



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA AUTOMA-
TIZACION EN LA LINEA DE TRANSPORTE DE
COBERTURAS EN UNA FABRICA DE CHOCOLATES

T E S I S

Para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a

MARIO BARRERA GARDIDA



Director de Tesis:
ING. BONIFACIO ROMAN

México, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

| | | |
|--|-----------------------------|----|
| CAPITULO 1 | INTRODUCCION | |
| INTRODUCCION | ..... | 4 |
| CAPITULO 2 | ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA | |
| 2.1 ANTECEDENTES | ..... | 6 |
| 2.2 SITUACION ACTUAL | ..... | 8 |
| 2.3 DIAGNOSTICO | ..... | 15 |
| CAPITULO 3 | ALTERNATIVAS DE SOLUCION | |
| 3.1 INTRODUCCION | ..... | 17 |
| 3.2 SISTEMA MANUAL CON TRES TURNOS | ..... | 18 |
| 3.3 SISTEMA AUTOMATICO DE BOMBEO | ..... | 19 |
| 3.4 DETERMINACION DE LA MEJOR ALTERNATIVA POR EL METODO DEL VALOR PRESENTE | ..... | 21 |
| CAPITULO 4 | ESTUDIO TECNICO | |
| 4.1 INTRODUCCION | ..... | 32 |
| 4.2 ESTUDIO DEL PROCESO | ..... | 33 |
| 4.3 CARACTERISTICAS DEL CHOCOLATE | ..... | 42 |
| 4.4 SELECCION DEL EQUIPO | ..... | 46 |
| 4.5 REQUERIMIENTOS | ..... | 56 |
| CAPITULO 5 | ANALISIS ECONOMICO | |
| 5.1 INTRODUCCION | ..... | 58 |
| 5.2 COSTOS DE PRODUCCION | ..... | 59 |
| 5.3 GASTOS GENERALES | ..... | 69 |
| 5.4 DETERMINACION DE LA INVERSION TOTAL, FIJA Y DIFERIDA | ..... | 69 |
| 5.5 DETERMINACION DEL CAPITAL DE TRABAJO | ..... | 73 |
| 5.6 FINANCIAMIENTO | ..... | 75 |
| 5.7 ESTADOS PROFORMA | ..... | 76 |

5.8 RENTABILIDAD DE LA INVERSION

| | |
|---|-----------|
| 5.8.1 ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO | 78 |
| 5.8.2 ANALISIS DEL VALOR PRESENTE NETO | 80 |
| 5.8.3 ANALISIS DE LA TASA INTERNA DE RETORNO | 80 |

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 81 |
|---------------------------------------|-----------|

| | |
|---------------------|-----------|
| BIBLIOGRAFIA | 84 |
|---------------------|-----------|

| | |
|----------------|-----------|
| ANEXO 1 | 85 |
|----------------|-----------|

| | |
|----------------|-----------|
| ANEXO 2 | 98 |
|----------------|-----------|

| | |
|----------------|------------|
| ANEXO 3 | 112 |
|----------------|------------|

| | |
|----------------|------------|
| ANEXO 4 | 124 |
|----------------|------------|

| | |
|----------------|------------|
| ANEXO 5 | 125 |
|----------------|------------|

CAPITULO 1

INTRODUCCION

De acuerdo al comportamiento del mercado, la fábrica de chocolates "LA CORONA" planteó la necesidad de incrementar su producción, mediante el proyecto "CORONA 90-91", el cual consiste en la automatización de la línea de transporte en el proceso de elaboración del chocolate, para lograr este incremento se estableció que las líneas de transporte del área de coberturas eran insuficientes debido a que se trabaja en forma manual, presentándose saturaciones de materia prima y originando con esto, bajo aprovechamiento en la capacidad instalada en planta.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de analizar la factibilidad técnica y económica, así como la rentabilidad de la alternativa propuesta, efectuándose un estudio del proceso de fabricación actual para determinar la producción que se tiene, las deficiencias de transporte del chocolate y los tiempos en los cuales los equipos permanecen sin producto.

Posteriormente se estableció otra alternativa, con el objeto de comparar económicamente la determinación de automatizar la línea de coberturas utilizando la técnica del valor presente.

Una vez que se evaluaron las alternativas, se encontró que la mejor de ellas fué la propuesta en el proyecto, procediéndose a realizar el estudio técnico en donde se explica en que consiste

la automatización y se mencionan las características del chocolate en esta parte del proceso, así como los criterios que se tomaron en la selección del equipo y los requerimientos para la realización del proyecto.

Una vez concluida la parte técnica, se realizó el estudio financiero para encontrar los parámetros económicos que nos indican su rentabilidad.

Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones de las observaciones hechas a lo largo del estudio.

CAPITULO 2

ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA

2.1 ANTECEDENTES

La empresa cocoas y chocolates "LA CORONA" fué fundada en el año de 1944 por un grupo de comerciantes mexicanos quienes detectaron que la fábrica líder en el ramo no podía abastecer regularmente todo el mercado, por lo que desarrollaron la idea de poner una pequeña fábrica de chocolates.

Las operaciones de producción se iniciaron con 3 personas y con un escaso y rudimentario equipo. Después de un año de operación la fábrica se cerró por incosteable.

Para el año de 1946 se realizó una inversión en equipo usado y se abrió nuevamente para seguir funcionando permanentemente hasta nuestros días.

Debido a la apertura comercial que ha experimentado nuestro país en los últimos años en el mercado nacional de productos alimenticios, particularmente el de los dulces y chocolates, se ha visto inundado de una gran variedad de artículos de importación los cuales además de contar con buena presentación y calidad, cuentan con precios bajos; esto ha repercutido en la baja de los volúmenes de venta de los productos nacionales.

Esta situación originó que en la fábrica "LA CORONA" se planteara la disyuntiva de:

- a) Ser competitivos a nivel internacional, lo cual implica realizar inversiones para actualizar las líneas de proceso con la finalidad de mejorar la calidad del producto y reducir costos.
- b) Continuar con el estancamiento tecnológico y seguir produciendo de la misma manera, capacidad y calidad, lo que implicaría a la larga la salida del mercado nacional y la nula posibilidad de exportación.

Bajo estas perspectivas en cocoas y chocolates "LA CORONA" se optó por lograr que los productos fabricados en ella puedan competir también a nivel internacional tanto en calidad como en precio. Así nació el actual proyecto denominado "PROYECTO CORONA 90-91" el cual abarca un incremento general de la producción de un 50% , en un lapso no mayor de 3 años. En la actualidad la producción es de 3 800 toneladas anuales.^o Lo anterior trajo como consecuencia que se analizaran todos los procesos y se modificaran cuando fuera necesario con la finalidad de eficientarlos para poder lograr de esta manera los volúmenes de producción proyectados, pero, estos cambios han creado saturaciones en la línea de transporte de chocolate, las cuales han impedido llegar a los volúmenes de producción estimados.

2.2. SITUACION ACTUAL

La materia prima básica para la elaboración de chocolate es el grano de cacao producido por una planta llamada cacaotero. El grano de cacao experimenta una serie de transformaciones tanto químicas como físicas durante todo el proceso para obtener el chocolate, las cuales se describen a continuación.

a) LIMPIEZA DE LA SEMILLA DE CACAO.

Antes de hacer uso de los granos de cacao estos deben ser prelimpiados. Esta operación consiste básicamente en la separación de materias contaminantes como : madera, piedras, polvo, partículas de metal, cristal, etc. las cuales son separadas de la siguiente manera :

- i) Tamizado en máquinas de agujero grueso.
- ii) Extracción de partículas metálicas por medio de imanes
- iii) Separación de materias ligeras por medio de aire.

Al final de este proceso se deberá obtener una semilla libre de contaminantes, pero deberá permanecer sin roturas.

Este proceso se realiza en máquinas limpiadoras de cacao con capacidad de 1 500 Kg/hr.

b) TORREFACCION DE LA SEMILLA.

En esta parte se tuesta el grano de cacao mediante un tratamiento térmico con la siguiente finalidad:

- 1.- Extracción de la humedad.
- 2.- Aligeración del grano para mejorar la separación de la cascara.
- 3.- Formación del aroma y sabor.
- 4.- Bajar el porcentaje de bacterias y de ácido acético.

Este tratamiento se lleva a cabo por medios físicos y químicos.

La capacidad del equipo instalado es de 2 000 Kg/hr.

c) DESCASCARADO.

En este proceso hay que tomar en cuenta lo siguiente :

- 1.- Enfriar el grano a 20 °C antes de empezar el proceso.
- 2.- Regular correctamente las secciones de aire para asegurar la separación de los granos y la cáscara.
- 3.- Mantener los tamizes limpios.
- 4.- Una regulación adecuada de la trituradora.

Para la separación de la cascara es determinante la secuencia del tamaño de los tamizes, el mejor resultado se obtiene con el sistema de cascada el cual consiste en hacer pasar el cacao triturado por los tamizes de mayor tamaño hasta los tamizes más pequeños.

La capacidad de las máquinas descascaradoras es de 2 000 Kg/hr.

d) MOLIDO.

Este proceso consiste en licuar los trozos pequeños de cacao hasta una granulometría máxima de 60 micrones.*

El nombre del producto obtenido en este proceso es el de licor de cacao, el cual se utiliza para consumo directo y también como materia prima para la elaboración del chocolate.

Durante este proceso la temperatura de la masa nunca debe ser mayor que 90°C para evitar que se quemé, además la humedad residual debe estar en un rango de 3 a 4 por ciento para evitar una calefacción por fricciones y que disminuiría el rendimiento.

| PROCESO | GRANULOMETRIA | TEMPERATURA |
|-------------|--------------------|-------------|
| PREMOLIDO | 100 A 200 MICRONES | 60 A 70 °C |
| MOLIDO FINO | 40 A 60 MICRONES | 70 A 90 °C |

Estos procesos se llevan a cabo en máquinas con capacidad de 2 000 Kg/hr.

*Un micrón es la unidad de longitud igual a una milésima de milímetro.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORACION DE CHOCOLATE

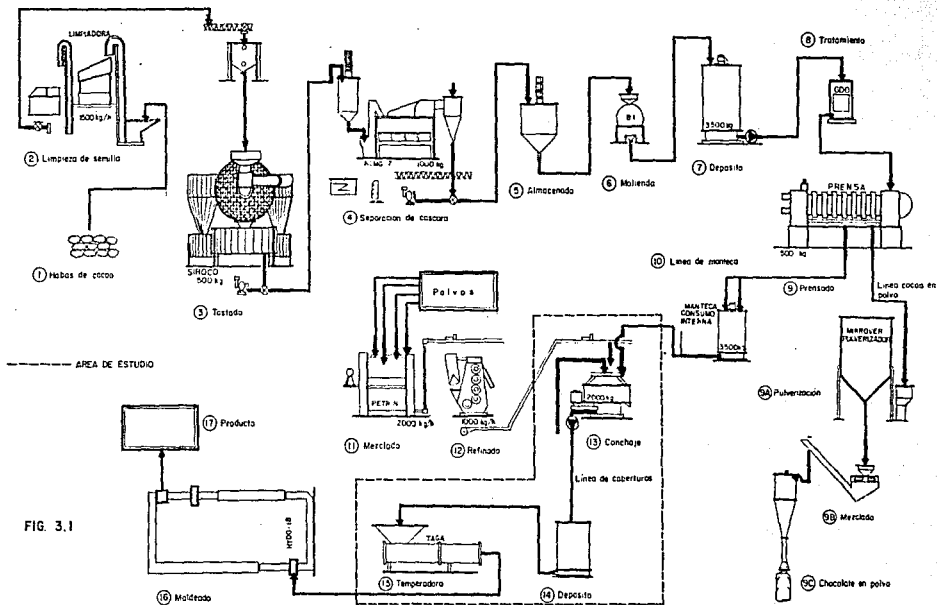


FIG. 3.1

e) Prensado.

En este proceso se comprime el licor de cacao a una presión de 540 Kg/cm².

Los productos obtenidos al concluir este proceso son:

- 1.- Cocola, materia base para la elaboración de chocolate en polvo.
- 2.- Manteca de cacao. Materia base para la producción de casi todos los artículos de chocolate.

Para este proceso se tienen instaladas dos prensas con capacidad de 500 Kg/hr cada una.

f) Mezclado.

Proceso en donde se mezclan diferentes productos como manteca de cacao, licor de cacao, azúcar, cocola, etc., con lo que se consigue:

- 1.- Mezclar de manera homogénea los ingredientes.
- 2.- Preparar los ingredientes para un refinado correcto.
- 3.- Asegurar la regularidad de la fórmula.

En este proceso es necesario respetar los siguientes parámetros :

| | |
|-------------|--------------|
| Temperatura | 40 A 50 °C |
| Grasa total | 24 A 28 % |
| Tiempo | 15 A 25 min. |

La máquina mezcladora tiene una capacidad de 2 000 Kg/hr.

g) REFINADO.

La mezcla obtenida anteriormente es procesada produciendo polvo de chocolate. El proceso se lleva a cabo en una prerrefinadora con capacidad de 5 000 Kg/hr y con refinadoras con capacidad total de 2 400 Kg/hr.

h) AGITADO O CONCHADO.

El objetivo principal de esta etapa del proceso es la incorporación completa y homogénea de todos los ingredientes y la obtención de un grado de plasticidad adecuada para el moldeo.

El conchado consiste de dos fases:

a.- Conchado seco. Consiste en la eliminación de ácidos y humedad.

b.- Conchado líquido. consiste en una inversión de fases, esto es, que con una pequeña cantidad de manteca de cacao que se adicione produce un cambio de fase sólida a fase líquida. (cobertura).

Según las características que se deseen en el chocolate se pueden modificar los siguientes parámetros:

- Tiempo (la duración del conchado va de 4 a 18 hr.)
- Temperatura
- Secuencia y momento para añadir manteca de cacao y emulsiones.
- Humedad relativa en el lugar.

Con el proceso de conchado o agitado se logra que:

- 1.- Baje la viscosidad
- 2.- Baje la humedad final del producto
- 3.- Mejore el sabor y aroma del chocolate.

Este proceso se realiza en 7 equipos con una capacidad total de 24 000 Kg.

i) TEMPERADO.

En base a un chocolate fluido se consigue que una parte de éste se solidifique en forma de cristales estables, así como el aglomeramiento de pequeños cristales se realice homogéneamente y se repartan en un número elevado en la masa, obteniéndose los siguientes resultados :

- 1.- Obtención de brillo en la superficie del producto final.
- 2.- Obtención de una buena consistencia.
- 3.- Buena contracción y con ello buen moldeo.
- 4.- Incremento en el tiempo de conservación.

En esta etapa del proceso se efectua un tratamiento térmico y mecánico, mediante los cuales calientan o enfrían la masa y mejoran la afluencia térmica e inducen la formación de cristales. Las temperadoras tienen una capacidad total de 3 890 Kg/hr.

j) MOLDEADO.

Una vez que el chocolate ha obtenido la temperatura requerida en el temperado, es transportado a las máquinas moldeadoras en las cuales según el molde, tendrá la apariencia y forma el producto final.

k) EMPAQUE.

En esta última etapa se realiza la envoltura y empaque de los productos terminados para su venta y distribución.

En base al proyecto de incremento de producción establecido, y una vez estudiadas las etapas del proceso, se detectaron deficiencias en la línea de transporte de coberturas, las cuales impiden lograr los volúmenes de producción estimados.

2.3 DIAGNOSTICO

Como se mencionó anteriormente el volumen de producción se vé afectado por el transporte en forma manual en la línea de coberturas, lo cual se debe a que la descarga del chocolate en estado líquido se efectúa en recipientes metálicos de aproximadamente 50 kg cada uno y, del equipo de agitación "CONCHA" es transportado por el personal a los depósitos almacenadores. Dependiendo de la distancia a la que se encuentren estos depósitos se efectúa el acarreo, sobre una plataforma móvil si la distancia es grande y manualmente si es corta.

Independientemente de lo anterior una vez enfrente de los depósitos es necesario subir el recipiente aproximadamente dos metros de altura para poder efectuar el vaciado y así continuar hasta terminar de vaciar el equipo de agitación.

Dependiendo de los requerimientos del departamento de producción, la cobertura se lleva a las máquinas moldeadoras efectuando el vaciado y el llenado de una manera similar a lo descrito anteriormente y dado que la capacidad de los equipos de conchado, almacenado y temperado es de entre 2 y 7 toneladas cada uno de ellos, presenta una serie de problemas, de entre los que se destacan los siguientes:

- a) Alto índice de accidentes y ausentismo del personal debido a lo pesado del trabajo.

- b) Demasiado tiempo de descarga (aproximadamente 4 horas por equipo).
- c) Falta de aprovechamiento de la capacidad instalada, debido al tiempo de descarga.

En la línea de coberturas se procesan los siguientes tipos:

- 1.- Cobertura canasta.
- 2.- Cobertura corolini.
- 3.- Cobertura cob-hel.
- 4.- Cobertura claras.
- 5.- Cobertura obscuras.
- 6.- Cobertura balón.
- 7.- Cobertura akorine.

Por lo anterior surge la necesidad de implantar un sistema de transporte de coberturas que nos permita aprovechar la capacidad instalada de los equipos y hacer más eficiente el sistema.

No

Exista

Pagina

3.2 SISTEMA MANUAL CON TRES TURNOS

Este sistema consiste en la implantación de un tercer turno de trabajo y cuyo objetivo es aprovechar la capacidad instalada sin incurrir en altos costos de inversión.

La operación de este sistema es similar a la llevada actualmente en planta, pero con un aumento de personal cuyas funciones serán hacer mas continuo el proceso de producción en el área de coberturas, por lo anterior, como se comentó, se desarrolló para cada línea de cobertura un estudio de producción con la implantación de ésta alternativa. Ver anexo 2.

Ventajas:

- 1.-No requiere de alta inversión
- 2.-Puesta en operación en corto tiempo
- 3.-Incremento de la producción
- 4.-Bajo costo de mantenimiento.

Desventajas:

- 1.-Incremento de personal (más problemas laborales)
- 2.-Mayor índice de accidentes de trabajo
- 3.-Ausentismo por parte del personal operativo
- 4.-Incremento de costos por concepto de prestaciones, cuotas al IMSS, cuotas sindicales, etc.
- 5.-No habría posibilidad de aumentar la producción más de un 10%, si el mercado en un futuro lo demandara.

A continuación se presenta el cuadro resumen del estudio de producción calculado para ésta alternativa, tomando una eficiencia en planta del 100%.

CUADRO RESUMEN DE PRODUCCION ANUAL

| TIPO DE COBERTURA | | PRODUCCION (TON) |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | COBERTURA CANASTA | 1 200 |
| 2 | COBERTURA COROLINI | 1 680 |
| 3 | COBERTURA COB-HEL | 1 140 |
| 4 | COBERTURA CLARAS | 600 |
| 5 | COBERTURA OBSCURAS | 720 |
| 6 | COBERTURA BALON | 600 |
| 7 | COBERTURA AKORINE | 660 |
| TOTAL | | 6 600 |

De la tabla anterior obtenemos una producción anual de 6 600 toneladas. El incremento de la producción en relación al sistema actual, operando a un 80% de la capacidad instalada, sería de 38.9%.

3.3 SISTEMA AUTOMATICO DE BOMBEO

En el sistema automático de bombeo se proyecta la instalación de equipo de bombeo en cada una de las líneas del área de coberturas, eliminando con esto el transporte manual e incrementado la eficiencia en las líneas de transporte.

Para el desarrollo de esta alternativa se requirió el definir y seleccionar los equipos que cumplieren con las características del fluido a manejar, basados en la capacidad de planta instalada, obteniéndose con esto una producción proyectada, la cual rebasa el crecimiento en producción deseado.

Ventajas:

- 1.-Uniformidad en la calidad de los productos
- 2.-Fácil manejo de los equipos
- 3.-Reducción de personal en las líneas de transporte
- 4.-Reducción de costos y elevada capacidad de producción
- 5.-Reducción de mermas y desperdicios
- 6.-Con un aprovechamiento de la capacidad instalada del 60% se cumple con la producción proyectada, por lo que si el mercado lo demandara, se puede incrementar la producción sin hacer alguna otra inversión.

Desventajas:

- 1.-Alto costo de inversión
- 2.-Tiempo prolongado de puesta en operación
- 3.-Incremento en el consumo de energía eléctrica, combustible agua y mantenimiento.

A continuación se presenta el cuadro resumen del estudio de producción calculado, basado en la capacidad de las moldeadoras y los equipos de almacenamiento así como también de los equipos que se emplearían, tomando una eficiencia en planta del 100%. Ver anexo 3.

CUADRO RESUMEN DE PRODUCCION ANUAL

| SISTEMA | PRODUCCION (TON) |
|----------------------|---------------------|
| 1 COBERTURA CANASTA | 2 400 |
| 2 COBERTURA COROLINI | 1 680 |
| 3 COBERTURA COB-HEL | 3 840 |
| 4 COBERTURA CLARAS | 420 |
| 5 COBERTURA OSCURAS | 960 |
| 6 COBERTURA BALON | 660 |
| 7 COBERTURA AKORINE | 840 |
| TOTAL | 10 800 |

De la tabla anterior obtenemos una producción anual de 10 800 toneladas. El incremento de la producción en relación al sistema actual, a un 80% de la capacidad instalada, sería de 127.4%.

3.4 DETERMINACION DE LA MEJOR ALTERNATIVA POR EL METODO DE VALOR PRESENTE

3.4.1 SISTEMA MANUAL CON TRES TURNOS

I.-INGRESOS

En este rubro se considera la producción anual por cobertura multiplicado por su precio de venta respectivo. La producción total calculada es de 6 600 ton/año.

Como se mencionó anteriormente, con éste sistema se prevé que se operará como se indica a continuación:

| PERIODO (AÑOS) | PRODUCCION TOTAL CALCULADA (TON/AÑO) | APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INST. (%) | PRODUCCION TOTAL REAL (TON/AÑO) |
|-------------------|--|---|---------------------------------------|
| 1 A 10 | 6 600 | 80 | 5 280 |

| COBERTURA | PRECIO VENTA (MILLONES/TON) | PRODUCCION TOTAL REAL (TON/AÑO) | INGRESOS (MILLONES/AÑO) |
|-----------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CANASTA | \$ 6.986 | 960 | \$ 6 720 |
| COROLINI | 10.294 | 1 344 | 13 840 |
| COB-HEL | 6.912 | 912 | 6 320 |
| CLARAS | 7.776 | 480 | 3 760 |
| OBSCURAS | 7.344 | 576 | 4 240 |
| BALON | 8.835 | 480 | 4 240 |
| AKORINE | 6.897 | 528 | 3 680 |
| | TOTAL | 5 280 | \$ 42 800 |

El precio de venta como un promedio ponderado sería de \$ 7.86 millones de pesos por tonelada.

Por lo que los ingresos serían los siguientes:

| PERIODO (AÑOS) | INGRESOS ANUALES (MILLONES) |
|-------------------|--------------------------------|
| 1 A 10 | \$ 42 800 |

II.- COSTO DE PRODUCCION

| COBERTURA | COSTO PRODUCCION (MILLONES/TON) | PRODUCCION (TON/AÑO) | COSTO PRODUCCION (MILLONES/AÑO) |
|-----------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| CANASTA | \$ 4.850 | 960 | \$ 4 640 |
| COROLINI | 7.150 | 1 344 | 9 600 |
| COB-HEL | 4.800 | 912 | 4 400 |
| CLARAS | 5.400 | 480 | 2 560 |
| OBSCURAS | 5.100 | 576 | 2 960 |
| BALON | 6.136 | 480 | 2 960 |
| AKORINE | 4.790 | 528 | 2 560 |
| | | ----- | |
| | TOTAL | 5 280 | \$ 29 680 |

El costo promedio de producción es igual a \$ 5.46 millones de pesos por tonelada producida.

Por lo que los costos de producción son los siguientes :

| PERIODO (AÑOS) | COSTO PRODUCCION ANUAL (MILLONES) |
|-------------------|--------------------------------------|
| 1 A 10 | \$ 29 680 |

III.- COSTO DE ADMINISTRACION Y VENTAS

Según datos de fábrica se destina un 5% de los ingresos para los costos de administración y otro 5% para los costos de ventas. Por lo que los costos de administración y ventas propuestos son los siguientes:

| PERIODO (AÑOS) | COSTO ADMON (MILLONES/AÑO) | COSTO VENTAS (MILLONES/AÑO) |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 A 10 | \$ 2 140 | \$ 2 140 |

IV.- COSTOS FINANCIEROS

Como la empresa no tiene préstamos anteriores, en costos financieros sólo se consideran los intereses que se van a pagar por el préstamo para este proyecto.

(ver columna de intereses en la tabla de financiamiento)

V.- PAGO A PRINCIPAL

Se considera que para arrancar este proyecto se necesitan invertir \$ 25'000,000 . A continuación se da la tabla de financiamiento la cual fué calculada por el método de intereses sobre saldos insolutos y una parte proporcional del capital al final de cada año.

TABLA DE FINANCIAMIENTO DE LA DEUDA

| AÑO | INTERES (35.8%) | PAGO A CAPITAL | PAGO ANUAL | DEUDA DESPUES DEL PAGO |
|-----|--------------------|-------------------|---------------|---------------------------|
| 0 | | | | 25 |
| 1 | 8.95 | 2.5 | 11.45 | 22.5 |
| 2 | 8.05 | 2.5 | 10.55 | 20 |
| 3 | 7.16 | 2.5 | 9.66 | 17.5 |
| 4 | 6.26 | 2.5 | 8.76 | 15 |
| 5 | 5.37 | 2.5 | 7.87 | 12.5 |
| 6 | 4.47 | 2.5 | 6.97 | 10 |
| 7 | 3.58 | 2.5 | 6.08 | 7.5 |
| 8 | 2.68 | 2.5 | 5.18 | 5 |
| 9 | 1.79 | 2.5 | 4.29 | 2.5 |
| 10 | 0.89 | 2.5 | 3.39 | 0 |

Cantidades en millones de pesos

3.4.2 SISTEMA AUTOMATICO

Inicialmente se trabajará a un 50% de la capacidad instalada en los dos primeros años y se incrementará un 10% cada dos años hasta alcanzar un 80% a partir del séptimo año, de acuerdo a la experiencia de la planta.

Con la implantación de este sistema calculamos que nuestro precio de venta se podrá reducir en un 8% dado que nuestros costos de producción bajarán, por lo que este sistema nos permitirá mejorar y competir con los precios de los chocolates de importación.

Según lo anterior se presenta la siguiente tabla:

| PERIODO (AÑOS) | APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INST. (%) | PRODUCCION TOTAL (TON/AÑO) |
|-------------------|---|-------------------------------|
| 1 - 2 | 50 | 5 400 |
| 3 - 4 | 60 | 6 480 |
| 5 - 6 | 70 | 7 560 |
| 7 - 10 | 80 | 8 640 |

I.-INGRESOS

| COBERTURA | PRECIO VENTA (MILLONES/TON) | PRODUCCION TOTAL CALCULADA (TON/AÑO) | INGRESOS (MILLONES/AÑO) |
|--------------|--------------------------------|--|----------------------------|
| CANASTA | \$ 6.43 | 2 400 | \$ 15 400 |
| COROLINI | 9.50 | 1 680 | 16 000 |
| COB-HEL | 6.36 | 3 840 | 24 500 |
| CLARAS | 7.15 | 420 | 3 000 |
| OSCURAS | 6.76 | 960 | 6 500 |
| BALON | 8.13 | 660 | 5 400 |
| AKORINE | 6.34 | 840 | 5 300 |
| TOTAL | | 10 800 | \$ 76 100 |

En esta opción tendremos un precio promedio ponderado de \$ 7.24 millones de pesos por tonelada.

Por lo que la tabla de ingresos es la siguiente:

| PERIODO (AÑOS) | APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INST. (%) | INGRESOS ANUALES (MILLONES) |
|-------------------|---|--------------------------------|
| 1 - 2 | 50 | \$ 38 050 |
| 3 - 4 | 60 | 45 700 |
| 5 - 6 | 70 | 53 300 |
| 7 - 10 | 80 | 61 000 |

II.-COSTO DE PRODUCCION

| COBERTURA | COSTO PRODUCCION (MILLONES/TON) | PRODUCCION TOTAL CALCULADA (TON/AÑO) | COSTO PRODUCCION (MILLONES/AÑO) |
|-----------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| CANASTA | \$ 4.47 | 2 400 | \$ 10 700 |
| COROLINI | 6.60 | 1 680 | 11 100 |
| COB-HEL | 4.42 | 3 840 | 17 000 |
| CLARAS | 4.97 | 420 | 2 100 |
| OBSCURAS | 4.70 | 960 | 4 500 |
| BALON | 5.65 | 660 | 3 750 |
| AKORINE | 4.41 | 840 | 3 700 |
| | TOTAL | 10 800 | \$ 52 850 |

Por lo que los costos de producción son los siguientes:

| PERIODO (AÑOS) | APROVECHAMIENTO CAPACIDAD INST. (%) | COSTO PRODUCCION ANUAL (MILLONES) |
|-------------------|---|--------------------------------------|
| 1 - 2 | 50 | \$ 26 425 |
| 3 - 4 | 60 | 31 710 |
| 5 - 6 | 70 | 36 995 |
| 7 - 10 | 80 | 42 280 |

III.- COSTO DE ADMINISTRACION Y VENTAS

En este rubro se seguirá considerando para costos de administración y ventas un 5% sobre los ingresos para cada uno. Por lo que la tabla de costos de administración y ventas propuesta sería la siguiente:

| PERIODO (AÑOS) | COSTO ADMINISTRACION ANUAL (MILLONES) | COSTO VENTAS ANUAL (MILLONES) |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| 1 - 2 | \$ 1 902 | \$ 1 902 |
| 3 - 4 | 2 285 | 2 285 |
| 5 - 6 | 2 665 | 2 665 |
| 7 - 10 | 3 050 | 3 050 |

IV.-COSTOS FINANCIEROS

Como la empresa no tiene préstamos anteriores, en costos financieros sólo se consideran los intereses que se van a pagar por el préstamo de este proyecto. (Ver columna de intereses en tabla de financiamiento).

V.-PAGO A PRINCIPAL

Se considera que para arrancar este proyecto se necesitan invertir \$ 900'000,000 , los cuales fueron prestados por el banco.

TABLA DE FINANCIAMIENTO DE LA DEUDA
PRESTAMO DE \$ 900'000,000

| AÑO | INTERES (35.8%) | PAGO A CAPITAL | PAGO ANUAL | DEUDA DESPUES DEL PAGO |
|-----|--------------------|-------------------|---------------|---------------------------|
| 0 | | | | 900 |
| 1 | 322.2 | 90 | 412.2 | 810 |
| 2 | 290.0 | 90 | 380.0 | 720 |
| 3 | 257.8 | 90 | 347.8 | 630 |
| 4 | 225.5 | 90 | 315.5 | 540 |
| 5 | 193.3 | 90 | 283.3 | 450 |
| 6 | 161.1 | 90 | 251.1 | 360 |
| 7 | 128.9 | 90 | 218.9 | 270 |
| 8 | 96.7 | 90 | 186.7 | 180 |
| 9 | 64.4 | 90 | 154.4 | 90 |
| 10 | 32.2 | 90 | 122.2 | 0 |

CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS.

3.4.3 ESTADOS DE RESULTADOS PARA LOS DOS SISTEMAS PROPUESTOS

A continuación se dan los estados de resultados de los sistemas propuestos para obtener de ellos los flujos netos de efectivo y con esto realizar la comparación por el método del valor presente neto. Es importante aclarar que los estados de resultados se calcularán sólo con el diferencial de producción de cada uno de los sistemas propuestos sobre el sistema actual.

A continuación se realiza la comparación por el método del valor presente neto.

| AÑO | ALTERNATIVA 2 (SISTEMA AUTOM.) | ALTERNATIVA 1 (SIST. 3 TURNOS) | FLUJO NETO EFFECTIVO ALT 2 - ALT 1 |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 0 | \$ - 900 | \$ - 25 | \$ - 875 |
| 1 | 1 095 | 1 354 | - 259 |
| 2 | 1 112 | 1 355 | - 243 |
| 3 | 1 999 | 1 355 | 644 |
| 4 | 2 017 | 1 356 | 661 |
| 5 | 2 894 | 1 357 | 1 537 |
| 6 | 2 912 | 1 357 | 1 555 |
| 7 | 3 815 | 1 357 | 2 458 |
| 8 | 3 833 | 1 358 | 2 475 |
| 9 | 3 851 | 1 359 | 2 492 |
| 10 | 3 868 | 1 358 | 2 510 |

CANTIDADES EN MILLONES

Aplicando la fórmula del valor presente neto (VPN):

$$\Delta \text{VPN}_{2-1} = \text{INVERSION} + \sum_{n=1}^{10} \frac{\text{FNE}}{(1+i)^n} \quad i = 35.8\%$$

y, sustituyendo valores tenemos:

$$\Delta \text{VPN}_{2-1} = - 875 - \frac{259}{(1.358)^1} - \frac{243}{(1.358)^2} + \frac{644}{(1.358)^3} + \frac{661}{(1.358)^4} + \dots$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1\ 537}{(1.358)} \quad 5 + \frac{1\ 555}{(1.358)} \quad 6 + \frac{2\ 458}{(1.358)} \quad 7 + \frac{2\ 475}{(1.358)} \quad 8 + \frac{2\ 492}{(1.358)} \quad 9 + \\
 & + \frac{2\ 510}{(1.358)} \quad 10 = 613.64
 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = 613.64 > \text{CERO}$$

2-1

Dado que el comparativo es positivo (mayor a cero) la mejor alternativa es la automatización de la línea de coberturas.

ESTADO DE RESULTADOS

SISTEMA MANUAL CON TRES TURNOS

| FLUJO CONCEPTO | AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VENTAS (TON.) | | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 | 1480 |
| INGRESOS | | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 | 11997 |
| COSTO DE PRODUCCION | | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 | 8320 |
| UTILIDAD MARGINAL | | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 | 3677 |
| COSTOS DE ADMINISTRACION | | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| COSTOS DE VENTAS | | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| COSTOS FINANCIEROS | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| UTILIDAD BRUTA | | 2468 | 2409 | 2470 | 2471 | 2472 | 2473 | 2473 | 2474 | 2475 | 2476 |
| I.S.R. (35%) | | 864 | 864 | 865 | 865 | 865 | 866 | 866 | 866 | 866 | 867 |
| R.U.T. (10%) | | 247 | 247 | 247 | 247 | 247 | 247 | 247 | 247 | 247 | 248 |
| UTILIDAD NETA | | 1357 | 1358 | 1358 | 1359 | 1360 | 1360 | 1360 | 1361 | 1362 | 1361 |
| DEPRECIACION Y AMORTIZACION | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PAGO A PRINCIPAL | | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| FLUJO NETO DE EFECTIVO | F N E | 1354 | 1355 | 1355 | 1356 | 1357 | 1357 | 1357 | 1358 | 1359 | 1358 |

NOTA: CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS

ESTADO DE RESULTADOS

SISTEMA AUTOMATICO

| FLUJO CONCEPTO | AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VENTAS (TON.) | | 1600 | 1600 | 2680 | 2680 | 3760 | 3760 | 4840 | 4840 | 4840 | 4840 |
| INGRESOS | | 11274 | 11274 | 18901 | 18901 | 26509 | 26509 | 34172 | 34172 | 34172 | 34172 |
| COSTO DE PRODUCCION | | 7830 | 7830 | 13115 | 13115 | 18400 | 18400 | 23685 | 23685 | 23685 | 23685 |
| UTILIDAD MARGINAL | | 3444 | 3444 | 5786 | 5786 | 8109 | 8109 | 10487 | 10487 | 10487 | 10487 |
| COSTOS DE ADMINISTRACION | | 564 | 564 | 945 | 945 | 1325 | 1325 | 1709 | 1709 | 1709 | 1709 |
| COSTOS DE VENTAS | | 564 | 564 | 945 | 945 | 1325 | 1325 | 1709 | 1709 | 1709 | 1709 |
| COSTOS FINANCIEROS | | 322 | 290 | 258 | 226 | 193 | 161 | 129 | 97 | 64 | 32 |
| UTILIDAD BRUTA | | 1994 | 2026 | 3638 | 3670 | 5266 | 5298 | 6940 | 6972 | 7005 | 7037 |
| I.S.R. (35%) | | 698 | 709 | 1273 | 1284 | 1843 | 1854 | 2429 | 2440 | 2452 | 2463 |
| R.U.T. (10%) | | 199 | 203 | 364 | 367 | 527 | 530 | 694 | 697 | 700 | 704 |
| UTILIDAD NETA | | 1097 | 1114 | 2001 | 2019 | 2896 | 2914 | 3817 | 3835 | 3853 | 3870 |
| DEPRECIACION Y AMORTIZACION | | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| PAGO A PRINCIPAL | | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| FLUJO NETO DE EFECTIVO | F N E | 1095 | 1112 | 1999 | 2017 | 2894 | 2912 | 3815 | 3833 | 3851 | 3868 |

NOTA: CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS

CAPITULO 4

ESTUDIO TECNICO

4.1 INTRODUCCION

Las empresas manufactureras de chocolate, recurren con mayor frecuencia a la automatización de sus procesos de producción, debido principalmente al incremento de la demanda en el mercado y al continuo avance de la tecnología que implica la modernización de las plantas.

Con el empleo de sistemas automáticos, se permite el enlace con el sistema informativo de la empresa, haciendo posible un efectivo control de los tiempos de producción en sus diferentes etapas y del consumo de materia prima.

La automatización se puede extender a todas las actividades de producción, sin embargo esta se lleva a cabo en forma gradual, a menudo con la implantación de nueva maquinaria, por lo que debe ser flexible para poderse ampliar, permitiendo así el crecimiento del nivel de automatización de la empresa.

En la línea de coberturas del chocolate, se implementará un sistema automático de bombeo, con la finalidad de eficientar el transporte que se realiza actualmente; por lo cual se desarrollará ampliamente esta alternativa, teniendo en cuenta que el proyecto de crecimiento que se estableció es del 50% de la producción actual.

La función de este sistema es principalmente, efectuar el transporte de chocolate líquido del equipo de agitación " CONCHAS " a los tanques de almacenamiento y de estos a las temperadoras.

DISPONIBILIDAD DE CAPITAL

La disponibilidad total de capital para el proyecto de inversión en estudio, es de 900 millones de pesos, que serán financiados por el banco para cubrir las erogaciones por concepto de inversión fija total y del capital de trabajo: con esto se satisfacen los requerimientos de instalación de maquinaria, equipo y demás elementos de la inversión fija, así como el inicio de las operaciones normales de la línea de coberturas.

La tasa de financiamiento bancaria es de 31.8% capitalizable trimestralmente.

4.2 ESTUDIO DEL PROCESO

Se cuenta con siete tipos de coberturas, las cuales son:

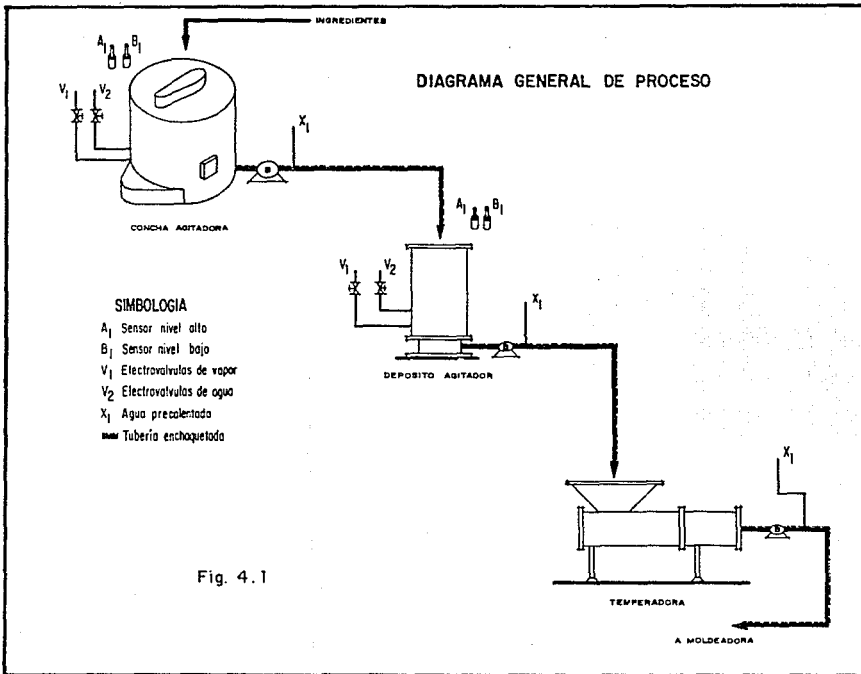
- | | | |
|---|-----------|----------|
| 1 | COBERTURA | CANASTA |
| 2 | COBERTURA | COROLINI |
| 3 | COBERTURA | COB-HEL |
| 4 | COBERTURA | CLARAS |
| 5 | COBERTURA | OSCURAS |
| 6 | COBERTURA | BALON |
| 7 | COBERTURA | AKORINE |

Su proceso de producción es similar, diferenciándose cada uno de ellos en los tiempos empleados en el conchaje, tipo de ingredientes y condiciones de temperatura requerida.

La descripción del proceso en forma general (fig.4.1), es como se menciona a continuación.

La parte en estudio inicia con la incorporación homogénea de los ingredientes a los equipos llamados "CONCHAS", donde se obtiene el grado de plasticidad adecuado por medio de paletas agitadoras colocadas en la parte central de la concha, (fig. 4.2.) la temperatura de la cobertura se controla por medio de un pirómetro, el cual manda una señal a dos electroválvulas que permitirán el paso de vapor o agua a temperatura ambiente entre las paredes interna y externa del cuerpo de la concha, cuyo diseño es a doble pared o "ENCHAQUETADA" para establecer la temperatura de la cobertura. Así mismo, la concha de agitación cuenta con sensores de nivel que actúan por medio de una señal eléctrica la cual encenderá la luz indicadora de falta de producto o equipo lleno, instalada en el tablero de control de las bombas, siendo el operador quien arranque o pare las mismas. (Ver sección 4.2.1.)

El tiempo de proceso variará de acuerdo a la línea de coberturas de que se trate; siendo este entre 4 y 18 horas. La cobertura



CONCHA AGITADORA

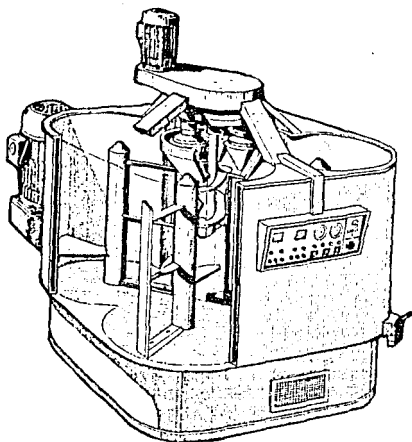


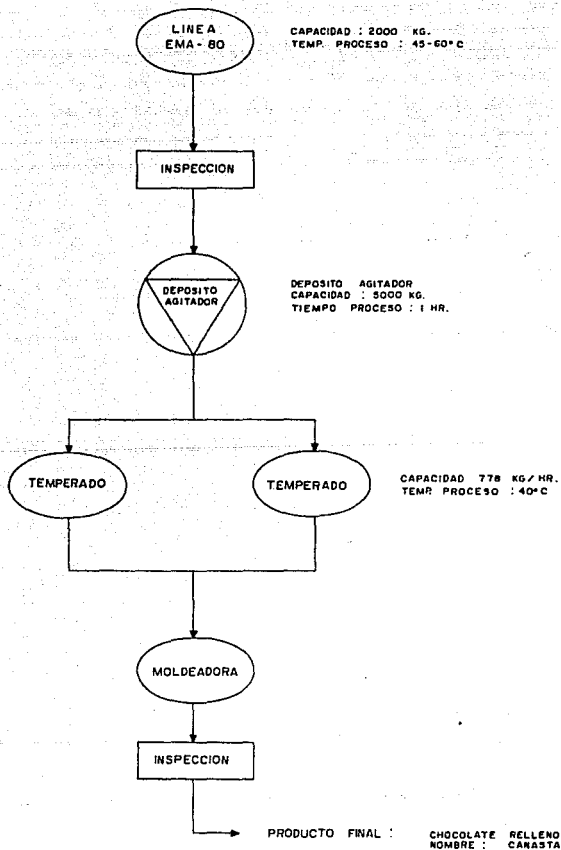
Fig. 4. 2

será bombeada cuando el sensor de nivel en el depósito agitador indique nivel bajo y será conducida a través de tubería doble pared, en donde por la parte interna fluye la cobertura y por la externa agua precalentada a la temperatura que requiere cada sistema y cuya finalidad es de evitar que el chocolate se cristalice (temperatura menor a 30 °C) o se caramelicé (temperatura mayor a 60°C); el precalentado del agua se lleva a cabo en un tanque donde se mezcla vapor y agua, adquiriendo la temperatura deseada (ver sección 4.2.2), para mantener el control de la temperatura a lo largo de la tubería se cuentan con pirómetros instalados directamente a la salida de las bombas.

El depósito agitador, que cuenta también con diseño a doble pared, emplea el mismo sistema de control de temperatura que las conchas y tiene como finalidad la de almacenar y mantener las condiciones del chocolate. Posteriormente es bombeado a las temperadoras, donde la estructura interna de la cobertura se hace más homogénea para obtener las características finales requeridas en la etapa del moldeo. El transporte a las moldeadoras también se efectúa a través de tubería a doble pared, como se indica en la figura 4.3.

A continuación se muestran los diagramas de flujo para cada línea de coberturas, en donde se indica la capacidad del equipo y temperatura del proceso.

SISTEMA : I. COBERTURA CANASTA



SISTEMA DE TRANSPORTE DE COBERTURA EN TUBERIA ENCHAQUETADA

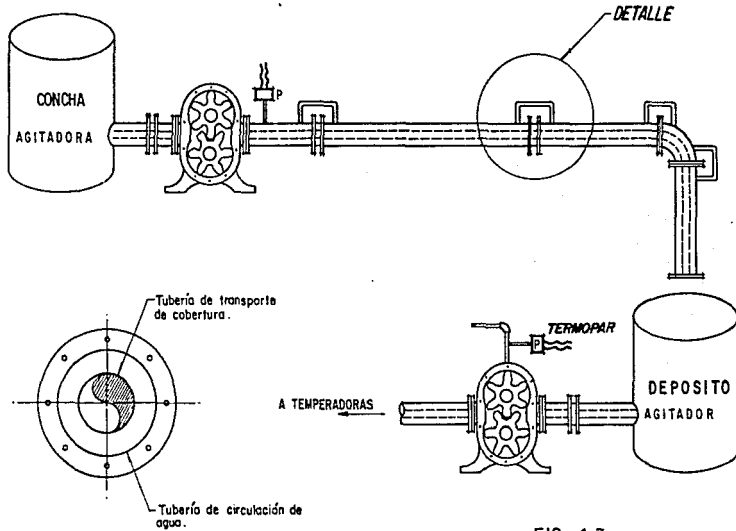
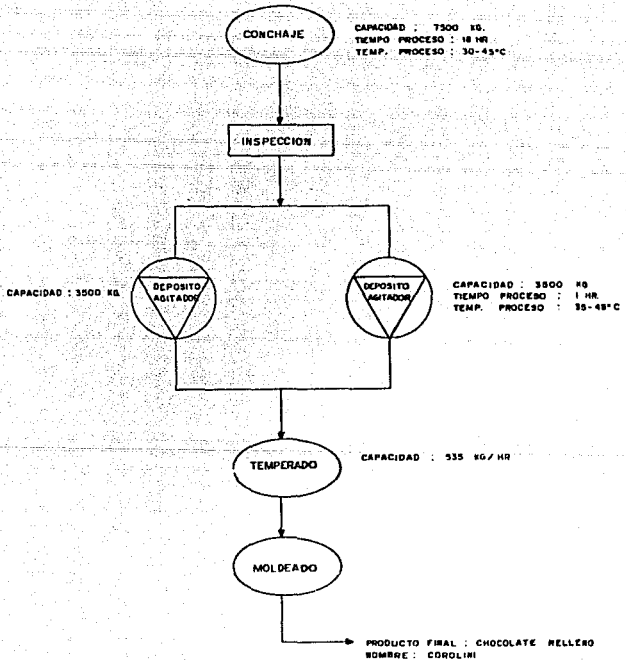
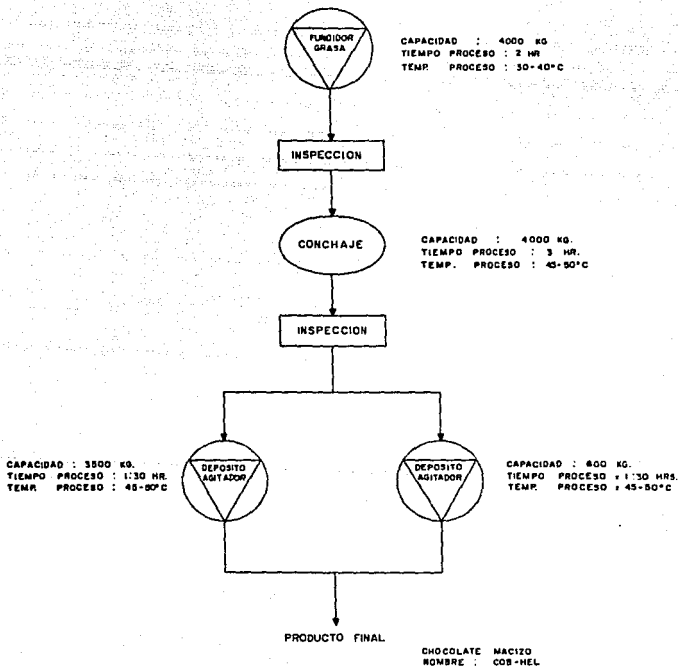


FIG. 4.3

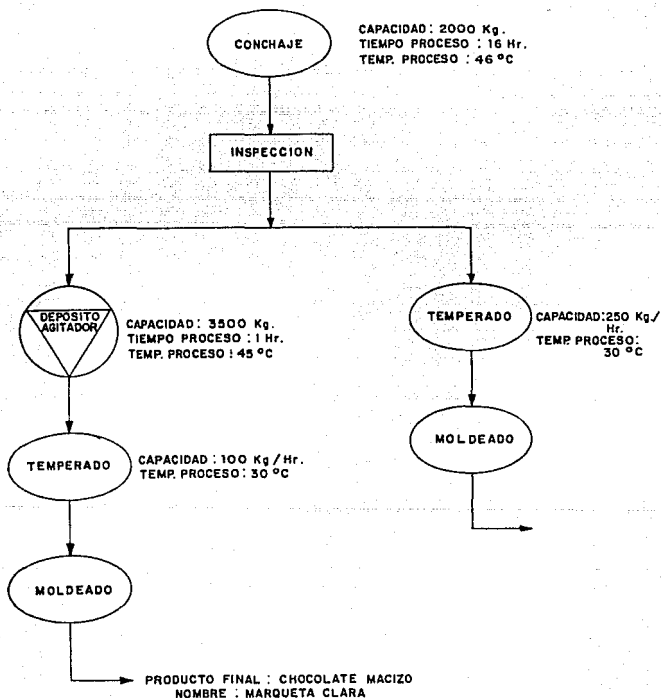
SISTEMA: 2 COBERTURA COROLINI



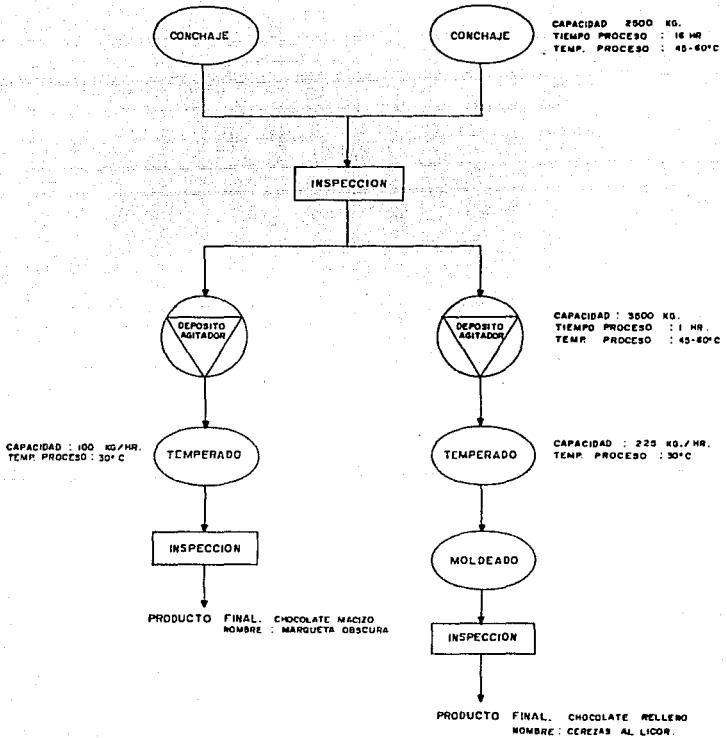
SISTEMA : 3 COBERTURA COB-HEL



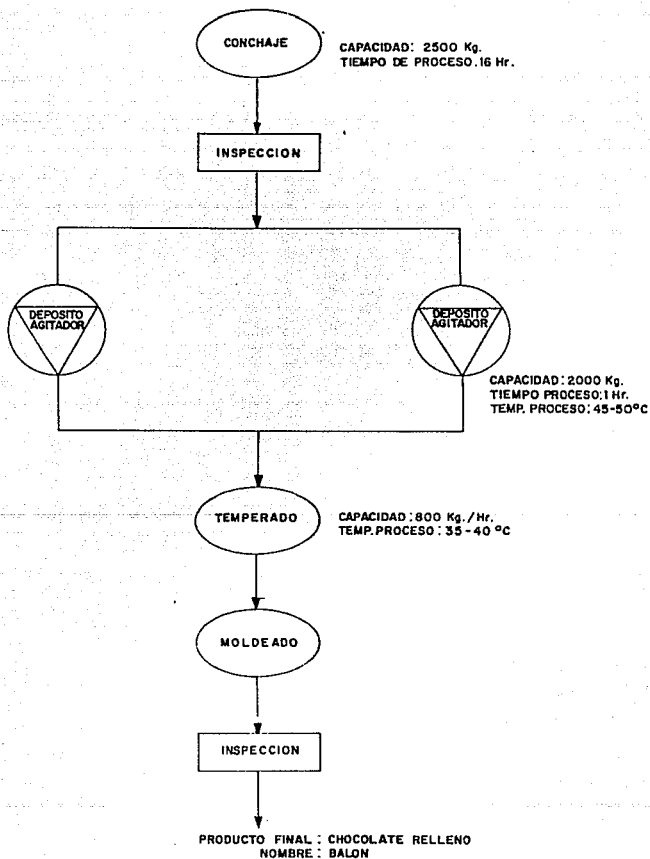
SISTEMA 4 COBERTURA CLARA



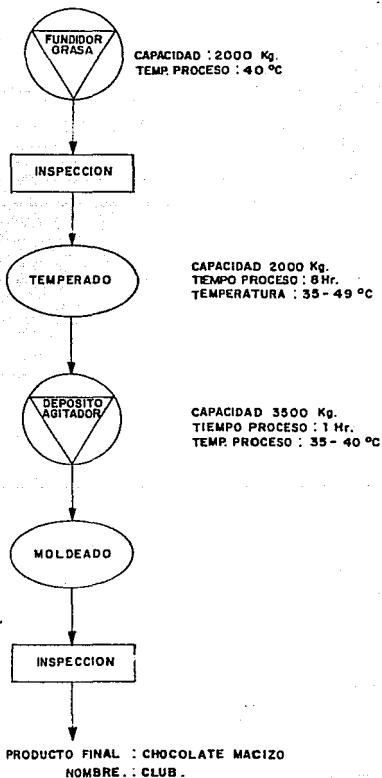
SISTEMA : 5 COBERTURAS OSCURAS



SISTEMA 6 COBERTURAS BALON



SISTEMA 7 COBERTURAS AKORINE



4.2.1. CONTROL DE TEMPERATURA

Debido a que una de las condiciones para poder obtener un producto de buena calidad, es controlar y mantener la temperatura del proceso a valores establecidos, fue necesario poner especial cuidado en la selección del equipo de control de temperatura, el cual reúne las siguientes características.

- a) Detecta la temperatura exacta del producto.
- b) Cuenta con dos puntos de ajuste de temperatura independientes uno del otro (gradiente de temperatura variable).
- c) Se puede instalar el equipo lector de temperatura (pirometro) a cualquier distancia del equipo sin error de lectura.
- d) Cuenta con la opción de conectar la señal de temperatura a un control computarizado central.

CONTROL DE TEMPERATURA EN EQUIPOS DE PROCESO

Para poder lograr un calentamiento denominado comúnmente "BAÑO MARIA" el diseño de los diferentes equipos de proceso cuenta con una doble pared, dejando entre el espacio de esta, una superficie entre la cual fluye agua de calentamiento y en la parte inferior de cada equipo, es instalada una conexión por donde llegarán

los dos elementos de calentamiento, que son:

- 1.- Agua a temperatura ambiente, procedente de la línea central de suministro de la torre de enfriamiento.
- 2.- Vapor a una presión de 6 bar y temperatura de 150 °C, de la línea central de vapor que proviene de las calderas.

En cada llegada de la línea de alimentación de los elementos antes mencionados, es instalada una electroválvula (una por cada línea), la cual permanecerá cerrada previamente para el control de la temperatura.

El pirómetro es programado a la temperatura requerida según el proceso, cuando por ejemplo la temperatura programada (50 °C) es mayor que la temperatura censada por el termopar en el interior de estos equipos (25°C) es interpretada como temperatura baja, por lo que la electroválvula de la línea de vapor recibe una señal eléctrica la cual energiza la bobina de esta, permitiendo el paso del vapor para calentar el agua que se encuentra en el interior de la doble pared de los equipos. Cuando el termopar censa que ha llegado al valor programado, interrumpe la señal eléctrica que accionaba a la electroválvula de vapor, la cual, al cerrar interrumpirá el suministro de este.

En el caso de que la temperatura programada sea menor que la censada, el equipo de control accionará la electroválvula de la línea de agua fría y permanecerá abierta hasta que la temperatura en el interior del equipo baje hasta el valor preestablecido, interrumpiendo la señal eléctrica.

Cuando la temperatura censada y la programada sean iguales las electroválvulas de vapor y agua permanecerán sin accionar . Este tipo de control continuará automáticamente por el tiempo que sea necesario sin necesidad de personal que lo supervise.

Es importante mencionar que el agua excedente que se desplaza por la acción del agua de enfriamiento y/o vapor, es expulsada por la parte superior de cada equipo de proceso y recolectada en una tubería, la cual llega a una cisterna para que de esta sea enviada a una torre de enfriamiento; manejando de esta manera un ciclo cerrado y utilizando por consiguiente sólo la cantidad de agua que se haya perdido.

CONTROL DE TEMPERATURA EN TUBERIAS DE PROCESO.

Las tuberías de proceso son "ENCHAQUETADAS", esto quiere decir que cada tramo de tubería así como cada conexión van cubiertas por otro tramo de tubería y conexión, de mayor diámetro.

El control de la temperatura en estas tuberías es similar al descrito para los equipos (conchas, depósitos agitadores), en donde el termopar esta colocado a la salida de cada una de las bombas de coberturas (fig. 4.3).

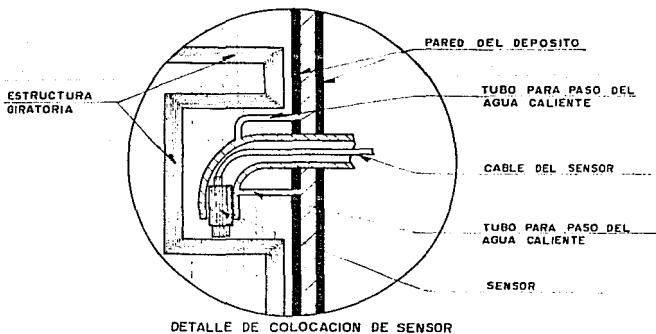
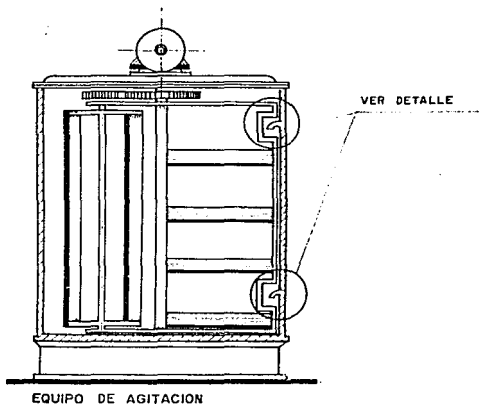
4.2.2. CONTROL DE NIVEL DE COBERTURA EN EQUIPOS

El control del nivel máximo y mínimo en los equipos (conchas y depósitos agitadores) es llevado a cabo por el mismo tipo de microprocesador utilizado en el control de temperatura. Estos están dispuestos de tal manera, que la cantidad de cobertura que permite cada equipo, cense los niveles respectivos y mediante una luz indicadora instalada en el tablero de control de las bombas, el operador se dará cuenta si el equipo está lleno o le falta producto, en cuyo caso arrancará la bomba respectiva.

El termopar está dispuesto entre las paredes externa e interna del equipo para que cense el nivel de la cobertura y, a su vez, el agua de calentamiento que circula entre las paredes, bañe el sensor, para que la cobertura no impida la operación del mismo.

(fig. 4.4)

CONTROL DE NIVEL DE COBERTURA EN EQUIPOS



4.2.3. SISTEMA DE CIRCULACION DE AGUA

Para que el agua de calentamiento o enfriamiento circule por toda la línea de proceso, es necesario contar con un pequeño depósito de agua, de capacidad igual al volumen total manejado entre las paredes de la tubería y accesorios en toda su longitud. Debido a que los tramos de tubería no son de la longitud total de la línea de proceso, la unión de tramos y conexiones se logra por medio de un "BY-PASS".*

Para lograr el calentamiento en este depósito llegan dos líneas, una de agua fría y otra de vapor. Cuando se llega a la temperatura programada es accionada de manera automática una bomba centrífuga, la cual bombeará el contenido del depósito a lo largo de la línea de proceso (por la holgura entre tubería y conexiones). Al llegar a la parte final de la línea de proceso retornará por una línea extra al depósito calefactor para que de esta manera tengamos un circuito cerrado de bombeo de agua de calentamiento. (fig. 4.5)

*"BY-PASS".- Es la desviación que sufre el agua de circulación que mantiene la temperatura de la cobertura, debido al diseño de fabricación de los tramos de tubería enchaquetada, en donde la unión de estos es por medio de bridas atornillables. (fig. 4.10)

SISTEMA DE CIRCULACION DE AGUA

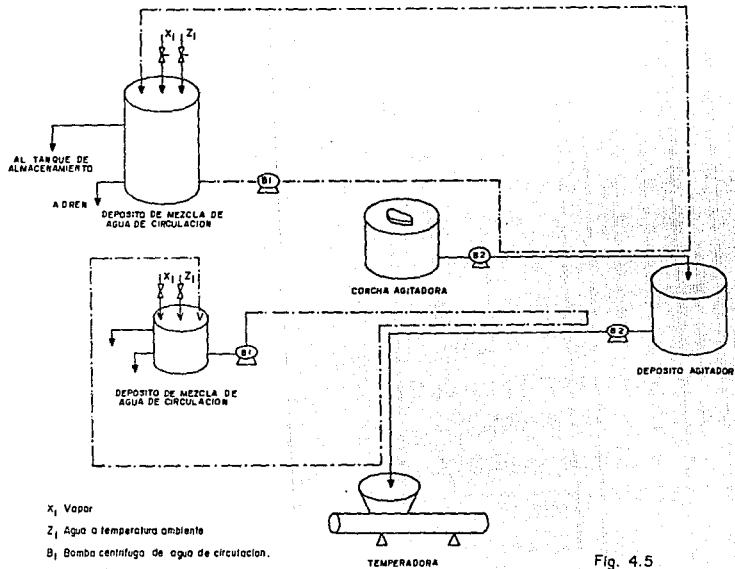


Fig. 4.5

La utilización de esta bomba centrífuga se debe a que es necesario suministrar presión al agua para que recorra toda la línea de proceso ya que por distancia, el lugar en que se encuentra el depósito (junto a la salida de cada equipo de proceso) con respecto a la descarga del producto es grande.

Será necesario que en este sistema se realice un precalentamiento antes de que se inicie el transporte de la cobertura, con el fin de que la tubería a doble pared se mantenga a la temperatura establecida para cada proceso; el calentamiento se lleva a cabo por cada tramo de tubería dentro los equipos, es decir, se tiene un sistema de circulación de agua por cada bomba de transporte de coberturas.

4.3.- CARACTERISTICAS DEL CHOCOLATE

En la industria de la confitería, el chocolate es un compuesto de azúcar, licor de cacao, manteca de cacao, lecitina, leche en polvo y grasa vegetal; por lo que se considera una suspensión de sólidos en una grasa (manteca de cacao), los sólidos deberán tener una granulometría de 25 a 60 micras para mantener un adecuado refinado y por consiguiente una mejor calidad.

Una de las características mas importantes del chocolate es su viscosidad, por lo que se explicara en forma breve el principio de la viscosidad.

PRINCIPIO DE LA VISCOSIDAD DE NEWTON.*

Este principio establece que para ciertos fluidos, llamados fluidos newtonianos, la tensión cortante en una intercara tangente a la dirección del flujo, es proporcional al gradiente de la velocidad en dirección normal a la intercara, matemáticamente se establece así:

DONDE:

$$\tau = \eta \frac{\partial v}{\partial n}$$

τ = Tensión cortante, tangente a la dirección del flujo.
 $\frac{\partial v}{\partial n}$ = Gradiente de velocidad
 η = Gradiente de la normal a la superficie

* La mecánica de los fluidos. IRVING H. SHAMES
pag. 28 Y 29

De la fig. 4.6 se elige una superficie de área infinitesimal en el flujo. Se dibuja la normal N a esta superficie. Se representan gráficamente las velocidades del fluido a lo largo de la normal (eje horizontal), obteniendo así la distribución de velocidades.

La pendiente de esta curva respecto del eje N en la posición correspondiente al área elemental, da el valor de $\frac{\partial v}{\partial n}$, que se relaciona con la tensión cortante τ . Mostrada en el elemento superficial.

Introduciendo el coeficiente de proporcionalidad en el principio de la viscosidad de Newton se llega al siguiente resultado

$$\tau = \mu \frac{\partial v}{\partial n} \dots\dots\dots(1)$$

Donde μ se conoce como coeficiente de viscosidad dinámica (o absoluta) y se suele expresar en poises (dinas/ CM^2) o en centipoises. La viscosidad cinemática ν se expresa en stokes (CM^2 /SEG) o en centistokes.

En unidades inglesas la viscosidad absoluta se expresa en lbm/ft(s)
 La viscosidad cinemática tiene los valores de ft²/seg . Las
 dos viscosidades estan relacionadas por

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad ; \text{ donde } \rho = \text{densidad del líquido}$$

o bien:

$$\nu = \mu / S_g, \quad S_g = \text{densidad relativa.}$$

Se utilizan otras unidades para expresar la viscosidad
 cinemática, las más comunes son segundos saybolt universales
 (SSU), ** o segundos saybolt furol (SSF).***

** SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL (SSU).- Es un aparato estandar
 para la determinación experimental de la viscosidad
 cinemática (ν), el cual consiste, esencialmente, en un tipo
 de metal con un orificio construido según estrictas
 especificaciones y muy bien calibrado. El tiempo requerido
 para que fluyan por gravedad 60 centímetros cubicos de
 líquido se llama segundos saybolt universal. Una conversión
 aproximada de SSU a stokes se realiza de la siguiente
 manera:

$$32 < \text{SSU} < 100 \text{ segundos, stokes} = 0.00226 (\text{SSU}) - 1.95 / (\text{SSU})$$

$$\text{SSU} > 100 \text{ segundos, stokes} = 0.00220 (\text{SSU}) - 1.35 / (\text{SSU})$$

*** SEGUNDOS SAYBOLT FUROL (SSF).- Para aceites viscosos se
 utiliza el viscosímetro saybolt furor. La conversión
 aproximada entre los valores de ambos viscosímetros se
 realiza de la siguiente manera:

$$25 < \text{SSF} < 40 \text{ segundos, stokes} = 0.0224 (\text{SSF}) - 1.84 / (\text{SSF})$$

$$\text{SSF} > 40 \text{ segundos, stokes} = 0.0216 (\text{SSF}) - 0.60 / (\text{SSF})$$

Hay que señalar que todos los gases y la mayoría de los líquidos más sencillos son fluidos Newtonianos y de aquí que se comporten de acuerdo con la ecuación (1). Las pastas, los lodos, los altos polímeros, así como el chocolate son considerados fluidos no Newtonianos, debido a que su viscosidad varía de acuerdo a la velocidad de corte (fig. 4.6.)

Se observará que la viscosidad de los fluidos disminuye al aumentar la temperatura.

Dependiendo de los ingredientes en cada tipo de cobertura, el valor de la viscosidad presenta valores diferentes. Para disminuir la resistencia a la fluidez, se agrega en las conchas de agitación lecitina que también evita la formación de emulsiones, y logra la vaporización de la humedad.

La siguiente tabla muestra algunas características del chocolate utilizadas en los diferentes sistemas en estudio:

| COBERTURA | TEMPERATURA (°C) | VISCOSIDAD (CPS) (MILES) | GRASA (%) | GRANULOMETRIA (MICRAS) |
|-----------|----------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|
| CANASTA | 40 - 60 | 70 - 80 | 27.60 | 28 - 32 |
| COROLINI | 30 - 45 | 41 - 45 | 29.50 | 25 - 29 |
| COB-HEL | 30 - 50 | 2 - 4 | 47.80 | 28 - 32 |
| CLARA | 30 - 45 | 60 - 70 | 28 | 28 - 32 |
| OBSCURA | 30 - 60 | 55 - 65 | 31.82 | 28 - 32 |
| BALON | 30 - 50 | 30 - 40 | 32.24 | 28 - 32 |
| AKORINE | 30 - 49 | 70 - 80 | 24.50 | 28 - 32 |

TABLA 4.3.1

GRAFICA DEL GRADIENTE DE VELOCIDAD

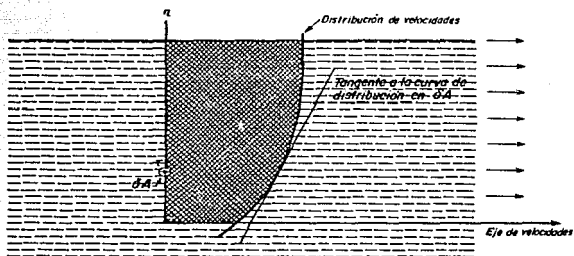


Fig. 4. 6

4.4.- SELECCION DEL EQUIPO

En la presente sección se da una explicación de los criterios utilizados en la selección de los principales equipos que se requieren para la realización del proyecto.

4.4.1- BOMBAS

Uno de los equipos sin duda de mayor importancia dentro del presente estudio son las bombas, las cuales transportan el chocolate hacia los diferentes equipos y como se aprecia en la tabla 4.3.1. el chocolate presenta valores altos de viscosidad; por lo que la selección más adecuada para el manejo de líquidos viscosos serían las bombas de desplazamiento positivo del tipo rotatorio ya sea de engranes o de tornillo; debido a que son las únicas que se pueden utilizar para este tipo de fluidos. Se debe prestar atención a la temperatura a la cual se bombea el fluido pues no debe exceder del valor máximo del diseño del fabricante; también es necesario definir las temperaturas máxima y mínima esperadas en determinada aplicación para poder realizar cálculos exactos de la viscosidad y determinar el tamaño correcto del propulsor.

Los requisitos de presión de succión y descarga son parte del proceso de selección. Se debe estudiar el diseño propuesto para conocer:

- Presión máxima de trabajo de la carcasa
- Presión diferencial máxima permisible
- Reducción en la duración de la bomba cuando se utiliza con las presiones requeridas
- El efecto en el flujo nominal de la relación entre la pérdida y la presión real requerida

La capacidad de la bomba se debe expresar para las condiciones reales de funcionamiento que incluyen los límites máximo y mínimo de temperatura y viscosidad (tabla 4.3.1)

La bomba rotatoria, al contrario de la centrífuga, produce flujo casi constante a una velocidad dada y sólo varía ligeramente con el aumento en la presión o en la viscosidad . Por ello, se selecciona la bomba para la capacidad requerida en las peores condiciones posibles de operación.

para la selección apropiada de una bomba rotatoria, en resumen, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

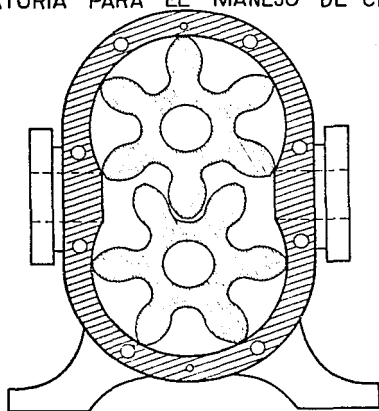
FACTORES PARA SELECCIÓN DE LA BOMBA

- Capacidad (lt/min)
- Presión diferencial (Kg/cm) O (psi)
- Gravedad específica del fluido
- Viscosidad del fluido
- Temperatura del fluido
- Succión (m)
- Tipo de fluido a bombear
- Tipo de servicio (intermitente, semicontinuo, continuo)

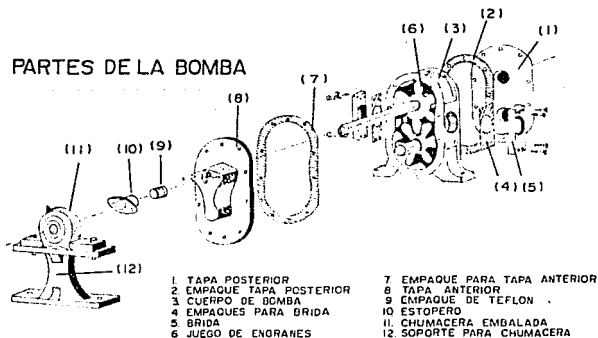
de entre las bombas de engranes y de tornillo, y con la asistencia técnica del proveedor se analizaron sus aplicaciones y realizando pruebas se decidió elegir a la bomba de engranes (figura 4.7), por las siguientes razones:

- Costo de adquisición 25% menor con respecto a las de tornillo.
- Disponibilidad de refacciones.
- Por las necesidades de que el cuerpo de la bomba cuente con su sistema de doble camisa para el calentamiento del fluido, ya que sólo se encontró en la bomba de engranes.

BOMBA ROTATORIA PARA EL MANEJO DE CHOCOLATE



PARTES DE LA BOMBA



- 1 TAPA POSTERIOR
- 2 EMPAQUE TAPA POSTERIOR
- 3 CUERPO DE BOMBA
- 4 EMPAQUES PARA BRIDA
- 5 BRIDA
- 6 JUEGO DE ENGRANES

- 7 EMPAQUE PARA TAPA ANTERIOR
- 8 TAPA ANTERIOR
- 9 EMPAQUE DE TEFLON
- 10 ESTOPERO
- 11 CHUMACERA EMBALADA
- 12 SOPORTE PARA CHUMACERA

FIG. 47

De entre las bombas de engranes, se encontraron dos tipos:

- Una extranjera denominada PLC4, de la empresa italiana Carle & Montanari, con un costo aproximado de \$ 14,100 DOLARES (CUARENTA Y DOS MILLONES DE PESOS).
- Una nacional con una capacidad igual a la antes descrita con un costo mucho mas bajo, 11 millones de pesos, obviamente con el consiguiente ahorro de divisas y disponibilidad casi inmediata de cualquier tipo de refacción.

Las bombas nacionales seleccionadas se describen en la siguiente tabla.

| MARCA | MODELO | CAPACIDAD (lt /min) | POTENCIA (H.P.) | RPM | SUCCION Y DESCARGA (pulg.) | VISCOSIDAD (CP) MILES | TIPO DE SERVICIO |
|-------|--------|------------------------|--------------------|-----|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| MAV. | BR-25 | 29.2 | 7.5 | 146 | 1 | 60-70 | SEMICON- |
| MAV. | BR-25 | 101.4 | 2 | 507 | 1 | 60-70 | TINUO |
| MAV. | BR-25 | 24.2 | 2 | 121 | 1 | 2-4 | " |
| MAV. | DR-51 | 77 | 7.5 | 154 | 2 | 30-40 | " |
| MAV. | DR-51 | 73 | 7.5 | 146 | 2 | 55-65 | " |
| MAV. | DR-51 | 73 | 5 | 146 | 2 | 41-45 | " |
| MAV. | DR.51 | 50 | 5.5 | 100 | 2 | 70-80 | " |
| | | | | | | 30-40 | " |

TABLA 4.4.1

4.4.2 MOTORREDUCTORES

Debido a las condiciones de operación de las bombas, fué necesario que el elemento motriz de estas fuese un motorreductor, acoplado directamente por medio de un cople a la flecha motriz de la bomba, cuyas características se mencionan en la tabla 4.4.2

| MOTORREDUCTOR | | | | BOMBA | | |
|---------------|--------------------|-----|------------|----------------|-----------------------|--------|
| MARCA | POTENCIA (H.P.) | RPM | POSICION | VOLTAJE (V) | CAPACIDAD (lt/min) | MODELO |
| ASEA | 7.5 | 146 | HORIZONTAL | 220 | 29.2 | BR-25 |
| ASEA | 2 | 507 | HORIZONTAL | 220 | 101.4 | BR-25 |
| ASEA | 2 | 121 | HORIZONTAL | 220 | 24.2 | BR-25 |
| ASEA | 7.5 | 154 | HORIZONTAL | 220 | 77 | DR-51 |
| ASEA | 7.5 | 146 | HORIZONTAL | 220 | 73 | DR-51 |
| ASEA | 5 | 146 | HORIZONTAL | 220 | 73 | DR-51 |
| ASEA | 5.5 | 100 | HORIZONTAL | 220 | 50 | DR-51 |

TABLA 4.4.2

4.4.3. TUBERIA DE TRANSPORTE

Por condiciones completas de higiene, el tipo de tubería a utilizar debería ser de acero inoxidable conocido como tubo sanitario norma ASTM-A-270, el cual cuenta con un pulido exterior e interior para evitar que se alojen pequeñas partículas que puedan contaminar el producto, pero debido a cuestiones de costos de inversión en este tipo de tubería, el manejo del chocolate se efectúa por medio de tubos de acero al carbón con costura, según norma ASTM-53; el cual es un tubo de acero comercial para usos generales. Es importante señalar que para evitar la corrosión interna del tubo y la eventual contaminación del producto se efectúa un recubrimiento interno por medio de un lavado con manteca de cacao en forma periódica; además, para eliminar las partículas metálicas que se pudieran tener, se instala un sistema

magnético de detección antes de moldear el chocolate en la línea de descarga. Por lo que se tomó la decisión de fabricar en planta la tubería de doble pared (figura 4.8) de acuerdo a la distribución de los equipos, así como las bridas de acoplamiento (figura 4.9) y los "BY-PASS" del agua de calentamiento (figura 4.10), según estándares de la tabla 4.4.3.

4.4.4.- CONTROLES PARA TEMPERATURA Y NIVEL

La selección de los controles se realizó de acuerdo a las características del chocolate líquido; es decir para el caso de controlar la temperatura en los equipos, así como en la tubería, se requirió de un termopar que se coloca en el espacio libre entre las paredes de estos y manda una señal eléctrica a un microprocesador.

Las características de este control son las siguientes:

NOMBRE: CONTROL DE TEMPERATURA

MARCA: PATTOW CORPORATION

MODELO: MIC 2000

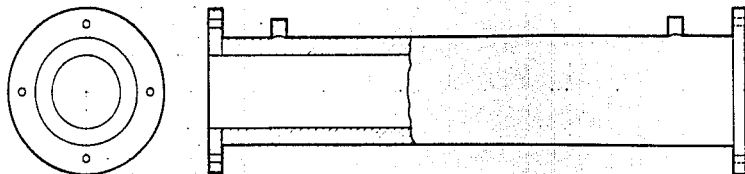
Descripción general; microprocesador capaz de efectuar mediciones de temperatura, presión y nivel emitidas por diferentes señales de alarma para cuando se llega a valores previamente establecidos, también cuenta con clave de acceso para que no cualquier persona pueda cambiar los valores establecidos.

STANDARES PARA BRIDAS

| | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 |
|----------|---|---|---|
| CONCEPTO | BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 1" Y Ø EXTERIOR DE 2" | BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 2" Y Ø EXTERIOR DE 3" | BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 3" Y Ø EXTERIOR DE 4" |
| A | 1 3/8" (35 mm) | 15/16" (24 mm) | 3 9/16" (90.5 mm) |
| B | 3 13/16" (97 mm) | 5 3/16" (131.8 mm) | 6 1/4" (157 mm) |
| C | 5 1/4" (133 mm) | 6 1/2" (165 mm) | 7 1/2" (190 mm) |
| D | 4 BARRENOS DE 9/16" (14 mm) Ø | 4 BARRENOS 9/16" (14 mm) Ø | 4 BARRENOS 9/16" (14 mm) Ø |
| E | 1/2" (125 mm) | 1/2" (12.5 mm) | 1/2" (12.5 mm) |

T A B L A 4.4.3.

DISEÑO DE TUBERIA A DOBLE PARED



| DIAMETRO DE TUBERIA | | |
|---------------------|------------|------------|
| TIPO | Ø INTERIOR | Ø EXTERIOR |
| 1 | 1" | 2" |
| 2 | 2" | 3" |
| 3 | 3" | 4" |

FIG. 4.8

Para el caso del control de nivel se tuvo la dificultad de que el elemento sensor tiene que estar en contacto con el chocolate, el cuál debe mantenerse en estado líquido para que no se adhiera al elemento sensor y evite errores en la lectura; por lo que se diseñó un sistema de alojamiento en las paredes del equipo en donde es colocado el sensor y por el cuál circulará el agua de calentamiento manteniendo el sensor libre de obstrucciones.

Las características del sensor son:

| | |
|-------------------------|-------------------|
| NOMBRE: | SENSOR CAPACITIVO |
| MARCA: | SQUARE'D |
| DISTANCIA DE OPERACION: | 5 mm. |
| TIPO: | ENCAPSULADO |
| VOLTAJE DE OPERACION: | 220 VOLTS. |

4.4.5. SELECCION DE VALVULAS

Se requirió la utilización de válvulas accionadas en forma eléctrica, neumática y manual.

Las válvulas accionadas eléctricamente se utilizaron para el sistema de calentamiento del agua de circulación, tanto para el paso de agua a temperatura ambiente, como para el de vapor.

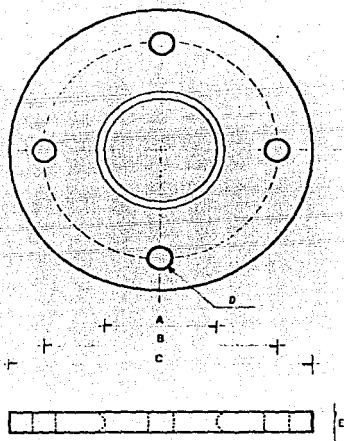
Las características de estas válvulas son:

- Fluido a manejar: AGUA
- Temperatura del fluido: 25 °C
- Presión de operación: 50 lb/pulg²
- Tipo : 2 VIAS
- Cuerpo de la válvula: LATON
- Voltaje de operación de la bobina : 220 VOLTS.
- Frecuencia 60 HZ.
- Tipo de conexión: ROSCADA INTERIOR DE 1/2" NPT.
- Válvula en posición normalmente cerrada.
- Con sellos interiores de teflón
- Operación: ON - OFF

Para la electroválvula de vapor; serían las mismas características que las anteriores pero con las siguientes diferencias:

- Presión de operación: 100 lb/pulg²
- Temperatura: 150 °C

Las válvulas manuales son utilizadas para interrumpir o permitir el paso del fluido en las diferentes trayectorias de las tuberías de proceso y sus características son:



| ESTANDARES PARA BRIDAS | | | |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| DESCRIPCION | | | |
| CONCEP. | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 |
| A | 1 3/8" (135 mm) | 1 2400 m" | 1 3 9/16" (190.5 mm) |
| B | 1 3 0/25" (197 mm) | 1 5 3/16" (131.8 mm) | 1 6 1/4" (157 mm) |
| C | 1 5 1/4" (133 mm) | 1 6 1/2" (165 mm) | 1 7 1/2" (195 mm) |
| D | 4 BARRENOS (9/16") (14 mm) Ø | 4 BARRENOS (9/16") (14 mm) Ø | 4 BARRENOS (9/16") (14 mm) Ø |
| E | 1 1/2" (12.7 mm) | 1 1/2" (12.7 mm) | 1 1/2" (12.7 mm) |

NOTAS :

- TIPO 1 BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 1" Y Ø EXTERIOR DE 2"
- TIPO 2 BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 2" Y Ø EXTERIOR DE 3"
- TIPO 3 BRIDA PARA TUBERIA DE Ø INTERIOR DE 3" Y Ø EXTERIOR DE 4"

FIG. 4.9

DISEÑO DEL BY-PASS DE CIRCULACION DE AGUA EN TUBERIA A DOBLE PARED

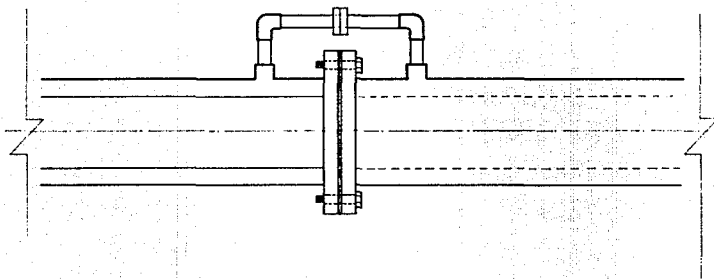


FIG. 4.10

- Cuerpo de válvula: ACERO AL CARBON
- Tipo: ECONOMISER
- Marca: WORCESTER
- Conexión: ROSCABLE, CUERDA INTERIOR NPT
- Sistema de bloqueo interno de esfera en acero inoxidable
- Accionamiento: MANUAL POR MEDIO DE PALANCA
- Tipo de sello: EN TEFLON
- Características del sello: UNA GOTTA DE AGUA POR DIA

Las válvulas neumáticas son utilizadas para interrumpir o permitir el paso del fluido en las trayectorias en donde es difícil el accionamiento manual o se requiere un sistema de abertura o cierre automático, sus características son similares a las anteriores. El tipo de accionamiento es por medio del siguiente equipo:

NOMBRE: ACTUADOR NEUMATICO
 MARCA: WORCESTER
 TIPO: DE DOBLE ACCION
 PRESION DE OPERACION: 3 BAR MINIMO

Acoplamiento a válvula por medio de cople metálico de actuador a piñón de accionamiento de válvula.

4.4.6 EQUIPO DE CONTROL Y FUERZA

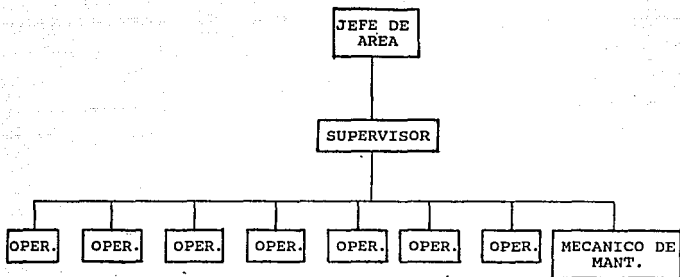
Para llevar a cabo el control de todo el sistema de transporte automático, se requirió de un centro de control en donde el proyecto fué desarrollado por la empresa " TECNOLOGIA, CONTROL Y SISTEMAS, S.A. DE C.V." , que consistió en el suministro, instalación y puesta en marcha de todo el sistema.

- Tablero de fuerza
- Tablero de control
- Ductería
- Equipo periférico
- Cableado
- Sistema neumático

En el anexo 4, se describe en detalle los componentes de este centro de control.

4.5 REQUERIMIENTOS

ORGANIZACION DEL RECURSO HUMANO



El personal empleado en la línea de coberturas del sistema manual es de 45 elementos y los del sistema automático son 19; lo que representa una reducción en personal de 26 elementos.

Es importante aclarar que debido a la automatización los supervisores, supervisarán tanto a los operadores de línea como el mantenimiento de estas, ya que en realidad la operación se facilita con la automatización. En lo que respecta al mantenimiento, se cuenta con un departamento que atiende a toda la planta en general y sólo se tiene un mecánico para las posibles emergencias y reparaciones menores.

4.5.1 LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO

El abastecimiento del equipo y maquinaria requerido como son bombas, válvulas, motorreductores, etc. serán comprados a las distribuidoras que se listan a continuación.

| DESCRIPCION | DISTRIBUIDOR |
|---|---|
| BOMBAS DE ENGRANES MOTORREDUCTORES MOTOBOMBA CENTRIFUGA | BOMBEO Y COMPRESION AEROPUERTO S.A. |
| PIROMETROS TERMOPAR TERMO POZOS ELECTROVALVULAS | CALFER DE MEXICO S.A. DE C.V. |
| SENSORES DE NIVEL | VOLTAMP S.A. DE C.V. |
| TUBERIA Y ACCESORIOS | SERVICIO PAILERIA Y MANTO IND. "CRUZ" S.A. |
| COPLES | COTO Y COMPAÑIA S.A. DE C.V. |
| TRAMPAS MAGNETICAS | ERIEZ EQUIPOS MAGNETICOS S.A. |
| VALVULAS MANUALES VALVULAS NEUMATICAS VALVULAS ELECTRICAS | VALVULAS WORCESTER DE MEXICO S.A. DE C.V. |

CAPITULO 5 ANALISIS ECONOMICO

5.1 INTRODUCCION

En este capítulo se determinarán el monto de los recursos económicos para la realización del proyecto, así como otra serie de indicadores que servirán de base para la parte final del mismo.

Es importante mencionar que todo el análisis se realizará a precios y costos constantes en el período de estudio.

Primero se determinarán los costos de producción, de administración y de ventas, así como los financieros ya que para este proyecto se recurrirá a créditos bancarios.

Por otra parte, se hará un análisis de las inversiones que requiere el proyecto para operar, tomando en cuenta la depreciación y amortización, así como el capital de trabajo que se necesita para hacerlo funcionar.

Dadas las condiciones económicas actuales se consideró una TMAR (Tasa mínima atractiva de rendimiento) igual al 36.8% basada en el CPP = 21.8% MAS 15% por premio al riesgo, esta TMAR nos servirá como punto de comparación para la evaluación económica.

Con los datos obtenidos anteriormente se elaborarán los estados proforma requeridos en el proyecto, es importante mencionar que los estados de resultados se harán en base al diferencial de la

producción obtenida con el sistema automático, con respecto al sistema actual, y en base a estos estados proforma se hará un análisis del punto de equilibrio, que es una referencia importante para conocer el nivel de producción, en el cual los ingresos por ventas son iguales a los costos totales de producción.

Hasta este punto, a pesar de conocer las utilidades probables del proyecto, aún no se ha demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable por lo que se hará un análisis financiero por medio del VPN (Valor presente neto) y de la TIR (Tasa interna de retorno) para demostrar la rentabilidad económica.

5.2 COSTOS DE PRODUCCION

El aprovechamiento de la capacidad de producción se incrementará gradualmente como se mencionó en el CAPITULO 3, debido, sobre todo, a la penetración que logre el producto en el mercado, además de que la capacitación y adiestramiento del personal se adquirirá paulatinamente.

Por lo anterior se estima que la producción durante sus primeros 10 años se comporte como sigue:

| PERIODO (AÑOS) | PRODUCCION (TON/AÑO) | APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA (%) |
|----------------|-------------------------|--|
| 1 - 2 | 5 400 | 50 |
| 3 - 4 | 6 480 | 60 |
| 5 - 6 | 7 560 | 70 |
| 7 - 10 | 8 640 | 80 |

Para hacer el cálculo de los costos de producción se tomaron los siguientes conceptos:

5.2.1 MATERIA PRIMA

La materia prima básica para la elaboración del chocolate la constituyen: cacao, azúcar, leche en polvo y grasa vegetal.

CACAO.- Traído de Chiapas y puesto en planta tiene un costo de \$ 4'500,000/TON.

AZUCAR.- \$ 1'500,000/TON

LECHE EN POLVO.- \$ 7'500,000/TON

GRASA VEGETAL.- \$2'500,000/TON

Los porcentajes de estos ingredientes son los siguientes

| | |
|----------------|------|
| CACAO | 50 % |
| AZUCAR | 35 % |
| LECHE EN POLVO | 5 % |
| GRASA VEGETAL | 10 % |

Por lo que el costo promedio de la materia prima es de:

$$4'500,000 (0.5) + (1'500,000)(0.35) + (7'500,000)(0.05) + (2'500,000)(0.1) = \$ 3'400,000/TON.$$

5.2.2 OTROS MATERIALES

EMPAQUE.- El empaque depende de la cobertura de la cual se trate y de la presentación final del producto ya moldeado. Como dato de planta tenemos que por cada tonelada producida se gasta aproximadamente \$ 450,000 (promedio ponderado).

5.2.3 ELECTRICIDAD

Actualmente se tiene el siguiente costo de energía eléctrica tarifa No. 8 servicio general de alta tensión.

Carga total conectada = 1 210 Kw

Demanda contratada = DBF (demanda base de facturación) = 60% de carga total = 725 Kw

Consumo mensual promedio:

725Kw X 16hr/día X 330 días/año X 1año/12 meses = 319,000 Kw-hr/mes

Cargo por demanda máxima:

10,750 pesos /Kw X 725 Kw X (1.025) = \$ 8'188,309/mes

Cargo adicional por energía consumida:

57 pesos/Kw-hr X 319,000 Kw-hr/mes X (1.025) = \$ 19'103,514/mes

Costo mensual= \$ 8'188,309 + \$ 19'103,514 = \$ 27'291,823/mes

Costo por tonelada = \$27'291,823/316TON. = \$ 86,367/ton

La carga eléctrica adicional de acuerdo al proyecto se muestra en la siguiente tabla:

| EQUIPO | No. DE UNIDADES | H. P. | Kw.X UNIDAD | Kw TOTALES |
|-----------------------------|-----------------|-------|-------------|------------|
| BOMBA BR-25 | 9 | 2 | 1.5 | 13.5 |
| BOMBA BR-25 | 1 | 3 | 2.3 | 2.3 |
| BOMBA DR-51 | 2 | 5 | 3.8 | 7.6 |
| BOMBA DR-51 | 1 | 5.5 | 4.1 | 4.1 |
| BOMBA DR-51 | 7 | 7.5 | 5.6 | 39.2 |
| ----- | | | | |
| SUBTOTAL | 20 | | | 66.7 |
| ----- | | | | |
| IMPREVISTOS 5% DEL SUBTOTAL | | | | 3.3 |
| ----- | | | | |
| TOTAL | | | | 70.0 |
| ===== | | | | |

Por lo que la carga total conectada para el sistema automático será igual a 1,280 Kw y la DBF = (0.60)(1280) = 768Kw

El consumo mensual promedio será:

768Kw X 16 hr/día X 330 días/año X 1 año/12 meses = 337,920 Kw-hr/mes

Y el cargo por demanda máxima:

10,750 pesos/Kw X 768 Kw X (1.025) = \$ 8'673,960/mes

Cargo adicional por energía consumida:

57 pesos/Kw-hr X 337,920 Kw-hr/mes X (1.025) = \$ 20'236,550/mes

Costo mensual = \$ 8'673,960 + \$ 20'236,550 = \$ 28'910,510/mes

Costo por tonelada:

$$(\$ 28'910,510/\text{mes}) / (720 \text{ TON}/\text{mes}) = \$ 40,153/\text{ton}$$

El consumo de energía eléctrica se incrementa, pero debido al aumento de producción obtenemos un ahorro de \$ 46,215/ton

5.2.4 COMBUSTIBLE

En planta antes de implantar el sistema automático, en el área de conchaje se consumían 47m^3 /mes en combustóleo. Con la implantación del sistema automático, se requerirán aproximadamente 13 m^3 adicionales para operar la caldera que nos suministrará el vapor requerido en el sistema de precalentamiento de agua de circulación, así como el calentamiento de las conchas y depósitos agitadores.

El costo unitario de combustible que se tenía antes de implantar el sistema automático era de:

$$47 \text{ m}^3/\text{mes} \times 12 \text{ meses}/1 \text{ año} \times 1 \text{ año}/3800 \text{ ton} \times \$520/\text{lt} \times 1 \text{ lt}/0.001 \text{ m}^3 = \$ 77,180/\text{ton}$$

Con la implantación del sistema automático el costo unitario de combustible es igual a:

$$60 \text{ m}^3/\text{mes} \times 12 \text{ meses}/\text{año} \times 1 \text{ año}/8640 \text{ ton} \times \$520/\text{lt} \times 1 \text{ lt}/0.001 \text{ m}^3 = \$ 43,333/\text{ton}.$$

Como se observa aún y cuando nuestro consumo de combustible se incremento, debido al aumento de producción, se obtiene un ahorro de \$ 33,847/ton.

5.2.5 OTROS

En este rubro se ha considerado un 2% del costo de producción para conceptos como; el agua, del cual no se obtuvo dato de planta, el consumo adicional para el proyecto sería de 10 m³ bimestrales, por lo que no influye en un incremento en el costo que se paga actualmente por agua ; seguros, rentas e impuestos de la planta, ya que aquí no se cuenta con el monto de la inversión total fija, así como el monto de equipos no considerados en la inversión fija.

5.2.6 COSTO DE MANO DE OBRA

Como dato de planta sabemos que por mano de obra total (directa e indirecta), se gastan anualmente (trabajando manualmente el transporte en el área de conchaje) en todo el proceso de producción \$ 6'059,000,000 , aproximadamente de los cuales el 85% es de mano de obra directa y el restante 15% es de mano de obra indirecta, es importante mencionar que el dato anterior es para producir 3 800 ton/año con el sistema actual.

Como se mencionó, una de las ventajas de la automatización en el área de conchaje es la reducción de personal, la cual incluyendo

los dos turnos es de 26 personas, reduciendo considerablemente el costo de mano de obra y la otra ventaja importante es el incremento de la producción, evidentemente, esta reducción en mano de obra y el incremento de producción se reflejan en el gasto total antes mencionado.

La reducción de personal (de 45 a 19 personas) en el área de conchaje queda como a continuación se describe:

| M.O.DIRECTA | No.PLAZAS/DIA (2 TURNOS) | SUELDO MENSUAL POR PLAZA (MILES DE PESOS) | SUELDO TOTAL ANUAL (2 TURNOS) (MILES DE PESOS) |
|------------------------------|-------------------------------|---|--|
| JEFE DE AREA | 2 | 2 000 | 62 400 |
| OPERADORES | 14 | 500 | 109 200 |
| ----- | | | |
| SUBTOTAL | 16 | | 171 600 |
| | | | |
| M.O.INDIRECTA | No.PLAZAS/DIA (2 TURNOS) | SUELDO MENSUAL POR PLAZA (MILES PESOS) | SUELDO TOTAL ANUAL (2 TURNOS) (MILES DE PESOS) |
| SUPERVISORES | 2 | 1 200 | 37 440 |
| MECANICO DE MANTENIMIENTO | 1 | 900 | 14 040 |
| ----- | | | |
| SUBTOTAL | 3 | | 51 480 |
| ----- | | | |
| TOTAL | 19 | | 223 080 |

EL SUELDO TOTAL INCLUYE EL 30% DE PRESTACIONES.

El costo actual por mano de obra en el área de conchaje es de \$ 600'000,000, tomando en cuenta la reducción de personal se tendría un nuevo costo total por mano de obra de \$ 223'000,000 con lo que se tiene un ahorro de \$ 377'000,000.

Considerando que se va a mantener a todo el personal con excepción de la reducción antes mencionada, el costo total de mano de obra es de 5 682 millones de los cuales 4 830 millones son de mano de obra directa y 852 millones de mano de obra indirecta, y, como el proyecto se esta evaluando a precios constantes, es decir, sin inflación, la mano de obra total de la planta quedaría como se indica en la siguiente tabla:

| AÑO | M.O.DIRECTA | M.O.INDIRECTA | M.O.TOTAL |
|------|-------------|---------------|-----------|
| 1 | \$ 4 830 | \$ 852 | \$ 5 682 |
| 2 | 4 830 | 852 | 5 682 |
| 3 | 4 830 | 852 | 5 682 |
| 4 | 4 830 | 852 | 5 682 |
| 5-10 | 4 830 | 852 | 5 682 |

CANTIDADES EN MILLONES

5.2.7 MANTENIMIENTO

El costo del mantenimiento realizado en la planta con el sistema manual, se ha calculado como promedio en \$ 90'000,000 anuales, lo cual sólo incluye materiales y refacciones para la maquinaria y equipo, ya que los sueldos de los mecánicos y técnicos ha sido contemplado en la mano de obra indirecta.

Con la implantación del sistema automático en el área de conchado, se calcula que este costo se incrementará aproximadamente en un 5 % del costo de los equipos adquiridos (\$ 45'000,000), por lo que el nuevo costo de mantenimiento se estima en \$ 135'000,000 anuales aproximadamente para toda la planta.

PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION

(MILLONES DE PESOS POR AÑO)

| CONCEPTO | PERIODO (AÑOS) | | | |
|-----------------------------|----------------|--------|--------|--------|
| | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 - 6 | 7 - 10 |
| VOLUMEN DE PRODUCCION (TON) | 5 400 | 6 480 | 7 560 | 8 640 |
| MATERIA PRIMA (a) | 18 360 | 22 032 | 25 704 | 29 376 |
| OTROS MATS. (b) | 2 430 | 2 916 | 3 402 | 3 888 |
| ELECTRICIDAD (c) | 217 | 260 | 304 | 347 |
| COMBUSTIBLE (d) | 234 | 281 | 328 | 374 |
| OTROS (e) | 554 | 641 | 728 | 814 |
| M.O. DIRECTA (f) | 4 830 | 4 830 | 4 830 | 4 830 |
| <hr/> | | | | |
| COSTOS DIRECTOS | 26 625 | 30 960 | 35 296 | 39 629 |
| <hr/> | | | | |
| DEPRECIACION Y AMORT. (g) | 88 | 88 | 88 | 88 |
| MANTENIMIENTO (h) | 135 | 135 | 135 | 135 |
| M.O. INDIRECTA (i) | 852 | 852 | 852 | 852 |
| <hr/> | | | | |
| COSTOS INDIR. | 1 075 | 1 075 | 1 075 | 1 075 |
| <hr/> | | | | |
| COSTOS DE PROD. | 27 700 | 32 035 | 36 371 | 40 704 |
| <hr/> | | | | |
| COSTO UNITARIO | 5.1 | 4.9 | 4.8 | 4.7 |

BASES DE CALCULO:

- a) \$ 3 400 000/TON
- b) \$ 450 000/TON
- c) \$ 40 153/TON
- d) \$ 43 333/TON
- e) 2% DEL COSTO TOTAL DE PRODUCCION
- f) TOMADOS DEL PUNTO 5.2.6
- g) \$ 88 000 000 POR AÑO
- h) \$ 135 000 000 POR AÑO
- i) TOMADOS DEL PUNTO 5.2.6

5.3 GASTOS GENERALES

5.3.1 GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS

Como se mencionó en el capítulo 3, se designa un 5% sobre los ingresos totales para los costos de administración y ventas. estos rubros incluyen los sueldos del personal a cargo de la organización productiva y administrativa de la planta, sueldos del personal auxiliar, gastos de oficina , papelería, trámites legales, por el lado administrativo, y por el de ventas incluye sueldos del personal de ventas, distribución y comercialización del producto, viáticos, representaciones así como promociones. En la siguiente tabla se dan los costos de administración y ventas así como el presupuesto de gastos generales anual.

| PERIODO (AÑOS) | INGRESOS TOTALES ANUALES | GASTOS DE ADMINISTRACION ANUALES | GASTOS VENTAS ANUALES | PRESUPUESTO DE GASTOS GENERALES ANUAL |
|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|--|
| 1-2 | \$ 38 050 | \$ 1 902 | \$ 1 902 | \$ 3 804 |
| 3-4 | 45 700 | 2 285 | 2 285 | 4 570 |
| 4-5 | 53 300 | 2 665 | 2 665 | 5 330 |
| 7-10 | 61 000 | 3 050 | 3 050 | 6 100 |

CANTIDADES EN MILLONES

5.4 DETERMINACION DE LA INVERSION TOTAL, FIJA Y DIFERIDA

5.4.1 COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

En la siguiente tabla se dan los costos de maquinaria y equipo que se necesitan para el proyecto de automatización.

5.4.2 INVERSION TOTAL, FIJA Y DIFERIDA

La inversión fija correspondiente sería del \$732'684,540.00, \$ 147'000,000.00 para la inversión diferida y \$ 17'600,000.00 para los imprevistos, lo que nos dá una inversión total de 897 millones de pesos.

En el siguiente cuadro se resume la inversión total correspondiente al proyecto, observando que el 100% del equipo es de origen nacional, por lo que no se requieren divisas por este concepto.

PRESUPUESTO DE LA INVERSION FIJA DEL PROYECTO

| CONCEPTO | TOTAL |
|---|----------------|
| (1) EQUIPO Y MAQUINARIA DE FABRICACION | 367'173,391.00 |
| (2) EQUIPO Y MAQUINARIA DE SERVICIOS INDUSTRIALES | 232'919,910.00 |
| (3) GASTO DE INSTALACION DE EQUIPOS | 120'500,000.00 |
| (4) FLETES, SEGUROS, IMPUESTOS Y GASTOS ADUANALES | 12'091,239.00 |
| | ----- |
| SUBTOTAL (ACTIVOS FIJOS TANGIBLES) | 732'684,540.00 |
| (5) PLANEACION E INTEGRACION DEL PROYECTO | 37'000,000.00 |
| (6) INGENIERIA DEL PROYECTO | 73'000,000.00 |
| (5) ADMINISTRACION DEL PROYECTO | 37'000,000.00 |
| GASTOS DE PUESTA EN MARCHA | - - - - - |
| | ----- |
| SUBTOTAL (ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES) | 147'000,000.00 |
| (7) IMPREVISTOS | 17'600,000.00 |
| | ----- |
| TOTAL INVERSION FIJA DEL PROYECTO | 897'285,000.00 |

BASE DE CALCULO:

- (1) TABLA DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO
- (2) TABLA DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO SERVICIOS INDUSTRIALES
- (3) DATO DEL PUNTO 5.4.3
- (4) DATOS DE LAS TABLAS DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS CORRESPONDIENTES AL TRASLADO DE EQUIPOS Y SEGUROS.
- (5) 0.5% DE LOS ACTIVOS FIJOS TANGIBLES
- (6) 1% DE LOS ACTIVOS FIJOS TANGIBLES
- (7) 2% DE LOS ACTIVOS FIJOS TANGIBLES E INTANGIBLES

5.4.3 GASTOS DE INSTALACION DE EQUIPOS

En lo que se refiere a la instalación de las bombas y tuberías se considera un 15% del costo de los equipos. Por lo que el costo total de gastos de instalación de equipos de bombeo es de \$ 56'000,000.

En lo conserniente a la instalación del sistema de control el costo total es de \$ 64'500,000. En ambos casos incluye montaje, puesta en marcha, instrucción del personal, y supervisión de la planta durante el periodo de normalización de las operaciones productivas.

El gasto total por ambas instalaciones es de \$ 120'500,000 para mayor información consultar anexo 4.

A continuación se resume el costo de maquinária y equipos de servicios industriales del anexo 4.

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIOS INDUSTRIALES

| DESCRIPCION | COSTO LAB | FLETES Y SEGUROS | COSTO TOTAL PUESTO/PLANTA |
|--------------------|-------------|------------------|------------------------------|
| TABLERO DE FUERZA | 54'006,550 | 2'842,450 | 56'849,000 |
| TABLERO DE CONTROL | 60'989,720 | 1'886,280 | 62'876,000 |
| DUCTERIA | 5'059,000 | - - - | 5'059,000 |
| EQUIPO PERIFERICO | 112'864,640 | 2'303,360 | 115'168,000 |
| TOTAL | 232'919,910 | 7'032,090 | 239'952,000 |

5.4.4 DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INVERSION FIJA

En la siguiente tabla se indica cuales serán los cargos anuales por depreciación de activos tangibles y amortización de activos intangibles. Los porcentajes aplicados se apegan a lo que dicta la ley del impuesto sobre la renta en sus artículos 43, 44 y 45 teniendo en cuenta reformas y adiciones hechas a la misma. No se considera la revaluación de activos.

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

| UNIDADES | DESCRIPCION | COSTO UNITARIO | COSTO L.A.B | FLETES Y SEGUROS | COSTO TOTAL PUESTO EN PLANTA |
|----------|---------------------------------------|----------------|--------------------|------------------|---------------------------------|
| 5 | BOMBA DE ENGRANES (DR-51) | 2,517,150 | 12,585,750 | 389,250 | 12,975,000 |
| 9 | BOMBA DE ENGRANES (BR-25) | 1,180,005 | 10,620,045 | 328,455 | 10,948,500 |
| 5 | MOTORREDUCTOR 7.5 H.P (146 Y 154 RPM) | 2,614,150 | 13,070,750 | 404,250 | 13,475,000 |
| 1 | MOTORREDUCTOR 2 H.P (125 RPM) | 1,239,660 | 1,239,660 | 38,340 | 1,278,000 |
| 4 | MOTORREDUCTOR 5 H.P (146 RPM) | 2,267,375 | 9,069,500 | 280,500 | 9,350,000 |
| 4 | MOTORREDUCTOR 2 H.P (507 RPM) | 1,746,000 | 6,984,000 | 216,000 | 7,200,000 |
| 15 | MOTOBOMBA CENTRIFUGA | 291,000 | 4,365,000 | 135,000 | 4,500,000 |
| 28 | PIROMETRO | 2,612,016 | 73,136,448 | 738,752 | 73,875,200 |
| 28 | TERMOPOZO/TERMOPAR | 475,000 | 13,300,000 | 700,000 | 14,000,000 |
| 28 | ELECTROVALVULA P/AGUA FRIA | 242,500 | 6,790,000 | 210,000 | 7,000,000 |
| 28 | ELECTROVALVULA P/VAPOR | 319,906 | 8,957,368 | 277,032 | 9,234,400 |
| 40 | SENSORES DE NIVEL ALTO Y BAJO | 1,871,500 | 74,860,000 | 1,140,000 | 76,000,000 |
| 85 | TRAMOS TUBERIA TIPO 3 | 350,000 | 29,750,000 | | 29,750,000 |
| 32 | CODOS TIPO 3 | 350,000 | 11,200,000 | | 11,200,000 |
| 13 | 'T' TIPO 3 | 350,000 | 4,550,000 | | 600,000 |
| 82 | TRAMOS TUBERIA TIPO 2 | 300,000 | 24,600,000 | | 24,600,000 |
| 37 | CODOS TIPO 2 | 300,000 | 11,100,000 | | 11,100,000 |
| 2 | 'T' TIPO 2 | 300,000 | 600,000 | | 60,000 |
| 6 | TRAMOS TUBERIA TIPO 1 | 250,000 | 1,500,000 | | 1,500,000 |
| 4 | CODOS TIPO 1 | 250,000 | 1,000,000 | | 1,000,000 |
| 8 | COPLES FLEXIBLES | 1,200,000 | 9,600,000 | | 9,600,000 |
| 1 | VALVULA BOLA NEUMATICA 3"0 | 3,881,790 | 3,881,790 | 39,210 | 3,921,000 |
| 10 | VALVULA BOLA NEUMATICA 2"0 | 1,607,278 | 16,072,780 | 162,360 | 16,235,140 |
| 1 | TRAMPA MAGNETICA 5B-2 | 8,100,000 | 8,100,000 | | 8,100,000 |
| 1 | TRAMPA MAGNETICA 5B-3 | 10,240,300 | 10,240,300 | | 10,240,300 |
| | TOTAL | | 367,173,391 | 5,059,149 | 372,232,540 |

5.5 DETERMINACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

Para la operación normal de la planta ya se contaba con un capital de trabajo, pero con la implantación del sistema automático es necesario calcular uno nuevo, dado que se incrementaron los volúmenes de producción.

PRESUPUESTO DE CAPITAL DE TRABAJO

(MILLONES DE PESOS)

| | | A | Ñ | 0 | S |
|---|-----|--------------|---------------|---------------|---------------|
| CONCEPTO | | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 - 6 | 7 - 10 |
| CAJA Y BANCOS | (a) | 2 308 | 2 670 | 3 031 | 3 392 |
| CUENTAS POR COBRAR | (b) | 3 171 | 3 808 | 4 442 | 5 083 |
| INVENTARIOS | | | | | |
| MATERIA PRIMA | (c) | 1 905 | 2 287 | 2 667 | 3 049 |
| PRODUCTOS EN PROCESO | (d) | 1 553 | 1 806 | 2 059 | 2 312 |
| PRODUCTO TERMINADO | (e) | 518 | 602 | 686 | 771 |
| ACTIVO CIRCULANTE | | 9 455 | 11 173 | 12 885 | 14 607 |
| CUENTAS POR PAGAR | (f) | 1 732 | 2 079 | 2 425 | 2 772 |
| PASIVO CIRCULANTE | | 1 732 | 2 079 | 2 425 | 2 772 |
| CAPITAL DE TRABAJO | | 7 723 | 9 094 | 10 460 | 11 835 |
| INCREMENTO DE CAPITAL DE TRABAJO | | 7 723 | 1 371 | 1 366 | 1 375 |

BASES DE CALCULO:

- (a) 30 DIAS DEL COSTO DE PRODUCCION
- (b) 30 DIAS DEL VALOR DE VENTAS
- (c) 30 DIAS DEL COSTO DE MATERIA PRIMA Y OTROS MATERIALES MAS 10%
- (d) 21 DIAS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
- (e) 7 DIAS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
- (f) 1 MES DEL COSTO DE MATERIA PRIMA Y OTROS MATERIALES.

5.5.1 DETERMINACION DEL COSTO DE CAPITAL O TMAP PROPIO

El costo de capital del proyecto sin considerar financiamiento, correspondería al 36.8% ; es decir, tomando como base el C.P.P. actual igual al 21.8% y sumando a este porcentaje quince puntos calculados como premio al riesgo, lo cual nos dá la tasa del 36.8% que debe ser considerada como la tasa mínima atractiva de retorno del proyecto.

5.6 FINANCIAMIENTO

Como se mencionó en el capítulo 3 la empresa no tiene préstamos anteriores por lo que sólo se consideran los intereses que se van a pagar por el préstamo para este proyecto y , como se calculó en dicho inciso el interés real es de 35.8% . Se considera , de acuerdo a la inversión total, que se necesita un préstamo por \$ 900,000,000, el cual se pagará con intereses sobre saldos insolutos y una parte proporcional del capital al final de cada año. La tabla de financiamiento se muestra en la página 29.

5.7 ESTADOS PROFORMA

5.7.1 PRESUPUESTO DE INGRESOS POR VENTAS

Como se vió en el capítulo 3 inciso 3.4.2 el precio de venta promedio por tonelada producida es de 7.24 millones de pesos (considerando una reducción del 8% sobre el precio con el sistema actual), por lo que de acuerdo al pronóstico de producción expresado en el punto 5.2, el presupuesto por ventas quedaría como sigue: (aprovechamiento de la capacidad instalada del 100%).

PRESUPUESTO DE INGRESOS POR VENTAS

| COBERTURA | PRONOSTICO DE VENTAS (TONELADAS) | PRECIO DE VENTA (MILLONES/TON) | INGRESOS POR VENTAS (MILLONES) |
|-----------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| CANASTA | 2 400 | 6.43 | 15 400 |
| COROLINI | 1 680 | 9.50 | 16 000 |
| COB-HEL | 3 840 | 6.36 | 24 500 |
| CLARAS | 420 | 7.15 | 3 000 |
| OSCURAS | 960 | 6.76 | 6 500 |
| BALON | 660 | 8.13 | 5 400 |
| AKORINE | 840 | 6.34 | 5 300 |
| | 10 800 | | 76 100 |

Nota: Se esta evaluando el proyecto a precios constantes(sin inflación).

Por lo que la tabla de ingresos es la siguiente:

| PERIODO (AÑOS) | APROX.DE CAP.INST. (%) | INGRESOS (MILLONES) |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 - 2 | 50 | \$ 38 050 |
| 3 - 4 | 60 | 45 700 |
| 5 - 6 | 70 | 53 300 |
| 7 - 10 | 80 | 61 000 |

5.7.2 ESTADO DE RESULTADOS

A continuación se presenta el estado de resultados basado en los puntos anteriores, para obtener los flujos netos de efectivo (FNE), es conveniente aclarar que se realizaron los cálculos con cifras en millones, se omitieron las cifras de miles y aún se redondearon cifras al entero más cercano, por otro lado es importante mencionar que el estado de resultados se realizó con el diferencial entre lo producido por el sistema automático y lo producido en el sistema actual.

ESTADO DE RESULTADO CON FINANCIAMIENTO

| CONCEPTO | AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VENTAS (TON) | | 1600 | 1600 | 2680 | 2680 | 3760 | 3760 | 4840 | 4840 | 4840 | 4840 |
| a) INGRESOS POR VENTAS | | 11274 | 11274 | 18901 | 18901 | 26509 | 26509 | 34171 | 34171 | 34171 | 34171 |
| b) COSTOS DE PRODUCCION | | 8207 | 8207 | 13249 | 13249 | 18089 | 18089 | 22802 | 22802 | 22802 | 22802 |
| UTILIDAD MARGINAL | | 3067 | 3067 | 5652 | 5652 | 8420 | 8420 | 11369 | 11369 | 11369 | 11369 |
| c) COSTOS GENERALES | | 1128 | 1128 | 1890 | 1890 | 2650 | 2650 | 3418 | 3418 | 3418 | 3418 |
| d) COSTOS FINANCIEROS | | 322 | 290 | 258 | 226 | 193 | 161 | 129 | 97 | 64 | 32 |
| UTILIDAD BRUTA | | 1617 | 1649 | 3504 | 3536 | 5577 | 5609 | 7822 | 7854 | 7887 | 7919 |
| e) I.S.R (35%) | | 566 | 577 | 1226 | 1238 | 1952 | 1963 | 2738 | 2749 | 2760 | 2772 |
| f) R.V.T (10%) | | 162 | 165 | 350 | 354 | 558 | 561 | 782 | 785 | 789 | 792 |
| UTILIDAD NETA | | 889 | 907 | 1928 | 1944 | 3067 | 3085 | 4302 | 4320 | 4338 | 4355 |
| g) DEPRESION Y AMORTIZACION | | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| h) PAGO PRINCIPAL | | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| FLUJO NETO DE EFECTIVO FNE | | 887 | 905 | 1926 | 1942 | 3065 | 3083 | 4300 | 4318 | 4336 | 4353 |

NOTA: CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS

BASE DE CALCULO:

- a) INCISO 5.7.1
- b) CUADRO DE PRESUPUESTO DE PRODUCCION (5.2)
- c) INCISO 5.3
- d) INCISO 5.6
- e) IMPUESTO SOBRE LA RENTA
- f) REPARTO DE UTILIDADES A LOS TRABADORES
- g) INCISO 5.4.4
- h) INCISO 5.6

5.7.3 BALANCE GENERAL INICIAL

BALANCE GENERAL INICIAL (MILLONES DE PESOS)

| A C T I V O S | | P A S I V O S | |
|---------------------|--------|-----------------------------|--------|
| ACTIVO CIRCULANTE | | PASIVO CIRCULANTE | |
| CAJA Y BANCOS | 2 308 | CUENTAS POR PAGAR | 1 732 |
| INVENTARIOS | 3 976 | | |
| CUENTAS POR COBRAR | 3 171 | | |
| SUBTOTAL | 9 455 | | |
| ACTIVO FIJO | | PASIVO FIJO | |
| ACTIVOS TANGIBLES | 733 | CREDITO BANCARIO | 900 |
| ACTIVOS INTANGIBLES | 147 | SUBTOTAL PASIVOS | 2 632 |
| IMPREVISTOS | 18 | APORTACION DE ACCIONISTAS | 7 721 |
| SUBTOTAL | 898 | | |
| TOTAL ACTIVOS | 10 353 | TOTAL DE PASIVO MAS CAPITAL | 10 353 |

5.8 RENTABILIDAD DE LA INVERSION

5.8.1 ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO O PRODUCCION MINIMA ECONOMICA

Con base en el programa de producción y los presupuestos de ingresos y egresos, así como la consideración de los costos financieros presentados en puntos anteriores se presenta la producción mínima económica para el proyecto en la siguiente tabla:

De acuerdo con los resultados de este cuadro el primer año se estaría produciendo 1.6 veces la producción mínima económica y a partir del séptimo año, en el cual se llega al 80% de la capacidad nominal de la planta se lograría 2.2 veces la producción mínima económica de la planta.

**INFORMACION DE COSTOS PARA LA DETERMINACION
DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA**

| PERIODO ANUAL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (a) MATERIA PRIMA | 18360 | 18360 | 22032 | 22032 | 25704 | 25704 | 29376 | 29376 | 29376 | 29376 |
| (a) OTROS MATS. | 2430 | 2430 | 2916 | 2916 | 3402 | 3402 | 3888 | 3888 | 3888 | 3888 |
| (a) ELECTRICIDAD | 217 | 217 | 260 | 260 | 304 | 304 | 347 | 347 | 347 | 347 |
| (a) COMBUSTIBLE | 234 | 234 | 281 | 281 | 328 | 328 | 374 | 374 | 374 | 374 |
| (a) OTROS | 554 | 554 | 641 | 641 | 728 | 728 | 814 | 814 | 814 | 814 |
| COSTOS VARIABLES | 21795 | 21795 | 26130 | 26130 | 30466 | 30466 | 34799 | 34799 | 34799 | 34799 |
| (a) M.O. DIRECTA | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 | 4830 |
| (a) M.O. INDIRECTA | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 | 852 |
| (b) DEP. Y AMORTIZACION | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| (a) MANTENIMIENTO | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| (c) GASTOS DE VENTAS | 1902 | 1902 | 2285 | 2285 | 2665 | 2665 | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 |
| (c) GASTOS DE ADMON | 1902 | 1902 | 2285 | 2285 | 2665 | 2665 | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 |
| (d) GASTOS FINANCIEROS | 322 | 290 | 258 | 226 | 193 | 161 | 129 | 97 | 64 | 32 |
| COSTOS FIJOS | 10031 | 9999 | 10733 | 10701 | 11428 | 11396 | 12134 | 12102 | 12069 | 12037 |
| TOTAL EGRESOS | 31826 | 31794 | 36863 | 36831 | 41894 | 41862 | 46933 | 46901 | 46868 | 46836 |

(a) VER PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION

(b) VER TABLA DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION

(c) VER TABLA DE GASTOS GENERALES

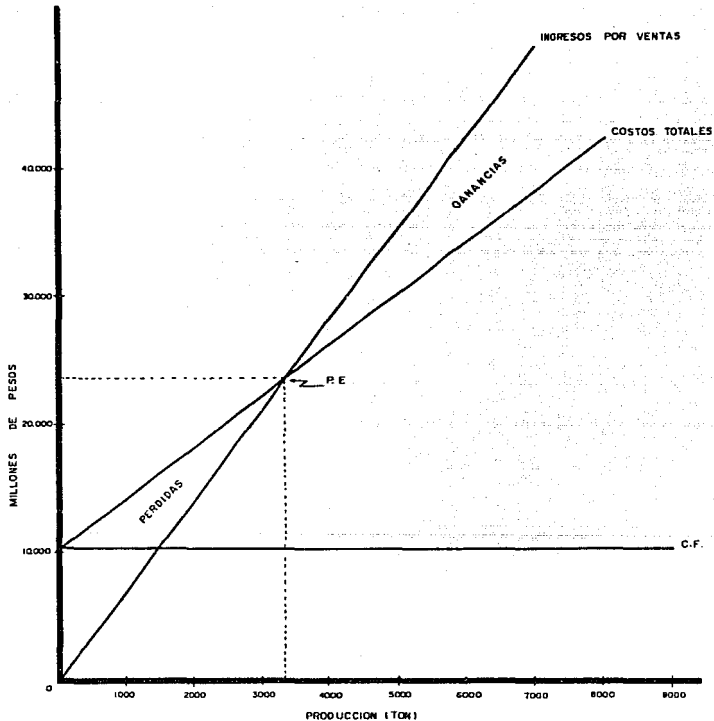
(d) VER TABLA DE FINANCIAMIENTOS

ANALISIS DE LA PRODUCCION
MINIMA ECONOMICA

| CONCEPTO / AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (MILLONES DE PESOS) | | | | | | | | | | |
| VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA | 38050 | 38050 | 45700 | 45700 | 53300 | 53300 | 61000 | 61000 | 61000 | 61000 |
| EGRESOS TOTALES | 31826 | 31794 | 36863 | 36831 | 41894 | 41862 | 46933 | 46901 | 46868 | 46836 |
| COSTOS VARIABLES | 21795 | 21795 | 26130 | 26130 | 30466 | 30466 | 34799 | 34799 | 34799 | 34799 |
| COSTOS FIJOS | 10031 | 9999 | 10733 | 10701 | 11428 | 11396 | 12134 | 12102 | 12069 | 12037 |
| (TONELADAS) | | | | | | | | | | |
| CAPACIDAD NOMINAL TOTAL | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 | 10800 |
| PORCENTAJE QUE SE UTILIZARA % | 50 | 50 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| PRODUCCION PROGRAMADA | 5400 | 5400 | 6480 | 6480 | 7560 | 7560 | 8640 | 8640 | 8640 | 8640 |
| PRODUCCION MINIMA *** ECONOMICA | 3332 | 3321 | 3553 | 3543 | 3784 | 3773 | 4001 | 3991 | 3979 | 3969 |
| <u>PRODUCCION PROGRAMADA</u> PROD. MINIMA ECONOMICA | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 2 | 2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |

$$***\text{PRODUCCION MINIMA ECONOMICA} = \frac{(\text{PROD. PROGRAMADA})(\text{COSTOS FIJOS})}{\text{VALOR PROD. PROG.} - \text{COSTOS VAR.}}$$

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



ING POR VENTAS \$ 38,050
 COSTOS VARIABLES \$ 21,795
 COSTOS FIJOS \$ 10,031
 CANTIDADES EN MILLONES

PRIMER AÑO DE OPERACION

5.8.2 ANALISIS DEL VALOR PRESENTE NETO

Tomando los flujos netos de efectivo (FNE) del estado de resultados para el proyecto y con una TMAR igual a 36.8%, el cálculo del VPN quedaría como sigue:

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & - 900 + \frac{887}{(1.368)^1} + \frac{905}{(1.368)^2} + \frac{1926}{(1.368)^3} + \frac{1942}{(1.368)^4} + \frac{3065}{(1.368)^5} + \\ & + \frac{3083}{(1.368)^6} + \frac{4300}{(1.368)^7} + \frac{4318}{(1.368)^8} + \frac{4336}{(1.368)^9} + \frac{4353}{(1.368)^{10}} = 3928 \end{aligned}$$

Como el VPN es mayor que cero, se acepta el proyecto como económicamente rentable, ya que se obtienen ganancias, a lo largo de los 10 años del estudio.

5.8.3 ANALISIS DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

Para este análisis se toman los mismos datos, se deja como incognita a la "i", se iguala el VPN a cero y se calcula la "i" por tanteos. Así, se obtiene:

$$\begin{aligned} 0 = & - 900 + \frac{887}{(1+i)^1} + \frac{905}{(1+i)^2} + \frac{1926}{(1+i)^3} + \frac{1942}{(1+i)^4} + \frac{3065}{(1+i)^5} + \\ & + \frac{3083}{(1+i)^6} + \frac{4300}{(1+i)^7} + \frac{4318}{(1+i)^8} + \frac{4336}{(1+i)^9} + \frac{4353}{(1+i)^{10}} \end{aligned}$$

La "i" que satisface la ecuación es 127% que es la TIR del proyecto. Como es mayor que la TMAR = 36.8%, se acepta el financiamiento para el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- CLAUDIO MATAIX
MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS
EDITORIAL HARLA, 1970

- COCOAS Y CHOCOLATES LA CORONA
MANUAL DE POLITICAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
MEXICO, D.F. 1990

- FONDO NACIONAL DE FOMENTO INDUSTRIAL
TERMINOS DE REFERENCIA PARA ESTUDIOS DE PREINVERSION
TIPOGRAFIA, DISEÑO E IMPRESION, S.A. DE C.V.

- GABRIEL BACA URBINA
EVALUACION DE PROYECTOS
(ANALISIS Y ADMINISTRACION DEL RIESGO)
EDITORIAL MC GRAW HILL
MEXICO, D.F. 1990, 2a. EDICION

- IRVING H. SHAMES
LA MECANICA DE LOS FLUIDOS
EDITORIAL MC GRAW HILL 1967

- KENNETH MC NAUGHTON
BOMBAS, SELECCION, USO Y MANTENIMIENTO
EDITORIAL MC GRAW HILL 1989

- RAUL COSS BU
ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, D.F. , 1990, 2a. EDICION

- CARLE & MONTANARI
TENDENCIAS MODERNAS EN LA ELABORACION DE CHOCOLATE
ITALIA, 1981 TOMOS I Y II

- MARKS
MANUAL DEL INGENIERO MECANICO
EDITORIAL MC GRAW HILL

ANEXO 4

A N E X O 4

SUMINISTRO, INSTALACION Y PUESTA EN OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL

| <u>PARTIDA</u> | <u>DESCRIPCION</u> | <u>COSTOS</u> |
|----------------------|--------------------|----------------|
| 1 | TABLERO DE FUERZA | \$ 61'929,000 |
| 2 | TABLERO DE CONTROL | \$ 74'894,000 |
| 3 | DUCTERIA | \$ 15'673,000 |
| 4 | EQUIPO PERIFERICO | \$ 134'918,000 |
| 5 | CABLEADO | \$ 42'103,000 |
| 6 | SISTEMA NEUMATICO | \$ 30'751,000 |
| GRAN TOTAL | | \$ 360'268,000 |

NOTAS:

- 1.- Los precios incluyen el suministro de materiales, materiales mano de obra, supervisión y puesta en marcha del proyecto electromecánico de acuerdo a la descripción de las partidas.
- 2.- No incluyen trabajos de obra civil ni modificaciones
- 3.- Tiempo de entrega: Doce semanas. Contando con la disponibilidad del equipo durante los fines de semana
- 4.- Vigencia de esta cotización: Dos semanas.
- 5.- A los precios indicados se les agregara el IVA.
- 6.- Forma de pago: 60% al recibir su pedido
40% contra entrega de la obra.

4.- EQUIPO PERIFERICO

| | | P R E C I O S | | | | | | | |
|---------------------|---|---------------|--------|----------|-----------|--------------|------------------|----------|---------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | TOTAL |
| P. | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTIDA |
| a | SUMINISTRO E INST DE EST. DE BOTONES ARRANCAR-PARAR ILLUMINADA EN GABINETE METALICO | 24 | LOTE | 0,250 | 6,000 | 0,150 | 3,600 | 0,400 | 9,600 |
| | SUMINISTRO E INST DE EST. DE BOTONES ARRANCAR-PARAR ILLUMINADA C/SELECTOR EN GABINETE METALICO | 5 | LOTE | 0,298 | 1,490 | 0,150 | 0,750 | 0,448 | 2,240 |
| c | SUMINISTRO E INSTALACION ELECTRICA DE SENSORES DE NIVEL CAPACITIVOS OMEGA LV850 | 4R | UNIDAD | 1,900 | 91,200 | 0,040 | 1,920 | 1,940 | 93,120 |
| d | MONTAJE E INSTALACION DE PIROMETRO SUMINISTRADO POR LA CORONA, INCLUTE GABINETE CON DOS PUERTAS CHAPA, Y MIRILLA DE ACRILICO | 40 | LOTE | 0,165 | 6,600 | 0,220 | 8,800 | 0,385 | 15,400 |
| e | INSTALACION ELECTROMECANICA DE ELECTROVALVULAS PARA MAMEJO DE AGUA Y VAPOR | 40 | PIEZA | 0,030 | 1,200 | 0,117 | 4,680 | 0,147 | 5,880 |
| f | MICRO COMPUTADORA PORTATIL TOSHIBA LAPTOP 1200HB C/DISCO DURO DE 20 MB., 1 DRIVE DE 1.44 MB, DE 3 1/2" BACKLITE, PANTALLA CRISTAL LIQUIDO 640 x 200 ,FUENTE DE PODER, BATERIA Y MALETIN | 1 | PIEZA | 8,678 | 8,678 | 0,000 | 0,000 | 8,678 | 8,678 |
| T O T A L E S | | | | | 115,168 | | 19,750 | | 134,918 |
| C O S T O T O T A L | | | | | | | \$134,918,000.00 | | |

| 5.- CABLEADO | | | | P R E C I O S | | | | TOTAL | TOTAL |
|---------------|---|-------|--------|---------------------|-----------|------------------|-----------|----------|---------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | POR |
| P. | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTIDA |
| a | SUMINISTRO E INST. DE 4 CONDUCTORES MONOPOLARES 1Mw CALIBRE # 14 PARA MOTORES DE 2 HP | 410 | METRO | 0,005 | 2,050 | 0,003 | 1,230 | 0,008 | 3,280 |
| b | SUMINISTRO E INST. DE 4 CONDUCTORES MONOPOLARES 1Mw CALIBRE # 12 PARA MOTORES DE 3 HP | 67 | METRO | 0,006 | 0,402 | 0,002 | 0,141 | 0,008 | 0,543 |
| c | SUMINISTRO E INST. DE 4 CONDUCTORES MONOPOLARES 1Mw CALIBRE # 12 PARA MOTORES DE 5 HP. | 150 | METRO | 0,006 | 0,900 | 0,002 | 0,315 | 0,008 | 1,215 |
| d | SUMINISTRO E INST. DE 4 CONDUCTORES MONOPOLARES 1Mw CALIBRE # 10 PARA MOTORES DE 7 1/2 HP. | 247 | METRO | 0,007 | 1,729 | 0,002 | 0,605 | 0,009 | 2,334 |
| e | SUMINISTRO, INSTALACION DE 1 CABLE USO RUDD 2 x 18 AWG PARA ELECTROVALVULA | 1533 | METRO | 0,003 | 4,599 | 0,001 | 1,610 | 0,004 | 6,209 |
| f | SUMINISTRO, INSTALACION DE 2 CABLES USO RUDD 2 x 18 AWG PARA PIROMETRO | 1573 | METRO | 0,006 | 9,438 | 0,002 | 3,303 | 0,008 | 12,741 |
| g | SUMINISTRO, INSTALACION DE 1 CABLE USO RUDD 18 x 18 AWG PARA ESTACION DE BOTONES | 1169 | METRO | 0,010 | 11,690 | 0,004 | 4,692 | 0,014 | 15,782 |
| T O T A L E S | | | | | 30,808 | | 11,295 | | 42,103 |
| | | | | C O S T O T O T A L | | \$ 42,103,000.00 | | | |

| 6.- SISTEMA NEUMATICO | | | | P R E C I O S | | | | TOTAL | TOTAL |
|-----------------------|--|-------|--------|---------------------|-----------|------------------|-----------|----------|---------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | POR |
| P. | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTIDA |
| a | SUMINISTRO E INSTALACION DE ALIMENTACIONES DE AIRE CON TUBERIA GALVANIZADA DE 13 cm. | 87 | METRO | 0,020 | 1,740 | 0,013 | 1,131 | 0,033 | 2,871 |
| b | SUMINISTRO E INST. DE UNIDAD DE SERVICIO ERP1/4 COMPUESTA POR FILTRO REGULADOR Y LUBRICADOR | 25 | PIEZA | 0,370 | 10,360 | 0,050 | 1,400 | 0,420 | 11,760 |
| c | SUMINISTRO E INSTALACION DE ACTUADOR NEUMATICO COMPUESTO POR ELECTROVALVULA, CILINDRO Y MECANISMO | 13 | LOTE | 0,990 | 12,870 | 0,250 | 3,250 | 1,240 | 16,120 |
| T O T A L E S | | | | | 24,970 | | 5,781 | | 30,751 |
| | | | | C O S T O T O T A L | | \$ 30,751,000.00 | | | |

| 1.- TABLERO DE FUERZA | | | | PRECIOS | | | | | |
|-----------------------|---|-------|--------|---------------------|-----------|------------------|-----------|----------|---------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | TOTAL |
| P. | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTIDA |
| a | UN GABINETE DE FABRICACION ESPECIAL CONSTRUIDO EN LAMINA ROLADA EN FRIO CAL 16 C/DOS PUERTAS, CHAPAS C/LLAVE, PINTADO CON ACRILICA DEL COLOR DE SU ELECCION, ALANBRADO Y CONECTADO SEGUN SUS ESPECIFICACIONES Y DIAGRAMA APROBADO, C/ROTULOS DE IDENTIFICACION POR PROYECTO Y EQUIPO, C/EQUIPO DE MEDICION, COMPUESTO POR DOS SELECTORES DE CUATRO POSICIONES, UN VOLTMETRO, UN AMPERMETRO, TRES TRANSFORMADORES DE CORRIENTE CON RELACION DE 500 A 5, UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CAL DE 350 A., TRES LAMPARAS PILOTO Y UN LOTE DE FUSIBLES Y TERMINALES | 1 | LOTE | 9,785 | 9,785 | 0,500 | 0,500 | 10,285 | 10,285 |
| b | UNIDADES DE FUERZA C/UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TIPO FAL, UN ARRANCADOR MAGNETICO SIEMENS 3B44, PROTECCION 3UAS2, UN LOTE DE CONDUCTORES THW, TABLILLAS, TERMINALES, ZAPATAS Y NUMEROS P/IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES | 21 | LOTE | 1,617 | 33,957 | 0,100 | 2,100 | 1,717 | 36,057 |
| c | INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TIPO FAL GENERAL P/ PROTECCION Y SEPARACION POR PROYECTO | 10 | PZAS | 0,960 | 9,600 | 0,080 | 0,800 | 1,040 | 10,400 |
| d | ESTACIONES DE BOTONES ARRANCAR-PARAR Y SELECTOR MANUAL-OFF-AUTOMATICO C/LLAVE | 21 | LOTE | 0,167 | 3,507 | 0,080 | 1,680 | 0,247 | 5,187 |
| T O T A L E S | | | | | 56,849 | | 5,080 | | 61,929 |
| | | | | C O S T O T O T A L | | \$ 61'929,000.00 | | | |

2.- TABLERO DE CONTROL

| | | | | P R E C I O S | | | | | |
|---------------|--|-------|--------|---------------------|-----------|-----------------|-----------|----------|----------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | TOTAL |
| | | | | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTEIDA |
| P. \| | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTEIDA |
| a \| | UN GABINETE DE FABRICACION ESPECIAL CONSTRUIDO EN LAMINA ROLADA EN FRIO CAL 12 C/DOS PUERTAS, CHAPAS C/LLAVE, PINTADO CON ACRILICA DEL COLOR DE SU ELECCION, ALAMBRADO Y CONECTADO SEGUN SUS ESPECIFICACIONES Y DIAGRAMA APROBADO, C/ROTULOS DE IDENTIFICACION POR PROTECTOR Y EQUIPO, | 1 | LOTE | 3,350 | 3,350 | 0,500 | 0,500 | 3,850 | 3,850 |
| b \| | CONTROLES FLETO IPC 202c | 9 | PIEZAS | 3,136 | 28,225 | 0,100 | 0,900 | 3,236 | 29,125 |
| c \| | MODULO DE AMPLIACION 202c | 5 | PIEZAS | 2,280 | 11,400 | 0,100 | 0,500 | 2,380 | 11,900 |
| d \| | FUENTES DE ENERGIA 24 VDC 5 A. | 3 | PIEZAS | 1,529 | 4,587 | 0,085 | 0,255 | 1,614 | 4,842 |
| e \| | PROGRAMACION EN DIAGRAMA DE ESCALERA | 6 | HORAS | | 0,653 | 0,109 | 0,653 | 0,109 | 1,307 |
| f \| | DOCUMENTACION DEL PROGRAMA | 4 | HORAS | | 0,581 | 0,145 | 0,581 | 0,145 | 1,162 |
| g \| | SERVICIO DE ABRAVQUE | 32 | HORAS | | 3,098 | 0,097 | 3,098 | 0,097 | 6,195 |
| h \| | ELABORACION DE DIAGRAMA DE ALAMBRADO | 4 | HORAS | | 0,387 | 0,097 | 0,387 | 0,097 | 0,774 |
| i \| | CAPACITACION PARA PROGRAMACION DE 202c | 6 | CURSO | 1,100 | 6,600 | | 0,000 | 1,100 | 6,600 |
| j \| | CAPACITACION DE MANTENIMIENTO EN CAMPO | 16 | HORAS | | 0,000 | 0,109 | 1,744 | 0,109 | 1,744 |
| k \| | MONTAJE Y CONEXIONADO DE LOS CONTROLES INCLUYE CONDUCTORES, IDENTIFICADORES, TABILLAS Y DUCTOS DE PLASTICO | 17 | LOTE | 0,235 | 3,995 | 0,200 | 3,400 | 0,435 | 7,395 |
| T O T A L E S | | | | | 62,876 | | 12,018 | | 74,894 |
| | | | | C O S T O T O T A L | | \$74,894,000.00 | | | |

3.- DUCTERIA

| | | | | P R E C I O S | | | | | |
|---------------|--|-------|--------|---------------------|-----------|-----------------|-----------|----------|----------|
| | | | | MATERIAL | | MANO DE OBRA | | TOTAL | TOTAL |
| | | | | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTEIDA |
| P. \| | DESCRIPCION | CANT. | UNIDAD | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | SUB-TOTAL | UNITARIO | PARTEIDA |
| a \| | MONTAJE DE DUCTO METALICO SUMINISTRADO POR "LA CORONA" INCLUYE SOPORTERIA SEGUN REQUERIMIENTOS | 65 | METROS | 0,015 | 0,975 | 0,078 | 5,070 | 0,093 | 6,045 |
| b \| | TUBO CONDUIT P/G. GALV. DE 13 mm. C/SOPORTES | 250 | METROS | 0,010 | 2,500 | 0,015 | 3,750 | 0,025 | 6,250 |
| c \| | TUBO CONDUIT P/G. GALV. DE 19 mm. C/SOPORTES | 42 | METROS | 0,013 | 0,546 | 0,021 | 0,882 | 0,034 | 1,428 |
| d \| | TUBO LIQUATITE DE 13 mm. C/DOS CONECTORES | 30 | METROS | 0,023 | 0,690 | 0,020 | 0,600 | 0,043 | 1,290 |
| e \| | TUBO LIQUATITE DE 19 mm. C/DOS CONECTORES | 12 | METROS | 0,029 | 0,348 | 0,026 | 0,312 | 0,055 | 0,660 |
| T O T A L E S | | | | | 5,059 | | 10,614 | | 15,673 |
| | | | | C O S T O T O T A L | | \$15,673,000.00 | | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|-------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP. AGIT. SOHNN 500 KG | TEMPERA DORA TANV-315 778 KG/HR | TEMPERA DORA TR-250 778 KG/HR | | | | | | | PROD. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 3° CICLO | LLENADO DEP. AGITADOR AGITACION DESCARGA TEMP. TANV-315 TEMP. Y PROD. FINAL DESCARG. TEMP. TR-250 TEMP. Y PROD. FINAL DESCARG. TEMP. TR-250 TEMP. Y PROD. FINAL DESCARGA TEMP. TANV-315 TEMP. Y PROD. FINAL | 13:00-17:0 17:0-18:00 | (4 DIA) 18:0-20:30 20:3-21:30 (5 DIA) 9:3-20:00 12:0-13:00 14:3-17:00 17:0-18:00 | 7:0-9:30 9:3-10:30 12:0-14:30 14:3-15:30 17:0-19:30 19:3-20:30 | | | | | | | 778 778 778 778 778 778 | 14868 | 58672 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | | |
|----------|-------------------------|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA CLOVER 60 | DEP. AGITADOR E-25 | DEP. AGITADOR E-28 | TEMPERA DORA TAN-20 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | TEMPERAD. Y PROD. FINAL | 12.3-18.00 18.0-10.00 10.3-11.40 11.4-13.30 | (4 DIA) | 11.4-12.40 12.40-13.00 | 13.3-14.30 14.3-14.50 | 13.0-14.00 14.0-21.20 | | | | 535 2985 535 2430 | | |
| 5° CICLO | | 13.3-17.00 17.0-11.00 11.0-12.40 12.4-14.30 | (5 DIA) | 12.4-13.40 13.4-14.00 | 14.3-15.30 15.3-15.50 | 14.0-18.50 18.5-22.10 | 15.5-18.50 18.5-22.10 | | | 535 2985 535 1895 5830 | 33395 | 133500 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP.FUND GRASAS | CONCHA CLOV/30 | DEP. AGITADOR E-30 | DEP. AGITADOR K-3 | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 3.- COBERTURA COB-HEL | 4000 KG | 4000 KG | 3500 KG | 800 KG | | | | | | |
| 1° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVEF CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 AGITACION VACIADO P/PRODUC. FINAL | 7:00-11:00 11:0-13:00 13:0-16:30 | 16:3-19:30 | 19:30-22:0 (1 DIA) 7:00-8:00 | 7:00-8:00 8:00-9:00 9:0-11:30 | | | | 4000 | | |
| 2° CICLO | | 12:0-16:00 16:0-18:00 18:0-21:30 | (1 DIA) 21:3-0:30 (2 DIA) | 7:0-9:30 9:3-10:30 | 9:3-10:30 10:3-11:30 11:3-14:00 | | | | 4000 | | |
| 3° CICLO | | 15:0-19:00 19:0-21:00 7:0-10:30 | (2 DIA) (3 DIA) 10:3-13:30 | 13:0-16:00 16:0-17:00 | 16:0-17:00 17:0-18:00 18:0-20:30 | | | | 4000 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP. FUND. GRASAS 4000 KG | CONCHA CLOV/30 4000 KG | DEP. AGITADOR E-30 3500 KG | DEP. AGITADOR K-3 800 KG | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 AGITACION VACIADO P/PRODUC. FINAL | 7:00-11:00 11:0-13:00 13.0-16.30 | (4 DIA) 16.3-19.30 | 19.30-22.0 (5 DIA) 7:00-8:00 | 7:00-8:00 8:00-9:00 9:0-11:30 | | | | | | 4000 | 16000 | 64000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---|--|-------------------------------------|--|--------------------|--|--|--|------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 4.- COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KG/HR | 250KG/HR | | | | | | | |
| 1° CICLO | LLENADO CONCHAJE (16 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 7:00-8:00 8:00-24:00 7.5-8:50 | (1 DIA) 8:50-9:50 9:50-10:20 | 10:2-11:20 11:2-21:20 7:0-22:00 7:0-10:00 | (2 DIA) (3 DIA) | | | | | 180 700 1000 200 | | |
| 2° CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F-2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 8:50-9:50 9:50-1:50 7:00-7:40 7:00-7:40 | (2 DIA) | 7:40-8:40 8:40-20:30 | | | | | | 250 1750 | | |
| 3° CICLO | LLENADO CONCHAJE (16 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 20:2-21:20 21:2-13:20 13:2-15:10 | (3 DIA) 15:1-16:10 16:1-16:40 | 16:4-17:40 17:4-22:10 7:00-22:00 7:00-16:00 | (4 DIA) (5 DIA) | | | | | 100 800 1000 600 | | |
| 4° CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F-2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 15:1-16:10 16:10-8:10 8:10-8:50 | (4 DIA) | (4 DIA) 8:50-9:50 9:50-21:30 | | | | | | 250 1750 | 8000 | 32000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---|--|--------------------------|--------------------------|--|--|--|--|------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLD (2 PZAS) | DEP. AGITADOR E-28 | DEP. AGITADOR E-33 | TEMPE- RADORA F-7 | TEMPE- RADORA F-4 | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | 7:00-8:30 8:30-1:30 7:00-8:20 8:20-9:40 | 8:20-9:50 9:50-10:20 | 9:40-11:30 11:10-11:3 | 10:2-11:20 11:2-21:20 7:00-22:00 7:00-18:00 | 11:3-12:30 12:3-21:30 7:00-22:00 7:00-19:00 | | | | 100 888 1000 743 | 100 800 1000 800 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|--------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|------------|---|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLD (2 PZAS) | DEP. AGITADOR E-28 | DEP. AGITADOR E-33 | TEMPE- RADORA F-7 | TEMPE- RADORA F-4 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 2º CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | 18:0-22:00 22:0-14:00 14:0-15:20 15:0-18:40 | 15:2-18:50 18:5-17:20 | 18:4-18:10 18:1-18:30 | 17:2-18:20 18:2-22:20 7:00-22:00 7:00-22:00 | 18:3-22:30 7:00-22:00 7:00-22:00 | | | | | 100 225 1000 1000 268 1000 1000 | 9632 | 38528 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|---|---------------------------------------|---|------------------|--|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPE- RADORA | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 7:00- 8:15 8:15-0:15 7:00-11:00 11:00-17:00 | (1 DIA) 11:00-12:00 12:00-12:30 | (17:00-18:00 18:00-18:30 | | 18:30-20:30 18:3-20:30 (1 DIA) | 1000 1500 | | | |
| 2° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 17:00- 18:15 (1 DIA) 18:15-10:10 (2 DIA) 10:00-14:00 14:00-20:00 | 14:00-15:00 15:00-15:30 | 20:00-21:00 21:00-21:30 | | 15:30-18:45 21:3-23:30 (2 DIA) | 1000 1500 | | | |
| 3° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 20:00-21:15 21:15-14:15 (3 DIAS) 14:15-18:15 7:00-13:00 (4 DIAS) | 18:00-19:15 19:15-19:45 | 17:00-18:00 18:00-18:30 | | 19:45-21:30 (3 DIA) 14:30-18:30 (4 DIA) | 1000 1500 | | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|--|---------------------------------------|---|-------------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 8.- COBERTURAS BALON | CONCHA PETZOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPE- RADORA | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 13:00-14:15 (4 DIAS) 14:15-6:15 (5 DIAS) 7:00-11:00 11:00-17:00 | 11:00-12:00 12:00-12:30 | 17:00-18:00 18:00-18:30 | 18:30-20:30 18:3-20:30 (5 DIA) | | 1000 1500 | 10000 | 40000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|--|--|--|----------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|
| | | DEP. AGIT. E-3 3500 KG | CONCHA CRN/18 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1° CICLO | LLENADO AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 7:00-9:00 9:00-10:00 10:00-12:00 | 12:0-20:00 20:0-22:00 (1 DIA) | 7:00-8:00 8:00-8:40 | 8:45-9:45 9:45-22:00 7:00-8:45 | | | | | 221 1547 221 | |
| 2° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 17:00-18:0 18:00-20:0 20:00-22:0 | (1 DIA) 7:00-15:00 15:0-17:00 | (2 DIAS) 17:00-18:00 | 18:45-18:45 18:45-19:45 19:45-21:3 7:00-19:15 | | | | | 221 221 1547 | |
| 3° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 17:00-18:0 18:00-20:0 20:00-22:0 | (2 DIAS) 7:00-15:00 15:0-17:00 | (3 DIAS) 17:00-18:00 | 18:0-18:45 18:45-19:45 19:45-21:3 7:00-19:15 | | | | | 221 221 1547 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL DE COBERTURAS

ANEXO No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|---|----------------------------------|---|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP. AGIT. E-3 3500 KG | CONCHA CRN/18 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 17:00-19:0 19:00-20:0 20:00-22:0 | (3 DIA) 7:00-15:00 15:0-17:00 | (4 DIAS) 17:00-18:00 | 18:0-18:45 18:45-19:45 19:45-21:3 7:00-18:15 | | | | | 221 221 1547 | 7958 | 31824 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|-----------|--|-------------------------------|--|--|--|--|--|-----|------------|-----------------------|-----|--|
| | | DEP. AGIT. SOHNH 500 KG | TEMPERA DORA TANV-315 778 KG/HR | TEMPERA DORA TR-250 778 KG/HR | | | | | | PROD. CHOC. KG. | | |
| 1° CICLO | LLENADO DEP. AGITADOR AGITACION DESCARGA TEMP. TANV-315 TEMP. Y PROD. FINAL DESCARG. TEMP. TR-250 TEMP. Y PROD. FINAL | 7:0-11:0 11:0-12:0 | | | | | | | | | | |
| | | | 12:0-14:30 | | | | | | | | | |
| | | | 14:3-15:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 17:0-19:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 19:3-20:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 19:3-22:00 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 22:0-23:00 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 22:0-0:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 0:30-1:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 3:00-4:00 | | | | | | | | 778 | |
| 5:00-6:00 | | | | | | | | 332 | | | | |
| 2° CICLO | LLENADO DEP. AGITADOR AGITACION DESCARGA TEMP. TANV-315 TEMP. Y PROD. FINAL DESCARG. TEMP. TR-250 TEMP. Y PROD. FINAL | 7:00-11:00 11:0-12:00 | | | | | | | | | | |
| | | | 12:0-14:30 | | | | | | | | | |
| | | | 14:3-15:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 17:0-19:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 19:3-20:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 19:3-22:00 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 22:0-23:00 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 22:00-0:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 0:30-1:30 | | | | | | | | 778 | |
| | | | 3:00-4:00 | | | | | | | | 778 | |
| 5:00-6:00 | | | | | | | | 332 | 25000 | 10000 | | |

EL PROCESO ES REPETITIVO

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--|--|--|--|------------|------------------|--------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER 60 | DEP. AGITADOR E-25 | DEP. AGITADOR E-26 | TEMPERA DORA TAN-20 | | | | | | PRODUC. CHOC KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO CONCHAJE | 7:0-10:30 | | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 10:3-4:30 | (1 DIA) | | | | | | | | | | |
| 2º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | 4:30-6:10 | | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | 6:10-8:00 | | | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | 8:10-7:10 | 8:00-9:00 | | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | 7:10-7:30 | 9:00-9:20 | 7:30-8:30 | | | | | | | | |
| 1º CICLO | LLENADO CONCHAJE | 9:00-12:30 | (1 DIA) | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 12:3-6:30 | (2 DIA) | | | | | | | | | | |
| 2º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | 6:30-8:10 | | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | 8:10-10:00 | | | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | 8 10 9:10 | 10:00-11:0 | | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | 9:10-9:30 | 11:0-11:20 | 9:30-10:30 | | | | | | | | |
| 1º CICLO | LLENADO CONCHAJE | 11:0-14:30 | (2 DIA) | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 14:3-8:30 | (3 DIA) | | | | | | | | | | |
| 2º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | 8:30-9:50 | | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | 9:50-11:40 | | | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | 9:50-10:50 | 11:4-12:40 | | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | 9:50-11:10 | 12:4-13:00 | 11:1-12:10 | | | | | | | | |
| 1º CICLO | LLENADO CONCHAJE | 13:0-14:00 | | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 14:00-22:0 | | | | | | | | | | | |
| 2º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | | | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | | | | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | | | | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |
| | | | | | | | | | | 535 | | | |
| | | | | | | | | | | 2965 | | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|---------|-------------------------|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--|--|-------------------|----------------------------|--------------------|--------|
| | | CONCHA CLOVER 60 | DEP. AGITADOR E-25 | DEP. AGITADOR E-28 | TEMPERADORA TAN-20 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG | |
| 4°CICLO | TEMPERAD. Y PROD. FINAL | 12:4-18:10 15:1-10:10 10:1-11:50 11:5-13:40 | (3 DIA) (4 DIA) 11:5-12:50 12:5-13:10 | 13:4-14:40 14:4-15:00 | 13:1-14:10 14:1-22:10 | 15:0-18:00 18:0-0:00 | | | | | 535 2965 535 2965 | | |
| 5°CICLO | | 14:4-18:10 18:1-12:10 12:1-13:50 13:5-15:40 | (4 DIA) (5 DIA) 13:5-14:50 14:5-15:10 | 15:4-18:40 18:4-17:00 | 15:1-18:10 18:1-0:10 | 17:0-18:00 18:0-2:00 | | | | | 535 2965 535 2965 | 35000 | 140000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP.FUND GRASAS | CONCHA CLOV/30 | DEP. AGITADOR E-30 | DEP. AGITADOR K-3 | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 3.- COBERTURA COB-HEL | 4000 KG | 4000 KG | 3500 KG | 800 KG | | | | | | | | |
| 1° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 AGITACION VACIADO PIPRODUC. FINAL | 7.00-11.00 11.0-13.00 13.0-18.30 | 18.3-19.30 | 19.30-22.0 22.0-23.00 24.00 | 22.0-23.00 23.0-24.00 2.30 | | | | | | 4000 | | |
| 2° CICLO | | 3.00-7.00 7.00-9.00 9.00-12.30 | 12.3-15.30 | 15.3-18.00 18.0-19.00 20.00 | 18.0-19.00 19.0-20.00 22.30 | | | | | | 4000 | | |
| 3° CICLO | | 23.0-3.00 3.00-5.00 5.00-8.30 | (2 DIA) 8.30-11.30 | 11.3-14.00 14.0-15.00 16.00 | 14.0-15.00 15.0-16.00 16.30 | | | | | | 4000 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP.FUND GRASAS | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR E-30 3500 KG | DEP. AGITADOR K-3 800 KG | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 3. | COBERTURA COB-HEL | | | | | | | | | | | | |
| | | 4000 KG | 4000 KG | | | | | | | | | | |
| 4° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION | 19:0-23:00 | | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE | 23:0-1:00 1:00-4:00 | 4:30-7:30 | (3 DIA) | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-30 | | | 7:30-10:00 | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. K-3 | | | | 10:0-11:00 | 10:0-11:00 | | | | | | | |
| | AGITACION | | | | 10:0-11:00 | 11:0-12:00 | | | | | | | |
| | VACIADO P/PRODUC. FINAL | | | | 12:00 | 14:30 | | | | | 4000 | | |
| 5° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION | 15:0-19:00 | | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE | 19:0-21:00 21:0-0:30 | 0:30-3:30 | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-30 | | | 3:30-6:00 | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. K-3 | | | | 6:00-7:00 | 8:00-7:00 | | | | | | | |
| | AGITACION | | (4 DIA) | | 6:00-7:00 | 7:00-8:00 | | | | | | | |
| | VACIADO P/PRODUC. FINAL | | | | 8:00 | 10:30 | | | | | 4000 | | |
| 8° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION | 11:0-15:00 | | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE | 15:0-17:00 17:0-20:30 | 20:3-23:30 | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-30 | | | 23:3-2:00 | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. K-3 | | | | 2:00-3:00 | 2:00-3:00 | | | | | | | |
| | AGITACION | | | | 2:00-3:00 | 3:00-4:00 | | | | | | | |
| | VACIADO P/PRODUC. FINAL | | | | 4:00 | 6:30 | | | | | 4000 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP.FUND GRASAS 4000 KG | CONCHA CLOV/30 4000 KG | DEP. AGITADOR E-30 3500 KG | DEP. AGITADOR K-3 800 KG | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 7° CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 | 7.00-11.00 11.0-13.00 13.0-18.30 | (5 DIA) 18.3-19.30 | 19.3-22.00 | 22.0-23.00 | | | | | | 24000 | 96000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | |
|---------|--|---------------------------------------|--|---|-----------|--|--|------------|--|--------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 4.- COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KG/HR | 250KG/HR | | | | | | |
| 1°CICLO | LLENADO CONCHAJE (16 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 7:00-8:00 8:00-24:00 24:0-1:50 | 1:50-2:50 2:50-3:20 (2 DIA) | 3:20-4:20 4:20-7:20 7:20-14:50 14:5-22:20 22:2-6:50 6:50-9:50 | (1 DIA) | | | | 100 200 500 500 500 200 | | |
| 2°CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMP. F-2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 2:00-3:00 3:00-19:00 19:0-19:40 | (1 DIA) | 19:4-20:40 20:4-22:20 22:4-6:40 6:40-8:20 | (2 DIA) | | | | 250 250 1250 250 | | |
| 3°CICLO | LLENADO CONCHAJE (16 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 8:20-9:20 9:20-1:20 1:20-3:10 | (2 DIA) 3:10-4:10 4:10-4:40 (4 DIA) | 4:40-5:40 5:40-7:10 7:10-14:40 14:4-22:10 22:1-8:40 6:40-11:10 | (3 DIA) | | | | 100 100 500 500 500 300 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|--|---------------|------------------------|--|-----------|--|--|--|-------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 4.- COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KQ/HR | 250KQ/HR | | | | | | | |
| 4° CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F.2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 4:00-5:00 5:00-21:00 21:00-21:40 | (2 DIA) | | 21:4-22:40 22:4-7:00 7:00-10:20 | | | | | | 250 1350 500 | |
| 5° CICLO | LLENADO CONCHAJE (16 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 10:2-11:20 11:2-3:00 3:00-4:50 | (3 DIA) | 4:50-5:50 5:50-6:20 | 6:20-7:20 7:20-14:50 14:5-22:20 22:2-6:50 6:50-12:50 | (4 DIA) | | | | | 100 500 500 500 400 | |
| 6° CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F.2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 5:00-6:00 6:00-22:00 22:0-22:40 | (3 DIA) | | 22:4-23:40 23:4-8:00 8:00-11:20 | (4 DIA) | | | | | 250 1250 500 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---|--------------------------------------|------------------------|--|-----------|--|--|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG | |
| | 4. COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KG/HR | 250KG/HR | | | | | | | |
| 7° CICLO | LLENADO CONCHAJE (18 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 11:2-12:20 12:2-4:20 4:20-8:00 | 6:00-7:00 7:00-7:30 | (5 DIA) 7:30-8:30 8:30-15:30 15:3-22:30 | (5 DIA) | | | | | 100 500 400 | 13000 | 52000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---|-------------------------------------|--------------------------|--|---|---------------------------------------|--|--|--|------------|---|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLO (2 PZAS) | DEP. AGITADOR E-28 | DEP. AGITADOR E-33 | TEMPE- RADORA F-7 | TEMPE- RADORA F-4 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | 7:00-8:30 8:30-1:30 1:30-3:00 | 3:00-4:30 4:30-5:00 | 4:20-5:50 5:50-6:50 (1 DIA) (2 DIA) | 5:00-6:00 6:00-7:30 7:30-15:00 15:0-22:30 22:3-7:30 7:30-15:00 15:0-18:00 | 8:10-7:10 7:10-15:10 15:1-19:10 | | | | | 100 100 500 500 500 500 200 250 1500 725 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZOLD (2 PZAS) | DEP. AGITADOR E-28 (1 DIA) (2 DIA) | DEP. AGITADOR E-33 (1 DIA) (2 DIA) | TEMPE- RADORA F-7 | TEMPE- RADORA F-4 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 2º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | 21:3-23:00 23:0-15:00 15:0-16:30 16:3-17:50 | 16:3-18:00 18:0-18:30 | 17:5-19:20 19:5-20:10 | 18:3-19:30 19:3-22:30 22:3-7:30 7:30-15:00 15:0-22:30 22:30-7:30 (4 DIA) 20:1-21:10 21:1-22:30 22:30-7:50 (3 DIA) 7:50-3:10 | | | | | | 100 200 500 500 500 225 225 1575 425 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | | |
|----------|---|---|--------------------------|--------------------------|---|--|--|--|------------|-------------------------|---|--------------------------|-------|
| | | CONCHA PETZHOLO (2 PZAS) | DEP. AGITADOR E-28 | DEP. AGITADOR E-33 | TEMPE- RADORA F-7 | TEMPE- RADORA F-4 | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG | |
| 3° CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | 11:3-14:00 14:0-6:00 6:00-7:30 7:30-8:50 | (3 DIA) (4 DIA) | | 8:50-10:20 10:2-10:40 (5 DIA) | 9:30-10:30 10:3-15:00 15:0-22:30 22:30-7:30 7:30-15:00 15:0-22:30 | | | | | 100 300 500 600 500 500 225 450 1350 450 | 14875 | 58500 |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|--|---|---------------------------------------|---|--|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPE- RADORA | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 7:00- 8:15 8:15-0:15 0:15-4:15 4:15-10:15 | { 1 DIA } 4:15-5:15 5:15-5:45 | 10:15-11:15 11:15-11:45 | (1 DIA) | 5:45-7:00 11:45-13:45 | 1000 1500 | | |
| 2º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 10:15-11:30 (1 DIA) 11:30-3:30 3:30-7:30 (2 DIA) 7:30-13:30 8:30-9:00 | 13:30-14:30 14:30-15:00 | 9:00-10:15 15:00-17:00 | | 1000 1500 | | | |
| 3º CICLO | LLENADO COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 13:30-14:45 14:45-8:45 (3 DIA) 8:45-10:45 10:45-16:45 | 10:45-11:45 11:45-12:15 | 16:45-17:45 17:45-18:15 | 12:15-13:30 18:15-20:15 | 1000 1500 | | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|--|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPE- RADORA | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 18:45-18:00 (3 DIA) 18:00-10:00 (4 DIA) 10:00-14:00 14:00-20:00 | 14:00-15:00 15:00-15:30 | 30:00-21:00 21:00-21:30 | 15:30-18:45 21:30-23:30 (4 DIA) | 1000 1500 | | | |
| 4° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 20:00-21:15 21:15-14:15 (5 DIA) 14:15-18:15 18:15-0:15 | 18:15-18:15 19:15-19:45 | 0:15-1:15 (5 DIA) | 18:45-21:00 1:45-3:45 | 1000 1500 | 12500 | 5000 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--|--|--|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | DEP. AGIT. E-3 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO | 7:00-8:00 | | | | | | | | | | |
| | AGITADO | 9:00-10:00 | | | | | | | | | | |
| | VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) | 10:00-12:00 | 12:0-20:00 | | | | | | | | | |
| | VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO | | 20:0-22:00 | 22:0-23:00 | | | | | | | | |
| 2º CICLO | VACIADO A TEMP. (221 KG) | | | 23:0-23:45 | | | | | | | | |
| | TEMP. Y PRODUCTO FINAL | | | (1 DIA) | 23:45-0:45 | | | | | 221 | | |
| | | | | | 0:45-14:45 | | | | | 1768 | | |
| | LLENADO A DEPOSITO E-31 | 22:0-0:00 | | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | AGITADO | 0:00-1:00 | | | | | | | | | | |
| | VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) | 1:00-3:00 | 3:00-11:00 | | | | | | | | | |
| | VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO | | 11:0-13:00 | 13:0-14:00 | | | | | | | | |
| | VACIADO A TEMP. (221 KG) | | | 14:0-14:45 | | | | | | | | |
| 3º CICLO | TEMP. Y PRODUCTO FINAL | | | 14:45-15:45 | | | | | | | | |
| | | | | 15:45-5:45 | | | | | | 221 | | |
| | | | | | | | | | | 1768 | | |
| | LLENADO A DEPOSITO E-31 | 13:0-15:00 | (1 DIAS) | | | | | | | | | |
| 3º CICLO | AGITADO | 15:0-16:00 | | | | | | | | | | |
| | VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) | 16:0-18:00 | 18:00-2:00 | | | | | | | | | |
| | VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO | | 2:00-4:00 | 4:00-5:00 | | | | | | | | |
| | VACIADO A TEMP. (221 KG) | | | 5:00-5:45 | | | | | | | | |
| 3º CICLO | TEMP. Y PRODUCTO FINAL | | | (2 DIAS) | 5:45-6:45 | | | | | 221 | | |
| | | | | | 6:45-20:45 | | | | | 1768 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------|--------------------|
| | | DEP. AGIT. E-3 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG |
| 4° CICLO | 7.- COBERTURAS AKORINE | 4:00-8:00 8:00-7:00 7:00-9:00 | (3 DIA) 9:00-17:00 17:0-19:00 | 19:0-20:00 20:0-20:45 | 20:45-21:45 21:45-11:45 | | | | | | | |
| 5° CICLO | | 19:0-21:00 21:0-22:00 22:00-0:00 | 0:00-8:00 8:00-10:00 | (4 DIA) 10:0-11:00 11:0-11:45 | 11:45-12:45 12:45-2:45 | | | | | | 221 1768 | |
| 6° CICLO | | 10:0-12:00 12:0-13:00 13:0-15:00 | (4 DIAS) 15:0-23:00 23:00-1:00 | 1:00-2:00 2:00-2:45 | (5 DIAS) 2:45-3:45 3:45-17:45 | | | | | | 221 1768 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE MANUAL CON TRES TURNOS

ANEXO No 2 ALTERNATIVA No 1

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|---------|-------------------------------------|--|--|------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | DEP. AGIT. E-3 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 7° CICLO | | 1:00-3:00 3:00-4:00 4:00-6:00 | (4 DIA) 6:00-14:00 14:00-16:00 | (5 DIA) 16:00-17:00 17:0-17:45 | 17:45-18:45 18:45-8:45 | | | | | | 221 1786 | 13923 | 56692 |

PROYECTO DE MANEJO AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA 4

| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | EQUIPOS | | | | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|------|-------------|----------|------------------------|---------------------|--------------------|--|--------|----------------|-------------|
| | | | DEP. AMALGAMADOR E. 25 | DEP. AGITADOR E. 26 | TEMPERADORA TAN-20 | | | | |
| 1 | ... | 1 | | | | | | | |
| 2 | ... | 1 | | | | | | | |
| 3 | ... | 1 | | | | | | | |
| 4 | ... | 1 | | | | | | | |
| 5 | ... | 1 | | | | | | | |
| 6 | ... | 1 | | | | | | | |
| 7 | ... | 1 | | | | | | | |
| 8 | ... | 1 | | | | | | | |
| 9 | ... | 1 | | | | | | | |
| 10 | ... | 1 | | | | | | | |
| 11 | ... | 1 | | | | | | | |
| 12 | ... | 1 | | | | | | | |
| 13 | ... | 1 | | | | | | | |
| 14 | ... | 1 | | | | | | | |
| 15 | ... | 1 | | | | | | | |
| 16 | ... | 1 | | | | | | | |
| 17 | ... | 1 | | | | | | | |
| 18 | ... | 1 | | | | | | | |
| 19 | ... | 1 | | | | | | | |
| 20 | ... | 1 | | | | | | | |
| 21 | ... | 1 | | | | | | | |
| 22 | ... | 1 | | | | | | | |
| 23 | ... | 1 | | | | | | | |
| 24 | ... | 1 | | | | | | | |
| 25 | ... | 1 | | | | | | | |
| 26 | ... | 1 | | | | | | | |
| 27 | ... | 1 | | | | | | | |
| 28 | ... | 1 | | | | | | | |
| 29 | ... | 1 | | | | | | | |
| 30 | ... | 1 | | | | | | | |
| 31 | ... | 1 | | | | | | | |
| 32 | ... | 1 | | | | | | | |
| 33 | ... | 1 | | | | | | | |
| 34 | ... | 1 | | | | | | | |
| 35 | ... | 1 | | | | | | | |
| 36 | ... | 1 | | | | | | | |
| 37 | ... | 1 | | | | | | | |
| 38 | ... | 1 | | | | | | | |
| 39 | ... | 1 | | | | | | | |
| 40 | ... | 1 | | | | | | | |
| 41 | ... | 1 | | | | | | | |
| 42 | ... | 1 | | | | | | | |
| 43 | ... | 1 | | | | | | | |
| 44 | ... | 1 | | | | | | | |
| 45 | ... | 1 | | | | | | | |
| 46 | ... | 1 | | | | | | | |
| 47 | ... | 1 | | | | | | | |
| 48 | ... | 1 | | | | | | | |
| 49 | ... | 1 | | | | | | | |
| 50 | ... | 1 | | | | | | | |
| 51 | ... | 1 | | | | | | | |
| 52 | ... | 1 | | | | | | | |
| 53 | ... | 1 | | | | | | | |
| 54 | ... | 1 | | | | | | | |
| 55 | ... | 1 | | | | | | | |
| 56 | ... | 1 | | | | | | | |
| 57 | ... | 1 | | | | | | | |
| 58 | ... | 1 | | | | | | | |
| 59 | ... | 1 | | | | | | | |
| 60 | ... | 1 | | | | | | | |
| 61 | ... | 1 | | | | | | | |
| 62 | ... | 1 | | | | | | | |
| 63 | ... | 1 | | | | | | | |
| 64 | ... | 1 | | | | | | | |
| 65 | ... | 1 | | | | | | | |
| 66 | ... | 1 | | | | | | | |
| 67 | ... | 1 | | | | | | | |
| 68 | ... | 1 | | | | | | | |
| 69 | ... | 1 | | | | | | | |
| 70 | ... | 1 | | | | | | | |
| 71 | ... | 1 | | | | | | | |
| 72 | ... | 1 | | | | | | | |
| 73 | ... | 1 | | | | | | | |
| 74 | ... | 1 | | | | | | | |
| 75 | ... | 1 | | | | | | | |
| 76 | ... | 1 | | | | | | | |
| 77 | ... | 1 | | | | | | | |
| 78 | ... | 1 | | | | | | | |
| 79 | ... | 1 | | | | | | | |
| 80 | ... | 1 | | | | | | | |
| 81 | ... | 1 | | | | | | | |
| 82 | ... | 1 | | | | | | | |
| 83 | ... | 1 | | | | | | | |
| 84 | ... | 1 | | | | | | | |
| 85 | ... | 1 | | | | | | | |
| 86 | ... | 1 | | | | | | | |
| 87 | ... | 1 | | | | | | | |
| 88 | ... | 1 | | | | | | | |
| 89 | ... | 1 | | | | | | | |
| 90 | ... | 1 | | | | | | | |
| 91 | ... | 1 | | | | | | | |
| 92 | ... | 1 | | | | | | | |
| 93 | ... | 1 | | | | | | | |
| 94 | ... | 1 | | | | | | | |
| 95 | ... | 1 | | | | | | | |
| 96 | ... | 1 | | | | | | | |
| 97 | ... | 1 | | | | | | | |
| 98 | ... | 1 | | | | | | | |
| 99 | ... | 1 | | | | | | | |
| 100 | ... | 1 | | | | | | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|--|------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER 60 | DEP. AGITADOR E-25 | DEP. AGITADOR E-26 | TEMPERADORA TAN-20 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | CONCHAJE | 7:00-1:00 | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 7:00-7:05 | (1 DIA) | | | | | | | | | |
| 1º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | 7:05-7:10 | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | | 7:05-8:05 | 7:10-8:10 | | | | | | | | |
| 1º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | 8:05-8:10 | 8:10-8:15 | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | | | 8:10-9:10 | | | | | 480 | | |
| 2º CICLO | CONCHAJE | 7:10-11:10 | | | | | | | | | | |
| | DESCARGA DEP. AGIT. E-25 | 7:00-7:05 | (2 DIA) | | | | | | | | | |
| 2º CICLO | DESCARGA DEP. AGIT. E-26 | 7:05-7:10 | | | | | | | | | | |
| | AGITACION | | 7:05-8:05 | 7:10-8:10 | | | | | | | | |
| 2º CICLO | VACIADO A TEMP. TAN-20 | | 8:05-8:10 | 8:10-8:15 | | | | | | | | |
| | TEMPERADO Y PROD. FINAL | | | | 8:10-9:10 | | | | | 480 | | |
| | | | | | | | | | 3020 | | | |
| | | | | | | | | | 480 | | | |
| | | | | | | | | | 3020 | | | |
| | | | | | | | | | 480 | | | |
| | | | | | | | | | 3020 | | | |
| | | | | | | | | | 480 | | | |
| | | | | | | | | | 3020 | | | |
| | | | | | | | | | 480 | | | |
| | | | | | | | | | 3020 | | | |
| EL PROCESO ES REPETITIVO. | | | | | | | | | | 35000 | 140000 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP.FUND GRASAS 4000 KG | CONCHA CLOV/30 4000 KG | DEP. AGITADOR E-30 3500 KG | DEP. AGITADOR K-3 800 KG | | | | | | PRODUC. CHOC. KG | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 AGITACION VACIADO P/PRODUC. FINAL | 7:00-7:30 7:30-9:30 9:30-10:10 | 10:1-13:10 | 13:1-13:50 13:5-14:50 | 13:5-14:00 14:0-15:00 15:0-15:10 | | | | | | 4000 | | |
| 2º CICLO | | 13:1-13:40 13:4-15:40 15:4-16:20 | 16:2-19:20 | 19:2-20:00 20:0-21:00 | 20:0-20:10 20:1-21:10 21:0-21:20 | | | | | | 4000 | | |
| 3º CICLO | LLENADO DEPOSITO FUND. FUNCION DESCARGA CONCHA CLOVER CONCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-30 DESCARGA DEP. AGIT. K-3 AGITACION VACIADO P/PRODUC. FINAL | 7:00-7:30 7:30-9:30 9:30-10:10 | 10:1-13:10 | 13:1-13:50 13:5-14:50 | 13:5-14:00 14:0-15:00 15:0-15:10 | | | | | | 4000 | | |
| 4º CICLO | | 13:1-13:40 13:4-15:40 15:4-16:20 | 16:2-19:20 | 19:2-20:00 20:0-21:00 | 20:0-20:10 20:1-21:10 21:0-21:20 | | | | | | 4000 | 60000 | 320000 |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | | |
|---------|---|--------------------------------------|--|---|--------------|--|--|------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 4.- COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KG/HR | 250KG/HR | | | | | | | |
| 1°CICLO | LLENADO CONCHAJE (18 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 7:00-7:30 7:30-23:30 7:00-7:30 | (1 DIA) 7:30-8:30 8:30-8:35 | 8:35-9:35 9:35-21:30 7:00-15:40 | | | | | | 100 1100 600 | | |
| 2°CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F-2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 7:30-8:00 8:00-24:00 7:00-7:05 | (1 DIA) (2 DIA) | 7:05-8:05 8:05-16:40 | | | | | | 250 1750 | | |
| 3°CICLO | LLENADO CONCHAJE (18 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F-7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 15:4-18:10 18:1-8:10 8:10-8:40 | (2 DIA) (3 DIA) 8:40-9:40 9:40-9:45 | 9:40-10:45 10:45-21:35 7:00-18:45 | | | | | | 100 1000 900 | | |
| 4°CICLO | LLENADO CONCHAJE VACIADO TEMPERADORA F-2 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 8:40-9:10 9:10-1:10 7:00-7:05 | (3 DIA) (4 DIA) | (4 DIA) 7:05-8:05 8:05-15:40 | | | | | | 250 1750 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|--|--|--|--|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | CONCHA CLOVER | DEP. AGITADOR | TEMP. F-7 | TEMP. F-2 | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| | 4.- COBERTURAS CLARAS | 2000 KG | 3500 KG | 100KG/HR | 250KG/HR | | | | | | | |
| 5° CICLO | LLENADO CONCHAJE (18 HRS.) DESCARGA A DEP. AGIT. AGITACION VACIADO TEMP. F.7 TEMPERADO Y PROF. FINAL | 15:4-16:10 18:10-8:10 8:10-8:40 | (5 DIA) 8:40-9:40 9:40-9:45 | 9:45-10:45 10:45-21:35 | | | | | | 100 1000 | 9100 | 36400 |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--|------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLD E-14 2500 KG | CONCHA PETZHOLD E-15 2500 KG | DEP. E-28 3500 KG | DEP. AGITADOR E-33 3500 KG | TEMPE- RADORA F-7 100 KG/HR | TEMPE- RADORA F-4 225 KG/HR | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANTAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1º CICLO | COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 | 7:00-23:00 7:00-7:35 | 7:00-23:00 7:35-8:10 | | | | | | | | | | |
| | AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | | | 7:35-8:35 8:35-8:40 | 8:10-9:13 9:10-9:15 | 8:40-9:40 9:40-21:35 7:00-21:05 | | | | | 100 1100 1300 | | |
| | TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-4 | | | | | | 9:15-10:15 10:15-21:05 | | | | 225 2250 | | |
| CICLO INTER- MEDIO PARA F-4 | COCHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-33 A F-4 | 3:35-19:35 | 19:35-20:10 | | 20:1-21:10 21:1-21:15 | | 21:15-22:10 7:00-17:50 | | | | 225 2250 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | | |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZHOLD E-14 2500 KG | CONCHA PETZHOLD E-15 2500 KG | DEP. AGITADOR E-28 3500 KG | DEP. AGITADOR E-33 3500 KG | TEMPE- RADORA F-7 100 KG/HR | TEMPE- RADORA F-4 225 KG/HR | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 3° CICLO | COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-28 DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-28 A F-7 DESCARGA DE E-33 A F-4 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 TEMP. Y PROD. FINAL FINAL EN F-7 | 2:25-18:25 18:25-19:00 | 2:25-18:25 19:0-19:35 | 19:0-20:00 20:0-20:05 | 19:35-20:35 20:35-20:4 | 20:05-21:05 21:05-22:10 7:00-21:05 | 20:4-21:40 7:00-17:50 | | | 100 100 1300 | 225 2250 | |
| CICLO INTER- MEDIO PARA F-4 | COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. E-33 AGITADO DESCARGA DE E-33 A F-4 | 0:25-18:25 | 18:25-17:0 | | 17:0-18:00 18:0-18:05 | 18:05-19:05 19:05-22:20 | | | 225 675 | 19775 | 79100 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 8.- COBERTURAS BALON | CONCHA PETZOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPERADORA K-2 800 KG/HR | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 1° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 7:00-23:00 7:00-7:35 7:35-8:10 | 7:35-8:35 8:35-9:15 | 8:10-9:10 9:10-10:20 | 9:15-10:15 10:20-11:20 | | 1000 1700 | | |
| 2° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 8:10-0:10 7:00-7:35 7:35-8:10 | 7:35-8:35 8:35-9:15 | 8:10-9:10 9:10-10:20 | 9:15-10:15 10:20-11:20 | | 1000 1700 | | |
| 3° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 8:10-0:10 7:00-7:35 7:35-8:10 | 7:35-8:35 8:35-9:15 | 8:10-9:10 9:10-10:20 | 9:15-10:15 10:20-11:20 | | 1000 1700 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | CONCHA PETZOLD | DEPOSITO AGITADOR K-1 800 KG | DEPOSITO AGITADOR E-32 1700 KG | TEMPE- RADORA | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 8:10-0:10 7:00-7:35 7:35-8:10 | 7:35-8:35 8:35-9:15 | 8:10-9:10 9:10-10:20 | 9:15-10:15 10:20-11:20 | 1000 1700 | | | |
| 5° CICLO | LLENADO COHAJE DESCARGA DEP. AGIT. K-1 DESCARGA DEP. AGIT. E-32 AGITADO DESCARGA DE K-1 A K-2 DESCARGA DE E-32 A K-2 TEMPERADO Y PRODUCTO FINAL F-7 | 8:10-0:10 7:00-7:35 7:35-8:10 | 7:35-8:35 8:35-9:15 | 8:10-9:10 9:10-10:20 | 9:15-10:15 10:20-11:20 | 1000 1700 | 13500 | 54000 | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCION | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|---|--|
| | | DEP. AGIT. E-31 3500 KG | CONCHA CRN/18 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG |
| 1° CICLO | LLENADO AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 7:00-7:30 7:30-8:30 8:30-8:50 | 8:50-18:50 18:5-17:20 | 17:2-18:20 18:2-18:25 | 18:25-19:25 19:25-21:35 7:00-13:30 | | | | | 221 442 1326 | |
| 2° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 20:1-20:40 20:4-21:4 21:4-22:00 | 7:00-15:00 15:0-15:30 | (1 DIA) (1 DIA) 15:3-18:30 16:3-18:35 | 18:35-17:35 17:35-21:55 7:00-11:20 | | | | | LAPSO DE ESPERA DE LAS 17:20-20:10 221 884 884 | |
| 3° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 14:1-14:40 14:4-15:40 15:4-18:00 | (1 DIAS) 16:-24:00 7:00-7:30 | (2 DIAS) 7:30-8:30 8:30-8:35 (2 DIAS) | 8:35-9:35 9:35-18:15 | | | | | 221 1768 | SE EMPIEZA VACIAR A TEMP. SIMULTA- NEAMENTE AL CICLO 2° |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | PRODUCCION | | | | |
|----------|--|--|--------------------------------|--|--|--|--|------------|--|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | DEP. AGIT. E-31 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 4° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 20:1-20:40 20:4-21:4 21:4-22:00 | 7:00-15:00 15:0-15:30 | (2 DIA) 15:3-16:30 16:3-16:35 | 16:35-17:35 17:35-21:55 7:00-11:20 | | | | | 221 864 864 | | |
| 5° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 14:0-14:30 14:3-15:30 15:3-15:50 | 15:3-23:50 7:00-7:30 | (2 DIA) (3 DIAS) 7:30-8:30 8:30-8:35 | 8:35-9:35 9:35-18:15 | | | | | 221 1788 | | |
| 6° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 20:1-20:40 20:4-21:4 21:4-22:00 | 7:00-15:00 15:0-15:30 | (2 DIA) (3 DIA) 15:3-16:30 16:3-16:35 | 16:35-17:35 17:35-21:55 7:00-11:20 | | | | | 221 864 864 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | PRODUCCIÓN | | | |
|----------|--|--|---|---|--|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP. AGIT. E-31 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 7° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 14.0-14.30 14.3-15.30 15.3-15.50 | (3 DIA) 15.3-23.50 7.00-7.30 | (4 DIAS) 7.30-8.30 8.30-8.35 | 8.35-9.35 9.35-18.15 | | | | | 221 1768 | | |
| 8° CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 20.1-20.40 20.4-21.4 21.4-22.00 | (3 DIA) 7.00-15.00 15.0-15.30 | (4 DIA) 15.3-18.30 18.3-18.35 (5 DIAS) 7.00-11.20 | 18.35-17.35 17.35-21.55 7.00-11.20 | | | | | 221 584 584 | | |

SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMÁTICO DE COBERTURAS

ANEXO No 3 ALTERNATIVA No 2

| CICLO | PROCESO | EQUIPOS | | | | | | | | PRODUCCION | | | |
|----------|--|--|--|--------------------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | DEP. AGIT. E-31 3500 KG | CONCHA CRN/16 SUPER 2000 KG | DEP. AGIT. E-29 2000 KG | DOSIF. CAV. # 1 221 KG/HR | | | | | | PRODUC. CHOC. KG. | PRODUC. SEMANAL KG | PRODUC. MENSUAL KG |
| 9º CICLO | LLENADO A DEPOSITO E-31 AGITADO VACIADO A CONCHA CONCHAJE (8 HRS) VACIADO A DEPOSITO E-29 AGITADO VACIADO A TEMP. (221 KG) TEMP. Y PRODUCTO FINAL | 14.0-14.30 14.3-15.30 15.3-15.50 | (4 DIA) 15.3-23.50 7.00-7.30 | (5 DIAS) 7.30-8.30 8.30-8.35 | 8.35-8.35 9.35-18.15 | | | | | | 221 1766 | 17901 | 71604 |

INTRODUCCION

Los sistemas de control automático han desempeñado, durante los últimos años, un papel de creciente importancia en el desarrollo de la civilización y la tecnología moderna.

El control automático resulta esencial en operaciones industriales, como el control de presión, temperatura, humedad, viscosidad y flujo en las industrias de procesos; maquinado, manejo y armado de piezas mecánicas en las industrias de fabricación, entre muchos otros.

Como los avances en la teoría y práctica del control automático brindan medios de lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la calidad y abaratar los costos de producción, expandir el ritmo de la producción, liberar de la complejidad de muchas rutinas, de las tareas manuales repetitivas, etc., es necesario contar con buenos conocimientos en este campo para la correcta selección de los equipos ha instalar al implantar un sistema de control automático.

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA

La respuesta en frecuencia de un proceso se define como la conducta en estado estacionario del sistema, debido a excitaciones senoidales cubriendo un amplio rango de frecuencias. La ventaja de usar la respuesta en frecuencia para analizar o diseñar sistemas de control es que la respuesta total se obtiene fácilmente de la respuesta de los elementos en forma individual, sin importar el número de éstos.

Los resultados básicos obtenidos de un análisis de la respuesta en frecuencia son los valores de la ganancia máxima para una operación estable y la frecuencia crítica del sistema. De estos dos números, pueden predecirse los valores razonables de los tres parámetros de un controlador:

- a) ganancia
- b) tiempo de integral
- c) tiempo de derivativa

Como en el dominio de Laplace, una restricción básica de las tec-

nicas en el dominio de la frecuencia es que éstas pueden ser aplicadas solamente a sistemas lineales o a sistemas que han sido linealizados alrededor de algún punto de operación en estado estacionario.

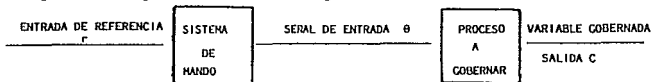
DESCRIPCION

Un controlador automático compara el valor de la variable controlada con el valor deseado de la variable, determina la variación y produce una señal de control, la cuál reducirá la desviación a cero o a un valor pequeño. La manera en la cuál el controlador automático produce la señal de control se llama acción de control.

Basicamente se puede decir que existen dos sistemas de mando los cuáles son:

A.- SISTEMA DE MANDO EN CADENA ABIERTA

Este tipo de sistema es el más sencillo y económico el cuál lo podemos representar de la siguiente manera.



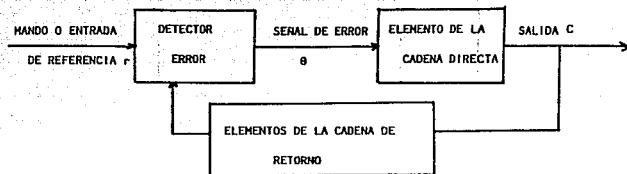
El ajuste del mando de un sistema en cadena abierta depende del criterio y la estimación del hombre.

B.- SISTEMA DE MANDO EN CADENA CERRADA (SERVOSISTEMAS)

Para aumentar la precisión de un sistema de mando en cadena abierta debe establecerse un enlace entre las señales de entrada y de salida. Por medio de este enlace, denominado comunmente "cadena de retorno", la señal de salida $c(t)$ se introduce en el sistema después de compararse con la señal de entrada. La señal de salida debe actuar sobre el sistema a gobernar con el fin de corregir el error.

Un sistema con una realimentación como la anteriormente descrita, se denomina sistema en cadena cerrada o servosistema.

Este tipo de servosistema lo podemos representar esquemáticamente de la siguiente manera:



MÉTODOS PARA GENERAR VARIAS SEÑALES DE CONTROL

A.- Control Proporcional (P)

Para un controlador con acción de control proporcional, la relación entre la señal de salida del controlador $m(t)$ y la señal de error $e(t)$ (= Punto de ajuste - valor de la variable controlada) es:

$$m(t) = K_c e(t)$$

o, en el dominio de Laplace:

$$G(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = K_c$$

Donde: K_c es la ganancia o la sensibilidad proporcional.

Así pues el controlador proporcional es esencialmente un amplificador con una ganancia ajustable.

A continuación se muestra un diagrama de bloques de un controlador proporcional y la respuesta del mismo a un cambio en forma de un escalón de magnitud A en la señal de error.

(VER FIG. 1.2.8.)

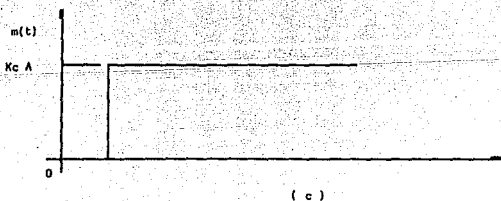
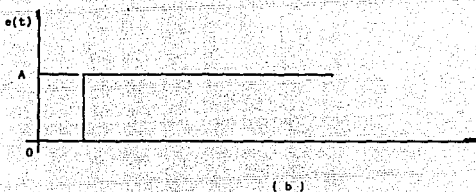
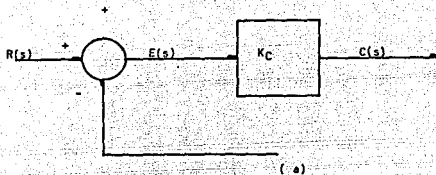


FIG. 1.2.8. (a) DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROLADOR PROPORCIONAL;
 (b) SEÑAL DE ENTRADA Y (c) SEÑAL DE SALIDA DEL CONTROLADOR.

B.- CONTROL PROPORCIONAL + INTEGRAL (PI)

La acción de control de un controlador PI se define por la siguiente ecuación:

$$m(t) = K_C \left[e(t) + \frac{1}{T_i} T \int_0^t e(t) dt \right]$$

o en el dominio de Laplace:

$$G(S) = \frac{M(S)}{E(S)} = K_C \left[1 + \frac{1}{S T_i} \right]$$

Donde K_C representa la ganancia o sensibilidad proporcional y T_i representa el tiempo de integral. Tanto K_C como T_i son ajustables.

A continuación se muestra un diagrama de bloques de un controlador PI.

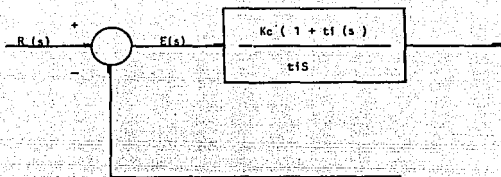
(VER FIG. 1.2.12)

Con el objeto de eliminar la desviación (off set) debida a la perturbación en el punto de ajuste, el controlador proporcional puede ser reemplazado por un controlador PI.

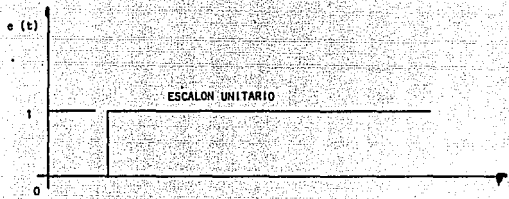
Si a un controlador proporcional se le adiciona la acción integral, entonces mientras exista una señal de error $e(t)$, la señal de salida del controlador aumentará hasta que éste error desaparezca.

CONTROL PROPORCIONAL + INTEGRAL + DERIVATIVO (PID)

La acción de control de un controlador PID se define por la siguiente ecuación:



(a)



(b)

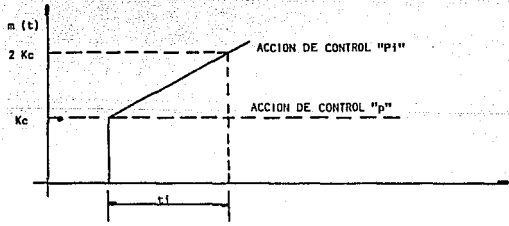


FIG. 1.2.12 (a) DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROLADOR "PI"; (b) SEÑAL DE ERROR Y (c) SEÑAL DE SALIDA DEL CONTROLADOR.

$$m(t) = K_C \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{d e(t)}{dt} \right]$$

o en el dominio de Laplace:

$$G(S) = \frac{M(S)}{M(S)} = K_C \left[\frac{1 + ST + S^2 T_i T_d}{S T_i} \right]$$

Donde K_C representa la ganancia o sensibilidad proporcional, T_i representa el tiempo de integral y T_d el tiempo de derivativa. En donde los tres parámetros son ajustables. La acción de control derivativa ocasiona que la señal de salida del controlador sea proporcional a la velocidad de cambio de la señal de error $e(t)$. El tiempo de derivativa T_d es el intervalo de tiempo que la acción derivativa se adelanta al efecto de la acción proporcional o sea tiene una característica anticipatoria.

La acción derivativa tiene la ventaja de ser anticipatoria, inicia una temprana acción correctiva antes de que la magnitud de la señal de error sea demasiado grande, tendiendo a aumentar la estabilidad del sistema. Pero a su vez, un exceso en el valor de T_d tiene la desventaja de amplificar las señales de ruido y puede ocasionar la saturación del controlador.

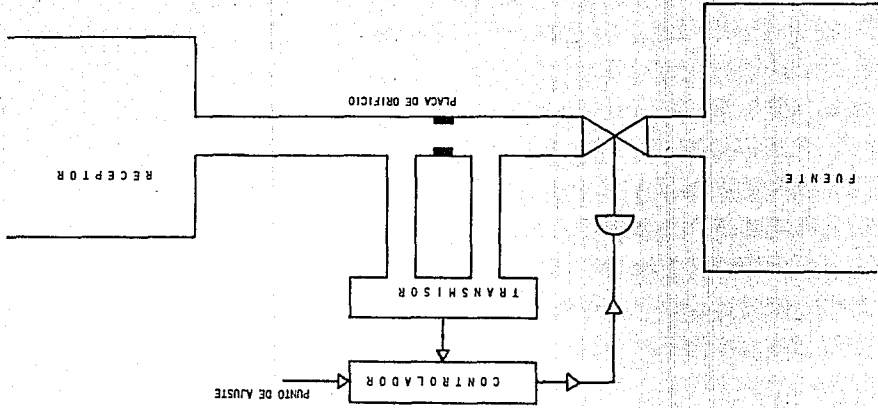
VARIABLES DEL PROCESO

Flujo.-

Un arreglo de un circuito básico de control de flujo, se muestra a continuación.

(VER FIG. 2.1.1.)

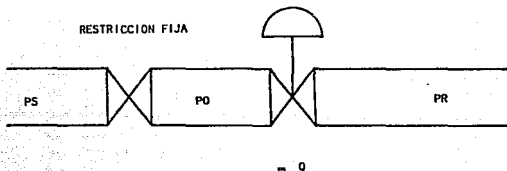
FIG. 2.1.1 CIRCUITO BASICO DE CONTROL DE FLUJO



Cabe mencionar que normalmente el transductor electroneumático está montado en la válvula y el orificio y el transmisor montados cerca de ella, cualquier retraso en las líneas entre el transmisor y el controlador y entre éste y la válvula es despreciable. Por lo que cualquier tiempo muerto entre el efecto de la válvula y la respuesta del orificio está determinada por la velocidad del sonido en el fluido y éste siempre puede ser despreciada. Así pues, las características que predominan son la dinámica del transmisor, del controlador y de la válvula y las características estáticas del circuito de flujo.

Características Estáticas del circuito de Flujo.

En un circuito de flujo todas las pérdidas fijas debidas a la línea, accesorios y el dispositivo medidor de flujo, pueden ser agrupadas en una restricción fija equivalente como puede verse a continuación:



El flujo a través de la restricción fija está dado por:

$$Q = \sqrt{\frac{2D}{fL}} \sqrt{P_S - P_O} = AC \sqrt{P_S - P_O} \dots\dots(1)$$

Donde:

- 1) A: es la sección transversal de la tubería
- 2) D: es el diámetro de la restricción
- 3) L: es la longitud equivalente
- 4) F: es el factor de fricción
- 5) : es la densidad

El coeficiente de descarga C es igual a $\sqrt{\frac{2D}{fL}}$, similarmente la ecuación de la válvula es:

$$Q = \Delta v \quad C_v \quad \sqrt{P_o - P_r}$$

La abertura Δv de la válvula será una función de la carrera de la válvula X_v , dependiendo del diseño. Para el presente trabajo, consideraremos el caso de una relación lineal, esto es:

$$v = K_v X_v$$

por lo tanto, para la válvula:

$$Q_v = K' X_v \sqrt{P_o - P_r}$$

donde:

$$K' = K_v C_v$$

Es conveniente normalizar el flujo y la carrera con respecto a sus valores máximos. Cuando la válvula está completamente abierta y si las presiones de la fuente y el receptor están fijas, el flujo será máximo.

Sea $(Q_v)_{\max}$ el flujo máximo y $(X_v)_{\max}$ la máxima carrera de la válvula. Las cantidades adimensionales de interés serán entonces:

$$q = \frac{Q_v}{(Q_v)_{\max}} \quad 0 \leq q \leq 1$$

$$x = \frac{X_v}{(X_v)_{\max}} \quad 0 \leq x \leq 1$$

En términos de la carrera adimensional "x" la ecuación de la válvula es:

$$Q = Kx \sqrt{P_o - P_r} \quad \dots\dots (2)$$

Donde:

$$K = K' (X_v)_{\max} = K_v C_v (X_v)_{\max}$$

Un parámetro del circuito es la relación de la caída de presión a través de la válvula a la caída total a través del circuito cuando la válvula está completamente abierta (flujo máximo). Si P_{om} es la presión flujo arriba de la válvula a flujo máximo, definimos esta relación como:

$$a = \frac{\text{caída en la válvula}}{\text{caída total}} \frac{\text{flujo}}{\text{máximo}} = \frac{P_{om} - P_r}{P_s - P_r}$$

A flujo máximo se obtienen en la restricción fija

$$Q_m = A C \sqrt{P_s - P_{om}}$$

En la válvula se obtienen

$$(Q_v) \text{ max} = K \sqrt{P_{om} - P_r}$$

De estas dos relaciones se obtiene:

$$a = \frac{1}{1 + (K / AC)^2} \dots \dots \dots (3)$$

$$(Q_v) \text{ max} = K \sqrt{a (P_s - P_r)} \dots \dots \dots (4)$$

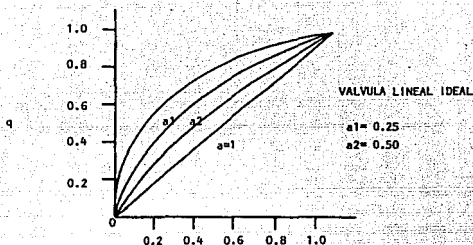
Cuando la válvula está parcialmente abierta se usan las ecuaciones (1) y (2). Eliminando P_o de estas dos ecuaciones y usando la (2), el flujo viene dado por:

$$Q = \frac{Kx \sqrt{a (P_s - P_r)}}{\sqrt{a + (1 - a) x^2}}$$

Dividiendo el flujo máximo dado por la ecuación (4), la característica flujo-carrera normalizada será:

$$q = \frac{1}{\sqrt{a + (1 - a) x^2}} \dots \dots \dots (5)$$

La característica flujo-carrera normalizada dada por la ecuación (5) se muestra en la siguiente figura:



De esta representación se ve que se puede usar como una medida directa de la "Controlabilidad". Si se aproxima a la unidad la mayor parte de la caída es a través de la válvula y el flujo es aproximadamente proporcional a la carrera.

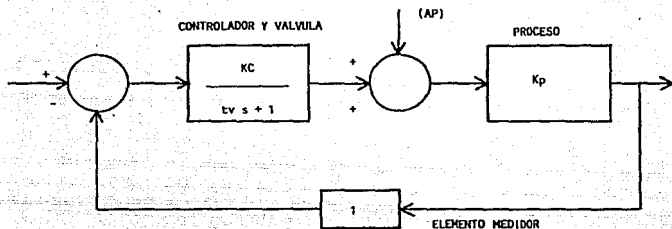
Si es muy pequeña, resulta una acción de dos posiciones (ON-OFF). Regularmente es más grande que 0.25 para obtener un control de flujo eficaz.

Las máquinas de desplazamiento positivo entregan un flujo casi constante hasta un límite de presión determinado por los materiales de construcción. A más altas presiones hay una ligera caída en la entrega de flujo debido a fugas.

La eficiencia volumétrica (flujo a presión máx./flujo sin carga), pueden ser tan altas como 94-100% dependiendo del tipo de máquina. En términos de un circuito equivalente las máquinas de desplazamiento positivo se presentan por una fuente idel de flujo en paralelo con una restricción lineal.

CARACTERISTICAS DINAMICAS DEL CIRCUITO DE CONTROL DE FLUJO.

A continuación se examinará el sistema completo de control de flujo para observar el tipo de comportamiento dinámico que muestra. Debido a que el objetivo de control es regular el flujo a pesar de las perturbaciones, deberemos buscar la forma de las características de filtrado del sistema, esto es, la función de respuesta en frecuencia que relaciona cambios en flujo a cambios de presión.



Donde:

- 1) K_c es la ganancia proporcional del controlador y la válvula combinados.
- 2) T_v es la constante de tiempo de la válvula
- 3) K_p es la sensibilidad del proceso
- 4) Q_s es el flujo en el punto deseado

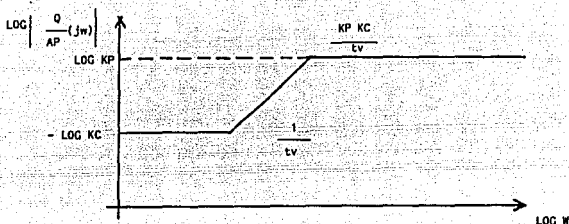
Resolviendo para la función de transferencia $Q / (\Delta P)$ se obtiene:

$$\frac{\delta Q}{\delta (\Delta P)} = \frac{K_p}{1 + K_p K_c} \frac{t_v S + 1}{(1 + t_v / (1 + K_p K_c) S + 1)}$$

Para un circuito de alta ganancia ($K_p \gg 1$) esto se reduce a la forma aproximada.

$$\frac{\delta Q}{\delta (\Delta P)} \approx \frac{1}{K_c} \frac{t_v S + 1}{(1 + t_v / (K_p K_c) S + 1)}$$

El diagrama de Bode de la respuesta en frecuencia se muestra a continuación:



Del diagrama se observa que el sistema se comporta como un filtro pasaaltos con el circuito actuando como regulador hasta una frecuencia que es igual al recíproco de la constante de tiempo del elemento más lento del circuito (en este caso la válvula), arriba de esta frecuencia el funcionamiento decae hasta que se alcanza un punto en el que la acción reguladora desaparece y el proceso se comporta como si no hubiera control.

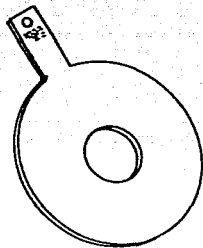
Se puede mencionar que la acción de control depende de la naturaleza del espectro de perturbaciones. Si las perturbaciones son muy lentas lo mejor es la acción proporcional más integral. Para perturbaciones rápidas dentro del ancho de banda de regulación posible, la acción proporcional más derivativa es lo más adecuado.

INSTRUMENTACION PARA CONTROL

ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION DE FLUJO

1.- La placa de Orificio

La placa de orificio es el dispositivo medidor de flujo más común entre los que provocan una caída de presión. Consiste básicamente en una placa circular perforada, la cual se inserta en la tubería, y la presión diferencial a través de ella se mide.



LIMITACIONES

A.- No se recomienda para fluidos sucios donde se puedan acumular sólidos cerca de la placa de orificio.

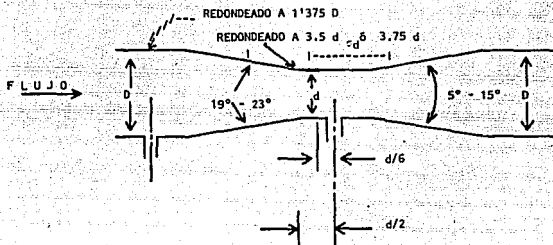
B.- La placa de orificio afilado no se recomienda para fluidos fuertemente erosivos o corrosivos que tiendan a redondear el filo con la consiguiente deformación del patrón de flujo.

C.- La pérdida de presión a través de un orificio son grandes y pueden traducirse en un costo significativo en términos de potencia.

2.- Tubo Venturi

El tubo venturi consiste de una sección de entrada cónica convergente en la cual la sección transversal del flujo disminuye con el consiguiente aumento de velocidad y disminución de presión; una garganta cilíndrica que proporciona un punto de medición de la presión disminuida en una área donde el flujo no aumenta ni disminuye y un cono divergente de salida en el cual la velocidad disminuye y la carga de velocidad disminuida se recupera como presión. Las tomas de presión se localizan medio diámetro arriba del cono de entrada y el punto medio de la garganta. El tubo venturi no tiene cambios abruptos en contorno, ni esquinas agudas, ni proyecciones en la corriente del fluido.

Debido a esto, pueden usarse para medir fluidos sucios o viscosos que tienden a obstruir a otros elementos primarios.



Limitaciones

La mayor limitación de los tubos venturi es el costo, tanto el tubo mismo como de la instalación. Un tubo venturi instalado es mucho más difícil de inspeccionar que un orificio.

Exactitud

Debido al área tan grande de contacto del fluido con el cono de entrada, los efectos de fricción pueden ser apreciables, especialmente con líquidos viscosos. La lisura de la superficie del cono puede tener un efecto apreciable que puede cambiar si se presenta la erosión o corrosión.

Toberas de flujo

Las toberas de flujo consisten, en una restricción con una sección de salida de contorno elíptico o casi elíptico que termina en tangencia con una sección de garganta cilíndrica. Las tomas de presión diferencial se localizan generalmente a un diámetro de tubería flujo arriba y a medio diámetro de tubería flujo abajo de la cara de entrada de la tubería. Las toberas de flujo se usan comúnmente para medición de flujos de vapor y otros flujos de fluidos de alta velocidad.

La tobera de flujo, debido a su contorno alineado con la corriente tiende a "barrer" los sólidos a través de la garganta.

Cuando la cantidad de sólidos es apreciable, es preferible la tobera en una tubería vertical con el flujo en la dirección hacia abajo.

El tubo Pitot.

El tubo Pitot, a pesar de ser uno de los primeros desarrollos en medición de flujo, tiene una limitada aplicación industrial, Se usa principalmente en la investigación.

El tubo pitot no causa prácticamente ninguna pérdida de presión en la corriente de flujo.

Ciertas características de medición de flujo del tubo pitot han limitado su aplicación industrial. Para una medición verdadera de flujo, es esencial establecer un valor promedio de la velocidad del flujo.

El tubo pitot desarrolla presiones diferenciales relativamente bajas a las velocidades de flujo comunes en los procesos industriales. Estos dispositivos no son recomendables para medición de fluidos sucios o viscosos.

Rotámetro.

El rotámetro es un medidor de flujo del tipo de área variable. Consiste de un tubo medidor cuya área varía gradualmente, y de un flotador que tiene libertad para moverse hacia arriba o hacia abajo dentro del tubo. El tubo medidor se monta verticalmente con el extremo pequeño en la parte inferior. El fluido a medirse entra en la parte inferior del tubo, pasa hacia arriba rodeando al flotador y sale por el extremo superior. Cuando no hay flujo a través del rotámetro, el flotador reposa en el fondo del tubo donde el diámetro máximo del flotador es aproximadamente el mismo que el del agujero del tubo.

Cada posición del flotador corresponde a una y sola a una cantidad de flujo particular para un fluido de una densidad y viscosidad dadas. En estas circunstancias solo hace falta agregar una escala de lectura en el tubo y el flujo podrá ser determinado por observación directa de la posición del flotador en el tubo medidor.

CARACTERISTICAS DE LOS ROTAMETROS

En cuanto a medición de líquidos, el rotámetro puede manejar un muy amplio rango de ellos.

Pueden medirse metales líquidos, aún los muy densos como mercurio y plomo. En lo que se refiere a medición de flujo de gases, el rotámetro es un medidor barato.

RANGO.

La posición del flotador en el tubo medidor varía en una relación lineal con el flujo. Esto es cierto para rangos hasta de 10:1. Los rotámetros pueden medir directamente flujos hasta de 15000 lt/min.

SERVICIOS SUCIOS.

El rotámetro tiende a auto-limpiarse. La velocidad del flujo después del flotador, y la libertad del flotador de moverse verticalmente, permite al medidor limpiarse a sí mismo de la formación de materiales extraños.

EFFECTOS DE LA VISCOSIDAD

Los rotámetros son relativamente insensibles a las variaciones de viscosidad. En los rotámetros muy pequeños con flotadores de bola los medidores responden a cambios en el No de Reynolds, lo cual los hace también sensibles tanto a la viscosidad como a la densidad. Sin embargo los rotámetros de mayor tamaño son menos sensitivos. El punto de umbral de inmunidad a la viscosidad puede considerarse como de 100 centipoises.

FLUJO MASA.

El rotámetro puede usarse también para medir flujo masa, ya que el flotador responde a cambios en densidad del fluido. para un flujo volumétrico fijo la posición del flotador en el tubo cambiará con variaciones en la densidad del fluido.

Para un flujo volumétrico fijo la Posición del fluido

en el tubo cambiará con variaciones en la densidad del fluido. El efecto de cambios en la densidad del fluido con la posición del flotador en una función de las densidades relativas del flotador y el fluido.

EXACTITUD.

La gran mayoría de los rotámetros tienen una exactitud del 2% al 10% de escala completa, aunque también pueden obtenerse también exactitudes del 0.5% y 1% de lectura.

EFFECTOS DE LA TUBERIA.

El rotámetro no es afectado por efectos de tubería corriente arriba. El medidor puede instalarse con prácticamente cualquier configuración de tubería anterior a la entrada del medidor.

OTROS ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION DE FLUJO

Existen muchos otros elementos primarios de medición de flujo, estos dispositivos se usan en aplicaciones muy específicas y solo se enumeran para información general.

- 1.- Medidores de flujo magnético
- 2.- Medidores de desplazamiento positivo
- 3.- Medidores de flujo de turbina
- 4.- Medidores de flujo sónicos o ultrasónicos
- 5.- Medidores de flujo térmicos
- 6.- Medidores de flujo de sólidos
- 7.- Medidores de flujo-mas
- 8.- Reguladores de flujo auto-operados
- 9.- Bombas de Medición
- 10.-Manómetros cinéticos

NIVEL.

El control de nivel es generalmente más sencillo que el de flujo y sus elementos primarios de medición no son tan variados.

Los sistemas de control de nivel pueden ser divididos en dos categorías:

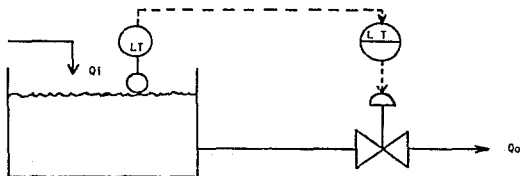
a) Aquellos en los cuales el nivel es la variable importante del proceso.

En este caso el sistema se diseña para mantener el nivel casi constante a pesar de los cambios en la carga.

b) Y los que tienen el flujo del tanque como variable principal. En esta clase el nivel exacto no es de importancia, mientras que el tanque no se inunde o se vacíe y las variaciones en flujo sean amortiguadas permitiendo que el nivel cambie.

CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO DE CONTROL DE NIVEL

A continuación se muestra un arreglo típico de un tanque de volumen V y área transversal A en el cual el nivel h tiene que ser mantenido a pesar de las variaciones del flujo de entrada Q_i .



Esto se logra mediante una válvula de control que estrangula el flujo de salida Q_o . La diferencia entre el nivel de referencia h_r y el nivel real h es utilizado por el controlador para actuar la válvula cuyo movimiento de vástago es x_v . Supóngase que es un controlador proporcional y que la dinámica de la válvula puede ser ignorada para este análisis simplificado, así:

$$x_v = k_c (h - h_r)$$

El volumen del líquido en el tanque en cualquier tiempo está dado por:

$$V = Ah$$

El balance volumétrico del tanque da:

$$A \frac{dh}{dt} = Q_i - Q_o$$

Suponiendo que el flujo a través de la válvula sea proporcional a la raíz cuadrada del nivel y que la relación carrera-abertura de la válvula sea lineal, el flujo a través de la válvula está dado por:

$$Q_o = K_v X_v \sqrt{h}$$

La representación incremental linealizada del flujo a través de la válvula sea lineal, el flujo a través de la válvula está dado por:

$$\frac{\delta Q_o}{Q_o} = \frac{\delta X_v}{X_v} + \frac{1}{2} \frac{\delta h}{\bar{h}}$$

Donde las barras sobre las variables denotan valores nominales o de puntos de operación. La ecuación de control y la ecuación del tanque, pueden ser expresadas en términos de cambios fraccionales a partir de los valores nominales, resultando:

$$\frac{\delta X_v}{X_v} = K_c \left[\frac{\delta h}{h} - \frac{\delta h_r}{h} \right]$$

La constante de tiempo del proceso está dada por:

$$t_h = 2 \frac{\bar{V}}{Q_o}$$

O sea el tiempo de residencia del sistema a condiciones nominales. El cambio fraccional en nivel para un cambio fraccional en el flujo de entrada es:

$$\frac{\delta h / \bar{h}}{\delta Q_i / Q_o} = \frac{\bar{Q}_o}{h} \frac{H(s)}{Q_i(s)} = \frac{2}{t_h s + 1 + 2 K_c}$$

Si $2 Kc \gg 1$, entonces:

$$\frac{\bar{Q}_o}{\bar{h}} \frac{H(s)}{\bar{Q}_i(s)} = \text{aprox.} \frac{1/Kc}{(tr/Kc)s + 1}$$

Donde r es el tiempo normal de residencia, \bar{V} / \bar{Q}_e .

Como en el caso de control de flujo, se obtiene una característica de filtrado, excepto que ahora la atenuación de altas frecuencias ocurre debido a la acción integradora del tanque.

A continuación se verá como las perturbaciones en el flujo de entrada se reflejan en la salida ya que en muchas aplicaciones el control de nivel se usa para suavizar las fluctuaciones de flujo. La respuesta del flujo de salida al flujo de entrada está dada por:

$$Q(s) / Q_i(s) = \frac{1 + 2 Kc}{trs + 1 + 2 Kc}$$

ó si $2 Kc \gg 1$, aproximadamente

$$Q_o(s) / Q_i(s) = 1 / (tr / Kc) s + 1$$

Donde r es el tiempo nominal de residencia.

En este tipo de sistema se observa que al incrementar la ganancia del controlador causa que el flujo de salida siga las variaciones del flujo y de entrada más y más fuertemente.

Contrariamente, para suavizar el flujo de salida, se debe esperar variaciones del nivel y en este caso, la principal consideración es asegurar que las variaciones de entrada esperadas no causen que el tanque se vacíe o se inunde (control de nivel promedio). En tales situaciones se usa un controlador de baja ganancia o banda proporcional ancha y el diseño se enfocará principalmente a la selección del tamaño del tanque para que este no se vacíe o se inunde con las variaciones de entrada esperadas.

Por otro lado si se requiere un control de nivel preciso, el problema de diseño se asemeja más al problema de regulación

convencional, donde lo más importante es obtener un ancho de banda de regulación amplio.

ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION DE NIVEL

DETECTORES DE NIVEL DE TIPO PRESION DIFERENCIAL.

Cuando se miden niveles de líquidos mediante instrumentos de presión diferencial, el dispositivo se conecta en su lado de alta presión al fondo del tanque y en su lado de baja presión al espacio gaseoso en el recipiente. En tales arreglos, la presión diferencial medida por la unidad es la altura hidráulica de la columna líquida en el tanque. Esta altura hidráulica es una indicación verdadera del nivel, si la densidad del fluido del proceso es constante. Inversamente, si debido a la composición o cambios en la temperatura de operación la gravedad específica del fluido varía, esto causará inexactitudes en la medición de nivel.

Los detectores de nivel del tipo de presión diferencial más comúnmente usados son las celdas de balance de fuerzas, especialmente en aplicaciones donde se requieren transmisores para lectura remota.

DETECTOR DE NIVEL TIPO DESPLAZADOR

Cuando un cuerpo se sumerge en un fluido, pierde igual al peso del líquido desplazado. Mediante la detección del peso aparente del desplazador sumergido, puede diseñarse un instrumento de nivel. Si el área de la sección transversal del desplazador y la densidad del líquido son constantes, entonces un cambio unitario en el nivel producirá un cambio unitario reproducible en el peso del desplazador. El dispositivo medidor de nivel más simple de este tipo involucra un desplazador que es más pesado que el líquido de proceso suspendido de un detector de tipo de resorte. Cuando el nivel está abajo del desplazador, la escala deberá mostrar el peso total del desplazador.

Este dispositivo simple tendría aplicaciones limitadas solamente en instalaciones en tanques abiertos atmosféricos. En la medición industrial el problema básico es sellar el recipiente del proceso del mecanismo detector de fuerzas. Este sello tiene que estar libre de fricción y ser útil en varios rangos de presión, temperatura y corrosión.

MEDIDORES DE NIVEL DEL TIPO CINTA

Existen varios diseños de medidores de este tipo, que son aplicables a la detección de nivel de líquidos y sólidos. En esta categoría hay tres tipos básicos: los actuales por flotador, los magnéticamente acoplados, y las unidades sensoras de superficie.

MEDIDORES MAGNETICOS DE NIVEL

En instalaciones donde se requiere indicación local de fluidos corrosivos, tóxicos o peligrosos puede considerarse el medidor magnético. El cual consiste básicamente de lo siguiente: un flotador que contiene al magneto actuador se coloca dentro de una cámara sellada. Un indicador con laminillas magnetizadas se monta externamente.

Debido a que la fuerza de magnetización del magneto es más grande que la de las laminillas, a medida que las pasa, estas giran 180°, presentando la cara opuesta de la laminilla al observador. Esto proporciona una indicación del nivel por medio de un fuerte contraste en el color en anverso y el reverso de las laminillas.

Estos medidores pueden operar sometidos a presiones hasta de 700 kg/cm² y en materiales no magnéticos y resistentes a la corrosión.

OTROS ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION DE NIVEL.

Existen muchos otros elementos primarios de medición de nivel, estos dispositivos se usan en aplicaciones muy específicas y solo se enumeran para información general.

- 1.- Medidores de nivel infrarrojos
- 2.- Medidores de nivel tipo capacitivo
- 3.- Medidores de nivel ultrasónicos

TEMPERATURA.

El análisis de la variable temperatura en un proceso industrial está íntimamente ligado al proceso de transferencia de calor.

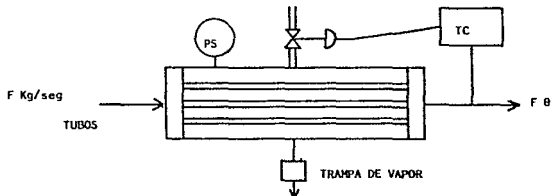
Debido a que los parámetros de los intercambiadores de calor están distribuidos e interaccionan, las ecuaciones dinámicas exactas son muy complejas.

Las aproximaciones que se tomarán a continuación es presentar las funciones de transferencia exactas, para los casos más simples a fin de mostrar los parámetros que determinan los retrasos y explicar los efectos de resonancia que a veces se encuentran con sistemas distribuidos.

DINAMICA DE INTERCAMBIADORES CALENTADOS POR VAPOR.

Un tipo relativamente simple de intercambiador es aquel en el cual la temperatura en un lado de la pared es constante, como cuando un vapor puro se condensa en el exterior de los tubos. En un intercambiador real de contracorriente, la temperatura de ambos lados varía con la longitud pero si uno de los fluidos tiene mucho mayor cantidad de flujo que el otro, se puede predecir el comportamiento aproximado mediante el uso de las ecuaciones más simples para una temperatura constante en un lado.

Considérese un intercambiador en el cual el vapor se condensa en el exterior de los tubos, por los cuales fluye el líquido o gas.



Si la temperatura de salida del fluido se controla por medio de una válvula en la línea de vapor, la función de transferencia necesaria para el análisis de estabilidad son P_s/X y θ/θ_s , puesto que la temperatura de condensación θ_s está directamente relacionada con la presión del vapor P_s si no hay inercias en el sistema.

La presión del vapor produce un atraso en la abertura de la válvula X , debido al volumen de vapor en la coraza y la capacidad en la pared de la coraza. Las capacidades de la coraza y los tubos en realidad forman un sistema que interacciona, pero ignoremos esto por el momento para concentrarnos en la función de transferencia θ / θ_s .

RESPUESTA A CAMBIOS EN LA TEMPERATURA DEL VAPOR.

Para obtener la función de transferencia θ / θ_s , se harán las siguientes suposiciones, para estado estacionario:

- no hay conducción axial
- no existe mezclado hacia atrás
- las propiedades del fluido son constantes
- la pared se supondrá sin resistencia
- Y no existe capacidad de la película de condensado

Después de hacer el balance de energía para la corriente del fluido, para una longitud dx de un solo tubo así como para la pared y resolviendo las ecuaciones correspondientes se tiene:

$$\theta / \theta_s = b/a \left(1 - e^{-\sqrt{2}x/v} \right),$$

El término x/v es el tiempo en que tarda el fluido en recorrer los tubos lo cual es un retraso de tiempo L .

$$\theta / \theta_s = b/a \left(1 - e^{-aL} \right)$$

EFFECTO DE LA RESONANCIA.

El término b/a puede factorizarse para obtener constantes de tiempo T_a y T_b para facilitar el graficado de la respuesta en frecuencia. Puesto que el término "a" tiene s^2 en el numerador y s en el denominador, e^{-aL} es un vector con un retraso de fase siempre creciendo y una longitud menor que 1.

Entonces el término $1 - e^{-aL}$ muestra fluctuaciones regulares en amplitud y fase con la frecuencia, lo cuál provoca picos de resonancia en la respuesta en frecuencia total.

La resonancia surge porque el intercambio es forzado de una manera distribuida, puesto que la temperatura del vapor cambia a lo largo de toda la longitud del cambiador y no solo en el extremo.

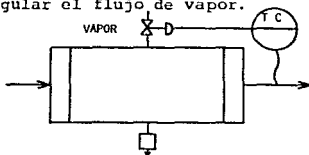
Retrazos en la coraza y en los cabezales (tubos).

Los dos factores más importantes en la respuesta de un intercambiador son los retrasos en la coraza y en los cabezales de los tubos. La constante de tiempo para el vapor depende de la razón de condensación. Con un coeficiente total de 200 ó más (caso de líquido en los tubos) el tiempo de retraso del vapor es de 0.1 a 0.5 seg.

Existe una apreciable capacidad de almacenamiento de energía en la pared de la coraza, particularmente para cambiadores pequeños.

Esquemas de Control.

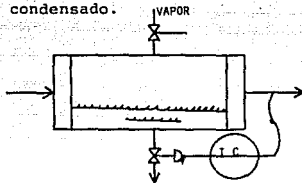
La temperatura de un fluido puede ser controlada cambiando la temperatura del otro fluido, cambiando el coeficiente de transferencia de calor o el área, o pasando parte del fluido por fuera del cambiador. El método usual para calentadores de vapor es estrangular el flujo de vapor.



Al aumentar el flujo de vapor conduce rápidamente a una presión más alta en la coraza y a una mayor temperatura de condensación. La presión de la coraza, algunas veces se controla por medio de un controlador secundario, reajustado por un controlador de temperatura.

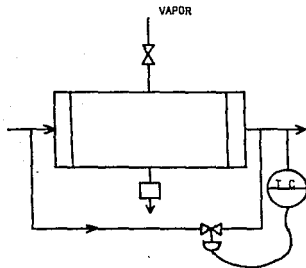
El control en cascada de este tipo no ayuda mucho en los cambios de carga en tubos, y las perturbaciones de la presión de vapor pueden corregirse más fácilmente mediante el uso de un regulador de presión delante de la válvula de control.

Un tercer esquema para cambiadores de vapor se basa en la estrangulación del condensado.



Cuando la temperatura es muy alta, la válvula cierra un poco más, lo cual causa que el condensado cubra unos cuantos tubos más. Puesto que el tiempo de retraso para el condensado es significativo, la respuesta es más lenta que con los otros sistemas. La temperatura de salida muestra también grandes fluctuaciones, quizá a causa del rociamiento del condensado.

Si el control de temperatura es crítico y el intercambiador está sobredimensionado, puede usarse el esquema de control que a continuación se presenta.



Aproximadamente 10 a 30 por ciento de la corriente de proceso es desviada y mezclada con fluido caliente del cambiador. Si el cambiador calienta el fluido casi a la temperatura del vapor, la temperatura de salida varía a sólo ligeramente con el flujo y los retrasos del intercambiador son casi insignificantes en el circuito de control.

ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION DE TEMPERATURA.

Termómetros Bimetálicos

Este tipo de termómetros hacen uso de dos principios fundamentales:

- 1.- Los metales cambian su volumen con la temperatura.
- 2.- Este coeficiente de cambio no es el mismo para todos los metales. Si dos tiras rectas de diferentes metales se unen y se calientan, la tira resultante tenderá a doblarse hacia el lado del metal con más baja razón de expansión. La deflexión es proporcional a:
 - a) El cuadrado de la longitud.
 - b) El cambio de la temperatura.
 - c) Inversamente el grueso de la tira.

El movimiento resultante es pequeño y para amplificarlo en un espacio de tamaño razonable, la tira bimetálica puede ser doblada en la forma de una espiral o un helicoide.

Elementos Termales Llenos.

Un sistema termal lleno es básicamente un medidor de presión, montada en un instrumento de lectura y conectado mediante un tubo de pequeño diámetro a un bulbo que actúa como sensor de temperatura.

El sistema se sella con gas y se llena con un gas líquido apropiado bajo presión.

Hay muchos tipos diferentes de sistemas llenos, cada uno tiene ciertas particularidades que le dan ventajas sobre los otros. A continuación se enlistan algunos factores que deben considerarse en la selección para una aplicación específica.

- 1.- Compensación de temperatura ambiente.
- 2.- Limitaciones de rango.
- 3.- Tamaño del bulbo y longitud del tubo.
- 4.- Material de bulbo.
- 5.- Capacidad de sobre-rango.
- 6.- Objeción a la presencia de mercurio.

Conclusiones.-

Los sistemas termales llenos son, en general intermedios en costo y funcionamiento entre los elementos más simples como los termómetros bimetalicos y los elementos eléctricos de medición más complejos.

Termómetros de Resistencia.

La termometría de resistencia se basa en la propiedad de cambio de resistencia con las variaciones de temperatura exhibida por ciertos metales.

La selección de un metal en esta aplicación depende de varios factores. Entre los más importantes son la facilidad de obtener un metal puro y la capacidad de convertirlo en un fino alambre. Los requerimientos adicionales con su habilidad para seguir rápidamente los cambios de temperatura, linealidad, coeficientes de temperatura repetitivos y una razón relativamente alta de cambio de resistencia.

Los factores que afectan las mediciones de los termómetros de resistencia incluyen esfuerzos en los alambres, resistencia de los conductores de alambre, resistencia terminal, auto calentamiento del sensor debido a la corriente que pasa a través del alambre y conducción de calor a lo largo de los conductores.

Actualmente cuatro metales se usan comúnmente los cuales son:

- 1.- Platino
- 2.- Níquel
- 3.- Cobre
- 4.- Tungsteno

Los termómetros de resistencia para aplicaciones industriales se usan en servicios que requieren construcción capaz de soportar un duro tratamiento. Las vibraciones e impactos mecánicos son esperados a un cierto grado. Las exactitudes absolutas no son importantes como la repetibilidad. El sensor algunas veces se enrolla en un núcleo de cerámica, se unen a conductores pasando a través del núcleo y relevado de esfuerzos mediante calentamiento. El bulbo resultante se coce y se encapsula en una cubierta delgada, se releva de esfuerzos otra vez y se calibra.

Ventajas

- 1.- Integrado en un sistema es capaz de medir con una alta exactitud.
- 2.- Se pueden rangos relativamente estrechos (5°C)
- 3.- La reproductibilidad no es afectada por cambios en la temperatura.
- 4.- La reproductibilidad en un período corto es mejor que la de un termopar.
- 5.- No requiere compensación

Termistores.

Los termistores son semiconductores hechos de mezclas específicas de óxidos puros de Níquel, Manganeso, Cobre, Cobalto, Hierro, - Magnesio, titanio, y otros metales logradadas arriba de 1000°C. Sus características distintivas son alto coeficiente de temperatura. Al inicio de su uso como sensores de temperatura, su principal problema fué su inestabilidad y no reproductividad. Después de superada esta dificultad, se usó como sensores térmicos. Su coeficiente térmico es generalmente negativo, aunque también puede ser positivo.

Ventajas.

- 1.- Su pequeño tamaño hace posible una rápida respuesta y una gran variedad de configuraciones.
- 2.- Cuando su coeficiente térmico es negativo, el sensor exhibe una gran sensibilidad a medida que la temperatura baja.
- 3.- La resistencia es una función de la temperatura absoluta, así que no es necesario la compensación por temperatura ambiente.
- 4.- No tiene polaridad.
- 5.- La gran resistencia del sensor hace despreziable la resistencia del contacto o de los conductores.
- 6.- La estabilidad aumenta con el tiempo.

Termopares

El impartir calor a la unión de dos metales diferentes causa la generación de una fuerza electromotriz pequeña y continua. Uno de los sensores de temperatura más simples, el termopar, depende de este principio conocido como efecto Peltier.

Un termopar ordinario consiste de dos diferentes clases de alambres, cada uno de los cuales debe estar hecho de un metal o aleación homogénea.

Los alambres se unen en un extremo para formar una junta de medición, normalmente conocida como junta caliente. Los extremos libres de los alambres se conectan al instrumento medidor para formar una trayectoria cerrada en la cual puede fluir la corriente. El punto donde los alambres del termopar se unen al instrumento medidor se designa como la junta de referencia o junta fría.

Una segunda FEM se genera a lo largo del gradiente de temperatura de un alambre simple homogéneo. Esto es el efecto Thomson. Es muy importante que cada sección de alambre en un circuito dado sea homogéneo, ya que si no hay cambio en la composición o propiedades físicas en su longitud, la FEM del circuito depende solo de los metales empleados y la temperatura de su unión. De este modo la FEM del circuito es independiente tanto en la longitud como del diámetro de los alambres. Por otro lado, si ambas juntas de un metal homogéneo se mantienen -

a la misma temperatura, el metal no contribuye a la FEM neta del circuito.

Cuando un dispositivo de lectura se emplea, convierte la FEM producida por la diferencia de temperaturas entre las juntas caliente y fría, para registrar o mostrar la temperatura de la junta caliente. Para prevenir errores debido a las FEMS secundarias producidas por las variaciones de temperatura en la junta fría y dentro del dispositivo medidor, éstas deben ser compensadas. En la práctica esta compensación se logra generalmente mediante resistores cuyo coeficiente térmico resistivo cancela al de las juntas secundarias.

Ya que las FEMS del termopar son de bajo nivel, deben tomarse precauciones contra corrientes parásitas resultantes de la proximidad de alambrado eléctrico, por lo cual nunca deben meterse alambres de termopar en el mismo ducto de alimentación eléctrica.

Basados en las combinaciones posibles de metales debería haber un número incontenible de termopares; pero de hecho existen muy pocos. Los factores que determinan la utilidad de un metal en el termopar son:

- 1.- Puntos de fusión
- 2.- Reacción a varias atmósferas
- 3.- Voltaje de salida termo-eléctrico en combinación
- 4.- Conductancia eléctrica
- 5.- Estabilidad
- 6.- Repetibilidad
- 7.- Costo

El termopar tipo S (Platino-90% Platino 10% Rodio) el cuál desde 0°C hasta casi 1600 °C con excelentes resultados.

Otros termopares se usan comúnmente. A continuación se enlistan según su tipo, atmósfera de trabajo recomendable y rango de operación.

| <u>TIPO</u> | <u>COMPOSICION</u> | <u>ATMOSFERA</u> | <u>RANGO °C</u> |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------|
| B | Platino 70%-Rodio 30% | Inerte o Lig. Oxidante | 0 - 1860 |
| E | Cromel-Constantano | Oxidante | -196 -1000 |
| J | Hierro-Constantano | Reductora | -196 -760 |
| K | Cromel-Alumel | Oxidante | -190 -1370 |
| R | Platino 87%-Rodio 13% | Oxidante | -18-1704 |
| S | Platino 90% Rodio 10% Platino | Oxidante | -18-1760 |
| T | Cobre-Constantano | Oxidante o Reductora | -190-400 |
| Y | Hierro-Constantano | Reductora | -130- 980 |

Para proteger a los termopares de atmósferas perjudiciales, fluidos corrosivos, daños mecánicos, soportar el termopar, o permitir su entrada en un sistema presionado, se suministran tubos protectores o termopozos. Estos tienden a reducir la velocidad de respuesta del termopar, pero a veces es indispensable su uso.

Los termopares no están limitados a mediciones de un solo punto pueden conectarse en paralelo para proporcionar la temperatura promedio en un sistema ó pueden usarse para medir la diferencia entre dos temperaturas.

SISTEMAS COMPUESTOS DE CONTROL

Introducción

El funcionamiento de un sistema de control está determinado por la naturaleza del sistema, las características del controlador y la localización y magnitud de las perturbaciones. Algunas veces, el funcionamiento de un sistema de control retroalimentado simple puede mejorarse considerablemente, mediante cambios relativamente pequeños, tales como la reducción de un retraso de tiempo, la adición de un posecionador para mejorar la respuesta de la válvula, o agregar acción derivativa al controlador. Sin embargo algunas situaciones no pueden ser manejadas por un controlador de retroalimentación simple. Su mayor desventaja es la necesidad de que exista una desviación del punto de control, antes de que se desarrolle cualquier acción correctiva. Cuando no hay retrasos de tiempo muerto apreciables en el circuito, la detección y la corrección del error se hace sin dificultad. Sin embargo, cuando los retrasos en el proceso debido a tiempos muertos son más largos que la perturbaciones de la variable, un controlador de retroalimentación simple no puede regular los desajustes resultantes.

Las correcciones al proceso se hacen mucho después de que resultan efectivas, y cuando el efecto de la variable controlada es detectado por el elemento primario, los requerimientos del proceso pueden ser diferentes. Por esta causa se han desarrollado sistemas de control más complejos capaces de resolver los problemas que el control simple no puede resolver.

Control de Cascada

Una mejor forma de entender este tipo de control es por medio del siguiente ejemplo.

Cuando se desea controlar la temperatura de la corriente de salida de un intercambiador de calor mediante la manipulación de la presión del vapor de calentamiento. Mientras las

perturbaciones sean el flujo y la temperatura de entrada de la corriente del proceso, el esquema de control deberá trabajar bien. Sin embargo si el vapor esta sujeto a perturbaciones largas, no controladas, entonces el funcionamiento con respecto a estas perturbaciones puede ser bastante pobre. Además, dependiendo del diseño particular del intercambiador, el atraso dinámico entre la abertura de la válvula y el cambio de presión puede limitar el funcionamiento del circuito.

Una alternativa para el sistema de control es usar un controlador adicional de tal modo que las perturbaciones no controladas del vapor puedan controlarse rápidamente mediante el circuito secundario de presión. Además puede ser posible diseñar el circuito secundario de modo que el atraso dinámico efectivo entre la señal del controlador principal y la presión del vapor se reduzca. En tal caso, el funcionamiento el circuito principal puede mejorar grandemente. Tal arreglo se denomina Control de cascada, ya que los dos controles aparecen en cascada en el diagrama a bloques.

Las ventajas del control en cascada, dependen en gran parte de las velocidades relativas de respuesta de los elementos incluidos en los circuitos primario y secundario, así como en la naturaleza específica de las perturbaciones.

Control de Relación

Los sistemas de control de relación mantienen una relación fija entre dos variables para regular una tercera variable. Los sistemas de relación se usan principalmente para regular ingredientes en un producto, o como control de alimentación a un reactor químico. Un ejemplo es la adición de tetraetilo de plomo a la gasolina. Se debe mantener una relación apropiada de plomo a la gasolina para producir el número de octano deseado.

Los sistemas de relación forma realmente la forma más elemental de control anticipatorio. la carga del sistema (flujo de gasolina) si se cambia, causará una variación en la variable controlada (número de octano) que puede evitarse mediante un ajuste apropiado de la variable manipulada (flujo de aditivo). La carga puede estar sin control, controlada independientemente o manipulada por otro controlador que responda a las variables de presión de nivel, etc.

Control Anticipatorio (Feed Forward)

La anticipación proporciona una solución directa a los problemas de control más que encontrar el valor correcto de la variable manipulada por intento y error. En un sistema anticipatorio, las componentes más importantes de la carga son medidas y usadas para calcular el valor requerido de la variable manipulada para mantener el control en el punto de ajuste.

El término "sistema" se usa en lugar de "controlador", porque no es posible proporcionar convenientemente las funciones de cómputo requeridas por el circuito anticipatorio con un simple dispositivo de control. En vez de ello, el sistema anticipatorio consiste de varios dispositivos cuyas funciones relacionadas simulan un modelo matemático del proceso, incluyendo tanto sus características dinámicas como de estado estacionario.

Control Selectivo

Para cada variable controlada debe existir una variable manipulada. Sin embargo frecuentemente se encuentran situaciones en el control de procesos en las que el número de variables manipuladas no es igual al de variables controladas. Cuando esto ocurre, debe buscarse un medio lógico de compartir los diferentes circuitos de control. El cambio de una variable manipulada de un controlador a otro, o el cambio de un controlador de una variable controlada a otra, puede hacerse suave y eficazmente con dispositivos selectivos automáticos.

Estos dispositivos reciben dos o más entradas y producen una sola salida, que puede ser la más alta, la más baja o mediana de las entradas, dependiendo de la función deseada.

Estos dispositivos se emplean en 4 áreas básicas de aplicación:

- 1.- Protección de equipo
- 2.- Limitación de variables manipuladas
- 3.- Selección de variables extremas
- 4.- Instrumentación redundante