
- 3- BERNAD BAUDIN. GESTION DE L'ENERGIE DANS L'ENTREPRISE. LA EDT. ENTREPRITE MODERNE EDITION PARIS.
- 4- G.F HANCOCK I. BOSTENAD. HARDBOOK OF INDUSTRIAL ENERGY ANALISIS. ELIS HORWOOD PUBLISHERS 1979. ENGLAND.
- 5- D.A. RADY INDUSTRIAL ENERGY CONSERVATION. LA ED. OXFORD (ENGLAND). ED. PERGAMON PRESS.
- 6- MINISTERY FOR INDUSTRY COMMERCE AND ENERGY. ENERGY MANAGEMENT. IRLANDDA
- 7- D.M. CONSIDINE. ED. JEFE ENERGY TECHNOLOGY HANDBOOK. EDT. MC GRAW HILL, NEW YORK.
- 8- R. GREENE. "PROCESS ENERGY CONSERVATION" MC GRAW-HILL PUBLICATIONS C. N. Y.
- 9- THOMAS E. SMITH. INDUSTRIAL ENERGY MANAGEMENT FOR COST REDACTION. ADD ARBOR SCIENCE PUBLISHERS INC. MICHIGAN.
- 10- BERNARD BAUDIN. LA GESTION DE L' ENERGIE DANS L'ENTREPRISE. ENTREPRICE MODERNE D'EDITION-SADAVE. PARIS.
- 11- ALBERT THUMANN. PLANT ENGINEERS MAMAGERS GUIDE TO ENERGY CONSERVATION. P.E. LA. ED. USA EDIT VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY.
- 12- CENTRO DE ESTUDIO DE ENERGIA. SITUACION ENERGETICA EN LA INDUSTRIA. MONOGRAFICAS SECTORIALES : 2 TOMOS.
- 13- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA, ESPAÑA.

- 14- TECNICA ENERGETICA DE LA INDUSTRIA. 13 VOLUMENES :
ACEITES, ALIMENTICIAS, BEBIDAS, CERAMICAS,
ELECTRICIDAD, LACTEAS.
- 15- PAPEL Y CARBON, QUIMICAS, REFRACTARIOS, CANALES Y
YESOS, SIDERURGICA, TEXTIL, TRANSFORMADOS METALICOS,
VIDRIOS, CENTROS DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA SERVICIOS DE
PUBLICACIONES - MADRID - ESPAÑA.
- 16- G. PAYNE THE ENERGY MANAGERS' HANDBOOK 2A. EDIC.
- 17- MANUAL DE EFICIENCIA ENERGETICA ELECTRICA EN LA
INDUSTRIA - TOMO I Y II 1985 - CAMEN.
- 18- CALCULOS Y ANALISIS DE REGIMENES DE TRABAJO DE REDES
ELECTRICAS EDITORIAL "MIR" MOSCU - 1978
- 19- EQUIPOS INDUSTRIALES - GUIA PRACTICA PARA REPARACION Y
MANTENIMIENTO TOMO I - IMC GRAW-HILL 1987
- 20- NUEVA TARIFA DE ENERGIA ELECTRICA, SECTOR ENERGIA Y
MINAS COMISION DE TARIFAS ELECTRICAS BANCO
INTERNACIONAL DE DESARROLLO AÑO 1988
- 21- MANUAL DE CONVERTIDORES DE FRECUENCIA ASEA BROW BOVERI
- 1990
- 22- OCTAVA REUNION DE CONGRESO NACIONAL DE ENERGIA MECANICA
ELECTRICA Y RAMAS A FINES AÑO 1986.
- 23- MANUAL TECNICO Y DE INSTRUCCION PARA CONSERVACION DE
ENERGIA CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA - MADRID IDAE
CEE.
- 24- ANALISIS ENERGETICO DE LA INDUSTRIA CENTROS DE
ESTUDIOS DE LA ENERGIA MADRID IDAE - CEE.
- 25- CONSERVACION DE ENERGIA NA INDUSTRIA MANUAL DE
RECOMENDAO
INS. DE PESQUISA TECNOLOGICA DO ESTADO SAO PAULO S/A
CPT - 1992.

- 26- END USE ELECTRICITY CONSERVATION OPTIONS FOR DEVELOPING COUNTRIES GELLER S. HOWARD WOLD BANK ENERGY DEPARTMENT 1986.
- 27- LOS MOTORES ELECTRICOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE AHORRO DE ENERGIA MERINO JORGE CENTROMIN PERU - 1988.
- 28- ENERGY CONSERVATION PROGRAM GUIDE FOR INDUSTRY AND COMERCE SATT ROBERT R. - 1974
- 29- INDUSTRIAL ENERGY CONSERVATION A HAND BOKK FOR ENGINEERS AND MANAGERS 1977 - ESPAÑA.