

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Plan de Ahorro de Energía en Instalaciones Hospitalarias ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

MIGUEL ENRIQUE ALVARO CHIAPPE

PROMOCION: 1986-1

LIMA . PERU . 1992

TEMA DE TESIS

PLAN DE AHORRO DE ENERGIA EN INSTALACIONES HOSPITALARIAS

| | | |
|---|------|----|
| 0.0 PRESENTACION | Pag. | 4 |
| 1.0 INTRODUCCION | Pag. | 8 |
| 2.0 DATOS GENERALES | Pag. | 13 |
| 2.1 Identificación del hospital | | |
| 2.2 Descripción de las instalaciones | | |
| 2.2.1 Instalaciones Eléctricas | | |
| 2.2.2 Instalaciones Térmicas | | |
| 2.2.3 Otras Instalaciones | | |
| 2.3 Régimen de trabajo | | |
| 3.0 FUENTES DE SUMINISTRO ENERGETICO | Pag. | 31 |
| 3.1 Combustibles | | |
| 3.1.1 Tipos | | |
| 3.1.2 Suministro | | |
| 3.1.3 Capacidad de almacenamiento | | |
| 3.2 Electricidad | | |
| 3.2.1 Suministro | | |
| 3.2.2 Consumo de energía | | |
| * Energía Activa | | |
| * Máxima Demanda y Factor de Carga | | |
| * Energía Reactiva y Factor de | | |
| Potencia | | |
| 4.0 ANALISIS ENERGETICO DE LA INSTALACION | Pag. | 39 |
| 4.1 Análisis Térmico | | |

- 4.1.1 Generadores de Vapor
- 4.1.2 Lavandería
- 4.1.3 Calentadores de Agua
- 4.1.4 Cocina
- 4.1.5 Otros consumos menores
- 4.1.6 Redes de Vapor y Condensado
- 4.1.7 Resumen de pérdidas en las redes de vapor
- 4.1.8 Resumen del balance global de Vapor
- 4.2 Análisis Eléctrico
 - 4.2.1 Consumo registrado por Sub-Estaciones
 - 4.2.2 Distribución de la energía eléctrica

5.0 ANALISIS ENERGETICO DE LAS MEJORAS

Pag. 55

- 5.1 Generadores de vapor
 - 5.1.1 Optimización de la combustión
 - 5.1.2 Mejora en el sistema de tratamiento y control de aguas de calderas.
 - 5.1.3 Incremento de la temperatura del agua de reposición de calderas.
 - 5.1.4 Resumen del balance térmico mejorado en las calderas.
- 5.2 Lavandería
 - 5.2.1 Mejora por reparación y/o mantenimiento de trampas
- 5.3 Calentadores de agua
 - 5.3.1 Mejora por recuperación de condensados

- 5.3.2 Mejora en el aislamiento de calentadores y sistemas de regulación
- 5.3.3 Mejora por reparación y/o mantenimiento de trampas
- 5.4 Cocinas
 - 5.4.1 Optimización de las condiciones de operación y mantenimiento
 - 5.4.2 Mejora por recuperación de condensados
 - 5.4.3 Mejora por reparación y/o mantenimiento de trampas
- 5.5 Redes de Vapor
 - 5.5.1 Mejora por aislamiento en la red de vapor y condensado
 - 5.5.2 Resumen del balance global mejorado de vapor
- 5.6 Análisis de las mejoras eléctricas
 - 5.6.1 Mejora por compensación de energía reactiva
 - 5.6.2 Mejora por mantenimiento de instalaciones eléctricas
 - 5.6.3 Mejora por uso mas eficiente de electrobombas
 - 5.6.4 Mejora por sustitución de lámparas
 - 5.6.5 Mejora por modificación de contrato

| | | |
|--------|---|----------|
| 6,,2 | Características Técnicas y Económicas de la inversión | |
| 6,,3 | Rentabilidad de la inversión | |
| 6.3-1 | Mejoras sin inversión | |
| 6.3,.2 | Mejoras con baja inversión | |
| 6.3«3 | Mejora con mediana inversión | |
| 7.0 | CREACION DE UN COMITE ENERGETICO | Pag. 98 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | Pag. 101 |
| • | BIBLIOGRAFIA | Pag. 111 |
| | APENOICE | Pag. 113 |

Plan de Ahorro de Energia
en Instalaciones Hospitalarias

Miguel Alvaro Chiappe

Plan de Ahorro de Energía
en Instalaciones Hospitalarias

Autor : Miguel Enrique Alvaro Chiappe

Título al que Opto : Ingeniero Mecánico y Eléctrico

Facultad : Ingeniería Mecánica

Universidad : Universidad Nacional de Ingeniería

Lima, Enero 1992

PROLOGO

El objetivo del presente estudio es analizar y cuantificar la utilización de la energía eléctrica y térmica en los hospitales;, tomando como base un hospital modelo a fin de recomendar las acciones que permitan optimizar el consumo energético»

El resultado de estos estudios nos permitirá identificar las posibilidades de Ahorro Energético³ con 0 \$xn inversión, las que deberán ser implementadas por los técnicos del hospital con asistencia de terceros si fuese necesario

En el capítulo 2, se hace una breve descripción del hospital indicando aspectos generales del mismo así como una breve descripción de sus instalaciones»

En el capítulo 3n se cuantifica el consumo de combustibles y electricidad; realizándose un análisis global de la utilización de los mismos»

En el capítulo 4, se realiza el análisis energético» dando a conocer en que medida están siendo utilizadas las instalaciones y equipos»

El hospital es abastecido de energía eléctrica por Electrolima, desde el Suministro N° xxxxxx a la tensión nominal de 10,000 Voltios (Media Tensión), y se distribuye a todo el hospital a través de 5 Subestaciones ubicadas dentro del área hospitalaria, las características principales se muestran en la tabla N° 1.

Estas Subestaciones están interconectadas por cables Subterráneos NKY 3x70 mm² tal como se muestran en las figuras N° 3 y 4.

Interiormente las instalaciones eléctricas en general se distribuyen por el sótano mediante tuberías y cajas de paso de hierro galvanizado en forma paralela a las líneas de distribución de vapor, estando suspendidas en el techo con travesaños de metal.

Cuenta además con dos grupos electrógenos de emergencia de iguales características, ubicados en la casa de fuerza, los cuales están conectados a las barras secundarias de la subestaciones N° 2 y 3 respectivamente.

Las características son las siguientes:

MARCA : CATERPILAR

POTENCIA : 500 KVA

/

En el capítulo 5; se expresan diversos estudios de mejoras a implementar? para lograr ahorros energéticos en las distintas áreas de consumo»

En el capítulo 6,, se da una clasificación y resumen de las mejoras,, detallándose las inversiones a realizar, así como el tiempo de recuperación de la inversión»

En el capítulo 7? se sugiere la organización de un equipo para ejecutar o coordinar la realización de las recomendaciones y el seguimiento de los mismos»

Se concluye con una serie de diagramas» cuadros y anexos para ilustrar algunos de los puntos señalados»

CAPITULO NO 1

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Los hospitales de nuestro medio se hallan en un estado de deterioro que sus instalaciones no ofrecen los servicios básicos en forma satisfactoria, la pobreza es tal que se logra apreciar que el funcionamiento de los equipos no es el adecuado, sino que se trata de remediar en alguna forma estas necesidades

Las instalaciones reciben un mantenimiento solo cuando salen fuera de operación por algún desperfecto grave en la mayoría de los casos.

Se quiere demostrar que los gastos que se generan en trabajar de esta forma, son mayores que el hacer una pequeña inversión regularmente para mejorar las condiciones de trabajo, el consumo de energía, como el costo de operación logran reducirse tanto que el período de recuperación de estas pequeñas inversiones es de unos cuantos meses«

Por otro lado la política energética nacional contempla como objetivo fundamental el uso eficiente de la energía, por ser este un recurso estratégico del desarrollo nacional«

La finalidad de este estudio es por un lado, ahorrar energía sin disminuir la calidad de los servicios, ni confort, es decir lograr reducir los consumos específicos energéticos y por otro reducir los costos operativos de las instalaciones.

El siguiente estudio ha sido realizado para un hospital que cuenta con la siguiente infraestructura s

% Area construida ü 15,,200 m2

- Distrihuido en área de hospitalización y área de servicios comunes,,

t Capacidad de 350 camas

% Atención diaria por consulta externas 100 pacientes

& Cuenta con servicios des Medicina general

™ Cirugía

– Atención de enfermos

hospitalizados como los
provenientes de otros
hospitales y dispensarios
que necesiten de atención
especializada»

Como resultada del estudio se ha podido identificar un potencial de ahorro energético de 70 n000 galones/año de petróleo Diesel - 2 y 462,,000 kwh/año de energía eléctrica, equivalente a 102 ?624 UBó/año, lo cual se logrará con la implamentación de las mejoras propuestas,,

Del potencial citado se podrá ahorrar sin inversión:

- * 7,200 gal/año de petróleo Diesel - 2
- * 462,000 Kwh/año de energía eléctrica.

Con una inversión de US\$ 12,450 se ahorrarán :

- * 1'880,297 Kvarh/año en 2 etapas
- * 10,500 gal/año de petróleo Diesel - 2.

Con una inversión del orden de US\$ 24,200 se ahorrarán:

- * 53,000 gal/año de Petróleo Diesel - 2.

Con un período de recuperación máximo de 7 meses.

CAPITULO Nº 2

DATOS GENERALES

2.0 DATOS GENERALES

2.1 Identificación del hospital

El área construida es de 15,200 m² aproximadamente, la cual está distribuida en área de hospitalización y de servicios comunes.

* Área de Hospitalización :

- Zona Administrativa y pabellones de pacientes internos.
- Escuela de Enfermeras
- Consultorios Externos

* Servicios Comunes :

- Lavandería
- Cocina
- Sala de Calderos
- Zona de mantenimiento, talleres, etc.

El hospital tiene además amplias zonas de estacionamiento y jardines cubiertos de grass.

La capacidad total del hospital es de 850 camas con atención diaria por consulta externa de aproximadamente 100 pacientes; cuenta con servicios de medicina general, cirugía y especialidades tanto para atención de los enfermos hospitalizados como para los provenientes de otros hospitales y dispensarios que necesitan atención especializada.

2.2 Descripción de las Instalaciones.

2.2.1 Instalaciones Eléctricas.

El hospital es abastecido de energía eléctrica por Electrolima, desde el Suministro NS xxxxxx a la tensión nominal de 10,000 Vollios (Media Tensión), y se distribuye a todo el hospital a través de 5 Subestaciones ubicadas dentro del área hospitalaria, las características principales se muestran en la tabla IMS i,

Estas Subestaciones están interconectadas por cables Subterráneos NKY 3x70 mm² tal como se muestran en las figuras N^o 3 y 4.

Interiormente las instalaciones eléctricas en general se distribuyen por el sótano mediante tuberías y cajas de paso de hierro galvanizado en forma paralela a las líneas de distribución de vapor, estando suspendidas en el techo con travesanos de metal»

Cuenta además con dos grupos electrógenos de emergencia de iguales características, ubicados en la casa de fuerza, los cuales están conectados a las barras secundarias de la subestaciones IMS 2 y 3 respectivamente.

Las características son las siguientes :

MARCA s CATERPILAR

POTENCIA s 500 KVA

F.P. : 0.8
TENSION : 480 VOLTIOS
GENERADOR : 3 ϕ
CORRIENTE : 601 A.

Las figuras del N^o 5 al N^o 9 muestran en forma específica la distribución de los diferentes circuitos del hospital, pudiéndose distinguir las Sub-estaciones N^o 2 y 3, como las que alimentan mayor cantidad de carga.

2.2.2 Instalaciones Térmicas

* Generador de Vapor

La planta de vapor cuenta con 4 calderas del tipo pirotubular de 250 BHP y se encuentra ubicado en el sótano del pabellón D. Las características principales de las calderas se muestran en la tabla N^o 2.

El vapor generado es utilizado en los centros de consumo tales como lavandería (80 PSI), cocina (20 PSI), A.C.S. (20 PSI) y otros consumos menores (20 PSI).

El vapor generado por la caldera alimenta a un distribuidor (manifold) del cual es distribuido para cada consumidor, siendo su presión máxima de 100 PSIG, reduciéndose para el caso de la cocina, esterilización y A.C.S. mediante válvulas reductoras y usándose en forma directa para el caso de

lavandería. (Ver diagrama de vapor y condensado Fig. Nº 10).

Existe un circuito de retorno de condensados el cual comprende:

- Un tanque intermedio, para el caso de los calentadores de agua.
- Una línea de condensados, para los equipos de lavandería, cocina, esterilización y otros.
- Dos tanques de almacenamiento, para línea general de condensados, a fin de aprovechar el agua tratada y calentada para alimentar las calderas (Fig. Nº 10).

En dicha planta existen además:

- Tanque de combustible para cada caldera.
- Planta de tratamiento de agua
- Calentadores de agua para el pabellón D.
- Tanque de almacenamiento de los condensados y agua de alimentación a la caldera.

* Lavandería

Las instalaciones de lavandería se encuentran ubicadas en el 2do. piso del Pabellón D., siendo el vapor requerido para las prensas, lavadoras, secadoras y calandria.

Dichos equipos operan 6 horas diarias (8-14) hrs, a una presión de trabajo de 80 PSIG siendo la presión de diseño de 125 PSIG.

Las características de los equipos se encuentran en la tabla Nº 3.

* Cocina

Las instalaciones de cocina se encuentran ubicadas en el 3er piso del Pabellón D., y el consumo de vapor es requerido por los siguientes equipos: Horno levantador de masa, marmitas de diferentes capacidades y sancochadoras de papa.

Los equipos aproximadamente operan 10 horas diarias a una presión de 25 PSIG, siendo la presión de diseño de 125 PSIG.

Las características de los equipos se muestran en la tabla Nº 3.

* Calentadores de Agua

Los calentadores de agua están ubicados en los sótanos de cada pabellón, (Ver fig. Nº 11) siendo sus componentes:

- Dos calentadores de agua
- Un tanque receptor de condensados
- Una electrobomba de impulsión de condensados

Sumando 3 equipos por pabellón y un total de 18 equipos en los seis pabellones. (A, B, C, D, E y F).

Los equipos operan un promedio de 14 horas diarias, a la presión de 25 PSIG, siendo su presión de diseño

de 125 PSIG.

* Otros Consumos Menores

Entre otros consumos menores se encuentran comprendidos los equipos de esterilización; ubicados en el primer, segundo y cuarto piso de los pabellones A, B y C, operando a una presión de 30 PSIG durante 10 horas diarias como promedio.

2.2.3 Otras Instalaciones

- Una planta de tratamiento de agua, compuesta por cuatro tanques cisterna con una capacidad de almacenamiento de 900 m³, 3 tanques de filtro, 3 tanques de ablandamiento y 2 de salmuera.
- Un sistema de distribución de agua fría y caliente por pabellón, constituida por un sistema hidroneumático de 2 electrobombas, 2 tanques hidroneumáticos, 2 calentadores de agua, un tanque elevado y un tanque bajo, ver Fig. Nº 11.
- Una planta de aire acondicionado de 15 HP para los servicios de sala de operación, centro de esterilización, sala de recuperación, sala de yeso, sala de partos, sala de recién nacidos, tomografía y centro de medicina nuclear.
- Una lavandería con capacidad de producción de 1,500 Kg de ropa lavada en 8 horas de trabajo.
- Una cocina con equipos para una capacidad de producción de 1,200 raciones diarias, entre

alimentación diaria y cuna maternal.

- Dieciocho cámaras frigoríficas para los distintos servicios como: Viveres, Cocina central, Dietas, etc.

2.3 Régimen de trabajo

El régimen de trabajo se caracteriza por:

| | |
|--|----------------|
| Atención ambulatoria y consultorios externos | (8-14) horas |
| Emergencia y planta de vapor | (24) horas |
| Cocina y lavandería | (6-14) horas |

CARACTERISTICAS DE LAS SUBESTACIONES

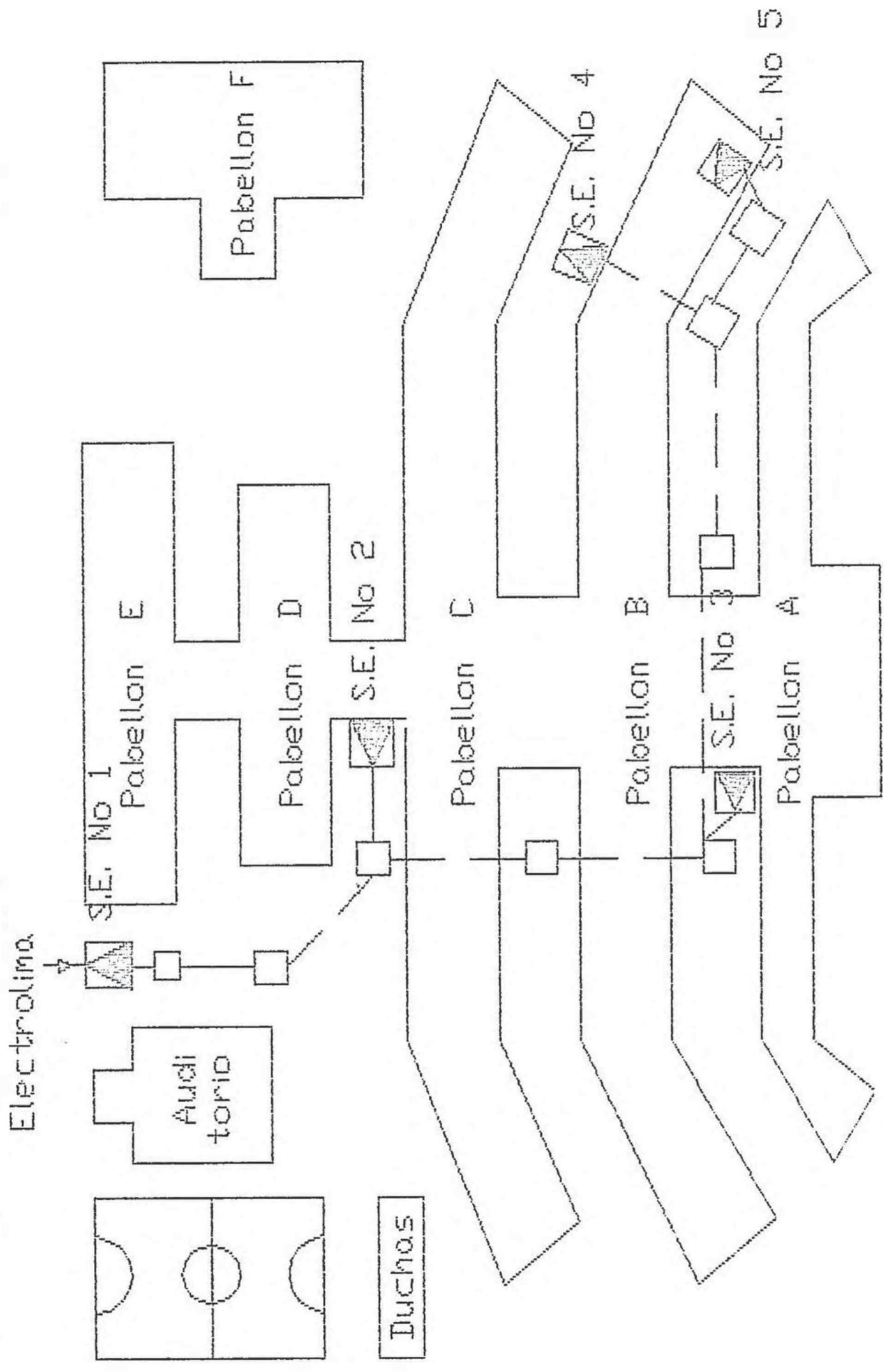
| DESCRIPCION | SE NO 1 | SE NO 2 | SE NO 3 | SE NO 4 | | SE NO 5 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
| | | | | TRAFD NO 1 | TRAFD NO 2 | |
| MARCA | BBC | BBC | BBC | BBC | CT | BBC/CT |
| POTENCIA | 150 KVA | 640 KVA | 640 KVA | 100 KVA | 500 KVA | 800/735/65 KVA |
| TIPO | 3φ | 3φ | 3φ | 3φ | 3φ | 3φ |
| TENSION | 10000/220 V | 10000/220 V | 10000/220 V | 10000/400-220 | 10000/440-220 | 10000/400-220 |
| CORRIENTE | | 37/606.6 A | 37/606.6 A | 5.77/251 A | 288/721 A | |
| Vcc | | 4.8% | 4.8% | 4.6% | 1.9% | 5.2%/4.8% |

TABLA NO 1

| CARACTERISTICAS DE LAS CALDERAS | | |
|------------------------------------|------------------|------------------|
| CARACTERISTICAS | CALDERA NO 1 Y 2 | CALDERA NO 3 Y 4 |
| MARCA | METAL EMPRESA | METAL EMPRESA |
| TIPO | Pirotubular | Pirotubular |
| AÑO DE FABRICACION | 1966 | 1974 |
| PRODUCCION DE VAPOR SATURADO lb/hr | 8600 | 8600 |
| PRESION DE DISEÑO psig | 125 | 125 |
| PRESION DE TRABAJO psig | 80 | 80 |
| CONSUMO DE COMBUSTIBLE g/h | 37.5 | 37.5 |
| AREA TOTAL DE TRANSFERENCIA pie2 | 1250 | 1250 |

TABLA NO 2

Figura No 2 y 3, Distribucion de Pabellones y Red de Distribucion



RED DE DISTRIBUCION DE ENERGIA EN 10 KV

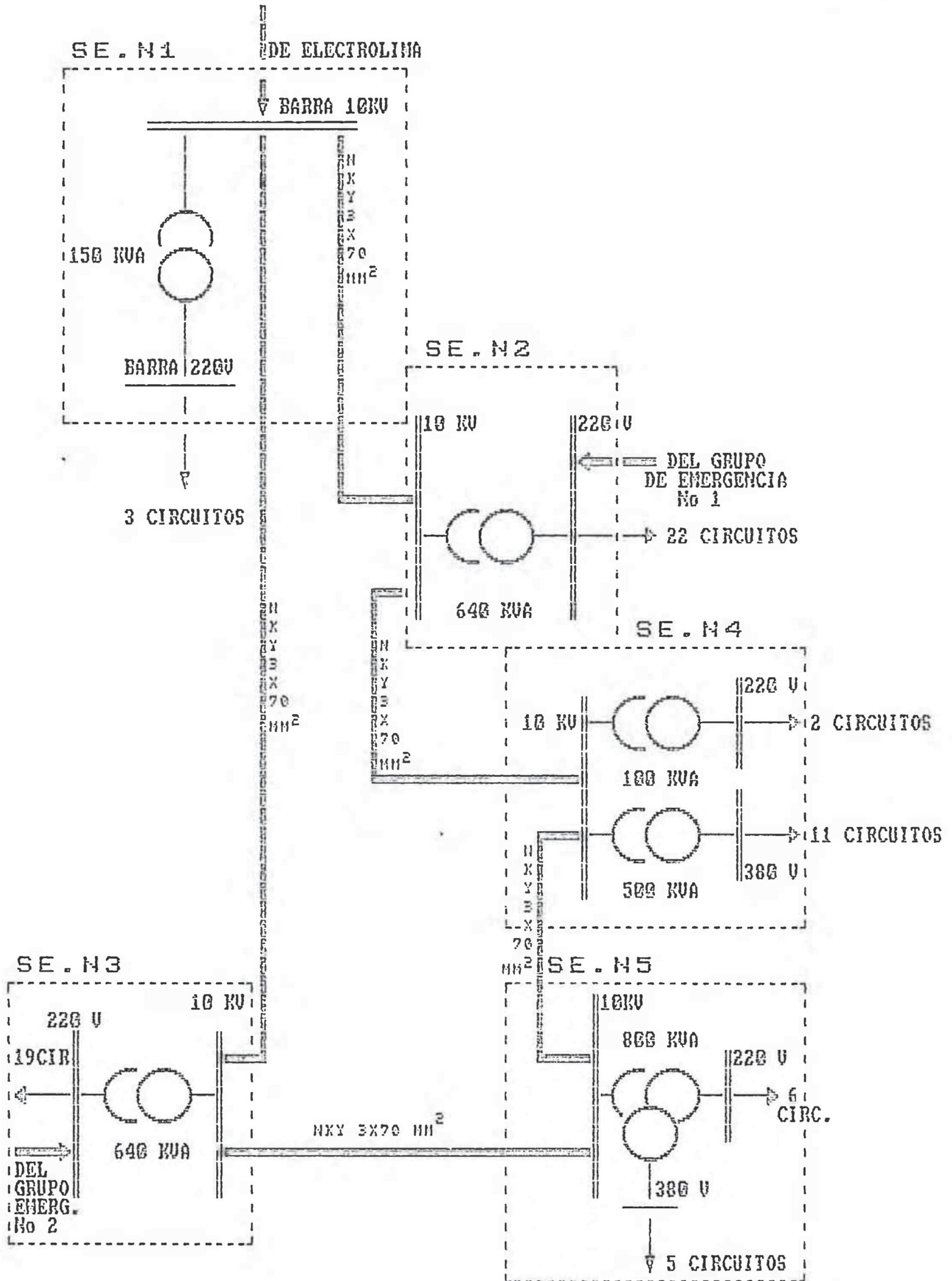


Fig. No 4

Sub - Estacion No 1
Esquema Electrico

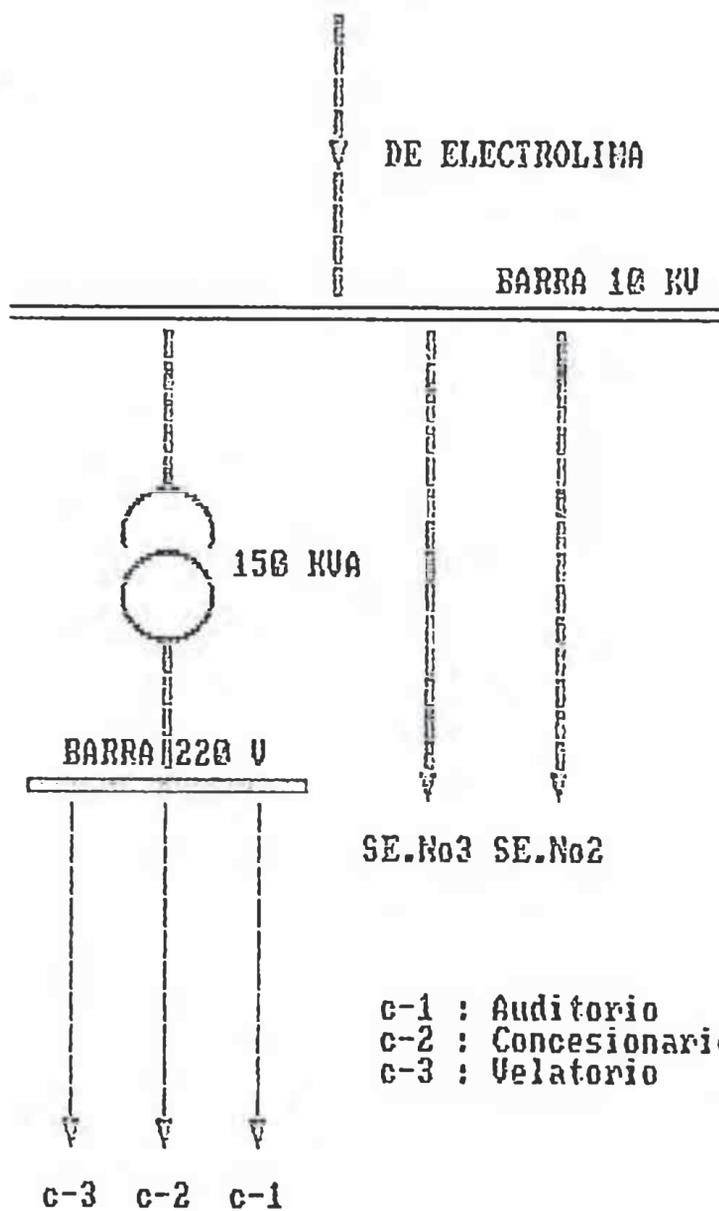


Fig. No 5

Sub - Estacion No 2

Esquema Electrico

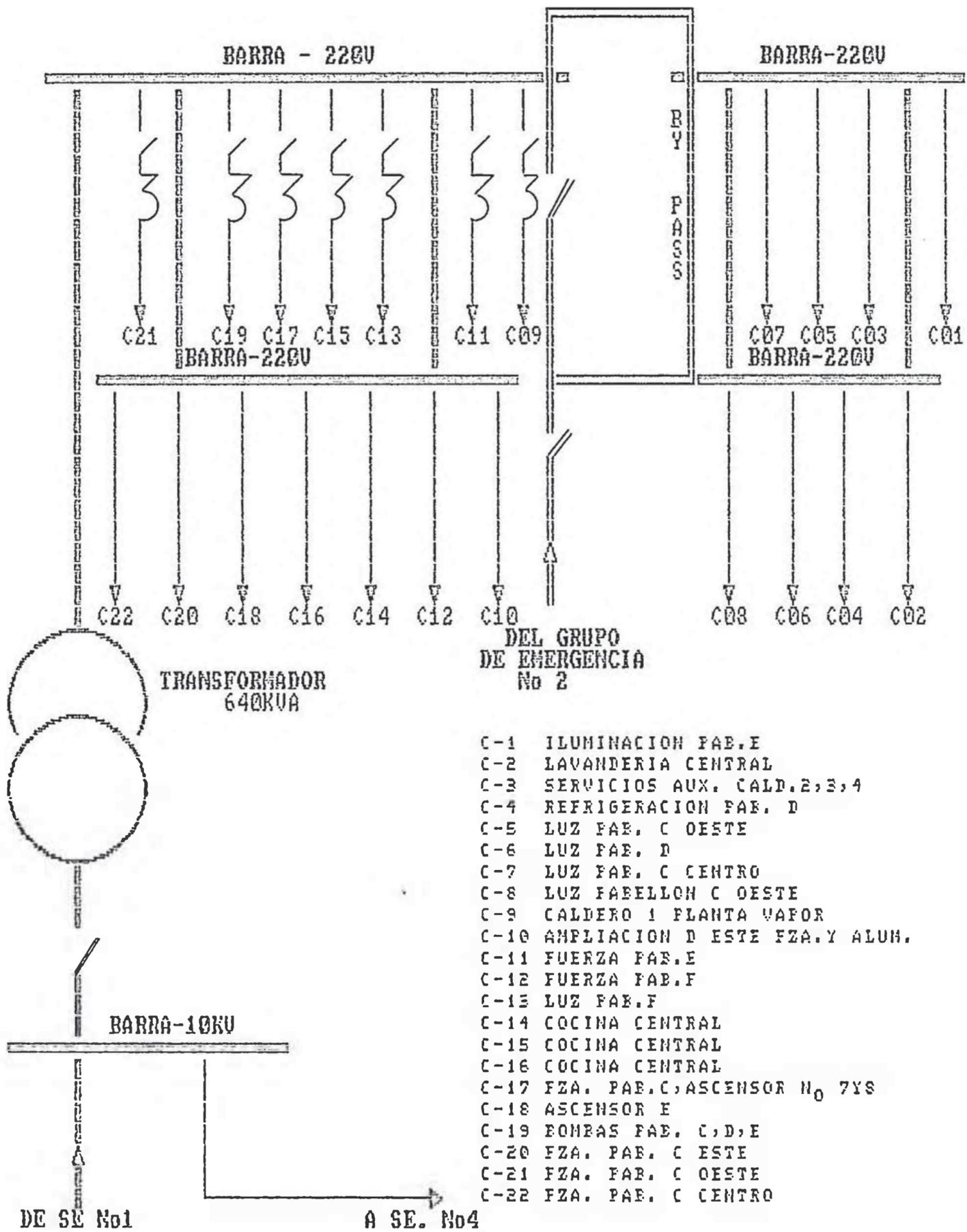
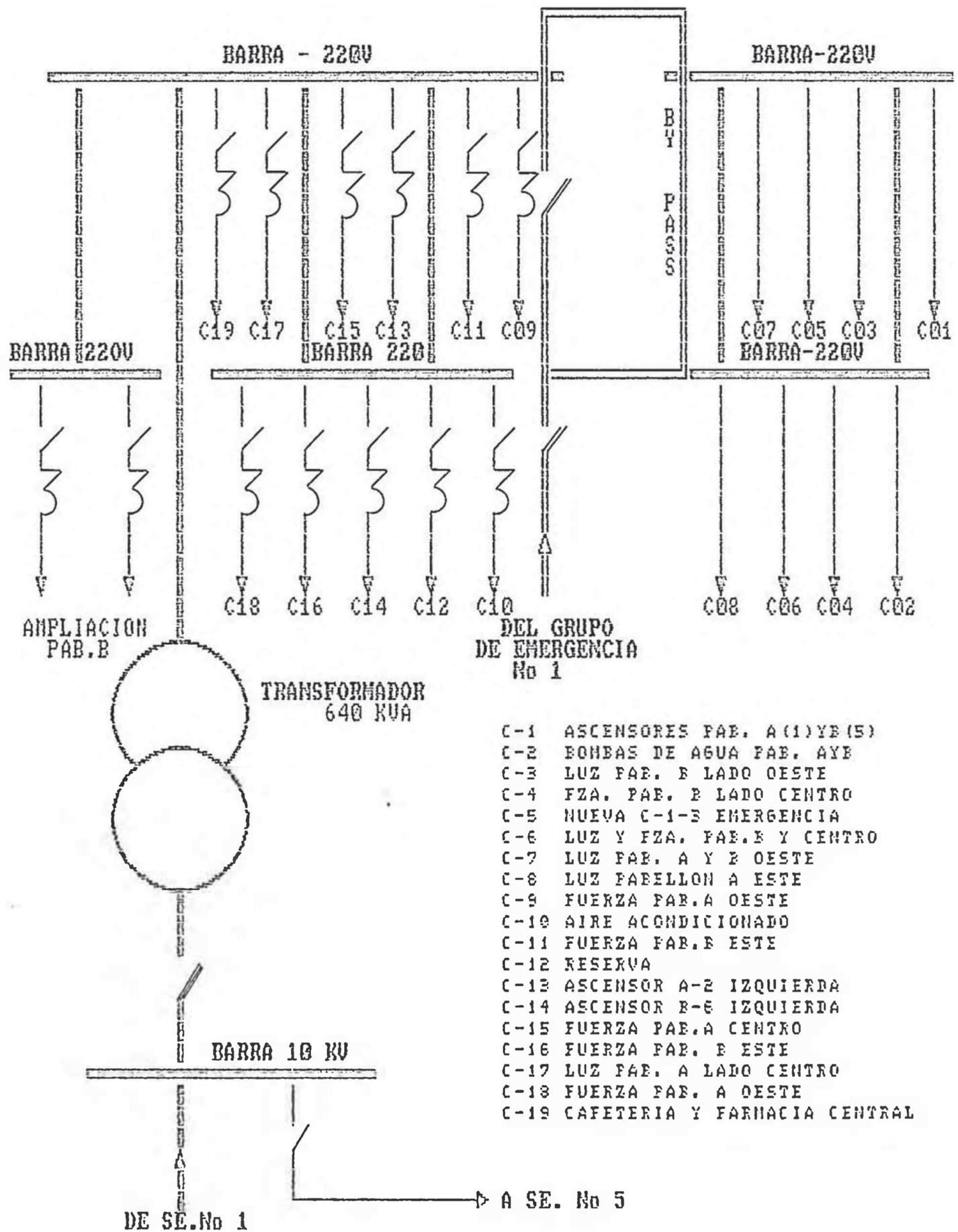


Fig. No 6

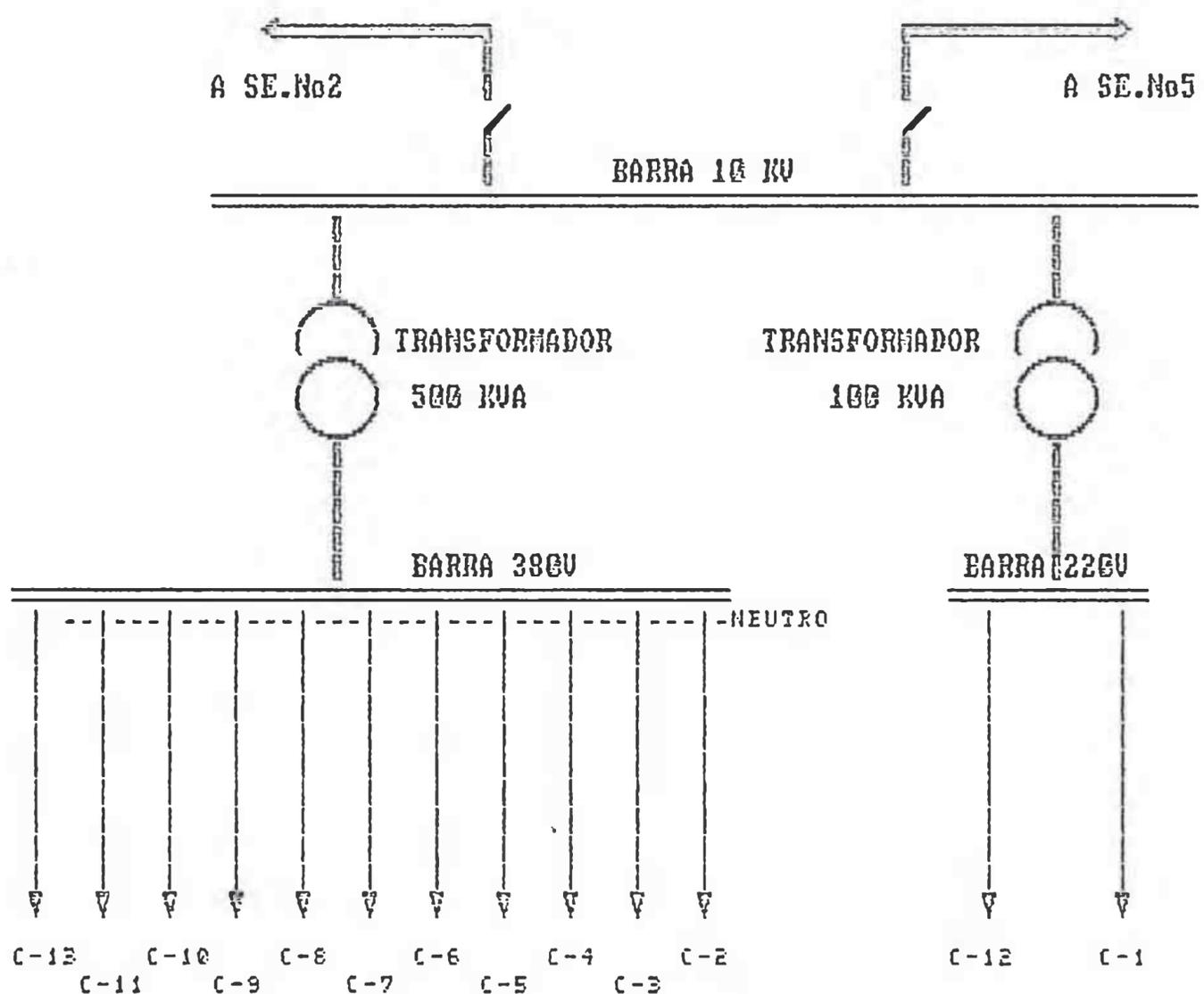
Sub - Estacion No 3
Esquema Electrico



- C-1 ASCENSORES PAB. A (1) Y (5)
- C-2 BOMBAS DE AGUA PAB. AYE
- C-3 LUZ PAB. B LADO OESTE
- C-4 FZA. PAB. B LADO CENTRO
- C-5 NUEVA C-1-3 EMERGENCIA
- C-6 LUZ Y FZA. PAB. E Y CENTRO
- C-7 LUZ PAB. A Y E OESTE
- C-8 LUZ PABELLON A ESTE
- C-9 FUERZA PAB. A OESTE
- C-10 AIRE ACONDICIONADO
- C-11 FUERZA PAB. B ESTE
- C-12 RESERVA
- C-13 ASCENSOR A-2 IZQUIERDA
- C-14 ASCENSOR B-6 IZQUIERDA
- C-15 FUERZA PAB. A CENTRO
- C-16 FUERZA PAB. B ESTE
- C-17 LUZ PAB. A LADO CENTRO
- C-18 FUERZA PAB. A OESTE
- C-19 CAFETERIA Y FARMACIA CENTRAL

Fig. No 7

Sub - Estacion No 4
Esquema Electrico



- C-1 TABLERO DE ALUMBRADOL
- C-2 TRAUMATOLOGIA GENERAL
- C-3 URORRAFIA
- C-4 RADIOGRAFIA PEDIATRICA
- C-5 RADIOGRAFIA Y FLUCROSCOPIA
- C-6 RADIOGRAFIA Y FLUOROSCOPIA
- C-7 MAMOGRAFIA
- C-8 RADIOGRAFIA Y FLUOROSCOPIA ESP.
- C-9 TOMOGRAFIA
- C-10 RADIOGRAFIA GENERAL
- C-11 RADIOGRAFIA GENERAL
- C-12 TAELERO DE ALUMBRADO
- C-13 RADIOGRAFIA EMERGENCIA

Fig. No 8

Sub - Estacion No 5
Esquema Electrico

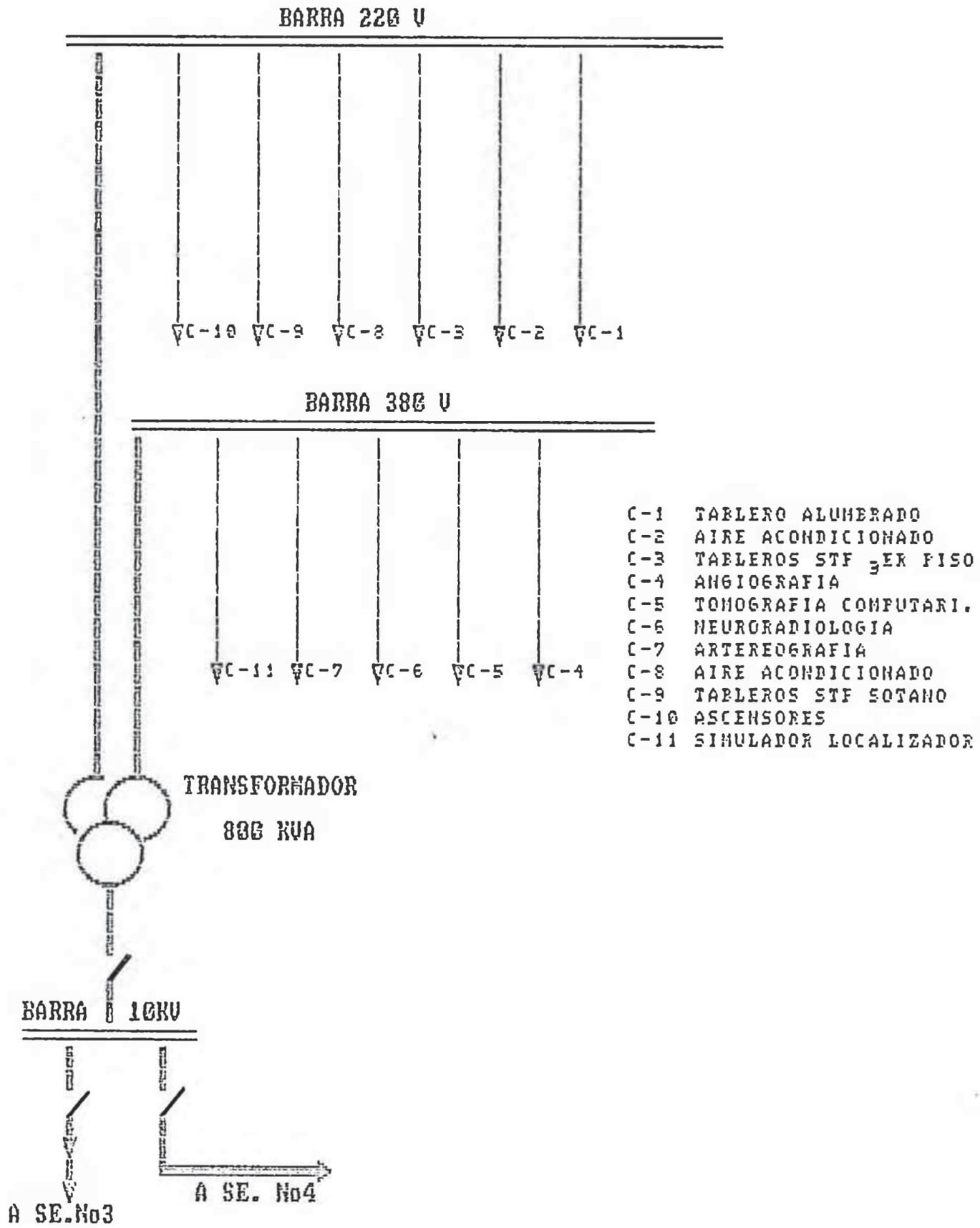


Fig. No 9

DIAGRAMA GENERAL DE LA DISTRIBUCION DE VAPOR Y CONDENSADOS

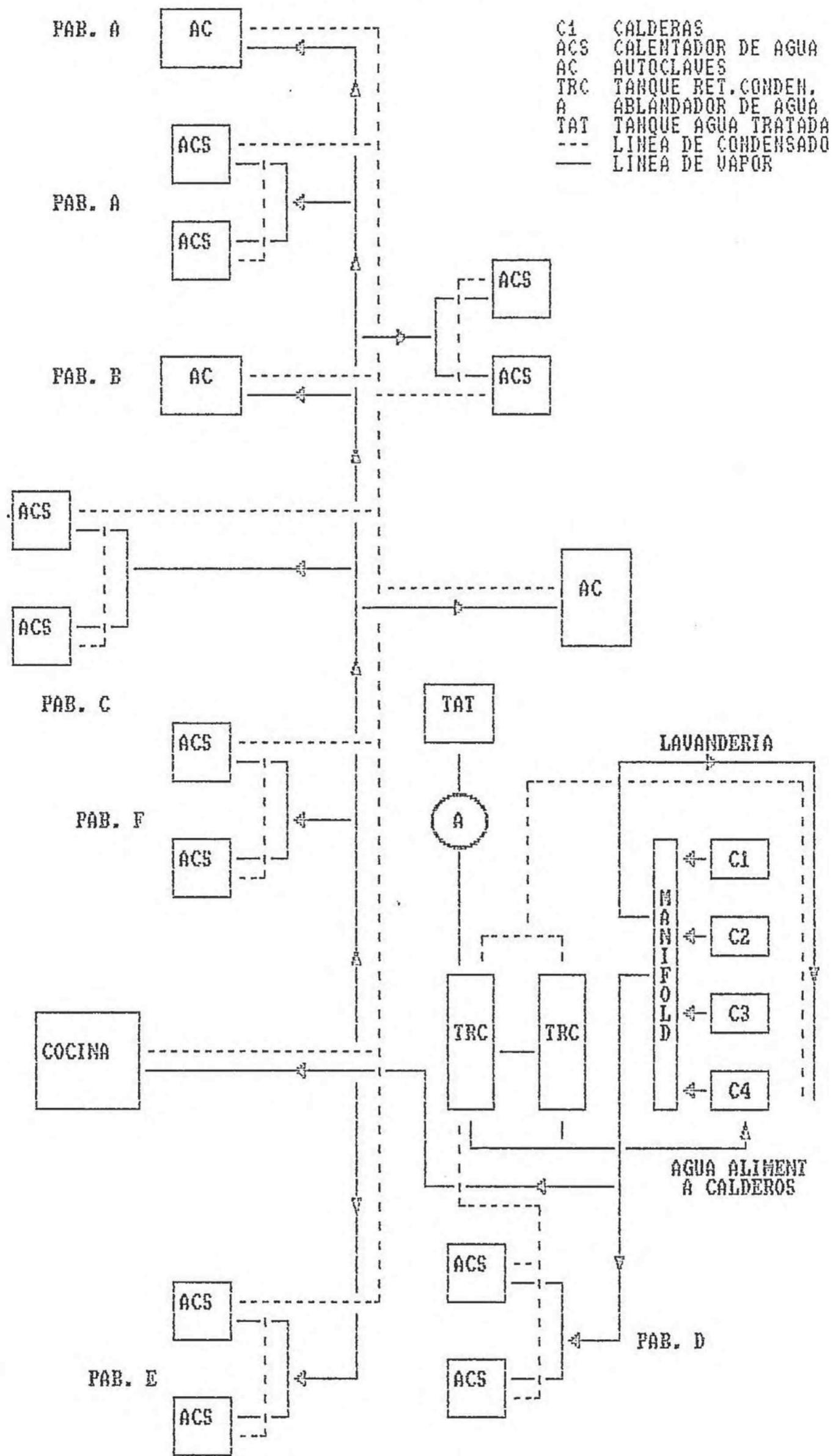
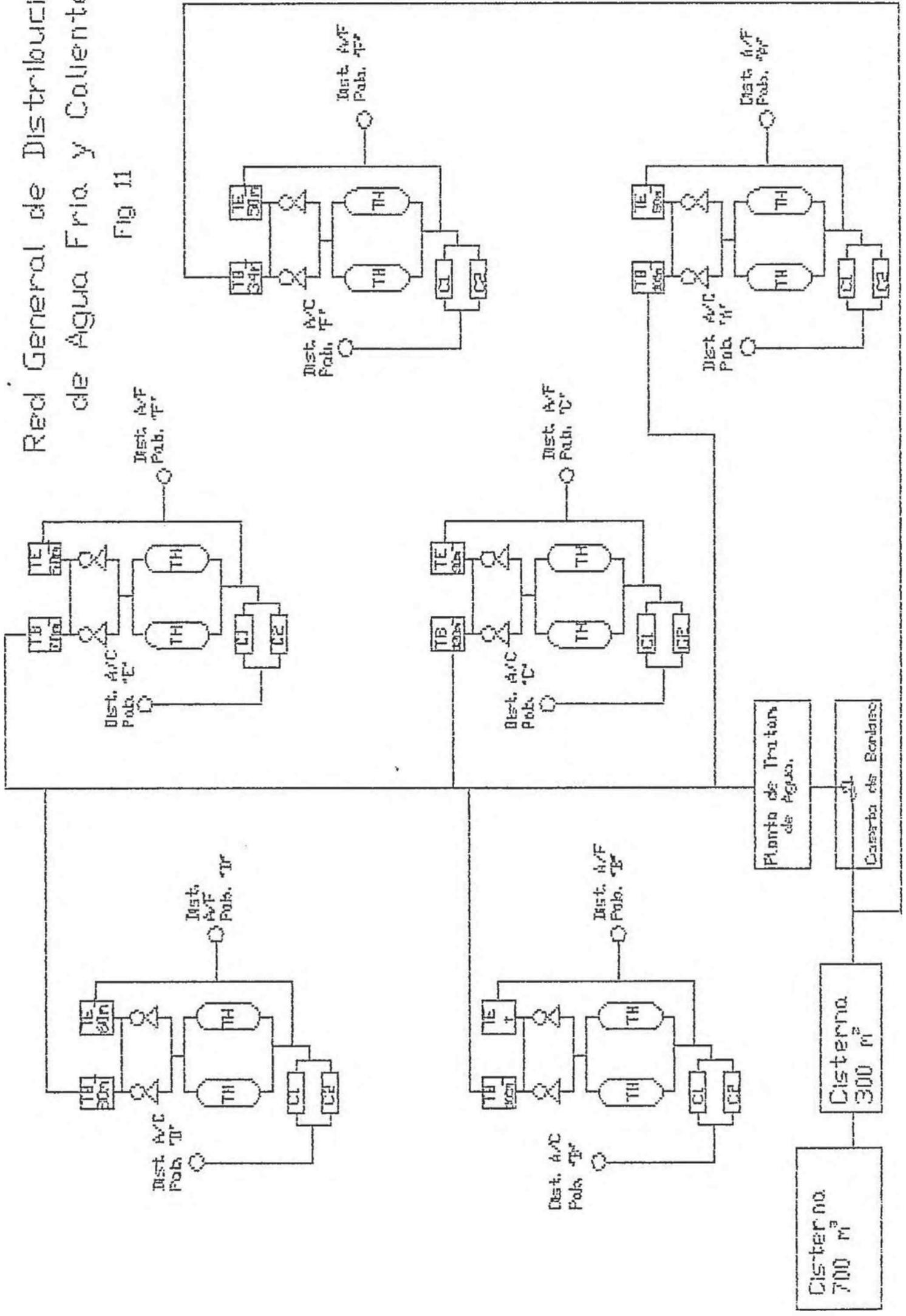


Fig. No 10

Red General de Distribucion de Agua Fria y Caliente

Fig 11



CAPITULO Nº 3

FUENTES DE SUMINISTRO ENERGETICO

3.0 FUENTES DE SUMINISTRO ENERGETICO

El consumo energético es generalmente térmico y eléctrico, en nuestro medio el sector industrial, más se utiliza el suministro térmico pudiéndose lograr grandes ahorros de combustible, ya que como el precio del petróleo ha sido barato no se ha tomado en cuenta optimizar este consumo.

En la parte eléctrica también se pueden obtener grandes ahorros, por ejemplo con la Energía Reactiva, ya que como en muchos casos no se ha cobrado anteriormente, hoy ya se cobra este consumo siendo necesario reducir al mínimo este consumo.

3.1 Combustibles

3.1.1 Tipos

Los combustibles utilizados en el hospital son :

| <u>Combustible</u> | <u>Uso</u> |
|--------------------|--|
| Diesel - 2 | Calderas, hornos de incinerador de residuos y grupos electrógenos. |
| Gasolina | Camionetas y ambulancias |
| Gas Propano | Cocina y Laboratorios |

Obteniéndose un consumo promedio de 261,000 gal/año de petróleo. En los últimos 12 meses el consumo total fue de 857 TEP.

TEP = Tonelada Equivalente de Petróleo.

| <u>Combustible</u> | <u>gal/año</u> | <u>PCI(kcal/kg)</u> | <u>IEP</u> |
|--------------------|----------------|---------------------|------------|
| Diesel - 2 | 261,000 | 10,170 | 857 |

3.1.2 Suministro

El combustible es suministrado en forma particular por el mismo Hospital, (Departamento de Logística), y es traído al hospital en camiones cisternas.

3.1.3 Capacidad de almacenamiento

El hospital cuenta con 3 tanques subterráneos con una capacidad de almacenamiento de 19,000 glns, de los cuales 2 tanques de 6,000 glns se encuentran comunicados entre sí y existe otro independiente de 7,000 glns.

Además cuenta con tanques de almacenamiento de combustible para el consumo diario en las calderas, incinerador de residuos y grupos electrógenos, ver fig. N° 12.

3.1.4 Consumos

El consumo es por medición diaria de los niveles en los tanques de 6,000 glns, cuyos datos de temperatura y nivel son registrados en los reportes diarios.

3.2 Electricidad

3.2.1 Suministro

El suministro eléctrico es en media tensión, con las siguientes características:

| | | |
|---------------------------|---|-------------------|
| Clasificación | : | Uso general mayor |
| Suministro N ^o | : | XXXXXX |
| Tarifa actual | : | 54 |
| Potencia Suscrita | : | 600 Kw |
| Potencia en H.F. | : | 350 Kw |
| Potencia en H.F.F. | : | 600 Kw |
| Tensión de Alimentación | : | 10,000 Voltios |

Se considera Horas Punta (H.F.) a las comprendidas entre las 18:00 y 22:00 Horas y Horas Fuera de Punta (H.F.F.) a las comprendidas entre las 22:00 y 18:00 horas.

La tarifa 54 rige para Suministros con alimentación a tensiones nominales de 2,300 a 22,900 Voltios. Con cargo por Potencia Contratada (Aplicable a la Máxima Demanda cuando esta excede a la Potencia Suscrita) y cargo por Potencia Suscrita (en Horas de Punta y en Horas Fuera de Punta).

La tarifa 54 contempla el consumo de Energía Activa y Energía Reactiva.

Además aplica un 30% de descuento a los suministros de electrobombas para los servicios públicos de agua potable y desague con alimentación a Tensión Mayor de 2,500 Voltios.

El suministro de energía eléctrica se efectúa a 10 Kv. desde la Subestación de Electrolima.

La transformación a tensión de consumo (380 v. y 220 v.) se realiza mediante 6 transformadores ubicados en las 5 Subestaciones del Hospital.

3.2.2 Consumo de Energía

* Energía Activa

Según datos tomados de los récords de consumo de Electrolima, el consumo eléctrico mensual correspondiente al período Setiembre 88 - Agosto 89 fue de:

| <u>Año 1,988-89</u> | <u>Kwh</u> |
|---------------------|---------------|
| Setiembre 1988 | 207,300 |
| Octubre | 167,500 |
| Noviembre | 188,700 |
| Diciembre | 221,900 |
| Enero 1989 | 221,900 |
| Febrero | 107,070 |
| Marzo | 194,230 |
| Abril | 168,000 |
| Mayo | 190,600 |
| Junio | 161,700 |
| Julio | 187,500 |
| Agosto | 175,100 |
| TOTAL - AÑO | 2'191,500 Kwh |

El promedio mensual del consumo eléctrico es de :
182,625 Kwh.

* Máxima Demanda y Factor de Carga

Se efectuaron mediciones de Máxima Demanda obteniéndose un valor promedio de 481.7 Kw en horas fuera de punta y 284.4 Kw en horas de punta.

Como no se está sobrepasando las potencias suscritas de 600 Kw para las horas fuera de punta y de 350 Kw para horas punta, la facturación por potencia se hace en base a estos valores suscritos (Para mayor información ver Anexos 8 y 9).

El factor de carga del hospital es de 0.56.

Si se considera que el factor de carga ideal es 1, significa que el uso de la energía es susceptible de ser mejorado aprovechando mejor la capacidad instalada.

* Energía Reactiva y Factor de Potencia

Al realizar las mediciones de energía activa y reactiva, se obtuvo un factor de potencia promedio de 0.7713.

Este valor bajo implica pérdida, por lo que es conveniente instalar condensadores adecuados que mejoren dicho factor de potencia hasta 0.95.

De acuerdo al récord de consumo de energía reactiva obtenido de Electrolima, se puede observar el ahorro de energía que se obtendría si se instala un banco de condensadores que compense dicha energía.

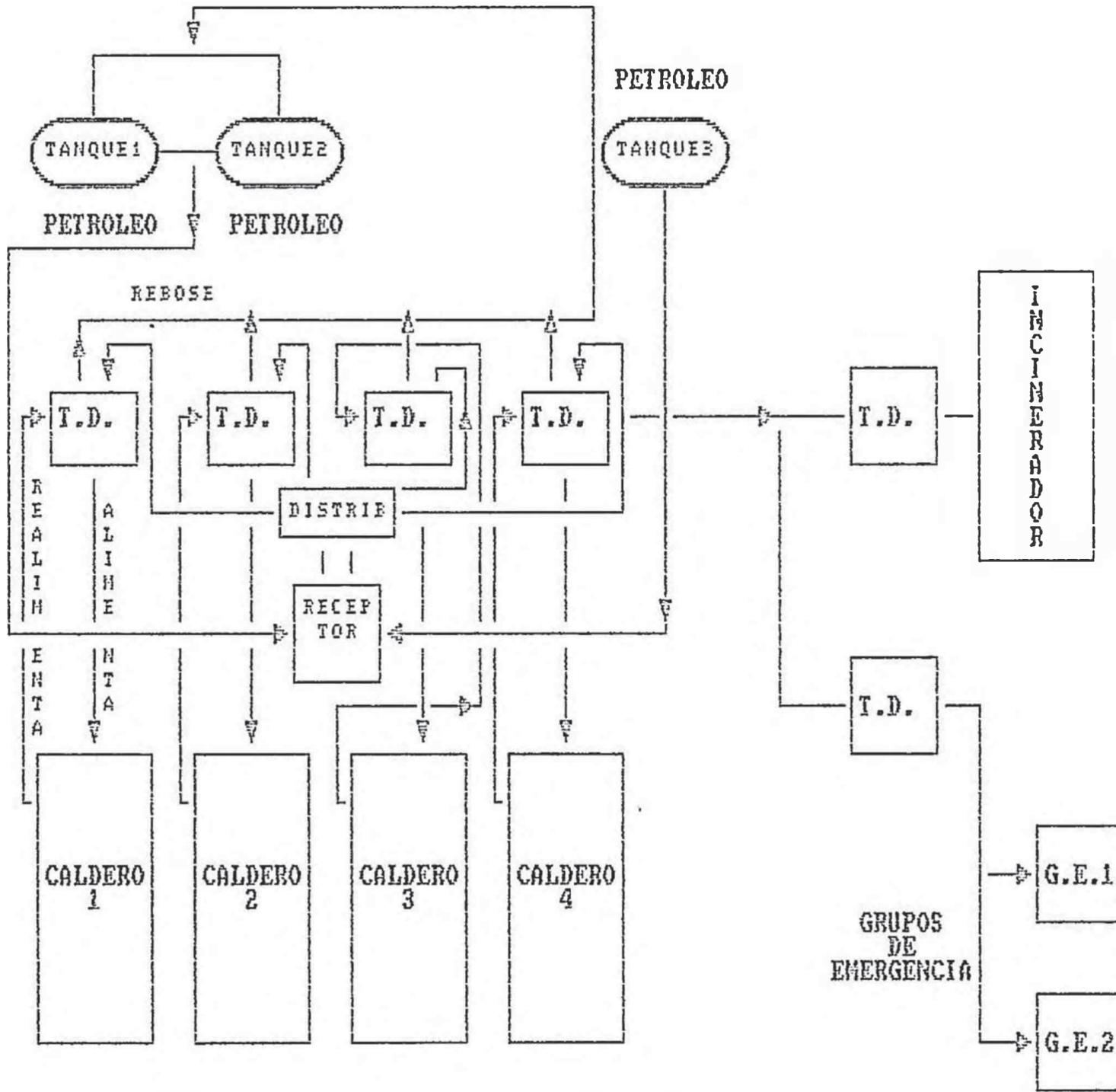
| <u>Año 1,988-89</u> | <u>Kvarh</u> |
|---------------------|--------------|
| Setiembre 1988 | 174,900 |
| Octubre | 140,300 |
| Noviembre | 163,700 |

| | |
|-------------|----------------------|
| Diciembre | 195,300 |
| Enero 1989 | 195,300 |
| Febrero | 93,600 |
| Marzo | 168,000 |
| Abril | 144,000 |
| Mayo | 165,200 |
| Junio | 133,900 |
| Julio | 150,400 |
| Agosto | 138,100 |
| TOTAL - AÑO | <hr/> 1'862,700Kvarh |

EL promedio mensual del consumo de energía reactiva es de: 155,225 Kvarh.

Distribucion de Combustible

Fig. No 12



T.D. : TANQUE DIARIO

G.E.1 : GRUPO ELECTROGENO No 1
 G.E.2 : GRUPO ELECTROGENO No 2

CAPITULO NO 4

ANALISIS ENERGETICO DE LA INSTALACION

4.0 ANALISIS ENERGETICO DE LA INSTALACION

4.1 Análisis Térmico

Los generadores de vapor son los principales consumidores de combustible (Diesel - 2).

Los principales centros de consumo de vapor son:
Lavandería, cocina, calentadores de agua y otros.

4.1.1 Generadores de Vapor

En las instalaciones del hospital existen cuatro calderas pirotubulares, de los cuales los calderos Nº 2 y 4 se encuentran fuera de servicio.

Durante la ejecución del estudio, estuvieron operando en forma alternada las calderas 1 y 3 respectivamente, pudiéndose apreciar que :

- No se realiza control de la combustión, debido a que la sala de calderos no cuenta con analizadores de oxígeno y dióxido de carbono; se pudo determinar que el exceso de aire en la caldera Nº 3 llegó hasta 139% y en la caldera Nº 1 a 68% respectivamente.
- La instrumentación está incompleta, adicionalmente existen termómetros y manómetros que no están operativos.
- No se efectúa mantenimiento adecuado a la instrumentación y sistemas de control.
- No se lleva un control adecuado del nivel de

sólidos totales disueltos, lo que ocasiona incrustaciones en la caldera y una producción de vapor húmedo debido al arrastre.

- La regulación de los flujos de aire y combustible se hace manualmente.
- No se llevan un control adecuado de las purgas de superficie como de fondo.

La sala de calderas no cuenta con ningún sistema de medición de vapor (placa orificio), sin embargo basada en la información disponible y en las mediciones efectuadas durante el estudio, se ha preparado un balance de consumo de vapor cuyos detalles se muestran a continuación.

Bases de Cálculo

- Caldera en funcionamiento = Nº 3
- Consumo de combustible promedio = 37.3 gal/h
(Determinado por diferencia de Nivel de tanque de combustible)
- Poder Calorífico Inferior = 18,320 BTU-lb
- Eficiencia de la caldera = 73%
- Presión de vapor = 85 Psig
- Temp. de agua de ingreso = 172ºF

Calor liberado por el combustible

$$37.3 \times 7.22 \times 18,320 = 4'933,671 \text{ Btu/h.}$$

$$\text{Calor entregado al agua} = 4'933,671 \times 0.73$$

$$= 3'601,580 \text{ Btu/h.}$$

| | | |
|----------------------------------|---|------------------|
| Entalpía del vapor a 85 Psig | = | 1,186.6 BTU/lb. |
| Entalpía del agua a 172°F (77°C) | = | 139.89 BTU/lb. |
| Producción de vapor | = | <u>3'601,580</u> |
| | | (1'186.6-139.89) |
| | = | 3,441 Lb/h. |

Resumen del balance térmico de las calderas

| <u>Datos</u> | <u>Caldera N°1</u> | <u>Caldera N°3</u> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|
| Temperatura de Humos (°F) | 421 | 462 |
| Análisis de combustión: | | |
| CO ₂ (% vol) | 10 | 6 |
| O ₂ (% vol) | 8 | 12.5 |
| CO (ppm) | 43 | 50 |
| Temp. de agua ingreso (°F) | 172.0 | 172.0 |
| Exceso de aire % | 58.1 | 139.7 |
| Eficiencia | 80.1 | 73.0 |

Las calderas N° 2 y 4 se encuentran fuera de servicio aproximadamente 2 años, como resultado del deficiente mantenimiento.

Consumo de combustible : 37.3 gal/h.

4.1.2 Lavandería

En cuanto a los equipos se pudo observar:

- No existe la instrumentación básica como termómetros y manómetros en los equipos, lo cual no permite determinar las condiciones de operación ni de consumo.
- Las líneas de vapor y de retorno de condensado en los equipos se encuentran sin aislamiento y parcialmente muestran ataque de corrosión.

- El aislamiento exterior de los secadores se encuentra en mal estado, lo mismo que algunos accesorios.
- Los condensados de los equipos son los únicos que se recuperan vertiéndose al tanque de condensados.
- Tiene 5 planchadoras, de las cuales trabajan 3 a una presión de 20 PSIG (2550F), encontrándose el resto en reparación; también se observa fuga de aire durante su accionamiento en los equipos, recargando de esta manera el trabajo del compresor.
- Las lavadoras presentan deterioro en la carcasa.
- La calandria es uno de los equipos de mayor consumo y trabajo, operan en algunos casos entre (40-60) PSIG por deficiencia en el suministro de vapor.

Teniendo en cuenta los datos de diseño, y las condiciones de operación actual se considera que el consumo de vapor de las (3) planchadoras, por unidad es 32 lb/h.

$$\text{Consumo de vapor} = 3 \text{ Und.} \times \frac{32 \text{ lb/h.}}{\text{Und.}} = 96 \text{ lb/h.} \dots (1)$$

Una calandria de 8 rodillos cuyo consumo estimado en base a los datos de diseño y condiciones de operación actual es:

$$\text{Consumo de Vapor} = 352 \text{ lb/h.} \dots \dots \dots (2)$$

Tres secadores, de los cuales 1 se encuentra

operativo, otro en Stand-by y el tercero fuera de servicio.

Consumo de Vapor = 75 lb/h.(3)

Dos lavadoras cuyo consumo de vapor directo es : 65 lb/h por cada uno.

Consumo de Vapor = 2 Und. x 65 $\frac{\text{lb/h.}}{\text{Und.}}$ = 130 lb/h.

Consumo Total = (1) + (2) + (3) + (4)

CONSUMO TOTAL = 653 lb/h.

Se verificó que de las 23 trampas en operación 8 trampas funcionaban defectuosamente.

Las pérdidas por cada trampa es : 20 lb/h.

Pérdidas totales = 8 Und. x 20 $\frac{\text{lb/h.}}{\text{Und.}}$

Pérdidas Totales = 160 lb/h.

4.1.3 Calentadores de Agua

En cuanto a estos equipos se pudo observar:

- No tienen medidores de flujo de vapor y agua.
- Se trabaja generalmente con 1 calentador por pabellón, encontrándose el otro fuera de servicio, por falta de mantenimiento.
- La instrumentación como termómetro y manómetros, operan deficientemente debido a la falta de mantenimiento.
- Por lo general el aislamiento de los calentadores se encuentra en mal estado y sin aislamiento la

línea de vapor y condensados.

- Las trampas de vapor de los pabellones C, D y E se encuentran funcionando deficientemente.
- No se recuperan los condensados en la actualidad, las electrobombas de los tanques intermedios de retorno de condensados se encuentran fuera de servicio, vertiéndose por consiguiente al desague. Para los efectos del balance térmico se considera una pérdida por radiación del 5%.

El consumo de vapor fue determinado indirectamente a través de las mediciones del condensado.

*** Resumen del consumo de vapor en los calentadores**

Consumo total de vapor = 2,125 lb/h. (Ver Anexo N97)

Las trampas de los calentadores que suministran agua caliente a los pabellones C, D y E funcionan defectuosamente.

Las pérdidas promedio por trampa defectuosa a baja presión se considera en 20 lb/h., habiéndose observado 3 trampas defectuosas.

Pérdidas totales = 20 lb/h. x 3 trampas = 60 lb/h.

4.1.4 Cocina

En cuanto a los equipos se observó :

- La instrumentación básica consistente en los termómetros y manómetros no existe; los accesorios

- y válvulas se encuentran en mal estado, mostrando ataque de corrosión y deterioro de las mismas.
- No tienen medidores de caudal de vapor, por lo que no llevan ningún registro del mismo y se desconoce la eficiencia de los equipos.
 - Las trampas de vapor en su mayor parte funcionan defectuosamente.
 - Las líneas de vapor y retorno de condensado se encuentran sin aislamiento y la instalación visible facilita el deterioro por corrosión.
 - El sistema de retorno de condensados se mantiene fuera de servicio por lo que no se están recuperando los condensados.
 - Los accesorios y válvulas de los equipos (marmitas y sancochadoras de papa) se encuentran operando en forma deficiente.

Los equipos consumidores de vapor están compuestos básicamente por sancochadoras de papa y marmitas; cuyos consumos de energía en promedio se estiman en 330 lb/h., teniendo como base los datos de diseño de los equipos y las condiciones actuales de operación.

Consumo de Vapor = 330 lb/h.

Adicionalmente tienen una cámara de panificación donde se consume vapor y los condensados no son recuperados.

Se pudo determinar que el consumo de vapor es de 40

lb/h, tomando como base ábacos de fugas de vapor de bibliografía seleccionada.

Consumo total de Vapor = 370 lb/h.

En la cocina se comprobó que de 12 trampas de vapor en operación, 6 funcionan defectuosamente.

Las pérdidas por cada trampa = 20 lb/h.

Pérdidas totales = $20 \frac{\text{lb/h.}}{\text{Und.}} \times 6 \text{ Und.} = 120 \text{ lb/h.}$

Pérdidas Totales = 120 lb/h.

4.1.5 Otros Consumos Menores

Se pudo observar lo siguiente :

- De los 8 autoclaves, 2 equipos operan en forma independiente por tener calderas pequeñas incorporadas.
- La instrumentación (termómetros y manómetros) se encuentran operativas, el aislamiento se encuentra en buen estado.

Se estima en 30 lb/h el consumo, cuyos condensados no se recuperan.

Consumo de Vapor = 30 lb/h.

4.1.6 Redes de vapor y condensados

La distribución de vapor se inicia desde el colector principal de 6" \varnothing , el cual es alimentado por cuatro

líneas procedentes de cada caldera.

Del colector dos líneas (Una de 2 1/2" \varnothing y otra de 1 1/4" \varnothing) suministran vapor a 85 psig a la lavandería y la línea de retorno de condensado (1" \varnothing) de los equipos descarga al tanque receptor de condensados.

La distribución al resto de consumidores (calentadores de agua, cocina y otros consumos menores) se realiza por una línea principal (4" \varnothing), la cual recorre los pabellones y distribuye el vapor a los usuarios respectivos de cada pabellón utilizándose válvulas reductoras para la distribución a cocina, calentadores de agua y otros consumos menores (ver Figura Nº 10).

Existe además una línea central de retorno de condensados la cual descarga al tanque receptor de condensados.

Durante el estudio se pudo observar lo siguiente :

- El colector principal de vapor no cuenta con una línea de purga apropiada con su respectiva trampa de vapor.
- Las líneas de vapor y retorno de condensados presentan fugas al medio ambiente, tanto en los accesorios como en algunos zonas atacadas por corrosión; no cuentan con juntas de expansión y

falta mantenimiento en los purgadores.

- El tramo final de la línea central de retorno de condensados se encuentra fuera de servicio, por lo que no se están recuperando los condensados, vertiéndose al desague.
- El aislamiento de las líneas centrales de distribución de vapor como de las líneas de retorno de condensado se encuentran mayormente deteriorados.

4.1.7 Resumen de Pérdidas en las redes de Vapor.

Teniendo en cuenta que la diferencia de temperaturas vapor-aire existente entre las tuberías sin aislamiento varían de 212 °F - 260 °F, se tiene las siguientes pérdidas que ocurren en la línea de distribución de vapor.

| Diámetro | Presión PSI. | BTU/año (*) |
|----------|-----------------|-------------|
| 3" | 30 | 296'542,295 |
| 2" | 85 | 248'404,110 |
| 1" | 20 | 99'678,082 |
| 3/4" | 20 | 87'678,548 |
| 1/2" | 20 | 47'465,754 |
| | TOTAL | 779'110,798 |

(*) Se considera 7,000 horas anuales de operación.

| | BTU/año | Gal/año |
|--|----------------------|---------------|
| Aislamiento deficiente en Tuberías de vapor | 779'110,789 | 5,890 |
| Funcionamiento de purgadores deficientes | 1,404'971,940 | 10,622 |
| PERDIDA TOTAL | 2,184'082,729 | 16,512 |

4.1.8 Resumen del Balance Global de Vapor

| Distribución del Consumo | Lb/h | % |
|-----------------------------|------------|------------|
| Lavandería | 653 | 19.0 |
| Calentadores de Agua | 2,125 | 61.7 |
| Cocina | 370 | 10.7 |
| Otros Consumidores Menores | 30 | 0.8 |
| Redes de Vapor y Condensado | <u>263</u> | <u>7.8</u> |
| TOTAL | 3,441 | 100.0 |

Se debe hacer notar que el consumo de vapor en calentadores es continuo, no así en los demás equipos.

La distribución del consumo podrá verse en la figura Nº 13.

4.2 Análisis Eléctrico

4.2.1 Consumo registrado por Sub-estaciones

Se registraron mediciones de consumo de energía en las sub-estaciones para analizar el reparto de carga por sub-estación; se pudo observar en las sub-estaciones Nº 1, 4 y 5, están sobredimensionadas.

Por ejemplo : La Sub-estación Nº 5 tiene una potencia instalada de 800 KVA, siendo el consumo registrado de aproximadamente 31 KVA, lo que significa que el transformador trabaja al 4% de su capacidad; en cambio mayor consumo se registró en la Sub-estación Nº 3 donde la potencia instalada es de 640 KVA; y el consumo de 266 KVA; es decir trabaja al 42% de la capacidad del transformador.

El consumo registrado por cada sub-estación fue el siguiente:

| Subestación Nº | Potencia Instalada (KVA) | Potencia Consumida (KVA) | Índice de Carga % |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1 | 150 | 19 | 13 |
| 2 | 640 | 201 | 31 |
| 3 | 640 | 266 | 42 |
| 4 | 600 | 200 | 34 |
| 5 | 800 | 31 | 4 |

La distribución de la potencia instalada como de la potencia consumida se podrá observar en las figuras Nº 14 y 15.

4.2.2 Distribución de la Energía Eléctrica

La energía eléctrica se halla distribuida en 5 sub-estaciones (Ver figuras del 4 al 9) de la siguiente manera :

Sub estación Nº 1

| | | |
|--------------------|---|---|
| Alimentación | : | 10,000 voltios |
| Transformador | : | 150 KVA |
| Tensión Secundaria | : | 220 Voltios |
| Cargas | : | - Auditorio - Concesionario - Velatorio |

Sub estación Nº 2

| | | |
|--------------------|---|--|
| Alimentación | : | 10,000 voltios |
| Transformador | : | 640 KVA |
| Tensión Secundaria | : | 220 Voltios |
| Cargas | : | - Iluminación Pabellones C, D, E y F. - Lavandería - Servicios Auxiliares - Refrigeración Pabellón D - Fuerza Pabellón C, D, E y F - Cocina - Ascensor Pabellón E 7 y 8 - Bombas de Agua Pabellón C, D y E. |

Sub estación N° 3

| | | |
|--------------------|---|---|
| Alimentación | : | 10,000 voltios |
| Transformador | : | 640 KVA |
| Tensión Secundaria | : | 220 Voltios |
| Cargas | : | - Ascensores Pabellón A y B. - Bombas de Agua Pabellón A y B. - Luz Pabellón A y B. - Fuerza Pabellón A y B. - Emergencia - Aire Acondicionado - Reserva - Cafetería y Farmacia. |

Sub estación N° 4

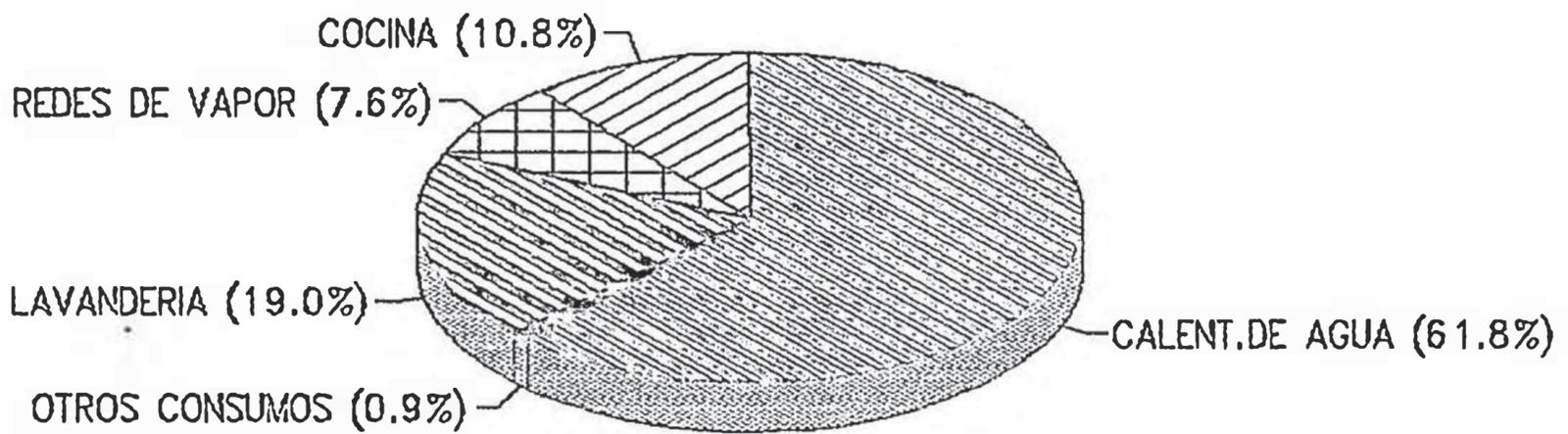
| | | |
|--------------------|---|--|
| Alimentación | : | 10,000 voltios |
| Transformador | : | 600 (500+100) KVA |
| Tensión Secundaria | : | 220 y 380 Voltios |
| Cargas | : | - Luz Pabellón B. - Traumatología - Urografía - Radiografía - Tomografía - Fluoroscopia |

Sub estación N° 5

| | | |
|--------------------|---|--|
| Alimentación | : | 10,000 voltios |
| Transformador | : | 800 KVA |
| Tensión Secundaria | : | 220 y 380 Voltios |
| Cargas | : | - Alumbrado - Aire Acondicionado - Fuerza - Neuroradiología - Tomografía - Artereografía - Sótano - Ascensores - Simulador Localizador |

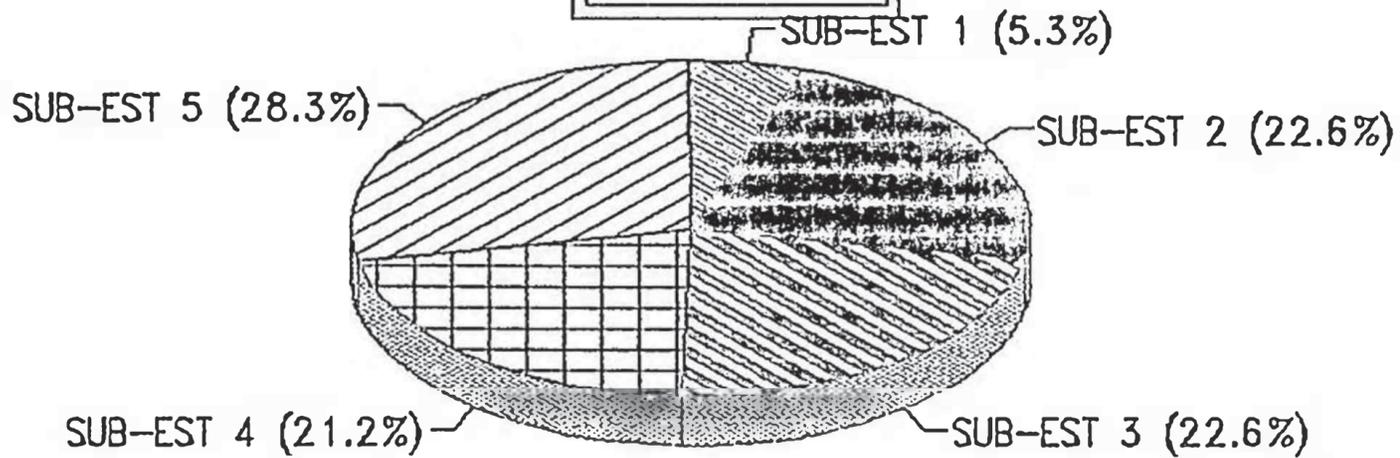
DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE VAPOR

FIG. No 13



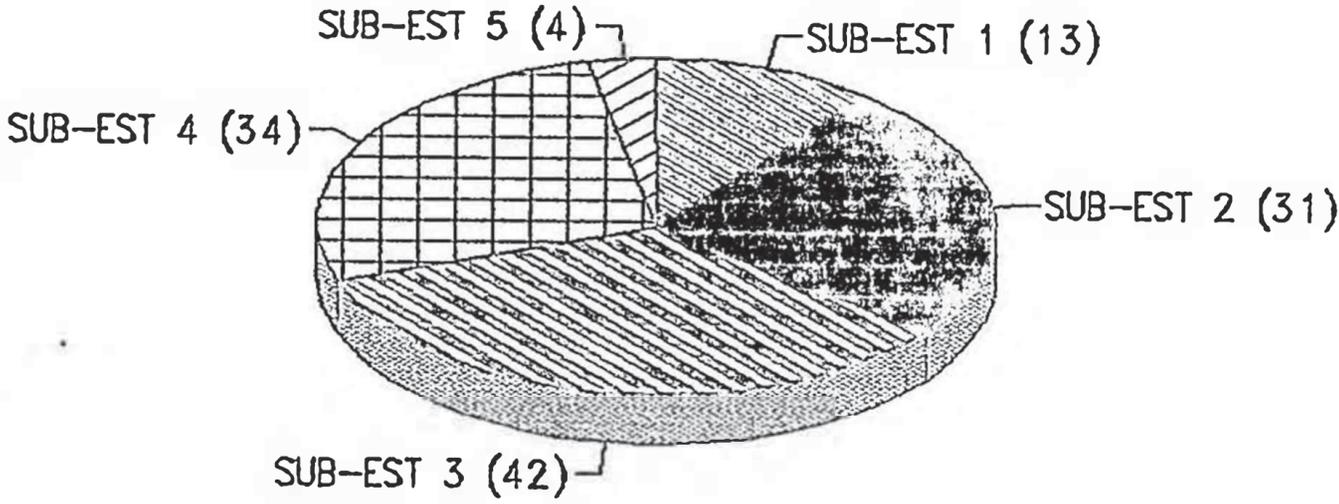
POTENCIA INSTALADA EN SUB - ESTACIONES

FIG No 14



POTENCIA CONSUMIDA POR SUB - ESTACIONES

FIG. No 15



CAPITULO Nº 5

ANALISIS ENERGETICO DE LAS MEJORAS

5.0 ANALISIS ENERGETICO DE LAS MEJORAS

En el estudio de mejoras que se describe en este apartado, se han considerado condiciones estándar, por lo que la rentabilidad de las inversiones, podría verse sustancialmente alterada cuando no se cumpliesen las condiciones de cálculo.

En este sentido, es conveniente hacer incapié en la importancia que tiene un adecuado mantenimiento de las instalaciones para el óptimo funcionamiento de las mismas.

En general, se han seleccionado aquellas medidas cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptables, o aquellas que pese a no ser rentables desde el punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de confort y seguridad.

La cuantificación de los ahorros energéticos se llevó a cabo por la diferencia entre los consumos de energía y/o combustibles de la instalación actual y el consumo calculado una vez realizado la mejora.

Del conjunto de mejoras estudiadas se han agrupado bajo el epígrafe Mejoras Propuestas, aquellas que por su rentabilidad o facilidad de ejecución se consideren viables a corto plazo.

5.1 Generadores de Vapor

Las mejoras que se recomiendan para ahorrar energía en lo referente a Diesel - 2 serían :

5.1.1 Optimización de la Combustión

Como se mencionó en el Capítulo Nº 4, el control de la combustión en las calderas de la planta no se realiza como una labor operativa permanente, lo que ocasiona pérdidas de energía mayores que las normalmente aceptadas, para este tipo de equipos.

Las mediciones efectuadas comprueban que las calderas están trabajando con un exceso de aire elevado. EL rango óptimo de exceso de aire en las calderas similares es de 15-20 %.

La mejora consiste en establecer como norma operativa el control de exceso de aire, mediante el empleo de instrumentación adecuada (analizadores portátiles de CO_2 y O_2). Asimismo de debe capacitar al operario a emplear personal especializado a fin de ajustar oportunamente la relación aire - combustible.

Una de las razones del uso de un exceso de aire alto es la deficiente atomización del combustible. Por tanto, es necesario implementar acciones adicionales como verificar periódicamente el estado mecánico

(Suciedad) del quemador, efectuándose su limpieza.

Ahorro Potencial

a) Caldera Nº 1

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| Temperatura de Humos (°F) | = | 421.0 |
| Temperatura Ambiente (°F) | = | 70.0 |
| CO ₂ (%) | = | 10.0 |

Con los valores medidos se determina :

| | | |
|----------------|---|--------|
| Exceso de aire | = | 58.0 % |
| Eficiencia | = | 80.1 % |

Reduciendo el exceso de aire a un 20% controlando el CO₂ en 12.8% se logra mejorar la eficiencia hasta 83.4%

Considerando un consumo anual de 261,100 gal_{D-2} y 7,000 horas de operación se consigue un ahorro de :

$$\text{Ahorro Energético} = 261,100 \times (1 - 0.801/0.834)$$

$$\text{Ahorro Energético} = 10,300 \text{ gal}_{D-2}/\text{año}$$

a) Caldera/Nº 3

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| Temperatura de Humos (°F) | = | 462.0 |
| Temperatura Ambiente (°F) | = | 70.0 |
| CO ₂ (%) | = | 6.0 |

Con los valores medidos se determina :

| | | |
|----------------|---|---------|
| Exceso de aire | = | 139.7 % |
| Eficiencia | = | 73.1 % |

Reduciendo el exceso de aire a un 20% se logra incrementar la eficiencia hasta 84.6 %.

$$\text{Ahorro Energético} = 35,800 \text{ gal}_{D-2}/\text{año}$$

5.1.2 Mejora en el Sistema de Tratamiento y Control de Agua de Calderas.

No se lleva un registro del control de sólidos totales disueltos en el agua de alimentación aunque en la actualidad la concentración de STD no genera problemas, pero en el futuro de no preocuparse de controlar la concentración de los STD, provocaría en la caldera problemas de incrustación y generación de vapor húmedo.

Para mantener el nivel de STD en el límite permisible, en la actualidad se realizan purgas muy frecuentes, contribuyendo a las pérdidas de energía.

Por lo tanto, es necesario implementar un control riguroso de la concentración de STD, a fin de optimizar el sistema de tratamiento de agua que realiza la sala de calderas.

La formación de incrustaciones en las calderas se refleja en la temperatura de humos. Una buena indicación de problemas de transferencia de calor es cuando dicha temperatura exceda por mas de 140 °F la temperatura del vapor saturado en las condiciones de operación.

Es importante contar con agua de alimentación de calidad adecuada y con la implementación de normas

de rutina operacional, que se realicen en el laboratorio de las salas de calderas, tales como :

- Control de dureza del agua ablandada, para lograr que la regeneración de la resina se realice adecuadamente, impidiendo un ingreso excesivo de iones de calcio y magnesio a la caldera.
- Control del nivel de STD en la caldera, para establecer el régimen de purgas.
- Control de ph, del agua de la caldera. Un pH bajo (menor a 9.5) va ha ocasionar que se formen incrustaciones y un pH alto (mayor a 11.5) presenta problemas de fragilidad cáustica.

5.1.3 Incremento de la Temperatura del Agua de Reposición a Calderas.

Se plantea aprovechar la energía de los condensados que no se recuperen en la actualidad (Calentadores, Cocinas y Otros).

El calor recuperado servirá para incrementar la temperatura de reposición a calderas y disminuir los costos del tratamiento respectivo.

Ahorro Potencial - Base de Cálculo

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| Necesidades de Vapor | = | 2,671 lb/h |
| Retorno de Condensados | = | 80% |
| Temperatura del Agua de Reposición | = | 122 °F |
| Temp. de salida de Agua de Repos. | = | 176 °F |
| Agua de Reposición | = | 0.8x2,671 lb/h 2,137 lb/h |
| Ahorro de Energía | = | 2,137x1x(176- 122) = 115,387 BTU/h. |
| Ahorro de Combustible | = | $\frac{115,387}{(132270 \times 0.85)}$ = 1.03 gal/h |

Considerando 7,000 horas de operación anual.

Ahorro energético = 7,210 gal_{D-2}/año

5.1.4 Resumen del Balance Térmico Mejorado en las Calderas

| | <u>NO 1</u> | <u>NO 2</u> |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| Temperatura de Humos (°F) | 384 | 335 |
| Análisis de la Combustión | | |
| CO ₂ (% vol) | 12.8 | 12.8 |
| O ₂ (% vol) | 4.0 | 4.0 |
| % de Exceso de Aire | 20.0 | 20.0 |
| Eficiencia (%) | 83.4 | 84.6 |
| Ahorro Térmico (gal/año) | 12,751 | 44,188 |

5.2 Lavandería

Las mejoras que se recomendarán en estos equipos serían :

- Realizar un buen mantenimiento a las planchadoras, calandria, lavadoras a fin de que estos equipos trabajen eficientemente y no consuman vapor en exceso por deficiencias.
- Mejorar el aislamiento de las líneas de vapor y retorno de condensado a fin de disminuir las pérdidas por radiación.
- Implementar la instrumentación necesaria a fin de poder llevar un control de operaciones de cada equipo, dentro de dicha instrumentación se incluiría:
 - * Medidor de flujo de vapor
 - * Termómetros y manómetros
- Realizar un estudio Técnico - Económico sobre la posibilidad de reemplazar gradualmente las unidades actuales por otras más eficientes.

5.2.1 Mejora por reparación y/o Mantenimiento de Trampas.

En el capítulo Nº 4 se determinó que las pérdidas eran de 160 lb/h, como consecuencia de verificar la deficiencia de 8 trampas.

Para una operación de trabajo de 2,300 horas anuales el ahorro que se puede obtener es:

$$160 \text{ lb/h} \times 2,300 \text{ h/año} = 368,000 \text{ lb/año}$$

$$= 368,000 \text{ lb/año} \times 1187.8 \text{ BTU/lb} \times \text{gal}/132,270 \text{ BTU}$$

$$\text{Ahorro Energético} = 3,300 \text{ gal}_{D-2}/\text{año}$$

5.3 Calentadores de Agua

Las mejoras que se recomiendan en estos equipos serían :

- Reparar y/o cambiar los calentadores de agua que se encuentran estropeados.
- Reparar y colocar aislamientos en los intercambiadores y líneas de vapor y condensado.
- Reparar y/o cambiar las trampas de vapor cuyo funcionamiento son deficientes, así como las válvulas con fugas.
- Efectuar un mantenimiento adecuado a las trampas de vapor, válvulas, elaborando un programa de mantenimiento periódico.
- Reparar e instalar la instrumentación para poder tener un control adecuado del consumo de vapor, dentro del cual se debe considerar :

- * Medidor de flujo de vapor
 - * Medidor de flujo de Agua
 - * Termómetros y manómetros
 - * Termómetros en el retorno de condensados.
- Reparar el serpentín del calentador del pabellón E, puesto que en la actualidad se encuentra picado e inundado.
 - Reparar todos los calentadores que se encuentran estropeados, puesto que no funcionan y su instrumentación está incompleta.
 - Reparar las electrobombas de los condensados.
 - Reparar y cambiar tuberías de retorno de condensados a fin de recuperar los mismos.

5.3.1 Mejora por el aislamiento de los calentadores y sistemas de regulación

Para calentar el mismo flujo de agua se tiene:

$$\text{Ahorro} = \frac{\text{Consumo sin aislamiento}}{\text{Consumo con aislamiento}} - \frac{\text{Consumo con aislamiento}}{\text{Consumo con aislamiento}}$$

$$\text{Ahorro} = (2,125.8 - 1,898.2) \text{ lb/h.}$$

$$\text{Ahorro} = 227.6 \text{ lb/h}$$

Para una operación de 7,000 horas anuales, el ahorro sería :

$$\text{Ahorro Térmico} = 1,593,200 \text{ lb/año}$$

$$\text{Ahorro Energético} = 14,307 \text{ gal}_{120^\circ\text{F}}/\text{año}$$

5.3.2 Mejora por reparación y Mantenimiento de Trampas

En los calentadores se verificó que 3 trampas funcionaban deficientemente.

Las pérdidas promedio para trampas defectuosas a baja presión se consideran en 20 lb/h.

Pérdidas totales = 20 lb/h x 3 trampas = 60 lb/h.

Para una operación de trabajo de 7,000 horas anuales el ahorro que se puede obtener es :

Ahorro Térmico = 60lb/hx7,000h/año = 420,000 lb/año

• Ahorro Energético = 3,771.64 gal_{D-2}/año

5.4 Cocinas

Las mejoras que se recomendarían son:

5.4.1 Optimización de las Condiciones de Operación y Mantenimiento.

- Reparar y colocar aislamiento en las líneas de alimentación de vapor y retorno de condensado.
- Reparar y/o cambiar las trampas de vapor, válvulas etc, elaborando un programa de mantenimiento periódico.
- Reparar e instalar la instrumentación a fin de tener un control adecuado del proceso, dentro del cual se debe considerar:
 - * Medidor de flujo de vapor
 - * Termómetro y manómetro en el lado del vapor
 - * Termómetro en el retorno de condensado

5.4.2 Mejora por Reparación y/o Mantenimiento de Trampas

En cocinas se verificó que 6 trampas funcionaban deficientemente.

Las pérdidas promedio para trampas defectuosas a baja presión se consideran en 20 lb/h

Pérdidas totales = 20 lb/h x 6 trampas = 120 lb/h.

Para una operación de trabajo de 3,300 horas anuales el ahorro que se puede obtener es :

Ahorro Térmico = 396,900 lb/año

Ahorro energético = 3,550 gal_{D-2}/año

5.5 Red de vapor y Condensado

Durante el presente estudio se ha podido observar tramos de tubería en deficiente estado, las que se encuentran entre otras deterioradas por corrosión, algunas con aislamiento en mal estado y otras sin aislamiento.

Ocasionando por consiguiente pérdidas de energía calorífica, las que fueron generadas para la utilización en la operación de equipos en los distintos centros de consumo.

5.1.1 Mejora por aislamiento de la red de vapor y condensado

Las mejoras que se recomiendan para disminuir las

pérdidas en las líneas de vapor y condensado son:

- Mejorar el aislamiento a lo largo de todo el sistema de vapor y retorno de condensado (lavandería).
- Revisar, reparar y/o cambiar las trampas de vapor de todo el sistema de redes de distribución de vapor.
- Establecer un programa de Mantenimiento Preventivo para válvulas, líneas, y trampas de vapor.

Dichas pérdidas evaluadas en el punto 4.1.7, representan un equivalente de 5,890 gal_{D-2}/año, luego utilizando lana de vidrio como material aislante para forrar las tuberías de vapor y condensado las pérdidas se reducen a un 50%, equivalentes a :

Ahorro energético = 2,945 gal_{D-2}/año

5.5.2 Resumen del Balance Global Mejorado de Vapor

| Area de Consumo | Lb/h | % |
|---|-------|-------|
| Lavandería | 493 | 18.5 |
| Calentadores de Agua | 1,838 | 68.8 |
| Cocina | 250 | 9.4 |
| Otros Consumidores Menores | 30 | 1.1 |
| Pérdidas en la Red de Distribución de Vapor | 60 | 2.2 |
| Total | 2,671 | 100.0 |

La distribución del Balance Global Mejorado podrá apreciarse en la Fig. Nº 16.

5.6 Análisis de las Mejoras Eléctricas

5.6.1 Mejora por Compensación de Energía Reactiva.

La mayoría de los aparatos conectados a la red eléctrica, consumen además de la energía activa, una cierta cantidad de energía reactiva. Por ejemplo en el caso de este hospital los principales equipos que requieren energía reactiva son los transformadores, motores y fluorescentes.

- Las empresas suministradoras de electricidad facturan la energía reactiva debido a los costos que ellas ocasionan al sistema. Esta energía es susceptible de reducirse o compensarse instalando compensadores rotativos o banco de condensadores, siendo esta última opción, la más económica.

Resulta así, que si el usuario instala bancos de condensadores obtendría ahorros de energía reactiva y además ahorro de energía activa, esto último como consecuencia de la reducción de pérdidas por efecto Joule. Todo esto se reflejará al final en una menor facturación.

Existen diversas alternativas de compensación en baja o en media tensión, variables y/o fija. En lo que respecta a la localización de los Bancos, esta podría ser solo en la sub-estación de llegada, en cada una de las sub-estaciones ya sea en los bornes

de los transformadores, o en barras, en tableros principales o en forma individual en las principales máquinas.

Para el caso en estudio, resultaría mas conveniente desde el punto de vista económico, implementar en una primera etapa, condensadores fijos en baja tensión, para cada sub-estación del 41% de la potencia reactiva máxima.

Del registro de Máxima Demanda, que se muestra en el Anexo B, se tiene:

Potencia Activa : 481.7 Kw

Factor de Potencia : 0.8 (medido el 03/05/89 a las 10.11 a.m.).

Si deseamos alcanzar un factor de potencia ideal de 1.0 se tiene :

$$Q_c = P (\operatorname{Tg} \varphi_1 - \operatorname{Tg} \varphi_2)$$

donde :

Q_c = Potencia reactiva requerida (Kvar)

P = Potencia Activa (Kw)

φ_1 = Angulo de fase en condiciones actuales

φ_2 = Angulo de fase ideal

$$Q_c = 481.7 (\operatorname{tg}(\operatorname{arc} \cos 0.8) - \operatorname{tg}(\operatorname{arc} \cos 1))$$

$$Q_c = 362 \text{ Kvar}$$

$$Q_c = 360 \text{ Kvar (normalizado)}$$

5.6.2 Mejora por Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

Este tipo de ahorro está referido básicamente a las pérdidas de potencia por distribución que se tiene por falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas, el ahorro que puede lograrse por este concepto es del 1 al 2% del consumo eléctrico total.

El mantenimiento debe estar referido a:

Transformadores.-

Existen pruebas que no son mantenidos con la frecuencia requerida, es conveniente chequear el nivel de aceite y limpiar la gran cantidad de polvo acumulado en los aisladores y techos de los transformadores, ya que existe el riesgo de falla por cortocircuito; se sugiere programar las maniobras respectivas.

Alimentadores.-

Es necesario cambiar los alimentadores que han cumplido su ciclo de vida, especialmente desde las llaves de las sub-estaciones hasta las respectivas cajas de paso. Los alimentadores que requieren ser cambiados son 15 cables de la S.E. N° 2 y 19 cables de la S.E. N° 3 entre otras.

A manera referencial mencionaremos el precio

Unitario de Materiales y Mano de obra.

| Materiales | Unidad | Precio: US\$ |
|-----------------------------------|--------|--------------|
| Cables 3x1x35 mm ² NYY | mt. | 32 |
| Cables 3x1x10 mm ² NYY | mt. | 10 |

Mano de Obra

| | | |
|--|------|----|
| Colocación de cable, 3x1x35 mm ² NYY | mt. | 32 |
| Colocación de cable, 3x1x10 mm ² NYY | mt. | 10 |
| Montaje de empalme | Und. | 6 |

Tableros.-

Verificación de los falsos contactos en llaves de tableros generales, interruptores en general, equipos eléctricos y lámparas. Se ha observado que la mayoría de las llaves de los tableros de comando de los equipos de cocina y lavandería están en mal estado, estando inutilizados varios de ellos, lo que imposibilita realizar maniobras en caso de urgencia arriesgando así la salud de las personas.

Aislamiento.-

Control periódico de los niveles de aislamiento y de tensión para detectar fugas a tierra.

Se ha detectado en forma muestral, niveles de aislamiento deficientes, como es el caso de los circuitos de cocina, existiendo corrientes parásitas en los bastidores y electrizamientos en algunos

techos escarchados.

Cabe resaltar que el cambio de cables que ya han cumplido su vida útil, obedece a razones de reposición de activos para mejorar y mantener la confiabilidad del servicio, por lo que si bien, la ejecución de estas medidas contribuyen al ahorro de energía, la inversión por este rubro es inevitable.

Mantenimiento.-

Así mismo la inversión para llevar a cabo las otras recomendaciones obedece a razones de mantenimiento es decir, tener las instalaciones eléctricas en buenas condiciones de operatividad, por lo tanto son inversiones necesarias de hacer que también influyen en el ahorro de energía.

En base al consumo promedio que es de 182,625 Kwh/mes, la tarifa vigente, y el cambio del dólar al 30/08/90 se tiene :

Ahorro Energético : $0.02 \times 182,625 \times 12 = 43,830$
Kwh/año

5.6.3 Mejora por uso eficiente de Electrobombas

Este tipo de ahorro se refiere a la alta frecuencia de funcionamiento de las electrobombas ubicadas en el sótano de cada pabellón. En el Anexo N° 3, se puede observar las mediciones de frecuencia de

arranque y parada de las electrobombas de los pabellones A y B.

Es necesario remarcar que en el sótano de cada pabellón existen 2 electrobombas de iguales características que trabajan las 24 horas del día en forma alternativa, registrando en una de las electrobombas del pabellón B pérdidas mayores a la otra, en razón del mal estado de la válvula check el cual permite el retorno del agua, hecho que se verifica con el giro del eje de la bomba en sentido contrario al de impulsión, lo que se traduce en pérdidas de energía eléctrica.

* Ahorro por Pérdidas en una electrobomba Pabellón B

(De acuerdo a la Figura Nº 17)

H_s = altura promedio del nivel del agua = 88 cm.

\varnothing = diámetro de la tub. conectada a la Bomba = 5 cm

$V_s = (2gh_s)^{1/2}$ = velocidad de salida

$V_s = (2 \times 980 \times 88)^{1/2} = 415.3$ cm/seg.

$Q_1 = V_s \times A$ = Caudal que retorna ; donde $A = \pi \varnothing^2 / 4$

$Q_1 = 8,417.4$ cm³/seg

$\pi = 3.1416$

Además:

H : 40 cm; altura del agua sobre el nivel Mínimo

D : 80 cm; diámetro de cada tanque

t : 26 seg; tiempo de funcionamiento

Q_2 : vol/t; caudal parcial

$Q_2 = (2 \times \pi \times 80^2 / 4) \times 40 / 26 = 15,466.4$ cm³/seg

El caudal real Q es el mayor caudal que se consume cuando aumenta la presión interna del tanque y es aproximadamente el doble de Q_2 .

$Q = 30,933$ cm³/seg

EL factor de ahorro: $k = Q1/Q = 0.27$

Horas que dejaría de operar: $0.27 \times 8760 / 2 \text{ h/año} = 1,183 \text{ h/año}$

Ahorro Energ.: $14.92 \text{ kw} \times 1,183 \text{ h/año} = 17,650 \text{ Kwh/año}$

* Ahorro por Pérdida en las demás Electrobombas

| Pabellón Paralizado | Operativo | |
|------------------------|-----------|------------|
| A | 2 x 20 HP | |
| B | 1 x 20 HP | 1 x 20 HP* |
| C | 2 x 20 HP | |
| D | 2 x 10 HP | |
| E | 2 x 20 HP | |
| F | 1 x 15 HP | 1 x 10 HP |
| Planta Tratam. | 2 x 15 HP | |

* Electrobomba operativa con válvula Check en mal estado.

Las electrobombas no están siendo aprovechadas al máximo de su rendimiento, debido a la falta de mantenimiento adecuado observándose fugas de agua por las bridas y las uniones roscadas en algunos casos.

Se plantea mejorar estas pérdidas reparando cada uno de estos defectos, es decir incluyendo en el programa de mantenimiento esto evitaría altas inversiones iniciales.

Subsanados estos defectos, el promedio del tiempo de funcionamiento que es de 24 seg/ciclo (ciclo de 113 seg) disminuiría en 5 seg por ciclo, ver Anexo 3.

Horas que dejaría de operar una electrobomba:

$$5/113 \times 8760 = 387.6 \text{ h/año}$$

Pot. Total inst.: $(7 \times 20 + 2 \times 15 + 2 \times 10) \text{ HP} = 290 \text{ HP} = 216 \text{ Kw}$

No se ha considerado las electrobombas del pabellón F ya que operan en forma manual, tampoco una electrobomba del pabellón B.

Ahorro Energético: $216 \text{ Kw} \times 387.6 \text{ h/año} = 83,721 \text{ Kwh/año}$

Ahorro Energético Total : $(17,650 + 83,721) \text{ kwh/año}$

: $101,371 \text{ Kwh/año}$

5.6.4 Mejora por Sustitución de Lámparas

El alumbrado del hospital, posee diversos tipos de lámparas; incandescentes, fluorescentes y de vapor de sodio, habiéndose evaluado la necesidad de reemplazar las lámparas incandescentes por fluorescentes y los fluorescentes de 40w. por los de 36w., en razón que el consumo energético es menor y la eficiencia luminosa mayor, ver Anexo N° 2.

La iluminación exterior, mediante lámparas de sodio de alta presión, significa un ahorro sustancial de energía con buenos niveles de iluminación siempre que se realice un mantenimiento adecuado.

Debe tomarse en cuenta que la iluminación en los hospitales es un factor imprescindible y no se puede recurrir a maneras fáciles e indiscriminadas con el propósito de reducir el consumo; como de sustituir

lámparas por otras de menor potencia, porque ello puede dar lugar a zonas deficientemente iluminadas, sin conseguir un ahorro de energía apreciable.

Reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes de 32W.

Actualmente resulta antieconómico utilizar lámparas incandescentes durante largos períodos, comparado con los fluorescentes de 32W, que consumen menos energía para un mismo nivel de iluminación. Sin embargo la utilización de lámparas fluorescentes es restringido para los casos en que se requiera un uso constante de encendido y apagado, en razón que la vida útil se acorta vertiginosamente.

En el hospital se recomienda para las habitaciones de los pacientes en general el empleo de fluorescentes de 32W., si se desea una iluminación localizada podría utilizarse lámparas incandescentes de pequeño vatiaje.

En otros ambientes como farmacia, estantes de enfermeras, comedor, baños comunes, hall, tópico, planoteca, cocina, reposteros, miradores, pasadizos, sala de espera entre otros, las lámparas fluorescentes ofrecen un ambiente mas apreciable proporcionando un efecto de iluminación natural, un buen color y rendimiento, pudiéndose mezclar con luz

incandescente sin alterar la visión.

Por incandescente de 100 y 50 W se tiene:

Ahorro energético por incandescentes:

$$(100-32)W \times 10 \times 365 \text{ días/año} = 248 \text{ Kwh/año}$$

$$(50-32)W \times 10 \times 365 \text{ días/año} = 65.7 \text{ Kwh/año}$$

El hospital cuenta aproximadamente con lámparas incandescentes: 2,680 de 50W y 1,650 de 100W, que para efectos de cálculos asumiremos que es necesario cambiar sólo el 30%; el ahorro total será:

$$\text{Ahorro Energético} = (248 \times 495 + 65.7 \times 804) = 175,582.80 \text{ Kwh/año}$$

* Reemplazo de Lámparas Fluorescentes de 40W por 36W

Las lámparas fluorescentes de 36W están desplazando en el mercado a las de 40W, debido al menor consumo de energía, al mayor flujo luminoso y un menor costo, ver Anexo N° 2.

El hospital, emplea mayormente fluorescentes de 40W y sugerimos cambiar estas lámparas en forma progresiva, como una acción de mantenimiento; es decir si se quema un tubo de 40W o se decide cambiar por otro igual, es preferible reemplazarlo por otro de 36W ya que emplean los mismos accesorios.

Esta acción evitará incurrir en mayores inversiones y permitirá continuar utilizando tubos de 40W

durante el período de vida útil que le resta.

Realizando el cálculo por lámpara y asumiendo una utilización de 14 horas/día en 365 días se tiene:

Ahorro Energético: $(40-36)W \times 14 \times 365 = 20.44 \text{ Kwh/año}$.

El hospital tiene aproximadamente 1,500 lámparas fluorescentes que para efectos de cálculo asumiremos que el 50% de ellos son fluorescentes de 40W;

Ahorro Energético: $20.44 \times 750 = 15,330 \text{ Kwh/año}$

El ahorro total será:

Ahorro Energético Total: $(175,582.80 + 15,330) \text{ Kwh/año}$

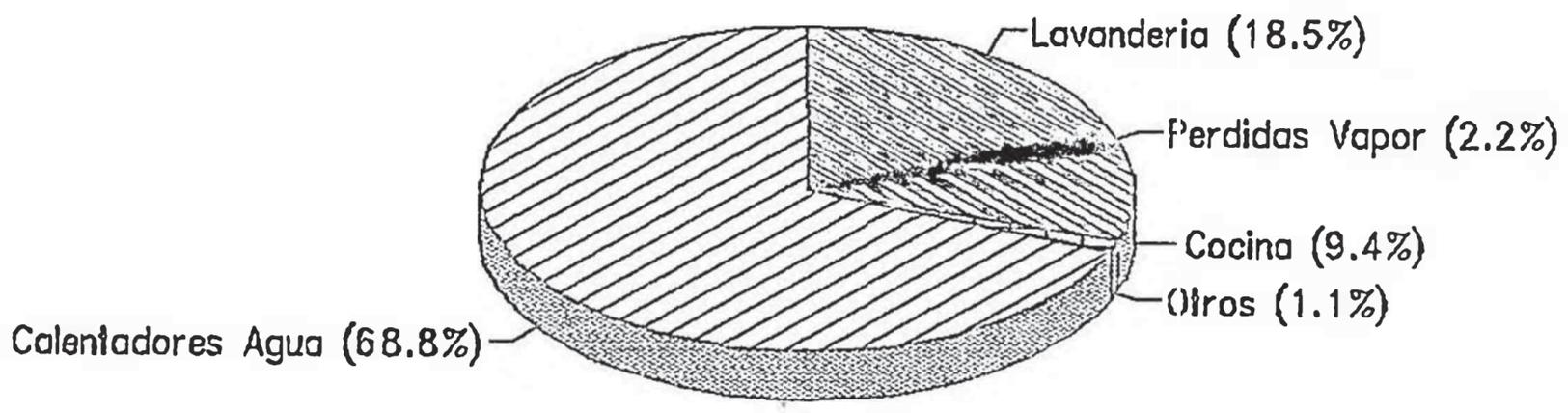
$= 190,912.80 \text{ Kwh/año}$

5.6.5 Mejora por Modificación de Contrato

El ahorro que se consiga no es energético, sino económico debido a que se puede suscribir un nuevo contrato de suministro. Ver Capítulo N°6.

Balance Global Mejorado de Vapor

Fig. Nº 16



SISTEMA HIDRONEUMÁTICO PARA BOMBEO DE AGUA

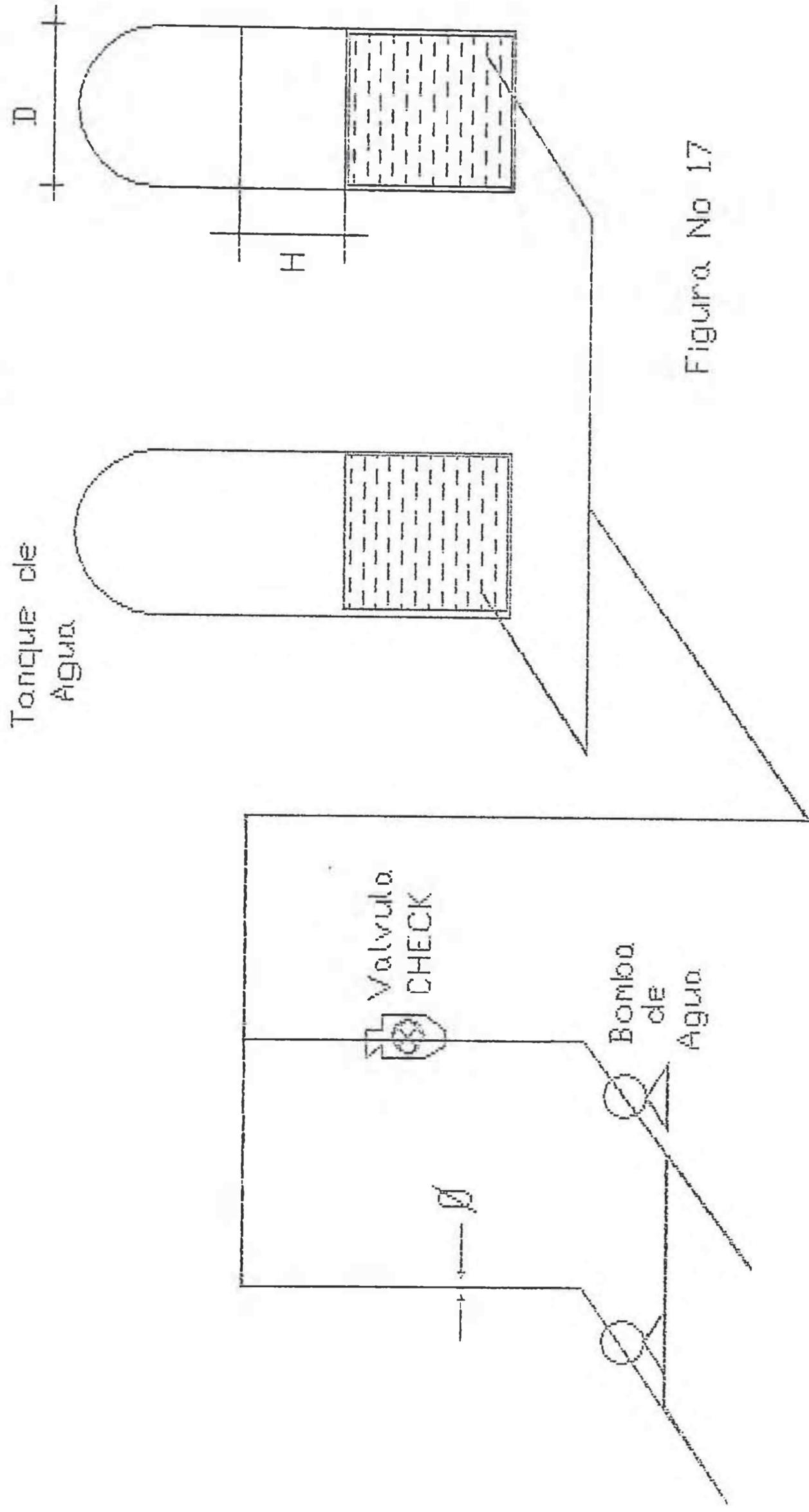


Figura No 17

CAPITULO Nº 6

EVALUACION ECONOMICA

6.0 EVALUACION ECONOMICA

En el estudio de mejoras que se describe en este apartado, se han considerado condiciones estándar, por lo que la rentabilidad de las inversiones, podría verse sustancialmente alterada cuando no se cumpliesen las condiciones de cálculo.

En general, se han seleccionado aquellas medidas cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptables, o aquellas que pese a no ser rentables desde el punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de confort y seguridad.

Si el caso amerita, y teniendo en cuenta los costos energéticos actuales, se determina la inversión necesaria para la implementación de la mejora; dicha inversión se cuantifica sobre la base de presupuestos facilitados por distintos fabricantes. También se incluirá los costos actuales de los materiales a instalar, mano de obra necesaria y puesta en marcha de la instalación si fuese el caso.

Una vez fijada la inversión y el ahorro correspondiente a cada mejora, se evaluará su rentabilidad haciendo uso del período de amortización simple de la inversión.

Del conjunto de mejoras estudiadas se han agrupado bajo el epígrafe Mejoras Propuestas, aquellas que por su

rentabilidad o facilidad de ejecución se consideren viables a corto plazo.

6.1 Evaluación del Ahorro Energético

* Generadores de Vapor

Como se vio en el capítulo anterior, el ahorro energético logrado en este rubro por medio de la optimización de la combustión es de 10,300 gal_{D-2} por año en la caldera N^o 1, y de 35,800 gal_{D-2} por año en la caldera N^o 3.

Lo que expresado en términos económicos representa :

Ahorro Económico = 46,561 US\$/año

INVERSIONES

Las inversiones requeridas para un buen control de la combustión se compone de un analizador portátil de CO₂, manómetros en buen estado para la línea de combustible a quemadores y termómetros para la chimenea.

Sería conveniente instalar un medidor de flujo en la línea de combustible y en la línea de vapor.

Adicionalmente se incluye el gasto correspondiente al personal especializado que intervendrá en el proceso de optimización de la combustión.

| | <u>US\$</u> |
|------------------------------------|--------------|
| * Analizador Portátil | 1,500 |
| * Manómetros y termómetros | 600 |
| * Medidor de Vapor (flujo) | 1,000 |
| * Medidor de Combustible (flujo) | 2,000 |
| * Servicio de Operación | 2,000 |
| * Servicios de Mantenimiento | 2,000 |
| TOTAL | 9,100 |

RETORNO DE INVERSION

El período de recuperación de la inversión es :

$$P = (9,100 \text{ US\$} / 46,561 \text{ US\$/año}) \times 12 \text{ meses/año}$$

$$P = 2.34 \text{ meses}$$

- Incremento de la Temperatura del Agua de Reposición a Calderas.

Como se vio en el capítulo anterior, recuperando el agua de los condensados, y considerando 7,000 horas de operación anual se tiene un ahorro de :

Ahorro energético = 7,210 gal_{D-2}/año

Expresado en términos económicos

$$\text{Ahorro Económico} = 7,282.10 \text{ US\$/año.}$$

- Ahorro General por Balance Térmico Mejorado en las Calderas N^o 1 y 3.

Como se vio en Capítulo N^o 5 se puede lograr un ahorro :

| | <u>Caldero N^o1</u> | <u>Caldero N^o3</u> |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ahorro Térmico (gal/año) | 12,751 | 44,188 |
| Expresado en términos Económicos : | | |
| Ahorro Económico (US\$/año) | 12,878 | 44,629 |

* Lavandería

Mejora por reparación y/o Mantenimiento de Trampas.

En el Capítulo Nº 4 se vio que las pérdidas de vapor por cada trampa defectuosa era de 20 lb/h, como se verificó el mal funcionamiento de 8 de estas, tenemos:

Ahorro Energético = 3,300 gal_{D-2}/año

Que expresado en términos económicos será :

Ahorro Económico = 3,333 US\$/año

Inversión

Para revisar y/o reparar las 8 Trampas, siendo el costo de \$ 80/trampa la inversión sería de 640 US\$

Retorno de la Inversión

El período de recuperación de la inversión es :

P = 2.3 meses

* Calentadores de Agua

- Mejora por el aislamiento de los calentadores y sistemas de regulación

Como se vio en el Capítulo Nº 5 el ahorro Energético logrado era de 14,307 gal_{D-2}/año lo que expresados en términos económicos representa:

Ahorro Económico = 14,450 US\$/año

Inversión

Utilizando Silicato de Calcio como material aislante; se puede forrar todos los calentadores (12 unidades), con una inversión de 2,500 US\$, adicionalmente se requiere 1,000 US\$ para reparar los sistemas de Control existentes.

Retorno de la Inversión

El periodo de retorno de inversión es :

$$P = (3,500/14,450) \times 12$$

$$P = 2.9 \text{ meses.}$$

- Mejora por reparación y Mantenimiento de Trampas

En los calentadores se verificó el mal funcionamiento de 3 trampas lo que representa :

$$\text{Ahorro Energético} = 3,771.64 \text{ gal}_{D-2}/\text{año}$$

Expresado en términos Económicos será :

$$\text{Ahorro Económico} = 3,809.35 \text{ US\$/año}$$

Inversión

Para revisar y/o recuperar las trampas el costo es de 80 US\$/trampa, por tanto la inversión sería de 240 US\$.

Retorno de Inversión

$$P = (240/3,809.35) \times 12$$

$$P = 0.76 \text{ meses.}$$

* Cocinas

Las mejoras que se recomendaron fueron:

- Optimización de las Condiciones de Operación y Mantenimiento.
- Mejora por Reparación y/o Mantenimiento de Trampas

Se verificó que 6 de las trampas de vapor estaban en mal estado, lo que arrojaba pérdidas totales por el orden de las 120 lb/h y considerando un régimen de trabajo de 3,300 horas anuales, el ahorro a obtener era de :

Ahorro energético = 3,550 gal_{D-2}/año

Que expresados en términos económicos representa :

Ahorro Económico = 3,585.50 US\$/año

Inversión

Para revisar y/o recuperar las trampas, el costo es de 80 US\$/trampa, por tanto la inversión sería de 480 US\$.

Retorno de la Inversión

P = 1.6 meses.

* Red de Vapor y Condensado

- Mejora por aislamiento de la red de vapor y condensado

Como se vio en acápite 5.5.1 se conseguiría un ahorro energético de 2,945 gal_{D-2}/año forrando con

material aislante las tuberías de vapor y condensado.

Que expresados en términos económicos representa:
 Ahorro económico = 2,974.45 US\$/año

Inversión

Utilizando lana de vidrio como material aislante; se puede forrar las líneas de vapor y condensado (aproximadamente 60m), con una inversión de 800 US\$

Retorno de la Inversión

$$P = (800 / 2,974.45) \times 12$$

$$P = 3.23 \text{ meses}$$

* Análisis de las Mejoras Eléctricas

- Mejora por Compensación de Energía Reactiva.

Como se vio en el acápite 5.6.1 se tiene que el consumo de energía reactiva es del orden de los :

$$Q_c = 362 \text{ Kvar}$$

$$Q_c = 360 \text{ Kvar (normalizado)}$$

El ahorro futuro a conseguir mejorando el factor de potencia sería alrededor de US\$ 21,209 anuales que actualmente se paga por energía reactiva 25/09/90 (440,000 I/./US\$), esta cifra podría resultar mayor si en el futuro el nivel de precios de la Tarifa Uso General Mayor se aproxima a la Tarifa de Media Tensión, como está previsto).

La inversión requerida sería de US\$ 10,800, si se emplea banco de condensadores estáticos en baja tensión, los cuales tienen un precio promedio de US\$ 30/Kvar, esta inversión sería bastante mayor si se emplean además algunos bancos fijos o bancos automáticos, los cuales ofrecen grandes ventajas como evitar que se tenga energía reactiva capacitiva, disminuye el riesgo de resonancia en los transformadores y disminuye el riesgo de sobretensión en la línea.

El período de retorno de la inversión para lograr el factor de potencia ideal sería :

$$P.R. = (\text{inversión/ahorro}) \times 12 = 6.1 \text{ meses}$$

No obstante este período y la inversión puede disminuirse si se hace la compensación por etapas, tal como se muestra a continuación, en donde también se contempla una configuración que podría ser utilizada en el hospital, indicándose también los costos referenciales.

| S.E. | I Etapa | II Etapa | III Etapa |
|------|---|---|---|
| Nº | Condensadores está- ticos en los bornes de baja tensión | | Si se desea aproximar más el factor de Potencia |
| 1 | 6 Kvar (180 US\$) | | |
| 2 | 30 Kvar (900 US\$) | Bco. 2 unid c/u de 30 Kvar (1800 US\$) | Adicionar más unid si lo requiere |
| 3 | 30 Kvar (900 US\$) | Bco. 2 unid c/u de 30 Kvar (1800 US\$) | Adicionar más unid si lo requiere |
| 4 | 20 Kvar (600 US\$) | | |
| | 10 Kvar (300 US\$) | | |
| 5 | 50 Kvar (1500US\$) | | |

Inversión

* I Etapa 4,380 US\$/año

* II Etapa 3,600 US\$/año

Ahorro Anual

I ETAPA

Los bancos para la primera etapa funcionarán 17 horas a plena carga por día y las 7 horas restantes a un 84% de su capacidad según el diagrama de energía reactiva del Anexo N° 8.

Esto hace un total de 22.75 horas diarias, lo que representa un ahorro de :

Ahorro energético : 146(22.74x365)

Ahorro energético : 1'212,347 Kvarh/año

Ahorro Económico :

= 1'212,347.50 Kvarhx5,010 I/KvarhxUS\$/440,000I/.

= 13,804.23 US\$/año

II ETAPA

Los bancos para la segunda etapa funcionarían a plena carga cerca de 15.25 horas por día según diagrama del Anexo Nº 8. lo que representa un ahorro de :

Ahorro energético : $120 \text{ Kvar}(15.25 \times 365) = 667,950$

Kvarh/año

Ahorro económico :

= $667,950 \text{ Kvarh} \times 5,010 \text{ I/Kvarh} \times \text{US\$}/440,000 \text{ I/}$

= $7,605.52 \text{ US\$}/\text{año}$

Retorno de la Inversión

* I Etapa $P = (4,380/13804.23) \times 12 = 3.8$ meses

* II Etapa $P = (3,600/7,605.52) \times 12 = 5.7$ meses

De efectuarse la compensación además del ahorro señalado, se lograría también un menor ahorro en energía activa (Kwh) como consecuencia de las pérdidas por efecto Joule, además se dispondrá de una mayor capacidad de los cables para transmitir energía activa.

*** Mejora por Mantenimiento de Instalaciones****Eléctricas**

El ahorro que se puede alcanzar por este rubro, es de un 2% del consumo eléctrico total.

Este rubro está referido a :

- Transformadores

- Alimentadores
- Tableros
- Aislamiento
- Mantenimiento

$$\text{Ahorro Energético : } 0.02 \times 182,625 \times 12 = 43,830 \text{ Kwh/año}$$

Ahorro Económico :

$$43,830 \left[\frac{7(1 \times 47,120 + 5 \times 23,560)}{12 \times 6} + \frac{5(1 \times 31,414 + 5 \times 15,707)}{12 \times 6} \right] \times \frac{1}{440,000}$$

$$\text{Ahorro Económico : } 2,357.78 \text{ US\$/año}$$

* Mejora por uso eficiente de Electrobombas

Como se vio en el capítulo Nº 5 el ahorro que se conseguía por electrobomba era de :

Ahorro en una Electrobomba del Pabellón B:

$$\text{Ahorro Energ. : } 14.92 \text{ Kw} \times 1,183 \text{ h/año} = 17,650 \text{ Kwh/año}$$

$$\text{Ahorro Econ. : } 17,650 / 12(7 \times 35,340 + 5 \times 23,560.50) \times \frac{1}{440,000}$$

$$: 1,220.73 \text{ US\$/año}$$

Inversión

La inversión requerida para la revisión de una bomba y su válvula check, como es cambio de empaquetaduras ajuste de bridas y/o uniones, sellos y mano de obra es de aproximadamente \$ 150.

Retorno de la Inversión

$$P = (150 / 1,220.73) \times 12 = 1.5 \text{ meses}$$

$$P = 1.5 \text{ meses}$$

- Ahorro por Pérdida en las demás Electrobombas

| Pabellón Paralizado | Operativo | |
|---------------------|-----------|-------------------------|
| A | 2 x 20 HP | |
| B | 1 x 20 HP | 1 x 20 HP \varnothing |
| C | 2 x 20 HP | |
| D | 2 x 10 HP | |
| E | 2 x 20 HP | |
| F | 1 x 15 HP | 1 x 10 HP |
| Planta Tratam. | 2 x 15 HP | |

\varnothing Electrobomba operativa con válvula Check en mal estado.

No se ha considerado las electrobombas del pabellón F ya que operan en forma manual, tampoco una electrobomba del pabellón B.

Ahorro Energético: $216 \text{ Kw} \times 387.6 \text{ h/año} = 83,721$
Kwh/año

Ahorro Energético Total : $(17,650 + 83,721) \text{ kwh/año}$
: $101,371 \text{ Kwh/año}$

Ahorro Económico :

$$83,721 / 12 (7 \times 35,340 + 5 \times 23,560.5) \times 1 / 440,000$$

: $5,790.42 \text{ US\$/año}$

Ahorro Económico Total : $(1,220.73 + 5,790.42) \text{ US\$/año}$
: $7,011.16 \text{ US\$/año}$

Inversión

Se cuenta con 14 bombas en todo el hospital lo que representa una inversión de US\$ 2,100. por mantenimiento, mas US\$ 600 por rebobinado de 2 electrobombas que se encuentran actualmente

paralizadas, representa US\$ 2,700.

Recuperación de la Inversión

$$P = (2,700 / 7,011.16) * 12$$

$$P = 4.6 \text{ meses}$$

* Mejora por Sustitución de Lámparas

El ahorro Energético por el cambio de lámpara incandescente a lámpara fluorescente de 32 W era :

$$(100-32)W \times 10 \times 365 \text{ días/año} = 248 \text{ Kwh/año}$$

$$(50-32)W \times 10 \times 365 \text{ días/año} = 65.7 \text{ Kwh/año}$$

Tomando en cuenta la tarifa vigente se tiene:

Para lámparas de 100 W:

$$248 / 12 \times (7 \times 35,340 + 5 \times 23,560.50) \times 1 / 440,000 = 17.15 \text{ US\$/año}$$

Para lámparas de 50 W:

$$65.7 / 12 \times (7 \times 35,340 + 5 \times 23,560.50) \times 1 / 440,000 = 4.54 \text{ US\$/año}$$

El hospital cuenta aproximadamente con lámparas incandescentes: 2,680 de 50W y 1,650 de 100W, que para efectos de cálculos asumiremos que es necesario cambiar sólo el 30%; el ahorro total será:

$$\text{Ahorro Energético} = (248 \times 495 + 65.7 \times 804) = 175,582.80$$

Kwh/año

En términos económicos tenemos :

$$\text{Ahorro Económico} = (17.15 \times 495 + 4.54 \times 804) = 12,139.41$$

US\$/año

Inversión

Cada equipo de Fluorescente de 32W cuesta actualmente US\$ 25 si se cambia inicialmente el 30% de los equipos, la inversión sería de US\$ 32,475.

Período de Recuperación

$$P = (32,475 / 12,139.41) * 12$$

$$P = 32 \text{ meses}$$

- Reemplazo de Lámparas Fluorescentes de 40W por 36W

Realizando el cálculo por lámpara y asumiendo una utilización de 14 horas/día en 365 días se tiene:

$$\text{Ahorro Energético: } (40-36)W \times 14 \times 365 = 20.44 \text{ Kwh/año}$$

Tomando la Tarifa vigente se tiene:

Ahorro Económico:

$$20.44 / 12 (7 \times 35,340 + 5 \times 23,560.50) \times 1 / 440,000 \text{ US\$/año}$$

$$: 1.4137 \text{ US\$/año}$$

El hospital tiene aproximadamente 1,500 lámparas fluorescentes que para efectos de cálculo asumiremos que el 50% de ellos son fluorescentes de 40W;

$$\text{Ahorro Energético: } 20.44 \times 750 = 15,330 \text{ Kwh/año}$$

$$\text{Ahorro Económico : } 1.4137 \times 750 = 1,060.27 \text{ US\$/año}$$

El ahorro total será:

$$\text{Ahorro Energético Total: } (175,582.80 + 15,330)$$

$$: 190,912.80 \text{ Kwh/año}$$

Ahorro Económico Total : (12,139.41 + 1,060.27)

= 13,199.68 US\$/año

* Mejora por Modificación de Contrato

Por ejemplo si estos fueran 500 Kw para horas fuera de punta y 300 Kw en horas de punta, el ahorro sería:

$$(P_{\text{whp1}} - P_{\text{whp2}})t = (350 - 300) \times 1'409,010 = 70'450,500$$

I/./mes

$$(P_{\text{whfp1}} - P_{\text{whfp2}})t = (600 - 500) \times 704,505 = 70'450,500$$

I/./mes

I/./mes

140'901,00

Ahorro Económico :

$$= 140'901,000 \times 12 \times 1/440,000 = 3,842.75 \text{ US$/año}$$

P_{whp1} = Potencia suscrita en horas punta actual

P_{whp2} = Potencia suscrita en horas punta sugerida

P_{whfp1} = Potencia suscrita en horas fuera de punta actual

P_{whfp2} = Potencia suscrita en horas fuera de punta sugerida

6.2 Características Técnicas y Económicas de la Inversión

En el cuadro resumen, se puede observar que algunas mejoras no requieren de inversión, mientras que en otras es necesario invertir cierta cantidad para llevarlo a cabo.

Las mejoras conducentes al ahorro de energía pueden clasificarse como mejoras sin inversión, con baja

inversión y como mejoras con alta inversión.

Para la ejecución de las mejoras que se proponen es aconsejable contar con una adecuada organización energética en el Hospital; la que podría estar constituida como la que se sugiere en el Capítulo No 7. Asimismo, es aconsejable dotar al hospital, en los sectores de mayor incidencia de consumo energético, de la instrumentación adecuada, que facilite y otorgue un mejor conocimiento de las variables energéticas del proceso y a la implementación de las mejoras que se proponen y que a continuación se resumen.

6.3 Rentabilidad de la Inversión

6.3.1.- Mejoras sin Inversión

Estos alcanzan un Ahorro Energético de 234,742 Kwh/año equivalente a 15,557.46 US\$/año y un Ahorro Económico de US\$ 3,842.75 (Modificación de Contrato)

6.3.2.- Mejoras con Baja Inversión \leq US\$ 1,000

Estas mejoras representan un Ahorro Energético de 13,566.64 gal_{D-2}/año equivalente a US\$ 13,701.

La recuperación de la Inversión es de 2 meses aproximadamente.

6.3.3.- Mejoras con Mediana Inversión \leq US\$ 15,000

Estas mejoras representan un ahorro energético de

1'880,297 Kvarh/año en 2 etapas equivalente a 21,410 US\$/año, 71,246 gal₂/año equivalentes a 71,957 US\$/año y 17,650 Kwh/año equivalente a US\$. 8,231.89 La recuperación de la Inversión es de 3.5 meses aproximadamente.

6.3.4.- Mejoras con Alta Inversión \geq US\$ 15,000

Estas mejoras representan un ahorro energético de 175,582 Kwh/año equivalentes a 12,139.41 US\$/año.

• La recuperación de la inversión es de 2.6 años aproximadamente.

CAPITULO Nº 7

CREACION DE UN COMITE ENERGETICO

7.0.- CREACION DE UN COMITE ENERGETICO

Para llevar a cabo una gestión energética eficaz en el hospital, es necesario crear un comité de energía que responda al siguiente modelo :

El Comité de Energía

Su misión fundamental será el establecimiento de un Plan de Conservación de la Energía en el Hospital, que incluya:

- Programas de formación y mentalización de personal
- Programas de Ahorro de Energía a corto, mediano y largo plazo.
- Establecimiento de valores objetivos de consumo térmico y eléctrico en cada parte del proceso.

Funciones

- Asesoramiento a la dirección en temas energéticos
- Establecer una contabilidad energética
- Establecer un sistema de auditoría
- Participar en estudios y proyectos energéticos
- Promoción de nuevas técnicas
- Seguimiento de proyectos y programas
- Establecimiento de manuales de operación energética
- Intensificación del mantenimiento energético
- Preparar campañas de mentalización
- Colaborar en temas energéticos, con centros

hospitalarios del Sector y del Entorno geográfico.

- Relacionarse con organismos oficiales.

Atribuciones

- Podrá pedir todo tipo de datos a otros departamentos

- Podrá ordenar la realización de ensayos, toma de datos y análisis

- Tendrá personal colaborador a sus órdenes directas

- Contará con el presupuesto adecuado

Autoridad

- Para aceptar o rechazar sugerencias del personal

- Para requerir la necesidad de instrucción de los empleados

- Para ordenar abastecimiento de equipo especial

- Para asignar trabajos en consonancia con el departamento afectado

Composición

Como idea general, el Comité de Energía podrá estar formado por un representante de cada uno de los siguientes departamentos :

- Mantenimiento

- Logística

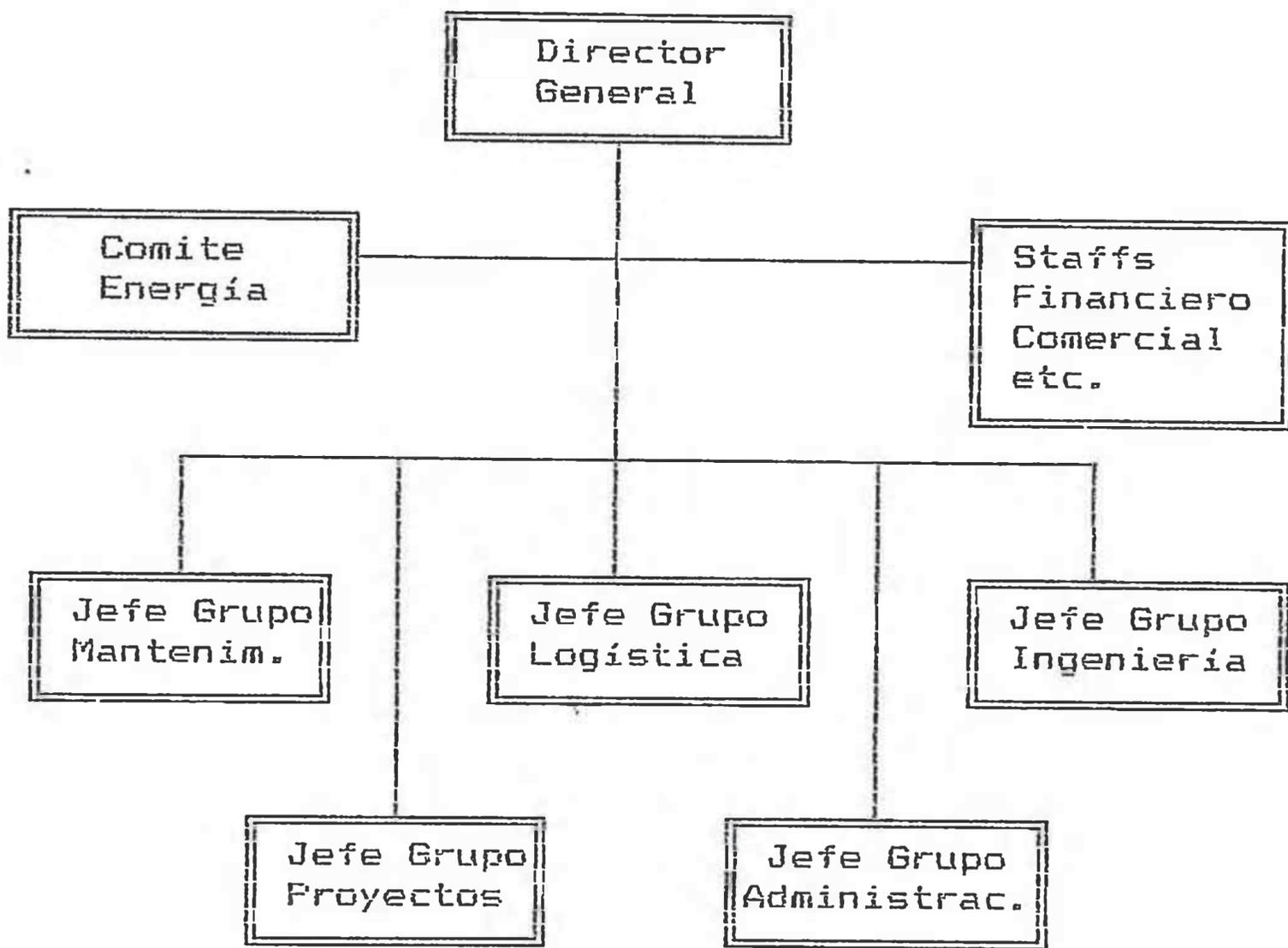
- Ingeniería

- Proyectos

- Administración

y un presidente designado por la Dirección que sería el Coordinador de Energía.

ORGANIZACION ENERGETICA - CREACION DE UN COMITE



CONCLUSIONES

Con este estudio se ha pretendido mediante la recopilación de información y análisis de las instalaciones existentes, plantear las primeras medidas que supongan un ahorro efectivo de energía en el Hospital.

El conjunto de mejoras que se han propuesto pueden reducir hasta un 24% el consumo de combustibles y hasta 21% el consumo de energía eléctrica, la inversión necesaria es inferior 21,000 US\$ amortizándose el conjunto en aproximadamente 6 meses, de mantenerse las condiciones de cálculo.

No obstante el objetivo final de cualquier estudio energético no es tanto el proponer mejoras singulares como promover actitudes tendientes al ahorro energético. En este sentido, el control del consumo energético, la selección de equipos e instalaciones, teniendo en cuenta su rendimiento así como su eficaz labor de mantenimiento, contribuyen de una forma muy importante a mejorar la eficiencia energética de las instalaciones.

* Consumos Energéticos

| | <u>Consumo anual</u> | <u>Tep/año</u> |
|------------------------|----------------------|----------------|
| • Combustible Diesel 2 | 261,000 gal/año | 857 |
| Electricidad | 2,191 Mwh/año | <u>188</u> |
| | CONSUMO TOTAL | 1,045 |

* Ahorros

| | <u>Ahorro anual</u> | <u>Tep/año</u> |
|------------------------|---------------------|----------------|
| * Combustible Diesel 2 | 84,812 gal/año | 278 |
| * Electricidad | 462 Mwh/año | 45 |
| | AHORRO TOTAL | 323 |

* Resumen Energético

| | <u>Consumo</u> | <u>%</u> | <u>Ahorro</u> | <u>%</u> | <u>Sobre consumo</u> |
|--------------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------------|
| | <u>Tep/año</u> | | <u>Tep/año</u> | | <u>total (%)</u> |
| E. Térmica | 857 | 82 | 278 | 32 | 26 |
| E. Eléctrica | 188 | 18 | 45 | 23 | 4 |
| | <u>1,045</u> | <u>100</u> | <u>323</u> | <u>30</u> | <u>30</u> |

Con la mejoras propuestas se logran los siguientes resultados:

- AHORRO ENERGETICO TERMICO 278 Tep/año (2014 bl/año)
- AHORRO ENERGETICO ELECTRICO 45 Tep/año (326 bl/año)
- AHORRO ENERGETICO TOTAL 323 Tep/año (2340 bl/año)
- AHORRO ECONOMICO 99,263 US\$/año
- MODIFICACION DE CONTRATO 3,842 US\$/año
- AHORRO ECONOMICO TOTAL 103,105 US\$/año
- INVERSION NECESARIA <> 58,065 US\$
- PERIODO DE AMORTIZACION 6.8 MESES

REPRESENTAN LOS SIGUIENTES AHORROS :

| | | |
|---------------------|-------|------|
| AHORRO TERMICO | | 32 % |
| AHORRO ELECTRICO | | 23 % |
| POTENCIAL DE AHORRO | | 30 % |

RECOMENDACIONES

A continuación se presenta la relación de mejoras que se recomienda tomar de inmediato para optimizar el consumo energético entre otras.

Mejora en el sistema de Tratamiento y Control de Agua de Calderas

- Control de Dureza del agua ablandada, para lograr que la regeneración de la resina se realice adecuadamente, impidiendo un ingreso excesivo de iones de calcio y magnesio a la caldera.
- Control del Nivel de STD en la caldera, para establecer el régimen de purgas.
- Control de Ph, del agua de la caldera. Un Ph bajo (menor a 9.5) va a ocasionar que se formen incrustaciones y un Ph alto (mayor a 11.5) presenta problemas de fragilidad cáustica.
- Una adecuada distribución de agua tratada para los servicios adecuados.

Lavandería

- Realizar un buen mantenimiento a las planchadoras, calandria, lavadoras a fin de que estos equipos trabajen eficientemente y no consuman vapor en exceso por deficiencia
- Mejorar el aislamiento de las líneas de vapor y retorno de condensado a fin de disminuir las pérdidas por radiación.

- Implementar la instrumentación necesaria a fin de poder llevar un control de operaciones de cada equipo, dentro de dicha instrumentación se incluiría:
 - . Medidor de Flujo de Vapor
 - . Termómetros y Manómetros
- Realizar un estudio técnico - económico sobre la posibilidad de reemplazar gradualmente las unidades actuales por otras más eficientes.

Calentadores de Agua

- Reparar y colocar aislamientos en los intercambiadores y líneas de vapor condensado.
- Reparar y/o cambiar las trampas de vapor cuyo funcionamiento sea deficiente, así como válvulas con fugas.
- Efectuar un mantenimiento adecuado a las trampas de vapor, válvulas, elaborando un programa de mantenimiento periódico.
- Reparar e instalar la instrumentación para poder tener un control adecuado del consumo de vapor, dentro del cual se debe considerar:
 - . Medidor de flujo de vapor.
 - . Medidor de flujo de agua.
 - . Termómetros y manómetros
- Reparar el serpentín del calentador del Pabellón E, puesto que en la actualidad se encuentra picado e inundado.
- Reparar todos los calentadores que se encuentran en

Stand-by, puesto que no funcionan y su instrumentación esta incompleta.

- Reparar las electrobombas de los condensados

Redes de vapor y condensado

- Mejorar el aislamiento a lo largo de todo el sistema de vapor y retorno de condensado (lavandería)
- Revisar, reparar y/o cambiar las trampas de vapor de todo el sistema de redes de distribución de vapor.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo para las válvulas, líneas y trampas de vapor.

Cocina

- Reparar y colocar aislamiento en las líneas de alimentación de vapor y retorno de condensado.
- Reparar y/o cambiar las trampas de vapor, válvulas, etc., elaborando un programa de mantenimiento periódico.
- Reparar e instalar la instrumentación a fin de tener un control adecuado del proceso, dentro del cual se debe considerar:
 - . Medidor de flujo de vapor
 - . Termómetro y manómetro en el lado de vapor y retorno de condensados.
- Modificar las instalaciones de las líneas de vapor y condensado en las marmitas. Deberán ser empotradas en el piso a fin de no deteriorar las tuberías y el aislamiento de las mismas con el uso diario.

- En el almacén de víveres, regular los sistemas de presostatos de las moto-compresores de las cámaras de carnes, de pescado, de lácteos, de frutas, verduras y revisar que los difusores no estén obstruidos para evitar problemas en el drenaje.
- En el Anexo N° 4 se muestran temperaturas de referencia para la congelación y conservación de alimentos, recomendado por ASRE (Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración).
- Hacer mantenimiento correctivo a todas las cámaras, de frutas, de pescado y de desperdicios ya que no están operativos. La cámara de carnes tiene el drenaje interrumpido, las empaquetaduras en mal estado, los controles defectuosos, el compresor presenta fugas de gas y además se requiere regular la válvula de expansión termostática.
- La cámara de verduras tiene el drenaje del difusor interrumpido y la cámara de dietas tiene fallas en las chapas.

Suministro de Combustible

- Cambio de la electrobomba de suministro de tanque diario por otra de mayor capacidad, el actual tiene un funcionamiento continuo.
- Cubicar el tanque N° 3 (7,000 galones), y graduar la varilla de medición de nivel de combustible, a fin de seguir una exacta contabilidad del consumo de combustible diesel-2.

- Reparación y/o adquisición de los quemadores del incinerador de desperdicios.
- Incluir en los reportes diarios de mantenimiento los datos de temperatura de los gases de escape, presión de las calderas.

Almacén de Medicinas

- Revisar la conservadora de 15 p³ marca Frigidaire, pues presenta síntomas de falta de gas y la conservadora semi-hermética marca Capelland que no opera por falta de gas.

Laboratorio (Sótano)

- Revisar las empaquetaduras de la cámara conservadora de cadáveres y el congelador de 5 p³ ya que presenta fallas de recalentamiento, aparentemente por sobrecarga de gas.

Energía Reactiva

Compensar la energía reactiva significa ahorrar hasta 21,209 US\$/año, para esto se recomienda en una primera etapa utilizar condensadores estáticos en baja tensión a instalarse en cada sub estación; la capacidad de estos condensadores calculado en el acápite 6.1 permite una utilización permanente de los mismos, lo cual se refleja en un relativo menor período de recuperación de la inversión.

En una segunda etapa se consideran también

condensadores estáticos con dispositivos que faciliten su desconexión cuando no sean requeridos para evitar problemas de sobrecompensación en determinados momentos. El período de recuperación de la inversión en esta etapa es un tanto mayor por cuanto las horas de utilización de estos condensadores es menor, pues dependen del funcionamiento de los principales equipos eléctricos.

En una tercera etapa, se recomienda compensación individual en las principales cargas. No se consideró el uso de un banco de condensadores con regulación automática por lo oneroso que resultaría la instalación de éstos; no obstante, en caso de que se consiga la liberación de aranceles para equipos de ahorro y conservación de energía, sería recomendable hacer el análisis económico para el empleo de estos bancos automáticos en la segunda etapa.

Iluminación

- Se debe aprovechar la energía del sol al máximo, y la luz artificial usarla sólo como complemento.
- Se debe limpiar vidrios y luminarias periódicamente, estableciendo un programa de mantenimiento.
- Ciertos ambientes necesitan de iluminación localizada para algunos trabajos que requieran un esfuerzo visual mayor, que la luz general no puede dar.
- Se debe independizar circuitos de iluminación, para

- solo encender las que sean necesarias.
- Se debe instalar interruptores horarios para controlar la iluminación de zonas de uso restringido.
 - Para salvaguardar la vida de las lámparas es conveniente medir el voltaje de la red eléctrica para alumbrado para que estas no trabajen con sobre tensión, colocar las micas de las lámparas que están en el exterior para protegerlas del medio ambiente.
 - Limpiar periódicamente las luminarias (micas) y quitar en los casos que así lo requieran los que se encuentran amarillos por el tiempo de uso o los que resten luz.
 - Reducir la iluminación decorativa innecesaria.
 - Instalar fotoceldas para apagado y encendido automáticos cuando lo requieran y en las llaves existentes hacer un mantenimiento ya que el polvo influye mucho en el encendido y apagado.
 - Emplear colores claros en paredes y techos, limpiar estos regularmente.
 - Respetar los niveles de iluminación recomendada para cada ambiente, según Anexo N° 1.

Otros

- Es necesario levantar planos de las instalaciones eléctricas, térmicas (líneas de vapor y retorno de condensados) y de la red de agua (distinguiendo la red de agua tratada, y no tratada, así como la red de desague)

- También es muy necesario instalar equipos de medida (amperímetros, voltímetros, vatímetros) en los tableros de control de las subestaciones a fin de que los operadores conozcan los parámetros eléctricos antes de iniciar cualquier maniobra, se ha podido observar que los amperímetros ubicados en los tableros de control de las subestaciones N^o 2 y 3 son de 0-400 A, necesitándose amperímetros de mayor capacidad, es decir de 0-1,200 A.

BIBLIOGRAFIA

- * Calderas de Vapor Charles Donald Swift
- * Calderas Tipos y Funciones Shield Carl D.
- * Administración Operativa Enrick Norbert Lloyd
- * Accidentes Prevención de Riccardi, Ricardo
- * Agua Caliente, Calefacción Penn Colin, Soley D.
- * Bombas y Sistemas de Bombeo ... Holland F.A.
- * Transformadores Baptidanov & Tarasov
- * America Society of Refrigerating Engineers ASRE
- * Catálogo de Iluminación Profesional PHILIPS
- * Manual de Iluminación del I.E.S.