



Ruben Carro
6/3/02

T

663.42

C431



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica



"MEMORIAS DE LA REPARACION INTEGRAL DE UNA PLANTA
DE GAS CARBONICO"

INFORME TECNICO

Previa a la Obtención del Título de
INGENIERO EN MECANICA

Presentado por:

ERIK DARIO CHACON PACHECO



Guayaquil

-

Ecuador

Año

1 9 9 2

DEDICATORIA

Dedico este Informe Técnico a
Dios, mis padres y hermanos por
su entusiasmo, estímulo y con -
fianza.

A G R A D E C I M I E N T O

A Cecilia por el total apoyo es
piritual y material para reali-
zar este Informe Técnico.

Al Ing. Ernesto Martínez por su
valiosa dirección.



BIBLIOTECA

DECLARACION EXPRESA

DECLARO QUE:

" Este Informe Técnico corresponde a la Resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería en Mecánica".


(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos).

Erik Dario Chacon P.

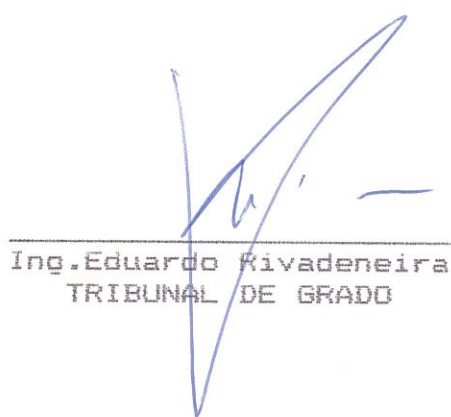
ERIK DARIO CHACON PACHECO



Ing. Nelson Cevallos
DECANO DE LA FACULTAD



Ing. Ernesto Martinez
DIRECTOR DE INFORME



Ing. Eduardo Rivadeneira
TRIBUNAL DE GRADO

RESUMEN

Siempre que se hable de cerveza, será necesario hablar del gas carbónico, no sólo por su producción en la elaboración de esta bebida, sino también por sus usos posteriores en el mismo proceso cervecero.

El sistema de recolección del gas carbónico que puede desarrollarse dentro de una empresa cervecera depende de muchos factores como son los programas de producción, números de cocimientos, los tipos de cerveza y el control de la temperatura en la fermentación; así como también del buen funcionamiento de cada uno de los componentes que conforman una Planta de Recuperación y Purificación de CO₂.

En la Compañía de Cervezas Nacionales el sistema de gas carbónico venía trabajando con baja eficiencia y sufriendo continuas interrupciones a pesar de todas las intervenciones de mantenimiento a las que había sido sometido. Todas estas circunstancias motivaron que se me designara junto con técnicos calificados el trabajo de desarrollar un

programa de control y mantenimiento para realizar una reparación definitiva de la Planta de CO₂.

En este informe se explicará en primera instancia la técnica de la elaboración de la cerveza y el proceso de producción y recolección del gas carbónico para luego tratar sobre la inspección que se realizó a cada uno de los equipos que conforman el sistema y efectuar así una evaluación del estado real en que se encontraba.

Después de un análisis de las reparaciones efectuadas anteriormente se desarrolla un programa de mantenimiento y luego se explica el avance del mismo.

Adicionalmente se explican los estudios preliminares sobre rutas de inspección, rutas de lubricación, supervisión a las hojas de control y operación de la planta para comenzar a implementar un mantenimiento preventivo.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	6
INDICE GENERAL.....	8
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE CUADROS.....	13
ANTECEDENTES.....	14
CAPITULO I. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA.....	
1.1. Descripción del proceso de elaboración de la cerveza.....	20
1.1.1. Proceso en área de Cocinas.....	24
1.1.2. Proceso de Fermentación y Maduración	25
1.1.3. Proceso de Envasado	27
1.2. Importancia del gas carbónico para la industria cervecera.....	29
1.3. Formas de abastecimiento del Gas Carbónico.	32
CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECUPERACION DEL GAS CARBONICO.....	
2.1. Generación de CO ₂	35
2.2. Recolección y Purificación.....	36
CAPITULO III. EVALUACION DEL ESTADO DE LA PLANTA DE GAS CARBONICO.....	

3.1. Inspección y Diagnóstico.....	43
3.2. Programación de mantenimiento y requerimien <u>tos</u>	71
CAPITULO IV. REPARACION COMPLETA DE PLANTA GENERADORA DE GAS CARBONICO.....	
4.1. Reparación de los equipos.....	76
4.2. Análisis de Costos.....	97
CAPITULO V. PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.....	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
BIBLIOGRAFIA.....	122

INDICE DE FIGURAS



No.	Página
1. Ubicación actual de la Planta de Cia. de Cervezas Nacionales.....	16
2. Diagrama de Flujo del Proceso de elaboración de la Malta.....	23
3. Diagrama de Flujo del Proceso en el área de Cocimiento..	26
4. Diagrama de Flujo del Proceso de Fermentación y Maduración.....	28
5. Diagrama de Flujo del Proceso de envasado y embotellado..	30
6. Curva porcentaje de extracto concentrado Vs. días de fermentación en donde se demuestra la disponibilidad de gas carbónico.....	37
7. Diagrama del Proceso de Producción y Recolección de CO ₂ ..	42
8. Válvula de alivio destapada con señales de corrosión y suciedad.....	47
9. Tanque-trampa de espuma.....	49
10. Compresor Impulsador Booster No.1 con señales de corrosión externa.....	51
11. Compresor Impulsador Booster No.2 completamente sucio....	53
12. Compresor Impulsador Booster No.2. Motor e instalaciones neumáticas de control totalmente sucias y con basura.....	54
13. Situación del panel de control con impurezas y con los cables de control desordenados.....	55

14. Vista de la Lavadora y de las Torres Desodorizadoras....	57
15. Torres Desodorizadoras en regeneración.....	59
16. Vista del sistema de Pre-enfriamiento.....	61
17. Vista de las Torres Secadoras.....	63
18. Pistón y varios elementos abandonados del Compresor No.1	65
19. Vista del Compresor de CO ₂ No.3.....	68
20. Vista del sistema de Licuefacción.....	70
21. Válvula de alivio totalmente reparada y con tubería de señal plástica.....	78
22. Situación actual del panel de control del Compresor Boos ter No.2.....	81
23. Sellos de carbón de fabricación local para ser montados en el Compresor Booster No.2.....	82
24. Trabajos de desmontaje y preparación de repuestos del Compresor Booster No. 2.....	83
25. Compresor Booster No.2 armado previa la limpieza.....	84
26. Vista de la Torre Lavadora después del mantenimiento y limpieza.....	86
27. Filtro posterior a las Torres Desodorizadoras con seña- les de residuos de carbón.....	87
28. Motor del Compresor del Preenfriador completamente lleno de lodo.....	89
29. Vista del motor del Compresor del Preenfriador desarmado en donde se puede apreciar lodo tanto en el estator como en el rotor.	90

	Página
30. Armada del motor del sistema de Preenfriamiento.....	91
31. Vista del Compresor de CO2 No.1 preparándose la superfi- cie para la pintura.....	92
32. Pistón del Compresor de CO2 No.2 listo para ser montado. Se puede apreciar los rines fabricados localmente.....	94
33. Montaje del pistón en el Compresor de CO2 No.2.....	95
34. Gráfico obtenido mediante el volumen de cerveza y los ci- clos de cocimiento y fermentación para obtener valores y producción de CO2.....	99
35. Diagrama de Disponibilidad de CO2.....	101
36. Formato para la cedulación de equipos.....	109
37. Formato para rutas de lubricación.....	111
38. Formato para hojas de vida.....	112
39. Formato para hojas de vida.....	113
40. Formato para inspección de equipos.....	115
41. Recuperación de CO2 después y antes de reparación.....	119

INDICE DE CUADROS

No. Página

INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LOS EQUIPOS

I. Válvula de alivio.....	46
II. Trampa de Espuma.....	48
III. Compresor Booster No.1.....	50
IV. Compresor Booster No.2.....	52
V. Lavadora (Scrubber).....	56
VI. Torres Desodorizadoras.....	58
VII. Preenfriador.....	60
VIII. Torres Secadoras.....	62
IX. Compresor de CO2 No.1.....	64
X. Compresor de CO2 No.2.....	66
XI. Compresor de CO2 No.3.....	67
XII. Sistema de Licuefacción.....	69

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO Y REQUERIMIENTOS

I. Válvula de alivio y seguridad. Trampa de Espuma. Compresor Impulsador (Booster) No.1. Compresor Impulsador (Booster) No.2.....	73
II. Lavadora (Scrubber). Torres Desodorizadoras. Preenfriador. Torres Secadoras.....	74
III. Compresor de CO2 No.1. Compresor de CO2 No.2. Compresor de CO2 No.3. Sistema de Licuefacción.....	75



ANTECEDENTES

La cerveza es una de las bebidas más antiguas que conoce la humanidad y su existencia data de los comienzos mismos de la civilización, en lo más remoto de la era agraria.

Como una agroindustria integral, no obstante a los progresos logrados en materia de ciencia y tecnología aplicadas, continúa derivando sus materias primas e insumos principales de la producción agraria.

La tendencia que predomina en la infraestructura de las nuevas cervecerías, es hacia unidades muy grandes para aprovechar las economías de escala en la construcción y producción.

Actualmente son comunes las cervecerías que tienen una capacidad anual

superior a los tres millones de hectolitros de cerveza al año.

La industria cervecera adquiere características importantes en la vida nacional a comienzos de siglo, cuando el país llega a contar con tres cervecerías: Dos en Quito (La Campana y la Victoria S.A.) y una en Guayaquil (Cia. de Cervezas Naciones C.A.) constituida como tal el 27 de Mayo de 1913.

En el año 1934 la Cervecería ubicada en el Barrio Las Peñas pertenece a la Cia. de Cervezas Nacionales producía 1400 Hectolitros de cerveza al año y se había convertido en una importante industria de este producto.

Ya en el año 1978 se concluía la construcción en las afueras de Guayaquil de la Planta Pascuales, la misma que es considerada como una de las más modernas cervecerías del mundo con una capacidad para cuatro millones de hectolitros por año.

En la Figura No.1 podemos observar la ubicación de la Planta Pascuales ubicada en las afueras de Guayaquil.

Actualmente trabaja con una capacidad de procesamiento de aproximadamente dos millones de hectolitros al año.

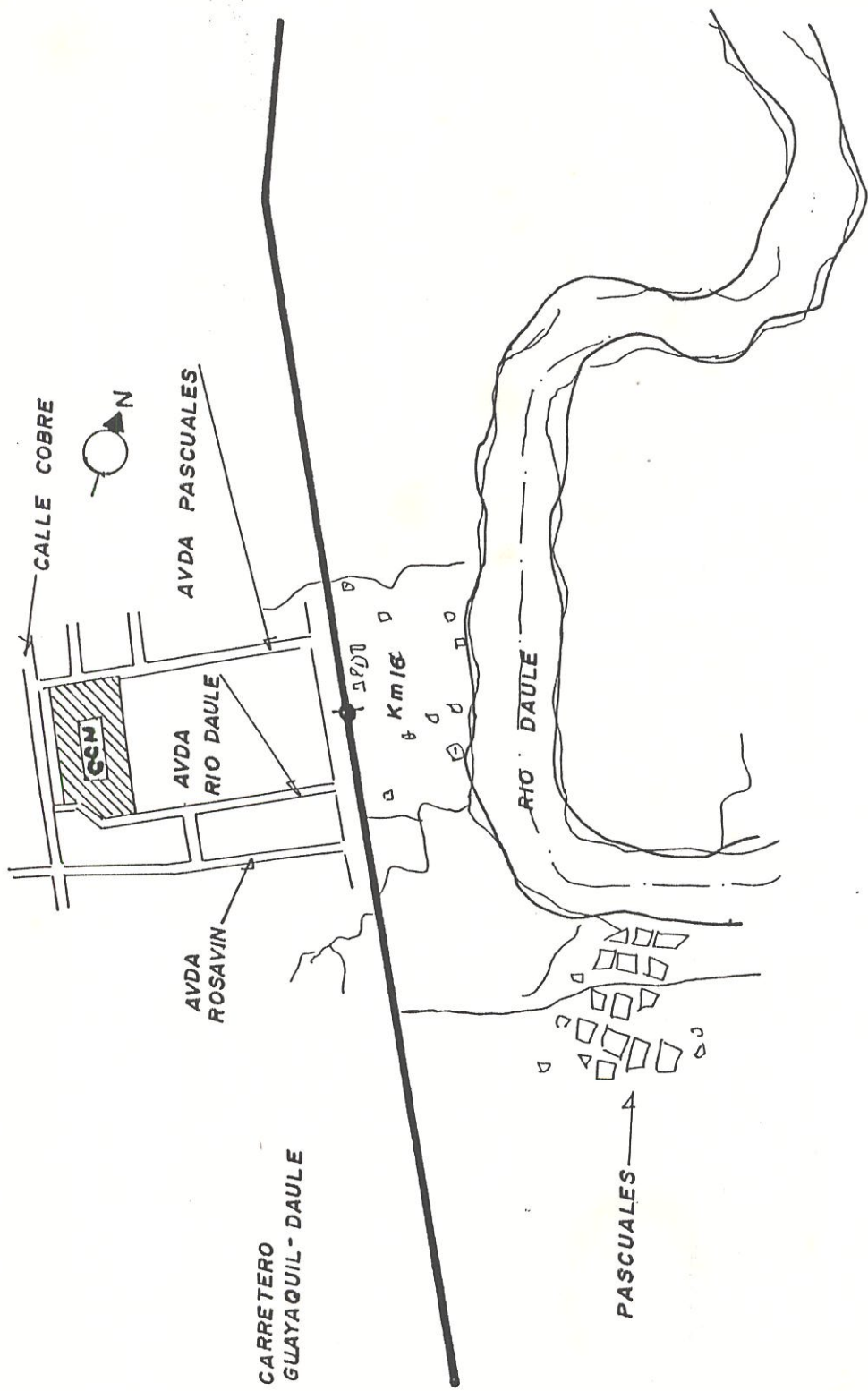


FIGURA No.1

UBICACION ACTUAL DE LA PLANTA DE CIAS. DE CERVEZAS NACIONALES C.A.

A principios de 1988 la Cia. de Cervezas Nacionales sufrió un problema laboral que ocasionó que paralizaran todas sus operaciones de producción inesperadamente. Lo cual interrumpió el proceso de fabricación de la cerveza.

El efecto de la descomposición de la cebada, las fugas de amoníaco del sistema de refrigeración, las fugas de CO2 almacenado junto con el abandono total afectaron todos los equipos produciendo un severo daño por corrosión.

Luego de transcurrido aproximadamente doce meses se superaron todos los conflictos laborales y se decidió prescindir de los empleados.

Para reiniciar operaciones en la Planta, se contrató compañías externas para darle un mantenimiento general a los equipos.

El personal operativo que estuvo a cargo de los equipos eran personas sin experiencia, los mismos que fueron capacitados inmediatamente.



Los equipos que generaban los servicios que mueven la cervecería (Vapor, agua, refrigeración, electricidad, aire comprimido y dióxido de carbono) tuvieron serias dificultades al comienzo de su funcionamiento, los cuales fueron relativamente superados.

La Planta de Recuperación de gas carbónico siguió teniendo inconvenientes, lo que ocasionó que se desperdiciara mucho producto e inclusive que se tuviera que adquirir externamente para poder continuar con la producción. La mala operación y la falta de reposición de repuestos de las partes gastadas ocasionaron este mal funcionamiento. Por lo tanto, se contrató personal calificado para que revisara la Planta de Recuperación de CO₂ y capacite personal.

La revisión se centró en equipos en los cuales era más notoria su mala operación descuidando otros, además no se llevó ningún registro de los trabajos y cambios de repuestos que se efectuaron. Todo esto originó que la Planta trabajara en forma intermitente y con variada eficiencia.

A principios del año 1991 fui seleccionado juntamente con otros técnicos, los cuales estábamos más familiarizados con la Planta de CO₂ tanto en operación como también en las reparaciones realizadas para que con mayores elementos de juicio diéramos una solución definitiva al problema ya que las continuas paradas y el desperdicio del gas

carbónico que se generaba y no se podía recuperar afectaban los costos de producción de la Compañía.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA

1.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA

Se llama cerveza al producto que se obtiene de la fermentación alcohólica de una infusión de cereales, especialmente cebada y harina de malta.

Sin embargo y por extensión se denomina cerveza al producto alcohólico que se obtiene de cualquier cereal amiláceo como maíz, centeno, arroz, cebada, etc.

Algunos motivos por los que se prefiere utilizar cebada son:

* Se produce prácticamente en todo el mundo



BIBLIOTECA

- * Madura y puede cosecharse relativamente pronto (120 días)
- * El grano contiene una gran cantidad de almidón (55-65%)
- * Puede desarrollar con el maltaje buena cantidad de enzimas
- * Una vez malteada se suelta fácilmente la cáscara y sirve como medio filtrante
- * Contiene relativamente baja cantidad de grasa o aceite (la grasa es perjudicial para la cerveza)

La malta es el ingrediente más importante que interviene en la elaboración de la cerveza y es un producto derivado de la cebada.

Un procedimiento característico de fabricación de malta es el siguiente:

- Comienza con la recepción de la cebada, la cual es pasada por tamices para eliminar piedras, palos y demás impurezas grandes antes de ir a los Silos de almacenaje. Durante este etapa de almacenamiento se le inyecta frío para conservar al cereal fresco.
- Cuando va a ser utilizado el producto pasa por otros equipos de limpieza para eliminar tierras, arenas, materiales metálicos y para clasificar el grano que sirve para ser malteado.



- La cebada para malteo pasa a las tinas de remojo, donde comienza el proceso de germinación. Aquí se inyecta agua para producir el desarrollo del grano y también aire para impedir que por falta de oxígeno se ahoguen.
- Luego de las tinas de remojo la cebada pasa a las cajas de germinación o saladines para su germinación previamente determinada mediante aire frío para el desarrollo del grano.
- Una vez que ha germinado la cebada se le inyecta aire caliente para producir la tostación y concluir la transformación de cebada a malta.
- La malta pasa por sistemas mecánicos que retiran la raicilla producto de la germinación además de polvo.
- Por último cuando el grano está limpio pasa hacia los Silos para su almacenamiento y uso posterior.

En la Figura No. 2 se observa el diagrama de bloques del proceso de elaboración de la Malta.

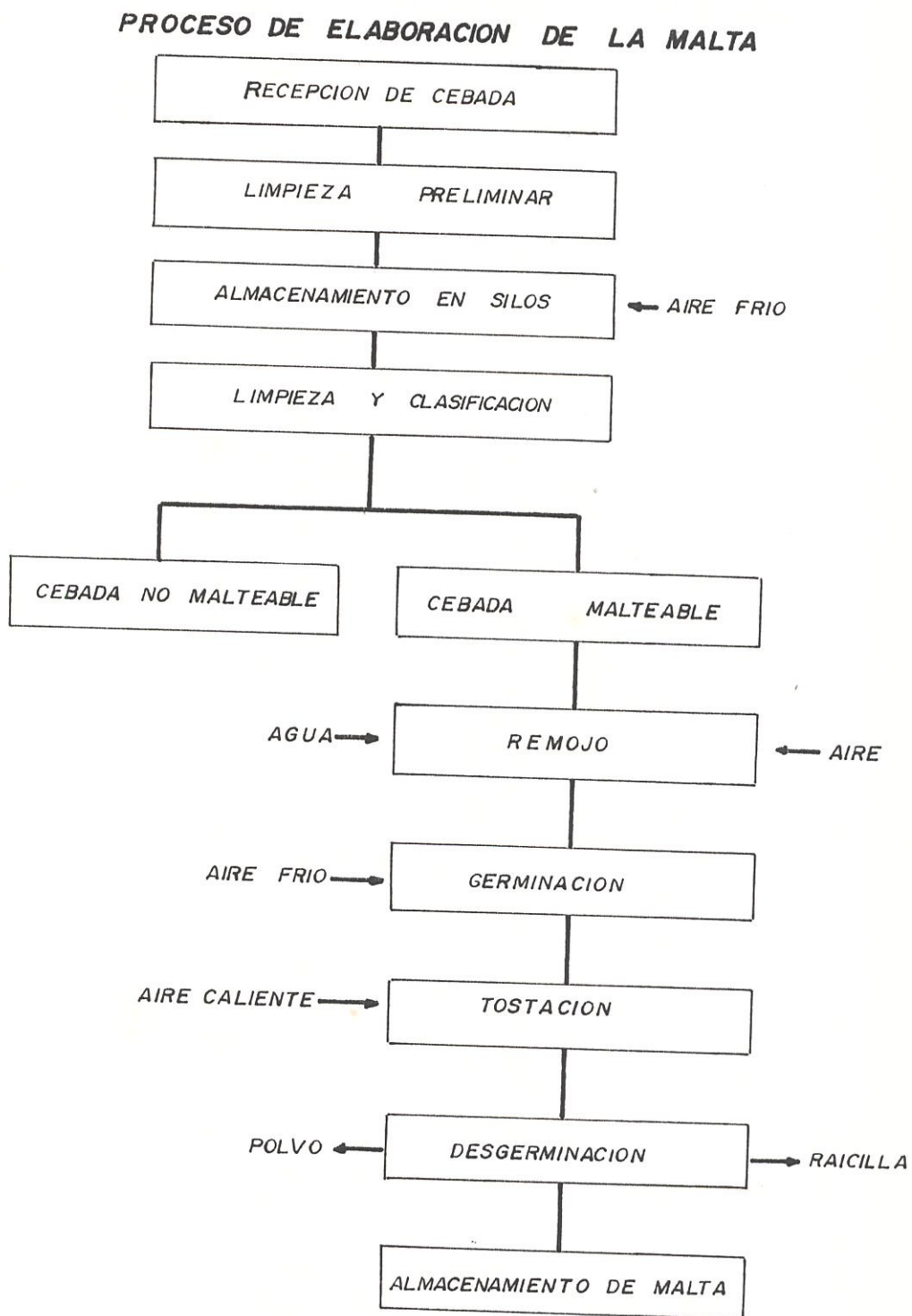


FIGURA No.02

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA MALTA

A continuación se presenta las diferentes etapas del proceso de elaboración de la cerveza:

1.1.1. Proceso en área de Cocinas.

Una vez explicado y obtenida la Malta estamos en capacidad de elaborar cerveza.

La fabricación de la cerveza comienza en la zona llamada de cocimiento o cocinas. Aquí se recibe la malta, la cual es limpiada y colocada en tolvas pequeñas, además de la malta también se recibe la cebada no malteable y otros cereales denominados adjuntos que pueden ser trigo o arroz y almacenados en tolvas pequeñas independiente de las de Malta.

La malta es pesada y triturada por molinos, transportada luego hacia la paila de malta o mezclas e inician su cocción, al mismo tiempo los adjuntos son molidos y pesados e introducidos a la paila de adjunto donde también se inicia la cocción.

Después de un tiempo determinado los adjuntos son transportados a la paila de malta en donde la mezcla es calentada otro intervalo de tiempo.

Toda esta mezcla se transfiere al filtro donde se separa el

afrecho del líquido o mosto. El mosto llega a una paila principal donde es hervido y dosificado con lúpulo el cual le da el sabor amargo.

Este mosto llega después al tanque de sedimentación o Whirpool para eliminar residuos pequeños de afrecho o lúpulo y como enfriamiento preliminar antes de ir a la bodega de frío y comenzar el proceso de fermentación.

En la Figura No.3 se observa el diagrama de flujo del proceso en el área de cocimiento.

1.1.2. Proceso de Fermentación y Maduración.

El proceso de fermentación y maduración comienza con la recepción del mosto desde las cocinas hasta la bodega de frío.

El mosto es inicialmente enfriado mediante agua fría antes de pasar a los tanques de fermentación y maduración. Para poder realizar la fermentación y maduración se necesita una dosificación de levadura y es en esta etapa donde se produce

ETAPA DE COCIMIENTO

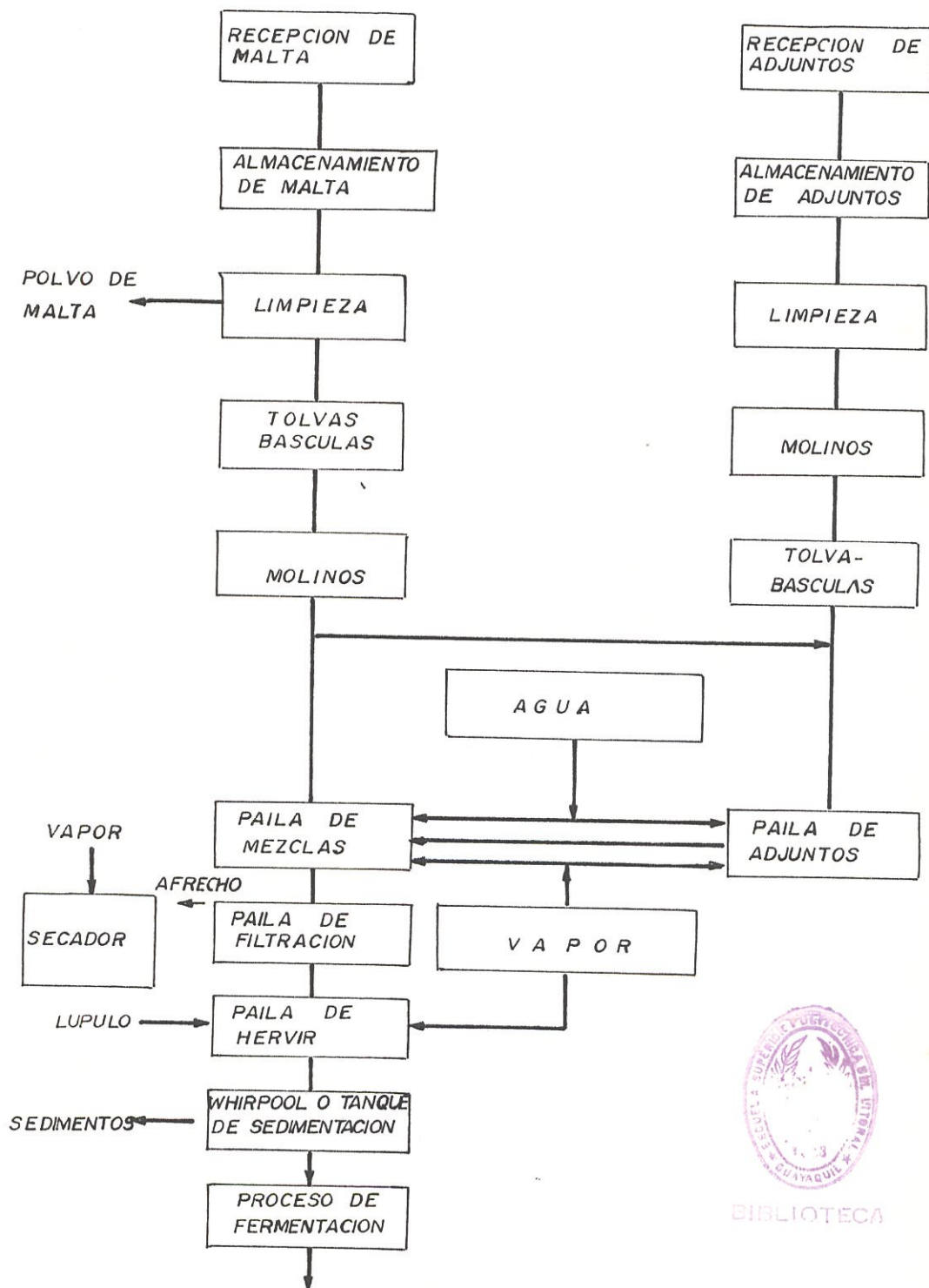


FIGURA No.03

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO EN EL AREA DE COCIMIENTO

el dióxido de carbono, el cual es dirigido hacia la Planta de Recuperación.

Después de esta etapa de fermentación la cerveza pasa a madurar por un tiempo determinado hasta que la cerveza obtenga un grado alcohólico y proteínico específico. Después esta cerveza es enfriada, filtrada y mezclada con agua y está lista para el proceso de envasado.

En la Figura No. 4 se aprecia el proceso de Fementación y Maduración.

1.1.3. Proceso de Envasado.



El proceso de Embotellado se realiza en el Salón de Envase y comienza con la recepción de los palets de botellas vacías, los cuales son desarmados e inspeccionados para revisar que no existan botellas rotas o dañadas.

Luego de que todas las botellas buenas entran en la lavadora, en donde con una solución de soda caliente son lavadas y luego enjuagadas con abundante agua. Todas estas botellas lavadas

PROCESO DE FERMENTACION Y MADURACION

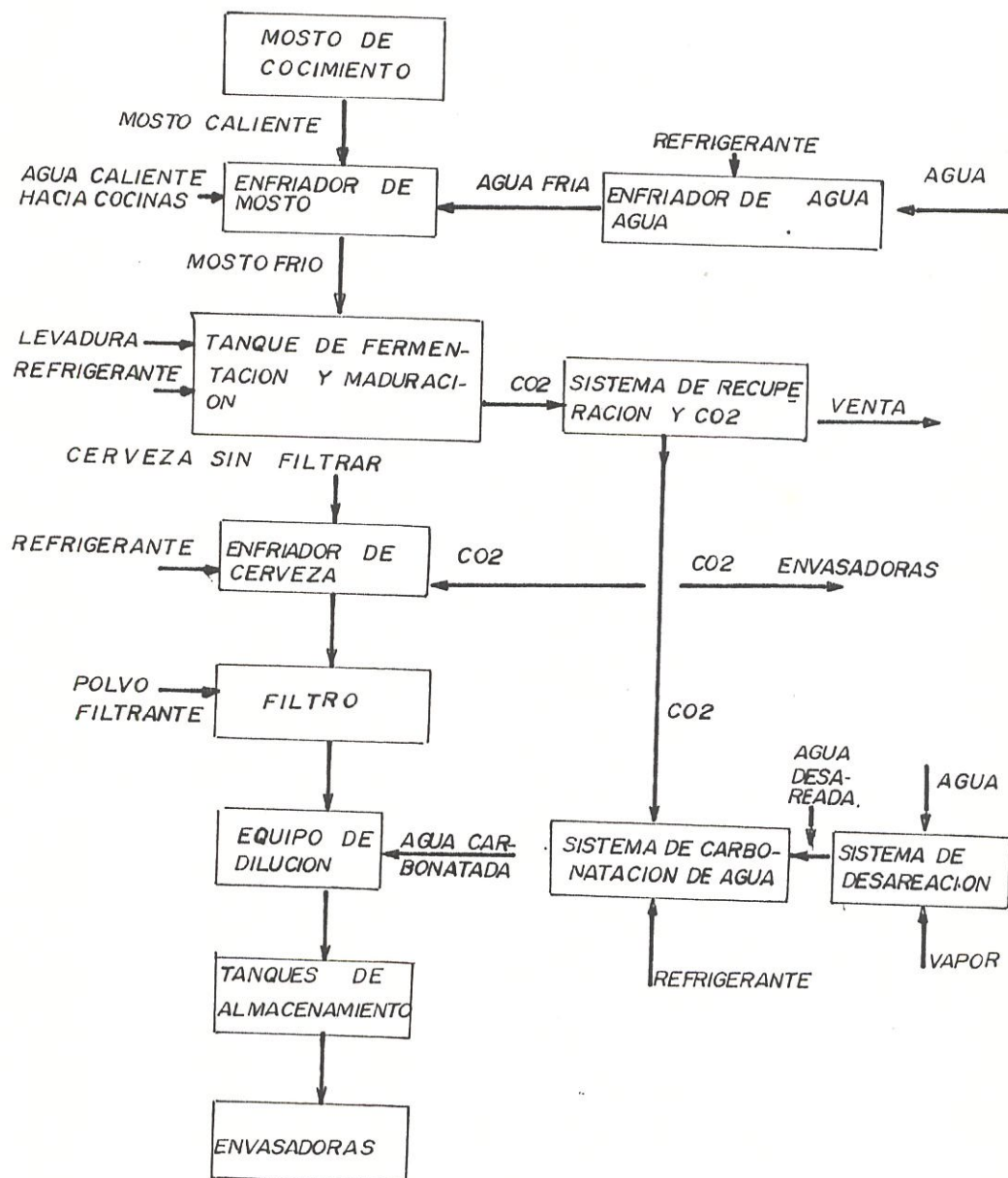


FIGURA No.04

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FERMENTACION Y MADURACION

pasan por un Inspector electrónico, donde son separadas las botellas que no están completamente limpias.

Las botellas limpias pasan a las envasadoras, donde son llenadas con cerveza contrapresionadas con CO₂ y tapadas para luego pasar por el Inspector de botellas llenas en donde son separadas las botellas mermadas.

De aquí los envases llegan a las pasteurizadoras donde son calentadas mediante vapor para lograr la estabilidad microbiológica y que no se deteriore el líquido por el tiempo que pudiera estar almacenadas.

Las botellas son entonces etiquetadas y paletizadas para su despacho según sea el caso.

En la Figura No. 5 se muestra el proceso de Envasado.

1.2. **IMPORTANCIA DEL GAS CARBONICO PARA LA INDUSTRIA CERVECERA**

El objetivo más importante del uso del gas carbónico en una industria cervecera es el reemplazo del aire, ya que al igual que muchos alimentos la cerveza no tiene una estabilidad ilimitada. Cuando transcurre el tiempo se produce cambios por oxidación debido a la presencia de aire que ocasiona un deterioro del sabor

PROCESO DE ENVASADO Y EMBOTELLADO

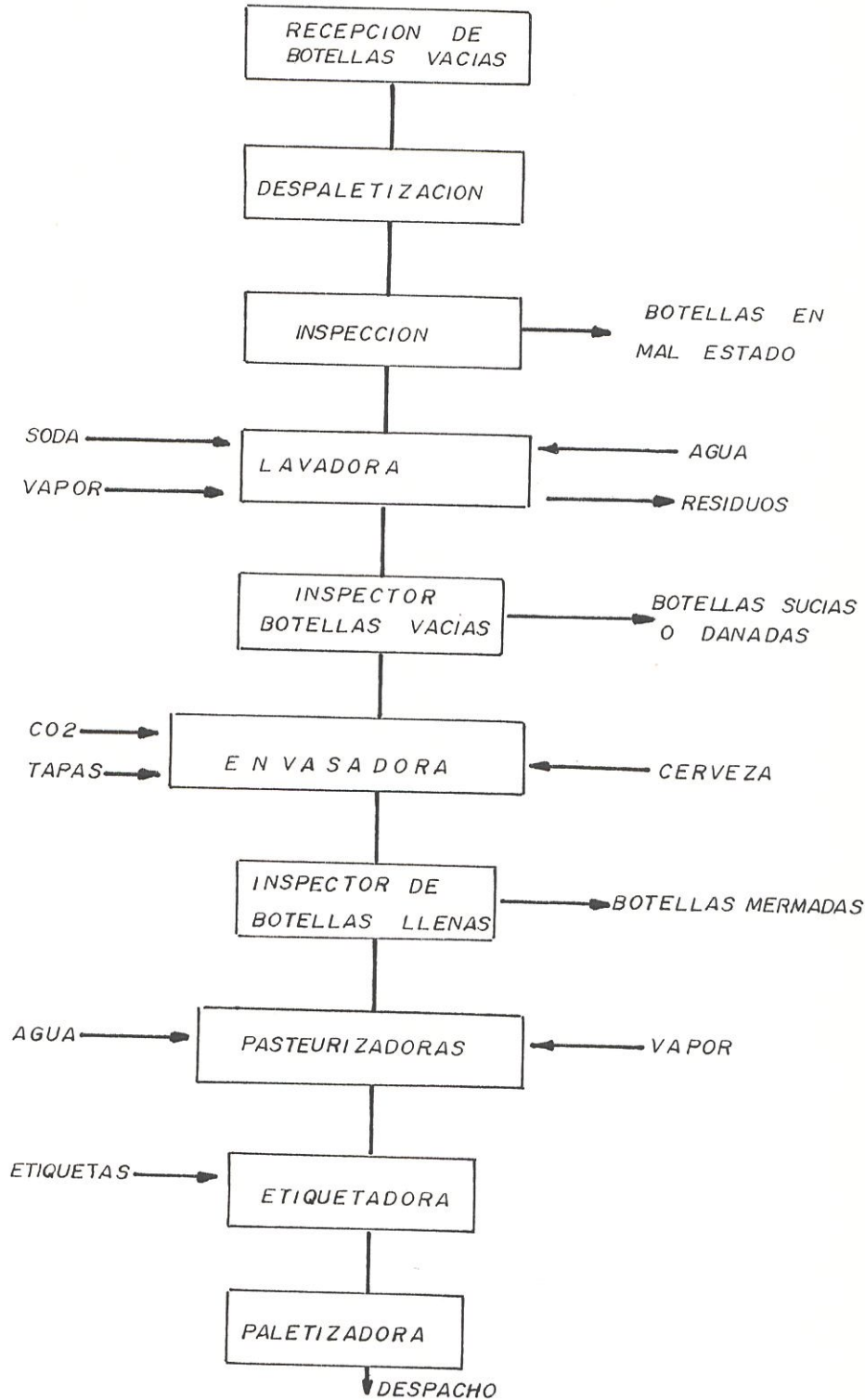


FIGURA No.05

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENVASADO Y EMBOTELLADO

y desarrollo de compuestos indeseables que están presentes en la cerveza fresca.

El proceso de carbonatación es una operación relativamente fácil y puede incorporarse dentro del proceso de almacenamiento y embotellado en cualquier punto que sea conveniente.

Los principales usos del gas carbónico en una cervecería se pueden resumir en:

CONTRAPRESION PARA TRASIEGO DE CERVEZA.- En este caso su función principal es reemplazar al aire en los tanques donde se va a recibir la cerveza y llenar el espacio libre que queda cuando se los está desocupando con el fin de minimizar la presencia de oxígeno y reducir la oxidación.

CARBONATACION DE CERVEZA.- Durante el enfriamiento y filtración de la cerveza a través de un difusor de acero inoxidable, el difusor crea burbujas muy finas de CO_2 (10 a 100 u.) que ingresan fácilmente dentro de la solución. La finalidad de la carbonatación de la cerveza es para darle la estabilidad y características deseadas.

CARBONATACION DE AGUA PARA CERVEZA CONCENTRADA.- Aquí se inyecta el

CO₂ al agua en forma similar que se lo hace con la cerveza para poder realizar mezclas posteriores de agua y cerveza concentrada.

INYECCION DE CO₂ PARA AGITACION EN LOS UNITANQUES.- El gas carbónico es utilizado para revolver en etapas de maduración dentro de los tanques de fermentación para fines de enfriamiento rápido o para la eliminación de la cerveza floculada.

LAVADO DE CERVEZA MERMADA.- Donde se recupera los niveles de CO₂ de la cerveza que se devuelve a los tanques por estar mal embotellado.

PROCESO DE LLENADO.- Otro de los usos más importantes del CO₂ es el proceso de llenado, en donde se lo necesita para la contrapresión del tanque de la llenadora y para la gasificación debajo de la tapa, aquí todo el aire que hay dentro del espacio libre de una botella debe desplazarse antes de aplicarse la tapa, el CO₂ es inyectado creando burbujas que retiran el aire presente.

1.3. FORMAS DE ABASTECIMIENTO DEL GAS CARBONICO

El gas carbónico es generalmente producido para la industria

de bebidas por dos métodos: Una planta generadora o por la utilización de los gases producto de la combustión de algún equipo en la Planta. Y en el caso de las cervecerías el CO_2 es producido en los tanques de fermentación.

En la Planta Generadora un combustible como el Kerosene o el Fuel Oil No.2 (o quizás algún combustible más pesado) es quemado para proveer un gas que contiene dióxido de carbono con mínimas cantidades de oxígeno.

Estos sistemas normalmente consisten de un generador-recalentador, enfriador, equipo de absorción, separadores y bombas intercambiadores de calor y sistema de tuberías.

En la Planta de gas-combustible, ésta puede emplear los gases de la combustión de un caldero o de otro equipo que queme elementos volátiles. Este tipo de sistema no ha sido muy exitoso debido a la cantidad de oxígeno y otros componentes como son el azufre, hidrocarburos no quemados, etc. en los gases. Por lo tanto ha necesitado implementaciones para permitir la integración de la Planta de CO_2 al ciclo de vapor para potencia de la industria.

En las cervecerías normalmente se recoge el dióxido de carbono de los

gases producto de la fermentación de la cerveza. Los cuales son recolectados por tuberías y enviados a la Planta de purificación y almacenamiento. La misma que debe ser diseñada para la capacidad necesaria en cada cervecería de acuerdo a los niveles de producción. Luego que la pureza del gas carbónico llega al 99% se procede a realizar el proceso de recuperación.

Un sistema de recuperación de gas carbónico consta normalmente de una trampa de espuma, un compresor impulsor, torres lavadoras, torres de-sodorizadoras, torres secadoras, enfriadores, compresores de gas, condensadores y tanques de almacenamiento.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECUPERACION DEL GAS CARBONICO

Existen diferentes sistemas de recuperación de CO₂, pero todos son básicamente diseñados para dar el mismo resultado: el poder recolectar el suficiente gas para los usos posteriores del proceso cervecero.

En este capítulo trataremos los puntos principales sobre la generación, cálculos para determinar el tamaño de un sistema, purificación y descripción de cada uno de los componentes.

2.1. GENERACION DE CO₂

El complejo proceso de la fermentación del mosto para la producción de cerveza se puede resumir para efectos prácticos en la sencilla ecuación:



Tomando datos de la concentración de azúcares en el Mosto y la variación de la temperatura durante el tiempo de fermentación se obtiene una curva típica como se muestra en la Figura No.6 en donde se observa la disponibilidad de CO_2 durante el proceso de fermentación.

La cantidad de CO_2 que es recogible para su recuperación y reutilización en la Planta puede determinarse graficando el programa para el llenado de fermentadores con mosto a medida que se complementan cocimientos.

2.2. RECOLECCION Y PURIFICACION

El gas carbónico proveniente de los tanques de fermentación es recolectado y envasado a la Planta de purificación. La cual debe ser diseñada para la capacidad necesaria en cada cervecería de acuerdo a los niveles de producción. Las impurezas presentes en el gas carbónico tales como alcoholes, aldehidos comunican sabores y aromas no deseados en el gas carbónico y por tanto deben ser eliminados, para esto se utilizan esencialmente cuatro etapas de purificación así:



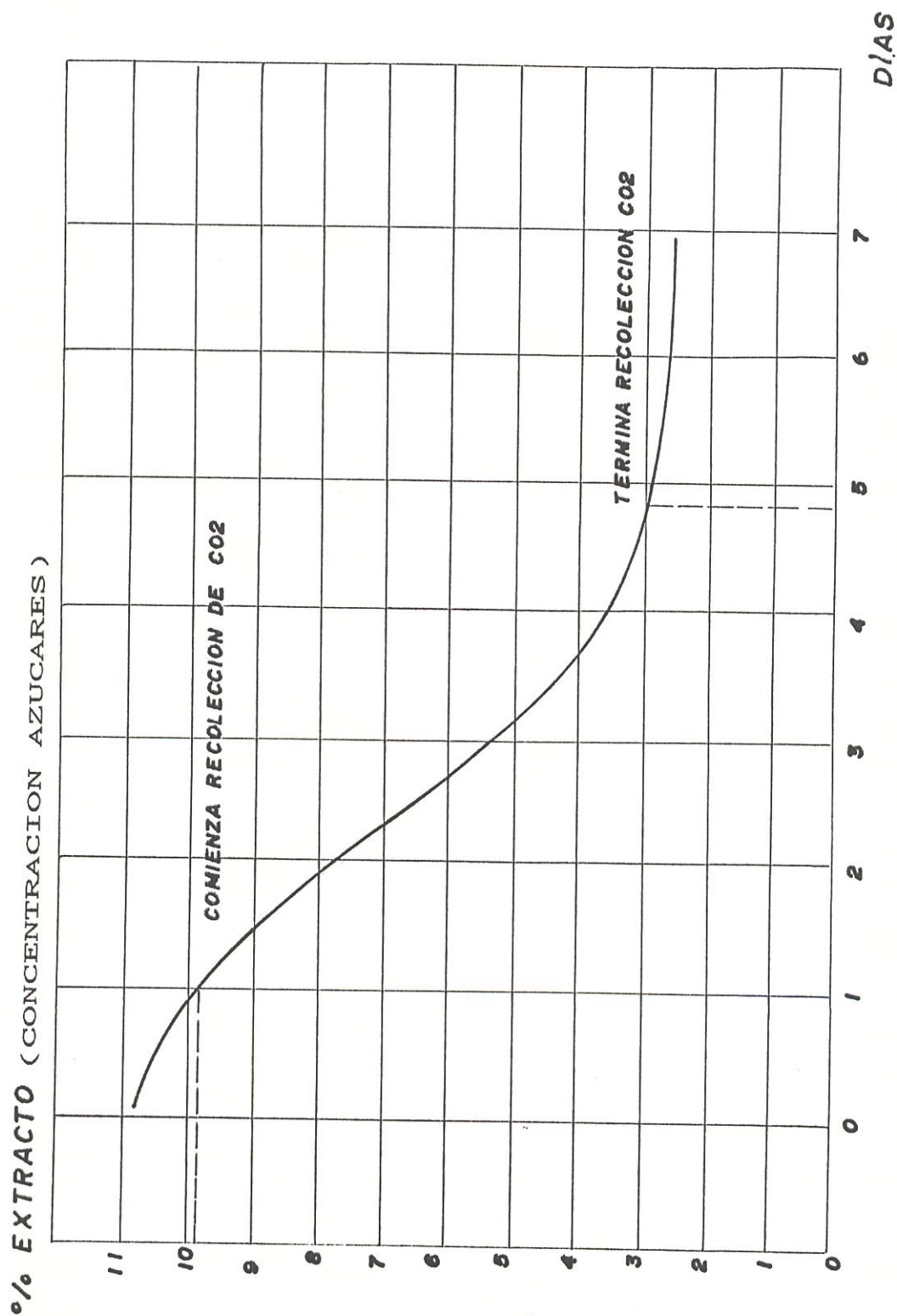


FIGURA No.6

CURVA PORCENTAJE EXTRACTO CONCENTRADO Vs. DIAS DE FERMENTACION DONDE SE DEMUESTRA DISPONIBILIDAD DE GAS CARBONICO

1. Retiro de sustancias solubles en agua.
2. Retiro de sustancias insolubles en agua
3. Retiro de humedad antes de la licuefacción
4. Retiro de gases no condensables por licuefacción

Se describirá en forma general el sistema típico diseñado para la purificación y recolección de CO₂.

El sistema de CO₂ arranca con los tanques de fermentación y maduración. Ya que normalmente se prefiere presión baja de CO₂ en el fermentador, digamos 0.5 PSIG, el compresor de Impulsión (Booster) y las trampas de espuma están ubicadas cerca de los fermentadores. La presión del fermentador es automáticamente controlada. La presión del gas es elevada lo suficiente en el impulsor de 3.5 a 5.0 PSIG, para vencer las caídas de presión que se encuentren en el tanque lavador y purificador de carbón antes de que llegue al compresor.

Todas las impurezas solubles en agua y partículas arrastradas desde los fermentadores son eliminados en el lavador. Una torre llena resulta un limpiador efectivo, ofreciendo una gran superficie de contacto entre el gas y el agua para la eliminación de alcoholes solubles, cetonas, aminas, compuestos de azufre, etc. El carbón activado que está en el purificador o desodorizador se usa para absorber los compuestos

orgánicos insolubles en agua. El carbón activado es periódicamente reactivado con aire caliente (400°F , 200°C) por medio del cual las impurezas absorbidas son liberadas por el carbón. El desodorizador es ubicado delante del compresor de CO_2 , de manera que las impurezas no queden sometidas a elevadas temperaturas de compresión ($275\text{--}325^{\circ}\text{F}$, $135\text{--}163^{\circ}\text{C}$) que harán menos eficiente su eliminación por el carbón activado.

El compresor de tipo seco, disponible en una serie de tamaños y capacidades, normalmente es una máquina recíproca de dos etapas. Las piezas internas que entran en contacto con el CO_2 son de acero inoxidable, siendo de teflón sus anillos de pistón y empaquetaduras. El CO_2 es comprimido a 250 PSIG y el calor de la compresión se mantiene en $275\text{--}325^{\circ}\text{F}$ ($134.86\text{--}180.37^{\circ}\text{C}$) con agua fría a través de la camisa de la cabeza del cilindro y de los enfriadores de gas intermedio y final. El gas comprimido, una mezcla de CO_2 y de vapor de agua, es enfriado y secado antes de ser condensado para convertirse en CO_2 líquido.

Un preenfriador tubular, refrigerado por amoníaco, glicol o freón, se utiliza delante del secador para reducir la temperatura del gas hasta aproximadamente 60°F (4.4°C). Una porción sustancial del vapor de agua es eliminada en el enfriador y la parte restante por el lecho de alúmina activada en los secadores de torre dual. La baja temperatura

de gas de entrada produce un secado eficiente. El desecante puede ser regenerado por vapor o por aire caliente.

La eliminación completa de la humedad es necesaria, ya que cualquier vapor de agua que permanezca en el CO₂ quedará condensado en los tubos del licuador, produciendo obturación por escarcha. El contenido de aire a través del sistema de recolección de CO₂ debe ser menos de uno por ciento. El proceso de compresión-licuefacción no puede abarcar mayores cantidades de aire sin excesivas pérdidas de CO₂. El aire es condensable a las condiciones de temperatura y de presión mantenidas en el condensador de licuefacción y es purgado mediante la evacuación periódica del mismo, lo cual es indicado por la alta presión en el condensador.

El CO₂ líquido es almacenado en tanques. La capacidad de almacenamiento debe ser aproximadamente igual a tres días de una generación máxima de CO₂ a partir de la fermentación. Cuando se necesita el CO₂ gaseoso, el CO₂ líquido es evaporado hasta lograr un gas bajo presión dentro de un vaporizador. El calor necesario es suministrado por vapor. Un método exitoso usa el vapor para calentar una solución de Glicol líquido que a su vez proporciona calor para vaporizar el CO₂ líquido. La recirculación de una solución de Glicol para la transferencia térmica separa completamente el calor y el CO₂ y siempre da una pronta reacción que es necesaria para abastecer demandas fluctuantes de CO₂ dentro de la Planta.

En la Figura No. 7 se observa un diagrama de una Planta de Recuperación de CO₂.



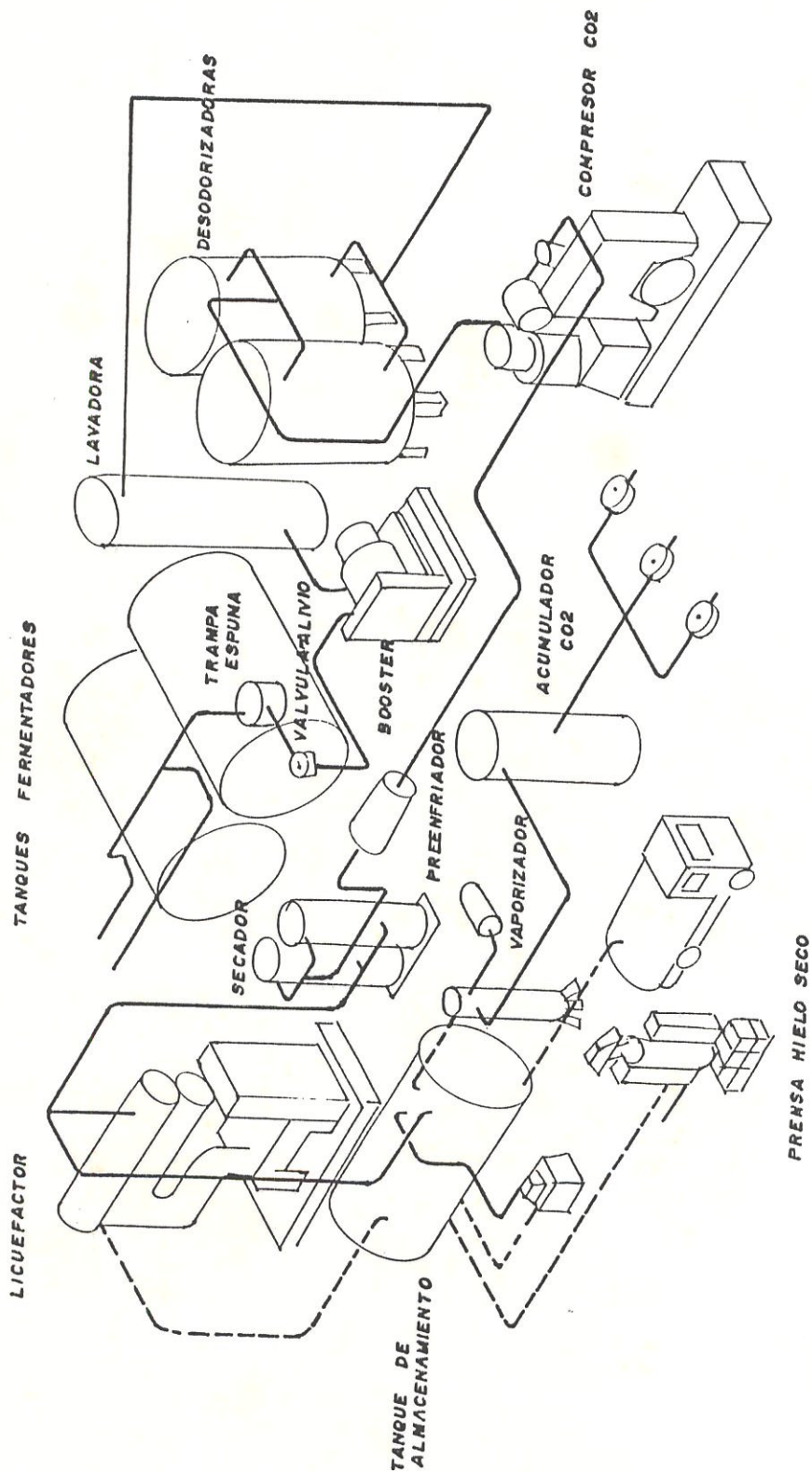


FIGURA No. 7

DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION Y RECOLECCION DE CO₂

CAPITULO III

EVALUACION DEL ESTADO DE LA PLANTA DE GAS CARBONICO

3.1. INSPECCION Y DIAGNOSTICO

A pesar de haber estado controlando y estar atento de la operación de la Planta de Recuperación de CO₂, se realizó una inspección de cada uno de los equipos que conforman el sistema para evaluar el estado real y poder realizar un programa de mantenimiento y todos los repuestos y personal que se necesitará.

Para poder agilizar la inspección se creó un formato en el que se analiza cada equipo en forma clara de la siguiente manera:

El formato consta de cuatro partes:

En la primera parte se especifica el equipo que se inspeccionará y se desglosa en las partes más importantes de éste: Cada una de estas partes se analiza para determinar en qué situación se encuentra.

Para evaluar la situación de cada parte del equipo se han estandarizado seis parámetros que indican en forma general el estado de cada uno.

Los parámetros están señalados y son:

- | | |
|------------|--|
| Normal: | Nos indican funcionamiento normal dentro de las condiciones de trabajo. |
| Anormal: | Que indica que la parte del equipo está operando fuera de los parámetros de operación. |
| Sucia: | Tiene demasiadas impurezas y materiales extraños externamente. |
| Corrosión: | Estado de corrosión avanzada. |
| Dañado: | El elemento debe ser reparado o cambiado. |
| Pintura: | Que necesita pintarse. |

Una vez evaluados estos parámetros generales del estado del equipo se analiza en el cuadro siguiente circunstancias más específicas en la operación del equipo que son necesarias conocer para la reparación del mismo.

En el último cuadro se tiene el diagnóstico en el cual se revisa to dos los datos anteriores y se trata de llegar al real causante del mal funcionamiento del equipo.

En las páginas posteriores se observan los cuadros de inspección y diagnóstico.

CUADRO No. I
INSPECCION Y DIAGNOSTICO

EQUIPO		SITUACION						OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
VALVULA DE ALIVIO		NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DANADO	PINTURA		
LAMINA			x	x	x			- ESTA VALVULA NO ESTA REALIZANDO SU FUNCION DE DEJAR AL AMBIENTE SOLO EL SOBREFLUJO DE GAS SINO QUE QUE DA ABIERTA BOTANDO TODA LA PRODUCCION DE CO2.	- LAS PARTES INTERNAS DEL EQUIPO PUEDEN ESTAR GASTADAS PUESTO QUE NO HAY HISTORIA DE REPARACIONES ANTERIORES.
CONEXIONES			x		x			- LA REVISION DE LA TUBERIA QUE DA LA SEÑAL DE LA VALVULA PILOTO A LA VALVULA REGULADORA ES MUY COMPLICADA.	- EL EXCESO DE VOLUMEN DE MOSTO EN LOS TANQUES Y LA FALTA DE CONTROL DE TEMPERATURA DE FERMENTACION OCASIONAN ARRASTRE DE LEVADURA Y ESPUMA QUE OBSTRUYEN LA VALVULA Y CONEXIONES CON ESTAS IMPUREZAS.

FIGURA No. 08



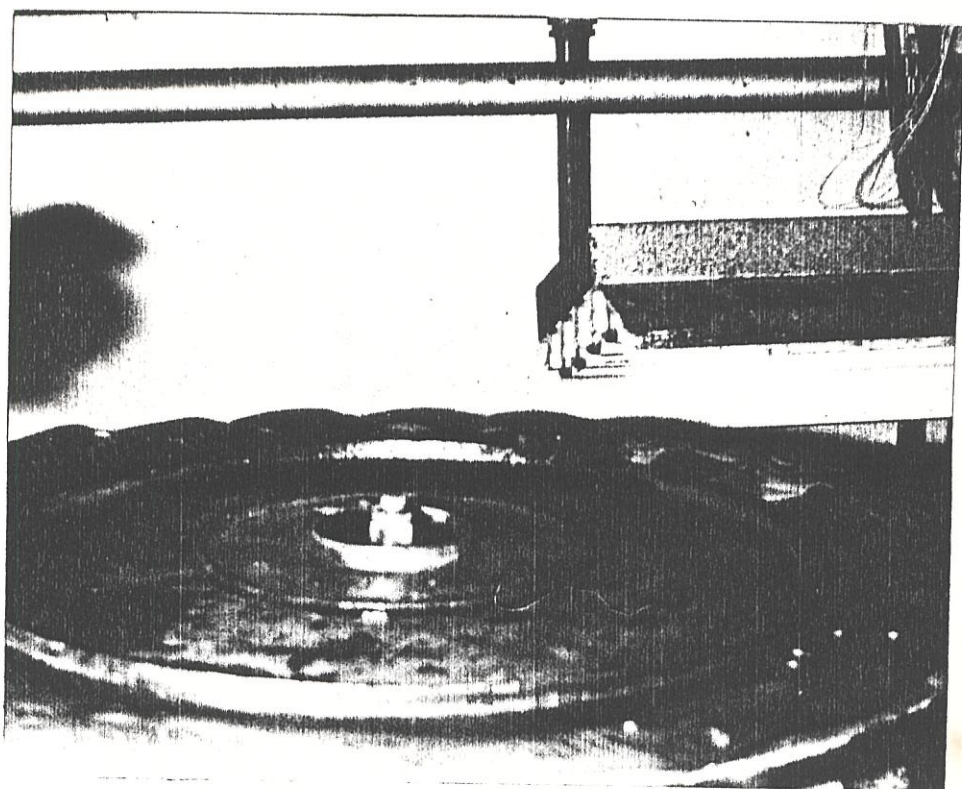


FIGURA No. 08

VALVULA DE ALIVIO DESTAPADA CON SEÑALES DE CORROSION Y SUCIEDAD

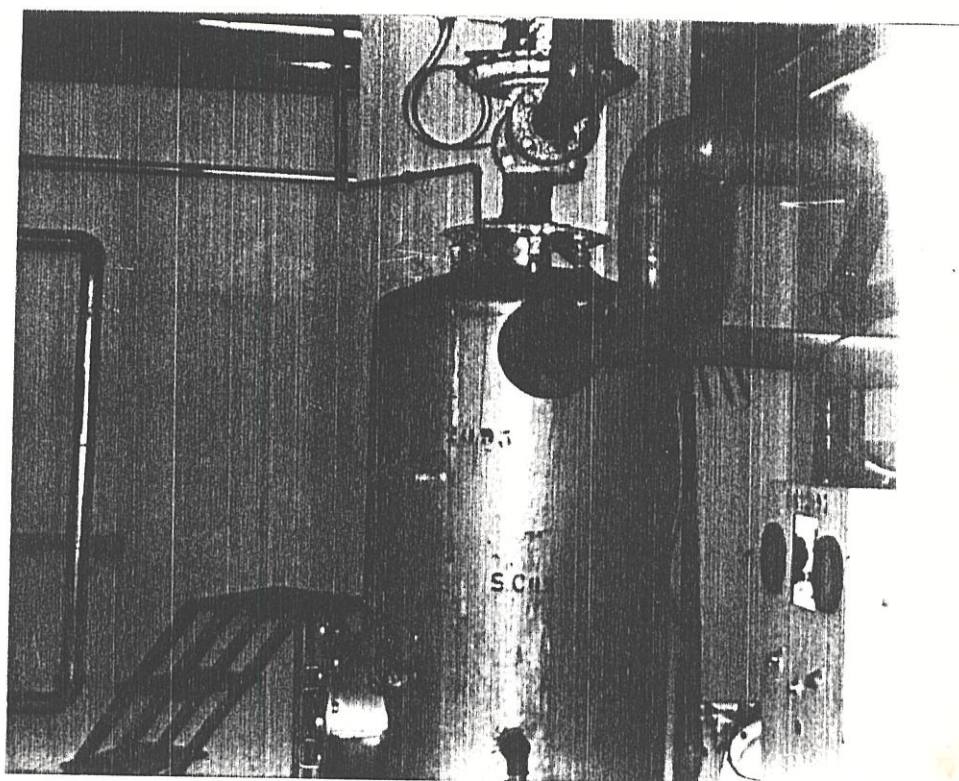


FIGURA No. 09

TANQUE-TRAMPA DE ESPUMA

CUADRO No. III
INSPECCION Y DIAGNOSTICO


EQUIPO	SITUACION					OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DAÑADO	PINTURA	
COMPRESOR BOOSTER No.1							
ACOPLE		X					- INSPECCIONAR LOS PERNOS DE ANCLAJE POR SI ESTAN FLOJOS.
CARCAZA		X	X	X		X	- TAMBIEN SE REVISARA EL ACOUPLE DEL MOTOR CON EL COMPRESOR.
RUIDO		X					- SI LOS ELEMENTOS ANTERIORES ESTAN BIEN ES NECESARIO DESARMARLO PARA REVISAR EL BALANCEAMIENTO DE LOS IMPELLERS Y LOS RODAMIENTOS.
VIBRACION		X					
VALVULA DE CONTROL			X				
VALVULA DE DIAFRAGMA	X					X	
PRESOSTATOS	X						
MANOMETROS	X						
BY-PASS	X						
LUBRICACION		X					
PANEL ELECTRICO			X	X		X	
							

FIGURA No. 10

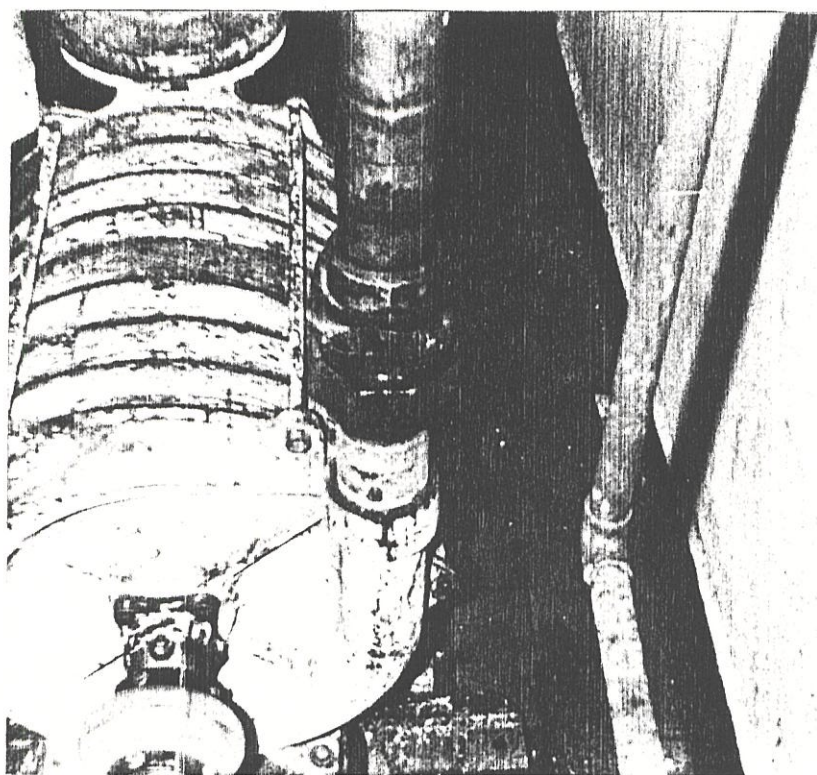


FIGURA No.10

COMPRESOR IMPULSADOR BOOSTER No.1 CON SEÑALES DE CORROSION EXTERNA

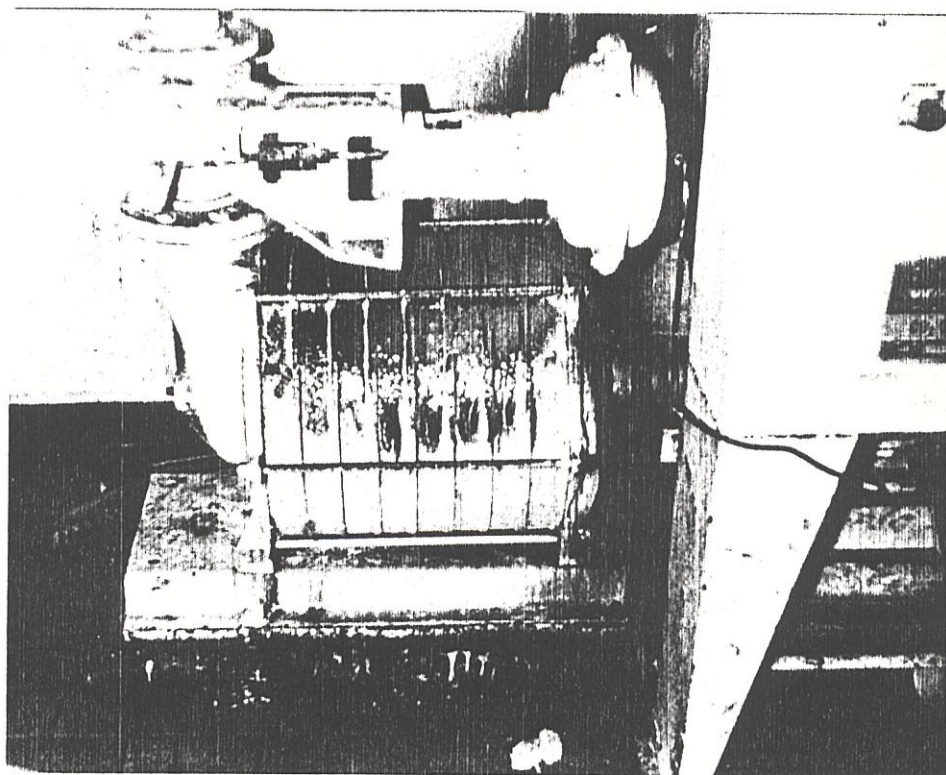


FIGURA No.11

COMPRESOR IMPULSADOR BOOSTER No.2 COMPLETAMENTE SUCIO

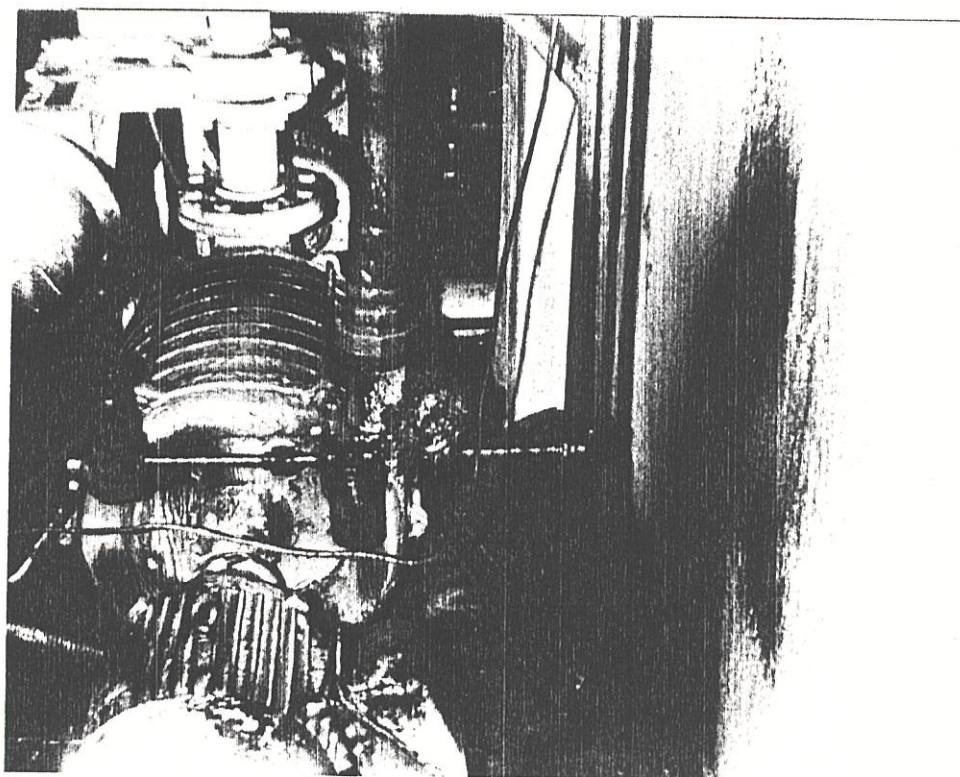


FIGURA No.12

COMPRESOR IMPULSADOR BOOSTER No.2. MOTOR E INSTALACIONES NEUMATICAS DE CONTROL TOTAL-
MENTE SUCIAS Y CON BASURA

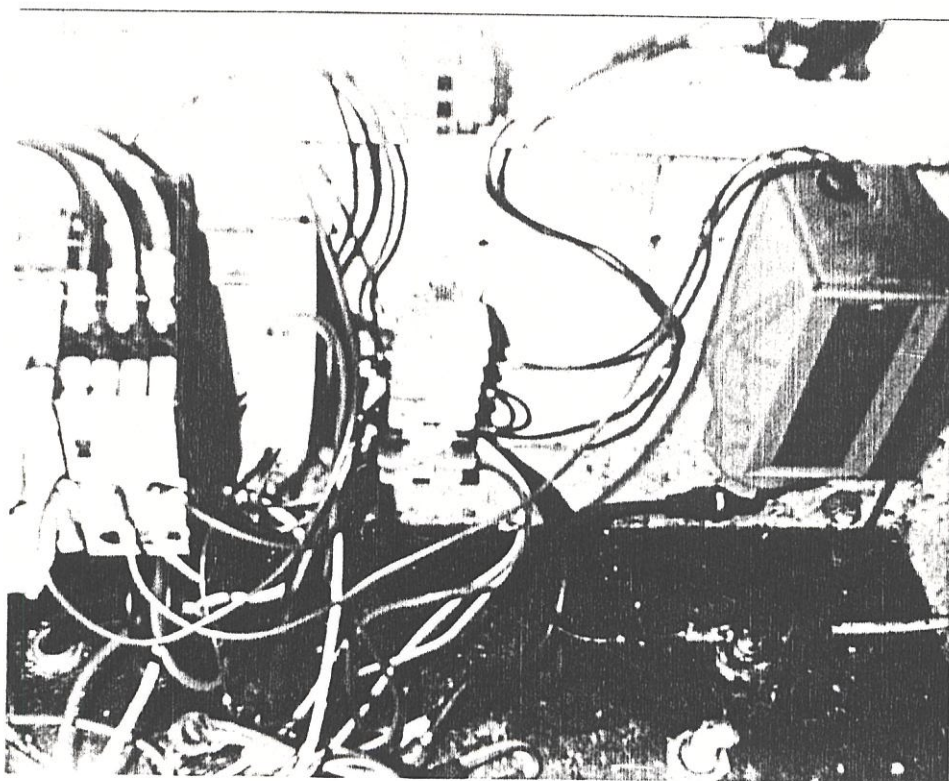


FIGURA No.13

SITUACION DEL PANEL DE CONTROL CON IMPUREZAS Y CON LOS CABLES DESORDENADOS

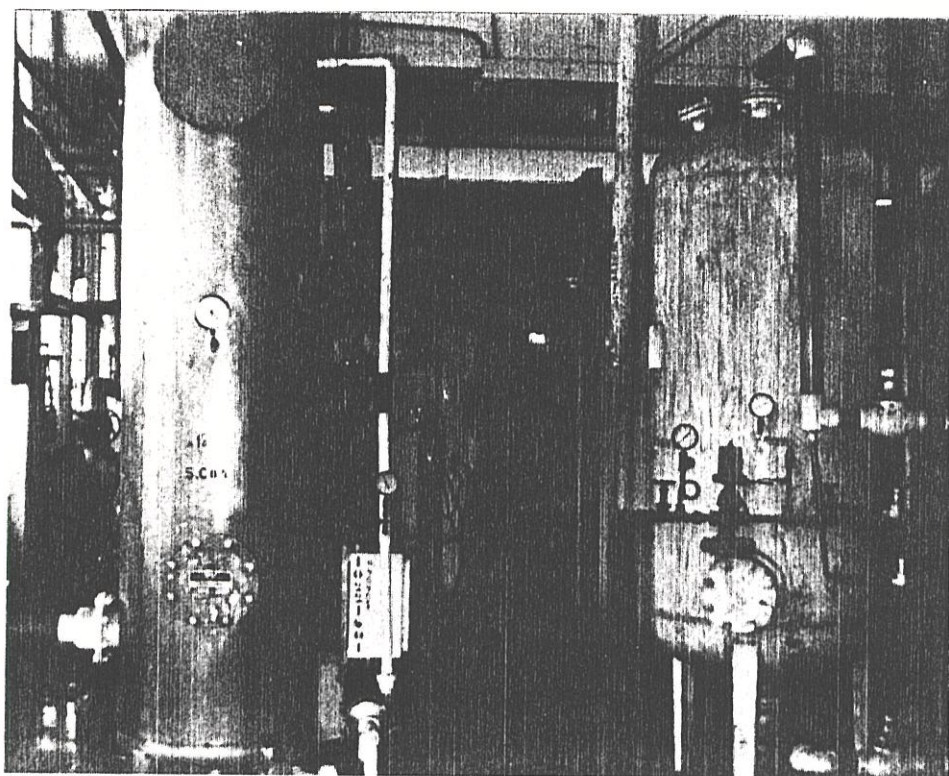


FIGURA No.14

VISTA DE LAVADORA Y DE LAS TORRES DESODORIZADORAS

CUADRO No. VI
INSPECCION Y DIAGNOSTICO

EQUIPO	SITUACION						OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DAÑADO	PINTURA		
TORRES DESODORIZADORAS								
TUBERIA CO2	X						- CUANDO SE REALIZA LA REGENERACION DE LA TORRE EXISTE UN PEQUEÑO CALENTAMIENTO EN LAS TUBERIAS DE CO2 DE LA OTRA TORRE.	- HAY QUE REVISAR NUEVAMENTE EL ASIEN TO DE LAS VALVULAS Y RECTIFICAR SI ES NECESARIO.
TUBERIA VAPOR	X					X		
MANOMETROS	X							- EN CASO DE PERSISTIR EL PASE HAY QUE TRABAJAR CON CUIDADO HASTA QUE LLEGUEN LAS VALVULAS NUEVAS.
VALVULAS	X						- A LA SALIDA DEL FILTRO EL AGUA SALE DE COLOR NEGRO.	- EL AGUA DE COLOR NEGRO INDICA QUE EL CARBON SE ESTA DISOLVIENDO.
DRENAJE		X					- LA CAIDA DE PRESION NORMALMENTE ES 0.5 PSIG Y ESTA EN 3 PSIG.	- LA CAIDA DE PRESIONES ES UNA SEÑAL DE QUE SE HA MOVIDO LA MALLA QUE SOSTIENE AL CARBON Y HA TAPADO LAS TUBERIAS.
MANHOLE	X							
LAMINA	X					X	FIGURA NO. 15	

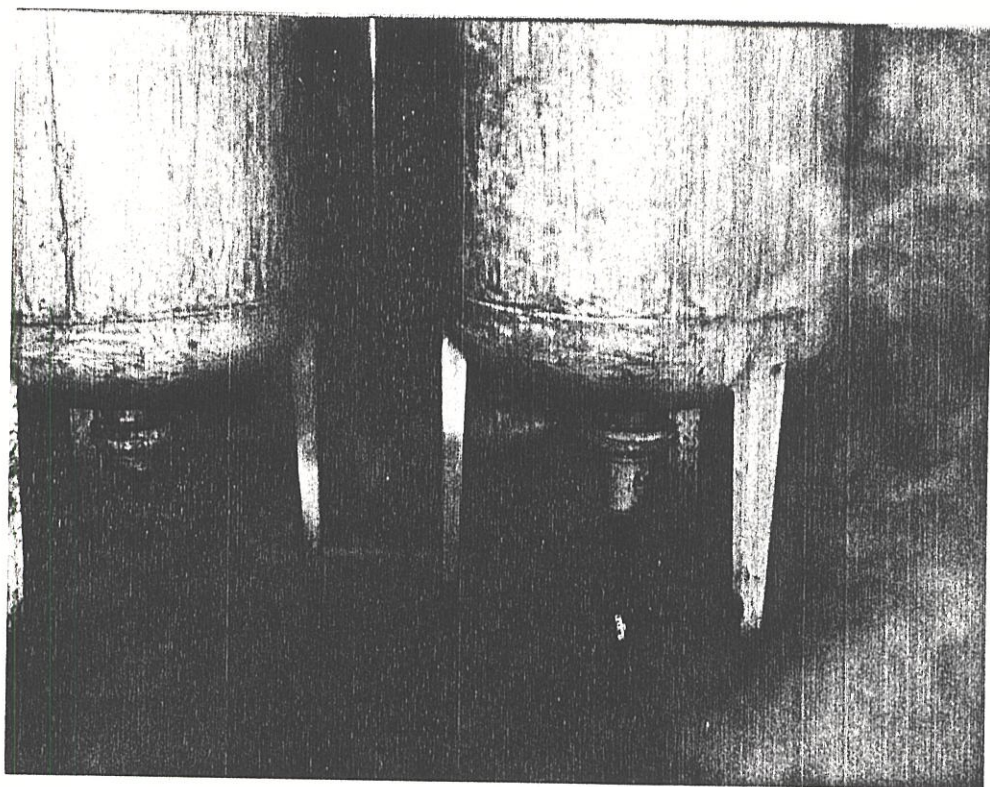


FIGURA No.15

TORRES DESODORIZADORAS EN REGENERACION

CUADRO No. VII INSPECCION Y DIAGNOSTICO									
EQUIPO	SITUACION					OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO		
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DANADO	PINTURA			
PREENFRIADOR									
LAMINA	x		x			x	- LAS TRAMPAS NO HAN SIDO INSPECCIONADAS EN MUCHO TIEMPO POR LO QUE LA ESPUMA Y LA LEVADURA QUE DESINTEGRO EL CARBON ACTIVADO LAS HA TAPADO.		
CARCAZA	x		x			x	- SE TIENE QUE DESARMAR EL MOTOR PUESTO QUE APARENTEMENTE TODO ESTA CORRECTO PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE LA TEMPERATURA ALTA.		
COMPRESOR	x		x				- EL COMPRESOR SE ENCUENTRA TRABAJANDO CORRECTAMENTE.		
CONDENSADOR	x		x				- EL DRENAJE DEL AGUA NO SE HA ESTADO REALIZANDO EN FORMA NORMAL.		
CONEXIONES	x						- EL MOTOR TIENE UNA TEMPERATURA MUY ALTA.		
TRAMPA DE ESPUMA		x	x	x	x	x	- LA CORREA DE TRANSMISION DEL COMPRESOR CON EL MOTOR ESTA DETERIORADA.		
FUGAS DE FREON	x								
POLEAS	x						FIGURA NO. 16		
CORREAS		x			x				
VALVULA DE EXPANSION	x								

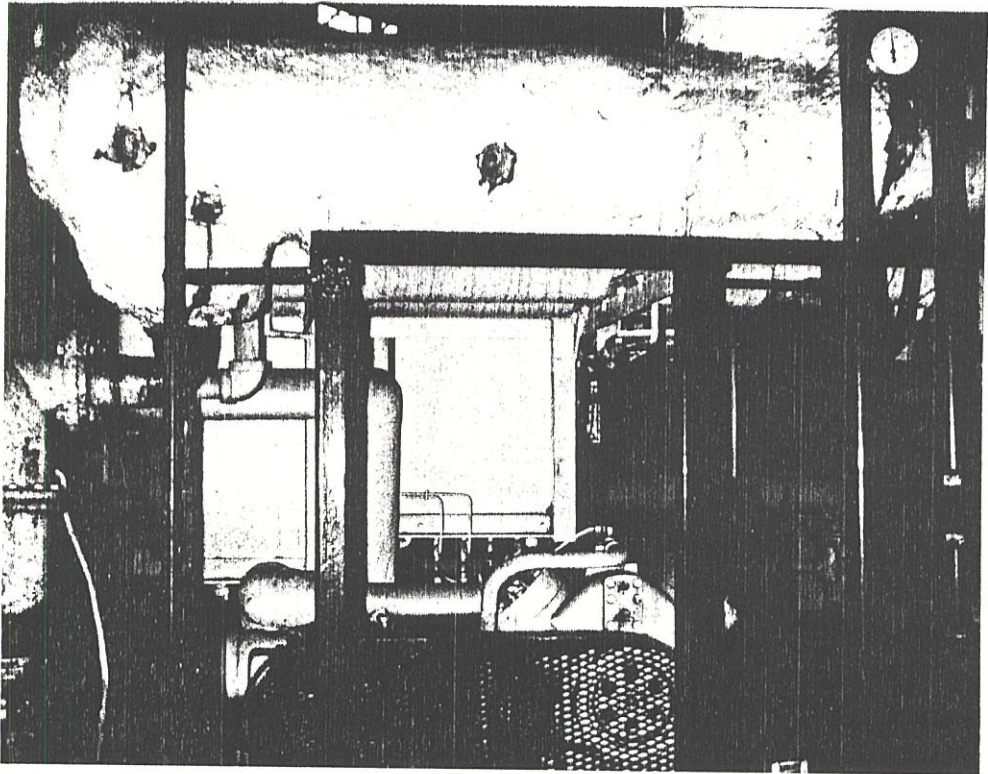


FIGURA No.16

VISTA DEL SISTEMA DE PRE-ENFRIAMIENTO

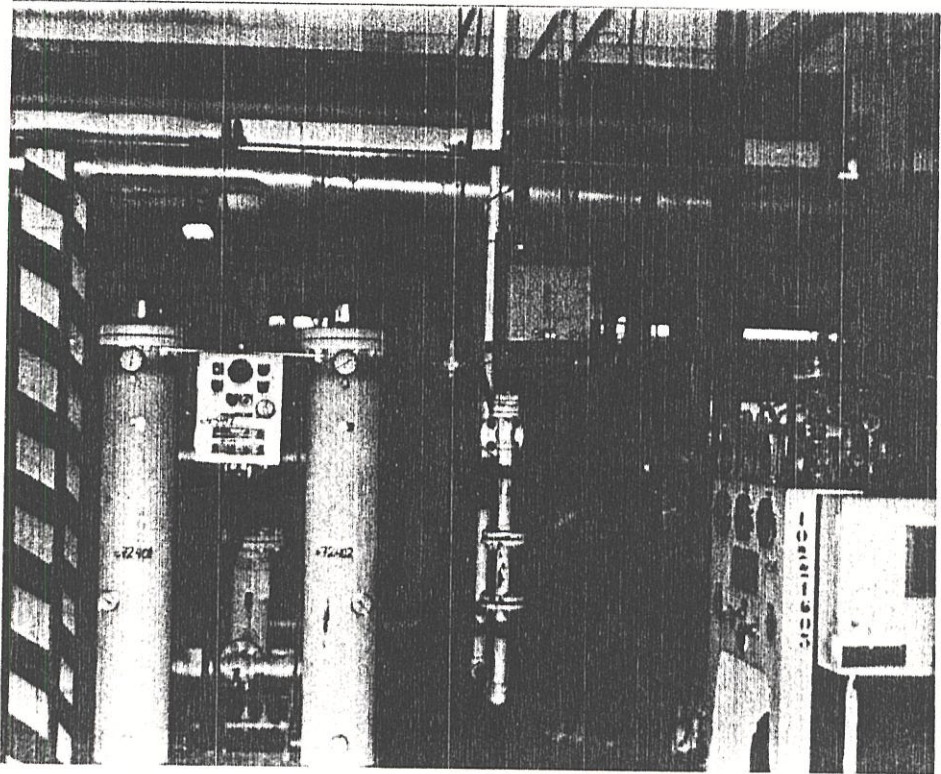


FIGURA No.17

VISTA DE LAS TORRES SECADORAS

CUADRO No. IX
INSPECCION Y DIAGNOSTICO

EQUIPO	SITUACION					OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DAÑADO		
COMPRESOR DE CO2 No.1							
CARCAZA	X	X	X	X	X		
REFRIGERACION		X		X			
LUBRICACION	X						
VALVULAS	X	X					
CORREAS					X		
POLEAS	X						
MANOMETROS	X						
PRESOSTATOS	X						
TERMOSTATOS	X						
PURGAS DE AGUA		X			X		
CAMISAS		X			X		
CHAPAS DE BIELA	X						
CIGUEÑAL	X						
VALVULAS DE SEGURIDAD	X	X					
CONEXIONES	X		X	X			

- TODO EL COMPRESOR SE ENCONTRO TOTALMENTE DESARMADO.

- LAS PIEZAS INTERNAS Y EXTERNAS ESTAN EXPUESTAS AL AMBIENTE.

FIGURA NO. 18

- SE NECESITA PROTEGER TODAS LAS PIEZAS PARA EVITAR QUE SE DETERIOREN MAS, HASTA QUE LLEGUEN LOS REPUESTOS.



BIBLIOTECA

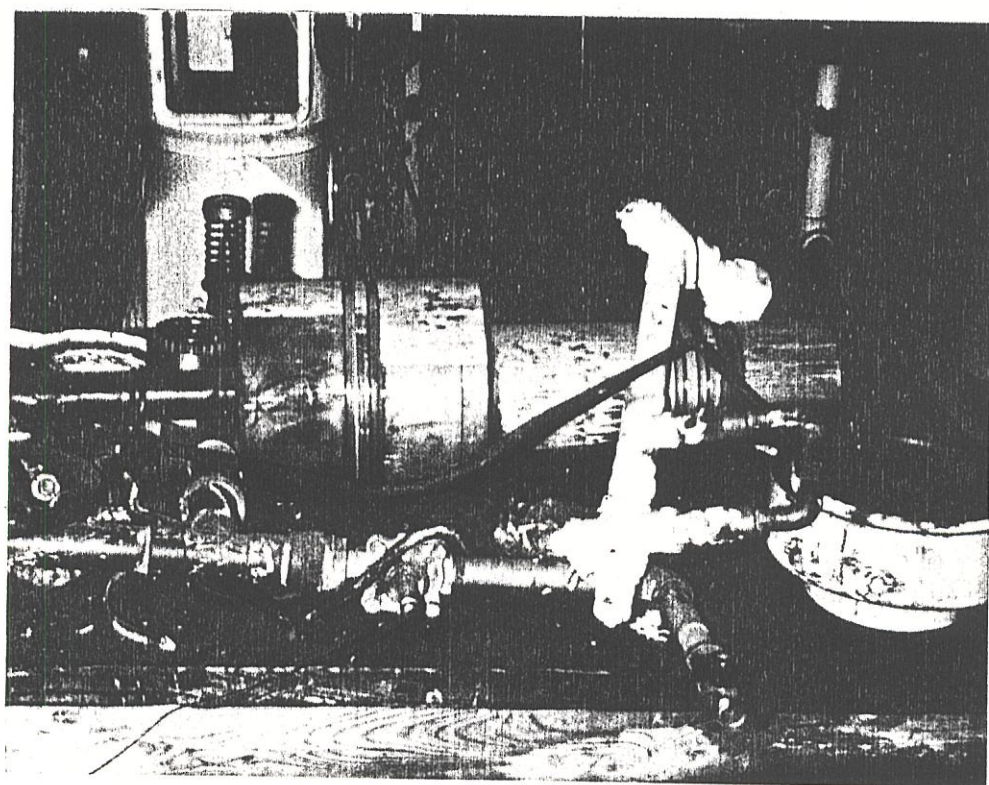


FIGURA No.18

PISTON Y VARIOS ELEMENTOS ABANDONADOS DEL COMPRESOR No.1

CUADRO No. XI INSPECCION Y DIAGNOSTICO								
EQUIPO	SITUACION						OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DANADO	PINTURA		
COMPRESOR DE CO2 No.3								
CARCAZA	X							<div>- SE TIENE QUE REVISAR LAS VALVULAS E INSPECCIONAR QUE NO EXISTAN IMPUREZAS, YA QUE TIENEN POCO TIEMPO DE TRABAJO COMO PARA QUE ESTEN DESGASTADAS.</div> <div>- SE REVISARA LOS PRESOSTATOS DE CONTROL Y EL SISTEMA DE LICUEFACCION PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE QUE SE APAGA EL COMPRESOR.</div>
REFRIGERACION	X							
LUBRICACION	X							
EMPAQUES	X							
VALVULAS	X							
CORREAS	X							
POLEAS	X							
MANOMETROS	X							
TERMOSTATOS	X							
PURGAS DE AGUA	X		X					
VIBRACIONES	X							

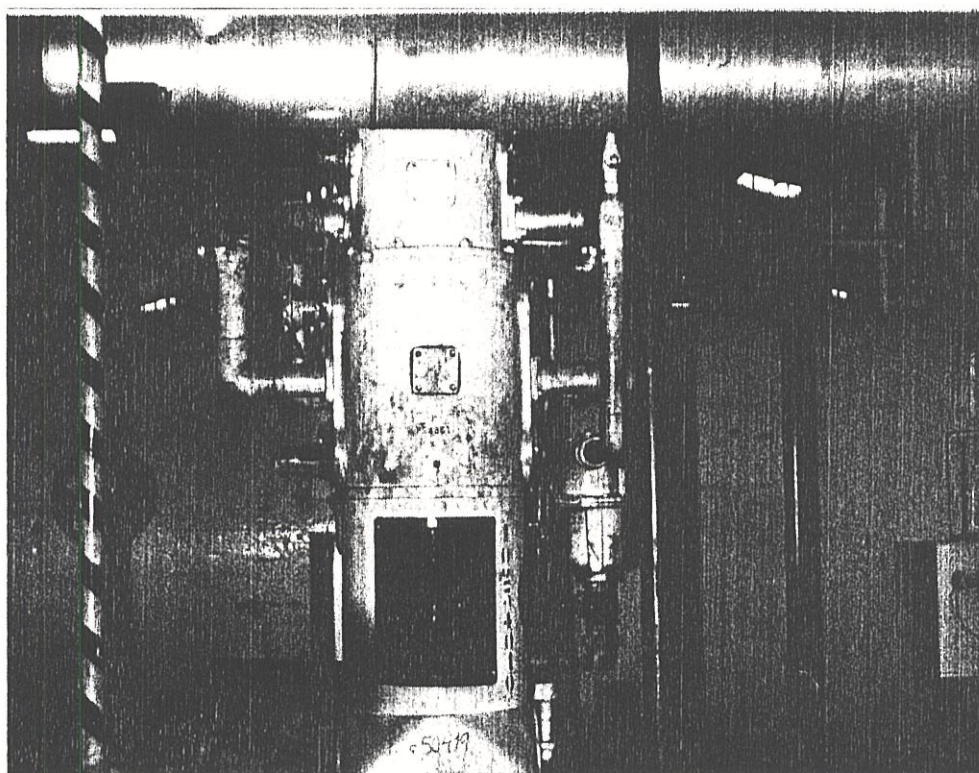


FIGURA No.19

VISTA DEL COMPRESOR DE CO2 No.3

CUADRO No. XII
INSPECCION Y DIAGNOSTICO

EQUIPO	SITUACION						OBSERVACIONES	DIAGNOSTICO
	NORMAL	ANORMAL	SUCIO	CORROSION	DANADO	PINTURA		
SISTEMA DE LICUEFACCION								
AISLAMIENTO	x						- LA OPERACION DE ESTE EQUIPO FUE IN- TERMITENTE.	- HAY QUE REVISAR QUE NO EXISTA HUMEDAD.
VALVULAS TERMOSTATICAS	x						- HAY NECESIDAD DE RECARGAR EL SISTE- MA CON FREON 502 CONTINUAMENTE.	- COMPROBAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE FREON EN UNIONES, VALVULAS, CONECCIONES, ACO- PLES, ETC.
VALVULAS MANUALES	x						- HAY DEMASIADA VIBRACION.	- SE DEBE INSPECCIONAR LOS SIGUIENTES ELE- MENTOS COMO RESPONSABLES DE LA BAJA PRE- SION DE SUCCION.
VIBRACION		x					- LA PRESION DE SUCCION ESTA BAJA 9 PSIG EN VEZ DE 13 PSIG.	* QUE EL NIVEL DE FREON NO SEA BAJO * EL FILTRO NO HA SIDO LIMPIADO * EL DESCONOCIMIENTO DE OPERACION POR EL PERSONAL NUEVO.
RUIDO	x	x					- EL PANEL ELECTRICO ESTA MUY SUCIO Y LLENO DE ACEITE.	* LA VALVULA DE EXPANSION DESCALIBRADA * SUMINISTRO DE CO2 NO ERA SUFICIENTE. * LA HUMEDAD EN EL SISTEMA.
POLEAS							- LA PRESION DE DESCARGA ES BAJA, SE MANTIENE EN 200 PSIG EN VEZ DE 250 PSIG.	- POR LA PRESION DE DESCARGA BAJA HAY QUE REVISAR:
CORREAS	x						FIGURA No. 20	* EL NIVEL DE FREON QUE NO SEA BAJO * LA PRESION Y TEMPERATURA DE AGUA DE CON- DENSACION * FALTA DE AISLAMIENTO EN ALGUNAS PARTES DEL SISTEMA.
FUGAS DE FREON		x						
MANOMETROS	x							
PRESOSTATOS	x							
TERMOSTATOS	x							
LAMINA			x	x		x		

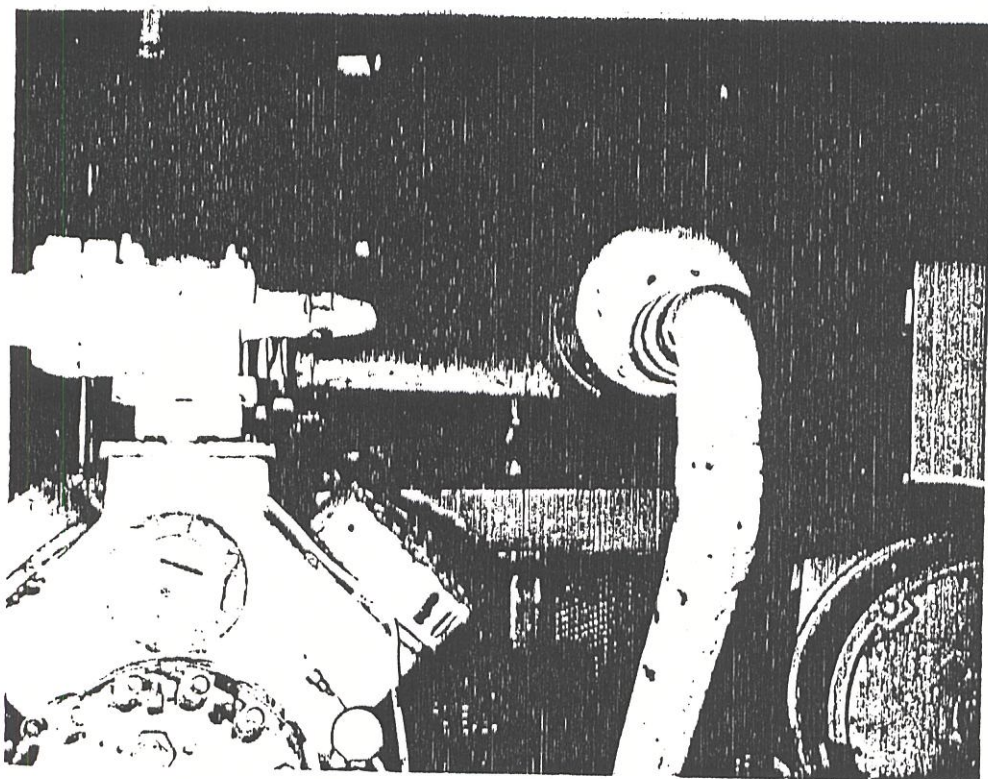


FIGURA No.20



BIBLIOTECA

VISTA DEL SISTEMA DE LICUEFACCION

3.2. PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO Y REQUERIMIENTOS.

Luego de haber inspeccionado todos los componentes del sistema de CO₂ y de diagnosticar las posibles causantes de estos problemas se ha desarrollado un programa de mantenimiento.

Para poder explicar en forma clara este programa se ha implementado un formato que consta de cinco partes:

- * En la primera se indica el nombre del equipo
- * En la segunda parte se explica el personal que se utilizará
- * En la tercera parte se detalla cada una de las actividades del mantenimiento realizado en los equipos.

Existe una serie de operaciones efectuadas en toda la Planta que fueron comunes en cada equipo y están consideradas implícitamente en el cronograma de trabajo y son las siguientes:

- Limpieza externa e interna
 - Retiro de repuestos
 - Pintura y control de corrosión
- * En la cuarta parte se indica los principales materiales y repuestos a ser usados
 - * En la quinta y última parte se explican los días de trabajo utilizados en cada equipo.

En las páginas posteriores están los cuadros de mantenimiento de cada equipo.





CAPITULO IV

REPARACION COMPLETA DE PLANTA GENERADORA DE GAS CARBONICO

4.1. REPARACION DE LOS EQUIPOS.

En el siguiente capítulo describiremos todos los trabajos de reparación y mantenimiento en cada uno de los equipos:

VALVULA DE ALIVIO Y SEGURIDAD.- Los primeros trabajos que se realizaron en la válvula de seguridad fue la limpieza de las partes internas con detergente ya que la mayoría de estas piezas se encontraban sucias y pegadas de cerveza.

Luego se realizó una limpieza externa con desengrasante. Como esta válvula no se le había dado ningún mantenimiento preliminar se trató de cambiar la mayor cantidad de repuestos, pero los

únicos que se encontraron y que por lo tanto se cambió fue: Diafragma, resortes, pistones y empaques.

Las palancas que regulan el funcionamiento del diafragma de la válvula piloto estaban gastados, pero no hubo repuestos, por lo que se decidió arreglar la pieza y el trabajo consistió en un pequeño bocín de bronce para evitar el juego de la palanca y que no se salga de su posición normal.

En la Figura No. 21 podemos observar la válvula donde aparecen los repuestos nuevos y armados.

Luego de armada la válvula se realizó el trabajo de cambio de la tubería que manda la señal a la válvula piloto, en lugar de tubería de bronce se colocó una plástica de remoción rápida en donde se puede detectar las impurezas a simple vista y retirar rápidamente las mangueras para su limpieza. Posteriormente se limpió la válvula nuevamente con desengrasante para su pintada posterior.

TRAMPA DE ESPUMA.- El primer trabajo que se realizó fue el cambio de la electroválvula y luego se efectuó pruebas con el nivel del flotador quedando seguro un sellado total y control de nivel automático.

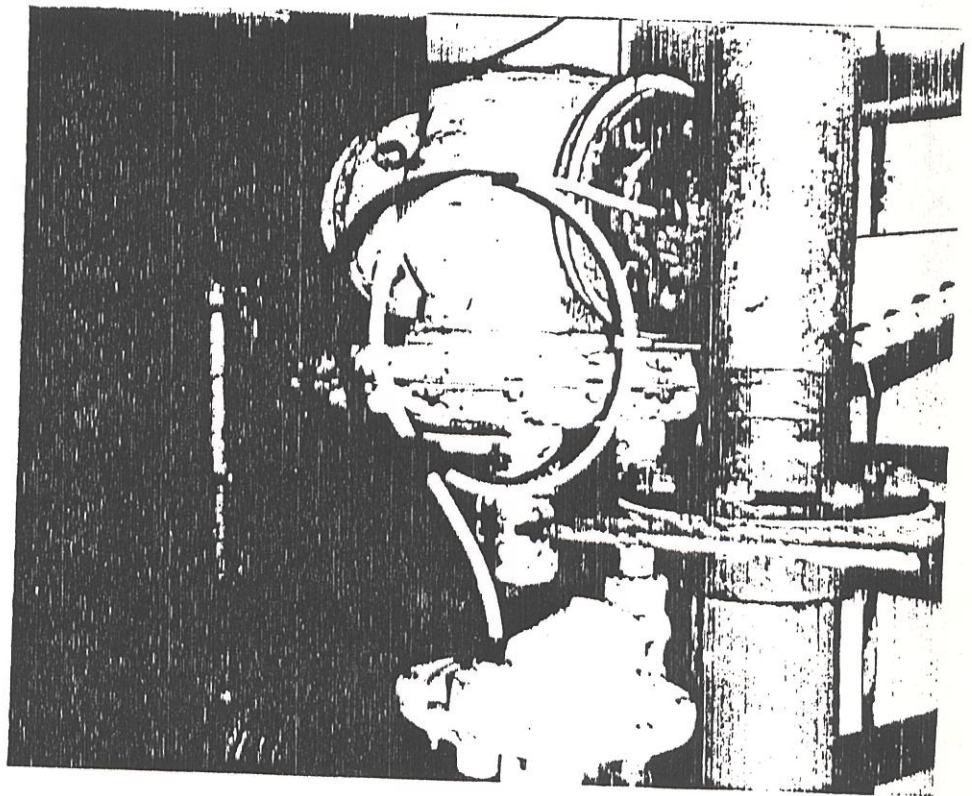


FIGURA No.21

VALVULA DE ALIVIO TOTALMENTE REPARADA Y CON TUBERIA DE SEÑAL PLASTICA

Luego se realizó el cambio de la válvula de purga por una de acción rápida para de esta manera mejorar la acción de purga del agua contaminada con espuma e impurezas.

El último trabajo que se efectuó fue la limpieza completa tanto externa como interna de la trampa de espuma, en la parte inferior se encontró mucha cantidad de impurezas pegadas a las paredes del tanque. Las cuales sirven como precedente para un programa de limpieza semanal.

COMPRESOR IMPULSADOR (BOOSTER) No.1.- Luego de retirado el motor se pudo sacar el acople para la fabricación del agujero donde se aflojaba el perno de seguridad.

Al mismo tiempo se estaba realizando limpieza a todo el equipo como también la limpieza y ordenamiento del panel eléctrico con el cambio de fusibles a breakers, también se limpiaron los contactores y se ajustaron los tornillos.

Una vez listo el acople se realizó el montaje del mismo con el compresor y el motor y se realizaron las pruebas con la puesta de servicio inmediato para el mantenimiento del Compresor No.2.

COMPRESOR IMPULSADOR BOOSTER No.2.- La primera reparación que se realizó fue el retiro del motor para limpieza y mantenimiento eléctrico. También se comenzó a trabajar en la limpieza del panel de control. El controlador Bristol fue reparado, pero la calibración fue imposible quedando fuera de servicio hasta que los repuestos lleguen.

En la Figura No.22 podemos observar el estado como quedó el panel de control después de la limpieza y antes de cambiar los fusibles de botellas por Breaker.

Al compresor fue necesario desarmarlo y se pudo notar que los rodamientos estaban completamente secos por lo que se requirió cambiarlos.

No existía en stock repuestos originales de los sellos de carbón que van en cada extremo, entonces fue necesario la construcción de los mismos en el taller.

En la Figura No.23 podemos apreciar un juego de sellos originales y los contruidos en el taller. Luego el compresor fue armado y se procedió al montaje. En las Figuras No. 24 y 25 podemos observar los pasos finales de la armada y montaje del compresor.

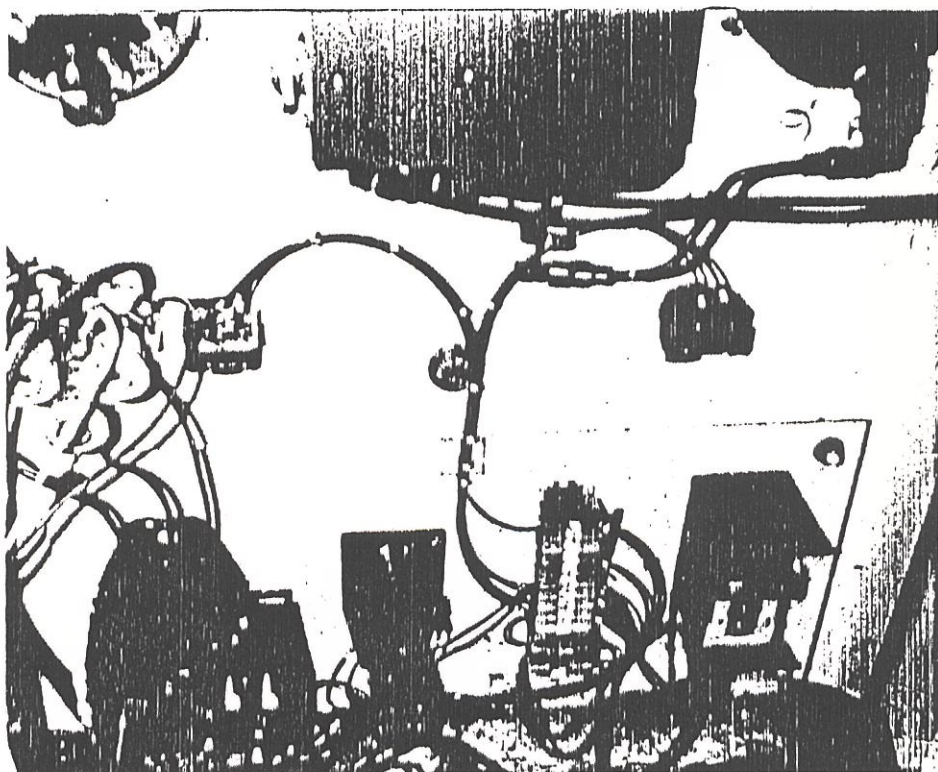


FIGURA No.22

SITUACION ACTUAL DE PANEL DE CONTROL DE COMPRESOR BOOSTER No.2

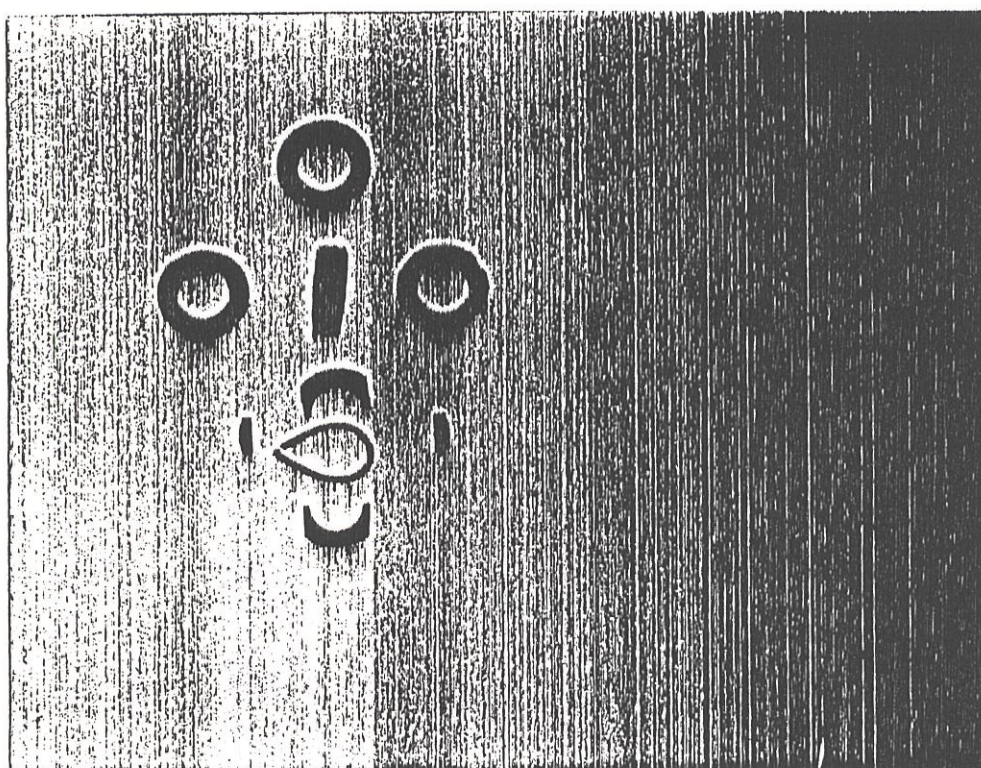


FIGURA No.23

SELLOS DE CARBON DE FABRICACION LOCAL PARA SER MONTADOS EN EL COMPRESOR BOOSTER No.2

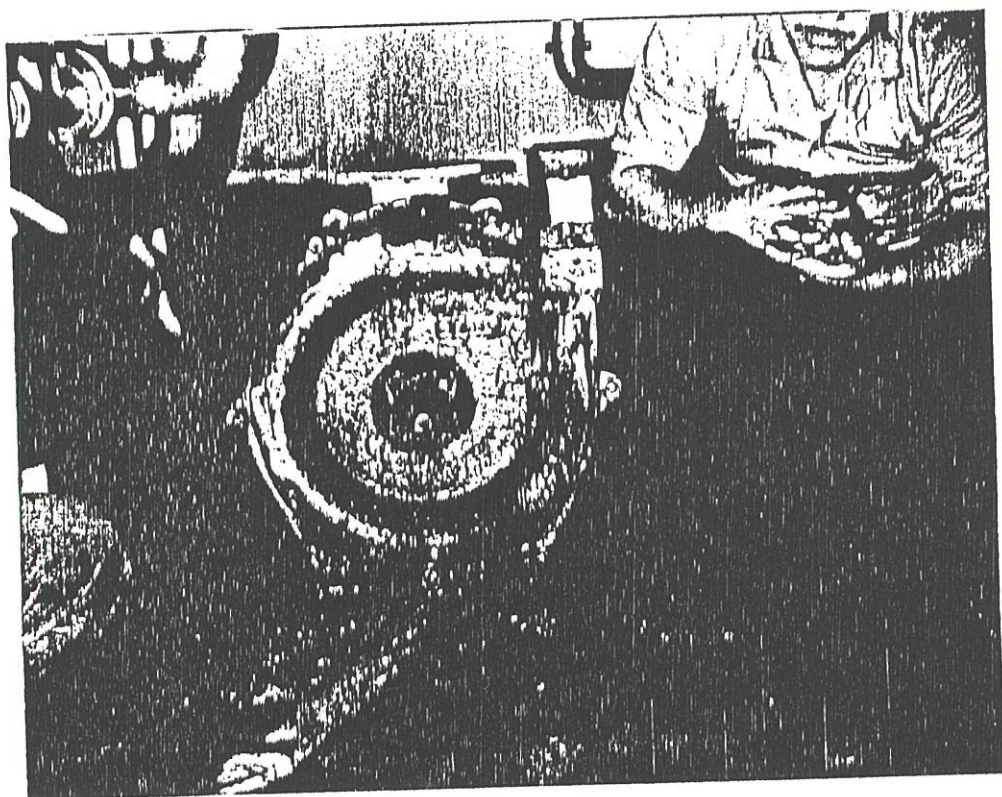


FIGURA No. 24

TRABAJOS DE DESMONTAJE Y PREPARACION DE REPUESTOS DEL COMPRESOR BOOSTER No. 2



BIBLIOTECA

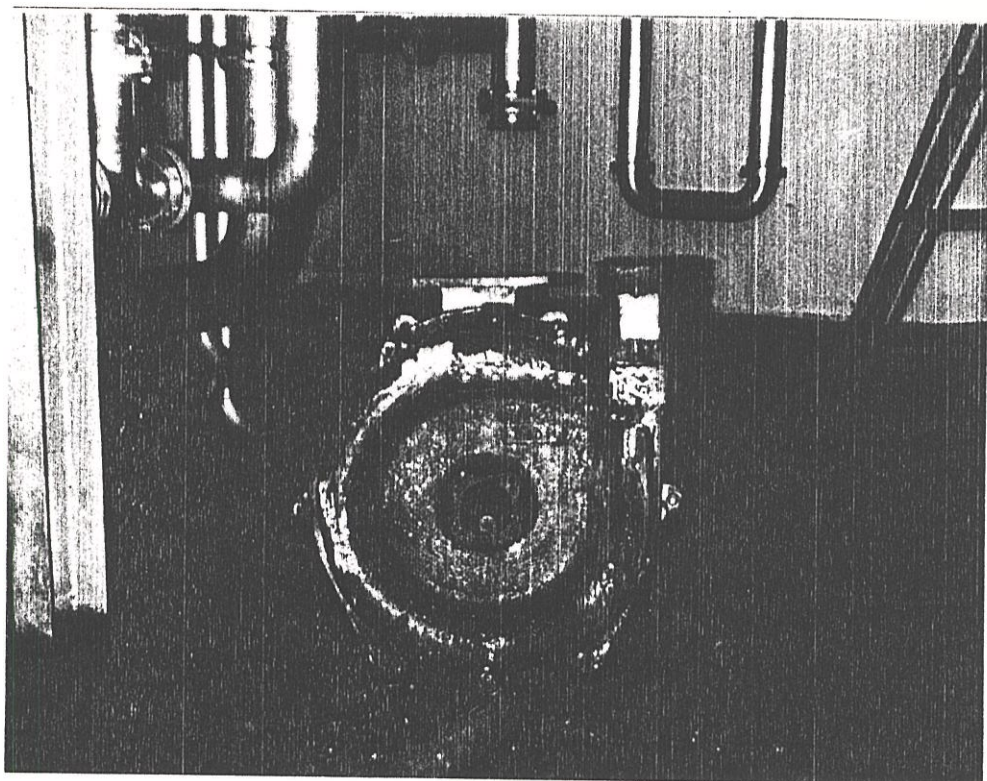


FIGURA No. 25

COMPRESOR BOOSTER No. 2 ARMADO PREVIA LA LIMPIEZA

Una vez armado el equipo trabajó en forma normal con 8 amperios que está dentro del nominal que es 9 amperios.

LAVADORA (SCRUBBER).- Los trabajos que se realizaron fue de limpieza con detergente en la parte exterior y al mismo tiempo se revisó toda la parte eléctrica incluyendo los motores. Se efectuó el cambio de neoplos dañados y se reguló la purga a un galón por minuto.

En la figura No.26 podemos observar el estado actual de la Torre Lavadora.

TORRES DESODORIZADORAS.- El trabajo consistió en la desarmada del filtro donde se lo encontró totalmente sucio, se lo limpió y fue montado nuevamente. En la Figura No.27 podemos observar el estado en que se encontró el cartucho y los trabajos de desmontaje. Luego se desarmó la parte inferior de las torres y se limpió todo el carbón desintegrado, también a través de este orificio se arregló la posición de la malla para que el carbón no siga escapando.

La limpieza externa consistió en limpiar todas las manchas de carbón ocasionada por los problemas anteriores.

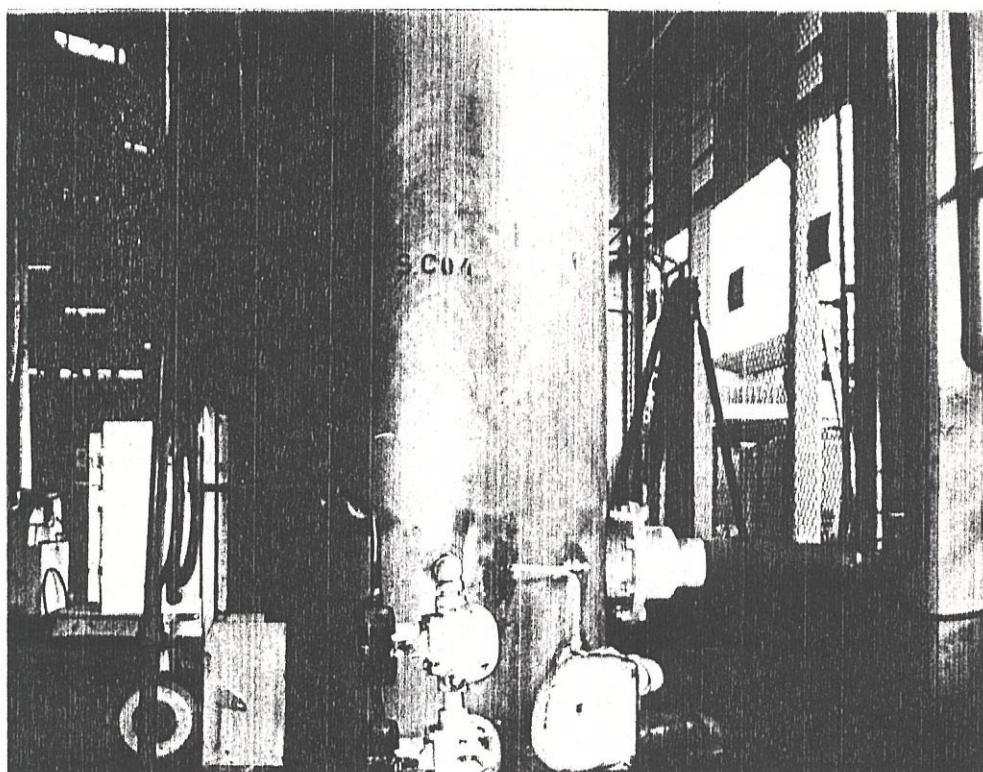


FIGURA No.26

VISTA DE LA TORRE LAVADORA DESPUES DEL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

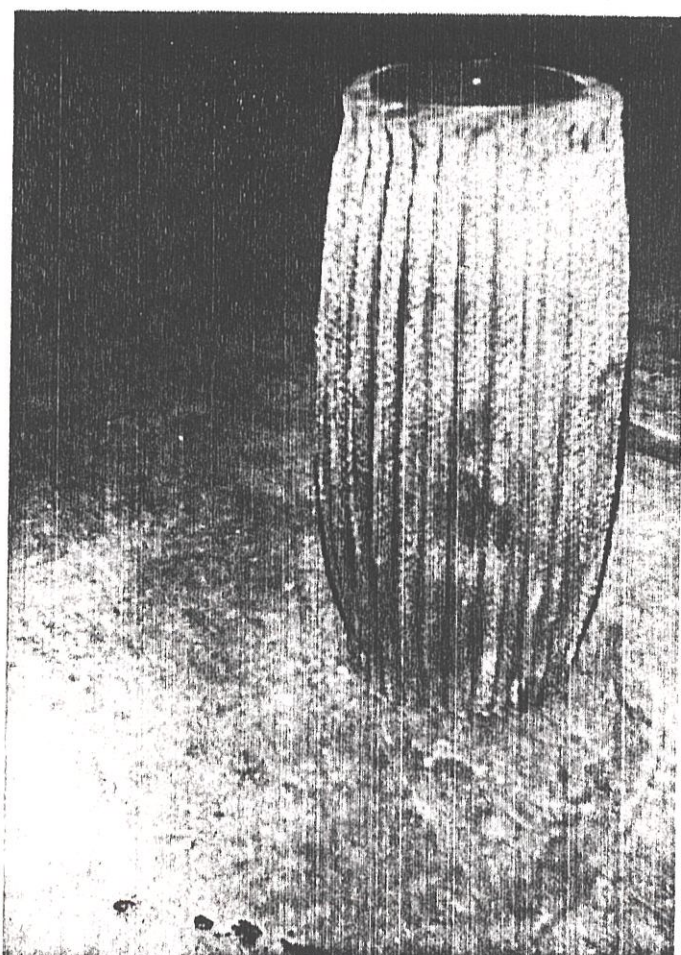


FIGURA No.27

FILTRO POSTERIOR A LAS TORRES DESODORIZADORAS CON SEÑALES DE RESIDUOS DE CARBON

TORRES SECADORAS.- Los trabajos que se realizaron fue el reemplazo parcial del material de secado y el cambio de termómetros. En la parte eléctrica se hizo una limpieza y ajuste de contactos.

PREENFRIADOR.- El primer trabajo que se efectuó fue el desmontaje del motor y de las trampas de agua, durante la desarmada del motor se encontró una cantidad excesiva de grasa que inclusive estaba dentro del motor a pesar de que este sistema no necesita ser lubricado. En las Figuras Nos. 28, 29 y 30 se observa el estado del motor desarmado y los trabajos realizados en él.

Luego el motor fue montado con correas nuevas y probado teniendo un funcionamiento excelente. Al mismo tiempo se reactivaron las trampas termodinámicas. También se realizó la limpieza total de todo el sistema de enfriamiento. Se cargó nuevamente el sistema con aceite y freón a los niveles normales.

COMPRESOR No.1.- Los trabajos efectuados en este compresor fueron la clasificación de las partes internas para ponerlas a buen recaudo. Además se limpió la pintura dañada para pintarla posteriormente y evitar la corrosión hasta que lleguen los repuestos. En la Figura No.31 podemos apreciar los trabajos de retiro de material de pintura y los de mantenimiento a la carcasa.

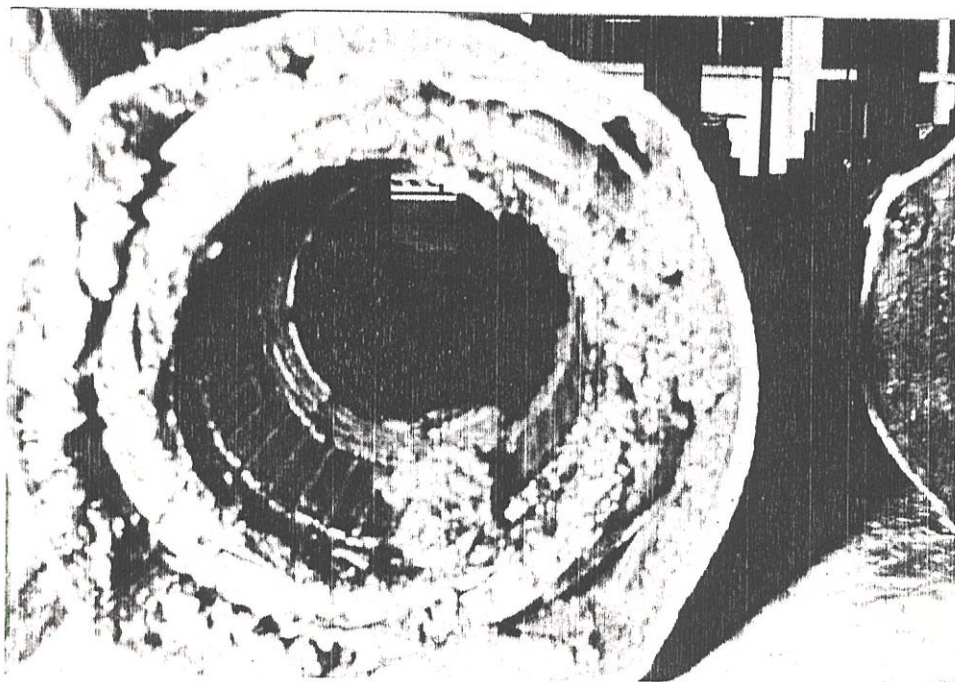


FIGURA No.28

MOTOR DEL COMPRESOR DEL PREENFRIADOR COMPLETAMENTE LLENO DE LODO

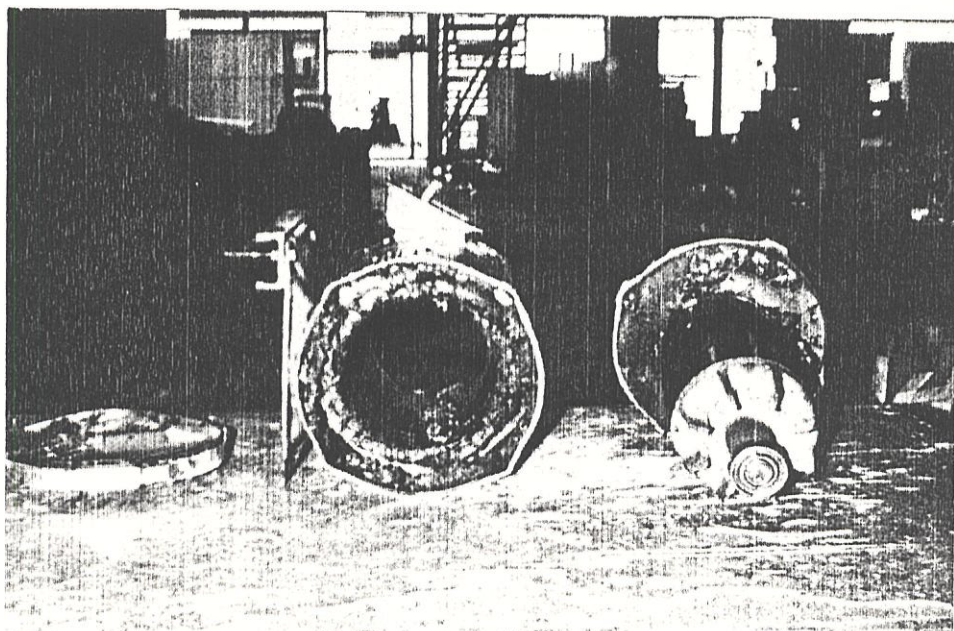


FIGURA No.29

VISTA DEL MOTOR DEL COMPRESOR DEL PREENFRIADOR DESARMADO EN DONDE SE PUEDE

APRECIAR LODO TANTO EN EL ESTATOR COMO EN EL ROTOR

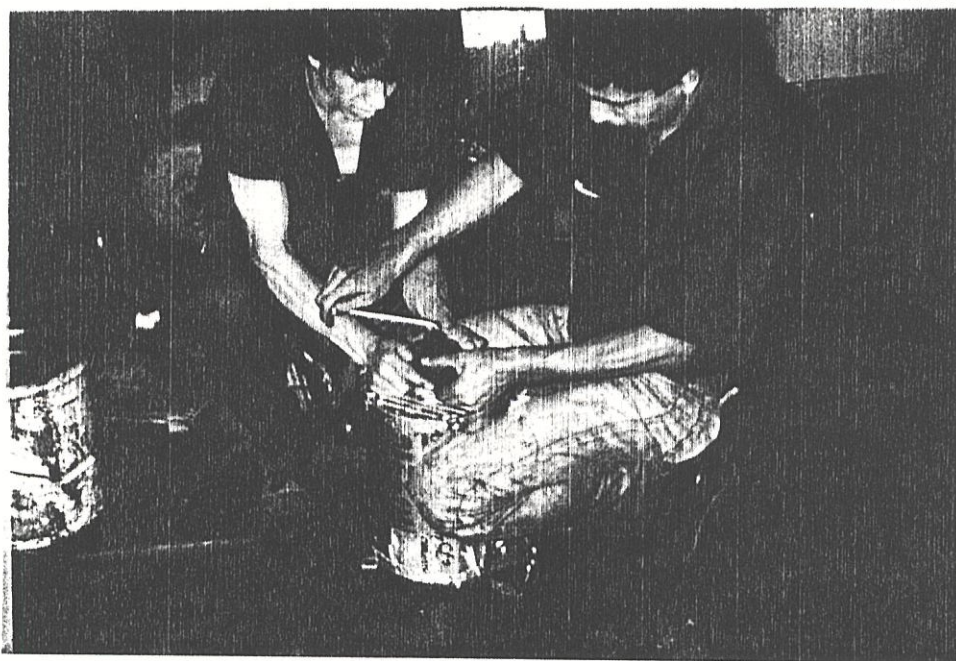


FIGURA No.30

ARMADA DEL MOTOR DEL SISTEMA DE PREENFRIAMIENTO

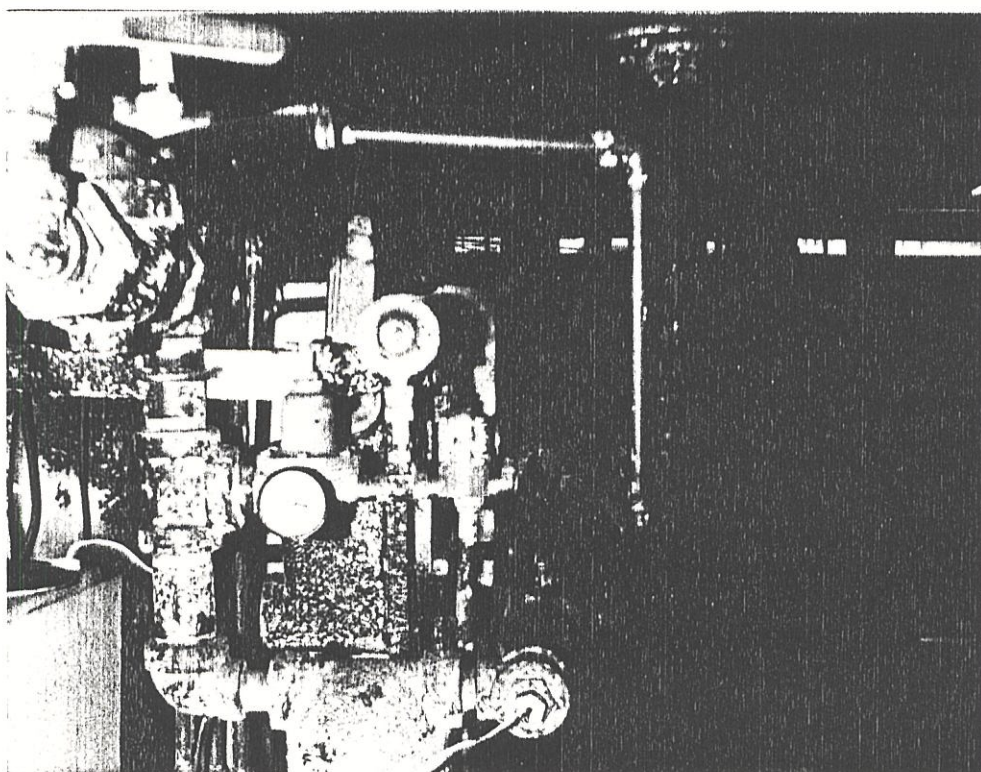


FIGURA No.31

VISTA DEL COMPRESOR DE CO2 NO.1 PREPRANDOSE LA SUPERFICIE PARA LA PINTURA

COMPRESOR No.2.- Las labores efectuadas en este compresor consistieron principalmente en el mantenimiento de las válvulas. Las cuales se encontraron con muchos residuos de carbón. También aquí se construyeron los rines de teflón grafitado. En la Figura No.32 podemos ver el Pistón con los rines armados.

Luego se realizó el montaje. En la Figura No.33 podemos observar y comprobar el montaje de los pistones con los rines nuevos. Después de la calibración se dio una limpieza externa para ponerlo en funcionamiento posteriormente. También se revisó todo el panel eléctrico donde se ajustaron contactos y una limpieza general de todo el sistema de control.

Durante las pruebas este compresor funcionó correctamente y fue puesto en servicio de inmediato.

COMPRESOR No.3.- El trabajo en el Compresor No.3 consistió en la limpieza externa y la revisión de las válvulas en las cuales se encontraron muchos residuos de carbón que no permitían el buen funcionamiento del mismo, trabajando muchas veces con presiones altas en la etapa intermedia. Luego de todo este proceso de limpieza y revisión de válvulas se puso en funcionamiento y trabajó normalmente dentro de los rangos de operación.

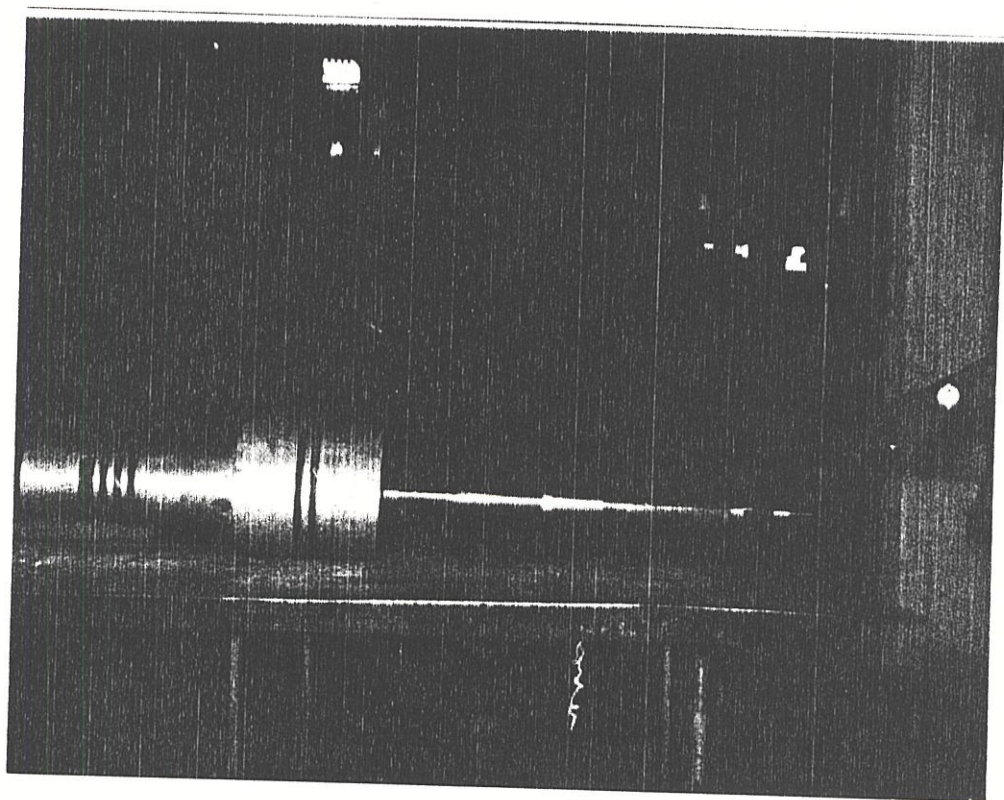


FIGURA No.32

PISTON DEL COMPRESOR DE CO₂ NO.2 LISTO PARA SER MONTADO. SE PUEDE APRECIAR LOS

RINES FABRICADOS LOCALMENTE



BIBLIOTECA

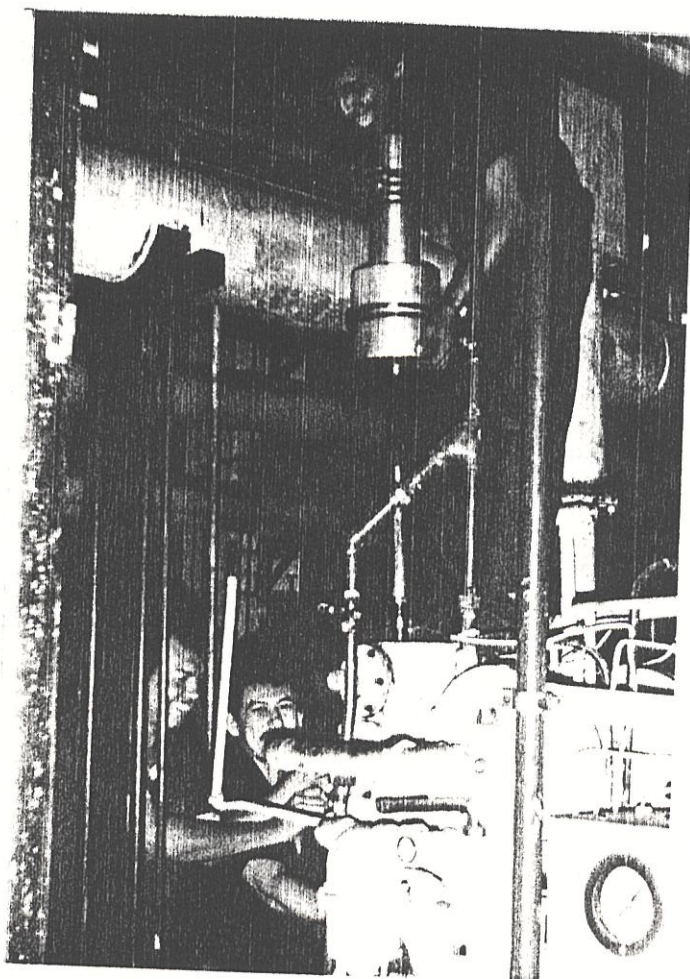


FIGURA No.33

MONTAJE DEL PISTON EN EL COMPRESOR DE CO2 No.2

REPARACION DEL SISTEMA DE LICUEFACCION.- El estado en que se encontró los dos compresores de licuefacción fue el mismo, con pequeñas diferencias, así que los trabajos de mantenimiento en ambos compresores no fue diferente.

El primer trabajo que se realizó fue la de buscar fugas mediante el equipo de gas propano. Se gastaron alrededor de 16 horas y se lograron detectar algunos escapes de Freón. Además de este método se utilizó el sistema de agua y jabón con resultados satisfactorios, luego se procedió a ajustar las bases de los compresores y se verificó la alineación entre poleas consideradas como causa probable de la vibración y por consiguiente de aflojamiento de acoples y válvulas que generaban pérdidas de gas.

Una vez seguros de que no existan fugas se procedió a la carga de Freón 502.

Al mismo tiempo que se realizaban estos trabajos, se efectuó la limpieza del filtro y del lado de agua de los condensadores de suciedad y elementos extraños que no permitían la buena circulación de agua de enfriamiento. Se instalaron los termómetros y manómetros en la línea de agua para poder controlar el agua de los condensadores.

También se instaló una electroválvula que permita la circulación de agua sólo en el caso de que el compresor esté prendido y no como estaba anteriormente, cuando la circulación era independiente de que si el compresor estaba funcionando o no.

Luego se reguló la válvula de expansión, lo que permitió mejorar la capacidad de refrigeración del sistema. Todo el sistema eléctrico fue limpiado, se ajustaron los pernos de los contactores que estaban flojos. Aquí también se realizó una limpieza externa de todo el sistema de licuefacción.

4.2. ANALISIS DE COSTOS.

Al realizar el estudio de los costos tenemos que dar atención a dos elementos importantes y que son valores gastados durante el mantenimiento como repuestos y mano de obra, así como también todas las cantidades de CO₂ que se perdieron tanto por el mal funcionamiento de la Planta y por las paradas continuas para los trabajos de mantenimiento.

En la primera parte se calculará la producción máxima de CO₂ se manalmente y la tasa máxima de producción de CO₂ para ser comparada con la capacidad del sistema.

Los datos necesarios son obtenidos de valores característicos utilizados en la Planta y son los siguientes:

a. Número de Cocimientos	=	31
b. Volumen de mosto de cada cocimiento	=	1.000 Htls.
c. Tiempo entre cocimiento	=	4 Horas
d. Concentración de mosto al iniciar la recolección de gas carbónico	=	12 °
e. Concentración de mosto al finalizar la recolección de gas carbónico	=	4°
f. Ciclo de fermentación : Tiempo de venteo	=	24 Horas
	Tiempo de recolección	= 96 Horas
	Tiempo de terminación	= 48 Horas

En la Figura No.34 se puede observar el gráfico obtenido con estos valores para despejar las incógnitas deseadas mediante relación de triángulos.

CALCULOS DE PRODUCCION Y CONSUMO DE CO2 CON DATOS CARACTERISTICOS DE CCN.

$$\begin{array}{l} \text{Máximo Volumen Mosto} \\ \text{Etapa de Recolección} \end{array} = \frac{\text{Barriles Mosto en programa} \times \text{Horas de Recolección}}{\text{Horas de programa de cocina}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Máximo Volumen Mosto} \\ \text{Etapa de Recolección} \end{array} = \frac{26.412 \text{ Barriles} \times 96 \text{ horas}}{124 \text{ Horas}} = 20.448 \text{ Barriles}$$

BARILES DE CERVEZAS TOTALES

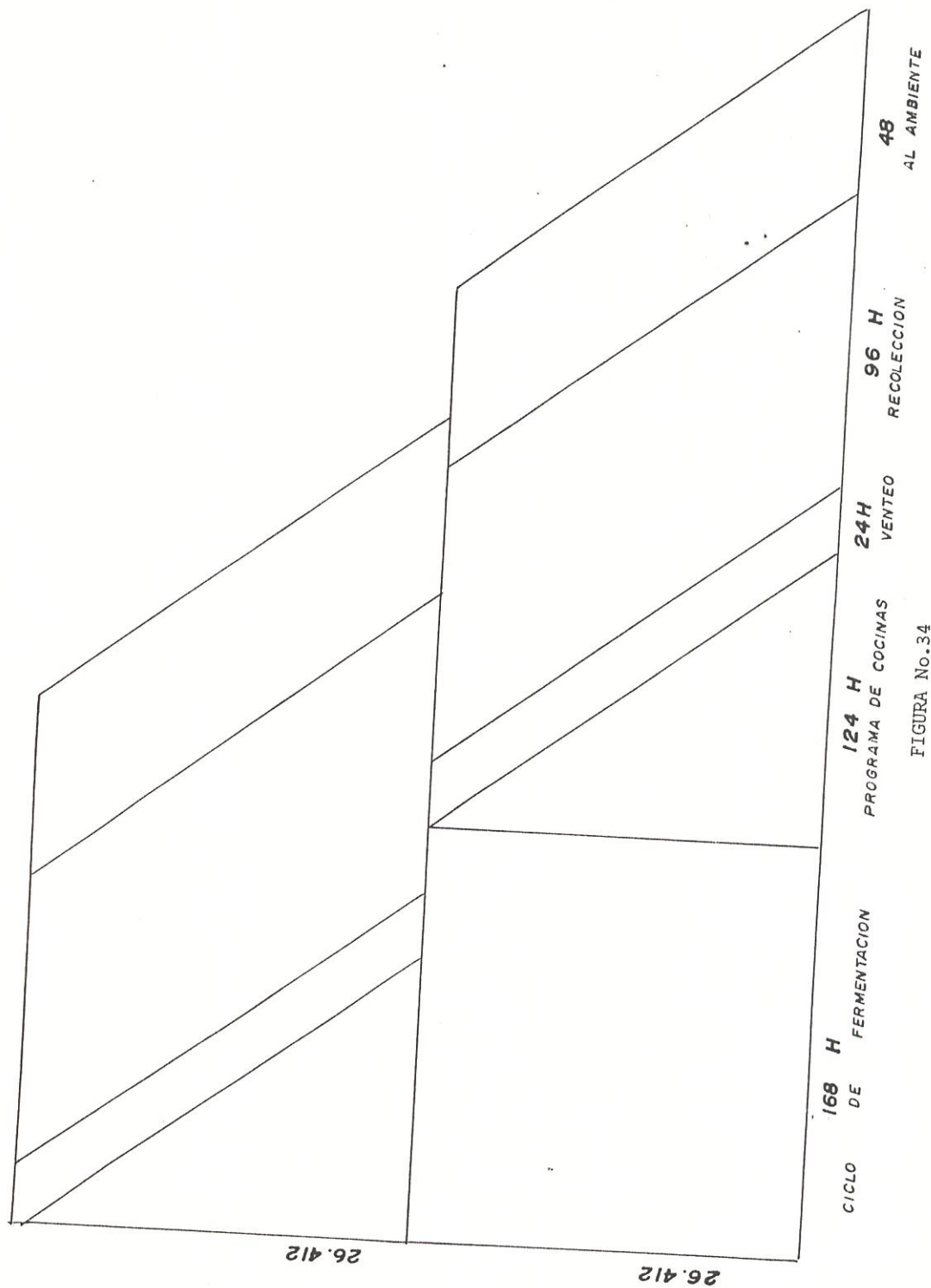


FIGURA No.34

GRAFICO OBTENIDO MEDIANTE EL VOLUMEN DE CERVEZA Y LOS CICLOS DE COCIMIENTO Y FERMENTACION PARA OBTENER VALORES Y PRODUCCION DE CO2

En la Figura No.35 con un delta de concentración de azúcares de 8 y 96 horas de recolección obtenemos el factor = $0.092 \frac{\text{Lbs. CO}_2}{\text{Barriles/Hora}}$

$$\text{Máxima Producción de CO}_2 = \text{Máximo Volumen en Recuperación} * \frac{\text{Lbs. CO}_2}{\text{Barriles/Hora}} =$$

$$1881.2 \frac{\text{Lbs.CO}_2}{\text{Hr.}}$$

MINIMA PRODUCCION DE CO2 POR HORAS

$$\begin{array}{l} \text{MINIMO VOLUMEN DE MOSTO EN ETAPA DE RECOLECCION} = \text{VOLUMEN DE MOSTO EN EL PROGRAMA DE COCINAS} * \left[\begin{array}{l} \text{HORAS DEL PROGRAMA DE COCINAS} + \text{HORAS DE VENTEO} + \text{HORAS DE RECOLECCION} - \text{HORAS DEL CICLO DE FERMENTACION} - \text{HORAS DE VENTEO} \end{array} \right] \\ \text{HORAS DEL PROGRAMA DE COCINAS} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Min.Vol.Mosto en Etapa de Recolección} \text{ de } = \frac{26412 * (124+24+96-168-24)}{124} = 11076 \text{ Barriles} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Mínima Produccion de CO}_2 = \text{Min. Volumen en Etapas de Recolección} * \frac{\text{Lb.CO}_2}{\text{Br. x Hr.}} \end{array}$$

$$= 11076 * 0.092 = 1018.9 \frac{\text{Lbs.CO}_2}{\text{Hr.}}$$

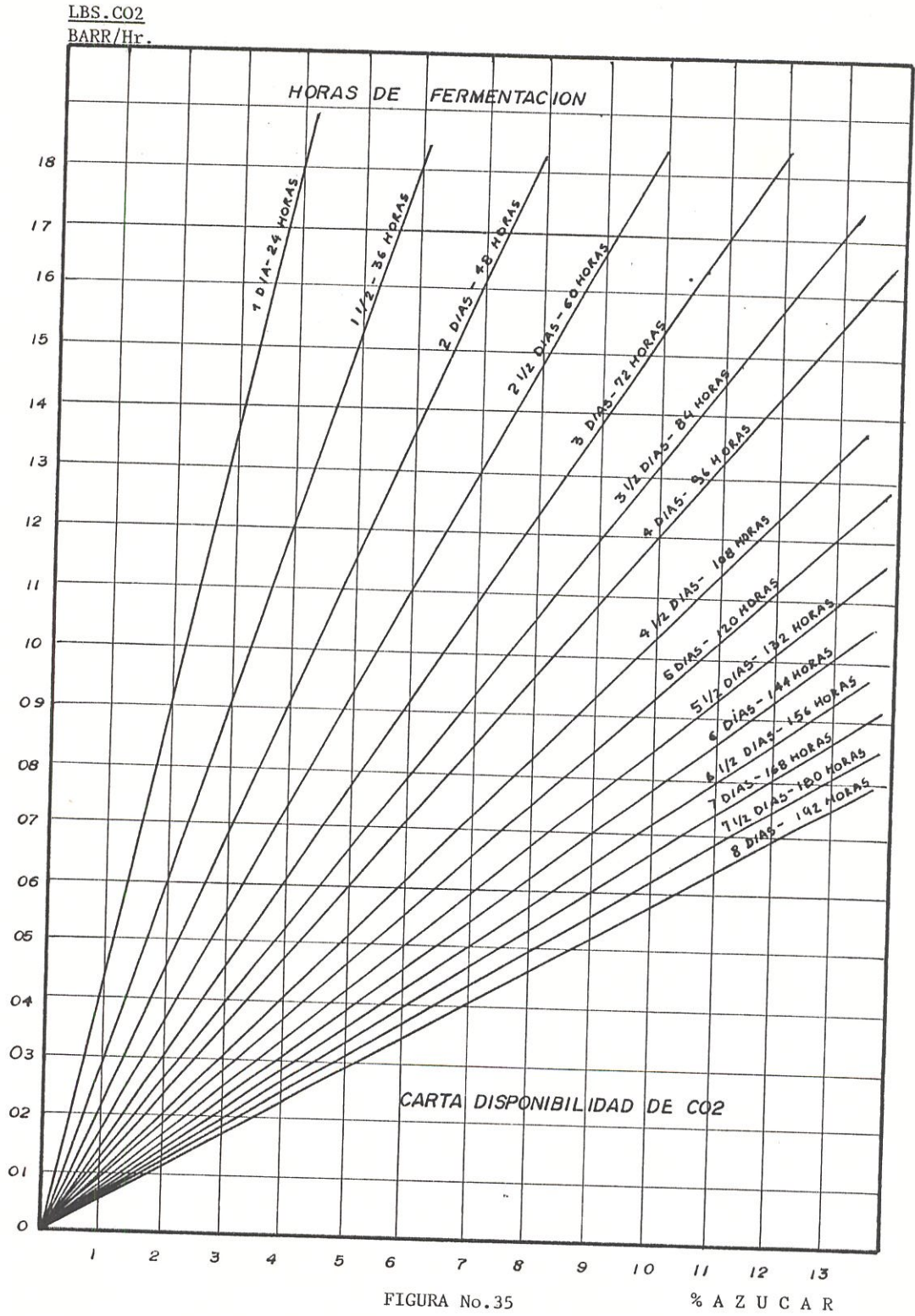


DIAGRAMA DE DISPONIBILIDAD DE CO₂

PRODUCCION SEMANAL DE CO2

$$20448 \text{ Br.} * \frac{0.092 \text{ Lbs.CO2}}{\text{Br.} \times \text{Hr.}} * 48 \text{ Hr.} + \frac{2 * 20448 * 0.092 * 4 * 24}{2}$$

$$= (90298.37 + 180596.74) * \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ Lb.}} =$$

$$= 123134.14 \text{ Kgs.} = 123 \text{ Ton.}$$

CONSUMOS APROXIMADOS DE CO2 EN LA CERVECERIA NACIONAL

Para contrapresionar tanques intermedios $= 0.69 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Htl.}} \text{-----} 11.18 \text{ Ton.}$

Carbonatación de agua $= 0.489 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Htl.}} \text{-----} 5.9 \text{ Ton.}$

Para contrapresionar tanques de gobierno $= 1 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Htl.}} \text{-----} 16.2 \text{ Ton.}$

Envasadoras $= 3.13 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Htl.}} \text{-----} 59.16 \text{ Ton.}$

Total Cervecería $= 92.44 \text{ Ton.}$

El CO2 que queda disponible para venta será 30.56 Ton.semanales aproximadamente.

CONDICIONES DE CONSUMO Y RECUPERACION ANTES DE REPARACION.

Capacidad real de recuperación.

1 Compresor en servicio de $1000 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Hr.}}$

1 Compresor en servicio de $500 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Hr.}}$

1 Compresor de Licuefacción de $1000 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Hr.}}$

$1000 \frac{\text{Lbs.}}{\text{Hr.}} \text{ CO}_2 * \frac{4 \text{ días de Recuperación}}{1 \text{ día}} * 24 \text{ Hrs.}$

= 43 Ton.

CONDICIONES ACTUALES DE CONSUMO

6 Toneladas por carbonatación de agua

$\frac{20}{26}$ Toneladas por envasado
Toneladas por consumo

Toneladas almacenadas por semana = 17 Ton.

CAPACIDAD DE RECUPERACION LUEGO DE LA REPARACION

$1500 \frac{\text{Lbs. CO}_2}{\text{Hr.}} * \frac{24 \text{ Hr.}}{1 \text{ día}} * 4 \text{ días de recuperación} = 144000 \text{ Lbs. CO}_2.$

65.45 Toneladas de recuperación





BIBLIOTECA

Toneladas almacenadas por semana = 39.45 Ton.

Los consumos pueden subir desde 26 hasta 65.45 toneladas aumentando los consumos para eliminar completamente el contacto del aire con la cerveza. Por ejemplo, para remover la levadura, empujar cerveza de un tanque a otro, etc. mientras se mantengan 40 Toneladas almacenadas para suplir cualquier emergencia en que la cervecería no pueda generar CO₂ o el sistema de recuperación de CO₂ no esté en servicio por algún desperfecto mecánico.

En lo que se refiere a la energía eléctrica los consumos en KW/Hr. semanales son:

Compresor Booster	$\frac{5.59 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 939 \text{ KW/Hr.}$
Compresor CO ₂ No.1	$\frac{29.83 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 5011.44 \text{ KW/Hr.}$
Compresor CO ₂ No. 3	$\frac{55.93 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 9396.2 \text{ KW/Hr.}$
Motor Bombas de Lavadora	$\frac{0.7457 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 125.28 \text{ KW/Hr.}$
Licuefactor	$\frac{37.29 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 6264.7 \text{ KW/Hr.}$

$$\text{Preenfriador} \quad \frac{7.457 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 1252.8 \text{ KW/Hr.}$$

$$\text{Torres Secadoras} \quad \frac{4 \text{ KW} * 24 \text{ Hr.} * 7 \text{ días}}{1 \text{ día}} = 672 \text{ KW/Hr.}$$

Consumo total en KW/Hr. = 23661.42 KW/Hr.

$$23661.42 \text{ KW/Hr.} * \frac{\text{S/. } 50}{(1 \text{ KW/Hr.})_{\text{industrial}}} = \text{S/. } 1'183071$$

Otros costos que tenemos que considerar son los siguientes:

Mantenimiento general =	S/. 2'263700
Lubricantes =	33960
Carbón Activado =	681000
Materiales eléctricos =	113190
Freón 502 =	610000
Varios =	22640
Depreciación =	21900
Total	<u>3'746390</u>

Estos son los valores gastados durante una semana de trabajo de la Planta.

Normalmente el CO₂ se vendía a 260 sucres el Kilogramo.

Si tenemos una capacidad para vender 39.45 Ton. de CO₂ semanales y

gastamos S/. 1'183071 en energía y los costos de mantenimiento son S/. 3'746390 tendremos:

$$39450 \text{ Kg. CO}_2 * \text{S/. } \frac{260}{1 \text{ Kg.CO}_2} = \text{S/. } 10'257000$$

$10'257000 - 1'183071 - 3'746390 = \text{S/. } 5'327539$ y por lo tanto tendremos S/.5'327539 de ventas semanales.

ANALISIS DE COSTOS DE LA REPARACION.- Durante la reparación se trabajó con dos mecánicos, un ayudante de mecánico y un electricista, debido a la poca cantidad de CO₂ almacenada y para ver las incidencias de la reparación de cada equipo sobre todo el sistema.

Este mantenimiento se lo programó para tres semanas (cinco días laborales de ocho horas).

CAPITULO V

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El objetivo primordial de este capítulo es el estudio de diferentes etapas consideradas como principales para la realización de la hoja de vida y del mantenimiento preventivo y de esta manera proporcionar una estadística y control sobre los diferentes equipos que conforman la Planta de CO₂. Los trabajos que se realizaron son:

CEDULACION DE EQUIPOS.- Para el trabajo de cedulaación se realizó un formato en el cual consta un número característico para cada equipo:

Este número consta de cinco dígitos, en los cuales se determinan el tipo de máquina, ubicación y la cantidad del mismo equipo en forma secuencial.

Los dos primeros números (en orden de izquierda a derecha) identifican la clase de máquina.

Los números asignados para los equipos que conforman la Planta de CO₂ son:

- 13 Bombas
- 18 Tanques metálicos
- 49 Filtros de carbón
- 50 Compresores
- 41 Redes de tuberías
- 57 Condensadores
- 72 Torres secadoras de CO₂.



El tercer dígito de la cédula tiene como fin dar una idea de la localización geográfica de la máquina, así: 4 CO₂.

Esta localización comprende todos los equipos instalados en la sala de máquinas incluyendo los equipos de gas carbónico.

Los dos últimos dígitos de la cédula, corresponden a un consecutivo número de orden para máquinas de una misma clase de cada localización geográfica. En la Figura No. 36 se muestra un formato típico utilizado para la cedulaación de equipos.

INVENTARIO DE MAQUINAS										REGISTRO DE EQUIPOS																																																											
MARCA										Nº SERIE										MODELO																																																	
TIPO										RPM										CAPACIDAD UNIDAD CANTIDAD										POTENCIA UNIDAD CANTIDAD										TEMPERATURAS UNIDAD CANTIDAD																													
PRESION TRABAJO UNIDAD CANTIDAD										UNIDAD TAMANO LARGO ANCHO ALTO DIAM.										PLANO Nº										ANO CONS										Fecha COMPR INSTAL										CEDULA IMPUL										Nº catal									
04 cedula maq										COSTO EQUIPO										COSTO ACCES										COSTO MONTAJE										COSTO TOTAL										PESO																			
05										RELACION DE CEDULAS										INSTALADAS EN LA										MAQUINA										PRINCIPAL																													
06										RELACION DE CEDULAS										INSTALADAS EN LA										MAQUINA										PRINCIPAL																													
07										ACCESORIOS										QUE SE										INCLUYE DENTRO DE ESTA										CEDULA																													
08																																																																					
09																																																																					
10																																																																					
OBSERVACIONES																																								FECHA LEVANTAMIENTO										REVISADO																			

FIGURA No.36
FORMATO PARA LA CEDULACION DE EQUIPOS

RUTAS DE LUBRICACION.- Las rutas de lubricación es otro mecanismo que se ha considerado para iniciar el mantenimiento preventivo.

El trabajo que se realizó inicialmente para implementar las rutas de lubricación fue el análisis de qué equipos necesitan lubricación, qué tipo de lubricante recomiendan los fabricantes del equipo, además de la frecuencia y modo de aplicación. Se creó un formato para controlar la lubricación, el mismo que se puede observar en la Figura No.37.

HOJAS DE VIDA.- En las Figuras No.38 y 39 se presentan los formatos que serán utilizados para llevar la historia de las reparaciones y mantenimiento en cada uno de los equipos que conforman la Planta de Recuperación de CO₂.

RUTAS DE INSPECCION.- El objetivo de esta ruta de inspección es la de establecer un sistema continuo de verificación del estado de los equipos de la Planta de CO₂ a fin de determinar y analizar los defectos mecánicos, eléctricos o de operación y dar la corrección oportuna para evitar reparaciones más graves y costosas que podrían suspender su servicio. Con estas rutas se espera dar iniciación al mantenimiento preventivo.

COMPANIA DE CERVEZAS NACIONALES C.A.

PLANTA PASCUALES SECCION SERVICIOS RUTA

EQUIPO			FECHA		LUBRICADOR		HOJA		DE	
EQUIPO			FECHA		LUBRICADOR		HOJA		DE	
ITEM	CE D U L A	DESCRIPCION EQUIPO	DATOS TECNICOS	RECOMEN FAB	RECOMENDACIONES				OBSERVACIONES	
					LUBRIC	FREC	LUBRICANTE	CANT	FREC	STOCK
1		COMPRESOR BOOSTER CO2 #1	WITTEMANN				I-EP-Z	0.28	3	PISTOLA
2		MOTOR COMP. BOOSTER CO2 #1	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28	3	PISTOLA
3		COMPRESOR BOOSTER CO2 #2	WITTEMANN				I-EP-Z	0.28	3	PISTOLA
4		MOTOR COMP. BOOSTER CO2 #2	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.29	3	PISTOLA
5		MOTOBOMBA LAVADORA CO2	RELIANCE							
6		COMPRESOR FREERLADOR CO2	WITTEMANN							
7		MOTOR COMP. FREERLADOR	WESTINGHOUSE				ARTIC.300	2	6	CIRCU.
8							I-EP-Z	0.28		PISTOLA
9		COMPRESOR CO2 #1	WITTEMANN				DTE EH	24	6	CIRCU.
10		MOTOR COMPRESOR CO2 #1	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28		PISTOLA
11		COMPRESOR CO2 #2	WITTEMANN				DTE EH	24	6	CIRCU.
12		MOTOR COMPRESOR CO2 #2	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28		PISTOLA
13		COMPRESOR CO2 #3	WITTEMANN				DTE EH	24	6	CIRCU.
14		MOTOR COMP. CO2 #3	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28		PISTOLA
15		COMP. LIQUEFACCION #1	CARRIER				ARTIC.300	24	6	CIRCU.
16		MOTOR COMP. LIQUEFACCION	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28		PISTOLA
17		COMP. LIQUEFACCION #1	CARRIER				ARTIC.300	24	6	CIRCU.
		MOTOR COMP. LIQUEFACCION	WESTINGHOUSE				I-EP-Z	0.28		PISTOLA
1 DIARIA 2. SEMANAL 3. QUINCENAL 4. MENSUAL 5. TRIMESTRAL 6. SEMESTRAL 7. ANUAL 8 PREVIO ANALISIS										
9. INSPECCION CONTINUA 10. OTROS										

FIGURA No.37

FORMATO PARA RUTAS DE LUBRICACION

Cia de Cervezas Nacionales C.A. Pascuales

[illegible]

FIGURA No. 38

FORMATO PARA HOJAS DE VIDA

Esta ruta se elaboró de acuerdo al proceso de recuperación y licuefacción de CO₂ y se utilizará un formato como se muestra en la Figura No.40. Inicialmente se ha estimado que las rutas se deben llevar cada mes y posteriormente se analizará si hay necesidad de variarla.

La ejecución y responsabilidad recaerá sobre el Ingeniero de Planta encargado del sistema de recuperación de CO₂. Todos los trabajos que resultan deberán ser programados para su inmediata realización.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.-

Luego del transcurso de aproximadamente cuatro meses después de haber reparado la Planta de Recuperación de CO₂ y luego de estar operando con problemas relativamente pequeños y además de haber evaluado y tener en consideración una serie de parámetros sobre la eficiencia en el funcionamiento del proceso de recuperación se llega a las siguientes conclusiones que se van a enumerar:

1. El tiempo estimado para la reparación y el mantenimiento de la Planta de CO₂ fue cubierto sin mayor dificultad.
2. Las propiedades físicas y químicas de los materiales empleados en los rines de desgaste del pistón y los anillos de carbón son

excelentes puesto que el desgaste sufrido en ellos en los cuatro meses de operación han sido normales.

3. La fabricación de los rines de teflón y anillos de carbón fue óptima quedando casi exactos a los repuestos originales en todo lo que se refiere a las dimensiones.
4. La experiencia de los técnicos involucrados en este trabajo sirvió para analizar detalles que eran considerados sin importancia.
5. A pesar de que el Mosto que entró en el sistema deterioró severa - mente algunos elementos, específicamente el carbón activado que se está desintegrando, el control riguroso de las torres desodorizadoras han afectado muy poco el sistema.
6. El control estricto de la temperatura de los tanques de fermenta - ción ha permitido lograr una producción constante de CO₂ y por lo tanto de recuperación.
7. El seguimiento de la operación de la Planta de CO₂ ha permitido conocer los problemas más característicos del sistema y se puede

atacarlos más rápidamente.

8. En la Figura No.41 podemos observar un programa de cocimientos y de recuperación de CO₂ durante 30 días, en el cual se demuestra la mejora en el rendimiento de la Planta de CO₂ después del mantenimiento.

RECOMENDACIONES.-

1. Estos equipos han venido trabajando durante más de doce años reemplazando repuestos de elementos de desgaste, es necesario pensar en el cambio de equipos como el sistema de licuefacción y todas las válvulas del sistema.
2. Es recomendable organizar y llevar a efecto un programa de adiestramiento teórico-práctico al personal de operadores del sistema de CO₂ para que se familiaricen bien con la Planta de CO₂ especialmente con el manejo de válvulas.
3. Para evitar pérdidas de tiempo es necesario llevar un chequeo diario de los siguientes elementos:



BIBLIOTECA

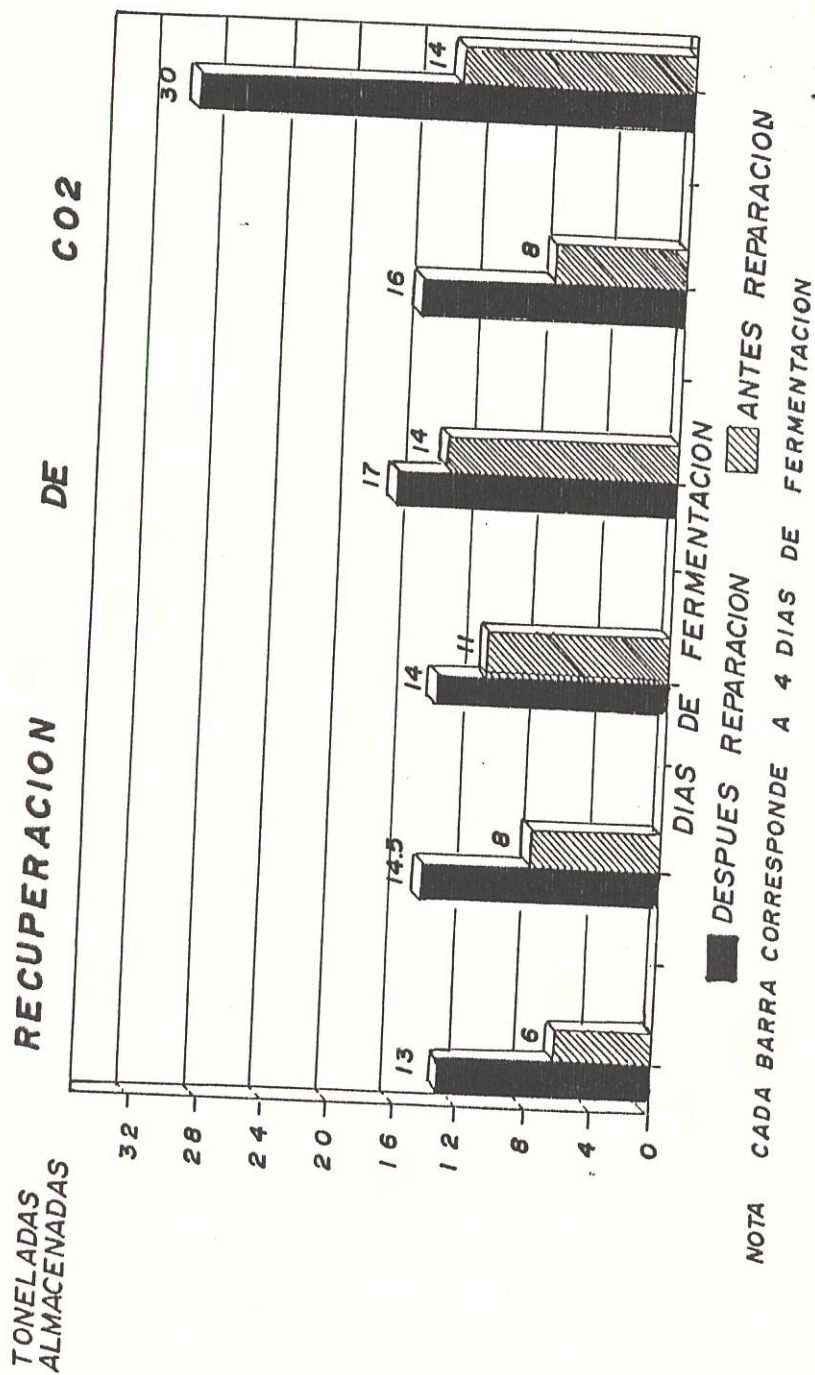


FIGURA No. 41

PROCESO DE RECUPERACION DE CO₂ DESPUES Y ANTES DE REPARACION



- Se recomienda la colaboración del área de Elaboración para cuando cambien los parámetros del proceso de cerveza que influye en el proceso de fermentación.

B I B L I O G R A F I A

1. EIKER JOHN. EL CERVECERO EN LA PRACTICA. 1977.
2. GRUBER P. JOSEPH. ONE IMPORTANT BREWERY UTILITY. CARBON DIOXIDE. MBAA TECHNICAL QUARTERLY No. 4. 1974.
3. MARTIN E.G.A. CARBON DIOXIDE SYSTEM DESIGN. MBAA. TECHNICAL QUARTERLY. No. 7 - No.1.
4. HERRERA WILLIAM. ASPECTOS DE PRODUCCION Y CONSUMO DE GAS CARBONICO EN CERVECERIAS. CONVENCION DE MAESTROS CERVECEROS . BOGOTA. AGOSTO 18/1984.
5. WITTEMANN HASSELBERG. CATALOGUES.