

INVENTARIADO
RESPONSABLE:

621.31
C541
E.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Departamento de Ingeniería Eléctrica D-2217

INVENTARIADO 7 ABR 1977
RESPONSABLE:

"ESTUDIO ALTERNATIVO DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA
PARA LA CENTRAL AZUCARERA TROPICAL AMERICANA, AZTRA"

INVENTARIADO 28 ABR 1977
RESPONSABLE:

TESIS DE GRADO
Previa la obtención del título
de
INGENIERO ELECTRICO

Por:

HECTOR CHIRIBOGA ALBAN

Diciembre, 1976

Guayaquil-Ecuador

M

"ESTUDIO ALTERNATIVO DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA
PARA LA CENTRAL AZUCARERA TROPICAL AMERICANA, AZTRA"

DIRECTOR DE TESIS

AUTOR


ING. MARCELO JARAMILLO AGUILAR


HECTOR CHIRIBOGA ALBAN



BIBLIOTECA

DECLARACION EXPRESA:

DECLARO QUE: Hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis son de mi exclusiva responsabilidad y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral).



BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTO

La colaboración prestada al autor por parte de los Directivos y Personeros de AZTRA ha sido fundamental para la culminación de este trabajo.

Un agradecimiento especial a los Ingenieros Rafael Robles, Glenn Shura y René Escalona.

El Autor

DEDICATORIA

A mis padres

A mi esposa é hijos

"ESTUDIO ALTERNATIVO DE ALIMENTACION DE ENEMGIA ELECTRICA
PARA LA CENTRAL AZUCARERA TROPICAL AMERICANA, AZTRA"

	<u>PAGINA</u>
<u>CAPITULO 1.- INTRODUCCION</u>	1
1.1. Objetivo y alcance del Estudio	2
1.2. Operación de una Central Azucarera	3
 <u>CAPITULO 2.- DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL</u>	 6
2.1. Generación	7
2.2. Distribución	11
2.3. Índices de consumo	19
2.3.1. Consumo de energía en períodos de zafra	19
2.3.2. Consumo de energía en períodos de interzafra	
 <u>CAPITULO 3.- METAS DE PRODUCCION</u>	 25
3.1. Introducción	26
3.2. Programa de molienda	27
3.3. Duración de la zafra	28
3.4. Proyección de la capacidad de molienda	29
3.5. Implementación de nuevos equipos	30
3.6. Proyección de la demanda en zafra	36

	<u>PAGINA</u>
3.7. Proyección de la demanda en interzafra	37
<u>CAPITULO 4.- ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION</u>	48
4.1. Introduucción	50
4.2. Alternativas	51
4.3. Alternativa I. Auto-abastecimiento total	53
4.3.1. Justificación del equipamiento	53
4.3.2. Generación durante el período de zafra	55
A. Inversión unitaria	56
B. Costo de operación	58
C. Depreciación y rentabilidad del capital invertido	67
D. Costo del kilovatio-hora	68
4.3.3. Generación durante el período de interzafra	70
A. Inversión unitaria	70
B. Costos de operación	70
C. Depreciación y rentabilidad del capital invertido	73
D. Costo del kilovatio-hora	74
4.4. Alternativa II. Alimentación exterior total	74

	<u>PAGINA</u>
4.4.1. Subestaciones	74
4.4.2. Inversiones	81
4.4.3. Depreciación y rentabilidad del capital invertido	87
4.4.4. Costos por la compra de energía	87
4.4.5. Costo del kilovatio-hora	89
4.5. Alternativa III. Alimentación exterior parcial	91
4.5.1. Subestaciones	91
4.5.2. Inversiones	98
4.5.3. Depreciación y rentabilidad del capital invertido	104
4.5.4. Costos por la compra de energía	104
4.5.5. Costo del kilovatio-hora	105
4.6. Resumen comparativo de las alternativas	107
<u>CAPITULO 5.- CONCLUSIONES</u>	108
5.1. Alternativa seleccionada	109
5.2. Recomendaciones finales	110
TABLAS	112
GRAFICOS	127
BIBLIOGRAFIA	137

LISTA DE TABLAS

<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>PAGINA</u>
1	Consumo de energía en períodos de zafra	112
2	Consumo estadístico de energía por mes y por zafra	113
3	Datos estadísticos de consumo y producción por zafra	114
4	Curva típica para un día de zafra	115
5	Consumo de energía en períodos de interzafra	116
6	Consumo estadístico de energía por mes y por interzafra	117
7	Curva típica para un día de interzafra	119
8	Proyección de la capacidad de molienda	120
9	Nuevos equipos	121
10	Carga instalada	125

LISTA DE GRAFICOS

<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1	Curva de consumo de vapor en los turbo- alternadores	127
2	Diagrama unifilar actual	128
3	Proyección de la demanda, período de zafra	129
4	Proyección de la demanda, período de inter- zafra	130
5	Diagrama del circuito de vapor de AZTRA	131
6	Diagrama unifilar subestación 69 - 5.5 KV.	132
7	Diagrama unifilar subestación 13.8 - 5.5 KV.	133
8-A	Curva de equipamiento (zafra)	134
8-B	Curva de equipamiento (interzafra)	135
9	Diagrama unifilar proyectado	136

CAPITULO 1.- INTRODUCCION

- 1.1. Objetivo y alcance del Estudio
- 1.2. Operación de una Central Azucarera

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

A principios de 1973, con la idea de este estudio, se plantearon en AZTRA las primeras discusiones sobre la posibilidad de tomar energía desde un sistema de servicio público.

El principal problema de AZTRA en ese entonces, era la discontinuidad en el servicio por los daños que se producían en los grupos a diesel, los cuales generan durante el período de interzafra.

El objetivo principal en ese entonces era alcanzar el índice de molienda nominal de 7 000 toneladas de caña por día.

Ese objetivo se transformó, entre los años 1974 y 1975. Se propuso como meta una producción de 3'000 000 de quintales de azúcar por zafra. Para alcanzar ese objetivo AZTRA elaboró un programa de ampliaciones según el cual el índice de molienda pasaría a 9 500 toneladas de caña por día.

Determinar las futuras necesidades de energía de acuerdo a la meta de producción propuesta será parte del presente estudio.

Para satisfacer las futuras necesidades de energía de AZTRA

existen dos alternativas principales. Continuar generando su propia energía o tomarla desde las líneas de un sistema de servicio público. Se plantea también una alternativa que combine las dos anteriores, esto es, generar durante zafra y tomar energía exterior para interzafra.

Se analizarán y evaluarán las alternativas planteadas de tal manera que se pueda seleccionar la que técnica y económicamente sea más conveniente.

1.2. OPERACION DE UNA CENTRAL AZUCARERA

Una central azucarera tiene por lo general, dos períodos de trabajo perfectamente definido: zafra, que es la cosecha y el procesamiento de la caña de azúcar y la interzafra o tiempo muerto que es la época del año durante la cual se cultiva la caña de azúcar y se efectúa el mantenimiento del equipo y la implantación de mejoras o modificaciones.

Durante el período de zafra, la producción debe mantenerse en un ritmo lo más continuo posible, para que ésta se cumpla dentro del tiempo programado con las ventajas económicas esperadas. Las condiciones climáticas representan un factor determinante, pues en algunas regiones limitan el período apto para zafrar.

En la costa ecuatoriana y particularmente, el área en la cual se desenvuelve AZTRA, la caída de las primeras lluvias, anuncia el fin de la zafra, la caña pierde grado y el transporte de la misma se vuelve a tal punto dificultoso, que el conjunto de estos dos factores hacen completamente antieconómico continuar la operación. El tiempo apto para zafrar generalmente es entre los meses de Junio y Diciembre de cada año.

Durante la interzafra debe cumplirse un extenso programa de mantenimiento en todo el equipo. Y éste debe ser cumplido a tiempo para las pruebas de arranque del equipo.

Para cumplir ambas fases de trabajo en el Ingenio, se requiere entre otras cosas: un alto grado de confiabilidad en los equipos de producción y de servicio.

La operación completa, a breves rasgos, es la siguiente:

- Cultivo de la caña y preparación de toda clase de equipos.
- Cosecha de la caña y arranque de equipos.
- Transporte de la caña al Ingenio.
- Molienda de la caña, separando el jugo del bagazo.

- Del jugo se separa la sacarosa, convirtiéndola en azúcar, que es el producto terminado.

- El bagazo se lo transporta y quema en las calderas, sirviendo como combustible.

- La energía térmica que producen las calderas se la utiliza principalmente en el proceso de producción. También el vapor impulsa las turbinas que mueven los molinos; así como también las turbinas de los grupos electrógenos.

En resumen, de la caña de azúcar se extrae el azúcar que contiene y el desecho o bagazo, es la fuente de la energía que requiere para el proceso.

CAPITULO 2.- DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

- 2.1. Generación
- 2.2. Distribución
- 2.3. Indices de consumo
 - 2.3.1. Consumo de energía en períodos de zafra
 - 2.3.2. Consumo de energía en períodos de interzafra

2.1. GENERACION

El hecho de que la producción se desarrolle exclusivamente durante el período de zafra, determina dos sistemas de generación, cada uno de los cuales es característico del período de zafra o interzafra correspondiente.

AZTRA satisface sus necesidades de energía eléctrica para la zafra generando con sus grupos de turbina a vapor tipo noncondensing. De hecho esto es característico de las centrales azucareras. La capacidad de los grupos de AZTRA es de 2 x 3 000 KW.

Como capacidad de emergencia para zafra tiene grupos a diesel 2 x 250 KW.

Estos mismos grupos a diesel, generan la energía que requiere el Ingenio para desarrollar sus actividades de reparación y mantenimiento durante el período de interzafra.

Los dos turbo alternadores Fives Lille Cail que se utilizan en zafra tienen las características siguientes. Cada grupo:

- a. Turbina, tipo noncondensing (de acción)

Presión efectiva del vapor en la admisión en marcha normal	21 Bares ó 304.5 psig.
Variación posible	19 - 23 Bares
Temperatura del vapor en la admisión	340°C - 644°F
Contrapresión efectiva del vapor en la válvula de escape	1.5 Bares ó 21.75 psig.
b. Reductor de velocidad, S3R bis.	
Velocidad del eje, alta velocidad	9 000 RPM
Velocidad del eje, baja velocidad	1 800 RPM
c. Alternador de 4 polos salientes, DU7106	
Potencia activa nominal a los bornes en servicio normal continuo	3 000 KW.
Velocidad de rotación	1 800 RPM
Tensión en los bornes entre fases	5 500 voltios
Fases	3
Frecuencia	60 Hz.
Factor de potencia	0.8
Temperatura ambiente	45°C.

El consumo de vapor a plena carga, para cada grupo es de

aproximadamente 24.6 lbs./KW. La curva correspondiente se dá en el gráfico N.º 1.

El vapor que se utiliza en las turbinas de los grupos eléctricos, se produce en tres calderas Fires Lille Cail, de dos cuerpos, con pantallas de cámara de combustión, de las características y condiciones de funcionamiento siguientes para cada caldera:

Vaporización	60 Tons./Hora
Timbre de la caldera	27 Bares = 391.5 psig.
Temperatura del vapor	340°C - 644°F.
Combustible principal	Bagazo con 50% agua
Combustible auxiliar	Petróleo residual (Bunker C)
Capacidad de marcha con aceite mineral	20 Tons./Hora

Tal como se describe el combustible principal que se utiliza en las calderas es el bagazo o desecho de la caña después de que se ha extraído el jugo.

La cantidad de bagazo en la caña según las estadísticas de los análisis efectuados en AZTRA con las variedades que se culti-

van en este Ingenio varían entre 30.8% y 32.8%. La humedad entre 49 y 50.3%.

El valor calorífico inferior del bagazo seco es de 4 250 Kcal./Kg. El valor calorífico superior es de 4 600 Kcal./Kg.

Los grupos a diesel que generan durante el período de interzafra, tienen las características siguientes, cada grupo:

Potencia activa nominal en servicio continuo	250 KW.
Tensión entre fases	460 V.
Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz.
Factor de potencia	0.8
Velocidad de rotación	1 800 RPM.

Los grupos a diesel dotados de su equipo completo de interrupción y protección se interconectan con los tableros centrales a través de un transformador de elevación, cuyas características son:

Potencia	630 KVA.
Tensión primaria	440 V.

Tensión secundaria	5 700 V \pm 5%
Conexión	Estrella/Triángulo
Aislamiento y enfriamiento en aceite	
Protección contra sobretensión y sobrepresión	

Los grupos turboalternadores se interconectan al tablero principal, provistos del equipo completo de interrupción y protección.

2.2. DISTRIBUCION

a. Tableros Centrales

En la planta eléctrica están instalados los tableros de control y distribución de tensión media y comprenden un juego de barras trifásicas, 6 KV., 60 Hz., con las siguientes llegadas y salidas:

Llegadas: Alternador N° 1
 Alternador N° 2
 Transformador elevador de tensión (grupos a diesel)

Salidas: 7 para los transformadores de distribución

2 para los motores de alta tensión

1 para el transformador de iluminación

Cada panel de llegada comprende:

- Un seccionador tripolar
- Un disyuntor tripolar con accionamiento eléctrico
- Un seccionador de puesta a tierra
- Transformadores de potencial y de corriente
- Instrumentos
- Señales

Existe un mecanismo de interbloqueo (interlock), entre la llegada del transformador elevador de tensión correspondiente a los grupos diesel y la llegada de los grupos turboalternadores, permitiendo la marcha en paralelo únicamente de un sólo turboalternador con los grupos diesel.

Para el conjunto de turboalternadores y diesel alternadores, dispositivos sincronizadores completos, compuesto de:

- Sincronoscopio
- Luces de fase
- Voltímetro diferencial

- Frecuencímetro

Además, para cada turboalternador, bloque de regulación con: rectificador, regulador del circuito de excitación, pulsador reóstato de regulación de la tensión.

- Transformadores
- Amperímetro DC
- 3 Amperímetros AC
- Voltímetro con conmutador
- Vatímetro registrador
- Frecuencímetro
- Fasímetro

Juego de baterías con cargador automático, 58 elementos, 75 AH, 110 V., D.C. para:

- Alumbrado de emergencia para central eléctrica con dispositivo automático.
- Circuito de mando de los disyuntores A.T.
- Señalizaciones y alarmas por falta de corriente alterna.

Cada panel de salida comprende:

- Un seccionador tripolar
- Un disyuntor tripolar con accionamiento a mano
- Transformadores de potencial y de corriente
- Instrumentos
- Señales

Protección: Los relés de protección están incorporados a los tableros en la siguiente forma:

Para cada turboalternador:

- Corte excitación
- Sobrecarga
- Sobreintensidad
- rotencia inversa

Para la llegada del transformador - elevador:

- Sobrecarga
- Sobreintensidad
- Potencia inversa

Para el juego de barras:

- Contra la falta de tensión

Para cada salida:

- Relés de sobreintensidad para las salidas hacia los transformadores
- Relés de sobreintensidad ó de sobrecarga para las salidas hacia los motores

b. Transformadores

Para el sistema de distribución se cuenta con los siguientes transformadores, todos trifásicos:

- Siete transformadores de distribución convenientemente instalados en los diversos centros de carga:

Tensión primaria:	5 500 V. \pm 5%
Tensión secundaria:	440 V.
Conexión:	Delta/Estrella
Aislamiento y enfriamiento natural en aceite	
Protección contra sobrettemperatura y sobrepresión	

El detalle de la potencia de estos transformadores es como sigue:

3 transformadores de 1 250 KVA.

1 transformador de 1 000 KVA.

3 transformadores de 800 KVA.

- Un transformador para el alumbrado general de la fábrica y calefacción de motores y armarios de distribución:

Tensión primaria:	5 500 V. \pm 5%
Tensión secundaria:	380/220 V.
Conexión:	Delta/Estrella
Potencia:	200 KVA.
Aislamiento y enfriamiento natural en aceite	
Protección contra sobretemperatura y sobrepresión	

- Un transformador auxiliar para las necesidades de laboratorio, de los edificios administrativos, etc.:

Tensión primaria:	440 V.
Tensión secundaria:	220 V.
Potencia:	200 KVA.
Conexión:	Delta/Estrella
Aislamiento y enfriamiento natural en aceite	

c. Paneles de distribución

Cada transformador está conectado a un panel de distribución

B.T. del tipo seccionable, el cual comprende:

- Un disyuntor general B.T. con desconexión por sobreintensidad
- Juego general de barras
- Diferentes salidas hacia los paneles de centro de control de motores, cada una con fusibles de alto poder de corte
- Instrumentos de medición
- Transformadores de potencial y de corriente

Los paneles de control de los motores contienen los dispositivos de arranque, protección y mando de los motores. Cada armario comprende:

- Un seccionador general de llegada
- Barras
- Transformador seco para alimentar los circuitos de mando de los equipos
- Voltímetros y amperímetros para motores de potencia superior a 5 H.P.
- Señales luminosas
- Dispositivos de arranque y protección, los que son, según el caso, para:
 - a) Arranque directo

- b) Arranque estrella-triángulo
- c) Arranque automático por eliminación de resistencias rotóricas
- d) Arranque automático por eliminación de resistencias estatóricas
- e) Arranque a mano por activación de un reóstato colocado en el circuito rotórico

Para los motores de 5 500 V. se transmite energía desde la central eléctrica hasta los armarios de mando correspondientes, cada uno de los cuales comprende:

- Un seccionador
- Un contactor con fusibles y protecciones contra: sobrecarga, sobreintensidad, falta de tensión
- Transformadores de potencial y corriente
- Voltímetro con conmutador
- Amperímetros con conmutador
- Señales
- Contactores de cortocircuito de las resistencias de arranque

En el gráfico N° 2 se muestra el diagrama eléctrico unifilar de AZTRA.

2.3. INDICES DE CONSUMO

Después de dos años de trabajos de construcción, AZTRA hizo su primera zafra el año 1967, la que produjo 47 000 quintales en 45 días y sirvió como prueba del equipo recién instalado. En los años subsiguientes y en su debida oportunidad se efectuaron las zafras que progresivamente sirvieron para normalizar la producción. Para efectos del presente estudio, se considerarán los datos disponibles que corresponden a los años entre 1971 y 1975, recordando siempre que cada año tiene un período de zafra y otro de interzafra.

2.3.1. CONSUMO DE ENERGIA DURANTE LA ZAFRA

El consumo de energía durante las zafras de los años que se consideran ha sido:

AÑO	CONSUMO	D.MEDIA	D.MAXIMA	F,C
1971	4 438 MWH.	1.87 MW.	3.0 MW.	0.62
1972	6 310 MWH.	2.55 MW.	3.2 MW.	0.80
1973	8 332 MWH.	2.63 MW.	3.2 MW.	0.82
1974	8 379 MWH.	2.57 MW.	3.6 MW.	0.71
1975	8 999 MWH.	2.64 MW.	3.8 MW.	0.69

Entre los años 1971 y 1975 se observa un crecimiento del 100% en

el consumo de energía. Sin embargo es notable como en los 3 últimos años, la variación en este renglón ha sido muy pequeña, resultando una demanda media aproximadamente igual.

Por otro lado, la molienda, índice de producción, ha sido en esos mismos años la siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>TONS. DE CAÑA</u>
1971	317.726
1972	384.523
1973	495.062
1974	533.874
1975	633.506

El crecimiento de la producción ha sido de un 50%, aproximadamente, cada 2 años. Es decir, la producción ha crecido, al igual que el consumo de energía en un 100% entre los años 1971 y 1975.

Relacionando energía y molienda:

<u>AÑO</u>	<u>KWH./T.C.</u>
1971	13.97
1972	16.41

<u>AÑO</u>	<u>KWH./T.C.</u>
1973	16.83
1974	15.70
1975	14.21

Después de alcanzar en 1973 un consumo de 16.83 KWH./T.C., éste mejoró en los años siguientes para llegar a 14.29 KWH./T.C. En resúmen, aunque la producción se incrementó en 400%, el consumo relativo de 1975 es solamente 0.24%, mayor que 1971.

Hugot, en su Manual para Ingenios Azucareros, anota entre 10 y 16 HP/T.C.H. como la potencia utilizada ó 10 a 16 KWH./T.C. en el eje del alternador.

El factor de carga alcanza una cifra óptima el año 1973, justamente el año de mayor consumo relativo; su mínimo, 0.62, se registra en 1971, cuando el consumo relativo es óptimo.

La demanda máxima llegó a 3.8 MW. durante 1975, lo cual constituye un 63% de la potencia instalada (factor de utilización) y un 52% de la carga instalada (factor de demanda).

Las tablas 1,2 y 3 y las gráficas 2, 3 , 4 y 5 muestran todas las cifras de consumo y producción y sus relaciones, siempre

refiriéndose a las zafras de 1971 a 1975.

El factor de potencia promedio es de 0.78.

2.3.2. CONSUMO DE ENERGIA DURANTE LA INTERZAFRA

Para este análisis se disponen de datos desde el momento que termina la zafra de 1971 hasta fines de Mayo de 1976. Con el objeto de completar el período de interzafra de 1976, se asumen datos promedios iguales a Mayo para los 38 días que restan hasta que arranquen los turboalternadores. Los registros que se han obtenido son los siguientes:

AÑO	CONSUMO MWH.	TIEMPO DIAS	D.MEDIA KW.	D.MAXIMA KW.	F.C.
1972	657.2	258	106	168	0.64
1973	590.8	242	102	178	0.57
1974	511.2	228	93	178	0.52
1975	655.7	204	116	193	0.48
1976	633.1	197	140	300	0.47

Según estos datos, durante el quinquenio en estudio, el consumo de energía ha registrado dos tendencias claramente definidas. Decrece llegando a su mínimo en 1974, un 22% con respecto a 1972.

Luego, crece en 1975 y 1976, en un 24% con respecto a 1974.

Por otro lado, el tiempo de interzafra ha disminuído el 24% entre 1972 y 1976.

La disminución en tiempo ha repercutido en la disminución del consumo para los 3 primeros años.

Luego esa continúa disminución en tiempo ha causado una intensificación en los trabajos de mantenimiento para los años 1975 y 1976. Además, en esos mismos años entraron en servicio nuevas construcciones de viviendas y dependencias administrativas en el Ingenio. Estos dos factores incidieron en el aumento del consumo experimentado para los dos últimos años.

La demanda media se mantuvo con una variación del 13% en los 3 primeros años; luego experimentó un alza del 50% en el año 1976 con respecto a 1974.

La demanda máxima se mantiene con una leve variación del 10% durante los 3 primeros años. En Mayo de 1975 se incrementa en 15% y en Febrero de 1976 en 80% con respecto al año 1972.

El factor de carga varió un 20% en los 3 primeros años. Desde

Febrero de 1976, se pusieron en paralelo los dos grupos Caterpillar registrándose el más bajo factor de carga a pesar del notable incremento en la demanda media.

El factor de potencia media hasta Mayo de 1975 es de 0.65. En Junio del mismo año se repara y habilita un banco de capacitores con lo cual el factor de potencia mejora a 0.9.

CAPITULO 3.- METAS DE PRODUCCION

- 3.1. Introducción
- 3.2. Programa de molienda
- 3.3. Duración de la zafra
- 3.4. Proyección de la capacidad de molienda
- 3.5. Implementación de nuevos equipos
- 3.6. Proyección de la demanda en zafra
- 3.7. Proyección de la demanda en interzafra

3.1. INTRODUCCION

Entre los años de 1974 y 1975, AZTRA elaboró un programa de ampliaciones con el objeto de llevar al Ingenio progresivamente a producir primero su capacidad nominal de 7 000 T.C.D. y luego llevarlo a un máximo de 9 500 T.C.D.

El programa de AZTRA contempla incremento y mejora de las zonas cultivadas, modernización y aumento del equipo automotriz, modificación de patios de caña, implementación de nuevos equipos en fábrica, aumento de las disponibilidades de bodegaje y, finalmente, incremento de las instalaciones correspondientes a vivienda, dependencias administrativas y hospital.

Todas estas ampliaciones repercutirán directamente en el consumo de energía eléctrica.

En este capítulo se hará un breve exámen de las áreas de la programación de AZTRA que conducirán a determinar la proyección del consumo de energía para los períodos de zafra e interzafra.

En base al programa de molienda y al tiempo de duración de la zafra, considerado por la Directiva de AZTRA, se ensayan tres

alternativas que exploran la capacidad máxima de molienda necesaria para cumplir el programa. Con anterioridad se estima en AZTRA que el punto máximo de capacidad de la fábrica esté entre 9 500 ó 10 000 T.C.D.

Justamente considerando las cifras mencionadas, AZTRA ha programado la instalación en fábrica de los equipos que se mencionan en este capítulo.

La proyección de la demanda se la hace tomando en cuenta factores como el consumo de energía anterior, el tiempo de duración estimado para la zafra típica futura, la capacidad máxima de molienda y el nuevo equipo a instalarse.

3.2. PROGRAMA DE MOLIENDA

En 1974 AZTRA decidió programar su crecimiento imponiéndose una meta ambiciosa, 3'000 000 de quintales de azúcar durante una zafra de 6 meses de duración. Se estima que esta meta se alcanzará al terminar la zafra de 1979. La molienda programada es la siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>MOLIENDA T.C.</u>
1976	938 000
1977	1'125 000

<u>AÑO</u>	<u>MOLIENDA T.C.</u>
1978	1'375 000
1979	1'500 000

3.3. DURACION DE LA ZAFRA

Se estima que el tiempo de duración de la molienda no puede ser significativamente mayor a 6 meses. A partir de la zafra 1977 la molienda se desarrollará entre el 15 de Junio y el 15 de Diciembre. Una zafra típica será:

Junio 11:	Arranque de calderas y turbo- alternador.-	
	Pruebas de los equipos	4 días
Junio 15*:	Molienda	184 días
Diciembre 16:	Liquidación y limpieza	<u>2 días</u>
	T O T A L	190 días

Para la zafra de 1976 se espera que:

Julio 8:	Arranque de calderas y turbo- alternador.-
----------	---

* Se asume para efectos de cálculo, entre la hora cero de Junio 15 y la hora 24 de Diciembre 15.

	Pruebas de equipos	4 días
Julio 12:	Molienda	162 días
Diciembre 21:	Liquidación y limpieza	<u>2 días</u>
	T O T A L	168 días

3.4. PROYECCION DE LA CAPACIDAD DE MOLIENDA

Hasta la zafra de 1975 se ha acostumbrado parar la molienda un día a la semana para hacer mantenimiento. Sin embargo, se considera que a partir de la zafra de 1976, este tiempo de parada habrá de ser reducido.

A continuación se establece la proyección de la capacidad de molienda para los próximos años, tomando en cuenta dos alternativas:

a) Parada: 1 día/semana

AÑO	MOLIENDA T.C.	TIEMPO CALEN- DARIO D.	TIEMPO EFEC- TIVO D.	MOLIENDA MEDIA DIARIA T.C.D.
1976	938 000	162	139	6 748
1977	1'125 000	184	158	7 120
1978	1'375 000	184	158	8 703
1979	1'500 000	184	158	9 494

b) Parada: medio día/semana

AÑO MOLIENDA T.C.	TIEMPO CALEN- DARIO D.	TIEMPO EFEC- TIVO D.	MOLIENDA MEDIA DIARIA T.C.D.
1976 938 000	162	150	6 253
1977 1'125 000	184	171	6 579
1978 1'375 000	184	171	8 041
1979 1'500 000	184	171	8 772

Se debe recordar aquí que AZTRA se diseñó originalmente para una molienda media de 7 000 T.C.D.; es decir, que de acuerdo a la proyección establecida, AZTRA estará alrededor de su capacidad para la zafra de 1977 y que, para la zafra de 1978, habrá sobrepasado con largueza su capacidad nominal.

La tabla N° 8 muestra en conjunto los datos de esta proyección en sus dos alternativas y además muestra una tercera que sería una combinación de las otras dos, o sea parando un día cada dos semanas y en la semana intermedia tan sólo 1/2 día.

3.5. IMPLEMENTACION DE NUEVOS EQUIPOS

Según la proyección de la capacidad de molienda que se estableció en el título anterior, AZTRA requerirá para 1979 una capacidad mínima de 8 800 T.C.D. y máxima de 9 500 T.C.D., vale de

cir un incremento en su capacidad actual de entre el 26% y el 36%.

Para satisfacer este requerimiento AZTRA ha elaborado un Plan de Expansión que contempla la ampliación de las instalaciones en la fábrica y talleres, el crecimiento de los canteros y la construcción de nuevos pabellones administrativos y de viviendas.

A continuación mencionaremos los nuevos equipos a instalar en la fábrica con su requerimiento de energía eléctrica por equipo y en la tabla N° 9, se desglosarán estos valores de acuerdo a los motores que componen cada equipo.

- Equipo para un sexto molino	47 HP.
Equipo para una caldera adicional de 90 T/H	618 HP.
Equipo adicional para depuración del jugo	622 HP.
Equipo para clarificador de 32'	27 HP.
Equipo adicional para planta de cal	25 HP.
Equipo adicional para filtros de cachaza	115 HP.
Equipo adicional para el evaporador cuádruple	354 HP.
Equipo para centrífuga Compact C 410, adicional	150 HP.
Equipo para centrífuga Compact C 220, adicional	110 HP.
Equipo para secado y envasado de azúcar superior	98 HP.

Equipo para un semillero adicional de 315 HL	7 HP.
Equipo para tacho y condensador adicionales	145 HP.
Equipo adicional para refinería	79 HP.
Equipo para 4 cristalizadores adicionales	<u>40 HP.</u>
T O T A L	2 437 HP.

O sea, una carga aproximada de 2 437 HP. solamente en la fábrica; a lo anterior hay que agregar:

Ampliación de talleres	100 HP.
Ampliación de bodegas de azúcar	60 HP.
Ampliación de patio de descarga de caña	260 HP.
Construcción de nuevas viviendas y dependencias administrativas	<u>530 HP.</u>
T O T A L	950 HP.

El incremento total de la carga instalada se lo estima en aproximadamente 3 300 HP. Es de anotar que aún no se ha programado la ampliación de la potencia instalada.

3.6. PROYECCION DE LA DEMANDA EN ZAFRA

Se presentarán cálculos desde dos ángulos. Primero utilizan-

do los índices de consumo establecidos anteriormente y aplicándolos al incremento de producción por zafra. Luego, aplicando los factores de carga variable al incremento de equipo a instalar.

Demanda según el índice Energía/Molienda.-

Se han establecido anteriormente índices de consumo de energía por tonelada de caña molida, para cada zafra. Se espera que cuando se alcance la capacidad 7 000 T.C.D., el índice KWH/T.C., sea óptimo, quizás alrededor de 13 KWH/T.C. Sin embargo, es posible que este índice se desmejore al llevar la capacidad de 8 800 a 9 500 T.C.D. Para el presente análisis se establece una media para este factor.

Consumo energía zafras 1971 a 1975	36 745 MWH.
Molienda zafras 1971 a 1975	2'364 691 T.C.
Energía/molienda	15.54 KWH/T.C.

Con 15.54 KWH por tonelada de caña molida, se obtiene la siguiente proyección para el consumo de energía:

<u>AÑO</u>	<u>T.C.</u>	<u>MWH.</u>
1976	938 000	14 576
1977	1'125 000	17 481
1978	1'375 000	21 366
1979	1'500 000	23 309

El factor de carga medio de los 5 años estudiados anteriormente es de 0.736. Se espera que para los años de la proyección mejore por encima de 0.8.

A continuación se establece la proyección de la demanda tomando como constantes 15.54 KWH/T.C. y f.c. = 0.736.

<u>AÑO</u>	<u>ENERGIA MWH.</u>	<u>TIEMPO DIAS</u>	<u>DEM.MEDIA MW.</u>	<u>DEM.MAXIMA MW.</u>
1976	14 576	168	3.62	4.92
1977	17 481	190	3.83	5.20
1978	21 366	190	4.69	6.37
1979	23 309	190	5.11	6.94

6 940 KW. como demanda máxima para 1979 se considera una cifra pesimística.

Utilizando como constantes óptimas, 13 KWH/T.C. y f.c. = 0.8,

se obtendrían las siguientes cifras:

AÑO	ENERGIA MWH.	TIEMPO DIAS	DEM. MEDIA MW.	DEM. MAXIMA MW.
1976	12 194	168	3.02	3.78
1977	14 625	190	3.21	4.01
1978	17 875	190	3.92	4.90
1979	19 500	190	4.28	5.35

O sea, que la demanda máxima del año 1979, sería de 5.35 MWH., cifra que caería dentro de la capacidad de generación actual.

Demanda según el Incremento de Equipos.-

El equipo descrito en 3.3., probablemente estará distribuido por alimentadores, en la siguiente forma:

<u>ALIMENTADOR</u>	<u>HP</u>
Refinería.- J 4.7	
Equipo para centrífuga C.220	110
Equipo para secado y envasado	98
Equipo para refinería	79
Ampliación de bodegas	60
	T O T A L
	347

Calderas B.T.- J 4.4	
Equipo de baja tensión para calderas	288
Calderas A.T.- J 7. C 4	
Equipo de alta tensión para calderas	330
Centrífugas.- J 4.2	
Equipo para centrífuga C.410	150
Bombas Verticales J 7 - C1	
Equipo A.T. para evaporación	250
Equipo para tacho	145
T O T A L	395
Fabricación.- J 4.3	
Equipo para sexto molino	47
Equipo para depuración	622
Equipo para clarificación	27
Equipo para planta de cal	25
Equipo para filtros	115
Equipo B.T. para evaporación	104
T O T A L	940
Preparación de la caña.- J 7 - A 5	
Equipo para cristalizadores	40

Equipo para semillero	7
Ampliación de talleres	100
T O T A L	147

Molinos.- J 7 - A 6

Ampliación patio descarga de caña	260
-----------------------------------	-----

La demanda máxima por alimentador registrada durante la zafra 1975, y su respectivo factor de demanda son los siguientes:

ALIMENTADOR	DEM. MAXIMA KVA.	CARGA INST. KVA. *	FACTOR DE DEMANDA
Refinería.- J 4.7	666	1 143	0.583
Calderas B.T.- J 4.4	618	1 126	0.605
Calderas A.T.- J7.C4	828	1 128	0.549
Centrífugas.- J 4.2	856	937	0.914
Bombas verticales.- J7-C1	1 380	1 911	0.722
Fabricación.- J 4.3	856	1 440	0.594
Preparación de la caña.-			
J 4.5	352	797	0.442
Molinos.- J 4.6	381	665	0.573
Iluminación.- J 4.9	105	125	0.840
T O T A L	6 042	9 272	

* Se toma como suficientemente exacto 1 KVA. = 1 HP.

El sistema, durante la zafra de 1975, tuvo:

$$\text{Demanda máxima} = \frac{3\ 800}{0.78} = 4\ 872 \text{ KVA.}$$

$$\text{Factor de demanda} = \frac{4\ 872}{9\ 272} = 0.525$$

$$\text{Factor de diversidad} = \frac{6\ 042}{4\ 872} = 1.240$$

La capacidad nominal de AZTRA aún no ha sido alcanzada. De tal manera que las demandas máximas registradas durante la zafra de 1975, tanto del sistema como de sus componentes, se verán incrementadas cuando se alcance su capacidad nominal. Este factor se lo puede deducir así. Según datos del laboratorio de AZTRA, la molienda efectiva* ha sido:

<u>AÑO</u>	<u>T.C.H.</u>	<u>D.MAX.</u> <u>MW.</u>
1971	193.9	3.0
1972	227.2	3.2
1973	263.4	3.2
1974	248.6	3.6
1975	265.8	3.8

* Tiempo neto de molienda; es decir, se deduce el tiempo perdido por todo tipo de paradas.

La capacidad efectiva de AZTRA en toneladas de caña hora (T.C.H.), es:

$$C = \frac{T.C.D.}{23.75}$$

en donde:

C es capacidad en toneladas de año por hora (T.C.H.)

23.75 es el tiempo efectivo standard de un día de molienda.

T.C.D. es la capacidad nominal en toneladas de año por día.

entonces:

$$C = \frac{7\ 000}{23.75}$$

$$C = 294.74 \text{ T.C.H.}$$

O sea, para 294.74 T.C.H. nominales, la demanda máxima del sistema será de 4 160 KW., aproximadamente, es decir un incremento con respecto a 1975 de:

$$\frac{360}{3\ 800} \times 100 = 9.5\%$$

Incrementando en 9.5% los factores de demanda de los componentes del sistema y aplicando éstos a la carga instalada futura obtendremos las demandas máximas futuras de los componentes del sistema:

ALIMENTADOR	CARGA INSTAL. FUTURA KVA.	FACTOR DE DEMANDA	D. MAXIMA FUTURA KVA.
Refinería.- J 4.7	1 490	0.638	951
Calderas B.T.- J 4.4	1 414	0.662	936
Calderas A.T.- J 7.C4	1 458	0.601	876
Centrífugas.- J 4.2	1 087	0.914	994
Bombas verticales.- J 7.C1	2 306	0.791	1 824
Fabricación.- J 4.3	2 380	0.650	1 547
Preparación de la caña.- J 4.5	944	0.484	457
Molinos.- J 4.6	925	0.627	580
Iluminación.- J 4.9	150	0.840	126
T O T A L:	12 154		8 291

Y el sistema tendría:

$$\text{Demanda máxima} = \frac{8\ 291}{1\ 206} = 6\ 875\ \text{KVA.}$$

$$\text{Factor de demanda} = \frac{6\ 875}{12\ 154} = 0.566$$

O sea, que según el cálculo anterior, para 1979 se esperaría una demanda máxima del sistema = 5 363 KW.

Cifra similar a la obtenida con los índices optimísticos.

RESUMEN

Los cálculos efectuados nos han mostrado para el año 1979, las siguientes cifras:

	<u>D.MEDIA</u> MW.	<u>D.MAXIMA</u> MW.
Según el índice KWH./T.C., promedio histórico	5.11	6.94
Según el índice KWH./T.C., óptimo esperado	4.28	5.35
Según el incremento de carga instalada	--	5.36

O sea, un mínimo óptimo de 5.35 MW. y un máximo pesimístico de 6.94 MW. El sistema seguramente registrará un valor medio entre éstos.

En resumen, cuando AZTRA esté moliendo 1'500 000 toneladas de caña en zafras de 6 meses de duración, bajo condiciones nor-

males, se espera que el sistema registre los siguientes valores:

Demanda máxima	=	6 145 KW.
Factor de demanda	=	0.51
Factor de carga	=	0.8
Indice energía/molienda	=	14.9 KWH./T.C.

A partir de estos factores establecemos la proyección de la demanda esperada:

AÑO	MOLIENDA T.C.	TIEMPO DIAS	ENERGIA MWH.	D.MEDIA MW.	D.MAXIMA MW.
1976	938 000	168	14 018	3.5	4.3
1977	1'125 000	190	16 813	3.7	4.6
1978	1'375 000	190	20 549	4.5	5.6
1979	1'500 000	190	22 417	4.9	6.1

El gráfico N° 3 muestra la proyección que se ha establecido.

3.7. PROYECCION DE LA DEMANDA EN INTERZAFRA

La demanda durante el período de interzafra se verá incrementada principalmente por los factores siguientes:

- El período de interzafra que será reducido debido a la mayor duración de la zafra. El menor número de días disponibles sería compensado con la intensificación de los trabajos de reparación, posiblemente con mayor cantidad de jornadas nocturnas.
- La ampliación de talleres proyectada, la cual tiene relación directa con el punto anterior.
- El número de viviendas y dependencias administrativas que serán notablemente incrementadas.

El número de días para las futuras interzafras serán:

<u>AÑO</u>	<u>DIAS INTERZAFRA</u>
1977	170
1978	175
1979	175
1980	176

La ampliación de los talleres se estima en 100 HP y se efectuará en forma gradual. Se puede asumir el crecimiento así:

<u>AÑO</u>	<u>%</u>	<u>HP</u>
1977	50	50
1978	25	25
1979	25	25
T O T A L:	100	100

La construcción de nuevas viviendas y dependencias administrativas se desarrollarán así:

<u>AÑO</u>	<u>%</u>	<u>KW.</u>
1977	50	200
1978	25	100
1979	25	100
T O T A L:	100	400

Se considera la necesidad de máquinas soldadoras adicionales así como máquinas y herramientas eléctricas portátiles, las cuales en parte remplazarían a equipo obsoleto y en parte incrementarán las disponibilidades en este aspecto.

El incremento efectivo podría desarrollarse así:

<u>AÑO</u>	<u>KW.</u>
1977	50
1978	50
1979	50
T O T A L:	150

La carga instalada a Mayo de 1976 que funciona en interzafra, era:

Viviendas	526 KW.
Administración	64 KW.
Talleres de fábrica y automotriz	220 KW.
Soldadoras, máquinas herramientas eléctricas portátiles, bombas de agua, compresores, etc.	286 KW.
Iluminación	21 KW.
T O T A L:	1 116 KW.

Esto nos daría un factor de demanda de:

$$\text{Factor de demanda} = \frac{300}{1\ 116} = 0.27$$

En resumen, la carga conectada que afectaría la demanda duran-

te interzafra sería:

<u>AÑO</u>	<u>KW.</u>
1977	1 406 -
1978	1 576
1979	1 746

Aplicando el mismo factor de demanda se obtendría la demanda máxima para esos años:

<u>AÑO</u>	<u>KW.</u>
1977	379
1978	425
1979	471

Aplicando el factor de demanda establecido de 0.27 y un factor de carga medio de 0.5 se obtiene la siguiente proyección de la demanda para el período de interzafra.

<u>AÑO</u>	<u>TIEMPO DIAS</u>	<u>CONSUMO ENERGIA MWH.</u>	<u>DEMANDA MEDIA MW.</u>	<u>DEMANDA MAXIMA MW.</u>
1977	170	773.2 -	190 -	379 -
1978	175	371.9	213	425
1979	175	989.1	236	471

El gráfico N° 4 muestra la proyección para el período de interzafra.

CAPITULO 4.- ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION

- 4.1. Introducción
- 4.2. Alternativas
- 4.3. Alternativa I. Auto-abastecimiento total
 - 4.3.1. Justificación del equipamiento
 - 4.3.2. Generación durante el período de zafra
 - A. Inversión unitaria
 - B. Costo de operación
 - C. Depreciación y rentabilidad del capital invertido
 - D. Costo del kilovatio-hora
 - 4.3.3. Generación durante el período de interzafra:
 - A. Inversión unitaria
 - B. Costos de operación
 - C. Depreciación y rentabilidad del capital invertido
 - D. Costo del kilovatio-hora
- 4.4. Alternativa II. Alimentación exterior total
 - 4.4.1. Subestaciones
 - 4.4.2. Inversiones

- 4.4.3. Depreciación y rentabilidad del capital invertido
- 4.4.4. Costos por la compra de energía
- 4.4.5. Costo del kilovatio-hora

- 4.5. Alternativa III. Alimentación exterior parcial
 - 4.5.1. Subestaciones
 - 4.5.2. Inversiones
 - 4.5.3. Depreciación y rentabilidad del capital invertido
 - 4.5.4. Costos por la compra de energía
 - 4.5.5. Costo del kilovatio-hora

- 4.6. Resumen comparativo de las alternativas

4.1. INTRODUCCION

Los planes de expansión de AZTRA, según el análisis que se ha hecho anteriormente, repercutirán directamente en su consumo de energía, llevándolo a niveles por encima de la capacidad de generación con la que actualmente cuenta.

Satisfacer las futuras necesidades de AZTRA, abre un interrogante: debe continuarse con el sistema actual de generación propia o es económica y técnicamente recomendable obtener la energía eléctrica desde un sistema de servicio público?

En este capítulo se explorarán las diversas alternativas que técnicamente son posibles. Luego se entrará a una evaluación económica de cada una de ellas.

La evaluación económica principalmente considera dos factores determinantes, el costo del capital utilizado como inversión unitaria y el costo de operación o de compra de energía según sea el caso.

Se considera que todas las construcciones, cualquiera que sea la alternativa, se realizarían durante 1978.

Se estima que a partir de 1979, la demanda anual de energía en esta industria, no registrará variaciones considerables, pues la fábrica ya no admitirá ampliaciones que incrementen su productividad.

4.2. ALTERNATIVAS

Se considerarán y evaluarán las siguientes alternativas:

I. Auto-abastecimiento total

Se ha determinado ya, cual es la demanda máxima a esperarse cuando se hayan completado los programas de ampliación. Dentro de la línea de esta alternativa, deberá ampliarse la capacidad de generación propia.

Aunque es de esperarse que cuando se completen sus programas de ampliación el consumo de energía de esta industria sea estable, es técnicamente necesario, por la alta confiabilidad del sistema que requiere este tipo de industria, que la potencia a instalarse no solamente cubra la demanda máxima esperada sino que deje un margen suficiente de capacidad de generación en reserva para afrontar cualquier situación emergente.

Durante el análisis de esta alternativa se determina la potencia a instalarse para generación durante zafra e interzafra. Para zafra se compara económicamente entre grupos de tres tipos: máquina a diesel, turbina a gas y turbina a vapor.

Para generación durante interzafra se consideran solamente grupos a diesel, pues por tratarse de pequeñas capacidades, se ha establecido que los grupos de generación de este tipo, son los más económicos.

II. Alimentación exterior total.-

Durante los años 1977 y 1978, se efectuarán en Guayaquil los trabajos de instalación y montaje de una central de 70 MW. de capacidad. Simultáneamente se construirán líneas de transmisión a 69 KV. Una de estas líneas pasará por las inmediaciones de AZTRA. Durante los años 1979 y 1980, se montará otra central de igual capacidad. Todo esto dentro del Programa Nacional de Interconexión.

Partiendo del hecho de que la alimentación deberá ser con fiable, se prediseña y valoriza una subestación de transformación de 69 KV. a 5.5 KV. A continuación se valoriza

el costo de la compra de energía partiendo de las tarifas vigentes.

III. Alimentación exterior parcial

La Empresa Eléctrica Milagro puso en servicio a fines de 1975 una línea a 13.8 KV., pasando por La Troncal,

Esta alternativa constituye una combinación de las dos anteriores: durante zafra, AZTRA satisfaría sus necesidades de energía eléctrica, con sus propios grupos de generación; durante el período de interzafra tomarían la energía necesaria desde la línea a 13.8 KV, perteneciente a la Empresa Eléctrica Milagro.

Dentro de esta alternativa se valoriza la subestación de transformación de 13.8 KV. a 5.5 KV. y se presupuesta el costo de la compra de energía partiendo del régimen tarifario que utiliza Milagro.

4.3. ALTERNATIVA I.- AUTO-ABASTECIMIENTO TOTAL

4.3.1. JUSTIFICACION DEL EQUIPAMIENTO

Se estableció en el capítulo anterior que la demanda máxima

del sistema para 1979 será de 6 145 KW., con lo cual se sobrepasará la potencia instalada actual, la cual es de 6 000 KW.

Se sabe, además, que el tiempo para zafrar está definitivamente limitado por razones climáticas. Es pues, de gran importancia la potencia en reserva de la que se pueda disponer para afrontar:

- a. Daño en uno de los dos grupos actuales
- b. Demandas mayores a la prevista, debido a una sobre aceleración en el ritmo de producción después de una parada larga no programada.

Técnicamente se justifica la adquisición de un grupo de igual capacidad a los otros dos actualmente en servicio, es decir, de 3 000 KW. La capacidad de generación totalizaría 9 000 KW., lo que además de satisfacer la demanda máxima de 6 145 KW. que se espera para 1979, permitirá al sistema un margen de reserva del 31.7% de la potencia instalada.

En cuanto se refiere al período de interzafra se estableció que para el año 1979 se registrará una demanda máxima de 471 KW.

Los dos grupos con que cuenta AZTRA actualmente para su período de interzafra son de 250 KW. cada uno; su capacidad nominal últimamente se ha reducido a una capacidad efectiva máxima de 200 KW. en un grupo y 220 KW. en el otro. Además, los daños son cada vez más frecuentes. El alto consumo de combustible y aceite que registran ha elevado los costos de operación y mantenimiento. La confiabilidad del servicio en interzafra es muy pobre actualmente.

Es pues, técnicamente justificado reemplazar estos grupos por otros dos de 300 KW. cada uno, capacidad que cubriría la demanda máxima y aún daría un margen de un 22% de potencia de reserva.

4.3.2. GENERACION DURANTE EL PERIODO DE ZAFRA

A continuación se hará un estimado de costos para esta alternativa, considerando grupos de generación propia para el período de zafra

A. Inversión Unitaria

COSTOS POR KW. EN US\$ - BASE 1976

G R U P O S	DIESEL, ELECT. 3 000 KW. 720 RPM ó más	TURBINA A GAS 3 000 KW. 3 600 RPM.
-------------	--	--

Costo equipo CIF Guayaquil (incluye unidad motor-generador, controles, accesorios, tanque diario, equipo tratamiento combustible)

Montaje (aproximadamente 8% del costo) 130

Obra civil, adecuaciones, terreno, grúa, tanque combustible 10

Costos directos 27

Ingeniería y administración (aproximadamente 9%) 155

SUB TOTAL 22

Intereses y aumento de costos durante construcción (1 año) utilizando 7% como incremento anual de costos y 10.5% como interés típico anual = 8.75% aproximadamente 14

I N V E R S I O N U N I T A R I A 265

184

TURBO ALTERNADOR A VAPOR

Inversión Unitaria

	<u>US\$ / KW.</u>
Costo equipo CIF Guayaquil, incluye unidad turbo-generador, controles, accesorios (no incluye calderas)	200
Montaje (aproximadamente 10%)	20
Obra civil, adecuaciones, terreno, grúa	<u>20</u>
Costos directos:	240
Ingeniería y Administración (aproximadamente 12%)	<u>29</u>
Sub-total	269
Intereses (8.75%)	<u>24</u>
Inversión unitaria	293

B. Costos de operación

1. Costos de personal y operación

Se establece a continuación el costo del personal que labora actualmente en la Central Eléctrica AZTRA, tomando costos reales. No se incluyen calderas.

	SUCRES/MES INCL. SOBRET.	CANT.	TOTAL SUCRES/MES
Ing. Mecánico/Eléctrico	20 000	1	20 000
Tableristas	7 200	2	14 400
Turbinistas	7 200	2	14 400
Ayudantes	6 000	2	12 000
Mecánicos/Electricistas	7 200	2	<u>14 400</u>
Sub-total			75 200
Obligaciones y beneficios sociales (aproximadamente 75%)			<u>56 400</u>
TOTAL MENSUAL			131 600

Este personal se lo ocupa durante la zafra (aproximadamente 6 meses). Durante la interzafra pasa a labores de mantenimiento en otras secciones de la fábrica. O sea, que el costo actual del personal que opera y atiende los dos

grupos es de:

S/. 131 600 x 6 = S/. 789 600 por zafra

6 = US\$ 31 271 por zafra

- a. Los dos grupos turbo alternador actuales más un grupo diesel alternador, el personal se incrementaría así:

	SUCRES/MES INCL. SOBRET.	CANT.	TOTAL SUCRES/MES
Ing. Elect/Mecánico	20 000	1	20 000
Tableristas	7 200	2	14 400
Turbinistas	7 200	2	14 400
Maquinistas	7 200	2	14 400
Ayudantes	6 000	4	24 000
Mecánicos Electricistas	7 200	3	<u>21 600</u>
Sub-total			108 800
Obligaciones y beneficios sociales (aproximadamente 75%)			<u>81 600</u>
TOTAL MENSUAL			190 400

Durante 12 meses al año: S/. 1'142 400

Comparando con el costo actual se registraría un incremento

to de:

$$S/. 1'142\ 000 - 789\ 600 = S/. 352\ 800$$

Que en dólares sería:

$$\text{Costo anual} = \text{US\$ } 13\ 972$$

$$\text{Porcentaje de inversión} = \frac{13\ 972}{288 \times 3\ 000} \times 100 = 1.6\%$$

- b. Los dos grupos turbo alternador a vapor actuales más un grupo con turbina a gas.

	SUCRES/MES INCL. SOBRET.	CANT.	TOTAL SUCRES/MES
Ing. Mecánico/Eléctrico	20 000	1	20 000
Jefes de turno	12 000	2	24 000
Tableristas	7 200	2	14 400
Turbinistas	7 200	2	14 400
Maquinistas	7 200	2	14 400
Ayudantes	6 000	4	24 000
Mecánicos/Electricistas	7 200	4	<u>28 800</u>
Sub-total			140 000
Obligaciones y beneficios sociales (aproximadamente 75%)			<u>105 000</u>
TOTAL MENSUAL			245 000

Durante 6 meses: S/. 1'470 000

Comparando con el costo actual se registra un incremento de:

$$S/. 1'470 000 - 789 600 = 680 400$$

Que en dólares sería:

$$\text{Costo anual} = \text{US\$ } 26 946$$

$$\text{Porcentaje de inversión} = \frac{26 946}{184 \times 3 000} \times 100 = 4.88\%$$

- c. Los dos grupos actuales a vapor, más un grupo idéntico. El mismo personal atendería los 3 grupos. Por lo tanto, no se registraría costo por este concepto.

2. Costos de repuestos y mantenimiento

Para este ítem se toman como referenciales los costos establecidos en el "Estudio General de Prefactibilidad de Plantas Térmicas" (Julio-1972), publicado por INECEL.

Plantas diesel: 1% de la inversión

O sea, $0.01 \times 288 \times 3\ 000 = \text{US\$ } 8\ 640$ Año

Plantas con turbina a gas: 0.8% de la inversión

O sea, $0.008 \times 184 \times 3\ 000 = \text{US\$ } 4\ 416$ Año

Plantas a vapor: 1% de la inversión

O sea, $0.01 \times 293 \times 3\ 000 = \text{US\$ } 8\ 790$ Año

3. Costos de administración, tasas, impuestos

El mismo estudio citado en el título anterior establece:

Gastos de Administración: 0.1 a 0.2% de la inversión

Tasas é Impuestos: 0.8 a 2%

Tomaremos el nivel más bajo considerando que no se trata de una empresa cuya finalidad sea vender energía, o sea:

Costos de Administración, tasas, impuestos: 0.9% de la inversión

Grupos a diesel: $0.009 \times 288 \times 3\ 000 = \text{US\$ } 7\ 776$

Grupos con turbina a gas: $0.009 \times 184 \times 3\ 000 = \text{US\$ } 4\ 968$ Año

Grupos con turbina a vapor: 0.009 x 293 x 3 000

= US\$ 7 911 Año

4. Costos de combustible

AZTRA satisface sus necesidades de combustible a razón de:

Diesel, puesto en AZTRA S/. 3.54 galón

Residuo (Bunker C), puesto en AZTRA " 2.78 galón

Actualmente no requiere kerosene, pero se estima que éste le costaría:

kerosene, puesto en AZTRA S/. 2.78 galón

Las características de los combustibles se las toma de la tabla XII del estudio de INECEL que se ha mencionado antes.

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO INFERIOR		
	KCAL/KG.	BTU/LB.	BTU/GLA.
Diesel oil	9 600	17 300	130 600
Kerosene	10 200	18 400	123 600
Residuo	9 400	16 900	76 200

a. Grupo diesel. Rendimiento térmico típico de Centrales die-

sel de aproximadamente 3 000 KW.

9 500 BTU/KWH.

Costo del combustible por KWH:

$$\frac{(3.54 \text{ SUCRES/GLN.}) \times (9\,500 \text{ BTU/KWH})}{(130\,600 \text{ BTU/GLN.})}$$

= 0.2575 SUCRES/KWH.

= 0.0102 US\$/KWH.

Para efectos comparativos el consumo de energía de 22 417 MWH. proyectados para 1979 se los reparte entre los 3 grupos que ese año estarían generando. O sea,

7 472 MWH. c/grupo, cuyo costo sería de: US\$ 76 214 año

- b. Grupo con turbina a gas. Rendimiento térmico típico de centrales con turbina a gas de aproximadamente 3 000 KW.

15 000 BTU/KWH.

Costo del combustible por KWH.

$$(2.78 \text{ SUCRES/GLN.}) \times (15 \text{ 000 BTU/KWH.})$$

$$(123 \text{ 600 BTU/GLN.})$$

$$= 0.3374 \text{ SUCRES/KWH.}$$

$$= 0.1336 \text{ US$/KWH.}$$

Es decir que los 7 472 MWH. tendrían un costo de:

US\$ 96 826 Año

- c. Grupos con turbina a vapor. AZTRA quema bagazo como combustible en las calderas. Además, el mismo Kg. de vapor que llega a la admisión, se lo encuentra en el escape (menos pequeñas pérdidas); el vapor de escape se lo utiliza en el proceso.

En resumen, no se registran gastos por combustible para generar electricidad.

A título ilustrativo, en el gráfico N° 5 se muestra esquemáticamente el circuito de vapor de AZTRA.

COSTO DE OPERACION (ZAFRA)

RESUMEN

	1. A DIESEL % US\$/AÑO	2. A GAS % US\$/AÑO	3. A VAPOR % US\$/AÑO
1. Costos de personal y operación	1.6	4.88	0
2. Costos de repuestos y mantenimien- to	1.0	4.416	1.0
3. Costos de administración, tasas, impuestos	0.9	4.968	0.9
4. Costos de combustible	0.038	96.826	0
T O T A L	3.588	133 156	1.9

16 701

C. Depreciación y rentabilidad del capital invertido

El "Informe de Prefactibilidad de Plantas Térmicas" de INECEL establece para cada tipo de Central el período de vida media y su factor de recuperación de capital, el cual engloba depreciación y rentabilidad del capital en cuotas fijas anuales, apropiadas para el presente estudio comparativo. Se utiliza un interés anual de 10.5%

	VIDA MEDIA AÑOS	F. R. C. %
Diesel rápidos (720 RPM o más)	15	13.525
Turbinas a gas	15	13.525
Turbinas a vapor	25	11.443

Utilizando los factores anteriores se obtienen costos anuales para el capital, según la Central que se considere.

Grupo a diesel:

$$0.13525 \times 288 \times 3\,000 = \text{US\$ } 116\,856 \text{ Anual}$$

Grupo con turbina a gas:

$$0.13525 \times 184 \times 3\,000 = \text{US\$ } 74\,658 \text{ Anual}$$

Grupo con turbina a vapor:

$$0.11443 \times 293 \times 3\,000 = \text{US\$ } 100\,584 \text{ Anual}$$

D. Costo del kilovatio-hora

Se establece a continuación el costo del KWH, considerándose solamente el nuevo grupo que incrementaría la capacidad de AZTRA.

	U. S. DOLARES POR AÑO		
	GRUPO DIESEL	TURBINA A GAS	TURBINA A VAPOR
Costo de la inversión	116 856	74 658	100 584
Gastos operación	106 602	133 156	14 535
Costos anuales totales	223 458	207 814	115 119
Costo del KWH.	0.0299	0.0278	0.0154

Lo que en moneda nacional es:

Para diesel:	S/. 0.755 KWH.
Para gas:	" 0.702 KWH.
Para vapor:	" 0.389 KWH.

Es decir que el costo del kilovatio-hora generado por un grupo adicional con turbina a vapor aprovechando las instalaciones y facilidades que presta el tener otros dos grupos actualmente generando, es ampliamente ventajosa sobre las otras dos posi

bilidades.

Ahora, considerando que la Central AZTRA se conforma de tres grupos idénticos con turbina a vapor, se calcula el costo del kilovatio hora:

COSTOS DE OPERACION	US\$ ANUAL
1. Costos de personal	31 271
2. Costos de repuestos y mantenimiento	26 370
3. Costos de Administración, tasas, impuestos	23 733
4. Costos combustible	--
T O T A L	81 374

Costo de la inversión: $0.11443 \times 293 \times 9\,000 = \text{US\$ } 301\,752$ Anual

(Se utiliza el costo de reposición para los otros grupos)

Es decir que,

	US\$ / AÑO
Costo de la inversión	301 752
Gastos de operación	81 374
T O T A L	383 126

Costo del kilovatio-hora: US\$ 0.0171 KWH.

O sea, S/. 0.4315 KWH.

Generando durante el período de zafra.

4.3.3. GENERACION DURANTE EL PERIODO DE INTERZAFRA

A. Inversión unitaria

Costo por KW. en US\$ - Base 1976

Costo CIF Guayaquil (incluye unidad motor-generador, controles, accesorios; (no incluye tanque diario,etc)	180
---	-----

Montaje (aproximadamente 8%)	14
------------------------------	----

Obra civil, adecuaciones	<u>10</u>
--------------------------	-----------

Costos directos	204
-----------------	-----

Ingeniería y administración (aproximadamente 9%)	<u>18</u>
--	-----------

T O T A L	222
-----------	-----

B. Costos de operación

1. Costos de personal

El costo actual por personal para las plantas diesel que generan durante el período de interzafra es:

	<u>SUCRES/MES INCL. SOBRET.</u>	<u>CANT.</u>	<u>TOTAL SUCRES/MES</u>
Ing. Elect/Mecánico	20 000	1/4 tiempo	5 000
Operadores	3 750	3	<u>11 250</u>
Sub total			16 250
Obligaciones y beneficios sociales (aproximad. 75%)			<u>12 187</u>
TOTAL MENSUAL			28 437

Este personal se lo ocupa durante el período de interzafra. Durante el período de zafra pasa a desarrollar otras labores. O sea, gasto por 6 meses: S/. 170 622
US\$ 6 757

% de la inversión:

$$\frac{6\,757}{222 \times 600} = 5\%$$

2. Costo de repuestos y mantenimiento

Porcentaje estimado: 2% de la inversión
US\$ 2 664

3. Costos Administración, tasas, impuestos

Aplicando el estimado para este rubro del Informe de INE-
CEL.

2% de la inversión

US\$ 2 664

4. Costo del combustible

Desde la curva de consumo de combustible para un grupo de
300 KW., cargado a 3/4 de carga:

0.082 GLS./KWH.

sobre la base de combustible con 9 600 KCAL./KG.

O sea,

(3.54 SUCRES/GALON) (0.082 GLS./KWH.)

= 0.2915 SUCRES/KWH.

= 0.01155 US\$/KWH.

TOTAL: US\$ 11 424

Resúmen:

<u>COSTOS DE OPERACION</u>	<u>US\$ / AÑO</u>
1. Personal	6 757
2. Repuestos y mantenimiento	2 664
3. Administración, tasas, impuestos	2 664
4. Combustible	<u>11 424</u>
T O T A L	23 509

C. Depreciación y rentabilidad del capital

Para grupos diesel:

Vida media: 15 años

Costo recuperación de capital: 13.525%

Los grupos actuales empezaron a trabajar en 1966 y han sido depreciados en 10 años.

Considerando el estado actual de los grupos, se estima que se podrían obtener:

S/. 200 000 cada grupo

US\$ 7 920 cada grupo

Deduciendo este valor de los nuevos grupos:

$$(222 \times 600) - (7\,920 \times 2) = \text{US\$ } 117\,360$$

O sea, costo anual del capital: US\$ 15 873

D. Costo del kilovatio-hora

	<u>US\$ / AÑO</u>
Costo de la inversión	15 873
Gastos de operación	<u>23 509</u>
T O T A L	39 382

Costo del KWH: US\$ 0.0398

En moneda nacional: S/. 1.005 KWH

Generado durante el período de interzafra.

4.4. ALTERNATIVA II. ALIMENTACION EXTERIOR TOTAL

AZTRA tomaría la energía desde la línea de 69 KV. proyectada por INECEL. Para ésto requerirá de una subestación de transformación de 69 KV. a 5.5 KV.

4.4.1. SUBESTACIONES

El diagrama unifilar de esta subestación consta en el gráfico

Nº 6.

Elementos principales:

a. Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra.Uno (1)

Número de polos:	3
Operación:	Continua
Tensión nominal:	69 KV.
Máxima tensión de diseño:	72.5 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	350 KV.
Capacidad continua de corriente:	600 amp.
Corriente momentánea:	40 000 amp.
Montaje:	Horizontal
Apertura:	Vertical
Temperatura ambiente máxima:	40°C.

Adecuado para montaje a la intemperie. Las cuchillas de puesta a tierra (tripolar) irán montadas sobre el seccionador principal y operadas normalmente con mecanismo de interbloqueo (interlock) para evitar su operación cuando el seccionador principal está cerrado o viceversa.

b. Pararrayos. Tres (3)

Tipo:	Resistor no lineal
Polos:	1
Voltaje:	60 KV.
Operación:	A nivel del mar

c. Seccionador fusible de potencia. Tres (3)

Número de polos:	1
Operación:	Continúa
Montaje:	Vertical con aisladores tipo poste
Apertura:	Vertical
Tensión nominal:	69 KV.
Máxima tensión de diseño:	72.5 KV.
Frecuencia:	60. Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	350 KV.
Corriente máxima continúa:	200 amp.
Corriente simétrica:	40 000 amp.
Temperatura ambiente máxima:	40°C.

d. Transformador de fuerza. Uno (1)

Apropiado para montaje a la intemperie y sumergido en aceite.

Operación inicial OA a 55°C. (norma europea S)	7.5 MVA.
Operación futura FA a 55°C. (norma europea F)	9 375 MVA.
Voltaje nominal:	
Alta tensión:	69 KV.
Baja Tensión:	5.5 KV.
Número de fases:	3
Frecuencia:	60
Conexión:	
Alta tensión:	Delta.
Baja tensión:	Estrella, con neutro sólidamente a tierra
Nivel básico de aislamiento: BIL:	
Alta tensión:	350 KV.
Baja tensión:	75 KV.
Temperatura ambiente máxima:	40°C.
Impedancia OA, 55°C.:	7%
Taps lado de alta:	$\pm 2-1/2\%$, $\pm 5\%$
Protección contra sobrepresión y sobretemperatura	

e. Equipo de medición

Será provisto por la Empresa Eléctrica correspondiente.

f. Panel de alimentación a barras o switchgear

Deberá ser para montaje interior y con los elementos siguientes incorporados: disyuntor de aire, 3 transformadores de corriente, 3 transformadores de potencial, voltímetro, amperímetro, vatímetro y relés de sobrecorriente. Sus especificaciones son las siguientes:

Panel.-

Tensión nominal:	5.5 KV.
Máxima tensión de diseño:	6 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Fases:	3
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.

Disyuntor de aire para operación automática y manual.-

Sus especificaciones son:

Tensión nominal:	5.5 KV.
Máxima tensión de diseño:	6 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Corriente continua:	2 000 amp.

Capacidad de interrupción:	500 MVA.
Tiempo nominal de interrupción:	5 ciclos
Bobina de disparo:	110 V.D.C.

Tres transformadores de corriente.-

Relación:	50:5
Voltaje máximo:	6 KV.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Precisión:	0.6
Burden:	B - 1.0

Tres relés de sobrecorriente.-

Características: tiempo-corriente:	Muy inversa
Frecuencia:	60 Hz.

Tres transformadores de potencial.-

Tipo:	Seco
Voltaje primario:	5.5 KV.
Relación:	50:1
Voltaje máximo:	6
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.

Precisión: 0.6

Un amperímetro A.C.-

Para montaje en panel y con switch selector para medir corriente en las tres fases.

Tipo:	Panel
Escala:	0-1 000 amp.
Corriente nominal:	5 amp.
Frecuencia:	60 Hz.

Un voltímetro A.C.-

Para montaje en panel y con switch selector para medir voltaje entre fase y fase.

Escala:	0-6 KV.
Voltaje nominal:	120 V.
Frecuencia:	60 Hz.

Un vatímetro.-

Tipo:	Panel
-------	-------

Escala:	0-8 000 KW.
Voltaje nominal:	120 V.
Corriente nominal:	5 amp.
Frecuencia:	60 Hz.

4.4.2. INVERSIONES: ESTIMACION DE COSTOS AÑO 1976

a. Seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra. 69 KV.

Costo FOB, puerto de embarque	US\$ 3 200
Costo de transporte y seguro (15% FOB)	<u>" 480</u>
CIF	US\$ 3 680

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$ 1 104
Supervisión (10% CIF)	<u>" 368</u>
T O T A L	US\$ 5 152

=====

Costo estimado: US\$ 5 152

=====

b. Pararrayos 60 KV. Tres (3)

Costo FOB, puerto de embarque	US\$	1 440
Transporte y seguro (15% FOB)	"	<u>216</u>
	CIF	US\$ 1 656

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$	497
Supervisión (10% CIF)	"	<u>166</u>
	TOTAL	US\$ 2 319

Costo estimado: US\$ 2 319

c. Seccionador fusible 69 KV. Tres (3)

Costo FOB	US\$ 1 320
Transporte y seguro (15% FOB)	<u>" 198</u>

CIF	US\$ 1 518
-----	------------

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$ 455
Supervisión	<u>" 152</u>

TOTAL	US\$ 2 125
-------	------------

=====

Costo estimado:	US\$ 2 125
-----------------	------------

=====

- d. Transformador de fuerza. 7.5 MVA. - OA/FA - 69/5.5 KV.
3 Ø - 60 Hz.

Costo FOB, puerto de embarque	US\$ 56 500
Transporte y seguro (15% CIF)	<u>" 8 475</u>
	CIF US\$ 64 975

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (12% CIF)	US\$ 7 797
Supervisión (3% CIF)	" 1 949
Estructuras (10% CIF)	<u>" 6 498</u>
T O T A L	US\$ 81 219

Costo estimado: US\$ 81 219

f. Panel de alimentación a barras 5.5 KV., con equipo completo de medición y protección

Costo FOB, puerto de embarque	US\$ 6 520
Transporte y seguro (15% CIF)	<u>" 978</u>
CIF	US\$ 7 498

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$ 2 249
Supervisión (10% CIF)	<u>" 750</u>
T O T A L	US\$ 10 497

=====

Costo estimado: US\$ 10 497

=====

RESUMEN DE COSTOS AÑO 1976 -

EQUIPO A INSTALAR	COSTO US\$
1 Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra - 69 KV.	5 152
3 Pararrayos - 60 KV.	2 319
3 Seccionadores fusibles - 69 KV.	2 125
1 Transformador de fuerza 7.5 MVA. 3 Ø-OA/FA - 69/5.5 KV. - 60 Hz.	81 219
1 Panel de alimentación a barras 5.5 KV. con equipo completo de medición y protección	<u>10 497</u>
SUB TOTAL	101 312
Misceláneos e imprevistos (5%)	<u>5 066</u>
T O T A L US\$	106 378

4.4.3. DEPRECIACION Y RENTABILIDAD DEL CAPITAL INVERTIDO

Refiriéndose a este rubro, el Estudio General de Prefactibilidad de Plantas Térmicas de INECEL establece para subestaciones y líneas de transmisión, que:

El período de vida media es de 35 años.

El factor de recuperación del capital para un interés anual del 10.5% es de 10.829%.

Aplicando este factor a los costos determinados en el tema anterior se obtiene como cuota anual:

US\$ 11 520

4.4.4. COSTOS POR LA COMPRA DE ENERGIA

En base al régimen tarifario vigente para la Empresa Eléctrica Milsagro se valorizará el consumo de energía esperado para AZTRA para el año 1979.

El consumo total durante la zafra de 1979 será:

22 417 MWH.

Repartidos entre los 6 meses que dura la zafra, se tendría un consumo mensual de:

3 736 MWH./MES

Según el régimen tarifario de Empresa Eléctrica Milagro este tendría un valor de:

Consumo: S/. 2'272 900

Impuestos: " 505 006

T O T A L S/. 2'777 906 Mes

Total por zafra: S/. 16'667 436

El consumo total de energía durante el período de interzafra, año 1979 será de:

989.1 MWH.

El consumo mensual medio será:

164.85 MWH./MES

Según el mismo régimen tarifario aplicado antes, este consumo

tendría un valor mensual de:

Consumo:	S/.	117 515	
Impuestos:	"	<u>24 695</u>	
	T O T A L	S/.	142 210 Mes

Total por interzafra: S/. 853 260

El gran total para el año completo, comprendiendo períodos de zafra e interzafra será:

Zafra:	S/.	16'667 436	
Interzafra:	"	<u>853 260</u>	
	T O T A L	S/.	17'520 696 Año

O sea, un costo anual de: US\$ 693 889

4.4.5. COSTO DEL KILOVATIO-HORA

Para el cálculo del kilovatio-hora se tomará el costo de la inversión y el costo de la energía, despreciándose por pequeño el costo de operación de la subestación.

	<u>US\$ / AÑO</u>
Costo de la inversión	11 520
Costo por la compra de energía	<u>693 889</u>
	705 409
Consumo total en el año (zafra + interzafra)	23 406.1 MWH.

El costo del kilovatio-hora será de:

US\$ 0.0301

O sea,

S/. 0.761 KWH.

Para efectos comparativos se prorratea el costo del capital entre el consumo de zafra e interzafra y se calcula el valor relativo del KWH. durante los períodos de zafra e interzafra, dentro de esta alternativa.

	<u>ZAFRA US\$</u>	<u>INTERZAFRA US\$</u>
Costo del capital	11 033	487
Costo compra energía	<u>660 096</u>	<u>33 792</u>
T O T A L	671 129	34 279
Costo del KWH.	US\$ 0.02994	0.03466
	S/. 0.756	0.875

Costo medio anual: S/. 0.761 KWH.

4.5. ALTERNATIVA III. ALIMENTACION EXTERIOR PARCIAL

AZTRA tomaría la energía requerida para el período de interzafra, desde la línea de 13.8 KV. de Milagro, a través de una subestación, cuyo diseño se representa en el gráfico N° 7.

Durante el período de zafra generaría su propia energía. Los cálculos y consideraciones hechas en la alternativa I, generación durante zafra, son válidos para la presente alternativa.

A continuación se describe y evalúan necesidades dentro de esta alternativa para interzafra.

4.5.1. SUBESTACIONES

Los elementos principales de la subestación y sus especificaciones técnicas serían:

- a. Seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra. Uno (1)

Número de polos:	3
Operación:	Continúa

Tensión nominal:	13.8 KV.
Máxima tensión de diseño:	15 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	110 KV.
Capacidad continua de corriente:	600 amp.
Corriente momentánea:	40 000 amp.
Montaje:	Horizontal
Apertura:	Vertical
Temperatura ambiente máxima:	40°C.

b. Pararrayos. 10 KV. Tres (3)

Tipo:	IVS
Polos:	3
Voltaje:	10 KV.
Operación:	al nivel del mar

c. Seccionador fusible de potencia. 13.8 KV. Tres (3)

Adecuado para intemperie	
Número de polos:	1
Operación:	Continua
Montaje:	Vertical con aisladores tipo poste

Apertura:	Vertical-180°C.
Tensión nominal:	13.8 KV.
Máxima tensión de diseño:	15 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	110 KV.
Corriente máxima:	100 A ó mayor

d. Seccionador fusible para 13.8 KV. Tres (3)

Adecuado para intemperie. La unidad fusible deberá ser fácilmente recambiable.

Número de polos:	1
Operación:	Continúa
Montaje:	Vertical sobre aisladores tipo poste
Apertura:	Vertical-180°C.
Tensión nominal:	13.8 KV.
Máxima tensión de diseño:	15 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	110 KV.
Corriente máxima:	100 amp.
Temperatura ambiente:	40°C.

d. Transformador de fuerza. Uno (1)

Apropiado para montaje a la intemperie y sumergido en aceite.

Operación OA a 55°C. (norma europea S)	630 KVA.
Operación futura FA a 55°C. (norma europea F)	787 KVA.
Voltaje nominal:	
Alta tensión:	13.8 KVA.
Baja tensión:	5.5 KV.
Número de fases:	3
Frecuencia:	60
Conexión:	Delta
Alta tensión:	Delta
Baja tensión:	Estrella con neutro sólidamente a tierra
Nivel básico de aislamiento: BIL:	
Alta tensión:	110 KV.
Baja tensión:	75 KV.
Temperatura ambiente máxima:	40°C.
Impedancia a voltaje y capacidad nominal	
OA, 55°C	7%
Taps:	$\pm 2\text{-}1/2\%$, $\pm 5\%$

Protección contra sobrepresión y sobretemperatura.

e. Equipo de medición

Será provisto por la Empresa Eléctrica correspondiente.

f. Panel de alimentación a barras o switchgear

El panel de alimentación constará de: un disyuntor de aire, 3 transformadores de corriente, 3 transformadores de potencial, amperímetro, voltímetro, vatímetro y relés de sobrecorriente y sus especificaciones serán:

Panel.-

Construcción:	Nema 1
Tensión nominal:	5.5 KV.
Máxima tensión de diseño:	6 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Fases:	3
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Capacidad de barras:	200 amp.

Disyuntor de aire.-

Tensión nominal:	5.5 KV.
------------------	---------

Tensión máxima:	6 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Corriente continua:	1 200 amp.
Capacidad de interrupción:	500 MVA.
Tiempo nominal de interrupción:	5 ciclos
Bobina de disparo:	120 V.D.C.
Motor provisional para cargar resorte:	120 V.D.C.

Transformadores de corriente. Tres (3).-

Tipo:	Seco
Relación:	100:5
Voltaje máximo:	6 KV.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Precisión:	0.6

Amperímetro.-

Tipo:	Panel
Escala:	0-100 amp.
Corriente nominal:	5 amp.
Frecuencia:	60 Hz.

Relé de sobrecorriente. Tres (3).-

Características tiempo-corriente:	Muy inversa
Frecuencia:	60 Hz.

Transformadores de potencial. Tres (3).-

Tipo:	Seco
Voltaje primario:	
Relación:	50:1
Voltaje máximo:	6 KV.
Nivel básico de aislamiento: BIL:	75 KV.
Frecuencia:	60 Hz.
Precisión:	0.6

Voltímetro AC. Uno (1).-

Tipo panel con selector switch para medir voltaje fase-fase.

Escala:	0 - 6 KV.
Voltaje nominal:	120 V.
Frecuencia:	60 Hz.

Vatímetro. Uno (1).-

Tipo:	Panel
Voltaje nominal:	120 V.
Corriente nominal:	5 amp.
Frecuencia:	60 Hz.

4.5.2. INVERSIONES: ESTIMACION DE COSTOS AÑO 1976

a. Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra 13.8 KV.

Costo FOB	US\$ 1 350
Transporte y seguro (15% FOB)	<u>" 203</u>
CIF	US\$ 1 553

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$ 466
Supervisión (10% CIF)	<u>" 155</u>
T O T A L	US\$ 2 174

Costo estimado: US\$ 2 174

=====

b. Pararrayo, 10 KV. Tres (3)

Costo FOB, puerto de embarque	US\$	390
Transporte y seguro (15% FOB)	"	<u>59</u>

CIF	US\$	449
-----	------	-----

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$	134
Supervisión (10% CIF)	"	<u>45</u>

T O T A L	US\$	628
-----------	------	-----

=====

Costo estimado: US\$ 628

=====

c. Seccionador fusible 13.8 KV. Tres (3)

Costo FOB, puerto de embarque	US\$	375
Transporte y seguro (15% FOB)	"	<u>56</u>
	CIF	US\$ 431

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$	129
Supervisión (10% CIF)	"	<u>43</u>
	TOTAL	US\$ 603

=====

Costo estimado: US\$ 603

=====

- d. Transformador de fuerza 630 KVA. 3 Ø OA/FA - 13.8/5.5
KV. - 60 Hz.

Costo FOB, puerto de embarque	US\$ 5 880
Transporte y seguro (15% FOB)	<u>" 882</u>
CIF	US\$ 6 762

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (12% CIF)	US\$ 811
Supervisión (3% CIF)	" 203
Estructuras (10% CIF)	<u>" 676</u>
TOTAL	US\$ 8 452

Costo estimado: US\$ 8 452

=====

- e. Panel de alimentación a barras 5.5 KV. con equipo completo de medición y protección

Costo FOB, puerto de embarque	US\$	6 190
Transporte y seguro (15% FOB)	"	<u>929</u>
	CIF	US\$ 7 119

Instalación:

Mano de obra y gastos generales (30% CIF)	US\$	2 136
Supervisión (10% CIF)	"	<u>712</u>
	TOTAL	US\$ 9 967

Costo estimado: US\$ 9 967

RESUMEN DE COSTOS AÑO 1976

<u>EQUIPO A INSTALAR</u>	<u>COSTO US\$</u>
1 Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra - 13.8 KV.	2 174
3 Pararrayos. 10 KV.	628
3 Seccionadores fusibles. 13.8 KV.	603
1 Transformador de fuerza 630 KVA. OA/FA - 3 Ø 13.8/5.5 KV.	8 452
1 Panel de alimentación a barras 5.5 KV. con equipo completo de medición y protección	<u>9 967</u>
	SUB TOTAL
	21 824
Misceláneos e imprevistos (5%)	<u>1 091</u>
	TOTAL US\$
	22 915

=====

4.5.3. DEPRECIACION Y RENTABILIDAD DEL CAPITAL

Con respecto a este rubro, el informe de INECEL que ya antes se ha mencionado establece para líneas de transmisión y subestaciones:

Período de vida media:	35 años
Factor de recuperación de capital:	10.829%

Aplicando este factor a los costos del artículo anterior se obtiene como cuota anual:

US\$ 2 481 Año

4.5.4. COSTO POR LA COMPRA DE ENERGIA

El consumo total de energía durante el período de interzafra se ha establecido antes en:

989.1 MWh.

Se calculó que, según el régimen tarifario de Empresa Eléctrica Milagro, la planilla mensual sería de:

Consumo:	S/. 117 515
Impuestos:	<u>" 24 695</u>
T O T A L - mes	S/. 142 210
Total por interzafra:	S/. 853 260
0 ses,	US\$ 33 792

4.5.5. COSTO DEL KILOVATIO HORA

Para el cálculo del costo del kilovatio-hora se tomará el costo de la inversión más los costos por la compra de energía. Se desprecian por pequeños los costos por operación de la subestación.

	<u>US\$/AÑO</u>
Costo de la inversión	2 481
Costo por la compra de energía	<u>33 792</u>
T O T A L	36 273
	<u>=====</u>

Consumo: 989.1 MWH.

El costo del kilovatio-hora será de:

US\$ 0.03667

0 sea,

S/. 0.926 KWH. utilizado durante el período de interzafra.

Para el período de zafra se estableció en Alternativa I, generación durante zafra, S/. 0.4315 KWH. generado en zafra.

4.6. RESUMEN COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS

DESCRIPCION	ALTERNATIVA I		ALTERNATIVA II		ALTERNATIVA III	
	ZAFRA	INTERZAFRA	ZAFRA	INTERZAFRA	ZAFRA	INTERZAFRA
Inversión inicial US\$	879 000	117 360	106 378	879 000	22 915	
Costo del capital US\$/Año	301 752	15 873	11 520	301 752	2 481	
Costo de operación US\$/Año	81 374	39 382	--	81 374	--	
Costo por la compra de energía US\$/Año	--	--	693 889	--	33 792	
Costo del kilovatio-hora US\$	0.0171	0.0398	0.0301	0.0171	0.03667	
	(S/.0.4315)	(S/.1.005)	(S/.0.761)	(S/.0.4315)	(S/.0.926)	
Costo del kilovatio-hora, medio anual. Sucres	S/. 0.473		S/. 0.761	S/. 0.452		

Consumo:	Zafra:	22 417	MWH.
	Interzafra:	989.1	MWH.
	Total anual:	23 406.1	MWH.

CAPITULO 5.- CONCLUSIONES

- 5.1. Alternativa seleccionada
- 5.2. Recomendaciones finales

5.1. ALTERNATIVA SELECCIONADA

El análisis efectuado en el capítulo anterior nos mostró una amplia ventaja económica de las alternativas I y III sobre la alternativa II.

Entre las alternativas I y III se registra una pequeña diferencia favorable a esta última, en el costo del kilovatio-hora medio anual. Desglosando el valor medio anual en costos relativos al kilovatio-hora para zafra e interzafra se obtiene para la alternativa III, S/. 0.926 KWH. interzafra y para la alternativa I, S/. 1.005 KWH. interzafra. La diferencia es pues de aproximadamente 8 centavos de sucre por kilovatio-hora utilizado en interzafra, favorable siempre a la alternativa III.

Adicional a esta diferencia, y quizás el factor determinante en este caso es la ventaja técnica que significaría tener acceso instantáneo a una fuente exterior y aún conservar sus propios grupos stand-by para generación en interzafra. La confiabilidad del sistema en interzafra sería notablemente incrementada.

Por lo tanto, la alternativa III resulta ser técnica y eco-

nómicamente la más conveniente.

El gráfico N.º 9 muestra el diagrama unifilar de AZTRA, incluyendo la alternativa seleccionada.

5.2. RECOMENDACIONES FINALES

Nuestra recomendación es continuar generando durante el período de zafra utilizando el mismo tipo de central a vapor con turbinas del tipo Noncondensing, incrementando su capacidad actual de 6 000 a 9 000 KW.

Cambiar el uso del bagazo desde combustible a otro uso más rentable, no afectaría apreciablemente los resultados obtenidos, debido al hecho de que la demanda por vapor para el proceso es mucho mayor que el vapor que pasa por las turbinas de los grupos electrógenos. Esto justifica el hecho de tener instaladas dos válvulas reductoras, de ϕ 5" y ϕ 2"

El factor que afectaría el resultado obtenido sería un abaratamiento de la energía eléctrica al entrar en servicio las grandes centrales hidroeléctricas, proyectadas para la próxima década. Sin embargo, aún no hay nada definido a este respecto.

Para el período de interzafra recomendamos tomar la energía necesaria desde la línea de 13.8 KV. perteneciente a Empresa Eléctrica Milagro.

Los grupos actuales a diesel se conservarían como energía de emergencia.

TABLA N.º 1

CONSUMO DE ENERGIA EN PERIODOS DE ZAFRA

	1971	1972	1973	1974	1975
Consumo de energía MWh.	4 438.1	6 310.8	8 332.0	8 379.8	8 999.3
Tiempo días	99	103	132	136	142
Demanda media MW.	1.87	2.55	2.63	2.57	2.64
Demanda máxima MW.	3.00	3.20	3.20	3.60	3.80
Factor de carga	0.62	0.80	0.82	0.71	0.69

TABLA N° 2

CONSUMO ESTADISTICO DE ENERGIA POR MES Y POR ZAFRA

		CONSUMO MWH.	TIEMPO DIAS	DEMANDA MED.MW.	DEM.MAX. MW.	FACTOR DE CARGA
1971	SEPTIEMBRE	796.1	21	1.58	2.40	0.66
	OCTUBRE	1 511.9	31	2.03	2.50	0.81
	NOVIEMBRE	1 510.4	30	2.10	3.00	0.70
	DICIEMBRE	619.7	17	1.52	2.40	0.63
1972	SEPTIEMBRE	1 722.7	30	2.39	3.00	0.80
	OCTUBRE	1 932.3	31	2.60	3.00	0.87
	NOVIEMBRE	2 062.7	30	2.86	3.20	0.89
	DICIEMBRE	593	12	2.06	3.00	0.69
1973	AGOSTO	1 190.8	22	2.26	3.20	0.70
	SEPTIEMBRE	1 984.4	30	2.76	3.20	0.86
	OCTUBRE	2 121.6	31	2.85	3.20	0.89
	NOVIEMBRE	1 916.0	30	2.66	3.20	0.83
	DICIEMBRE	1 119.3	19	2.45	3.00	0.82
1974	AGOSTO	1 710.0	31	2.30	3.60	0.64
	SEPTIEMBRE	2 005.4	30	2.79	3.60	0.77
	OCTUBRE	2 000.9	31	2.69	3.20	0.84
	NOVIEMBRE	1 827.2	30	2.54	3.40	0.75
	DICIEMBRE	836.3	14	2.49	3.20	0.78
1975	AGOSTO	1 391.9	27	2.15	3.60	0.60
	SEPTIEMBRE	2 090.7	30	2.90	3.80	0.76
	OCTUBRE	2 019.3	31	2.81	3.80	0.74
	NOVIEMBRE	1 896.1	30	2.63	3.80	0.69
	DICIEMBRE	1 601.3	24	2.78	3.80	0.73

TABLA N.º 3

DATOS ESTADÍSTICOS DE CONSUMO Y PRODUCCION POR ZAFRA

	1971	1972	1973	1974	1975
Consumo de energía MWH.	4 438.1	6 310.8	8 332.0	8 379.8	8 999.3
Tiempo días	99	103	132	136	142
Consumo medio diario MWH.	44.8	61.3	63.1	61.6	63.0
Demanda media MW.	1.87	2.55	2.63	2.57	2.6
Demanda máxima MW.	3.0	3.2	3.2	3.6	3.8
Factor de carga	0.62	0.80	0.82	0.71	0.68
Molienda T.C.	317 726	384 523	495 062	533 874	633 506
Energía/molienda KWH./TC	13.97	16.41	16.83	15.7	14.21

TABLA N.º 4

CURVA TIPICA PARA UN DIA DE ZAFRA

<u>HORA</u>	<u>MW.</u>
01	2.8
02	2.8
03	2.8
04	3.0
05	2.8
06	2.4
07	3.0
08	2.8
09	2.8
10	3.0
11	2.8
12	2.8
13	2.8
14	3.4
15	2.4
16	2.8
17	3.0
18	2.8
19	2.8
20	3.2
21	2.8
22	3.0
23	2.8
24	2.8

TABLA N.º 5

CONSUMO DE ENERGÍA EN PERIODOS DE INTERZAFRA

	1972	1973	1974	1975	1976
Consumo de energía MWh.	657.2	590.8	511.2	655.7	633.1
Tiempo días	258	242	228	235	197
Demanda media KW.	106	102	93	116	140
Demanda máxima KW.	168	178	178	240	300
Factor de carga	0.64	0.57	0.52	0.48	0.47

TABLA N° 6

CONSUMO ESTADISTICO DE ENERGIA POR MES Y POR INTERZAFRA

		CONSUMO MWH.	TIEMPO DIAS	DEMANDA MED.MW.	DEM.MAX. KW.	FACTOR DE CARGA
1972	DICIEMBRE	36.0	14	107	149	0.72
	ENERO	79.9	31	107	149	0.72
	FEBRERO	82.9	29	119	168	0.71
	MARZO	85.0	31	114	168	0.68
	ABRIL	71.0	30	99	159	0.62
	MAYO	70.6	31	95	159	0.60
	JUNIO	72.3	30	100	159	0.63
	JULIO	78.1	31	105	159	0.66
	AGOSTO	81.4	31	109	168	0.65
1973	DICIEMBRE	58.3	20	121	159	0.76
	ENERO	86.6	31	116	178	0.65
	FEBRERO	51.5	28	77	149	0.52
	MARZO	66.4	31	89	149	0.60
	ABRIL	62.8	30	87	159	0.55
	MAYO	72.7	31	98	168	0.58
	JUNIO	78.2	30	109	149	0.73
	JULIO	84.7	31	114	159	0.72
	AGOSTO	29.6	10	124	159	0.78
1974	DICIEMBRE	35.7	16	93	149	0.62
	ENERO	61.5	31	83	149	0.56
	FEBRERO	61.1	28	91	149	0.61
	MARZO	74.3	31	100	159	0.63
	ABRIL	67.6	30	94	178	0.53
	MAYO	76.5	31	103	178	0.58

TABLA N.º 6 (Continuación)

		CONSUMO MWH.	TIEMPO DIAS	DEMANDA MED.MW.	DEM.MAX. KW.	FACTOR DE CARGA
	JUNIO	67.4	30	94	168	0.56
	JULIO	67.2	31	90	159	0.57
1975	DICIEMBRE	37.6	18	87	169	0.51
	ENERO	78.4	31	105	169	0.62
	FEBRERO	73.5	28	109	169	0.65
	MARZO	89.3	31	120	178	0.67
	ABRIL	92.8	30	129	188	0.69
	MAYO	92.0	31	124	193	0.64
	JUNIO	75.8	30	105	193	0.54
	JULIO	100.4	31	135	220	0.61
	AGOSTO	15.7	5	131	240	0.54
1976	DICIEMBRE	19.4	7	115	200	0.58
	ENERO	85.9	31	115	200	0.58
	FEBRERO	92.7	29	133	300	0.44
	MARZO	98.8	31	133	300	0.44
	ABRIL	93.2	30	129	240	0.54
	MAYO	109.2	31	147	240	0.61
	JUNIO *	105.7	30	147	240	0.61
	JULIO *	28.2	8	147	240	0.61

* Se asumen datos iguales a Mayo.

TABLA N.º 7

CURVA TIPICA PARA UN DIA DE INTERZAFRA

<u>HORA</u>	<u>MW.</u>
01	100
02	100
03	100
04	100
05	100
06	100
07	90
08	90
09	160
10	160
11	160
12	140
13	140
14	210
15	210
16	200
17	140
18	160
19	140
20	150
21	150
22	150
23	150
24	150

TABLA N.º 8

PROYECCION DE LA CAPACIDAD DE MOLIENDA

	1976	1977	1978	1979
Molienda T.C.	938 000	1'125 000	1'375 000	1'500 000
Días calendario de zafra	168	190	190	190
Días calendario de molienda	162	184	184	184
Días efectivos de molienda. Alternat. 1	139	158	158	158
Molienda media diaria T.C.D.	6 748	7 120	8 703	9 494
Días efectivos de molienda. Alternat. 2	150	171	171	171
Molienda media diaria T.C.D.	6.253	6.579	8.041	8.772
Días efectivos de molienda. Alternat. 3	145	164	164	164
Molienda media diaria T.C.D.	6.469	6.860	8.384	9.146

ALTERNATIVA 1.- Parada: 1 día semanal

ALTERNATIVA 2.- Parada: 1/2 día semanal

ALTERNATIVA 3.- Parada: 1 día cada 2 semanas y 1/2 día en la semana intermedia

TABLA N° 9NUEVOS EQUIPOS

<u>D E S C R I P C I O N</u>	<u>POT.UNIT.</u>	<u>POT.H.P.</u>	<u>TOTAL H.P.</u>
<u>EQUIPO PARA UN SEXTO MOLINO:</u>			
1 Banda intermedia	11.5	11.5	
1 Banda de lubricación para la turbina	3.45	3.45	
1 Virador	6.3	6.3	
1 Bomba de lubricación para el reductor	2.9	2.9	
1 Bomba de imbibición	23.	23.	47
<u>EQUIPO PARA UNA CALDERA ADICIONAL DE 90 TNS./H:</u>			
7 Alimentadores de bagazo	3.45	24.15	
2 Motores para movimiento del grill	3.45	6.9	
1 Ventilador de tiro	330.	330.	
1 Soplador de aire primario	67.5	67.5	
1 Soplador de aire de distribución	34.5	34.5	
1 Soplador de aire de turbulencia	34.5	34.5	
1 Soplador de aire con fuel oil	120.	120.	
1 Soplador de hollín	1.0	1.0	618
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA DEPURACION DEL JUGO:</u>			
2 Bombas para el jugo tamizado	144.	288.	
1 Bomba para el guarapo alcalizado	144.	144.	
1 Bomba para el jugo clarificado	144.	144.	
1 Bomba para meladura	34.5	34.5	
1 Bomba para el jugo filtrado	11.5	11.5	622
<u>EQUIPO PARA CLARIFICADOR DE 32':</u>			
1 Agitador	2.64	2.64	

TABLA N° 9 (Continuación)

DESCRIPCION	POT.UNIT.	POT.H.P.	TOTAL H.P.
1 Bomba de lodos	4.2	4.2	
1 Bomba de liquidación	20.	20.	27
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA UNA PLANTA DE CAL:</u>			
1 Agitador para tanque lechada de cal	8.6	8.6	
2 Bombas para lechada de cal	8.0	16.	25
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA FILTROS DE CACHAZA:</u>			
1 Bomba de vacío	115.	115.	
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA EVAPORACION:</u>			
1 Bomba de inyección de agua al evaporador	250.	250.	
2 Bombas de agua condensada	46.	92.	
1 Bomba de soda cáustica	12.	12.	354
<u>EQUIPO PARA CENTRIFUGA COMPACT C 410, ADICIONAL:</u>			
1 Motor principal	140.	140.	
1 Motor - reductor para marcha a 40 RPM.	6.	6.	
1 Ventilador	4.	4.	150
<u>EQUIPO PARA CENTRIFUGA COMPACT C 220, ADICIONAL:</u>			
1 Motor principal	100.	100.	
1 Motor - reductor para marcha a 40 RPM.	6.	6.	
1 Ventilador	4.	4.	110

TABLA N.º 9 (Continuación)

DESCRIPCION	POT.UNIT.	POT.H.P.	TOTAL H.P.
<u>EQUIPO PARA SECADO Y ENVASADO DE AZUCAR SUPERIOR:</u>			
1 Banda transportadora desde la centrífuga	4.	4.	
1 Transportador a sacudidas	8.6	8.6	
1 Elevador de azúcar húmedo	2.5	2.5	
1 Elevador de azúcar seco	2.	2.	
1 Motor principal del secador	24.	24.	
1 Ventilador de aire frío	12.	12.	
1 Ventilador de aire caliente	4.5	4.5	
1 Zaranda azúcar húmedo	12.	12.	
1 Zaranda azúcar seco	6.	6.	
1 Banda transportadora de azúcar sobre tolvas	4.5	4.5	
1 Banda transportadora de azúcar bajo tolvas	4.5	4.5	
1 Transportador de sacos	7.2	7.2	
1 Motor principal para máquina de coser sacos	2.0	2.0	
1 Motor regulador de altura de la máquina de coser	0.72	0.72	98
<u>EQUIPO PARA UN SEMILLERO DE VACIO DE 315 H.L., ADICIONAL:</u>			
1 Agitador	6.3	6.3	7
<u>EQUIPO PARA UN TACHO DE 580 H.L., ADICIONAL:</u>			
1 Válvula de descarga	0.75	0.75	
1 Bomba de inyección de agua al condensador	144.	144.	145

TABLA N° 9 (Continuación)

D E S C R I P C I O N	POT.UNIT.	POT.H.P.	TOTAL H.P.
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA REFINERIA:</u>			
6 Agitadores para tanques de tratamiento	4.6	27.6	
6 Bombas de licor tratado	8.6	51.6	79
<u>EQUIPO PARA 4 CRISTALIZADORES, ADICIONALES:</u>			
2 Cristalizadores para templeas comerciales	11.5	23.	
2 Cristalizadores para templea C	8.6	17.2	40
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA TALLERES:</u>			
4 Tornos de 3 mts.	10.5	42.	
1 Cepillo de 3 mts.	12.25	12.25	
1 Cepilladora - fresadora	23.	23.	
1 Taladro radial de 2.5 mts.	6.25	6.25	
1 Lijadora para madera	1.	1.	
2 Tornos para madera	3.	6.	
1 Sierra eléctrica	10.	10.	100
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA BODEGAS DE AZUCAR:</u>			
2 Transportadoras de sacos	6.	12.	
6 Transportadoras móviles	8.	48.	60
<u>EQUIPO ADICIONAL PARA EL PATIO DE DESCARGA DE CAÑA:</u>			
2 Viradores	30.	60.	
2 Transportadores	50.	100.	
2 Niveladores	50.	100.	260

TABLA N.º 10

CARGA INSTALADA

<u>A L I M E N T A D O R</u>	<u>ARMARIO</u>	<u>H.P.</u>	<u>TOTAL H.P.</u>
REFINERIA.- J 4.7	J7.B7.2	355.2	
	J7.B7.3	51.2	
	J7.B7.4	195.7	
	F29.9.1	12.5	
	F29.4.1	100.0	
	F29.4.2	100.0	
	E2.1.2	243.0	
	N2	84.9	1 143
CALDERAS B.T.- J 4.4	J7.B4.1	188.1	
	J7.B4.2	108.1	
	J7.B4.3	188.1	
	J7.B4.4	474.6	
	Bomba Asea	167.0	1 126
CALDERAS A.T.- J7.C4	Vent.de tiro	468	
	Bs.Alim.Agua	660 *	1 128
CENTRIFUGAS.- J 4.2	E2.1. 1	162	
	E1.9. 1	25	
	E1.9. 2	25	
	E1.9. 3	25	
	ACE 1.4.1	140	
	ACE 1.4.2	140	
	ACE 1.4.3	140	

* Se incluye motor que se encuentra en Francia.

TABLA N° 10 (Continuación)

A L I M E N T A D O R	ARMARIO	H.P.	TOTAL H.P.
	ACE 1.4.4	140	
	ACE 1.4.5	140	937
BOMBAS VERTICALES.- J7.C1	J 4.1	1 411	
	B. de vacío	500	1 911
FABRICACION.- J 4.3	J7.B5.1	395.6	
	J7.B3.1	230.9	
	J7.B3.2	344.3	
	J7.B3.3	473.9	1 440
PREPARACION DE LA CASA.- J 4.5	J7.B5.2	122.2	
	J7.B5.3	253.2	
	J7.B1.4	144.9	
	J7.B7.1	77.2	
	J 4.10	200.0	797
MOLINOS.- J 4.6	J7.B6.1	528.3	
	J7.B6.2	136.7	665
ILUMINACION.- J 4.9		125	125
T O T A L:			9 272

=====

VAPOR EN LA ADMISION
G(T/H)

GRUPOS TURBO-ALTERNADORES N° 550 Y 551
CADA UNO DE 3000 KW (60 Hz)

FIVES, 25/IX/75

33.5 T/H

CONDICIONES

- ADMISION : 20 BARES -340°C.
- CONTRAPRESION: 1.5 BARRAS
- COS φ : 0.8
- POTENCIA MAX.: 3000 KW.

POTENCIA MAXIMA DEL GRUPO 3000KW.

CURVA DE CONSUMO DE VAPOR
EN LOS TURBO - ALTERNADORES

POTENCIA EN BARRAS P (KW)

500

1000

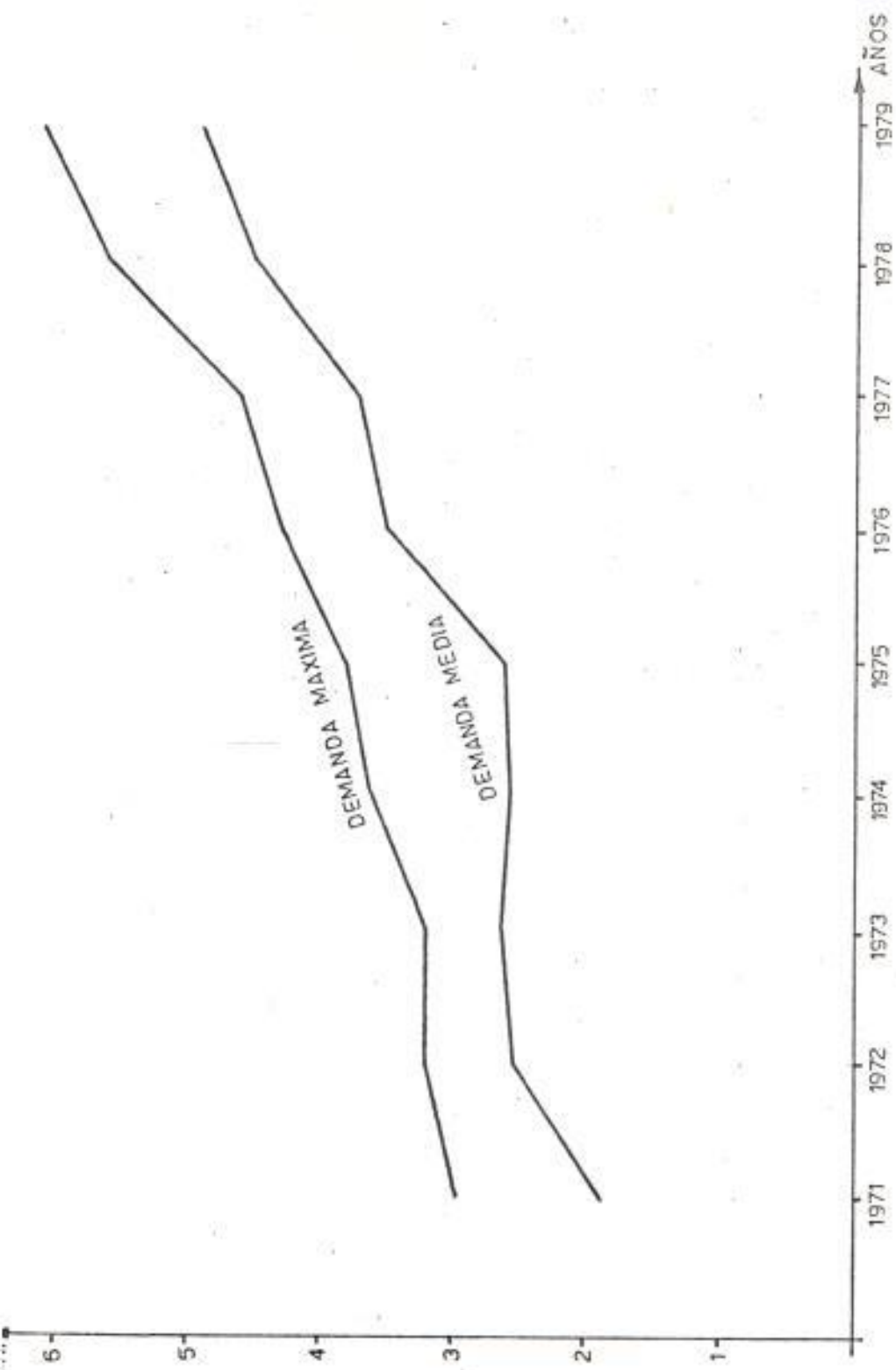
1500

2000

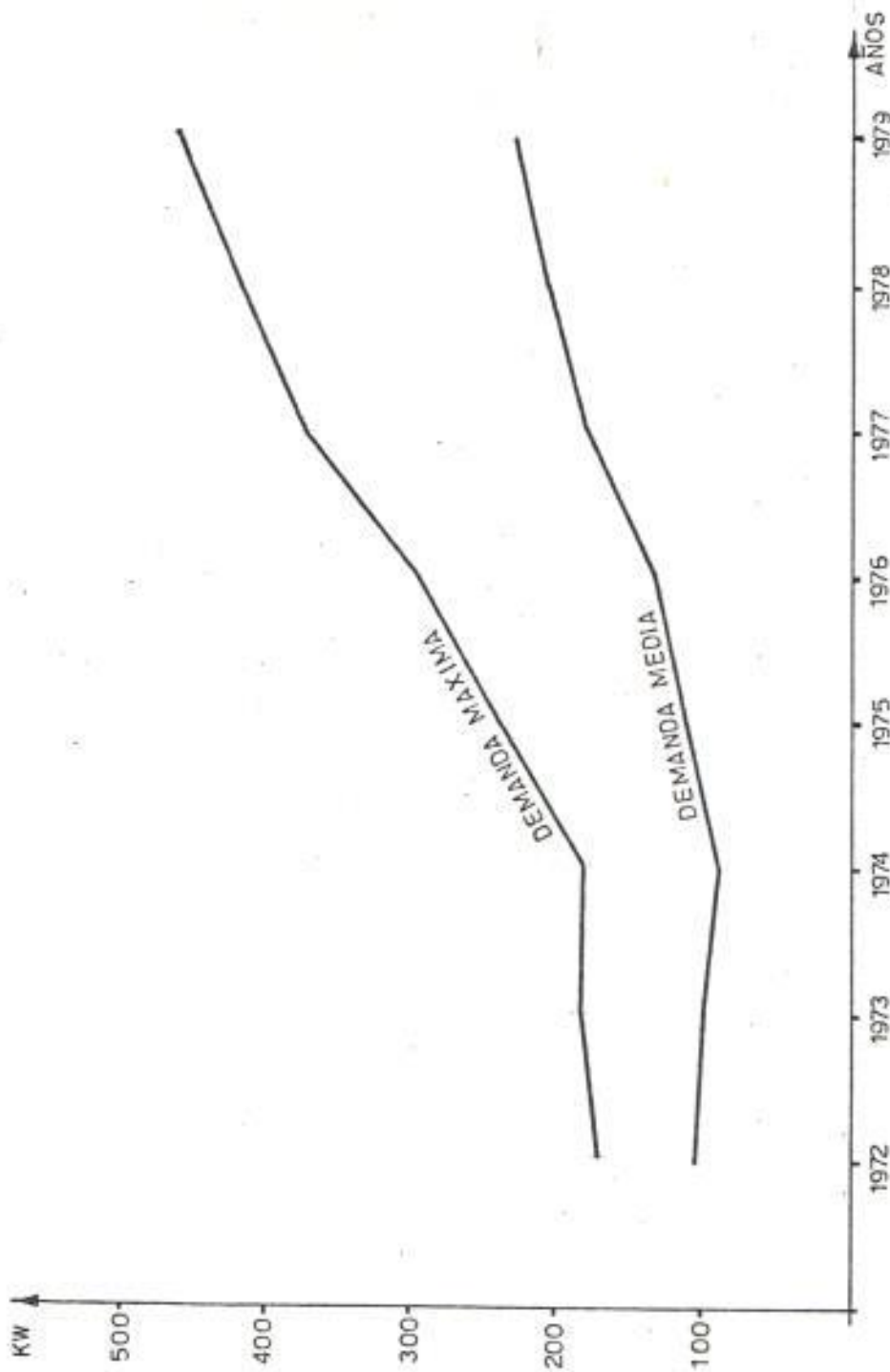
2500

3000

FIG. 1



PROYECCION DE LA DEMANDA EN PERIODO DE ZAFRA



PROYECCION DE LA DEMANDA EN PERIODO DE INTERZAFRA

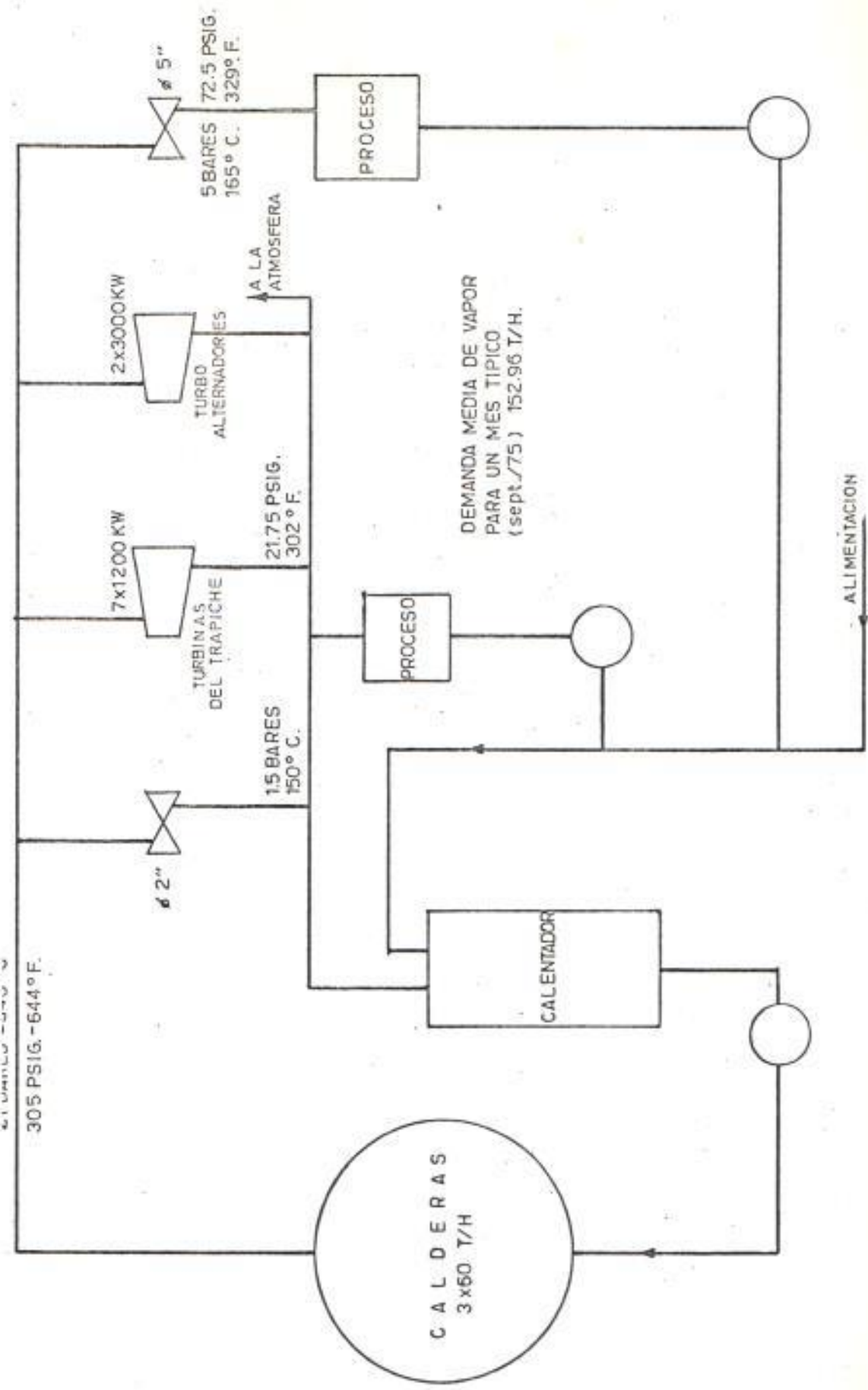
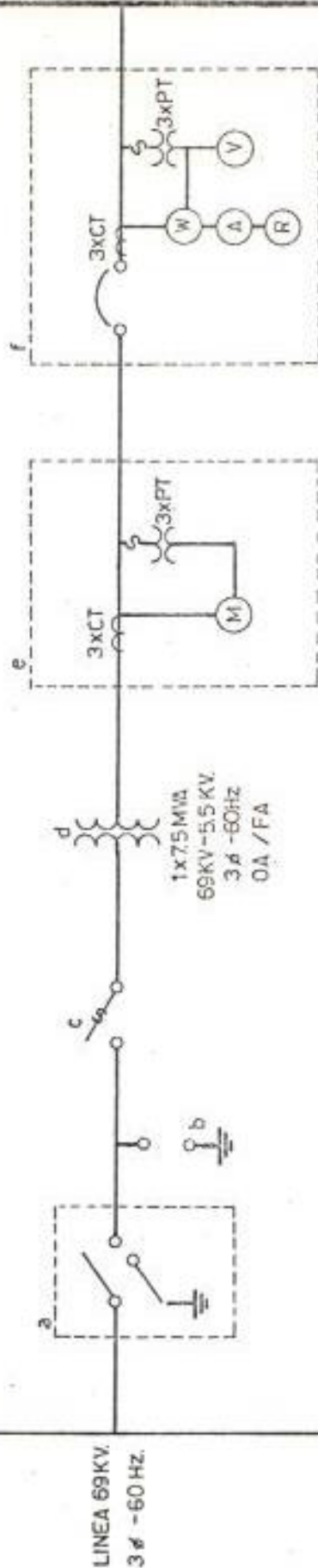


DIAGRAMA DE VAPOR AZTRA



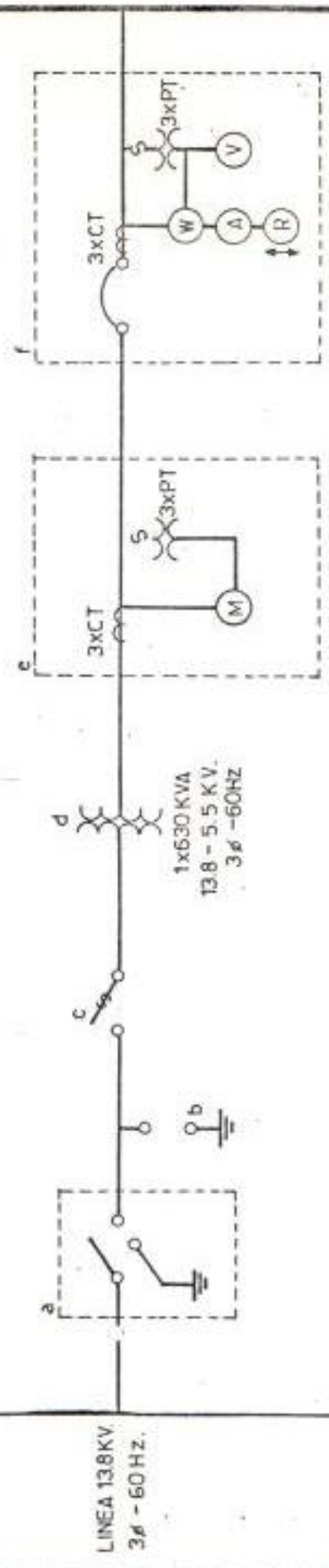
SUB-ESTACION 69 -5.5 KV.

DIAGRAMA UNIFILAR

SIMBOLOGIA

- a SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA
- b PARARRAYOS
- c SECCIONADOR-FUSIBLE PARA 69 KV.
- d TRANSFORMADOR
- e EQUIPO DE MEDICION DE LA EMPRESA ELECTRICA CORRESP.
- f CUBICULOS DE ALIMENTACION A BARRAS

BARRAS
CENTRAL
ELECTRICA
5.5KV
3ϕ
60HZ.

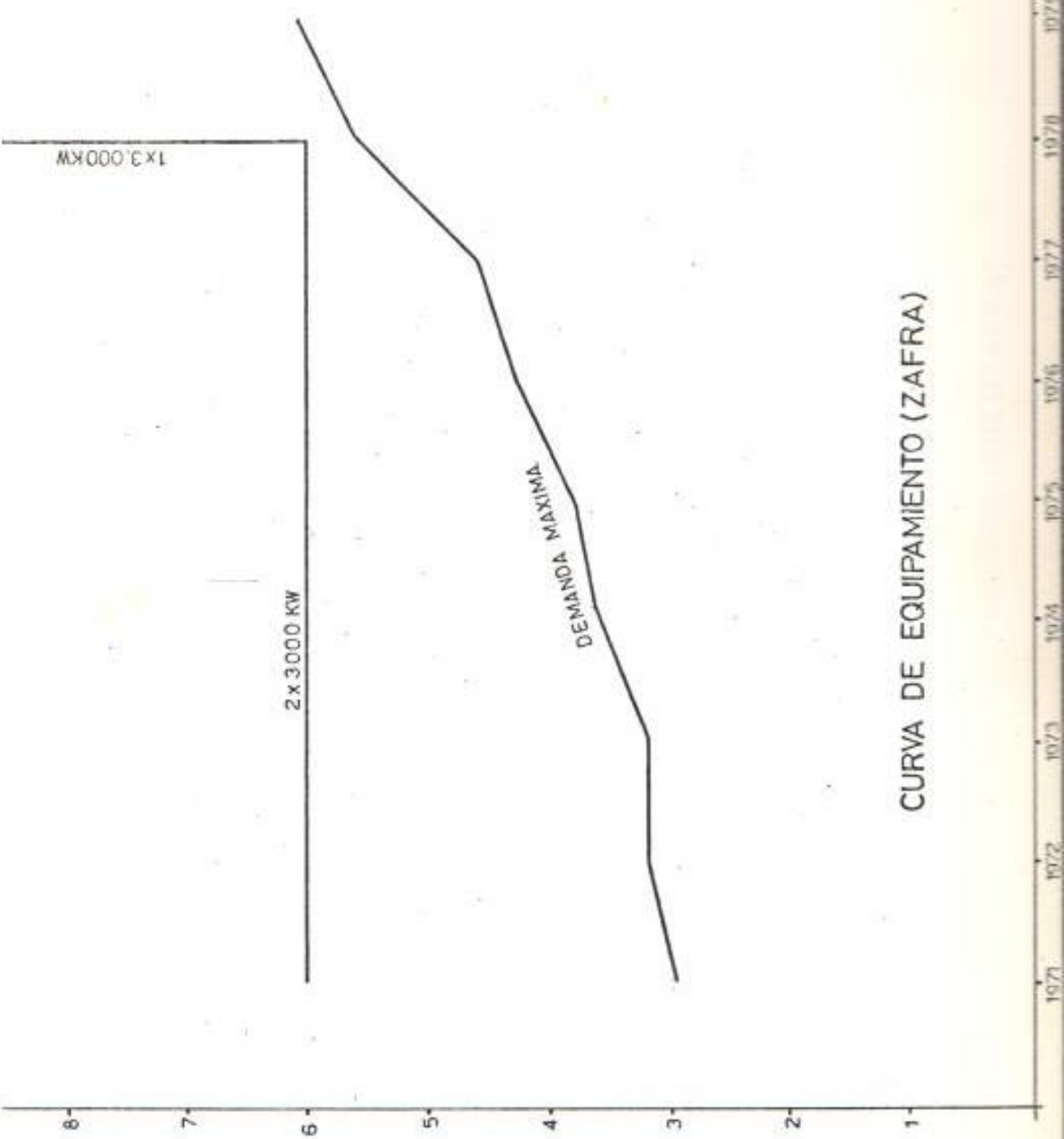


SUB - ESTACION 13.8 - 5.5 KV.

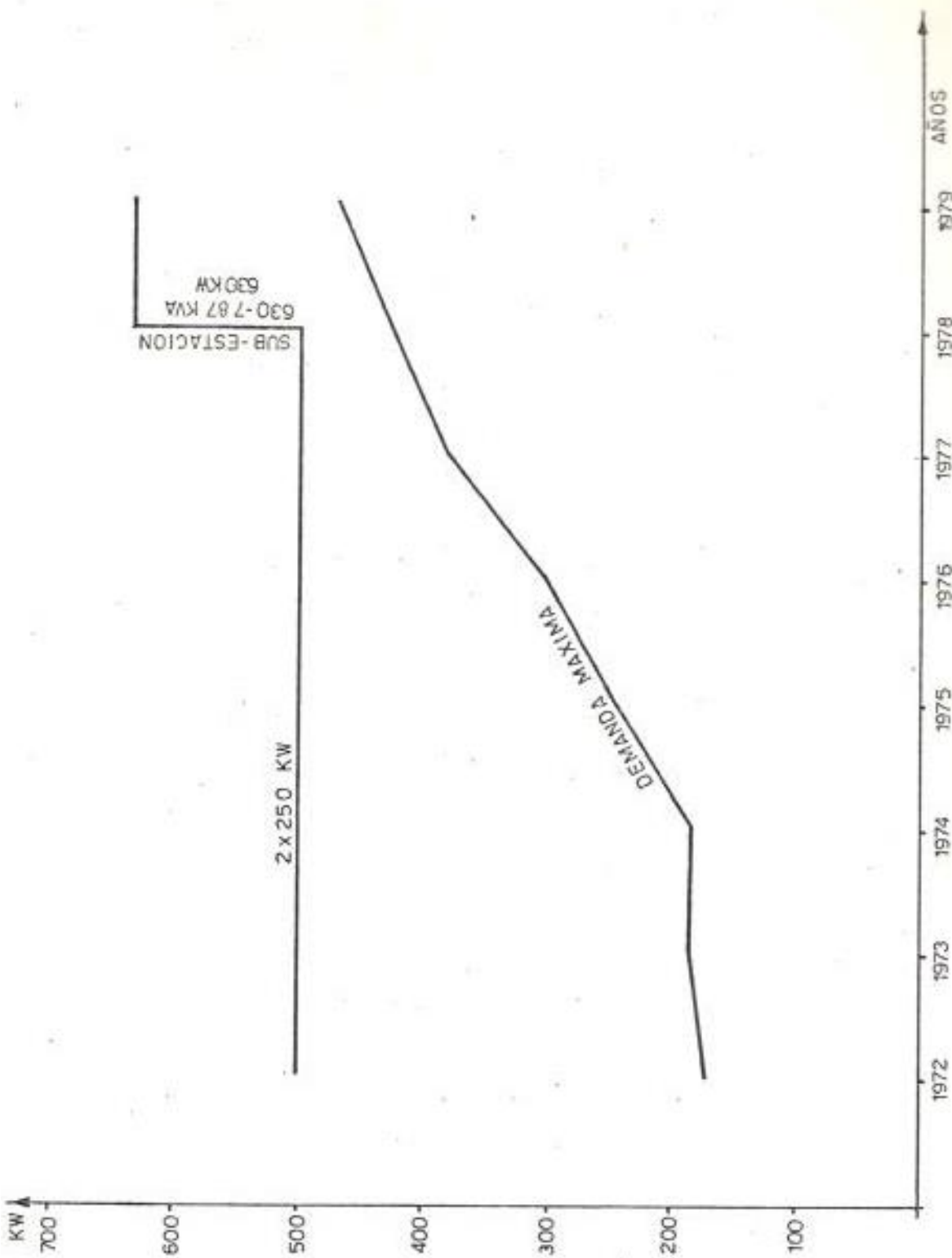
DIAGRAMA UNIFILAR

SIMBOLOGIA

- a SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA
- b PARARRAYOS
- c SECCIONADOR FUSIBLE PARA 13.8 KV
- d TRANSFORMADOR
- e EQUIPO DE MEDICION
- f CURCULOS DE ALIMENTACION A BARRAS



CURVA DE EQUIPAMIENTO (ZAFRA)



CURVA DE EQUIPAMIENTO (INTERZAFRA)

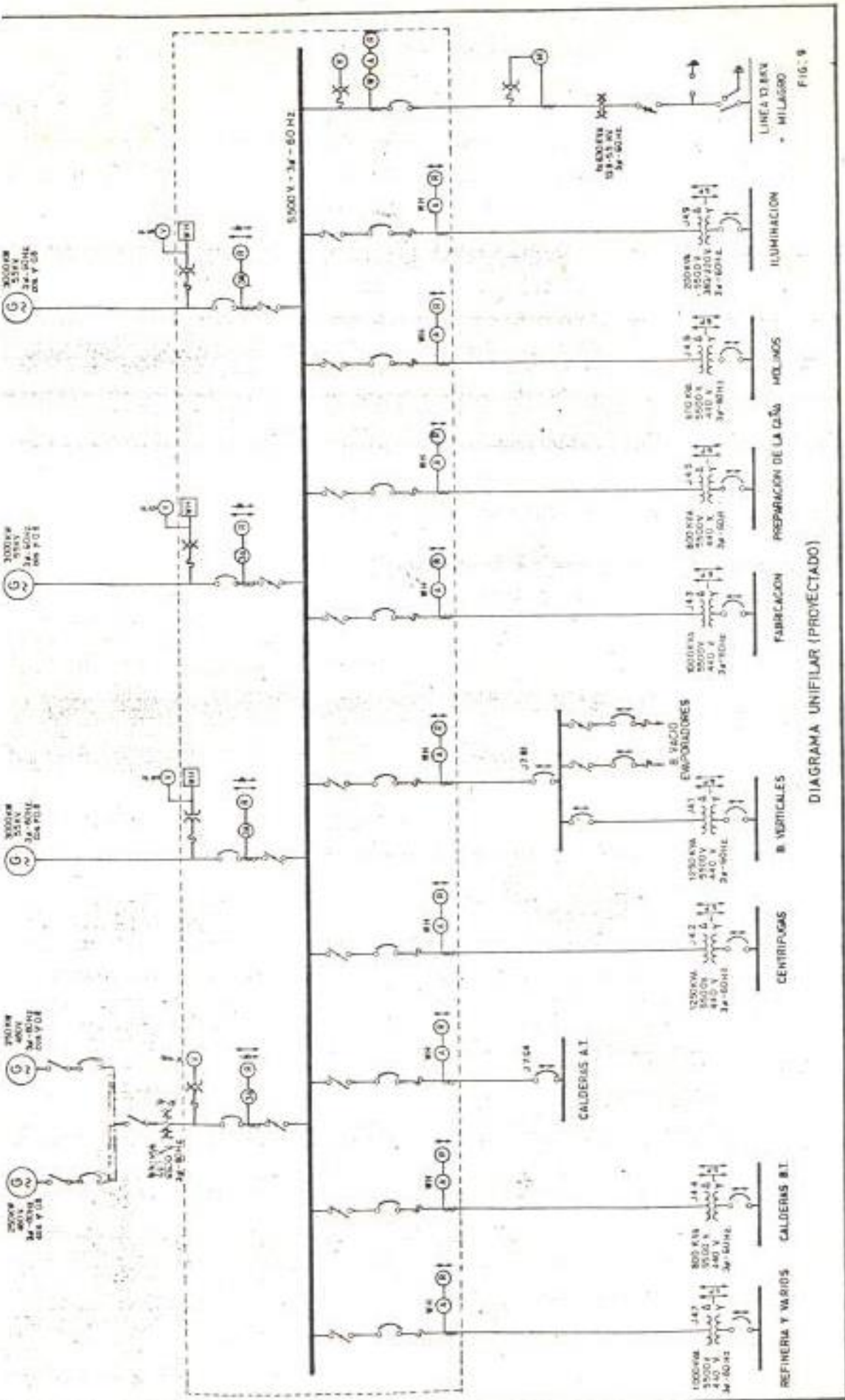


DIAGRAMA UNIFILAR (PROYECTADO)

BIBLIOGRAFIA

1. Fives Lille Cail, Libro de Especificaciones del Ingenio AZTRA, 1969.
2. HUGOT, Emile, Manual para Ingenieros Azucareros, 1a. Edicio, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1964.
3. MORSE, Frederick T., Centrales Eléctricas, 1a. Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1971.
4. POTES, E. Santo, Centrales Eléctricas, 1a. Ed., Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1971
5. Electric Utility Engineers, Distribution Systems, 1st. Edition, Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburgh, Pa., 1965
6. CROFT, CARR & WATT, Manual del Montador Electricista, 3a. Edición, Editorial Reverté, S.A., Barcelona, 1974.
7. STANIAR, William, Plant Engineering Handbook, 2nd. Edición, McGraw-Hill Co., New York, 1959.
8. KNOWLTON, Archer E., Standard Handbook for Electrical Engineering 9th. Edition, McGraw Hill Co., New York, 1957.

9. Pender y Del Mar, Manual del Ingeniero Eléctricista, Editorial Hispano Americana, S.A., Buenos Aires, 1952.
10. Editors of Power Magazine, Power Generation Systems, McGraw Hill Co., 1st. Edition, 1967.
11. INECEL, Estudio General de Prefactibilidad de Plantas Térmicas, Quito, 1972.
12. TECNO, Estudio del Sistema Nacional Interconectado en las áreas de Esmeraldas, Loja y Santa Elena, Guayaquil, 1974.



A.F. 141826