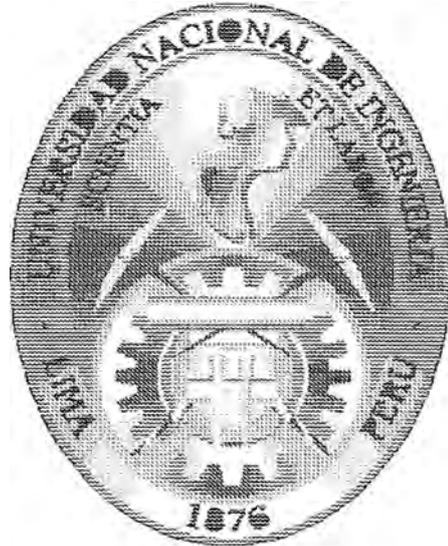


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**DISEÑO DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE MONITOREO DE ENERGETICOS Y FIJACION DE METAS PARA REDUCCION DE CONSUMOS Y COSTOS DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL CERVECERA UBICADA EN LA CIUDAD DE LIMA.**

**INFORME DE INGENIERIA**

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

**PABLO APARICIO ORIHUELA LOPEZ**

**LIMA-PERU**

**1998**

A la memoria de mis queridos

Padres: Gabriel y Erlinda.

Y a la comprensión de mi esposa Inés.

En forma muy especial a mis hijas:

Varinia y Mariafé.

Al profesor, al amigo por su apoyo:

Ing. Jubert Chávez Serrano,

Congresista de la República.

**DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MONITOREO DE ENERGÉTICOS Y FIJACIÓN DE METAS PARA REDUCCIÓN DE CONSUMOS Y COSTOS DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL CERVECERA UBICADA EN LA CIUDAD DE LIMA.**

## **SUMARIO**

El presente informe de ingeniería describe los detalles del diseño de implementación del proyecto de monitoreo de energéticos y fijación de metas para reducción de consumos y costos de una empresa industrial cervecera ubicada en la ciudad de Lima. El proyecto define los principales energéticos a ser monitoreados: agua, energía eléctrica y petróleo. Para la elaboración del mismo, se ha recopilado la información existente del año 1995, llegando a obtenerse los consumos específicos de energía. La segunda fase consiste en identificar y seleccionar centros de costos, así como seleccionar el tipo y número de equipos de medición a instalar. Se estima en US \$ 42,000.00 la inversión en esta etapa. En la fase siguiente se opta por la fijación de metas reales, para la reducción de consumos y costos. Los ahorros de energéticos: agua, energía eléctrica y petróleo son del orden de los US \$ 207,000.00 para el primer año de aplicación del monitoreo de energéticos y fijación de metas y garantiza continuar con la implementación de programas permanentes de conservación de energía para incrementar la eficiencia energética global de planta, con costos de inversión relativamente bajos.

## **INDICE**

PROLOGO	Pag. 1
CAPITULO I	
JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
1.1 Generalidades	4
1.2 Descripción general del proyecto	4
1.3 Breve descripción del proceso productivo	5
1.4 Consumo de energéticos	7
1.5 Datos de producción	8
1.6 Consumos específicos de energía	9
CAPITULO II	
INGENIERIA BASICA	10
2.1 Generalidades	10
2.2 Identificación y selección de centros de costos	10
2.2.1 Identificación	10
2.2.2 Selección de centros de costos	11
2.3 Selección del tipo y número de equipos	11
2.4 Diseño preliminar del sistema y ubicación de los equipos de medición	13
2.5 Inversiones en instrumentación, accesorios e instalación de los equipos de medición	13
2.6 Formación del comité de ahorro de energía.	13
CAPITULO III	
INGENIERIA DE DETALLE	16
3.1 Generalidades	16
3.2 Principios básicos	16

3.3	Condiciones básicas del sistema	17
3.3.1	Requerimiento del hardware	17
3.3.2	Software	18
3.4	Costos de instalación y operación	18
3.5	Evaluación económica	19
CAPITULO IV		
ESTUDIO DE CONSUMOS ESPECIFICOS		22
4.1	Generalidades	22
4.2	Principios básicos	22
4.3	Evaluación de la información histórica – 1995	23
4.4	Consumos estándares actuales - 1996	27
4.5	Análisis comparativo 1995 – 1996	30
4.6	Determinación de los ahorros económicos	35
4.6.1	Análisis de ahorros por energético	36
4.6.2	Análisis de ahorro en forma integral	37
4.7	Análisis económico	40
CONCLUSIONES		45
RECOMENDACIONES		47
ANEXO A		
EQUIPOS DE MEDICION EXISTENTES		48
ANEXO B		
EQUIPOS DE MEDICION REQUERIDOS		60
ANEXO C		
ESQUEMAS, GRAFICOS Y UBICACION DE EQUIPOS A INSTALAR		64
ANEXO D		
CUADROS Y TABLAS		73
BIBLIOGRAFIA		77

## PRÓLOGO

Es un hecho que el crecimiento económico está condicionado al desarrollo tecnológico y al aprovechamiento energético que estos avances traen consigo.

En 1960, acabó el reinado a escala mundial del carbón, que ejerció durante 80 años, y comenzó el reinado del petróleo. A finales de 1973, con una estructura del consumo energético altamente dependiente del petróleo, se dá la primera crisis petrolera.

La tendencia de los precios internacionales y nacionales constituye un estímulo importante para promover el ahorro de energía y disminuir su participación en los costos del producto. Sin embargo, esta tendencia no es confiable por sí misma. Es importante por lo tanto aplicar el criterio sistémico, para esclarecer que comportamiento debe tener la empresa a través de sus gremios e instituciones para lograr un propósito común: aumentar la producción, el empleo y las utilidades a ser reinvertidas y distribuidas.

La existencia de grandes reservas de petróleo, gas natural y carbón en América Latina, así como el gran potencial hidroeléctrico de la mayoría de los países Latinoamericanos, de otra parte, plantean para estos países y sus empresas la necesidad de considerar la problemática del uso racional de la energía, dentro de un contexto y unos parámetros diferentes a los considerados en los países altamente desarrollados.

Prácticamente todas las fábricas o empresas trabajan en los distintos niveles directivos y técnicos en busca de la reducción en el consumo de la energía. Aunque no siempre coincidente el origen y las metas de los programas de los organismos gubernamentales con los de la empresa privada, sus esfuerzos en todas las latitudes están haciendo aportes efectivos al problema universal del uso racional de la energía y la preservación de las reservas de las fuentes energéticas.

Como es obvio esperar, la orientación y la intensidad de estos esfuerzos es distinta de fábrica a fábrica , en mayor grado de país a país y mucho más de región a región, como cuando se piensa en Latinoamérica y los países de América del Norte y Europa.

Estas diferencias se explican por las motivaciones mayores o menores, por el grado de desarrollo y las condiciones en general y de los respectivos mercados en particular. Es decir, por la disponibilidad y competitividad en los mercados financieros y el de la propia industria.

Con la cooperación técnica del Banco Mundial, a través del Programa ESMAP ( Energy Sector Management Assistance Program ) para llevar a cabo el Proyecto Piloto denominado "Monitoring and Targeting"(M & T), aplicado inicialmente al sector de la GRAN INDUSTRIA y dentro de ésta gran industria fue seleccionada la empresa cervecera materia del estudio por ser consumidora intensiva de energía dentro de la rama industrial de Bebidas y Gaseosas, con un consumo de energéticos del orden de los 3.2 millones de dólares para el año de 1995.

Las mejoras que requieran una inversión encaminadas a ahorrar energía requieren de un análisis de evaluación económica para conocer la rentabilidad de aquellas posibles mejoras que pudieran introducirse y que representan una inversión significativa.

En primer lugar, debe diseñarse un cuadro soporte para recoger las mejoras con una unidad de criterio y con un nivel de elaboración adecuado.

Frecuentemente se considera el ahorro o conservación de energía como una cuestión a corto plazo. Es también opinión muy generalizada que con aplicar una buena administración del uso de la energía y otras técnicas básicas, se ha hecho todo lo que cabía y esperar hasta que nuevas tecnologías aporten nuevas soluciones; no obstante, tales convicciones son erróneas ya que la gestión energética es una tarea a mediano y largo plazo, que debe significar implantar y controlar la forma en que cualquier empresa use o planifique de forma más racional sus recursos energéticos.

Los indicadores de la evaluación económica muestran que con una inversión inicial de \$ 42,000 en la primera etapa de aplicación del proyecto de monitoreo de

energéticos y fijación de metas, principalmente en equipos de medición, lográndose reducir el consumo de energéticos (energía eléctrica, agua, petróleo) en aproximadamente 7%, y el tiempo de retorno de la inversión es de aproximadamente 4 meses, con una tasa de retorno de alrededor del 300 % ; solo con la aplicación de algunas acciones ejecutadas por la empresa, esta dando buenos resultados, por lo que se debe continuar con la implementación del sistema completo para tener un control y monitoreo de manera permanente y continuar reduciendo los estándares alcanzados mediante la identificación e implementación de más oportunidades de ahorro de energía.

La gerencia de los recursos energéticos constituye un factor fundamental para mejorar la competitividad de la industria y en general de todos los sectores económicos del país.

Es cada vez más necesario potenciar la eficiencia energética y la innovación tecnológica, con la introducción de equipos más eficientes energéticamente y menos contaminantes del medio ambiente.

## **CAPITULO I JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 Generalidades**

Las actuales condiciones en que se encuentra el país, en un marco de reactivación económica, está conduciendo a que los distintos sectores productivos requieran de implementar programas de eficiencia energética que permita ahorrar energía y reducir costos, mediante la aplicación de técnicas de conservación de energía, monitoreo y control de la energía, y/o modernización de los procesos productivos tal como ocurre en los países desarrollados.

En el sector industrial se viene promoviendo la aplicación de innovaciones tecnológicas, orientadas al monitoreo y gerencia de la energía para la obtención de ahorros de energéticos y económicos en beneficio de las industrias y del país ; por lo que, el Centro de Conservación de Energía y del Ambiente – CENERGIA, cuenta con la cooperación técnica del Banco Mundial a través del Programa ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program), para llevar a cabo el Proyecto Piloto denominado “ Monitoring and Targent” M&T aplicado inicialmente al sector de la Gran Industria, aprovechando la experiencia de países como Inglaterra, Brasil y otros.

La empresa industrial cervecera fue una de las seleccionadas para la aplicación del Proyecto Piloto, por cumplir con las condiciones básicas: consumidora intensiva de energía en el año de 1995 (1.3 millones de m<sup>3</sup> de agua, 22.3 millones de KWh de energía eléctrica, 1.5 millones de gal. de petróleo) y de importancia en su respectiva rama industrial ( bebidas y gaseosas ), con una producción de cerveza en el año de 1995 de 1.2 millones de hectolitros.

### **1.2 Descripción general del proyecto**

El monitoreo de Energéticos y Fijación de metas es una herramienta gerencial que

permite identificar potenciales de ahorro energético así como desarrollar programas permanentes de conservación de energía a través del incremento de la eficiencia energética global de la planta, con relativos bajos costos de inversión (ver anexo C – Fig. No 1).

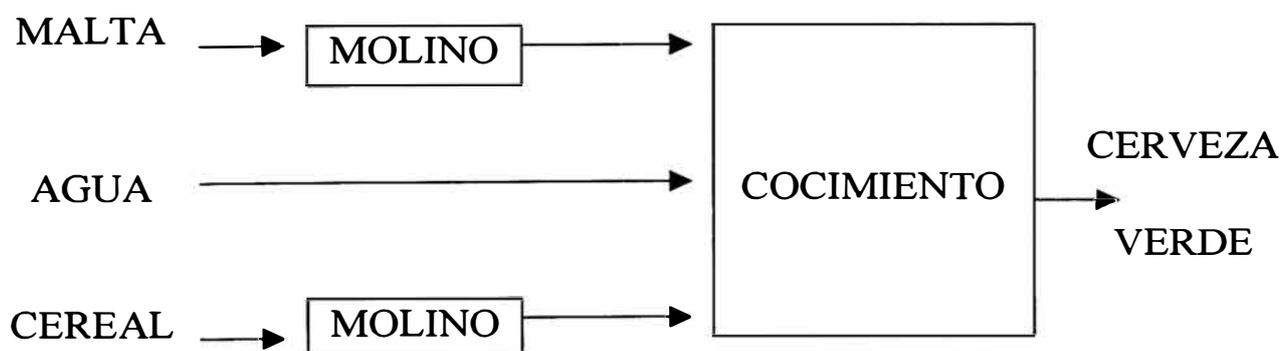
Se contempla el desarrollo de las siguientes actividades:

- \* Evaluación de consumos históricos (electricidad, agua, combustibles, vapor, aire comprimido) y sus respectivos costos
- \* Identificación de centros de costos más importantes, instrumentación requerida y potenciales de ahorro.
- \* Análisis de viabilidad técnico - económico del proyecto.
- \* Formación del Comité de Ahorro de energía.
- \* Elaboración del Presupuesto del proyecto.
- \* Diseño del esquema de financiamiento.
- \* Desarrollo del proyecto piloto.
- \* Definición de programas de capacitación del personal de la empresa y mantenimiento del sistema.

### 1.3 Breve descripción del proceso productivo

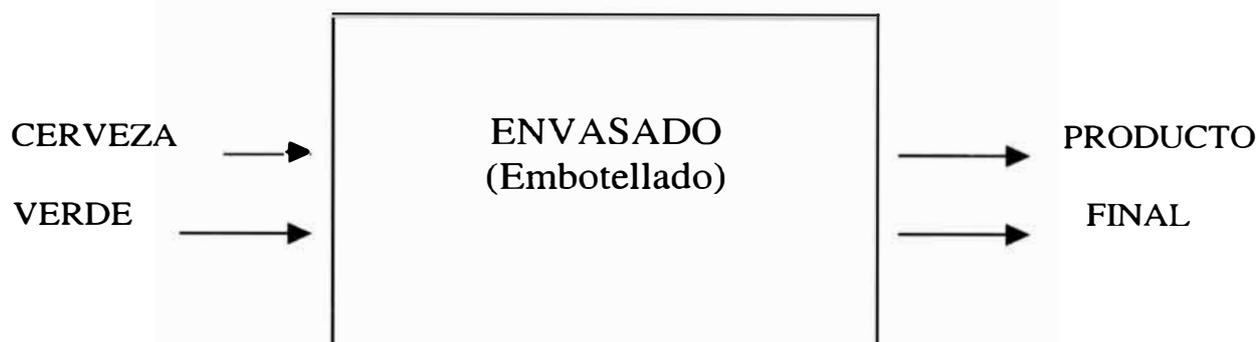
Con la recepción de las materias primas tanto de malta como de adjuntos cerveceros (maíz y arroz) empieza el proceso productivo. Previa limpieza y separación de polvillo se almacena en los silos.

De los silos se sacan los granos de malta y adjuntos, hacia las tolvas de enteros previa limpieza de cantidades determinadas para cada tipo de mosto (cerveza).



De estas tolvas salen hacia las máquinas molidoras (molino de malta y molino de maíz) y por medio de sopladores se dirigen hacia la tolva de molidos.

El maíz molido (grits) se recibe en la paila de tratamiento de cereales donde conjuntamente con una alicuota de malta molida y su respectiva cantidad de agua se procederá al calentamiento de 75°C y luego ebullición a 102°C, mientras que en la paila de mezcla se recibe el resto de la malta molida con su respectiva agua a 50°C, esperando la llegada de los cereales tratados y en ebullición; la temperatura luego de la mezcla llega a 52-54°C para luego sacrificar a 70°C y bombear a la paila filtrante donde luego de un reposo de 10-15 horas se procederá a recuperar el primer mosto hacia la paila de mosto y posteriormente se procederá al enjuague de estos granos, obteniéndose un segundo mosto de enjuague hasta llenar la paila a 670-680Hl.



Este mosto filtrado se hierve por espacio de 90 minutos, conjuntamente con el agregado de lúpulo, obteniéndose en ésta etapa los siguientes resultados:

- \* Concentración del Mosto
- \* Esterilización del Mosto
- \* Isomerización del Lúpulo
- \* Desarrollo del calor
- \* Precipitación de proteínas, etc.

El mosto así tratado es recibido en un tanque de sedimentación tipo Whirlpool para luego proceder a su enfriamiento, previo agregado de aire estéril y la respectiva dosis de levadura, siendo recibida en recipientes llamados fermentadores, donde luego de siete (07) días de proceso obtendremos la llamada cerveza verde. En la fermentación los azúcares contenidos en el mosto se transforman principalmente, por acción de otras enzimas (zimasa), en alcohol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este último se recupera y almacena en tanques de presión.

La cerveza verde es trasladada a tanques de reposo donde con una alícuota de "CROIS" reposará por un mínimo de tres semanas a una temperatura entre 1 a 2°C.

Luego de esta etapa, la cerveza es sometida a una filtración con tierra diatomea. A fin de lograr un producto final transparente, brillante y de características aromáticas de color y amargor que se almacena en los tanques de presión para su envío a la zona de Envasado (llenadoras).

La cerveza embotellada se pasteuriza por espacio de unos 15 minutos a 60°C con lo cual termina el proceso.

#### 1.4 Consumo de Energéticos

Los energéticos que consume la planta industrial cervecera son los siguientes:

- \* **AGUA** (extraída de pozos y facturada por la empresa SEDAPAL)
- \* **ENERGÍA ELÉCTRICA** (suministrada por la empresa EDELNOR)
- \* **PETRÓLEO RESIDUAL** (#6 y 500)
- \* **DIESEL 2** (para el grupo electrógeno)

Los consumos de estos energéticos entre los meses de Enero y Diciembre de 1995, se muestran en el Cuadro No. 1

**Cuadro N° 1**

#### CONSUMO DE ENERGÉTICOS AÑO 1995

Mes	Agua	Electricidad	PR-6	Petróleo (gal.)	
	M3	KWh		PR-500	D-2
Ener	109,690	2,294,393		153,685	4,156
Febr	116,851	1,995,617		130,577	2,752
Marz	140,182	2,279,586		164,346	2,918
Abri	145,958	1,885,686		123,171	1,380
Mayo	119,252	1,912,674		117,806	2,052
Juni	100,177	1,734,299	11,242	154,199	4,062
Juli	117,314	1,798,062		127,768	1,571
Agos	115,616	1,712,274		100,998	3,054
Seti	97,137	1,690,284		104,552	2,823
Octu	99,959	1,633,995		143,006	3,105
Novi	98,324	1,621,812		117,779	2,496
Dici	86,101	1,812,232		132,394	2,151
Total	1,346,561	22,370,917	11,242	1,570,281	32,520

Los costos correspondientes a estos flujos energéticos se muestran en el Cuadro

siguiente, en el cual se observa que el de menor incidencia en los costos es el consumo de petróleo diesel No.2 (con el 1 %) y el de mayor incidencia es el consumo de energía eléctrica (aprox. 50%).

**Cuadro N° 2**  
**COSTOS DE ENERGÉTICOS**

<b>Energético</b>	<b>Consumo Promedio Mensual</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Promedio (US\$/mes)</b>	<b>%</b>
Agua	109,869 m3	0.63	69,217	25.9
Energía Eléctrica	1,864,243 Wh	0.07	130,497	48.7
Petróleo	130,857 gal.	0.50	65,429	24.4
Diesel 2	2,710 gal	0.96	2,602	1.0
<b>TOTAL</b>			<b>267,745</b>	<b>100.0</b>

El costo total anual en energéticos es del orden de los 3,2 millones de dólares.

### 1.5 Datos de producción

Las informaciones de producción durante el año 1995 se muestra a continuación:

**Cuadro N° 3**  
**DATOS DE PRODUCCIÓN - AÑO 1995**

<b>MES</b>	<b>Producción envasada (Doc. Equiv.)</b>	<b>Cerveza a embotellado (HI)</b>
Enero	1,732,000	129,881
Febrero	1,353,714	100,723
Marzo	1,672,046	124,408
Abril	1,233,600	91,786
Mayo	1,204,230	89,600
Junio	1,232,959	91,738
Julio	1,421,098	105,736
Agosto	1,149,025	85,493
Setiembre	1,220,791	90,833
Octubre	1,146,000	85,262
Noviembre	1,311,000	97,538
Diciembre	1,594,000	118,594
<b>TOTAL</b>	<b>16,270,464</b>	<b>1,211,592</b>

### **PRODUCCIÓN ENVASADA ANUAL : 1,210,522 HI (Hectolitros)**

La planta tiene una capacidad instalada para producir 2 millones de docenas mensuales.

#### **1.6 Consumo específicos de energía**

El concepto más importante del Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas está en fijarse como meta obtener consumos específicos de energía mejores a los estándares; dicha meta es alcanzable en un determinado período de análisis, es decir una meta real.

En la Figura No.3 se muestra la variación del consumo específico de agua, observándose que se encuentra entre 0.047 y 0.118 m<sup>3</sup>/doc.equiv. es decir un rango de valores bastante amplio, que indican la necesidad de una investigación. (ver Anexo C).

En la Figura No.4 se muestra la variación del consumo específico de energía eléctrica, observándose que varían entre 1.14 y 1.59 KWh/doc.equiv. que indican un comportamiento ligeramente irregular (ver Anexo C).

En la Figura No.5 se muestra la variación del consumo específico de petróleo, observándose que varían entre 0.086 y 0.125 gal/doc. equiv (ver Anexo C).

Los consumos específicos promedio para el año 1995 se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 4**

#### **CONSUMOS ESPECÍFICOS PROMEDIO - AÑO 1995**

<b>Energético</b>	<b>Consumo Específico</b>
Agua	1.12 m <sup>3</sup> /Hl.
Energía Eléctrica	18.68 KWh/Hl.
Petróleo	1.30 gal/Hl.

## CAPITULO II INGENIERÍA BÁSICA

### 2.1 Generalidades

El concepto de Centro de Costo Energético, es de características similares al concepto que se aplica en contabilidad, con la diferencia de que en el primero se contabiliza los consumos de los energéticos que intervienen en el proceso productivo, esto es a través de un monitoreo permanente y en tiempo real; los cuales al ser relacionados con la producción permitirán obtener indicadores, como consumos específicos ( unidad de energía/unidad de producción ) que servirán como índices estándares de producción de la empresa.

### 2.2 Identificación y selección de Centros de Costos

#### 2.2.1 Identificación

La planta tiene dos líneas de producción que constituirán los principales centros de costos:

- \* Proceso de elaboración de la cerveza
- \* Embotellado

La generación de servicios corresponde a las siguientes variables energéticas:

Descripción	Costo Unitario
Agua Tratada	0.88 US.\$/m <sup>3</sup>
Vapor	-----
Aire comprimido	0.004 US.\$/m <sup>3</sup>
Electricidad	0.07 US.\$/KWh
CO <sub>2</sub>	0.06 US.\$/Kg
Agua planta	0.69 US.\$/m <sup>3</sup>

Los costos unitarios se basan en el reporte mensual de generación de servicios de la planta al mes de Febrero de 1996. Estos valores son estimados.

**Notas:**

- \* El precio de la energía eléctrica se ha reducido por las mejores condiciones tarifarias que ha obtenido la empresa.
- \* El CO<sub>2</sub> de acuerdo a la demanda se puede comprar o vender excedentes.

**2.2.2 Selección de Centros de Costos**

Los centros de costos seleccionados para el estudio son los siguientes:

- \* Elaboración
- \* Embotellado
- \* Casa de Fuerza(generación de vapor)
- \* Generación de aire comprimido
- \* Producción de frío(es el mayor consumo de energía eléctrica)
- \* Suministro de agua
- \* Producción de CO<sub>2</sub>
- \* Sub - estaciones (suministro de energía eléctrica)

**2.3 Selección del tipo y número de equipos**

En el siguiente Cuadro se indica el número de equipos de medición por cada centro de costos.

**Cuadro N° 5  
PUNTOS DE MEDICIÓN POR CENTROS DE COSTOS**

Centro de Costos	Agua Dura	Agua Trat.	Vapor	Energ. Eléc.	Aire Comp.	CO <sub>2</sub>	Total
Elaboración	2	2	1	5			8
Envasado	1	3	1	5		1	7
Casa Fuerza	1	2	4	4			5
Gener. Aire C.				2	1		3
Planta Agua	3	2		4			1
Producción Frío				3			2
Produc. CO <sub>2</sub>				1		1	1
Subestación				5			1
<b>TOTAL</b>	7	9	6	29	1	2	<b>54</b>

El total de puntos de medición a monitorear es de 54 en su mayoría corresponden a consumo de energía eléctrica (son 29 puntos).

**Cuadro N°.6**

**CANTIDAD DE MEDIDORES POR VARIABLE ENERGÉTICA**

<b>C.C.E.</b>	<b>Medidores Existente</b>	<b>Medidores Requeridos</b>
Agua Dura	03	04
Agua Tratada		09
Vapor	04	02
Energía Eléctrica	27	02
CO <sub>2</sub>	02	
Aire Comprimido		01
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>18</b>

En el Anexo A, se adjunta la relación total de equipos de medición existentes en la planta:

- \* Equipos de medición de energía eléctrica, en subestaciones y tableros de baja tensión.
- \* Medidores de agua
- \* Medidores de flujo de CO<sub>2</sub>
- \* Medidores de flujo de vapor

En el Anexo B, se adjunta la descripción de los equipos que la empresa industrial cervecera prevé instalar. Todos ellos son del tipo mecánico con totalizador, transmisión de local, con señal de salida(4-20 mA), de tal manera que en un futuro permitan la adquisición automática de información.

## 2.4 Diseño preliminar del sistema y ubicación de los equipos de medición

Las áreas y/o equipos correspondientes a cada Centro de Costo Energético que serán inicialmente monitoreado en esta primera etapa de aplicación del proyecto, a través de registros manuales de los principales consumos energéticos que intervienen en cada uno de ellas, se muestran esquemáticamente en las Figuras 6, 7 y 8. del Anexo C. En las mismas se ubican las submediciones a efectuar para el monitoreo y Fijación de Metas, así como los equipos de medición existentes y los nuevos a instalar.

Los medidores que deberán ser instalados en la planta industrial cervecera se indican en el esquema ubicación del Anexo C los mismos que serán suministrados de acuerdo a las características de los energéticos y modo de operación.

## 2.5 Inversiones en instrumentación, accesorios y ubicación de los equipos de medición

En el siguiente Cuadro se presentan costos referenciales de equipos de medición.

**Cuadro No. 7**

### **COSTOS DE MEDIDORES REQUERIDOS**

<b>Variable Energética</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tipo Medidor</b>	<b>Costo Unitario US \$</b>	<b>Costo US \$</b>
Agua Dura	04	Magnet. Rotat.	1,160	4,640
Agua Tratada	09	Magnet. Rotat.	1,160	10,440
Vapor	02	Presión Difer.	5,730	11,460
Electricidad	02	Electrónico	1,010	2,020
Aire Comprim.	01	Medidor Fluido	3,000	3,000
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>			<b>31,560</b>

**Nota.-** Estos costos no incluyen el I.G.V.(18%).

Estas cifras preliminares de inversión en equipos está en orden del 1 al 2 % de los costos de los energéticos.

En cuanto a los costos de instalación habría dos posibilidades:

- 1) Que el personal de la empresa realice la instalación.
- 2) Que la instalación sea hecha por terceros.

## 2.6 Formación del Comité de ahorro de Energía

Una de las condiciones importantes para la aplicación del Monitoreo y Fijación de

Metas es el contar con un Comité de Ahorro de Energía que establezca las líneas de acción de un planeamiento energético coordinado entre todas las áreas de la empresa, el cual esté conformado por miembros del staff directivo y del personal técnico. El tema energía debe ser tratado permanentemente en las diversas instancias de trabajo de la empresa.

Los modelos para una organización energética pueden clasificarse en dos grupos:

- 1.- Creación de un Departamento de Energía autónomo (similar a otros staffs de la empresa), con dependencia directa de la Gerencia General.
- 2.- Creación de un Comité de Energía que apoya a los diferentes grupos especializados en que se divide el trabajo de la empresa.

El objetivo fundamental del Comité de Energía será el establecimiento de un plan de conservación de la energía en la empresa, que incluya:

- Programas de mentalización y formación de personal.
- Programas de ahorro de energía a corto, mediano y largo plazo.

Las funciones principales del Comité de Energía será:

- Asesoramiento a la Gerencia General en temas energéticos.
- Suministro de información confiable para toma de decisiones.
- Establecer un sistema de monitoreo de los energéticos en tiempo real.

Establecer la periodicidad de la Auditoría.

- Participar en estudios y proyectos energéticos.
- Promoción de nuevas técnicas ahorradoras de energía.
- Seguimiento de proyectos y programas de ahorro de energía.
- Intensificación de mantenimiento energético.
- Preparar campañas y jornadas de competición en ahorro de energía.
- Colaborar en temas energéticos con empresas del sector y del entorno.
- Relacionarse con organismos oficiales.

Las atribuciones del Comité de Energía será:

- 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.

La composición del Comité de Energía, se tiene como idea original, que podría estar conformado por los siguientes miembros:

- \* Gerente de Producción
- \* Gerente de Finanzas
- \* Sub - Gerente de Planta
- \* Jefe del Departamento de Mantenimiento
- \* Jefe del Departamento de Proyectos

Asimismo, se podrán formar subcomités en las áreas de mayor importancia de la empresa.

La Gerencia designará al responsable del Comité de Energía que sería el Coordinador de Energía.

## **CAPITULO III INGENIERÍA DE DETALLE**

### **3.1 Generalidades**

Al tratar de entender el ahorro de energía en el proceso de consumos de energéticos, sin disminuir la producción, nos encontramos con muchos problemas de índole práctico.

Dentro de este problema, tenemos el referente a la ausencia de datos sobre el uso de la energía; es importante desarrollar sistemas completos de recopilación y reportaje de datos energéticos.

Así mismo sobre la precisión de los indicadores; las variaciones en las técnicas de metodología y computación pueden provocar variaciones significativas en las variables bajo estudio, haciendo casi imposible formular comparaciones dentro de las diferentes áreas de la empresa.

También es importante mencionar, sobre la estandarización en las unidades de recopilación y reportaje de datos.

Por lo tanto, es importante establecer las coordinaciones respectivas con proveedores y/o fabricantes de equipos de medición. También es importante el control de calidad de los equipos de medición.

### **3.2 Principios básicos**

En la primera etapa de aplicación del proyecto de monitoreo de energéticos y fijación de metas para reducción de consumos y costos, se realizarán registros manuales de los principales consumos energéticos y en lo que respecta a la metodología, el sistema permite obtener las máximas ventajas económicas, mediante dos funciones principales:

- \* El control "in situ" del uso de la energía.
- \* El planeamiento del uso eficiente de la energía.

El M & T es una técnica gerencial para el control de los costos energéticos como parte de la estructura gerencial existente. Los gerentes son responsables por el uso de la energía en las áreas bajo su control, de la misma forma como ellos son responsables del control de otros recursos.

Para el control de los costos energéticos, los gerentes necesitan información del uso de la energía y su performance en forma precisa y oportuna.

Los objetivos del sistema son los siguientes:

- \* Dar responsabilidad gerencial en el uso de la energía.
- \* Identificar niveles estándares del uso de los energéticos, así como las metas posibles de obtener.
- \* Fijar metas realizables para el uso de la energía.
- \* Proporcionar adecuada información del uso de la energía.
- \* Mejorar el entendimiento de los factores que afectan la performance de uso de la energía.
- \* Optimizar prácticas operativas para requerimiento de producción variable, minimizando consumos de energía.
- \* Incrementar la conciencia general de todo el personal sobre costos energéticos y métodos de control para reducirlos.
- \* Monitorear permanentemente las variables energéticas y de producción.
- \* Proporcionar información sistemática para el mantenimiento programado.

### **3.3 Condiciones básicas del sistema**

Lo que corresponde a la parte de computación, el software del sistema es desarrollado generalmente para correr con un computador personal (PC). La opción del computador debe ser parte de toda una estrategia de gestión energética.

Se puede tener una red (no esencial), es decir un número de PCs interconectadas tal que ellos puedan utilizar el mismo software, base de datos y equipos.

#### **3.3.1 Requerimiento del hardware**

El sistema básico considerado es:

IBM o PC 100 % compatible, con procesador 486 DX, con 8 MB, sistema operativo MS-DOS 6.0, disco duro 500 Mb, monitor a color VGA e impresora compatible.

Las características del sistema pueden ser mejores, a criterio de la empresa. Si la PC va ser usada para aplicaciones adicionales a la metodología esta tendrá mayores requerimientos, por ejm., para correr una base de datos del departamento de mantenimiento puede incrementar considerablemente los requerimientos de espacio en el disco duro.

Dependiendo del tipo de sistema operativo, hardware adicional puede ser requerido. Este puede comprender crear archivos de respaldo, interfase para lectura automática de medidores, etc.

El sistema es operativo desde MS-DOS o de ambiente Windows.

El sistema operativo Windows es utilizado en las poderosas PCs y prevé una interfase de uso gráfico. Windows es el ambiente operativo requerido para muchos de los sistemas de ingreso automático y que no corren en un hardware básico.

### **3.3.2 Software**

Usualmente el monitoreo de energéticos y fijación de metas es operado mediante un software de soporte; pudiendo ser ellos un lenguaje, una hoja de cálculo o una base de datos.

El software tiene que ser funcional y tener capacidad para hacer la tarea requerida. Un soporte que tiene la potencia analítica y gráfica de la hoja de cálculo unida a la capacidad de maniobrar información de una base de datos y puede ser suministrada por un paquete integral.

La selección del Software, para un número pequeño de mediciones de 10 o más, con análisis de regresión multivariable y rango de salidas gráficas, una hoja de cálculo ofrece una buena solución.

Para un número grande de mediciones, del orden de 100, una base de datos puede ser preferible. La selección entre estos niveles dependerá de las circunstancias individuales de cada planta.

También otros software disponibles en una empresa pueden ser utilizados por el sistema. Una posibilidad es el uso de un software de calidad estadística para análisis de datos o para monitorear el consumo de energía entre ciertos límites.

### **3.4 Costos de instalación y operación**

Los costos de implementación comprenden:

- \* Un estudio básico en la planta para identificar Centros de Costos Energéticos.
- \* El suministro e instalación de los equipos de medición.
- \* Computadoras y Software.
- \* Personal para instalar el sistema.
- \* Entrenamiento y
- \* Consultaría.

Los costos de operación incluyen:

Costos de lectura de medidores y colección de datos.

Mantenimiento del Software y Hardware.

Personal para operar el sistema.

El total de los costos dependerá de un número de factores incluyendo el número total de medidores, las necesidades de medición adicional, la complejidad y el método de lectura medidores.

En el caso de más medidores, se tiene más lecturas, más datos para analizar, más reportes que producir, más datos que almacenar, todo ello incrementa los costos.

Para tener un costo efectivo de implementación del proyecto es necesario optimizar el diseño del sistema.

El monitoreo de energéticos y fijación de metas puede ser aplicado inicialmente solo en los Centros de Costos Energéticos más significativos, el período simple de recuperación de la inversión del sistema sólo para los Centros de Costos Energéticos con los mejores potenciales de ahorro permite mejorar el período simple de recuperación de la inversión.

### **3.5 Evaluación económica**

La evaluación económica que se efectuará para la implementación del proyecto de monitoreo y la gerencia de los energéticos en la empresa industrial cervecera, servirá como sustento financiero ante la Gerencia General para llevar a cabo el proyecto; para ello se analizará los siguientes puntos:

#### **Inversión**

La inversión que se tiene que realizar para la implementación del sistema, está referida a los rubros que se muestra a continuación:

**Cuadro N° 8****COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA**

<b>ITEM</b>	<b>US\$</b>
Suministro Eq. Medición	37.240
Instalación	5.590
<b>TOTAL</b>	<b>42,830</b>

**Nota.-** En estos costos está incluido el 18% (I. G. V.)

El Banco Mundial definirá y aportará los costos referentes a lo siguiente:

- \* Software.
- \* Entrenamiento.
- \* Consultoría local e internacional.

**Ahorros**

Los ahorros iniciales que se estiman obtener al primer año de implementación del proyecto son los siguientes:

**Cuadro No. 9****AHORROS ECONOMICOS**

<b>ENERGETICO</b>	<b>POTENCIAL DE AHORRO</b>	<b>BENEFICIO US \$</b>
AGUA	8%	66.450
PETROLEO	8%	62.810
ELECTRICIDAD	5%	78.300
<b>TOTAL</b>		<b>207.560</b>

Cabe señalar que en el caso de la energía eléctrica, debido al excesivo incremento del precio, la empresa industrial cervecera en el segundo semestre del año anterior efectuó diversas acciones de administración de la demanda, logrando reducciones en la facturación.

Se considera que los ahorros se inician una vez concluida la fase de implementación del sistema de monitoreo y fijación de metas, que es de

aproximadamente 6 meses.

**Período simple de recuperación**

Dado los bajos montos de inversión en equipamiento del monitoreo de energéticos, el período simple de recuperación de la inversión a efectuar por la empresa industrial cervecera es de unos pocos meses (aprox. 3 meses).

## **CAPITULO IV ESTUDIO DE CONSUMOS ESPECÍFICOS**

### **4.1 Generalidades**

El cálculo de los gastos o costos de producción se realiza asignando precios a los distintos recursos, físicamente cuantificados de acuerdo a los estudios de ingeniería.

De manera similar se cuantifica los energéticos que intervienen en el proceso productivo.

En las empresas, la contabilidad de costos, persigue el doble fin de llevar el registro de lo ocurrido y de facilitar procedimiento para comprobar la eficiencia administrativa de la empresa. Las divisiones y subdivisiones que se hacen en la contabilidad habitual de costos de la empresa, esta diseñada especialmente para poder localizar las fallas en la dirección administrativa y técnica.

### **4.2 Principios básicos**

En el proceso del estudio de consumos específicos, muchos costos son estimados, por ejemplo de la experiencia de muchas plantas, revela que el costo de instalación de equipos de medición, rigurosamente definida para cada caso, representa el 15 % del costo de los equipos de medición, bastará hacer el cálculo cuidadoso de este último para conocer el primero.

Con el transcurso del tiempo los activos tangibles renovables (máquinas o edificios por ejm.) experimentan una pérdida de valor que puede deberse a razones físicas o económicas.

La disminución de valor originada por el deterioro físico, o el desgaste por el uso constituye la depreciación propiamente dicha. La disminución de valor originada por causas económicas se denomina obsolescencia.

En la práctica, se habla de una vida útil del activo tangible renovable en la que se consideran en forma simultánea el desgaste físico y la obsolescencia económica.

En virtud de estas consideraciones, se puede realizar el análisis económico, lo cual

es importantísimo, para la justificación financiera.

La empresa industrial cervecera al haber concluido la etapa de montaje y pruebas de los equipos de medición, pasa a la etapa de monitoreo de reducción de consumos y el estudio de los mismos.

En esta etapa, tenemos el subcapítulo referente al análisis económico, donde se tiene que adoptar ciertos criterios, tomando valores de tablas y sobre todo considerando nuestra realidad.

#### 4.3 Evaluación de la información histórica - 1995

Con la finalidad de desarrollar una evaluación de los consumos energéticos (energía eléctrica, combustible, agua, vapor y CO<sub>2</sub>) en función de la producción, así como los consumos específicos por tipo de energético, se ha recopilado la información de los años 1995 y 1996 donde detallamos la producción de unidades y el consumo de energéticos, lo que mostramos en el siguiente cuadro.

##### **ESTADISTICA DE PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGETICOS**

Meses	Producción de Unidades		Consumo de Energéticos							
	(Docenas)	(HI)	Combustibles		Energía Eléctrica			Agua (HI)	Vapor (Ton)	CO <sub>2</sub> (Ton)
			PR-500 (gal)	PD-2 (gal)	EDELNOR (kWh)	Propia (kWh)	Total (kWh)			
Ene-95	1,732,000	129,881	153,685	4,156			2,294,393	1,096,900		
Feb-95	1,353,714	100,723	130,577	2,752			1,995,617	1,168,510		
Mar-95	1,672,046	124,408	164,346	2,918			2,279,586	1,401,820		
Abr-95	1,233,600	91,786	123,171	1,380			1,885,686	1,459,580		
May-95	1,204,230	89,600	117,806	2,052			1,912,674	1,192,520		
Jun-95	1,232,959	91,738	154,199	4,062			1,734,299	1,001,770		
Jul-95	1,421,098	105,736	127,768	1,571			1,798,062	1,173,140		
Ago-95	1,149,025	85,493	100,998	3,054			1,712,275	1,156,160		
Sep-95	1,220,791	90,833	104,552	2,823			1,690,284	971,370		
Oct-95	1,146,000	85,262	143,006	3,105			1,633,996	999,590		
Nov-95	1,311,000	97,538	117,779	2,496			1,621,812	983,240		
Dic-95	1,594,000	118,594	132,394	2,151			1,812,233	861,010		
Ene-96	1,923,452	143,114	148,839	1,118	1,983,030	17,410	2,000,440	1,004,650	11,434	314
Feb-96	1,150,921	85,634	107,713	1,444	1,681,139	3,570	1,684,709	868,810	8,799	240
Mar-96	1,546,151	115,041	129,950	2,130	1,795,905	6,909	1,802,814	856,810	8,306	296
Abr-96	1,440,636	107,190	129,017	436	1,696,517	6,909	1,703,426	848,130	8,097	262
May-96	1,591,014	118,379	139,288	356	1,777,394	39,795	1,817,189	940,890	8,078	297
Jun-96	1,297,029	95,761	113,669	3,160	1,650,835	1,560	1,652,395	763,050	6,725	230
Jul-96	1,434,324	106,721	128,558	2,570	1,737,620	24,869	1,762,489	875,300	7,866	272
Ago-96	1,332,627	98,410	132,674	391	1,676,595		1,676,595	731,410	7,752	239
Sep-96	1,356,970	100,965	124,624	7,271	1,545,321	83,376	1,628,697	817,040	7,638	262
Oct-96	1,230,116	91,526	115,296	587	1,560,762	794	1,561,556	700,450	7,752	247
Nov-96	1,119,095	83,266	127,674	3,672	1,563,517	10,766	1,574,283	729,390	8,436	202
Dic-96	1,640,538	122,064	130,497		1,795,342	15,359	1,810,701	845,010	8,889	280

Se observa claramente en este cuadro que los mayores niveles de producción se desarrollan, durante los meses de Diciembre a Marzo y en el mes de Julio.

También podemos observar que tenemos registros de consumos energéticos de energía eléctrica, tanto la proporcionada por EDELNOR, como la propia, además de registros de consumos energéticos de vapor y de CO<sub>2</sub>.

De los datos de producción relacionados con los consumos energéticos se obtendrán los consumos específicos por tipo de energético, tanto para el año 1995, como para el año 1996 es decir las unidades de energéticos consumidos por unidad de producto final (el producto final en hectolitros).

En el caso de la industria cervecera acostumbran usar dos tipos de unidades de producto final, docena equivalente y hectolitros procesados ( docena equivalente = 12 botellas de 0.62 litro c/u de contenido neto ).En el presente estudio hemos procesado los consumos energéticos con referencia a los hectolitros procesados.

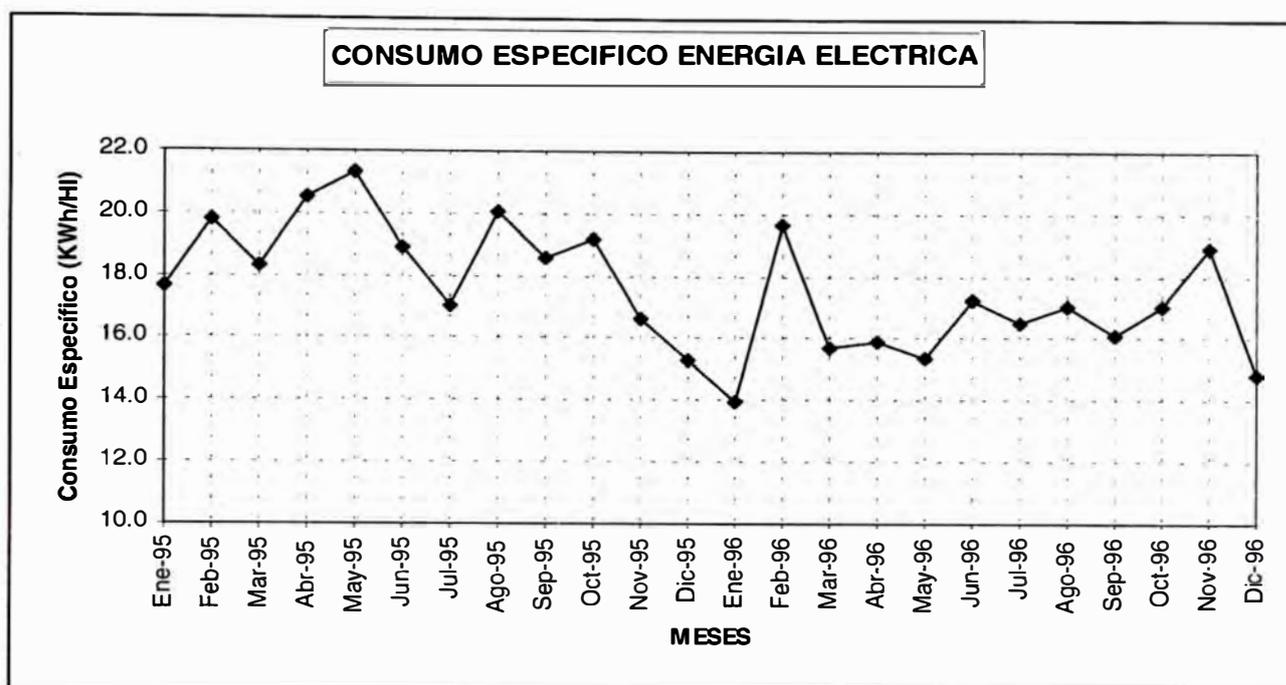
Los consumos específicos determinados lo detallamos en el Cuadro siguiente:

#### **CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ENERGÉTICOS**

Meses	Combustible (gal PR/HI)	Energ. Eléctri. (KWh/HI)	Agua (HI/HI)	Vapor (KG/HI)	CO <sub>2</sub> (KG/HI)
Ene-95	1.18	17.67	8.45		
Feb-95	1.30	19.81	11.60		
Mar-95	1.32	18.32	11.27		
Abr-95	1.34	20.54	15.90		
May-95	1.31	21.35	13.31		
Jun-95	1.68	18.90	10.92		
Jul-95	1.21	17.01	11.09		
Ago-95	1.18	20.03	13.52		
Set-95	1.15	18.61	10.69		
Oct-95	1.68	19.16	11.72		
Nov-95	1.21	16.63	10.08		
Dic-95	1.12	15.28	7.26		
Ene-96	1.04	13.98	7.02	79.89	2.20
Feb-96	1.26	19.67	10.15	102.75	2.80
Mar-96	1.13	15.67	7.45	72.20	2.57
Abr-96	1.20	15.89	7.91	75.54	2.44
May-96	1.18	15.35	7.95	68.24	2.50
Jun-96	1.19	17.26	7.97	70.22	2.40
Jul-96	1.20	16.51	8.20	73.71	2.54
Ago-96	1.35	17.04	7.43	78.77	2.43
Set-96	1.23	16.13	8.09	75.65	2.59
Oct-96	1.26	17.06	7.65	84.70	2.70
Nov-96	1.53	18.91	8.76	101.31	2.43
Dic-96	1.07	14.83	6.92	72.82	2.29

Los gráficos correspondientes a los consumos específicos de electricidad, petróleo y agua son los siguientes.

### Consumos Específicos de Energía Eléctrica :



Para la variación de los consumos específicos de energía eléctrica en el año 1995 se tiene las siguientes observaciones:

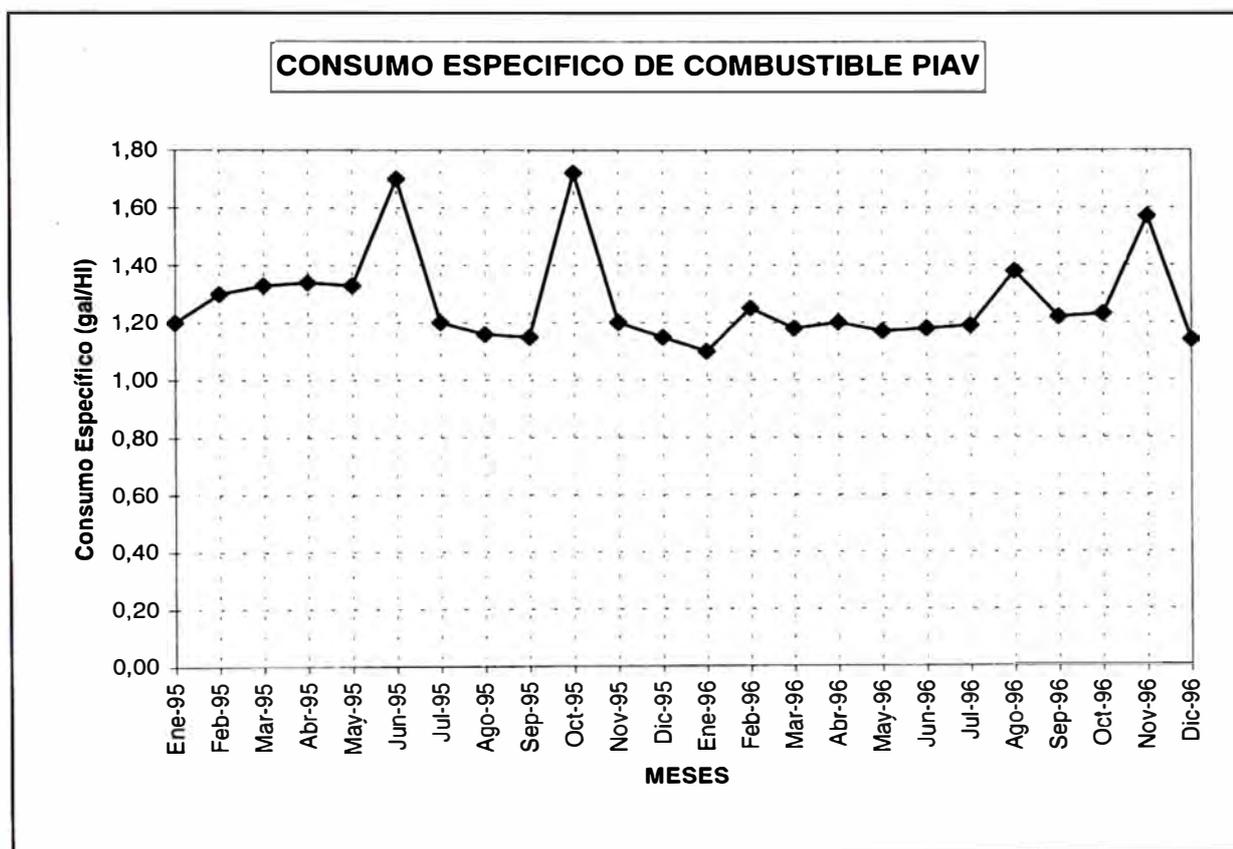
Durante los primeros cinco meses se observa una tendencia creciente del consumo específico, excepto en el mes de marzo, luego sufre una caída brusca (de 21.347 KWh/HI a 17.005 KWh/HI) en el período de junio a julio, probablemente por un manejo más racional de la energía. Los tres siguientes meses se incrementan nuevamente los valores hasta los niveles de los primeros meses del año, para finalmente a partir de octubre desarrollar una tendencia decreciente en los últimos meses del año 1995.

El valor promedio del consumo específico de este rubro es de 18.609 KWh/HI).

En el gráfico se observa claramente que el mejor valor obtenido de consumo específico corresponde al de la operación de la planta durante el mes de diciembre (15.28 KWh/HI). Por otro lado el valor más deficiente corresponde al mes de mayo (21.347 KWh/HI).

### Consumos Específicos de Combustibles

Para la variación de los consumos específicos de combustibles en el año 1995 se tiene las siguientes observaciones:



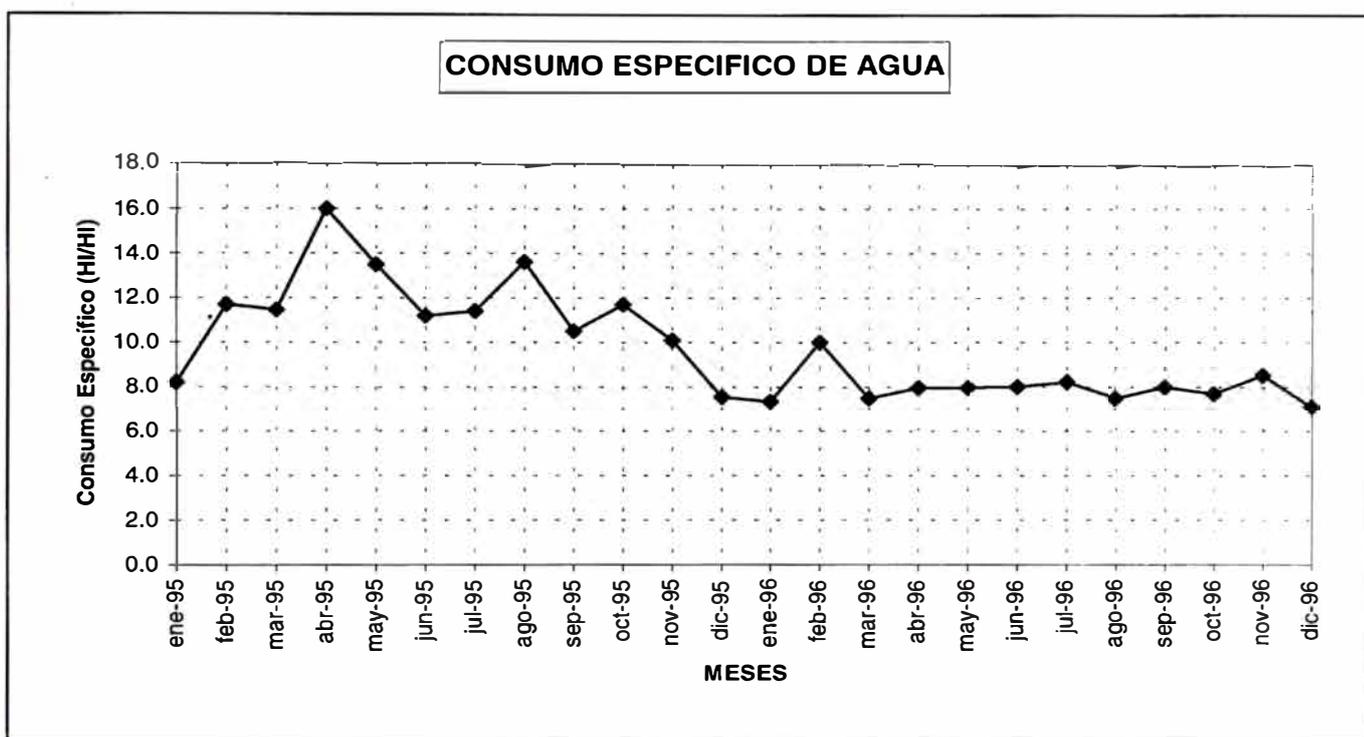
Los valores de consumos específicos de combustibles oscila entre 1.1 gal PR-500/HI y 1.4 gal PR-500/HI, excepto para los meses de junio y octubre donde los valores se aproximan a 1.7 gal PR-500/HI, lo que indica que durante estos meses se desarrollaron eventos no muy favorables para la producción de la planta.

El consumo específico promedio mensual para el año 1995 es de 1.307 gal PR-500/HI.

El consumo específico más alto del período que comprende el año de 1995 es del mes de junio(1.681 gal PR-500/HI), mientras que el valor más bajo se presento en el mes de diciembre(1.116 gal PR-500/HI).

### Consumo Específico de Agua

Para la variación en el año de 1995 de los consumos específicos se tiene las siguientes observaciones:



Dentro del período 1995 los consumos específicos de agua son muy variables, resaltando el valor de 15.90 HI/HI por ser el mayor, corresponde al mes de abril y el menor valor de 7.26 HI/HI del mes de diciembre (equivale al 46 % del valor del mes de abril ). Es importante resaltar que después del mes de abril los consumos específicos tiene una tendencia decreciente, con la excepción del mes de Agosto donde sufre un importante incremento.

El valor promedio durante el período de 1995 es de 11.32 HI/HI.

De la misma forma que los consumos específicos de energía eléctrica y combustibles el menor consumo específico corresponde al mes de diciembre.

#### 4.4 Consumos Estándares Actuales - 1996

En este ítem desarrollaremos un análisis similar al anterior, con la diferencia que estos resultados son consecuencia del Proyecto de Monitoreo de Energéticos y

Fijación de Metas implementado en la empresa, donde existen ahorros cuantiosos a ser evaluados mas adelante.

En base al Cuadro y a los Gráficos de consumos específicos mostrados anteriormente, se evaluarán los ahorros obtenidos en electricidad, petróleo y agua; la evaluación se realizará mediante la comparación de los consumos mensuales en 1995 y 1996.

### **Consumos Específicos de Energía Eléctrica**

De los consumos específicos de energía eléctrica en el año 1996 destacan las siguientes apreciaciones:

En el mes de enero - 96 se ha obtenido el consumo específico más bajo de los últimos 24 meses (13.978 KWh/HI), lo cual puede estar relacionado con el nivel de producción el cual es el más alto de los últimos 18 meses.

En el mes de febrero - 96 existe un incremento considerable del consumo específico con respecto a los niveles del año anterior (19.673 KWh/HI), debido probablemente a la caída brusca de la producción. En el resto de meses se observan valores estables con un ligero incremento en el mes de junio y noviembre.

El valor promedio del consumo específico de este rubro es de 16.525 KWh / HI inferior al año 1995.

### **Consumos Específicos de Combustibles**

A continuación se resaltan algunas observaciones con respecto a los consumos específicos de combustibles en el año 1996:

De forma similar a los consumos específicos de energía eléctrica, los valores de consumos específicos de combustibles muestran la misma tendencia, siendo el menor valor el del mes de enero (1.040 gal PR-500/HI) y el mayor el del mes de noviembre (1.53 gal PR-500/HI), manteniéndose estable durante el resto de los meses.

El consumo específico promedio mensual para el año 1996 es de 1.22 gal PR-500/HI ligeramente inferior al del año 1995.

El bajo consumo específico del mes de enero esta probablemente relacionado al nivel de producción.

### Consumos Específicos de Agua

Para la variación de los consumos específicos del agua en el año 1996 se tiene las siguientes observaciones:

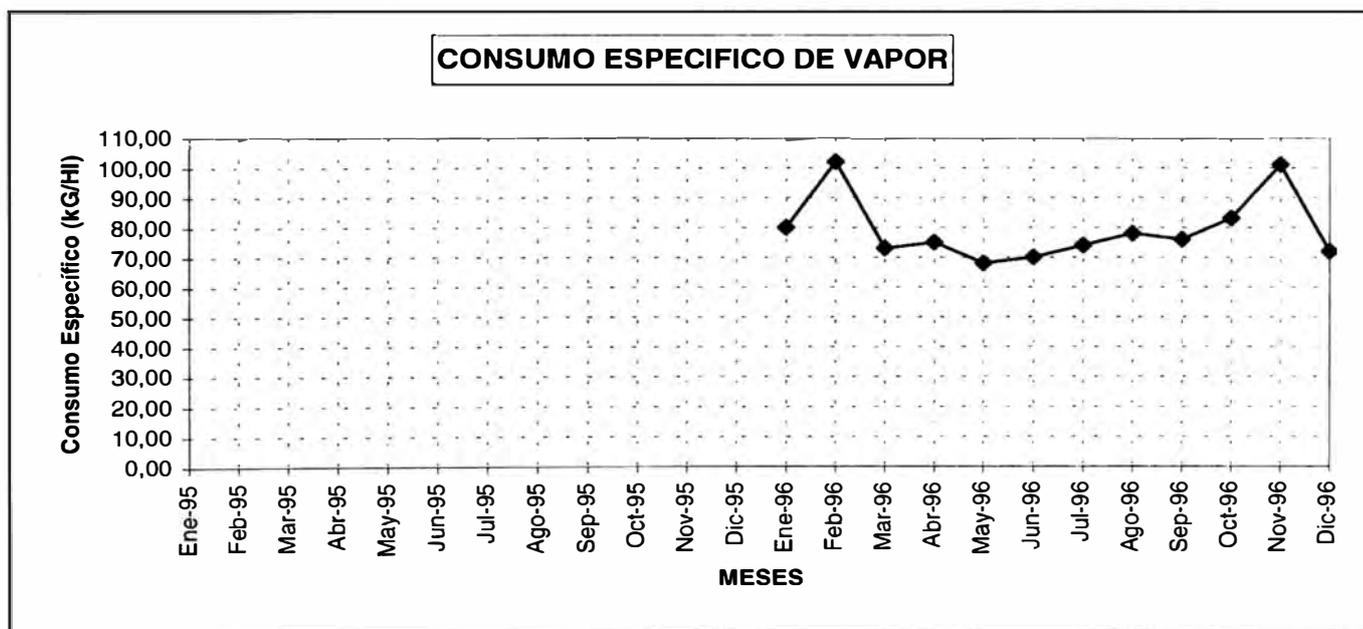
Los consumos específicos de agua tienen la misma tendencia que las variables de energía eléctrica y combustible lo cual se observa en el Gráfico No 3, esto es importante destacar debido a que existe un monitoreo en tiempo real de las variables energéticas.

El valor medio durante 1996 es de 7.96 HI/HI reduciéndose al 70 %, con respecto al año 1995.

Los consumos específicos menores corresponden a los meses de diciembre y enero (7.0 HI/HI).

### Consumos Específicos de Vapor

Para la variación en el año 1996, de los consumos específicos de vapor se tiene las siguientes observaciones:



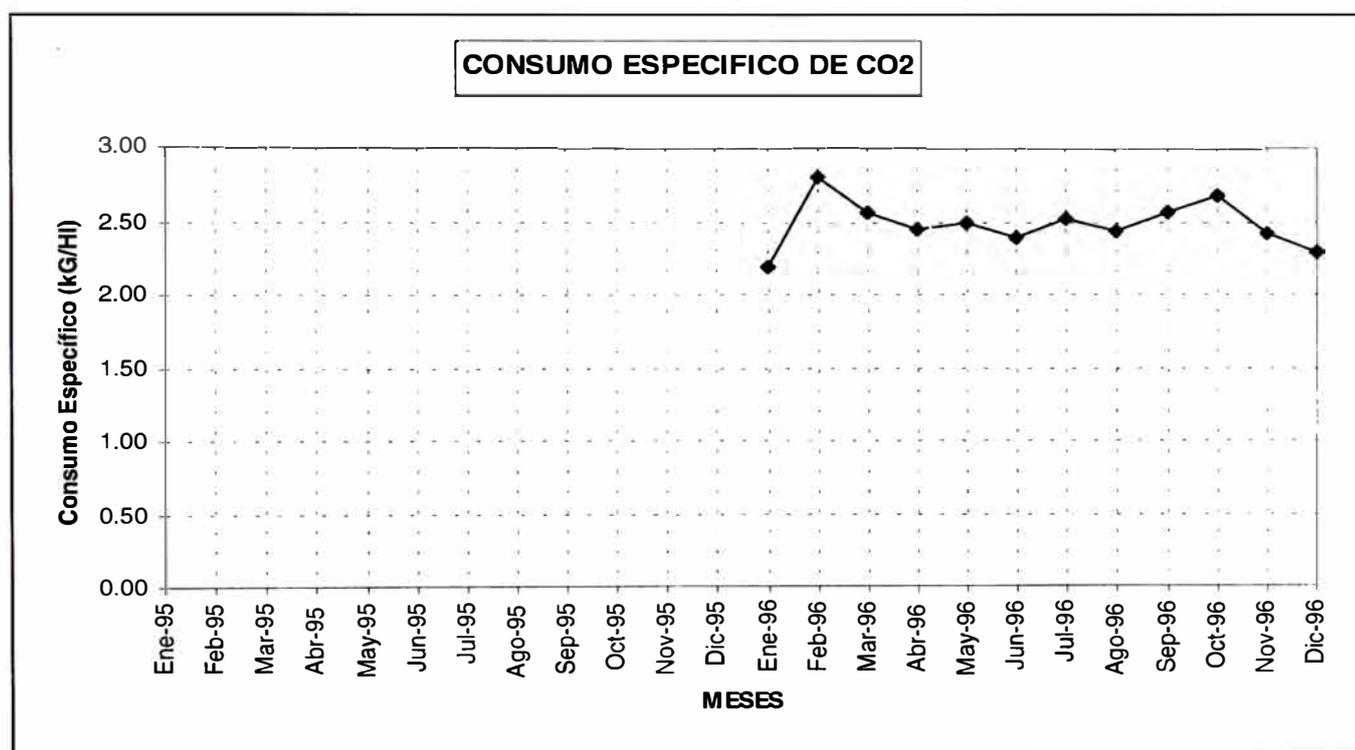
Los consumos de vapor del año 1996 son muy variables alcanzando un valor mínimo de 68.24 KG/HI en el mes de mayo y un máximo valor de 102.75

KG/HI en el mes de febrero.

El valor promedio durante 1996 es de 79.65 KG/HI.

### Consumos Específicos de CO2

Para la variación en el año de 1996, de los consumos específicos de CO2 se observa:



El consumo específico mínimo de CO2 en este año fue de 2.20 KG/HI en el mes de enero de 1996, mientras que el máximo fue del mes de febrero.

El consumo promedio para este año fue de 2.49 KG/HI.

#### 4.5 Análisis Comparativo 1995 - 1996

En función de los análisis anteriores se detallan a continuación algunas conclusiones generales, las cuales deben tomarse en consideración dentro del análisis matemático.

- Comparativamente entre los consumos específicos promedio por cada tipo de energético del año 1995 y del año 1996, se tiene mejor control de los suministros de energéticos como actualmente se está trabajando, se obtienen

datos en tiempo real, se minimizan las estimaciones y se demuestra los resultados de las acciones correctivas que producen ahorros significativos para la empresa.

- El incremento de la producción permite mejorar en forma sustancial los consumos específicos de los energéticos, es decir existe un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada de la planta, pudiendo optimizar las operaciones y procesos.
- La identificación de eventos perjudiciales para la producción, así como los tiempos de corrección de dichos eventos, se ven reducidos debido a una optimización del control de las variables a tiempo real.
- La empresa industrial cervecera ha emprendido, una clara tendencia hacia la reducción y optimización del consumo, para ello es importante contar con el Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas como una herramienta para la gerencia de los energéticos, que les permite tomar las acciones correctivas para la reducción de consumos en cada área intensiva en consumos de energéticos; es decir que esto se realiza en forma permanente.

En base a las conclusiones observadas anteriormente, es necesario y fundamental la comparación gráfica - estadística de los datos, tanto del año 1995 como del año 1996, lo cual resultará en tipo de tendencia y sobre ellas determinar los beneficios que se están obteniendo por la implementación de acciones que reducen los niveles de consumo de energéticos; sin afectar los niveles de producción.

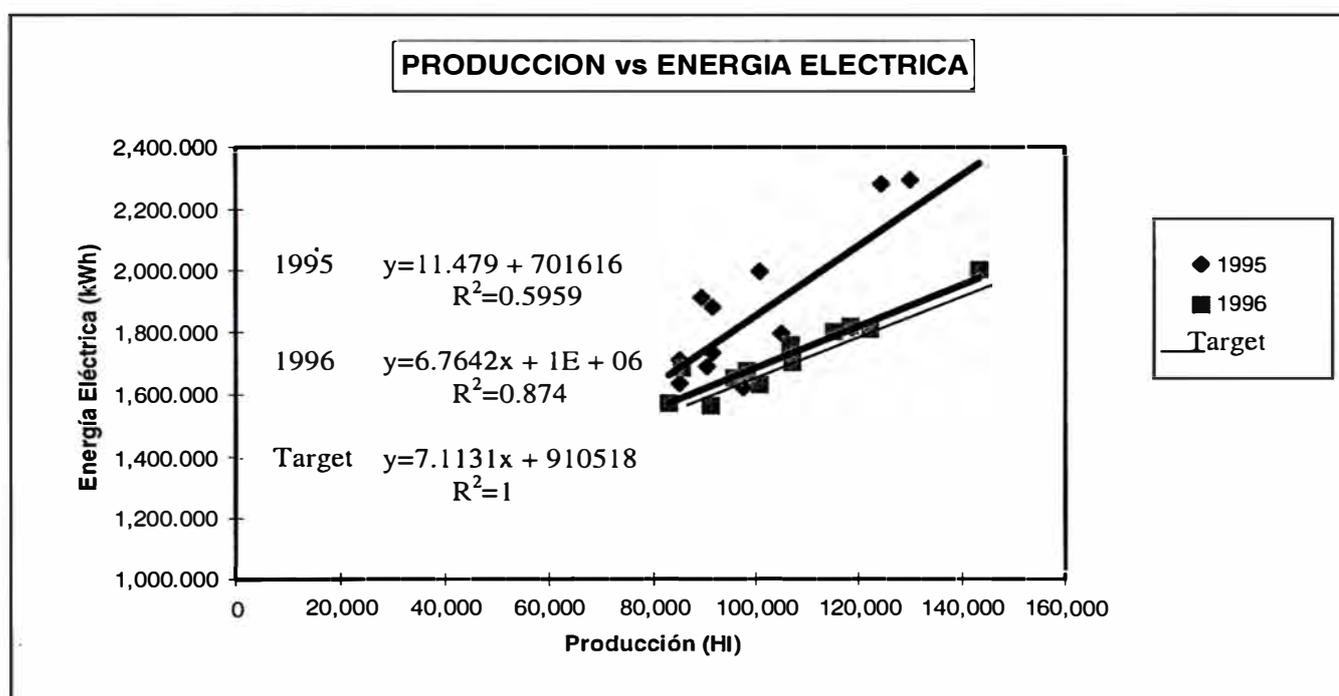
Es importante tomar en consideración los siguientes aspectos para el análisis matemático a realizar:

- Se tienen que considerar períodos similares de trabajo (en donde las condiciones ambientales si bien no son idénticas existe una similitud por tipo de estación), en donde las actividades de producción son típicas. En este caso se compararán los datos de los doce meses de los años 1995 y 1996.
- El análisis matemático debe considerar una tendencia lineal entre las variables, para ello se trabajará en función de los datos de Producción versus Consumo de

Energéticos, debido a que los consumos específicos son el resultado de la relación directa entre estas variables, asegurando con ello una tendencia lineal, manteniendo una proporcionalidad.

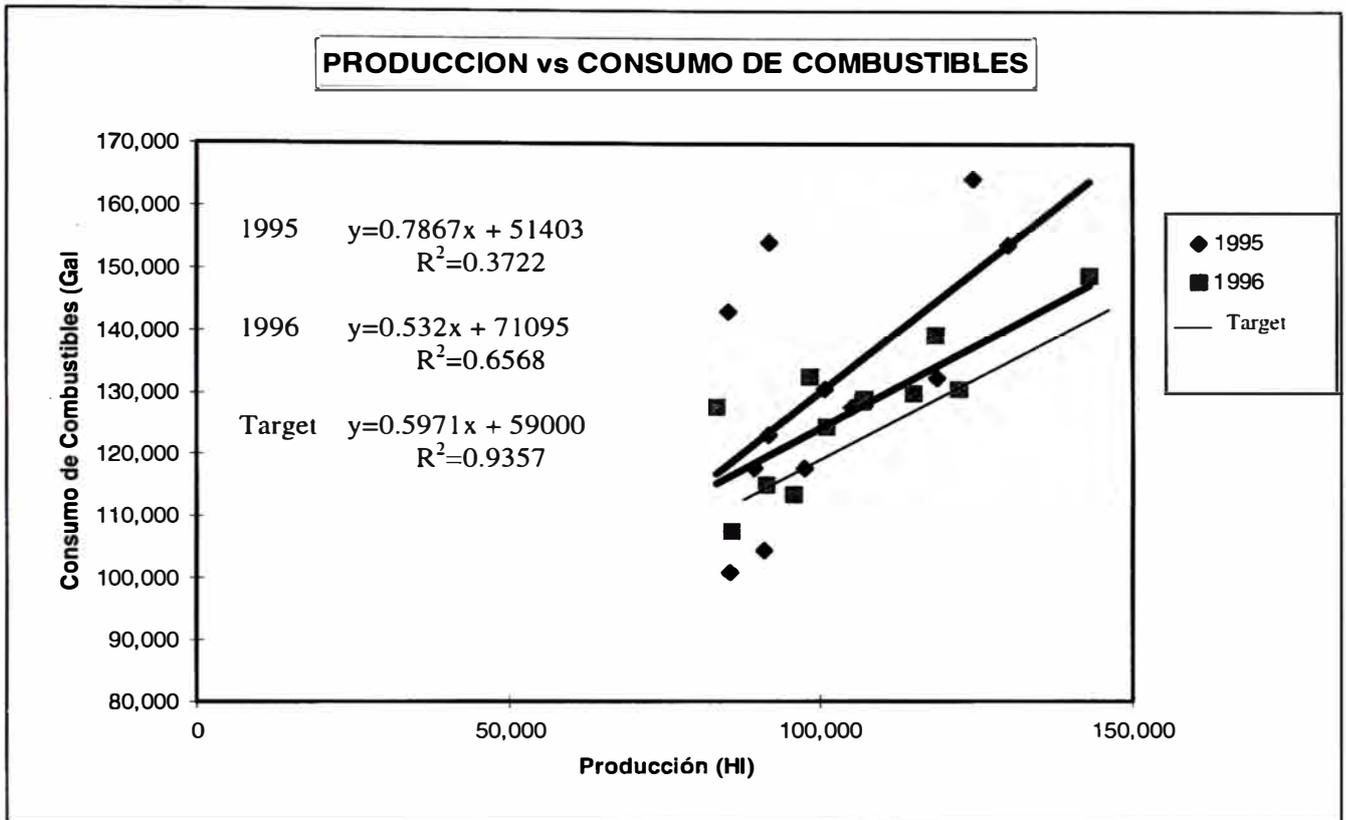
Considerando las premisas anteriores se han elaborado las tendencias lineales de la Producción versus consumo de cada energético. A continuación se muestra las ecuaciones correspondientes:

### Producción vs Consumo de Energía Eléctrica



Ecuación 1995 :  $y = 11.479x + 701,616$  .....Ecc.(1)

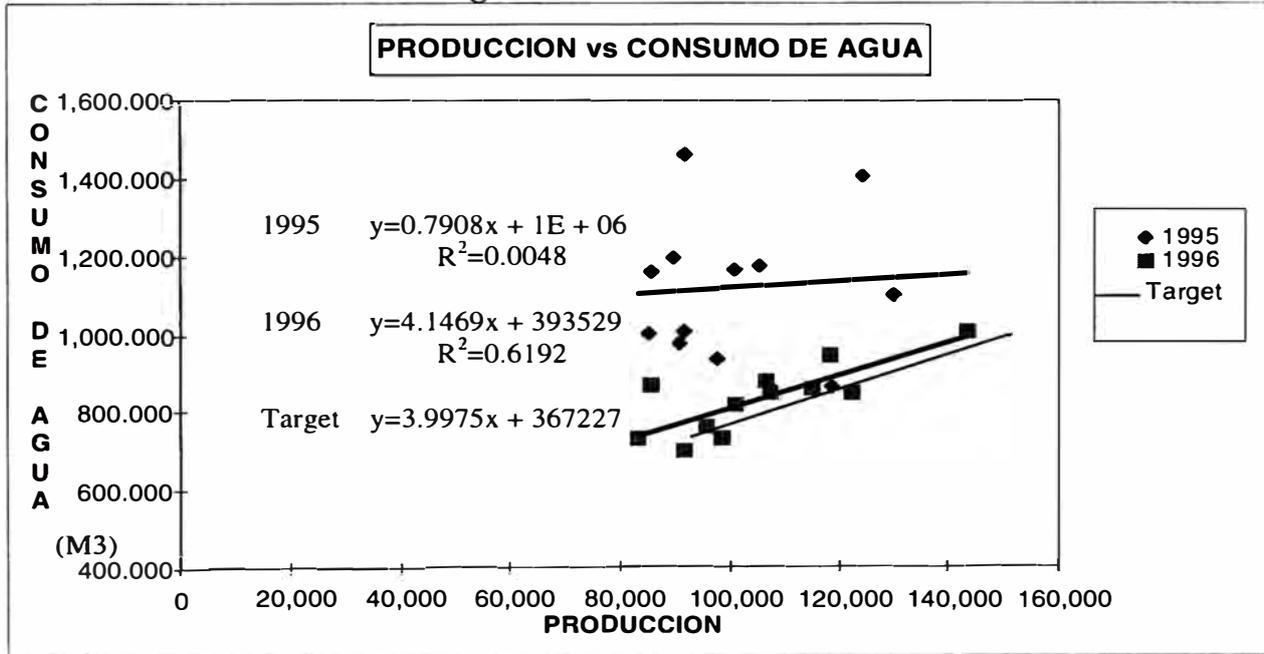
Ecuación 1996 :  $y = 6.764x + 1'000,000$  .....Ecc.(2)



Ecuación :  $y = 0.7867x + 51,403$  .....Ecc.(3)

Ecuación :  $y = 0.532 x + 71,095$  .....Ecc.(4)

**Producción vs Consumo de Agua**



Ecuación :  $y = 0.7908x + 1'000,000$  .....Ecc.(5)

Ecuación :  $y = 4.1469x + 393,529$  .....Ecc.(6)

Es importante comentar sobre la medida de la bondad del ajuste de una línea, conocido como Coeficiente de determinación ( $R^2$ ), la cual muestra en forma numérica si la tendencial de cada grupo de datos es cercana a la linealidad.

Cuando los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) se aproximan a la unidad (1) significa que la tendencial (ajuste de datos) es lineal; mientras más se aleje de la unidad quiere decir que dicha tendencial no se ajusta a una línea de proporcionalidad.

En base a las premisas anteriores, se muestra a continuación las desviaciones estándar por tipo de consumo energético.

### **Producción vs Consumo de Energía Eléctrica**

Ecuación 1995 :  $R^2 = 0.5959$

Ecuación 1996 :  $R^2 = 0.874$

### **Producción vs Consumo de Combustibles**

Ecuación 1995 :  $R^2 = 0.3722$

Ecuación 1996 :  $R^2 = 0.6568$

### **Producción vs Consumo de Agua**

Ecuación 1995 :  $R^2 = 0.0048$

Ecuación 1996 :  $R^2 = 0.6192$

Las tendencias de 1995 no son cercanas a la linealidad, lo cual indica que en este caso los datos de consumo vs producción no han mantenido la proporcionalidad directa; tal es el caso de que para una misma producción los consumos han sido muy diferentes.

Sin embargo las líneas tendenciales del año 1996 son mucho más cercanas a la linealidad que las del año anterior, lo cual implica que hubo mejor proporcionalidad.

Asímismo, la línea tendencial para el consumo de agua del año 1995 presenta una característica bastante alejada de la linealidad.

La no linealidad extremada de los datos de 1995 demuestra que no había control de los consumos de energéticos en este año, tal es así que para una producción dada se podía consumir bastante o poca cantidad de energía; o sea no se tenía un estándar o metas de consumos unitarios establecidas.

Es importante destacar en base a los resultados del año de 1996 por cada tipo de energético han sido reducidos, debido a acciones de conservación de energía implementado por el personal responsable de la empresa; así mismo el nivel de producción no ha sido afectado, y la empresa tiene proyectos mucho más ambiciosos para reducir el consumo de sus energéticos, lo cual implica una orientación hacia el Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas en forma global, para el gerenciamiento de los energéticos.

#### **4.6 Determinación de los Ahorros Económicos**

Para poder determinar los ahorros mensuales que se están obteniendo, es importante considerar lo siguiente:

Se evaluarán los ahorros en los principales energéticos como son el petróleo, energía eléctrica y agua.

Se tiene que trabajar con los resultados del análisis de regresión lineal efectuados para los consumos de energéticos mensuales vs producción de los meses de 1995-1996.

Se realizará un análisis matemático de los resultados, utilizando las ecuaciones tendenciales por cada tipo de energético, mostradas en el ítem anterior.

Los ahorros obtenidos en 1996 se evaluarán mes a mes, obteniéndose de la diferencia de los consumos de 1995 (altos consumos) menos los consumos de energía de 1996 para una producción determinada utilizando las ecuaciones de líneas tendenciales.

Se realizará la evaluación de los ahorros mediante los métodos siguientes:

Método 1 : Evaluación de ahorros en forma individual  
para cada energético.

Método 2 : Evaluación de ahorros en forma grupal  
considerando las curvas de costos totales

Los costos de los energéticos utilizados para el análisis se muestran en el siguiente cuadro:

Tipo de Energético	Costo Unitario
Energía Eléctrica	0.065 US\$/KWh
Combustible (PR-500)	0.50 US\$/Gal
Agua	0.73 US\$/Gal

#### 4.6.1 Análisis de Ahorros por Energético

##### Determinación del Ahorro de Energía Eléctrica

Del análisis de regresión elaborado, tenemos la relación de los consumos mensuales de energía eléctrica (y) con la producción (x) para los años 1995 y 1996, se da mediante las siguientes relaciones:

$$y(1995) = 11.479x + 701,616$$

$$y(1996) = 6.764x + 1'000,000$$

Con la diferencia de ambas relaciones tendríamos la relación, que nos daría la reducción de los consumos para las distintas producciones mensuales de 1996, por tanto:

$$y(1995) - y(1996) = \text{Ahorros(mes } i) = 4.715x - 298,384$$

De esta última relación, reemplazando los valores mensuales de producción para el año 1996, se tiene un ahorro total anual equivalente a:

$$\text{Ahorro energía eléctrica 1996} = 2'398,347 \text{ KWh/anuales}$$

$$\text{Ahorro económico} = 2'398,347 \text{ KWh/año} * 0.065 \text{ US$/KWh}$$

$$= \mathbf{155,893 \text{ US$/año}}$$

##### Determinación del Ahorro de Combustible (PR-500)

Las tendencias lineales de los consumos energéticos y la producción mensual para los años 1995 y 1996 son:

$$y(1995) = 0.7867x + 51,403$$

$$y(1996) = 0.532x + 71,095$$

La diferencia de las relaciones de consumo de combustible de estos dos años, vendrían a ser los ahorros y se da mediante la siguiente relación :

$$y(1995) - y(1996) = \text{Ahorros(mes } i) = 0.2547x - 19,692$$

Ahorro Combustible 1996 = 86,674 Gal/anuales

$$\begin{aligned} \text{Ahorro Económico} &= 86,674 \text{ Gal/año} * 0.5 \text{ US\$/Gal.} \\ &= \mathbf{43,337 \text{ US\$/año}} \end{aligned}$$

### **Determinación del Ahorro de Agua**

De las relaciones de consumo y producción de los años 1995 y 1996 que se realizaron se tienen las siguientes relaciones:

$$y(1995) = 0.7908x + 1'000,000$$

$$y(1996) = 4.1469x + 393,529$$

El ahorro de consumos del año 1996 con respecto a los reconsumos de 1996 se da mediante la siguiente relación:

$$y(1995) - y(1996) = \text{Ahorros(mes i)} = -3.36x + 606,471$$

Reemplazando los valores de producción de los meses del año 1996 y sumándolos se tiene que el ahorro obtenido fue

$$\text{Ahorro Agua} = 3,016,933 \text{ HI/anuales}$$

$$\begin{aligned} \text{Ahorro Económico} &= 3,016,933 \text{ HI/año} * 0.73 \text{ US\$/Gal.} \\ &= \mathbf{220,236 \text{ US\$/año}} \end{aligned}$$

### **Determinación del Ahorro Total por Energéticos**

La determinación del ahorro total anual por energético de petróleo, electricidad y agua asciende a la suma de:

$$\text{Ahorro total} = 155,893 \text{ US\$} + 43,337 \text{ US\$} + 220,236 \text{ US\$}$$

$$\mathbf{\text{Ahorro Total} = 419,466 \text{ US\$/anual}}$$

#### **4.6.2 Análisis de Ahorros en Forma Integral**

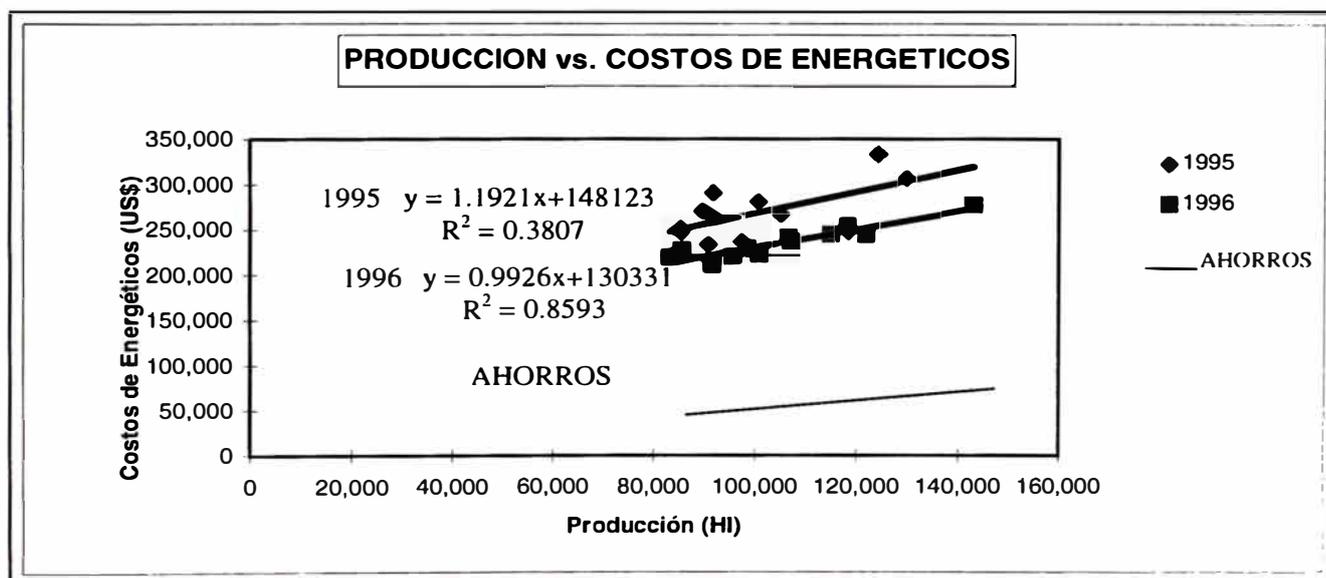
Para desarrollar el análisis de los ahorros en forma global se ha determinado los costos totales de los energéticos (electricidad, petróleo y agua) versus la producción en forma mensual para los años 1995 y 1996, obteniéndose los resultados en el Cuadro y Gráfico siguiente

## CUADRO DE PRODUCCION DE UNIDADES Y COSTOS DE ENERGETICOS

Meses	Producción de Unidades (HI)	Costos de Energéticos (US\$)	
		1995	1996
Ene-95	129,881	306,052	
Feb-95	100,723	280,305	
Mar-95	124,408	332,679	
Abr-95	91,786	290,335	
May-95	89,600	270,281	
Jun-95	91,738	262,958	
Jul-95	105,136	266,397	
Ago-95	85,493	246,197	
Sep-95	90,833	233,054	
Oct-95	85,262	250,683	
Nov-95	97,538	236,084	
Dic-95	118,594	246,846	
Ene-96	143,114		276,656
Feb-96	85,634		226,554
Mar-96	115,041		244,256
Abr-96	107,190		236,696
May-96	118,379		253,860
Jun-96	95,771		219,841
Jul-96	106,721		241,121
Ago-96	98,410		228,709
Sep-96	100,965		222,402
Oct-96	91,526		210,230
Nov-96	83,266		218,711
Dic-96	122,064		243,631

**Energéticos: PIAV, Electricidad y Agua.**

**2,822,667**



Las ecuaciones resultantes de este tipo de análisis se muestran a continuación:

$$y(1995) = 1.1921x + 148,123$$

$$y(1996) = 0.9926x + 130,331$$

Donde la variable “y” viene a ser los costos de los energéticos (petróleo, electricidad y agua) en función a la producción mensual “x”

Se considera de importancia en este segundo método la incidencia del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) de las líneas tendenciales, las cuales se muestran a continuación:

Ecuación 1995 :  $R^2 = 0.3807$

Ecuación 1996 :  $R^2 = 0.8593$

De estos coeficientes se puede afirmar que los costos mensuales para 1995 fueron muy erráticos no manteniendo una proporcionalidad permanente, ó sea que se tuvieron gastos de diverso orden para un mismo nivel de producción en algunos meses. Mientras que para el año 1996 la tendencia es mas lineal lo cual indica que se esta manteniendo la proporcionalidad de los costos totales en energéticos con la producción.

Para determinar el Ahorro Económico por la implementación de acciones correctivas se procede como a continuación se detalla :

La relación que nos de los ahorros de la comparación entre los gastos en 1996 respecto a los 1995 se obtiene de la diferencia de las relaciones anteriores resultando:

$$\text{Ahorros Económicos} = y(1996) - 0.1995 * x + 17,792$$

Reemplazando el valor que toma “x” mes a mes durante el año 1996 y sumándolos se obtendrán los ahorros mensuales de 1996.

$$\text{Ahorro Económico} = 466,484 \text{ US\$ / anual}$$

$$\text{Ahorro Total} = 466,484 \text{ US\$/ANUAL}$$

El resultado varía en aproximadamente 10% con respecto al valor determinado independientemente por cada tipo de energético en el ítem anterior.

Tenemos el valor de los ahorros calculados por los dos métodos anteriores seleccionaremos el de mayor exactitud, para esto analizaremos los coeficientes de

determinación (R2) de los ajustes empleados, comparando estos valores podemos concluir que los valores de correlación del último método son mejores siendo los que mas se aproximan a la tendencia lineal.

#### **4.7 Análisis económico**

Las mejoras encaminadas a ahorrar energía mediante la inversión requieren de un análisis y de una evaluación económica para conocer la rentabilidad.

En primer lugar, prepararemos un cuadro soporte para recoger las mejoras con una unidad de criterio y con un nivel de elaboración adecuado .

Para la elaboración del cuadro es necesario clasificar las mejoras por grupos, como por ejemplo:

- Medidores por centro de costos.

- Cambio (o modificación profunda) de un proceso

- Cambio de equipos

- Recuperación de energía residuales y utilización de otras energías.

- Mejoras en la combustión

- Mejoras en los sistemas de iluminación

- Cambio en los sistemas de operación

- Mejoras en servicios auxiliares

- Implantación de los sistemas de administración de la demanda

Luego de desarrollar el cuadro mencionado, es necesario determinar la rentabilidad de las acciones ejecutadas.

La empresa industrial cervecera ha implementado acciones para la reducción de consumos energéticos lográndose con ellos reducir notablemente el consumo y los gastos de energéticos en 1996 con respecto a los del año 1995, tal como fue analizado anteriormente.

Entre las acciones ejecutadas por la empresa para lograr la reducción de consumos energéticos se puede mencionar a:

- Mejora en eficiencia de compresores de planta de frio

- Mejora de aislamiento de sistemas de frio

- Modificación del sistema de frio mediante unificación del sistema

Reducción de consumos de agua en procesos por aumento de la productividad en los equipos.

Reducción de fugas de CO<sub>2</sub>

Aprovechamiento de calor y agua del vapor flash generado en los condensados para enviarlos en el desaireador

Administración de la demanda de energía eléctrica.

### **Datos para la Evaluación Económica**

Ahorros (A) Dato del análisis global

$$A \text{ (US$/anual)} = 466,484$$

Inversión (I). Considera los siguientes costos:

Evaluación Energética

Mediciones e instrumentación

Asesoramiento Técnico (Nacional e Internacional)

Software para el procesamiento de la información

Capacitación del personal

Algunas iniciativas emprendidas

$$I \text{ (US\$)} = 130,000$$

Costo de Operación y Mantenimiento (M). Valor estimado

$$M \text{ (US\$)} = 48,000$$

Vida útil de los equipos (V)

$$V \text{ (años)} = 10$$

Descuento (d). Porcentaje que se supone disminuye el valor del dinero anualmente (estimado)

$$d(\%) = 20$$

Factor de Actualización del valor (F). Es el coeficiente por el que hay que multiplicar el ahorro anual, para obtener el valor actual del ahorro que se obtendrá a lo largo de los años de la vida útil estimada del equipo; depende de la vida útil (V) y del descuento (d).

$$F = 4.675$$

### Calculo de la Rentabilidad de la inversión

Ahorro Neto Anual (US\$/año):

$$\begin{aligned} \text{Ahorro Neto (AA)} &= (A - M) \\ &= (466,484 - 48,000) \\ &= 418,484 \text{ US$/año} \end{aligned}$$

Relación inversión/ahorro (Payback, años) :

$$\begin{aligned} \text{Relación Inversión / ahorro} &= I/AA \\ &= 4,675 * 418,484 \\ &= 1'956,413 \text{ US\$} \end{aligned}$$

Tasa de retorno de la Inversión (%)

$$\text{Tasa de Retorno de la Inversión (TIR)} = (AA-D) * 100/I$$

Donde “D” es la depreciación anual del equipo a lo largo de la vida útil estimada,  $D = I/V = 13,000 \text{ US\$}$

$$\begin{aligned} &= (418,484 - 13,000) * 100/130.000 \\ &= 312 \% \end{aligned}$$

Relación Beneficio/Costo :

$$\begin{aligned} \text{Relación Beneficio / Costo (B/C)} &= VA/I \\ &= 1'956,413/130,000 \\ &= 15.1 \end{aligned}$$

### Análisis de los Resultados

Según los parámetros económicos obtenidos en el cálculo de la rentabilidad de la inversión para el Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas se llega a la conclusión de que este proyecto esta siendo beneficioso de forma muy amplia para la empresa en corto tiempo, por lo siguiente:

El tiempo de retorno de la inversión efectuada hasta el momento es de aproximadamente cuatro (04) meses, periodo que es mínimo; por lo general estos tipos de proyectos de gran envergadura presentan periodos entre uno y dos años.

La tasa de retorno de la inversión es mucho mayor que el 20% (valor mínimo

requerido para la aprobación de un proyecto de inversión), siendo de 312% Relación beneficio/costo es también mucho, mayor que la unidad, lo que implica un proyecto altamente rentable.

En base a este análisis se puede concluir que el proyecto de Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas esta dando buenos resultados solo con algunas acciones ejecutadas por la empresa, por lo cual se debe continuar con la implementación del sistema completo, con lo cual tendríamos un control y monitoreo en forma permanente y poder continuar reduciendo los estándares alcanzados mediante la identificación e implementación de mas oportunidades de ahorro de energía.

# **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

1. Los energéticos que consume la planta industrial cervecera son: Agua, Energía Eléctrica y Petróleo; que corresponden a las variables a monitorear.
2. La empresa industrial cervecera es un consumidor intensivo de energía; con un consumo de 1.3 millones de m<sup>3</sup> de agua, 22.3 millones de KWh de energía eléctrica y 1.5 millones de galones de petróleo, equivalente a 3.2 millones de dólares para el año de 1995.
3. La planta tiene dos líneas de producción: Proceso de elaboración de la cerveza y la línea de embotellado, los cuáles constituirán los principales centros de costos.
4. La planta tiene 36 puntos de medición existentes y se requiere adicionar 18 puntos más de medición haciendo un total de 54 puntos de medición por monitorear.
5. El tipo de monitoreo a aplicar es manual, lo cual implica registrar diariamente el consumo de las variables a monitorear: agua, energía eléctrica y petróleo.
6. La inversión en equipos de medición e instalación para implementación del Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas se estima en US.\$ 42,000 correspondientes a 13 equipos medidores de consumo de agua, 2 equipos medidores de consumo de vapor y 2 equipos medidores de energía eléctrica.
7. Los ahorros energéticos: agua, energía eléctrica y petróleo son del orden de los US\$ 207,000 para el primer año de aplicación del Monitoreo de Energéticos y Fijación de Metas.
8. La Gerencia designará al coordinador de energía., quien preside el comité de energía.

9. El monitoreo de energéticos y fijación de metas para reducción de consumos y costos, es una herramienta gerencial que permite identificar potenciales de ahorro energético, así como desarrollar programas permanentes de conservación de energía para incrementar la eficiencia energética global de planta, con costos de inversión relativamente bajos.

## RECOMENDACIONES

1. Es recomendable la metodología descrita del monitoreo de energéticos y fijación de metas porque permite la reducción de consumos y costos.
2. Es recomendable trazarse metas anuales, coincidente con ejercicios fiscales y presupuestales.
3. Es recomendable que las empresas efectúen diagnósticos, mediante auditorías energéticas, las cuales las realizan diversas empresas especializadas, por la ventajas económicas que generan.
4. Es aplicable en principio a cualquier tipo de industria, preferentemente empresas consumidoras intensivas de energéticos, definiendo como energéticos principales a los siguientes: electricidad, petróleo, gas, agua y carbón.
5. La formación y mentalización del personal debe ser el punto de partida de cualquier programa de ahorro de energía.

Los medios para conseguir dicho objetivo son muy variados:

Folletos, carteles, adhesivos, formularios, conferencias, coloquios, mesas redondas, concursos, encuestas, etc.

6. Los mecanismos de financiamiento que pueden acogerse las empresas son:
  - \* Cofide
  - \* Programas de monitoreo y fijación de metas (M&t), a cargo de Cenergía
  - \* Banca Multilateral
  - \* Financiamiento propio

## **ANEXO - A**

# **EQUIPOS DE MEDICION EXISTENTES**

## **RELACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN EXISTENTES**

### **Medidores de Energía Eléctrica :**

Estos medidores fueron contrastados y calibrados recientemente

**CC : ELABORACIÓN**

Cocimiento N° 1

Bodegas C

Bodegas A-B y tratamiento de mosto

Centro de motores No 2 y silos

Centro de motores No 1

**CC : ENVASADO**

Envasado Línea No 1

Envasado Línea No 2

Envasado Línea No 3 y tráfico

**CC : CASA DE FUERZA**

Calderos No 1 y No @

Caldero No 3

Panel P - K

Panel P - J

**CC : FRÍO**

Compresor de NH 3 - MYCOM

Compresor de Frío N° 3

Bombas verticales de salmuera

**CC : AGUA**

E/B de aguas tratadas N° 3 y N° 4

Tratamiento de agua

Pozo N° 4

Pozo N° 5

**CC : CO 2**

Producción de CO 2

**CC : AIRE COMPRIMIDO**

Compresor de aire Elliot

Compresor de aire Atlas Copco

CC : SUBESTACIONES

Suministro de la concesionaria (EDELNOR)

Transformador N° 1

Transformador N° 2

Grupo Sulzer

Turbogruppo Elliot

Total : 27 equipos de medición

### **MEDIDORES DE AGUA DURA :**

CC : AGUA

Pozo N° 3

Pozo N° 4

pozo N° 5

### **MEDIDORES DE VAPOR**

Caldero N° 1

Caldero N° 2

Caldero N° 3

Caldero N° 4

### **EDIDORES DE CO 2**

Recuperación

Envasado

### **SUB - ESTACIÓN ELÉCTRICA N° 1 y N° 2**

Tensión Edelnor 10,000 V

Power Measurement Ltd

3710 ACM

N° serie 05666

Software versión 2.1.0.1

150 A .....► 10,000 voltios (ahora)

2602 KW (potencia real)

Tensión Edelnor 10,000 V

Power Measurement Ltd

3710 ACM

N° serie

Software versión 2.1.0.1

150 A -----> 10,000 voltios (ahora)

2602 KW (potencia real)

**SUB - ESTACIÓN N° 3 Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN A 4.16 KV.**

Contador de Energía Activa

Compresor de aire

Atlas Copco

Marca : Schulumberger (Enertec)

Tipo : C3V4

Ciclo : 60 Hz

Tensión : 230 V

Corriente : 5 A

Trifásico

Contador de Energía Activa

Compresor de amoníaco

MYCOM

Marca : Schulumberger (Enertec)

Tipo : C3V4

Ciclo : 60 Hz

Tensión : 230 V

Corriente : 5 A

Trifásico

## TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

<b>TRANSFORMADOR Nº 2</b>	
MARCA	LANDIS
TIPO	FL12
Nº EMPR.	39171970
REDUCTORES DE MEDIDA	
TENS	440/220 V CORR 3000/5 A
FACT MULT	1200
LECTURA	X 200
<b>CALDERA Nº 3</b>	
MARCA	LANDIS
TIPO	FL12
Nº EMPR.	39501993
REDUCTORES DE MEDIDA	
TENS	480 V CORR 300/5 A
FACT MULT	X 60
LECTURA	X 10
<b>ENVASADO LINEA 2 (TURBINA)</b>	
MARCA	LANDIS
TIPO	FL12
Nº EMPR.	39501994
REDUCTORES DE MEDIDA	
TENS	480 V CORR 300/5 A
FACT MULT	X 300
LECTURA	X 100
<b>COMPRESOR DE FRIO Nº 3 (TURBINA)</b>	
MARCA	LANDIS
TIPO	FL12
Nº EMPR.	39501996
REDUCTORES DE MEDIDA	
TENS	430 V CORR 600/5 A
FACT MULT	X 120
LECTURA	X 10
<b>BOMBAS VERTICALES (TURBINA)</b>	
MARCA	LANDIS
TIPO	FL12
Nº EMPR.	39501995
REDUCTORES DE MEDIDA	
TENS	480 V CORR 2000/5 A
FACT MULT	X 400
LECTURA	X 400

<b>ENVASADO LINEA N° 1</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FL12	
N° EMPR.	30988849	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 1200/5 A
FACT MULT	X 480	
LECTURA	X 30	
<b>CALDERAS N° 1 Y N° 2</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30988847	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 10	
<b>ALIMENTACION MARMITA</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FL220	
N° EMPR.	57057617	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440 V	CORR 300/5 A
FACT MULT	X 60	
LECTURA	X 60	
<b>TRATAMIENTO DE AGUA RESERVORIO</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30988850	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 10	
<b>FACILIDADES LABORALES</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30988854	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 10	

<b>TRANSFORMADOR N° 1</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FL12	
N° EMPR.	309885056	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 3000/5 A
FACT MULT	X 1200	
LECTURA	X 100	
<b>COCIMIENTO N° 1</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	3988850	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 10	
<b>BODEGA C</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	39988838	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
C	X 240	
LECTURA	X 10	
<b>MOTORES N° 2 BUHLER</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	26691321	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 100	
<b>BODEGAS A - B</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30988851	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/22/ V	CORR 750/5 A
FACT MULT	X 300	
LECTURA	X 10	

<b>CASA FUERZA PK</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30188842	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 400/5 A
FACT MULT	X 160	
LECTURA	X 20	
<b>P J - 1 CASA FUERZA</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	20213809	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 40	
<b>CENTRO CONTROL MOTORES N° 1</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	28313808	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 40	
<b>COMPRESOR ELLIOT</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	28213808	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 240	
LECTURA	X 40	
<b>TURBO GENERADOR</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	3988852	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 1500/5 A
FACT MULT	X 600	
LECTURA	X 100	

<b>ENVASADO LINEA N° 3</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FG1F1	
N° EMPR.	30988848	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	440/220/ V	CORR 1200/5 A
FACT MULT	X 480	
LECTURA	X 30	
<b>SISTEMA CO 2</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FL12	
N° EMPR.	41321978	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	480 V	CORR 600/5 A
FACT MULT	X 120	
LECTURA	X 100	
<b>BOMBAS DE AGUAS TRATADAS</b>		
MARCA	LANDIS	
TIPO	FL12	
N° EMPR.	41321977	
REDUCTORES DE MEDIDA		
TENS	480 V	CORR 400/5 A
FACT MULT	X 80	
LECTURA	X 10	

**CONTÓMETRO - AGUA**

UBICACIÓN : CASA DE FUERZA  
 POZO No 2  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 80 m3  
 lt/seg.

UBICACIÓN : ENVASADO (SÓTANO)  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 SPARLING  
 0 - 75 m3  
 lt/seg.                      AGUA TRATADA

UBICACION : ALM. DE CERV.  
 POZO No 3  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 150 m3  
 lt/seg.

UBICACIÓN : ENVASADO  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 80 m3  
 lt/seg                      AGUA TRATADA

UBICACIÓN : LOGÍSTICA  
 POZO No 4  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 200 m3  
 lt/seg.

UBICACIÓN : PLANTA TRAT. AGUA  
 CONTÓMETRO  
 FOXBORO  
 SERIAL 1584937  
 TIPE 37 - 100  
 RANGO: 0 - 100" H2O  
 POWER: 115 V 60 HZ.  
 FACT : X 1000 = LITROS

UBICACIÓN :  
 POZO No 5  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 200 m3  
 lt/seg.

UBICACIÓN : ALMACÉN DE AZÚCAR  
 CONTÓMETRO  
 EN REPARACIÓN

UBICACIÓN : TECHO CASA FUERZA  
 CONTÓMETRO RETIRADO

UBICACIÓN : SALIDA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
 CONTÓMETRO MECÁNICO  
 McCROMETER  
 0 - 200 m3  
 lt/seg.

AGUA TRATADA

**VAPOR**

MEDIDOR DE FLUJO DE VAPOR A ENVASADO

MARCA : HONEYWELL

MODEL : Y 702(G)26-C14-000-000-4068

SERIAL : 8044 283233003

240 VOLTIOS

60 HZ.

RANGO 0 - 150 PSI.

FRONT PEN CHART FACTOR

1 PSIG.

CHART OR SCALE No 12908

INT. FACTOR 35-LB

CENTER PEN RANGE : 0-35000 LB/H

MEDIDOR DE FLUJO DE VAPOR A ELABORACIÓN

MARCA : HONEYWELL

MODEL : Y 702(G)26-C14-000-000-4068

SERIAL : 8044283233001

240 VOLTIOS

60 HZ.

RANGO 0 - 100 PSI.

CENTER CHART FACTOR 1000LB7H

CENTER PEN RANGE 0-40000 LB/H

CHART OR SCALE No 13592

INT. FACTOR 35 LB

MEDIDOR DE FLUJO DE VAPOR CALDERA N° 1

MARCA : TAYLOR

MODELO : 30

CAT N° : 1720FZ1400A

INPUT : 24 VDC 9 A

OUTPUT CLASS 2 6A 24 VDC 1.5 A

MEDIDOR DE FLUJO DE VAPOR CALDERA N° 2

MARCA : 30

CAT N° : 1720FZ1400A

INPUT : 24 VDC 9 A

OUTPUT CLASS 2 6A 24 VDC 1.5 A

MEDIDOR DE FLUJO DE VAPOR CALDERA N° 3

MARCA : FOXBORO

MODELO : 75TCA PTEB-K1

REF.No : 5201049

ORIGIN : 2A8702

INPUT SUPPLY 220 V

INPUT POWER 30 VA MAX.

FRECUENCIA 60 HZ.

CUST DATA FLUJO VAPOR 1 CALDERA No3

**ANEXO B**  
**EQUIPO DE MEDICION REQUERIDO**

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

### **AGUA TRATADA PLANTA**

Se adquirirán :

- 14 piezas de indicador y controlador de flujo básico marca Signet modelo 9010 INTELEK PRO.PART No 39010.111 con Totalizador Digital operado con 110 VDC.
- 14 piezas de sensor de flujo tipo rotor de bronce marca Sig net modelo 2517 para diámetro de 1.5" hasta 24" NTP con PART No 3.2517.100

### **VAPOR**

Se adquirirán :

- 2 piezas de transmisor de presión manométrica marca ABB-KENT TAYLOR.  
Modelo : 520T  
Serie : 523TB01243A0000.1000.  
Límite Span : 40 a 160 PSIG.  
Material del diafragma : 316 LSST.  
Límite Rango : -14 a 160 PSIG.  
Señal de Salida : 4 a 20 mA.
- 2 piezas de transmisor de presión diferencial marca ABB KENT TAYLOR.  
Modelo : 505TB.  
Límite Span : 25" a 150" H2O.  
Salida : 4 a 20 mA.  
Accesorio : Manifold de 3 válvulas.  
Material del Diafragma : 316LSST
- 2 piezas de registrador circular marca ABB KENT-TAYLOR.  
Modelo : Commander 1900  
No Pluma : 02  
Gráfica : 24 horas para presión y flujo.  
Opción : Totalizador Matemáticas.  
Serie : 1912JA032500000STD.  
Tensión : 110 VAC.  
Puerta con llave.

- 1 pieza de placa de orificio.  
Marca : Foxboro.  
Modelo : 120 - 6" SCH40-300-A240.
- 1 pieza de transmisor de presión diferencial.  
Marca : Foxboro.  
Modelo : 863DP - A2DINS-XTC.  
Spand Límits : 42 a 840" H2O.  
Rango Calibrado : 42 a 500" H2O.
- 1 pieza de transmisor de presión manométrica.  
Marca : Foxboro.  
Modelo : 841 GM-CI.

CO 2

Se Adquirirán :

- 1 pieza de elemento primario para medición de flujo de CO 2.  
Marca : ABB KENT-TAYLOR.  
Modelo : Wedge 1610L.  
Serie : 1610LF02032A0111-1000.  
Dimensión : 2".  
Material : Acero Inoxidable.  
Tipo de Montaje : Bridado.  
Clase : 150 RF..  
Diferencial Calculada : 52.615" H2O.
- 1 pieza de transmisor diferencial.  
Marca ABB KENT-TAYLOR.  
Modelo : 500T.  
Serie : 505TB01210A100-1001(83).  
Límite Spand : 25 a 150" H2O.  
Límite de Rango : -150 a 150" H2O  
Material del diafragma : 316L SST.  
Accesorios : Manifold de 3 válvulas.

1 pieza de transmisor de Presión Manométrica.

Marca : ABB KENT-TAYLOR.

Modelo : 520T.

Serie : 523TB01243A0000-1000.

Límite de Span : 40 a 160 PSIG.

Límite de Sobrepresión : 480 PSIG.

Material del Diafragma : 316L SST.

Señal de Salida : 4 a 20 mA.

Alimentación : 24 VDC.

1 Registrador circular.

Marca : ABB KENT-TAYLOR.

Serie : WSP1C21-6-3A-T3.

Tipo : Three Wire.

Material del Sensor : Platino.

Longitud de Inserción : 4½".

- 1 Registrador circular.

Marca : ABB KENT-TAYLOR.

Modelo : Commander 1900.

Serie : 1913JOB2500000 STD.

Tipo : Electrónico.

Número de Registro e Indicación : 3 variables.

Con seguro y llave de puerta.

## **ELECTRICIDAD**

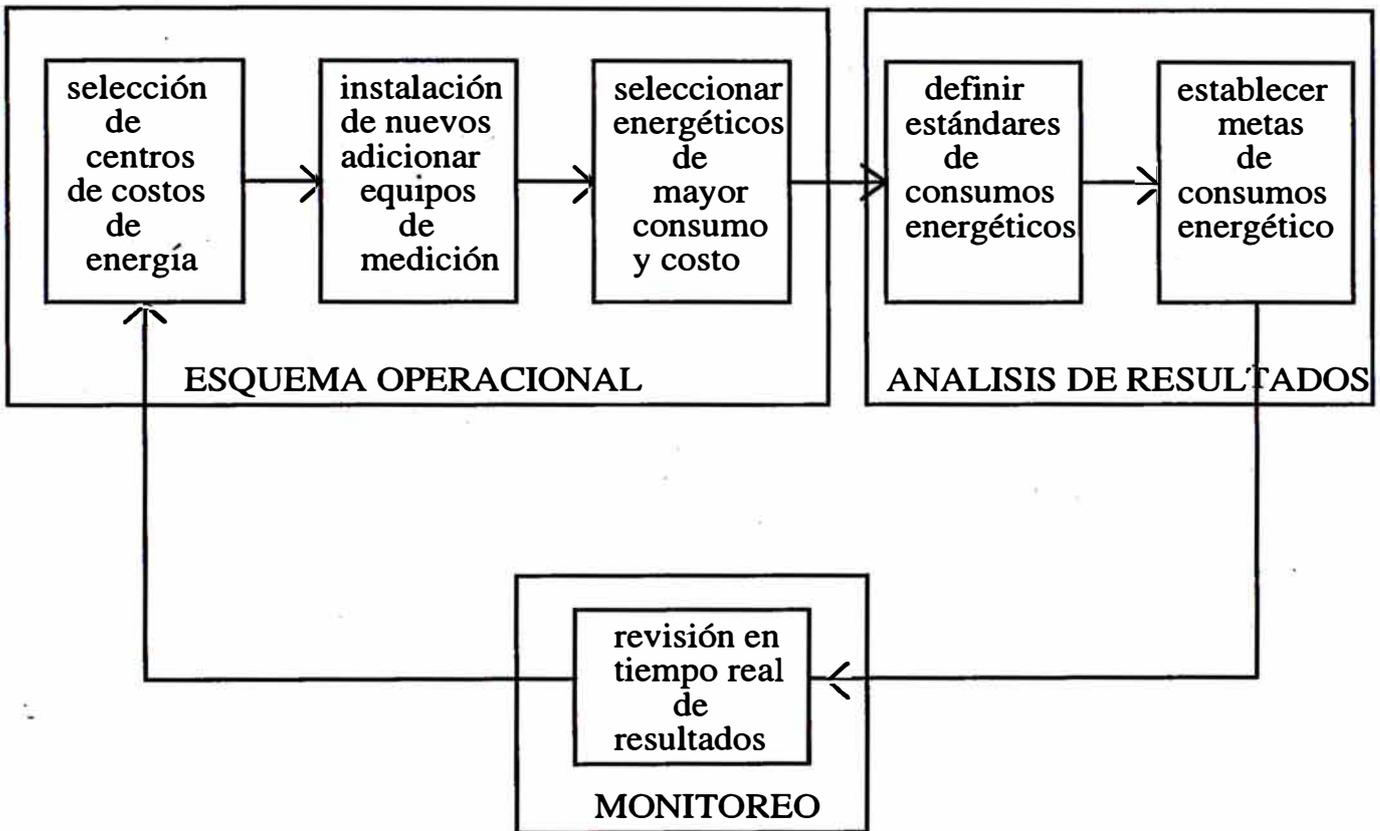
- Confección e Instalación de 3 transformadores toroidales al medidor de línea de envasado N°3.
- Suministro e Instalación de 2 medidores al Sector Almacén de Cajas (tráfico).

# **ANEXO C**

**ESQUEMAS, GRAFICOS Y UBICACIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR**

**Figura No 1**

**ESQUEMA DE MONITOREO Y FIJACION DE METAS**



**FIGURA N° 2**  
**ESQUEMA DE PRODUCCION**

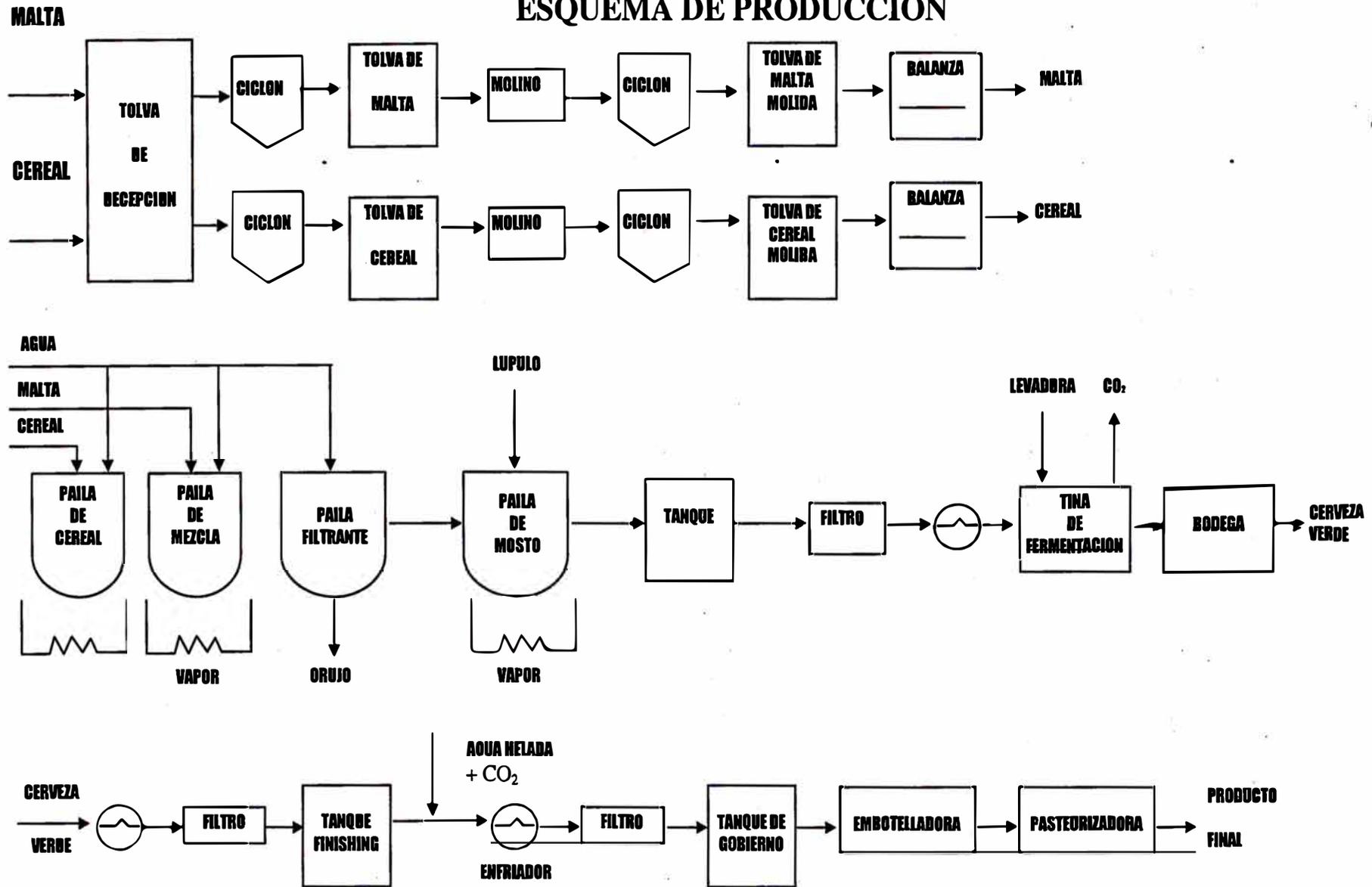


Figura No. 3

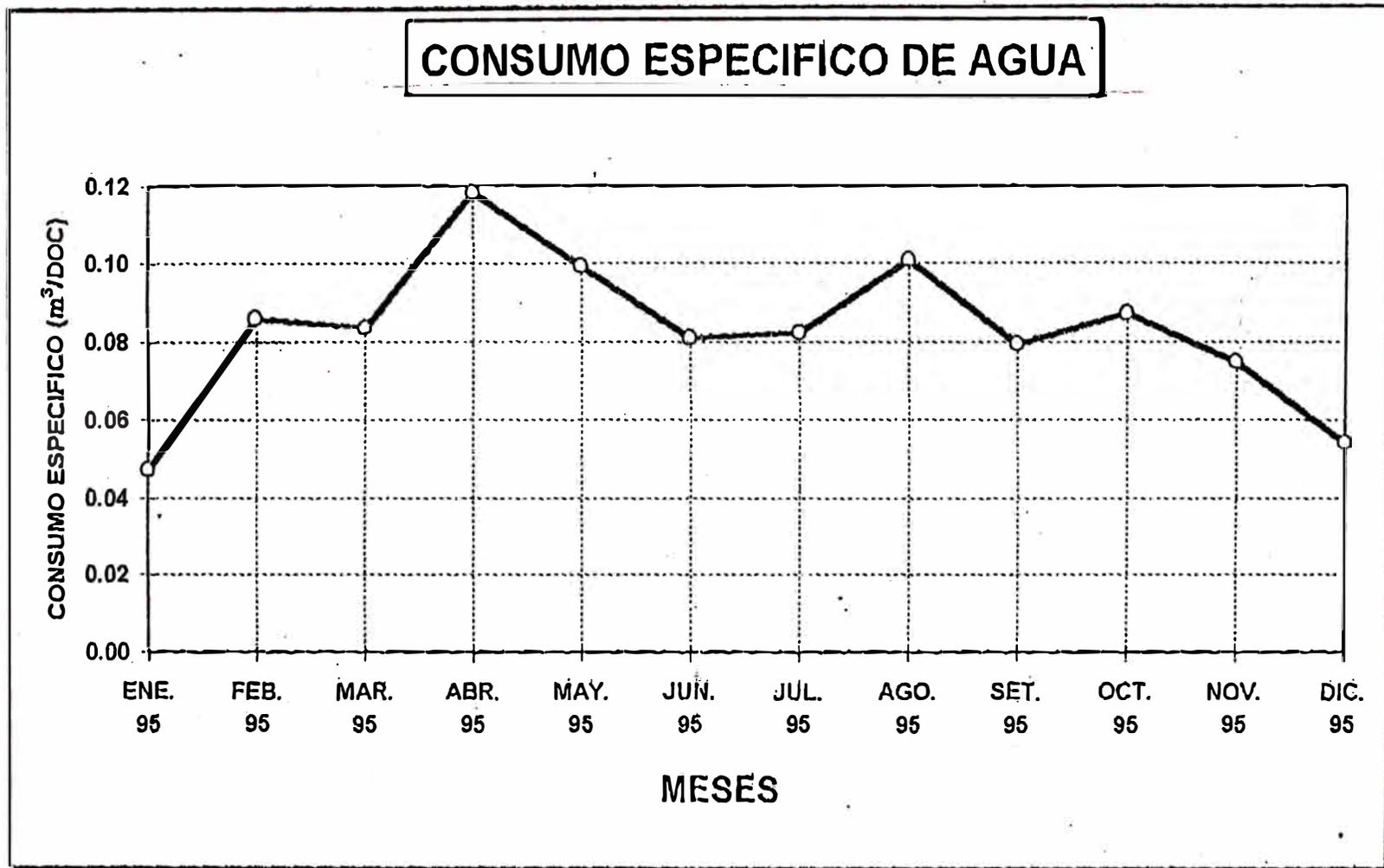


Figura No.4

CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA ELECTRICA

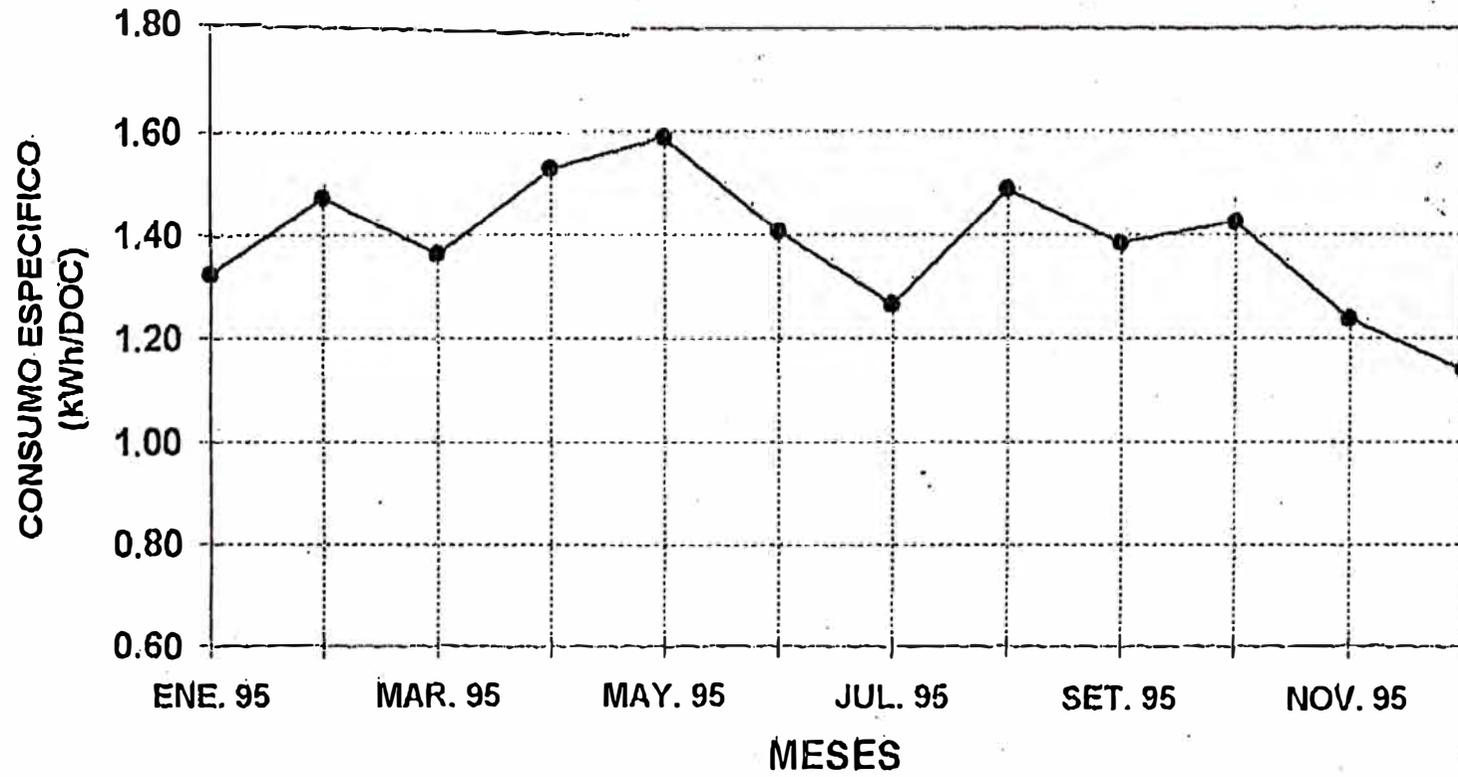


Figura No.5

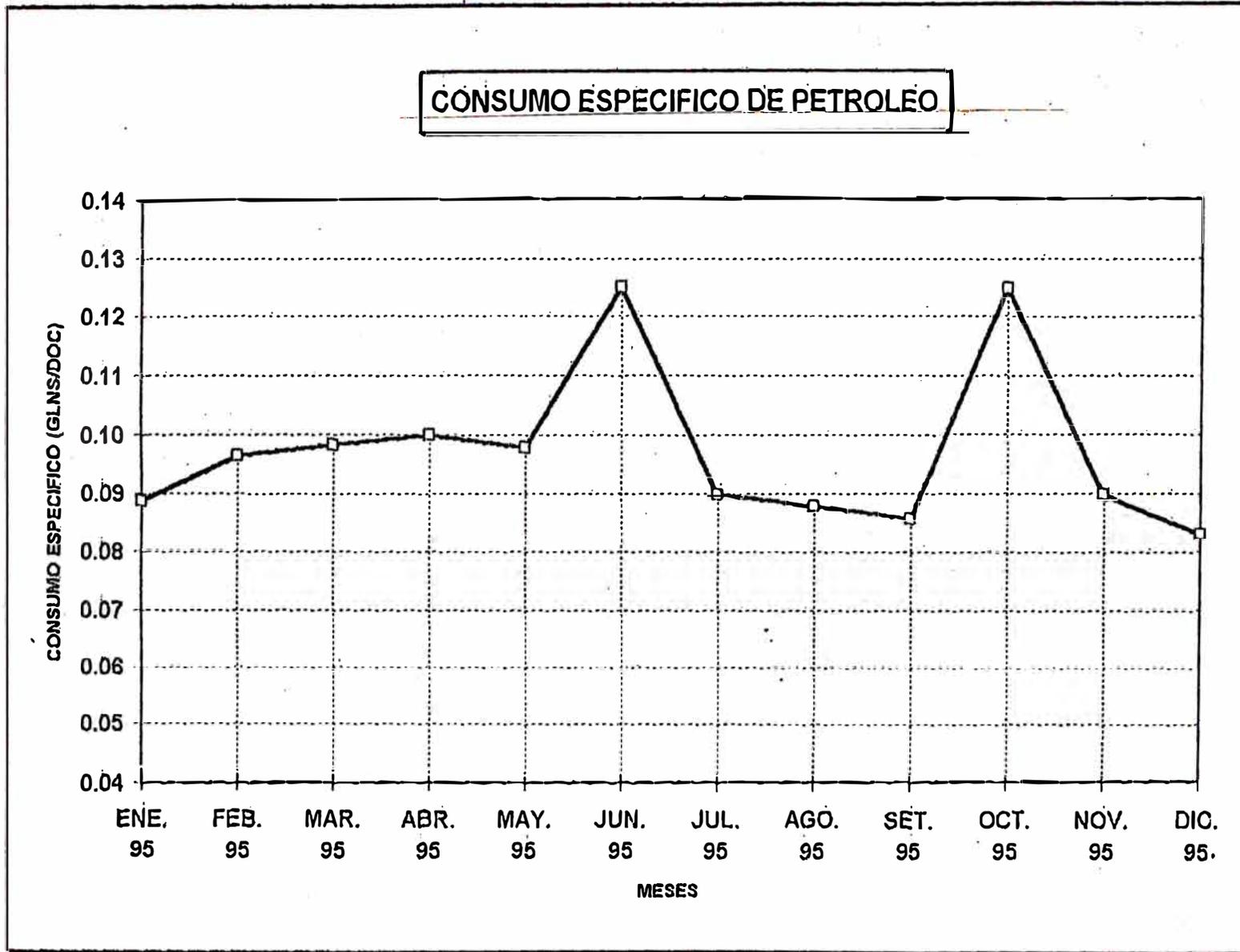
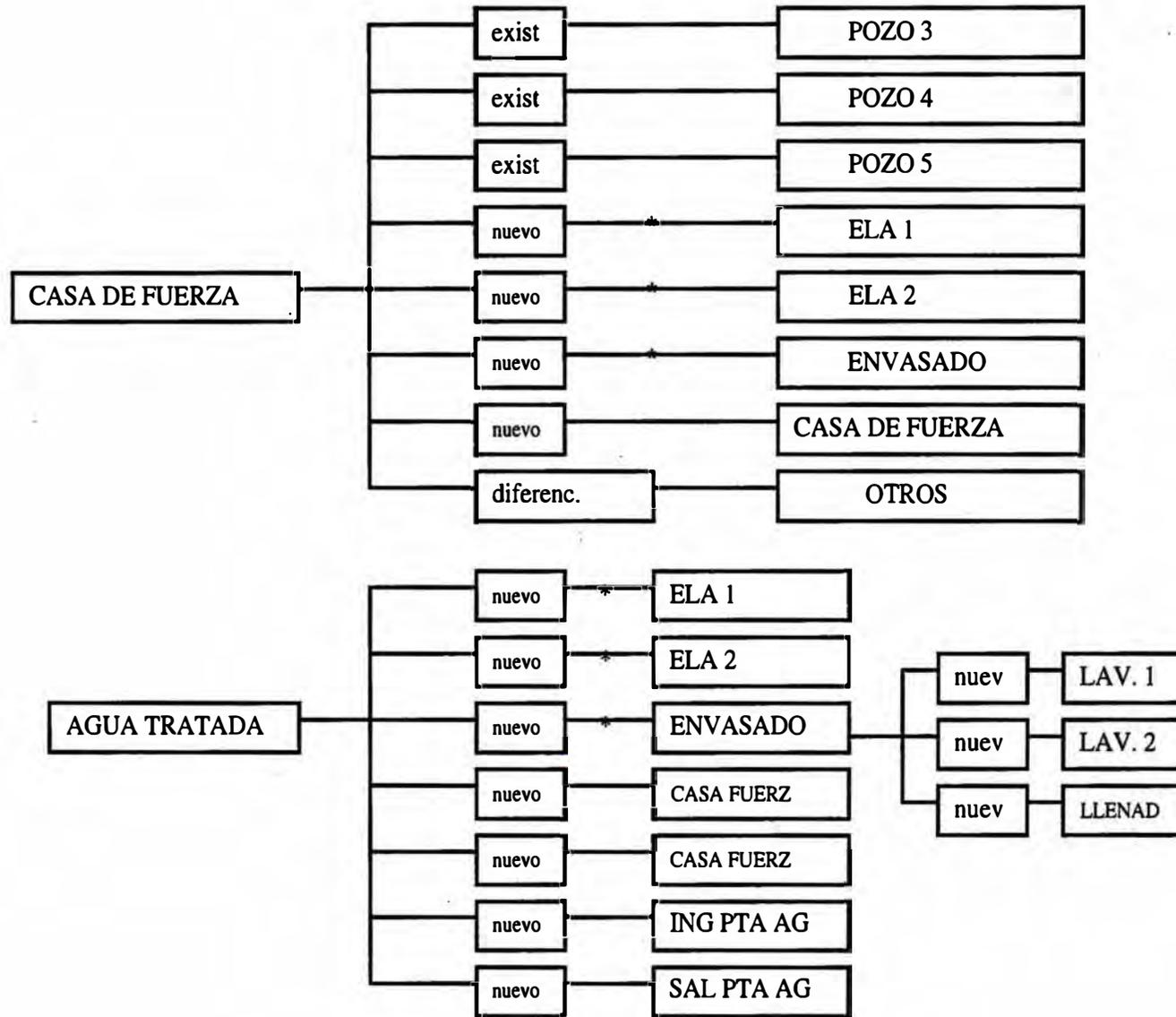
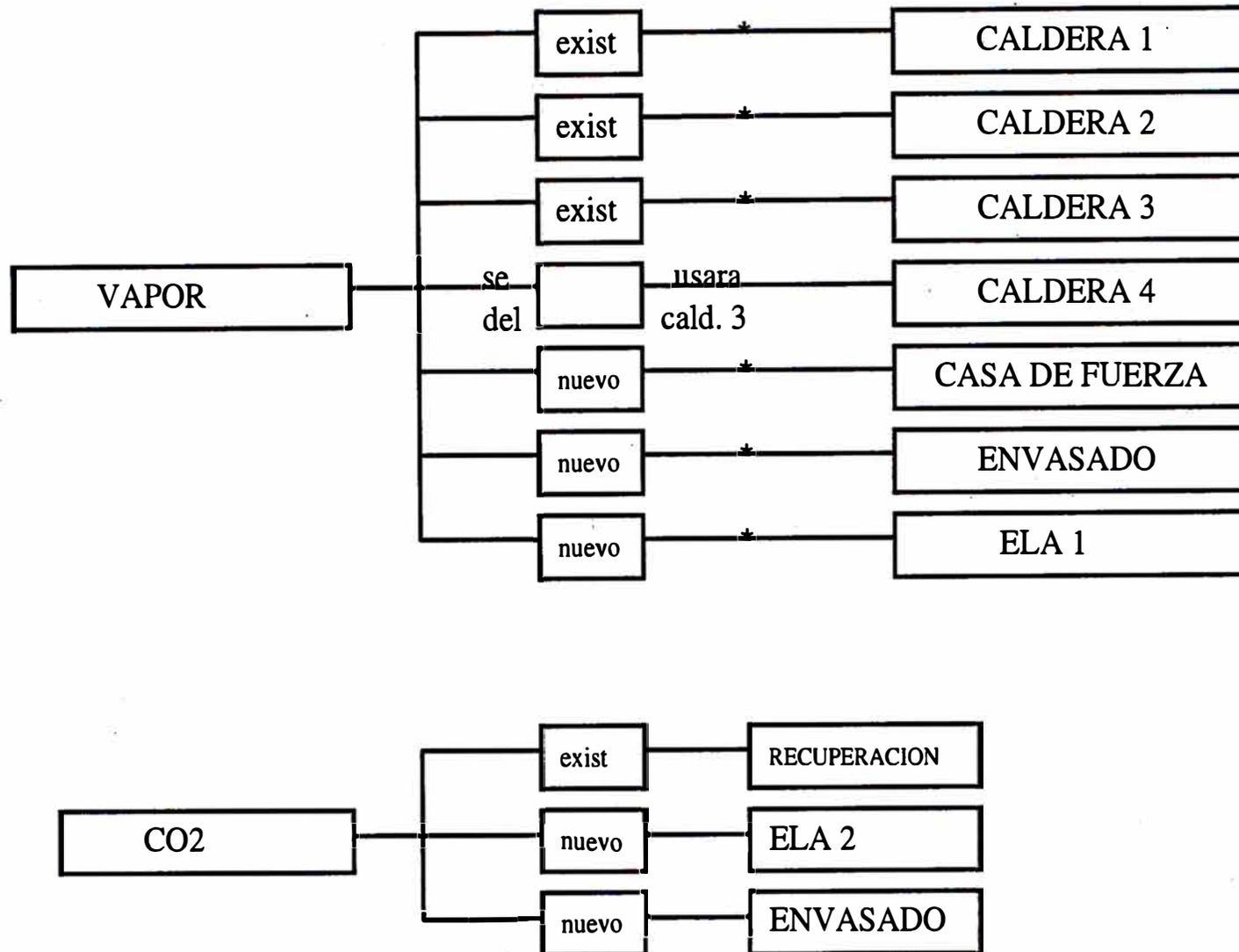


FIGURA N° 6



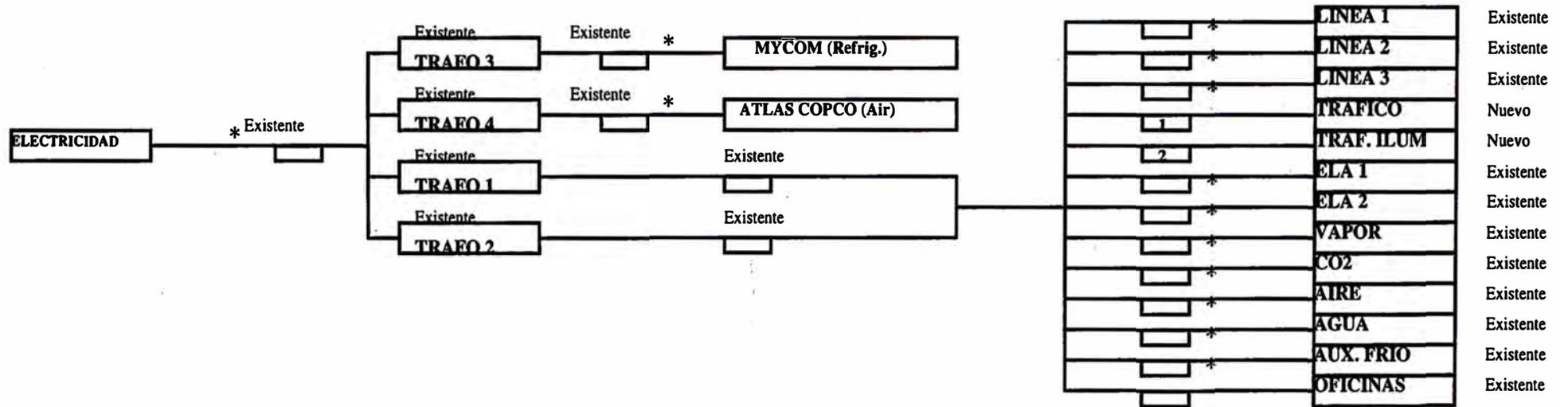
(\*) Medidor a monitorear

FIGURA N° 7



(\*) Medidor a monitorear

**FIGURA N° 8**



(\*) Medidor a monitorear

**ANEXO D**  
**CUADROS Y TABLAS**

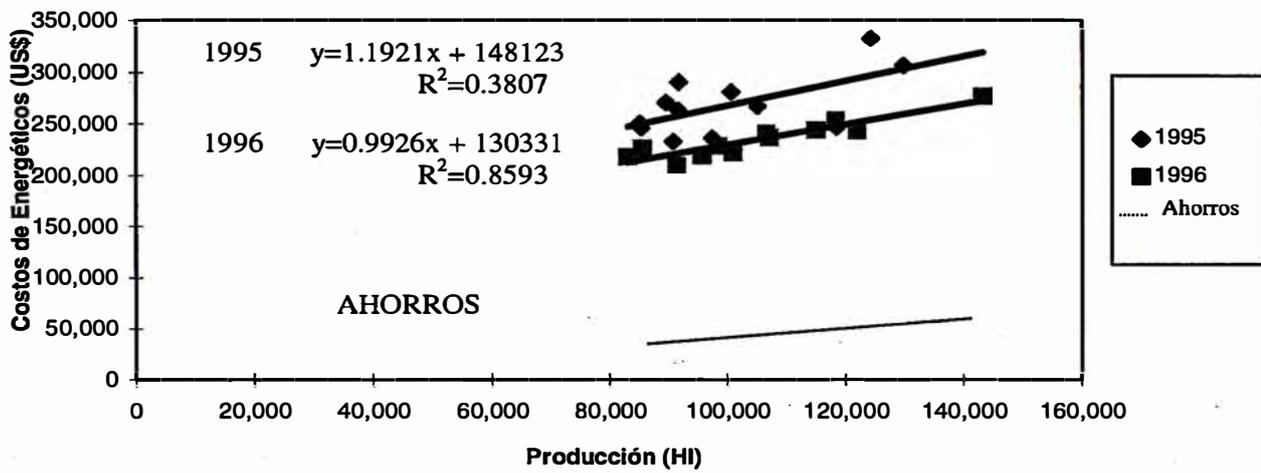
**CUADRO DE PRODUCCION DE UNIDADES  
Y COSTOS DE ENERGETICOS**

Meses	Producción de Unidades (HI)	Costos de Energéticos (US\$)	
		1995	1996
Ene-95	129,881	306,052	
Feb-95	100,723	280,305	
Mar-95	124,408	332,679	
Abr-95	91,786	290,335	
May-95	89,600	270,281	
Jun-95	91,738	262,958	
Jul-95	105,136	266,397	
Ago-95	85,493	246,197	
Sep-95	90,833	233,054	
Oct-95	85,262	250,683	
Nov-95	97,538	236,084	
Dic-95	118,594	246,846	
Ene-96	143,114		276,656
Feb-96	85,634		226,554
Mar-96	115,041		244,256
Abr-96	107,190		236,696
May-96	118,379		253,860
Jun-96	95,771		219,841
Jul-96	106,721		241,121
Ago-96	98,410		228,709
Sep-96	100,965		222,402
Oct-96	91,526		210,230
Nov-96	83,266		218,711

Energéticos: PIAV, Electricidad y Agua.

2,822,667

### PRODUCCION vs. COSTOS DE ENERGETICOS



## VIDA MEDIA ESTIMADA PARA DIVERSOS EQUIPOS

EQUIPO	Años	EQUIPO	Años
Caldera.....	23	Hornos rotatorios .....	22
Edificios de ladrillos.....	35	Molinos .....	12
Compresoras .....	20	Mezcladoras .....	12
Condensadores.....	17	Motores .....	12
Enfriadores .....	17	Cañerías.....	15
Trituradoras .....	12	Bombas .....	20
Secadores .....	25	Retortas .....	22
Hornos eléctricos .....	20	Cribas .....	12
Evaporadores .....	17	Depósitos .....	20
Filtro prensa.....	17	Espesadores.....	5
Hornos de gas .....	8	Espesadores.....	15

**Fuente:** Robert S. Aries y Robert D. Neston  
Engineering cost estimation, New York  
McGraw Hill

## VIDA MEDIA DE FABRICAS COMPLETAS

TIPO DE FABRICA	Años	TIPO DE FABRICA	Años
Acidos.....	15	Electroquímica.....	17
Productos alcalinos.....	22	Producción oxígeno .....	18
Tintura de anilina.....	20	Farmacéuticas .....	20
Nitrógeno atmosférico .....	15	Gaseosas y bebidas.....	20
Carburo .....	15	Refinerías .....	25
Jabón.....	20	Celulosa .....	17

**Fuente:** La misma del cuadro anterior

**Nota:** Pese a las duraciones señaladas en los cuadros, se recomienda hacer estimaciones de costo sobre la base de 10 a 20 años de duración, para tener en cuenta la obsolescencia.

# **BIBLIOGRAFIA**

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **Manual de Proyectos de Desarrollo Económico - Naciones Unidas Programa CEPAL**  
( México,D.F.,Diciembre de 1958)
- **Revista Industrial World (Octubre 1981)**
- **Seminario Reducción del Consumo de Energía Eléctrica en Instalaciones Industriales y Comerciales (Jorge Flores Marchena - Teodoro Fernández Ramirez,Junio 1982)**
- **Consideraciones sobre el uso racional de energía en la Industria Latinoamericana (Cornelio Marchan - Ramón Fores)**
- **Política de Planificación e Implementación del uso racional de la energía (Fausto Furnari)**
- **Factores que influyen en el uso racional de la energía - Banco Mundial (Gary Gaskin - Julio Gamba)**
- **Posibilidades de Cooperación Internacional en el campo del uso racional de energía (Ulises Ramírez)**
- **Esquema de demostración energética de la Comunidad Europea (Ubaldi Zito)**
- **Uso racional de energía en la Industria Hondureña (Fausto Cáceres Avila)**
- **El sector industrial y su consumo energético (Instituto Costarricense de Electricidad)**
- **Balance térmico de una Planta de Cemento (Joaquin A. Ramirez)**
- **Consumo y racionalización en las operaciones de la Gran Minería del Cobre de Chile (Hugo Bonomelli - Valerio Rioseco)**
- **Ahorro de energía en la Industria Japonesa (Nooaki Suzuki)**
- **Utilización racional de energía en la Industria del Cemento (B. Wilson)**

- Uso racional de energía en la Industria Azucarera Cubana (Luis O. Galvez Taupier)
- La problemática de la conservación de energía en el sector azucarero (J.C. Llorente)
- La conservación de energía en la industria y la transferencia tecnología (Jose Ramón Acosta)
- Econometría Básica (Guyarati)