



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA
DE ENLATADO, EN UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS**

Freddy Antonio Cabrera Estrada

Asesorada por el Ing. José Antonio Prera Flores

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE ENLATADO
EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FREDDY ANTONIO CABRERA ESTRADA

ASESORADA POR EL ING. JOSÉ ANTONIO PRERA FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE ENLATADO, EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 11 de marzo de 2003.

Freddy Antonio Cabrera Estrada

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL Lv	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramirez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Anacleto Medina Gómez
SECRETARIA	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

Guatemala, 8 de Julio de 2005

Ingeniero

José Arturo Estrada Martínez

Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica

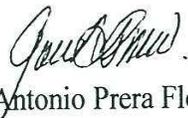
Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Estrada:

Respetuosamente me comunico con usted para informar que he asesorado y revisado el trabajo de graduación “MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE ENLATADO EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS”, del estudiante Freddy Antonio Cabrera Estrada con carné No. 9520522; determino que cumple con los requisitos establecidos y por su importancia doy mi aprobación al encontrarlo satisfactorio.

Sin otro particular, atte.



José Antonio Prera Flores

Ingeniero Mecánico

Colegiado 5051

Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE ENLATADO EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS**, del estudiante Freddy Antonio Cabrera Estrada, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, julio de 2008.

/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE UNA LÍNEA DE ENLATADO, EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMBUTIDOS, del estudiante **Freddy Antonio Cabrera Estrada**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, septiembre de 2008

/behdei

ACTO QUE DEDICO

A DIOS
POR DARME VIDA Y RODEARME DE GENTE MARAVILLOSA

A MIS PADRES:
FREDDY EDUARDO CABRERA GARCÍA
MARIA INGEBORG ESTRADA HEIDENREICH DE CABRERA
POR EL APOYO, PACIENCIA Y AMOR QUE ME HAN BRINDADO SIEMPRE

A MI ESPOSA, ANNABELLA ALMORZA MORFÍN
POR SU AMOR INCONDICIONAL

A MIS HIJOS, MARIA FERNANDA Y JOSE MANUEL
MI ILUSIÓN DE SER MEJOR CADA DÍA

A MI HERMANA, INGRID CABRERA DE LEAL
MI INSPIRACIÓN Y EJEMPLO

A MIS HERMANOS POLÍTICOS
MONICA ALMORZA
LORENA GARCÍA-BARZANALLANA
RODRIGO LEAL
ANTONIO ALMORZA
ESTUARDO ALMORZA
JUAN PABLO PEDRAZ

A LA LICDA. ANNABELLA MORFÍN MANSILLA

A MI TIO
LUIS JACINTO ESTRADA HEIDENREICH

AGRADECIMIENTOS

A EMPACADORA TOLEDO, S.A.

A LA INGA. MARIAMNE URRUTIA

AL ING. CARLOS PÉREZ

A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECANICA

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. MARCO TEÓRICO

1.1	Teoría del enlatado	1
1.2	Transferencia de calor	11
1.3	Proceso	13
1.4	Control de calidad	16
1.5	Despacho y manejo	23
1.6	Condiciones sanitarias	23
1.7	Equipo utilizado	27

2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y CAPACIDADES ACTUALES

2.1	Descripción de la empresa	33
2.2	Descripción del proyecto	34
2.3	Agua	35
2.4	Vapor	40
2.5	Aire comprimido	48
2.6	Electricidad	51

2.7	Espacio físico	52
2.8	Sistema de evacuación de afluentes	54
2.9	Ventilación	54
2.10	Iluminación	55
2.11	Capacidad monetaria y costos	56
3.	MONTAJE DE LA LÍNEA DE ENLATADO	
3.1	Montaje de estructuras metálicas	59
3.2	Montaje de equipos	59
3.2.1	Enlatadoras	59
3.2.2	Banda de precocido	60
3.2.3	Autoclaves	60
3.2.4	Lavadora de latas	61
3.2.5	Etiquetadora	62
3.2.6	Fechadora	62
4.	MANTENIMIENTO	
4.1	Limpieza y sanitización	63
4.2	Mantenimiento preventivo	73
4.2.1	Inspección y limpieza	73
4.2.2	Engrase y lubricación	75
4.2.3	Reajuste de piezas / tolerancias	76
4.2.4	Mantenimiento preventivo eléctrico	78
4.3	Mantenimiento correctivo	79
4.3.1	Fallas más comunes y soluciones	80

CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

- 1 Bobinas de hojalata
- 2 Doble sello
- 3 Caldera de tubos de fuego
- 4 Diagrama calor – temperatura para sistemas de agua – vapor
- 5 Curva típica de consumo de vapor en el autoclave
- 6 Compresor de aire de tornillo
- 7 Posicionamiento de los equipos

TABLAS

- I Equipo mínimo de una línea
- II Demanda cubierta por la sub-estación
- III Distribución del presupuesto
- IV Procedimiento de limpieza y sanitización en proceso
- V Procedimiento de limpieza de drenajes
- VI Procedimiento de limpieza de paredes, techos, columnas y cables
- VII Procedimiento de limpieza de pisos
- VIII Procedimiento de inspección y limpieza de equipos
- IX Procedimiento de engrase y lubricación
- X Procedimiento de reajuste de piezas
- XI Programa de mantenimiento preventivo eléctrico
- XII Fallas más comunes, causas posibles y solución.

GLOSARIO

Alcalino	Relativo o perteneciente a los Álcalis que es el resultado de la combinación del hidróxido OH con el sodio (Na), el potasio (K) u otros metales alcalinos, o con el amonio (NH_4). El nombre Álcali se extiende a los óxidos de los metales alcalinos.
Tanques hidroneumáticos	Depósito metálico de gran capacidad para almacenar o transportar líquidos que cuenta con un dispositivo o aparato en cuyo funcionamiento intervienen a la vez un líquido y un gas comprimido.
Hipoclorito de calcio	Dícese del ácido HClO y del anhídrido Cl_2O . Son muy empleados para fabricar lejías y desinfectantes, agentes de blanqueo, agentes esterilizantes del agua potable, etc.

LISTA DE SÍMBOLOS

PSI	Unidad de medida de presión. Libras por pulgada cuadrada por sus siglas en inglés (<i>pound square inch</i>).
PPM	Partes por millón
°C	Grados centígrados
pie³/min	Medida de flujo de volumen
hp	Caballos de fuerza
BTU	Unidad térmica Británica
KVA	Kilovolt amperio. Medida de potencia eléctrica
Amp	Amperio
CFMs	Pie cúbico por minutos por sus siglas en inglés
pH	Índice numérico para expresar el grado de acidez o alcalinidad de las disoluciones.

RESUMEN

En el afán para mejorar procesos, tiempos de vida y calidad de los productos, hoy la comida enlatada descansa sobre una evolución integral del sistema de envase. Chapas más finas y delgadas que nunca, un nuevo procedimiento de recubrimiento de estaño, por medio de electro-deposición permitiendo estañados más uniformes y pesos menores sin mencionar la agilización del proceso dado que permite hacerse una línea continua y la teoría del doble sello, que es la parte de la lata formada al unir el cuerpo de la misma con la tapa, que provee un sello completamente hermético, siendo uno de los principales responsables de la conservación del producto.

Los envases, tapaderas y sellos se elaboran mecánicamente siendo la crítica la calidad, calibración y mantenimiento de los equipos diseñados para tal efecto, así como los controles que permitan evaluar el trabajo de los mismos.

El producto ya enlatado sufre diferentes tratamientos térmicos para su cocimiento, así como el rompimiento de la carga bacteriana con lo que se logra la inocuidad del mismo. Esto se logra a partir de condiciones de transferencia de calor adecuadas al tipo de producto y proceso que se requiera producir. El principio termodinámico es el mismo, el calor se transmite, por medio de conducción, convección y/o radiación, sólo cuando hay un gradiente de temperatura hasta alcanzar el equilibrio. Las condiciones en que esta teoría se aplica dependen del tipo de producto a producir.

En este sistema en particular, la forma de transmitir calor es en forma directa al producto en una cámara de inyección de vapor previo a sellar y en un autoclave o cámara de calor con la lata ya sellada.

El vapor proviene de una caldera central que suministra la totalidad de la planta por medio de un sistema cerrado de tuberías, que permite mantener una presión constante en cualquier punto. Dado que en la cámara de inyección el producto tiene contacto directo con el vapor; por lo tanto, es esencial un adecuado mantenimiento de la totalidad de la línea de vapor, así como utilización de aditivos de tratamiento de agua que no permitan la formación de gases condensables.

Las cámaras de calor deben contar con graficadores tiempo-temperatura, que permitan el seguimiento de proceso de trazabilidad. Estos controladores son gobernados por una termocopla inserta en la cámara, lo que le permite una lectura correcta y en tiempo real, para basarse en esta información en el crítico proceso de descompresión, por lo que la correcta calibración del equipo de medición es vital.

El espacio físico es limitado, por lo tanto, es de suma importancia la correcta selección de los equipos que permita optimizar el uso del mismo y soportar proyecciones de producción de las diferentes líneas y tipos de producto.

Para la selección de dichos equipos se tomará en cuenta los siguientes aspectos: costo inicial, y de mantenimiento, tamaño físico del equipo, voltaje, consumo eléctrico, soporte técnico y de repuestos local, capacidad instalada de planta, incremento en costo de inventario (repuestos).

Se debe añadir al programa de mantenimiento preventivo existente los equipos que se decida adquirir, las actividades específicas de mantenimiento es conveniente que sean una unión entre recomendaciones del fabricante y recomendaciones del departamento de mantenimiento.

El éxito del proyecto vendrá dado por la correcta ejecución de los puntos en mención, debiéndose tomar en cuenta las opiniones y requerimientos de todos los departamentos involucrados en la operación de la línea de producción, tanto para el diseño, montaje y mantenimiento.

OBJETIVOS

- **General:**

Hacer una guía de montaje de una línea lo más eficiente posible basada en las capacidades físicas, económicas y de equipo existentes en la empresa, así como desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que permita mantener dicha eficiencia.

- **Específicos:**

1. Crear un plan de mantenimiento preventivo que permita mantener la eficiencia de la línea, así como cumplir con las normas internacionales para este tipo de productos.
2. Crear hojas de registros de mantenimiento y operación de equipos, para garantizar, dada la capacidad de rastrear el producto, que no hubo desviaciones en determinado proceso.
3. Garantizar el uso más eficiente de los recursos de la empresa.

INTRODUCCIÓN

En esta época de globalización y apertura de mercados, las empresas tienen que apostar por la diversificación de operaciones y eficientización de procesos como su herramienta, para mantener una competitividad que le permita fortalecerse en el mercado local y trascender en el extranjero.

Con esto en mente, este trabajo describe el diseño, montaje y mantenimiento de una línea de producto alimenticio enlatado como una estrategia de diversificación de una empresa dedicada a la fabricación exclusiva de embutidos.

Además, contempla la adaptación, tanto física como conceptual de aventurarse a un mercado desconocido, y una planeación estratégica bien estructurada que haga factible la competitividad.

Es un estudio del uso eficiente de los recursos existentes y su adaptación a las necesidades de producción.

Dado que es un proceso, en su mayoría, basado en la transferencia de calor, se requiere un estudio termodinámico completo, para diseñar la línea de tal forma que cumpla con la demanda actual, así como un crecimiento futuro.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Teoría del enlatado

Para entender el proceso del enlatado se ha dividido el mismo en los siguientes sub-incisos, los cuales se detallarán posteriormente:

- 1) La hojalata y su evolución
- 2) Características de lámina para la fabricación de la lata
- 3) Proceso para formar un envase de hojalata
- 4) Terminología de un cierre

1) La hojalata y su evolución

La hojalata consiste, de acuerdo con su definición clásica, en una fina chapa laminada de acero recubierta con una capa de estaño como protección anticorrosiva. Surge a partir de 1910, cuando se empezó a experimentar con estañado electrolítico de planchas, luego en 1934 se inició el estañado de láminas, resultando en el producto actual de hojalata de chapas tan finas y capas de estaño tan delgadas como nunca se había logrado anteriormente.

2) Características de lámina para la fabricación de la lata

Originalmente, la lámina de estaño era producida a partir de láminas de acero que habían sido sumergidas en un baño de estaño derretido. Este método de “baño caliente”, como se conocía inicialmente, fue reemplazado gradualmente por la electro deposición de un recubrimiento de estaño en la superficie del acero. Este nuevo método permitió la deposición de pesos de estaño menores y más uniformes y el recubrimiento diferencial (diferentes pesos de estaño en cada lado de la lámina).

Además, la lámina recubierta electro líticamente se produce en una forma de espiral continua en vez de láminas individuales. Hoy en día, la lámina de acero libre de estaño o la lámina de acero que tiene un tratamiento ligero de cromo superficial sin recubrimiento de estaño, se usa extensivamente para aplicaciones en donde el estaño no es requerido para proteger contra corrosión, o para facilitar el proceso de formación del sello lateral por soldadura autógena.

Ciertas características de la lámina usada en la fabricación de latas afectan las características de los sellos dobles terminados. Se pueden usar diferentes espesores de metal dependiendo de los requerimientos de tamaño y fortaleza de la lata. En los envases de acero, el espesor del metal se indica especificando el peso teórico en libras por caja base, en vez del espesor o calibre real. Una caja base es una unidad de área equivalente a 31.360 pulgadas cuadradas. Corresponde al área cubierta por 112 hojas, cada una de 14 X 20 pulgadas. La relación de peso base a espesor de la lámina se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Base} = \frac{\text{Espesor lámina (en pulgadas)}}{0.00011} \quad (1)$$

El temple de la hojalata recubierta con estaño o de la hojalata libre de este, designado usualmente por un número como T1, T2, T3, etc., indica las propiedades de formación o dureza de la hojalata (T1=dúctil; T5 =muy duro).

La hojalata tradicional y la hojalata libre de estaño fabricadas de lámina reducida doble en frío o doble reducido son producto de los molinos de acero-estaño, al cual se le da una reducción parcial en frío hasta cerca del espesor final y entonces se le da otra reducción en frío hasta llegar al espesor final. La hojalata resultante es más firme, dura y fuerte que la hojalata convencional y permite el uso de pesos base más livianos para los componentes del envase.

No pueden obtenerse pesos base ni temples en la hojalata sin alguna variación. Estas características pueden sólo controlarse dentro de un rango con un valor nominal que esté en algún punto en el medio del rango. Obviamente, con alguna variabilidad en el material básico usado en la manufactura de la lata, las características del doble sello pueden reflejar también grados de variabilidad similares.

3) **Proceso para formar un envase de Hojalata**

Este proceso inicia cuando la hojalata entra a la planta en forma de bobinas (Figura 1), de acuerdo con el tipo de material. Estas bobinas vienen debidamente empacadas para preservar la hojalata durante el transporte y almacenaje.

Figura 1. **Bobinas de hojalata**



Se selecciona a continuación una bobina y se corta de acuerdo con el tipo de producto que se desee procesar, obteniendo así los formatos ideales para el proceso. Posteriormente se deben barnizar las láminas cortadas, para protegerlas de la interacción con el producto a envasar o el medio ambiente.

El barnizado es realizado básicamente en una máquina de rodillos, que en su giro recogen una cantidad de barniz o recubrimiento de un azafate y lo aplica de una manera uniforme y con un espesor controlado sobre la superficie de la lámina que está pasando en ese momento. Una vez aplicado el barniz sobre la hojalata, se debe proceder a su curado. Este proceso se lleva a cabo en un horno continuo de tiro forzado que alcanza una temperatura de 180 a 200 grados centígrados, temperatura necesaria para el curado del barniz.

Finalmente, si el producto que se va a fabricar es litografiado, se procede a imprimir sobre las láminas el arte necesario según los diseños aportados por el cliente. Con las láminas ya listas, se procede al corte de los cuerpos, según el formato del envase a fabricar. Con la lámina del tamaño adecuado se procede al conformado o rolado y a la aplicación del cordón de soldadura.

En el conformado, el cuerpo o lámina cortada toma forma Cilíndrica, por medio de transformación mecánica, a través de una serie de rodillos de metal, ubicados en la misma máquina soldadora. Luego se traslapa el cuerpo y atraviesa un par de roldanas o electrodos giratorios de cobre; a través de estos circula una corriente eléctrica que, por medio del calor generado, permite soldar la lámina.

En este proceso no hay material de aporte y la soldadura se efectúa en un ambiente inerte o burbuja de nitrógeno, que impide la acción oxidante del aire circundante. Finalmente, en esta área se aplican barnices protectores a la costura de soldado, tanto interna como externamente.

El último proceso a que es sometido el cilindro de hojalata ya soldado, es a la formación mecánica de la pestaña en ambos extremos, que permite el perfecto acople mecánico de las tapas o fondos que van a contener el producto.

Una vez pestañado se coloca la tapa que es ensamblada en dos operaciones: la primera operación permite que el envase y el rizo del fondo se engargolen o se enrollen sobre sí mismos, la segunda operación aprieta este engargolado formando así el doble sello hermético, que aunado al compuesto que trae la tapa (el cual rellena los espacios de aire que pudieran quedar), constituye el empaque más seguro, confiable y saludable en el área alimenticia e industrial.

4) Terminología de un cierre

Los conceptos básicos que deben conocerse acerca de un cierre son los siguientes:

- **Profundidad de la depresión del fondo de la tapa:** Es conocida también como entrada, es la medida de la parte superior del doble sello al último panel adyacente a la pared interior del doble sello.

- **Grosor del sello:** Conocido también como espesor, es la distancia máxima medida a través o perpendicularmente a las capas de material en el sello. Hay tres capas de la tapa y dos del cuerpo en sitios diferentes a la juntura de los tarros con sello lateral soldado. El grosor es una indicación del ajuste del doble sello.
- **Ancho del sello:** Conocido también como longitud o altura, es la dimensión medida paralelamente a los ganchos del sello. Estas dimensiones dependen, de algún modo, del contorno de la ranura del rodillo sellador de la segunda operación.
- **Gancho del cuerpo y de la tapa:** Cuyo origen es la pestaña del cuerpo y el gancho de la tapa, que se formó de la pestaña de la tapa durante la operación del doble sello reflejan el aspecto interno del doble sello.
- **Traslape:** El grado de entrecruzamiento entre el gancho del cuerpo y el gancho de la tapa se conoce como traslape.

5) El doble sello

Las estructuras del envase que ayudan a formar y llegan a ser parte del doble sello terminado son: la pestaña del cuerpo y la pestaña de la tapa. (Véase figura 2)

- **Pestaña del cuerpo:** Es el borde del cilindro del cuerpo que está ensanchado hacia fuera, lo que resulta en un reborde u orilla. La pestaña del cuerpo se convierte en el gancho del cuerpo durante el doble sello y se entrelaza con el gancho de la tapa. El ancho y el radio de la pestaña del cuerpo se determinan por los fabricantes de tarros para que cumplan con los requisitos de formar un gancho del cuerpo adecuado durante la operación del doble sello.
- **Pestaña de la tapa:** Está diseñada para proveer suficiente metal para formar un buen gancho. Es importante en el diseño una pestaña de la tapa adecuada, una base apropiada para la aplicación del compuesto sellador y un avance expedito de las tapas dentro de la máquina selladora.
- **Formación del doble sello:** El doble sello es la parte de la lata formada al unir el cuerpo de la lata y la tapa. La pestaña del cuerpo y la de la tapa se entrelazan durante la operación del doble sello, para formar una estructura mecánica fuerte. Cada doble sello está compuesto por tres espesores del componente de la tapa y dos espesores del componente del cuerpo con un compuesto sellante apropiado distribuido a lo largo del metal doblado para formar un sello hermético (Fig. 2). El doble sello de la lata se forma generalmente en dos operaciones llamadas “primera operación” y “segunda operación” y de ahí el nombre del sello.

Cada estación de la máquina selladora tiene una placa base, una mordaza selladora así como un rodillo de primera operación y un rodillo de segunda operación. La placa base, o mandril afianzador de lata, sostiene el cuerpo de la lata. La mordaza selladora o chuck sostiene la tapa de la lata en su sitio en el cuerpo de la lata y actúa como un apoyo para la presión del rodillo del doble sello.

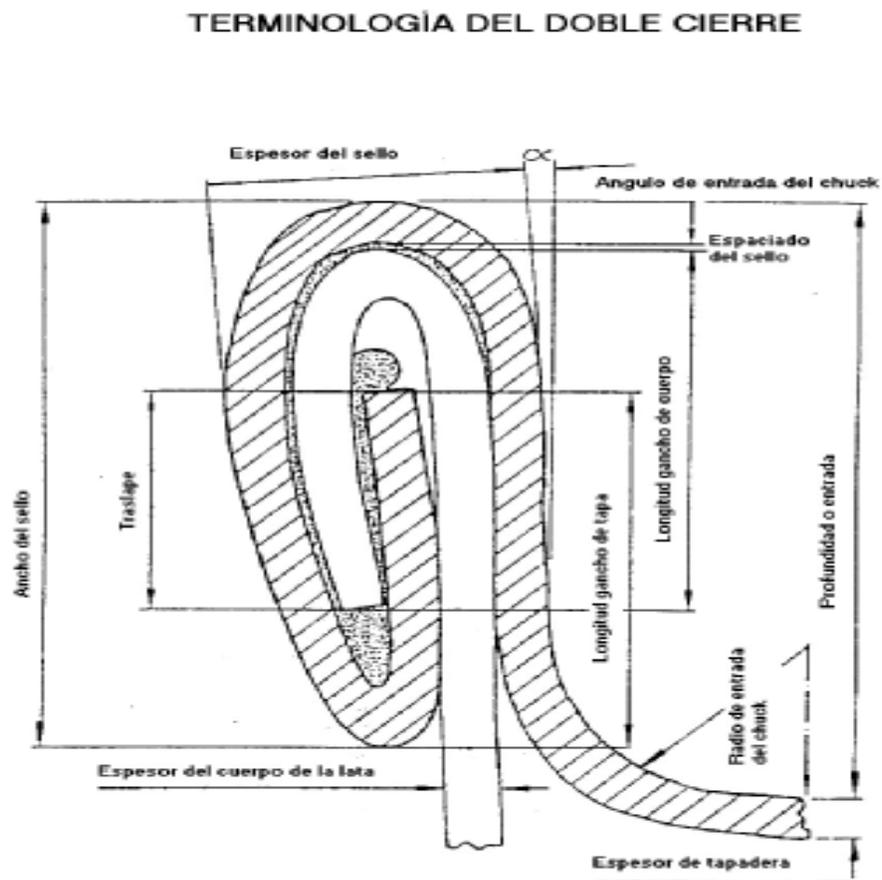
- **Primera operación:** Aquí la pestaña de la tapa se entrelaza (lo que también se denominará como enganchado) con la pestaña del cuerpo de la lata. El entrelazamiento real es ejecutado con un rodillo que tiene acanaladuras de contornos especiales. El sello de la primera operación no debe ser ni muy suelto ni muy apretado, ya que no hay forma de corregir un sello de primera operación defectuoso durante los restantes pasos del sellado. Un sello de la primera operación de buena calidad tiene el gancho del cuerpo aproximadamente paralelo al gancho de la tapa, el borde de la pestaña del cuerpo (que se convierte en gancho del cuerpo) bien adentrado en el radio del gancho de la tapa y la pestaña de la tapa adyacente tocando la pared del cuerpo de la lata.
- **Segunda operación:** El rodillo de la segunda operación tiene una canaladura más plana con un perfil diferente al del rodillo de la primera operación. El perfil más plano está diseñado para comprimir los ganchos preformados, estirar las arrugas en el gancho de la tapa, distribuir el compuesto sellador en el sello y específicamente, para desarrollar el grado de ajuste del doble sello.

El grado de ajuste o la compactación del doble sello terminado, es una función del ajuste del rodillo de segunda operación, su configuración y su condición. El rodillo de segunda operación puede ajustarse para apretar el doble sello terminado. Si no se usan los perfiles correctos del rodillo, o si los rodillos están gastados excesivamente, no puede lograrse la estructura y el ajuste deseados del sello. La compresión de los rodillos selladores hará que el compuesto sellador fluya y llene los vacíos en el sello, bloqueando así potenciales vías de fuga.

- **Compuesto sellador:** Para colaborar con la formación de un doble sello se requiere de una empaquetadura a base de hule o material sellador, conocido como compuesto sellante. Este compuesto se aplica, por medio de boquillas, en la depresión anular alrededor de la orilla de la tapa, la cual entra en contacto con la pestaña del cuerpo. La cantidad de compuesto usado depende del diámetro de la tapa, el tipo de método de esterilización usado y el estilo del envase. El tipo de compuesto usado depende del producto y además del método de esterilización.
- **El sello hermético:** El compuesto sellador junto con el cuerpo de la lata y la tapa de la lata, entrelazados mecánicamente, trabajan en conjunto para hacer del doble sello un sello hermético. Ni el compuesto sellador por un lado, ni el cuerpo y tapa de la lata entrelazados por el otro, son capaces de sellar un envase herméticamente. Tienen que complementarse el uno con el otro.

El doble sello tiene que estar formado correctamente. El compuesto, no obstante su elasticidad y habilidad para llenar los vacíos en el doble sello, no puede compensar un sello formado defectuosamente.

Figura 2. **Doble sello**



1.2 Transferencia de calor

En el tema de transferencia de calor hay dos principios básicos que deben mencionarse: el calor se transmite sólo cuando hay un gradiente de temperatura y siempre fluye del lugar de mayor temperatura al de menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio.

Hay tres maneras por las cuales puede efectuarse la transferencia de calor: conducción, convección y radiación. En el proceso térmico de este trabajo se utilizan primordialmente la conducción y convección, aunque no se puede descartar un pequeño aporte de la radiación por lo que las explicaremos brevemente.

La conducción es la forma de transferencia de calor a través de un cuerpo en reposo; es el resultado de acciones moleculares o electrónicas.

La convección es la forma de transferencia de calor que resulta del movimiento global de líquidos o gases. Se divide en dos grupos: la convección natural, que es cuando el fluido se mueve mediante la acción de las fuerzas naturales de la gravedad, creadas por la diferencia de densidades y la convección forzada que es cuando se aumenta la velocidad del movimiento del fluido así como la velocidad de transferencia de calor empleando un ventilador en el caso de los gases o una bomba en el caso de los líquidos.

La radiación térmica es la forma de transferencia de calor que se presenta entre dos cuerpos separados como resultado de la llamada radiación electromagnética, a la que también a veces se le conoce como movimiento ondulatorio.

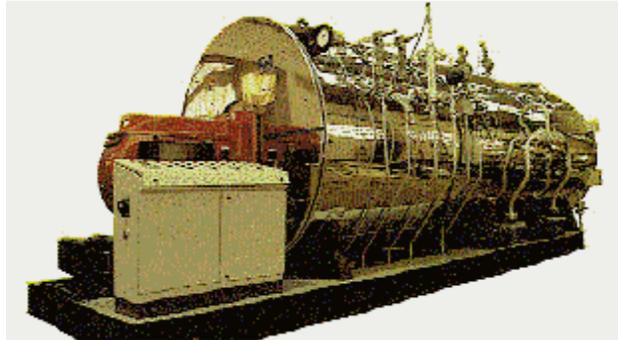
El calor se transmite de un cuerpo a otro aún cuando entre ellos haya vacío, es decir, ausencia de materia. Cuando hay un gas entre los cuerpos el calor se sigue transmitiendo por radiación, pero por lo general a una menor velocidad.

La velocidad a la cual se transmite el calor depende de tres factores: la diferencia de temperatura a través de la cual fluye el calor, el área de la superficie a través de la cual fluye el calor y la resistencia térmica del material a la transferencia del calor.

La fuente de calor con la que trabajaremos este proyecto es el vapor, el cual se obtiene de una caldera de tubos de fuego (Figura 3) que lleva el agua hasta su punto de ebullición convirtiéndola en vapor saturado y distribuyéndolo presurizado en la línea principal de vapor para después ramificarla hacia el punto en donde se necesita utilizar.

La forma de administrar el calor del sistema de enlatado se realiza por medio de calentamiento directo y de dos formas: en el túnel de precalentamiento, que en este caso se convierte en una cámara de inyección, se introduce el vapor mientras el producto pasa a través del mismo, esto se conoce como método de inyección. En las autoclaves se utiliza el método de infusión de vapor, pues se introduce el producto a una cámara llena de vapor. Cabe mencionar que en el túnel de precalentamiento el producto tiene contacto directo con el vapor cosa que no sucede en las autoclaves porque ahí la lata ya entra sellada.

Figura 3. **Caldera de tubos de fuego**



El calentamiento directo tiene la ventaja de ser muy rápido, lo cual minimiza los cambios organolépticos en el producto. También se pueden reducir en estos sistemas los problemas de formación de costras o quemado del producto. Entre las desventajas se pueden mencionar, que en el túnel de precalentamiento existirá una adición de agua proveniente de la condensación del vapor.

El vapor usado para el calentamiento directo tiene que ser de calidad alimenticia y tiene que estar libre de gases no condensables. Por lo tanto, tienen que mantenerse controles estrictos en cuanto a los aditivos que se usan para el agua de la caldera.

1.3 Proceso

El proceso de enlatado depende de una serie de operaciones técnicas que deben ser efectuadas en forma cuidadosa y exacta para garantizar la seguridad del alimento. La cual sigue las siguientes etapas:

1) Establecimiento del proceso térmico

El establecimiento de un proceso térmico está basado en dos factores. En primer lugar, tiene que conocerse la resistencia térmica de los microorganismos (la cantidad de calor requerida para su destrucción) en cada producto específico. En segundo lugar, tiene que determinarse la velocidad de calentamiento de un producto específico. Estos dos factores se usan para calcular el proceso establecido. Una vez que se ha establecido un proceso para un alimento en particular, este es específico para ese único alimento, para su formulación, su método de preparación, el tamaño del envase en el cual se procesa y el tipo de sistema de autoclave usado.

2) Resistencia térmica de los microorganismos

Esta depende de un número de factores que se tienen que considerar. Estos incluyen las características de crecimiento de los microorganismos, la naturaleza del alimento en el cual los microorganismos se calientan y el tipo de microorganismos calentado.

3) Determinaciones de los datos de calentamiento del producto

La velocidad a la cual un producto se calienta puede medirse utilizando aparatos que registran el cambio en temperatura conforme se calienta el alimento. Las determinaciones se llevan a cabo con un sensor de temperatura o termo copla localizada en el producto, en la región del envase que se calienta más lentamente. La zona de calentamiento más tardía del envase dependerá del tipo de producto, el tamaño del envase y el método de procesamiento. Los datos de tiempo/temperatura se determinan por medio de un dispositivo que registra ambos datos. Estos son necesarios para determinar la velocidad de calentamiento del producto y para calcular el proceso establecido.

4) Métodos de procesamiento térmico

Existen muchos métodos para el procesamiento de productos empacados en envases sellados herméticamente. La mayoría de los productos se colocan en envases, los cuales se sellan y se procesan en algún tipo de autoclave (recipiente a presión). Estos tipos de sistemas de procesamiento se conocen como: el procesamiento térmico convencional. Los sistemas de autoclave y otros sistemas de procesamiento térmico tienen que ser construidos y operados de tal manera que el producto terminado sea comercialmente estéril.

5) Determinación de los procesos de operación de autoclave

Los sensores de temperatura se colocan entre los envases en toda la carga del autoclave. Las temperaturas se revisan durante el proceso para asegurarse de que la temperatura en el dispositivo indicador de temperatura del autoclave es representativa de la temperatura en todo el autoclave.

Los procedimientos operacionales del autoclave serán diseñados para proveer una distribución de temperatura uniforme en el medio de calentamiento en todo el autoclave. Independientemente del medio de calentamiento, el tiempo de proceso no se empezará a contar hasta que el dispositivo indicador de temperatura alcance la temperatura de procesamiento y se haya logrado una distribución uniforme de la temperatura dentro del autoclave.

Los pasos operacionales específicos dependen del medio de calentamiento, ya sea vapor, agua o una mezcla de vapor/aire.

En todos los casos se debe lograr una uniformidad de temperatura apropiada durante el tiempo de elevación, que se define como el tiempo que pasa desde que empieza el calentamiento hasta que se empieza a medir el tiempo de proceso.

Para autoclaves que usan vapor como medio de calentamiento, es importante remover el aire del autoclave antes de empezar a contar el tiempo de proceso, ya que el aire es un medio de calentamiento mucho menos eficiente que el vapor. Este procedimiento se conoce como remoción del aire o ventar el autoclave. El vapor tiene una cantidad de calor o “energía almacenada” considerable que resulta de la conversión del agua a vapor. Cuando el vapor se condensa, como ocurre en el autoclave, este calor es cedido a los alrededores. En otras palabras, el vapor ha sido capaz de llevar una “carga extra” de calor de la caldera a el autoclave, un objetivo que el aire caliente no hubiese podido lograr.

1.4 Control de calidad

El departamento de control de calidad juega un papel decisivo en la industria alimenticia, es el responsable de autorizar la salida de un producto de la planta asumiendo total responsabilidad por la calidad del mismo. Adicionalmente es el conducto por el cual se reciben los reclamos de los clientes y distribuidores teniendo que estudiar, analizar y concluir en que parte del proceso estuvo la desviación y buscarle solución inmediata.

Para dicha actividad se vale de una serie de registros, algunos llevados por operarios de control de calidad y otros hechos por la misma maquinaria. Dichos registros garantizan que los productos cumplen con las regulaciones aplicables. En este caso, se debe cumplir con la Ley Federal de Alimentos, Drogas y Cosméticos, 21 CFR 113 y 114 “Alimentos Enlatados de Baja Acidez Procesados Térmicamente y Empacados en Envases Sellados Herméticamente” y “Alimentos Acidificados” y 21 CFR 108 “Control de Permiso de Emergencia”. Según la ley, pueden fijarse penas criminales contra las partes responsables y se pueden tomar acciones civiles, incluyendo confiscación del producto o el mandato de prohibir la venta del mismo. Estas acciones pueden ser tomadas aún cuando las partes responsables no estuviesen al tanto de las violaciones y no tuviesen intención de violar la ley.

Los registros proveen evidencia escrita de una aplicación apropiada y segura de los procesos térmicos. Los registros de procesamiento pueden ofrecer la garantía de que un lote en particular recibió un proceso seguro o pueden mostrar claramente que un proceso inapropiado fue aplicado. Los registros son la única referencia disponible para rastrear la historia de un lote de producto. Si surgen dudas con respecto a algún alimento enlatado, puede ser necesario saber, y aún probar, que el producto y el envase recibieron un manejo adecuado por parte del enlatador.

Los registros de aseguramiento de calidad documentan la calidad de los productos crudos y enlatados. Los registros de la calidad del producto no son generalmente requeridos por las regulaciones de la FDA, y exceptuando circunstancias muy poco usuales, no se necesita presentar estos registros a sus inspectores.

Los registros deben ser revisados por el departamento de control de calidad dentro del día siguiente al procesamiento para ver si están completos y para asegurarse de que los factores críticos han sido cumplidos.

El sistema automatizado de mantenimiento de registros puede ser usado para el procesamiento térmico y generalmente están integrados con sistemas de control de proceso térmico. El FDA ha incentivado a la industria para que trabaje cooperativamente en el desarrollo de sistemas automatizados de mantenimiento de registros. Se ha autorizado el uso de tales sistemas para el control de equipos de procesamiento térmico, para el control de factores críticos y para las pruebas de integridad en envases siempre que cumplan con los propósitos de las regulaciones. Estos sistemas no eximen de responsabilidad al Departamento de Control de calidad, puesto que sólo le proporcionan datos que él deberá analizar.

Las regulaciones especifican que copias de todos los registros requeridos de procesamiento térmico, de cierres de envases, de medidas de pp., de desviaciones del procesamiento y otros factores críticos tendrán que ser retenidos en la planta de procesamiento por un año desde la fecha de fabricación, y por dos años adicionales en otro sitio razonablemente accesible.

Tiene que prepararse un procedimiento para los retiros de productos a nivel del consumidor y debe incluir un plan para identificar, recoger, almacenar y controlar el producto retirado, un plan para determinar la efectividad del retiro y los detalles para la implementación del retiro.

Los registros son vitales para el proceso de retiro. Los registros detallados y exactos pueden ser usados para puntualizar el problema y delimitar en forma segura la magnitud del retiro. Si se tienen registros incompletos o poco confiables puede ser necesario retirar una cantidad de producto mucho mayor que la que se necesitaba en realidad.

Hay fluctuaciones normales y aceptables en la mayoría de las operaciones. Estas serán evidentes en los registros, pero es necesario saber cuando las fluctuaciones son normales y cuando ellas indican que algo está mal. El intervalo o la cantidad de fluctuación aceptable varían con las diferentes operaciones. Por ejemplo, el proceso del autoclave es una operación donde no son aceptables las fluctuaciones en tiempo o temperatura por debajo del mínimo especificado. Por otro lado, las especificaciones del sello de la lata permiten fluctuaciones dentro de ciertos límites o tolerancias.

Un programa típico de control de calidad puede requerir registros de preparación del producto, del llenado y del proceso. El llenado del envase, peso neto, peso drenado o escurrido, espacio de cabeza de lata y la condición de los sellos dobles pueden ser también factores que tienen que controlarse de acuerdo con los estándares.

Entre los registros de deben llevarse se encuentran:

a) Registros del Procesamiento

Las gráficas de tiempo-temperatura y el registro escrito de las operaciones del proceso térmico son el corazón del programa de control del proceso. Estos registros tienen que documentar el proceso usando para cada lote de envases en la producción del día. Las regulaciones requieren que estos estén completos, exactos y archivados.

Las gráficas del registrador del autoclave estarán identificadas de tal manera que puedan correlacionarse con el registro escrito del operario. No debe despacharse ningún lote a menos que haya en el gráfico una curva satisfactoria de la temperatura.

Los instrumentos registradores tienen que observarse para que estén de acuerdo con el termómetro de mercurio previamente calibrado con un termómetro certificado. Las lecturas exactas del termómetro de mercurio y del registrador tienen que anotarse en el registro escrito del operario. Cualquier gráfica con una curva irregular puede estar sujeta a dudas.

Es muy importante emplear la gráfica correcta para cada instrumento registrador en uso. De otro modo, los ajustes y registros serán erróneos. Debe colocarse la gráfica con la hora correcta del día, para que correlacione adecuadamente con los lotes o cargas consecutivas en el registro escrito del operario.

Todos los registros deben estar limpios y hacerse con tinta u otros marcadores permanentes. Los errores en los registros no deben borrarse y no debe escribirse sobre ellos. Si se comete un error en el registro al momento de hacer una anotación, ésta debe tacharse con una sola línea horizontal y escribirse la anotación correcta, y entonces la persona que haga la anotación debe escribir sus iniciales.

b) Registros de la inspección del cierre de los envases

El envase tiene que proteger su contenido procesado térmicamente contra la recontaminación con microorganismos, su integridad es crítica para la estabilidad en la bodega de alimentos enlatados.

Las inspecciones del cierre de los envases mantienen un registro casi continuo de la calidad de dichos cierres. Por lo tanto, estas inspecciones aseguran que los envases están sellados adecuadamente. Los registros son prueba de que se llevó a cabo el programa de inspección requerido. En caso de deterioro, los registros del cierre pueden estudiarse para determinar si los factores causantes del problema fueron defectos del sello.

Los registros escritos de todos los exámenes del cierre del envase tendrán que especificar la codificación del producto, el día y hora de las inspecciones del cierre del envase, las medidas obtenidas y todas las acciones correctivas tomadas. Además, los registros tendrán que llevar la firma o las iniciales de la persona que inspeccionó los cierres y serán revisados por el supervisor de control de calidad con frecuencia suficiente para asegurar que los envases están sellados herméticamente.

c) Registros de la evaluación del sello de la lata

Se requieren dos tipos de inspecciones de envases: visual y desmontaje del sello. La inspección visual del sello de la lata es un examen no destructivo. Por lo menos una lata proveniente de cada máquina selladora tendrá que ser examinada y el intervalo de tiempo entre observaciones no debe exceder 30 minutos. Tendrá que hacerse inspecciones visuales adicionales al inicio de la producción, e inmediatamente después de un atascamiento en la máquina selladora, o de un ajuste en la máquina o paro prolongado. También será necesario que los exámenes visuales consideren los cambios en el suministro de latas o tapas y los cambios en el tipo de envase o en el código del mismo.

Cualquier condición marginal o poco usual observada también deberá registrarse en una columna de “observaciones” que debe llevar la hoja de registro.

El examen de desmontaje del sello es una prueba destructiva que permite la observación interna de los sellos de la lata. El intervalo entre observaciones no debe exceder cuatro horas. Cuando se necesite un ajuste se debe notificar al departamento de mantenimiento y se deberá hacer otra prueba después de hechas las correcciones que garantice que los ajustes fueron realizados correctamente.

La contabilidad de los resultados de los exámenes de los sellos depende de la exactitud de las herramientas y el cuidado con que se usen. Todas las medias se hacen y registran en milésimas de pulgada, por lo que se necesitan herramientas y medidas precisas. La persona a la cual se le da la responsabilidad de desmontar los sellos debe estar adiestrada en técnicas de medición. Es importante proceder con cuidado al realizar las mediciones, una herramienta inexacta y/o una técnica inexacta de medición puede traer como consecuencia diversos problemas de apreciación y toma de decisiones, basadas en estos datos que afecten severamente la eficiencia del departamento.

Como se puede notar por lo antes descrito, el departamento de control de calidad debe tener una estrecha relación con el departamento de mantenimiento, puesto que cualquier tipo de corrección, ya sea de accesorios o funcionamiento de equipo, es responsabilidad de mantenimiento pero está directamente relacionada con la eficiencia del desempeño del departamento de control de calidad.

Asimismo deberá exigir al proveedor de materia prima, especialmente de latas, que brinde capacitación constante a los operarios de control de calidad en el manejo de los productos y en técnicas de evaluación.

1.5 Despacho y manejo

Las regulaciones FDA y las Buenas Prácticas de Manufactura exigen que después del autoclaveado, los envases sean protegidos de daños que puedan afectar su integridad física. El manejo cuidadoso de envases llenos tiene que mantenerse durante el etiquetado, la formación de payes, estibado y despacho. En estas áreas el daño de envases y el deterioro por fuga puede ser el resultado de una mala operación de equipos o procedimientos incorrectos de estibado.

Cualquier daño en la integridad del envase podría ocasionar de nuevo contaminación bacteriana disminuyendo considerablemente la vida del producto, sin mencionar la desconfianza que en el consumidor provoca un envase lastimado. El despacho se debe realizar con los mismos cuidados y se debiera exigir a los proveedores el trato adecuado del producto.

1.6 Condiciones Sanitarias

Las condiciones sanitarias son muy importantes en plantas alimenticias no solo por cuidar la salud de los consumidores y por asunto de apariencia del producto, sino porque las buenas prácticas sanitarias contribuyen a una mejor calidad y extensión del tiempo de vida del producto en el mercado.

Las prácticas sanitarias se definen como el control sistemático de las condiciones ambientales durante el transporte, almacenamiento y procesamiento de alimentos de tal forma que la contaminación por microorganismos, insectos u otras plagas, o por objetos extraños, pueda ser prevenida, los cuales se describen a continuación con más detalle

a) Condiciones sanitarias que debe cumplir el personal de la planta

La buena salud del personal de la planta es muy importante. Personas con heridas expuestas o enfermedades respiratorias no debieran ingresar a trabajar a la planta hasta que estén totalmente curados. La gente que va a manipular el producto con las manos debiera usar guantes de hule. Es recomendable que el área de lavado de manos para el personal de planta esté localizado en un área donde el supervisor esté en posibilidad de observar si el procedimiento de lavado de manos es el adecuado. Es recomendable proveer agua a 65°C para mezclarla con agua fría, lo que ayuda a la eliminación de bacterias, las cuales se caracterizan por tener poca resistencia al ser expuestas al calor.

b) Control de microorganismos

La preservación de los productos alimenticios depende, principalmente, de prevenir la contaminación con microorganismos. En enlatado es importante considerar que la materia prima cruda es una fuente potencial de microorganismos, por lo que debe llevarse un control estricto de los procedimientos de sanitización existentes. El agente usado más comúnmente en la desinfección de plantas alimenticias es el amonio cuaternario, el cual debiera usarse en una solución entre 200 – 400 p.m. si se deja en la superficie y no más de 1000 p.m. si se enjuaga.

c) Control de plagas

La detección temprana y los procedimientos de control son necesarios en la planta, bodega y en el traslado de los productos, para que estos cumplan con las regulaciones y requerimientos de calidad.

d) Exteriores de la planta

- Depósitos para basura: Tiene que cumplir ciertos requerimientos entre los que están: capacidad adecuada para cubrir la demanda de la planta sumada a la demanda de la nueva línea de proceso, intervalos de recolección del sistema municipal acorde con la producción de desechos de la empresa, un procedimiento de limpieza para el depósito y que el diseño del depósito no permita que se multipliquen las plagas o que lo usen para esconderse.
- Exterior del edificio: Puede ser imposible prevenir que los insectos entren a la planta, por lo que una construcción y mantenimiento adecuados facilitarían el control de ingreso de plagas hacia el interior de la planta. Las puertas y ventanas tienen que estar bien ajustadas y tener pantallas que no permitan el ingreso de plagas cuando permanezcan abiertas. El techo del edificio es un lugar ideal para que se formen nidos y grupos de plagas debido a la poca atención que este recibe.

- **Interiores de la planta**

Problemas de sanitización generalmente surgen con condiciones de sobrepoblación o limitaciones de espacio porque es permitido guardar “temporalmente” materiales en las esquinas, corredores o debajo de las gradas, por lo que la limpieza en estas áreas no es regular. En cuartos calientes y durante el verano esto puede significar el principio de un problema de insectos.

Se deben adoptar ciertas medidas que no representan mayor costo y pueden ayudar considerablemente: las paredes porosas, como bloque de cemento deben ser pintadas o alisadas, reparar rajaduras tanto en piso como en paredes. Uniones, bases, drenajes, interruptores de luz, etc., deben estar perfectamente ajustados. No hay que permitir que el polvo se acumule encima de vigas, tuberías, etc.

Elevadores, bombas, motores, tableros eléctricos y el interior de las máquinas deben ser limpiados periódicamente puesto que son áreas que tiene poca luz y emanan calor, ambiente ideal para cierto tipo de plagas.

Los drenajes deben estar tapados con algún tipo de malla que permita a los afluentes circular pero que evite que algún insecto se pase del drenaje hacia la planta.

En las bodegas es necesario dejar espacio suficiente para revisar todo lo que esté guardado, así como dejar espacio entre los paquetes y la pared de por lo menos 18 pulgadas.

1.7 Equipo utilizado

El tipo, cantidad y ubicación de los equipos está determinado por los productos, tamaño de latas y cantidades de cada producto que se va a producir. Aunque es posible enlatar cantidades limitadas de la mayoría de productos sin un equipo muy tecnificado, es necesario mencionar que un equipo adecuado es esencial para una operación eficiente de la línea, y para reducir costos.

Al revisar los catálogos de los proveedores de maquinaria se podría pensar que accesorios muy elaborados son esenciales, lo cual no es enteramente cierto. La variedad de accesorios necesarios dependerá de las necesidades de producción; hay piezas necesarias para sellar latas pequeñas por ejemplo, que siendo un tamaño no muy común, no son parte del equipo que seguramente se está pensando comprar. Hay otras piezas que serían necesarias para reducir el número de trabajadores sin alterar ningún paso del proceso.

Hay ciertas cualidades que debiera tener cada máquina la cuales son las siguientes:

- Que desempeñe las tareas para las que fue diseñada.
- Que tenga un diseño simple y construcción robusta para que aguante el trato industrial y sean mínimas las reparaciones que necesite.
- Que su operación y mantenimiento sean lo más económico posible, es decir que el trabajo se haga lo más limpio posible y que sea fácil de limpiar;
- Que tenga respaldo de repuestos y servicio.

Como toda maquinaria, la de enlatado fue diseñada para cierta capacidad y el extralimitar su funcionamiento causará serios problemas en su desempeño así como fallas mayores que a la larga provocarán paros no programados y el paro de la producción.

Un equipo para esta línea piloto que se tiene planificado produzca en un inicio 6,000 latas por día de los tres tamaños más comunes, teniendo en cuenta un crecimiento futuro, debiera contar con el siguiente equipo mínimo (Tabla I).

Se deben de tomar ciertas consideraciones con los materiales con que están hechos los equipos que se van a utilizar: Partes hechas de hierro fundido no deben tener contacto con el producto. El hierro galvanizado tampoco es aceptable porque tiende a corroerse lo que sería un grave problema a la hora de tener contacto con el producto. Aunque hay una serie de aleaciones que son permisibles, cobre y níquel por ejemplo, el material más recomendable para esta aplicación es el acero inoxidable, siendo el No. 316 más resistente a la corrosión que el No. 304.

El aluminio es un buen conductor de calor pero es fácilmente corroído por alcalinos comúnmente usados en la limpieza. Piezas de cobre, latón o bronce no son recomendables. Si fueran usadas, deben ser expuestas a una limpieza profunda y minuciosa, dado que el cobre se corroe con el simple contacto con el aire, la capa de cobre soluble que queda en la superficie de la pieza seguramente entrará en contacto con el producto. Esto es un problema, tanto desde el punto de vista de la salud del consumidor, como de estándares de calidad del producto.

Tabla I. **Equipo mínimo de una línea**

Cantidad	Equipo
1	Banda transportadora
3	Básculas para pesaje de condimentos
1	Túnel de vapor
2	Marmitas de cocimiento de salsas
2	Cerradoras mecánicas de latas
1	Lavadora de latas
2	Autoclaves con capacidad para dos canastas
2	Graficadores/controladores de temperatura
8	Canastas metálicas
1	Tanque para enfriado de latas con capacidad para dos canastas
1	Polipasto de 15 hp.
1	Secador de latas
1	Banda para codificación de latas
1	Codificadora de latas
1	Etiquetadora de latas

Aunque el vidrio es una muy buena opción se debe de tomar en cuenta que no debe usarse en situaciones en las que pueda quebrarse. En resumen, el acero inoxidable es lo más recomendable aunque tiene una gran desventaja en referencia a los otros materiales que aquí se mencionan, su elevado precio.

El equipo debiera estar construido con vueltas redondeadas puesto que es más fácil de limpiar. Si no se limpian apropiadamente puede ser una fuente de microorganismos de alimentos en descomposición que pueden llegar a contaminar el producto. Igualmente, no debieran existir tuberías sin salida y éstas deben ser unidas con anclajes sanitarios puesto que son fáciles de desarmar y limpiar.

Para la limpieza del equipo se recomienda bombas de agua a presión que rocíen una solución de agua y desengrasante. La temperatura del agua debiera estar a no más de 60°C, puesto que temperaturas más altas causan una coagulación de las proteínas que luego se deposita en las superficies de la maquinaria formándose una especie de sarro.

El material de los empaques de las tuberías deberá ser determinado por el tipo de producto y la temperatura a la que van a estar sometidos. Deben ser no-porosos, no-absorbentes y no-tóxicos. No se deben usar empaques que contengan plomo o zinc. Los más comunes y recomendables son los de neopreno, Buta N o teflón.

Las tuberías, acoples y conexiones deben ser de un diámetro lo suficientemente amplio para que su limpieza sea más simple. Las superficies interiores deben ser lisas y libres de astillas y rajaduras, la costura no deberá estar expuesta.

El diseño de las líneas de tuberías deberá ser un sistema cerrado que permita la recirculación del agua con detergente a la hora de la limpieza. Vueltas muy cerradas deben ser evitadas así como tuberías con tope.

Para las bombas se recomienda un impulsor de acero inoxidable y será necesario tener un fácil acceso al mismo para una limpieza continua. Se debe conectar a las tuberías de succión y descarga con acoples sanitarios. Las bombas deben ser calculadas para imprimir una velocidad no menor a 1.5 m/s en la tubería más larga. Generalmente las bombas sanitarias tienen una superficie completamente lisa lo que permite una fácil limpieza de la misma.

Se deben instalar los controladores y graficadores de temperatura en un lugar donde sean fáciles de leer y estén libres de calor y vibraciones. Es importante no doblar la sonda del bulbo de temperatura para evitar que éste pierda continuidad y nos de una lectura errónea. Asimismo la manguera de aire comprimido que manda la señal del graficador a la válvula de control de paso de vapor, debe estar libre de dobleces que pudieran variar la presión que debe llegar a la válvula.

Las plumas de los graficadores deben estar correctamente calibrados para que la lectura de tiempo y temperatura en la gráfica sea lo más real posible. Es permisible tener una variación de no más de 3 grados centígrados en entre la gráfica y el *setting* siempre y cuando, la temperatura interior del autoclave sea mayor a la del *setting*. En caso contrario se deberá reparar inmediatamente.

La pluma del graficador está conectada directamente al bulbo de temperatura instalado en el autoclave, pero será necesario calibrarlo con el termómetro de mercurio instalado también en el autoclave ya que estos debieran proporcionar una lectura más acertada.

El más grande problema asociado a controladores neumáticos es la falta de suministro de aire limpio y seco a una presión constante. Humedad, aceite, corrosión o partículas extrañas que son acarreadas en el sistema neumático eventualmente causarán algún problema. Los controladores neumáticos que trabajan con aire limpio necesitarán muy poco mantenimiento.

Si es posible, se debiera proveer un sistema separado de abastecimiento para la operación de instrumentos. Se debe tomar en cuenta que un compresor sub-dimensionado está más propenso a soltar aceite en la descarga. El sistema debiera proveer como mínimo 1 pie³/min. de aire por instrumento. Si no fuera factible otro compresor se debe instalar una línea independiente para los controladores. Se debe instalar un sistema de filtrado de aire que pueda retener la mayoría de humedad, suciedad y aceite.

La tubería de la línea principal debiera de ser como mínimo de ½ pulgada de material resistente a la corrosión. No se debe usar tubería de hierro negro. Se estima que el 80% de los problemas en sistemas neumáticos son causados por aire sucio.

Lo más recomendable es instalar un secador de aire en la salida del tanque de acumulación instalado en la descarga del compresor. El secador lo que hace es enfriar el aire por debajo de la temperatura de condensación del agua, por lo tanto el agua contenida en el aire se condensa y drena en el equipo y el aire que se suministra a la tubería principal va completamente seco.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y CAPACIDADES ACTUALES

2.1 Descripción de la empresa

La empresa, que en este trabajo se nombrará como “La empresa”, tiene 26 años de experiencia en el mercado de los embutidos. Está posicionada en el mercado nacional e internacional como una de las empresas más fuertes del país en la producción de embutidos, lo que le da la ventaja de poder ampliar sus operaciones amparado por un nombre ya posicionado en la mente del consumidor.

Cuenta con un estricto programa de control de calidad, así como una filosofía de calidad total en el resto de sus departamentos, lo que garantiza un producto final de la más alta calidad en el mercado.

Debido a la inminente apertura de mercados, “La empresa” apuesta por ampliar sus operaciones en un mercado que conoce y domina, pero con un producto totalmente nuevo para ellos, se conoce el mercado de producción y distribución de alimentos pero no se conoce proceso, producción y manejo del área de enlatado.

Tomando en cuenta sus fortalezas, que básicamente se pueden resumir en capital, marca, recurso humano, conociendo sus debilidades y falta de conocimiento del producto principalmente, se tomó la decisión de aceptar el proyecto y autorizar una inversión de quinientos mil quetzales para el desarrollo de la línea piloto que sea capaz de producir el volumen con el que se quiere tener participación inicial en el mercado y permitir un crecimiento moderado.

Si el crecimiento fuera mayor de lo esperado se tiene planeado justificar una planta de enlatado que se considerará como independiente de la planta de embutidos.

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto es el diseño, montaje y elaboración de un plan de mantenimiento de una línea piloto de enlatado, basada en las capacidades físicas y económicas actuales de la empresa.

Se montará en un cuarto de la planta que por el momento sirve de cámara de enfriamiento (véase anexo 1), lo que permitirá utilizar los recursos existentes con una inversión mínima.

Entre los recursos existentes tenemos los siguientes: vapor, que será provisto por la caldera de 125 hp que existe actualmente y trabaja a un 70 % de su capacidad, se tiene un compresor de 30 hp que nos proporcionará el aire comprimido, la red de agua pura es un sistema cerrado que cubre toda la planta por lo que se puede ramificar desde cualquier punto y los sistemas de iluminación y drenajes que ya existen..

Para no sacrificar espacio es necesario trasladar la cámara de enfriamiento en proceso (cámara 5) hacia un anexo, que se deberá construir, de la misma capacidad en la cámara de producto terminado (véase anexo 1).

Debido a que es una cámara fría aislada se necesitará trabajar en ella para remover el aislamiento y hacer las instalaciones necesarias para la maquinaria que se va a instalar (Tabla I).

El proyecto deberá incluir un plan detallado de mantenimiento preventivo que permita el funcionamiento continuo de la línea. Para lograr esto es necesario basarlo en las sugerencias de mantenimiento del proveedor, la experiencia que se tiene del mantenimiento del resto de la planta e insertarlo en dicho mantenimiento para que su calendarización no se traslape con las demás tareas.

Las instalaciones se harán con base a los requerimientos técnicos de la maquinaria solicitados con anticipación a los proveedores de la misma. Es importante hacer notar que se necesitó de un estudio previo de requerimientos para asegurar que las capacidades actuales puedan cubrir la demanda de esta nueva línea sin afectar el funcionamiento de la planta.

2.3 Agua

El agua es una de las principales fuentes de operación del proceso. Se usa como ingrediente del producto, como fuente de calor cuando cambiado su estado a vapor saturado y para la limpieza y sanitización de los equipos. Debido a que entra directamente en contacto con el producto, es de suma importancia que el agua suministrada sea de buena calidad.

El agua proviene de un pozo propio y se extrae por medio de una bomba multietapas sumergible de 140 galones por minuto y 40 hp acoplada a un motor de 50 hp, lo que permite una holgura en el trabajo del motor para que no trabaje muy forzado, esto es importante si tomamos en cuenta que la bomba está a 192 metros por debajo del nivel del suelo y sacarla para darle servicio no es una tarea fácil ni barata.

Debido a que el proceso de sacar la bomba y meter la nueva nos lleva aproximadamente 40 horas, es más adecuado esperar que la bomba se arruine para sacarla y cambiarla por otra. Para tener una idea del estado de la bomba es recomendable llevar un control de amperajes de la misma tomados en el lugar más cercano a la bomba posible, una falla se producirá cuando el amperaje empieza a subir alejándose del amperaje nominal de consumo del equipo.

Al instalar la bomba se debe hacer un aforo de la misma para corroborar que el galonaje por minuto concuerde con el nominal. Este aforo debiera hacerse cada 6 meses para comprobar que la eficiencia del equipo no decrezca y que el nivel del manto freático no esté llegando a su nivel inferior.

Un dato importante a la hora de la instalación de la bomba nueva es la unión de los cables eléctricos a la tubería del agua; generalmente se hace por medio de cinta de aislar. Si éste fuera el caso, se recomienda usar la mejor calidad de cinta pues cuando esta se despega, generalmente los pedazos bloquean la succión de la bomba provocando que ésta trabaje forzada averiando el motor o que el menor flujo de agua no permita el adecuado enfriamiento de la misma, lo que seguramente llevará a una falla irreparable en la bomba.

La bomba alimenta un tanque de acumulación de agua con una capacidad de 54 mts³ lo que equivale a 14,265 galones. La bomba sumergible está en capacidad de llenar el tanque en 98 minutos.

Del tanque se saca el agua hacia la red de agua principal de la planta con una bomba de 5 hp y 80 gpm, que está 10 mts. Por debajo, por lo que es necesaria una bomba con un mínimo de 15 mts. De altura dinámica de diseño.

El sistema eléctrico de la bomba está gobernado por dos sensores de nivel de agua instalados en el tanque. El sensor de bajo nivel apagará la bomba evitando que ésta trabaje en vacío y el sensor de alto nivel la prenderá nuevamente. En la unión de 90° que une el tubo del tanque con la succión de la bomba se debe colocar una tee que permita cebar la bomba para evitar que arranque en vacío y que no levante presión por causa del aire acumulado en la tubería.

En la sección horizontal de la tubería principal, antes que se separe el primer ramal, tiene colocados tres tanques hidroneumáticos que aumentan la presión del agua en la línea. Están colocados en una tubería perpendicular acoplada a la principal por una tee que finaliza en el tercer tanque.

Los primeros dos tanques, o sea, los que están más cerca de la tubería principal sirven para aumentar la presión de la misma y el tercero sirve como control de presión. Tiene un presostato que enciende y apaga la bomba de alimentación para mantener la presión de la línea en un intervalo entre 30 y 60 psi.

Los tanques hidroneumáticos son unos depósitos de acero inoxidable presurizados con aire. El sistema más común es el que tiene una vejiga en su interior, el aire a presión se acumula entre la superficie interior del tanque y la superficie exterior de la vejiga. Cuando ingresa el agua comprime el aire con el que se ha presurizado el tanque, en este momento el conmutador a presión del tanque se libera y el aire fuerza a que el agua salga del tanque imprimiéndole al agua una presión mayor de la que entró.

La presión de aire con la que se deben precargar los tanques depende del caudal de agua que se tenga en la línea: de 20 a 40 psi se debe precargar con 18 psi de aire, de 30 a 50 con 28 y de 40 a 60 con 38. Debido a que la bomba nos da entre 30 y 60 psi de presión de agua, se deben precargar los tanques con 38 psi de aire.

Seguidamente, la red principal se separa en dos fases: la primera alimenta la caldera y la segunda alimenta la tubería principal de la planta, la cual es un circuito cerrado lo que permite mantener una presión uniforme en toda su extensión.

La razón de separar el agua de alimentación de la caldera es que el agua de la planta necesita ser clorada para su purificación y no es aconsejable meter agua con cloro a la caldera, por lo que la bomba de clorinación está instalada después del ramal de la caldera.

Dentro de la planta solo debe usarse agua potable. El agua potable, por definición, no contiene bacterias capaces de causar enfermedades intestinales y debe estar libre de olor y sabor. El medio más práctico que se conoce actualmente para asegurar la pureza y bajo contenido de bacteriológico del agua es la clorinación de la misma. Es necesario aclarar que la clorinación del agua de la planta no sustituye la limpieza y sanitización del equipo, aunque sí reducirá el tiempo necesario para estos procedimientos.

Está demostrado que la clorinación del agua de planta no tiene efectos residuales de color y olor en el producto terminado, siempre y cuando no exceda las 5 p.p.m. (partes por millón). Un nivel razonable debiera estar entre 0.5 y 1.5 p.p.m. de cloro residual en el punto más alejado del punto de la bomba de cloro.

El método más común de clorinación de agua es por medio de solución Hipoclorito de Calcio. Esto es debido a que el equipo es de bajo costo y tiene un buen desempeño. La solución es de 1:4 de hipoclorito de calcio con agua la cual se inyecta a la línea por medio de una bomba de diafragma.

Se deben tener ciertas precauciones a la hora de clorar el agua: el exceso de cloro libre puede contribuir a la corrosión del equipo y el agua clorada se debe mantener fuera de contacto con materiales fenólicos puesto que las fibras absorberán el olor.

Durante el período en que la lata es enfriada después del proceso está susceptible al ingreso de bacterias aún cuando el sellado sea normal. En un proceso efectivo de enfriamiento, la presión interna de la lata es disipada formándose un vacío parcial antes que la lata sea retirada del depósito de enfriamiento.

En este punto los sellos de la lata pueden admitir la entrada de cierta cantidad de agua de enfriamiento, la cantidad es muy pequeña así que no tendrá efecto sobre el vacío de la lata pero la cantidad de bacterias admitidas pueden acelerar el deterioro del producto.

El grado de deterioro del producto es proporcional al grado de deterioro del agua de enfriamiento, por lo que es indispensable un control adecuado de la misma.

2.4 Vapor

Existen tres formas en las que podemos encontrar al vapor, dependiendo de la cantidad de calor y humedad que contenga. Primeramente, vapor seco saturado, que es vapor formado cuando el agua se vaporiza y no contiene gotas de agua o sobrecalentamiento, si fue totalmente enfriado, parte de la humedad libre se condensaría y se fuera calentado completamente, la temperatura se incrementaría produciendo un vapor sobrecalentado a la misma presión. Una libra en peso de vapor saturado a presión atmosférica ocupa 26.79 pies cúbicos y su calor latente de vaporización es 970.4 BTU.

El vapor húmedo es una mezcla de vapor seco saturado y agua. El agua se encuentra a la misma temperatura del vapor con el que está mezclada. El agua puede estar en cualquier forma pero generalmente se encuentra en gotas o pliegues. El vapor saturado, si se enfría ligeramente, se convertirá en vapor húmedo; por ejemplo, el vapor que se conduce por medio de una tubería pierde calor en el recorrido, condensándose cierta parte, el vapor que se condensa se convierte en humedad. Este es el tipo de vapor que se encuentra normalmente en una planta de producción.

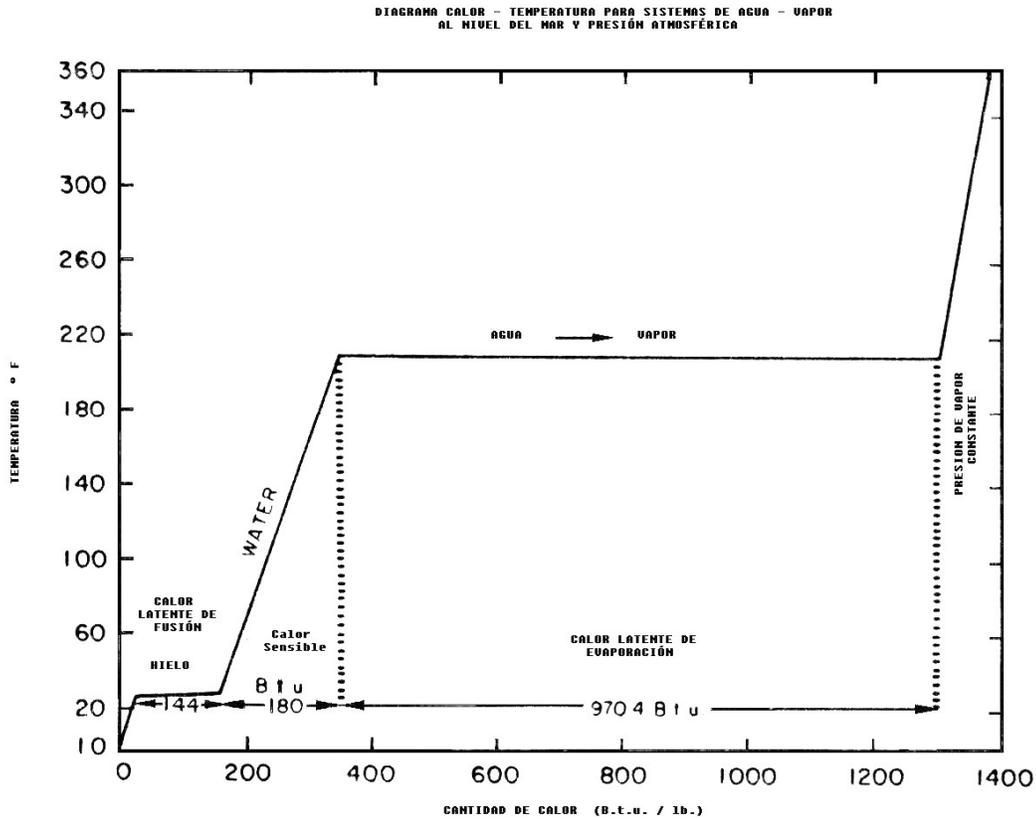
La calidad del vapor húmedo es el peso del vapor seco saturado dentro del vapor húmedo expresada en porcentaje de peso del vapor húmedo. Si el vapor húmedo tiene una calidad del 95 por ciento, la mezcla está compuesta por 95 por ciento de cada libra de vapor seco saturado y 5 por cientos está en forma de gotas de agua. El calor total del vapor húmedo a una presión dada es menor a la del vapor seco saturado. Esto es porque la temperatura del vapor es mayor a la del agua.

Si una libra de vapor seco saturado se condensa a presión atmosférica, nos dará 970.4 BTU, pero si el vapor es de solamente 95 por ciento de calidad, nos dará $0.95 \times 970.4 = 921.8$ BTU dado que el 5 por ciento del vapor ya está en estado líquido.

El vapor sobrecalentado es vapor saturado que ha sido calentado a presión constante por lo que su temperatura es mayor que la del vapor saturado a la misma presión. La temperatura depende de la cantidad de calor que ha sido agregado. Si el vapor sobrecalentado cede calor, su temperatura descenderá hasta la temperatura del vapor saturado a la misma presión antes de que se empieza a condensar. Si se remueve más calor, el vapor se condensará a la misma presión. El vapor sobrecalentado se obtiene por medio de un intercambiador de calor especial colocado en la caldera o reduciendo la presión del vapor a alta presión por medio de una válvula estranguladora.

El vapor es el medio principal de transferencia de calor para la preparación y esterilización de alimentos enlatados. Por esta razón, es importante un suministro adecuado de vapor en el momento que se necesite.

Figura 4. Diagrama calor – temperatura para sistemas de agua – vapor



- **Propiedades del suministro de vapor**

En general, una presión de línea de 100 a 125 psi es adecuada para la mayoría de operaciones, si el equipo fue bien dimensionado y la línea de vapor es consistente con las necesidades de suministro. Cualquier intento de operar debajo de estas consideraciones redundará en una operación ineficiente y el desgaste innecesario del equipo. El proceso de autoclaveado es particularmente vulnerable dado que es prácticamente imposible completar un adecuado venteo a presiones menores de 70 psi.

El vapor saturado “puro”, que es, vapor libre de aire u otros gases no condensables, materiales volátiles condensables que no sean vapor, exceso de condensado o sustancias volátiles de la caldera, es necesario para asegurar una correcta operación de autoclaveado, la contaminación de los productos o corrosión de la lata.

- **Producción de vapor**

La capacidad de la caldera o del generador de vapor están dados, generalmente, en términos de su caballaje. Este valor se define en términos de la capacidad de la unidad de transformar aproximadamente 34 lb. de agua a 212 °F en vapor a 212 °F. La forma más adecuada de calcular la caldera que necesitamos es por medio de la cantidad de libras de vapor por hora que necesitamos que genere.

Hay dos tipo de calderas: pirotubulares y aquatubulares. Por ser requerimientos relativamente pequeños de vapor nos vamos a centrar en las pirotubulares. Estas son operadas a presiones relativamente bajas, generalmente, no por encima de las 150 psi. Tienen la gran ventaja de su capacidad de almacenamiento de agua por lo que demandas pico de vapor en el área de producción son cubiertas con una variación mínima en la presión de la línea. Estas calderas están capacitadas para operar por encima de su capacidad, lo que muchas veces resulta en subdimensionamiento de equipo, dado que este factor se toma en cuenta a la hora de calcular el equipo, sin tomar en cuenta la pérdida de eficiencia al trabajarla de esta manera.

El combustible es un factor muy importante a la hora de seleccionar un equipo. Esta, generalmente, es una decisión de costos. En términos puramente económicos, el búnker No. 6 debiera ser la primera opción, es el combustible más barato, aunque cabe mencionar que también es el menos refinado. El gas es preferible, si los costos lo permiten, pues su operación es más limpia y es más fácil de almacenar.

- **Demanda de consumo**

Para determinar la capacidad necesaria de la caldera, se debe considerar, principalmente, las demandas pico y su frecuencia diaria. Es necesario que la caldera pueda absorber estos picos sin disminuir considerablemente su capacidad puesto que esto afectaría a las demás líneas de proceso.

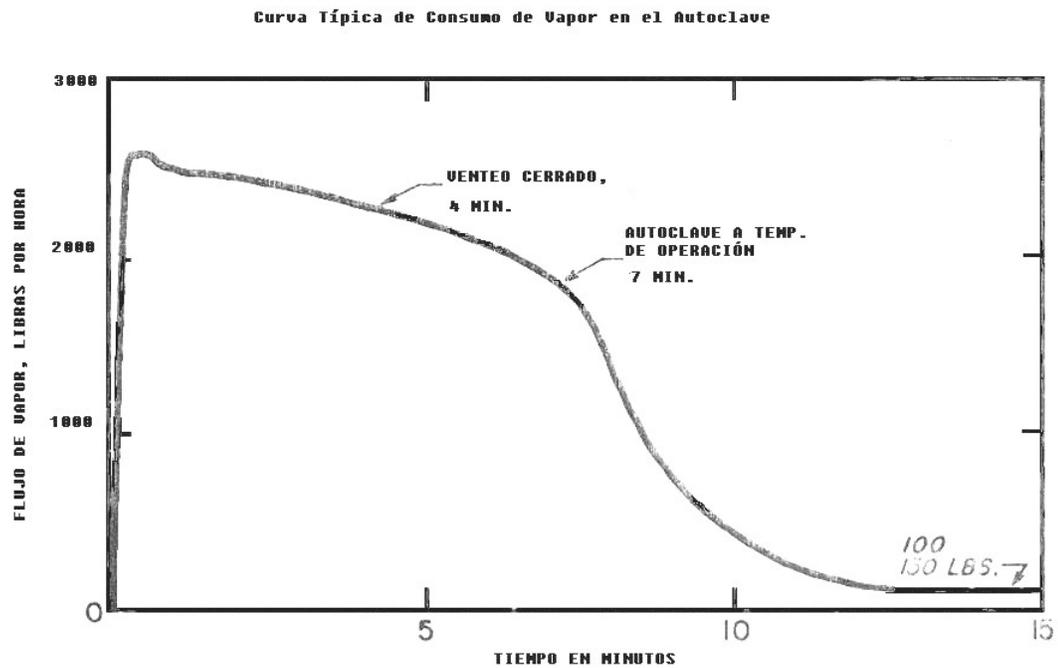
La instalación de trampas de vapor en la línea es muy importante y ayuda considerablemente a la caldera puesto que elimina el agua condensada en la línea lo que permite la utilización de todo el calor potencial del vapor.

La diferencia más grande entre la demanda de operación y la demanda de pico se da en las autoclaves. La demanda pico ocurre durante el período de venteo cuando el aire está siendo expulsado del autoclave. En este momento el pico varía entre 2,500 y 6,000 libras por hora, dependiendo del tamaño de la tubería de suministro de vapor. En tuberías de 1 pulgada el pico llegará a 2,500 lbs/hr y en tuberías de 2 pulgadas llegará a 6,000 lbs/hr. Entre un cuarto y la mitad del total del vapor necesario por carga es usado durante el período de venteo.

La demanda pico desciende rápidamente a su demanda de operación que varía entre 100 a 150 libras por hora después que se ha cerrado la válvula de venteo.

En este caso, donde se tienen dos autoclaves, en procesos de 60 minutos, variará entre 200 y 250 lbs de vapor. Cuando se tiene mas de un autoclave es importante programar la producción en un modo que las demandas pico de las autoclaves no ocurran al mismo tiempo.

Figura 5. Curva típica de consumo de vapor en el autoclave



- **Mantenimiento de la caldera**

Una caldera con un mantenimiento adecuado se dice que está “limpia” y “ajustada”. Limpia es una condición donde la superficie metálica del lado de agua de la caldera está libre de incrustaciones y corrosión y el lado de fuego está libre de hollín y depósitos de ceniza. Ajustada indica que está libre de fugas de agua, vapor y aire. Si la caldera opera bajo estas condiciones nos garantiza una mejor transferencia de calor y por lo tanto, un funcionamiento más eficiente. Para mantener una caldera bajo estas condiciones, es necesario analizar el agua de alimentación, el condensado de vapor y darle un mantenimiento adecuado.

- **Calidad del agua**

El agua adecuada para la caldera debe estar libre de impurezas que causen daños a la caldera misma. Hay una variedad de análisis que se puede hacer para determinar la calidad del agua: pH, acidez, alcalinidad, olor, color, sólidos totales, sólidos disueltos, gases disueltos, dureza y contenido de cloro.

El pH representa la intensidad de la acidez o alcalinidad del agua. Un pH de 7.5 a 9.5 para el agua de alimentación y 10.2 a 11.5 para el agua de la caldera es considerado bueno. Si el pH del agua de alimentación está fuera de estos límites, puede provocar corrosión en el material. Esto se puede controlar añadiendo ciertos químicos al agua.

El agua de la caldera por debajo de un pH de 8.5 se considera ácida. La acidez disuelve el dióxido de carbono, lo que generalmente causa corrosión en las calderas.

- **Alcalinidad**

La alcalinidad es la medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Se determina mezclando una muestra de agua con una solución de ácido sulfúrico. El agua con una alcalinidad baja provocará corrosión en el metal volviéndolo más delgado y reduciendo su vida útil y volviendo más peligrosa su operación debido a la fatiga del material. Por otra parte, una alta alcalinidad provocará grietas en uniones, soldaduras y juntas por lo que es muy importante mantener el nivel adecuado.

El agua no debiera tener olor o color. El olor es el resultado de contaminación en el agua y el color es el exceso de sólidos en el agua. El exceso de sólidos se puede prevenir mediante la purga.

Los sólidos totales incluyen los disueltos y los no disueltos. Los sólidos no disueltos, o materia en suspensión, no se toma en cuenta por ser cantidades muy pequeñas. Por otro lado, el análisis de sólidos disueltos es muy importante. Se puede determinar tomando una muestra y dejando evaporar el agua o por medio de una medida de conductividad. El rango normal es de 20 a 1000 mg/l, el cual se incrementa con la dureza del agua.

- **Dureza**

Esta es determinada por la cantidad de carbonato de calcio encontrado en la muestra de agua. El agua dura contiene muchas impurezas (sulfatos, cloruros y carbonatos de calcio y magnesio) que formarán capas de sarro en el metal. Debido a que la caldera está produciendo y entregando vapor constantemente la concentración de estas impurezas se incrementa.

Cuando la concentración es muy alta, las impurezas se sedimentan formando las capas de sarro en las superficies del metal. Esto afecta directamente a la transferencia de calor de los gases de combustión al agua. Una capa delgada de sarro reduce considerablemente la eficiencia de la caldera y causa recalentamiento en el lado de fuego.

- **Limpieza periódica**

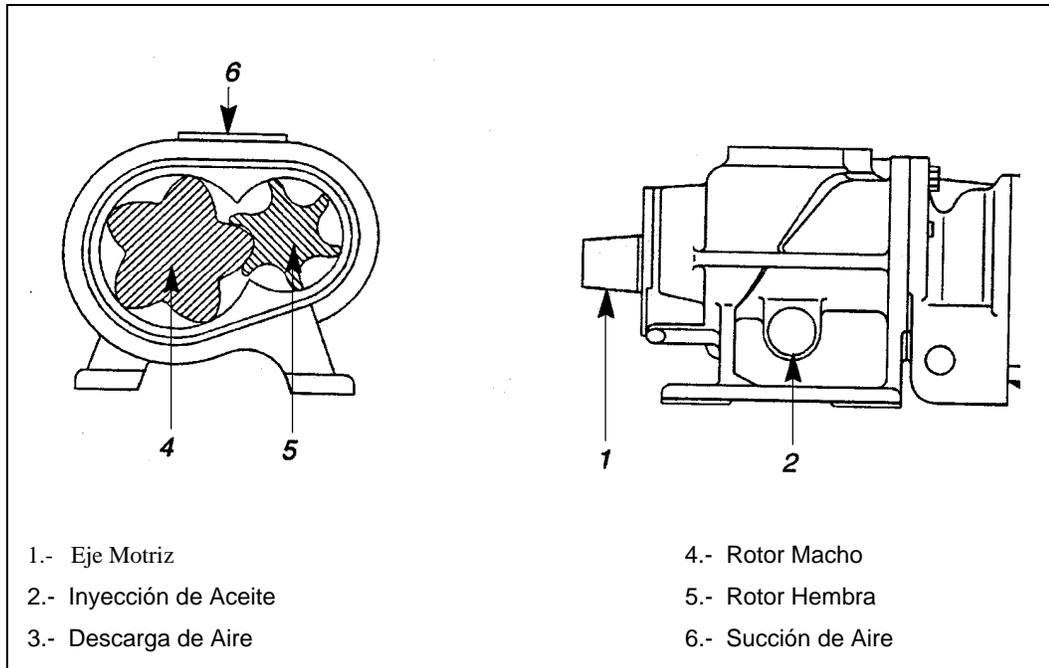
Tanto en el lado de fuego como en el de agua, es recomendable una limpieza periódica. Los tubos de fuego de las calderas pirotubulares acumulan cierta cantidad de hollín que afecta la transferencia de calor y puede llegar a tapan los tubos pues se solidifica al estar mucho tiempo expuesto a la humedad. Estos tubos se limpian con cepillos de metal que se introducen en los mismos limpiando toda la superficie interior. El lado de agua es recomendable limpiarlo con una bomba de agua a presión para remover la mayor cantidad de sarro posible de la superficie externa de los tubos.

2.5 Aire comprimido

Dos factores se tienen que tomar principalmente en cuenta para tener un suministro de aire comprimido adecuado: primero, que la demanda no exceda la capacidad del equipo y segundo que el aire comprimido sea de la mejor calidad posible.

El compresor de aire más común y eficiente es el de tornillo dado que tiene muy pocas partes móviles y es un equipo poco complejo. (véase figura 6).

Figura 6 . Compressor de aire de tornillo



Este tipo de compresor de una etapa, tiene montados dos rotos, macho y hembra, sobre rodamientos antifricción dentro de la cámara de aire. A esta cámara se le inyecta aceite para lubricación. Mientras los rotos giran el aire es succionado por la parte de arriba y es comprimido debido a que los espacios entre rotos se hacen más pequeños a medida que el aire avanza. El aceite que se inyecta absorbe el calor generado por la compresión, previene el contacto metal-metal entre los rotos, crea una capa que previene el contacto entre los rotos y la carcasa y lubrica los rodamientos. La mezcla de aire comprimido y aceite abandona el compresor por el punto de descarga.

Este equipo debe estar en capacidad de proporcionar 100 psi en la totalidad de la línea con una variación no mayor a +/- 5 psi. Esto requiere que el equipo esté trabajando a por lo menos 115 psi y que se instale un tanque de acumulación en la descarga del compresor.

Este tanque debe acumular suficiente aire para cubrir las demandas pico de la planta puesto que el compresor no puede hacerlo. Al presentarse una demanda pico se consumirá el aire del tanque y el compresor seguirá trabajando normalmente. El tanque debe llevar una válvula termodinámica que descargue el exceso de agua que se condense dentro del mismo.

Para mejorar la calidad del aire es necesario colocar un secador de aire en la descarga del tanque. El equipo recibe aire comprimido levemente caliente saturado de humedad. El aire es removido casi en su totalidad mediante el enfriamiento del aire. Mientras el aire se enfría, la humedad se condensa y el líquido se separa del aire antes de salir del equipo.

Esto se logra en dos etapas:

- 1.- El aire comprimido caliente saturado entra en el secador y es preenfriado en un intercambiador de calor aire-aire. El aire que absorbe este calor es usado nuevamente para recalentar el aire antes que salga del equipo.
- 2.- El aire preenfriado entra al evaporador (intercambiador de calor aire-refrigerante) donde se enfría a aproximadamente 2 °C.

La humedad que se condensa se acumula en un separador de humedad. Este separador también acumulará la mayor parte de partículas de suciedad que puedan ir en el aire. El agua acumulada es drenada fuera del equipo. El aire luego se recalienta para evitar condensación en las tuberías y sistemas de control al calentarse el aire frío.

Si estos equipos están operando en perfectas condiciones debiera ser suficiente para garantizar la calidad del aire comprimido en cualquier punto de la línea. Si la línea fuera muy extensa será necesario colocar más secadores.

Si se tiene sistemas de control muy sensibles es recomendable instalar unidades de mantenimiento en la alimentación directa del equipo. Estas unidades regulan la presión de aire y acumulan la humedad que éste pueda llevar.

2.6 Electricidad

Los requerimientos eléctricos se limitan a las conexiones de los motores de las bandas y túnel, la bomba de recirculación de lavado de latas, la codificadora y la etiquetadora. La iluminación del ambiente ya existe y el proyecto no exige ninguna modificación.

Se cuenta con una sub-estación eléctrica de 500 KVA que está ocupada en un 60%, por lo que la demanda que se tiene está cubierta, según Tabla II.

Tabla II. **Demanda cubierta por la sub-estación.**

EQUIPO	CAPACIDAD	CONSUMO ELÉCTRICO (arranque)
Motor Banda # 1	½ HP	10 amp
Motor Banda # 2	½ HP	10 amp
Motor Túnel	½ HP	10 amp
Bomba de Recirculación	3 HP	17 amp
Codificadora	No Aplica	6 amp
Etiquetadora	No Aplica	8 amp
CONSUMO TOTAL		61 amp

2.7 Espacio físico

El espacio físico es, sin duda, la mayor limitante dado que todos los ambientes de la planta están ocupados. Se decidió utilizar un ambiente de 6.40 x 6.40 mts. que actualmente es una cámara refrigerada, identificada como cámara 5 en el anexo 1 así como el espacio libre que se encuentre en la cocina (anexo 1). Se hará una sección en la cámara 3 (anexo 1) que cumpla el propósito de la cámara 5 dado que ambas se mantienen a la misma temperatura.

El cuarto tiene un recubrimiento de duroport de 4", por lo que habrá que removerlo para ganar espacio aprovechando que el proceso de enlatado no necesita refrigeración por lo que el aislamiento ya no es necesario.

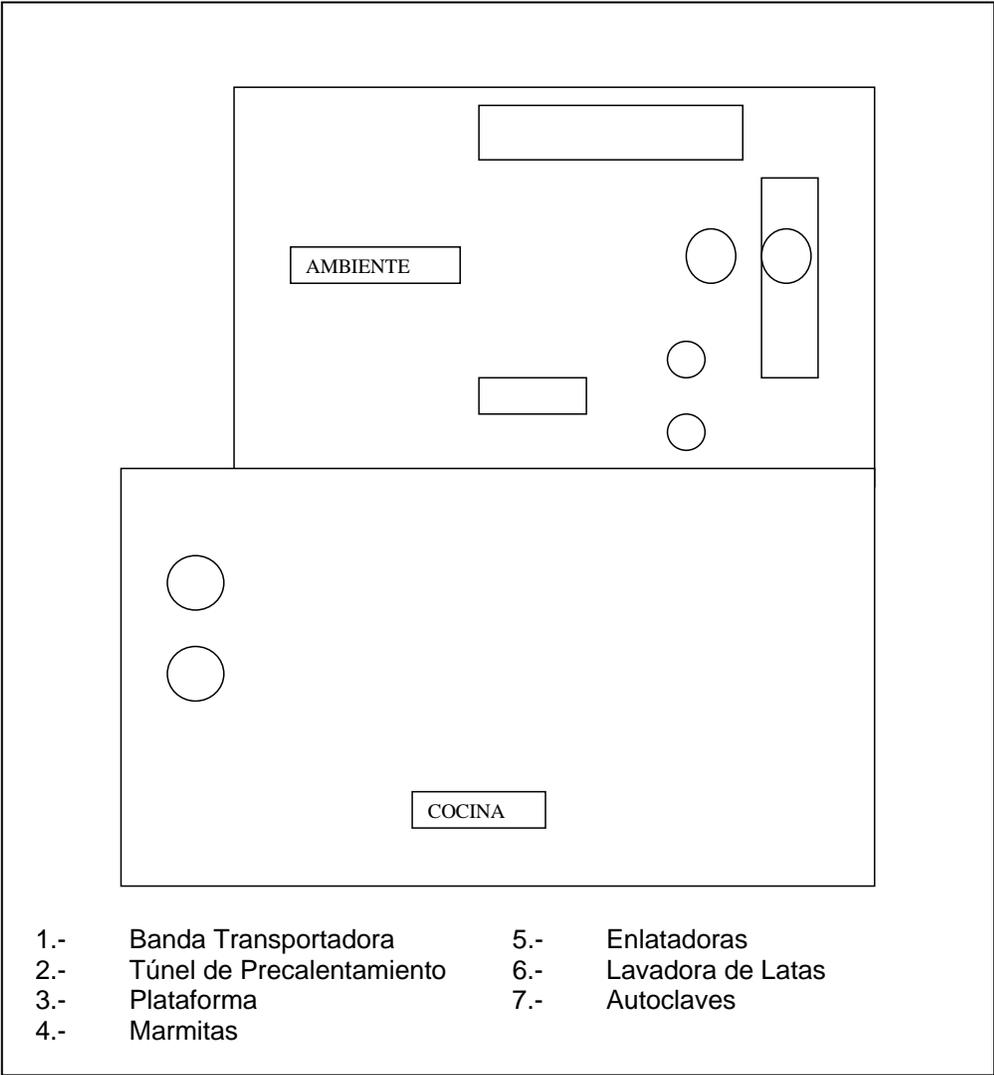
Es necesario tener comunicación entre el ambiente y la cocina, por lo que se abrirá un baño de 2 x 2 mts. que permita el libre tránsito de personas, canastas, materia prima, etc..

Otro inconveniente es que las latas vacías ocupan una considerable cantidad de espacio, por lo que se decidió hacer una ampliación a la bodega (anexo 1) para almacenarlas ahí. Se construirá un anexo de 2 x 4 x 9 mts. lo que nos da 72 mts³ de espacio de almacenaje extra, con lo cual cubrimos holgadamente esta necesidad.

La materia prima que necesite refrigeración se mantendrá en la cámara 1 que opera en un rango de temperatura de -20 a -30°C y está ocupada a $\frac{3}{4}$ de su capacidad.

Dado que el espacio con el que se cuenta es poco, es necesario aprovecharlo de la mejor manera, por lo tanto, las marmitas se pondrán en una plataforma por encima del túnel de precalentamiento (Figura 7). Lo que también nos permite concentrar los equipos que expiran vapor para facilitar su extracción. Los equipos quedarían posicionados de acuerdo a la figura 7.

Figura 7 . **Posicionamiento de los equipos**



2.8 Sistema de evacuación de afluentes

Las instalaciones cuentan con un sistema de drenajes en línea que desembocan en la misma fosa lo que permite un tratamiento adecuado antes de que el afluente llegue al drenaje municipal.

Se calcula que el proceso de enlatado descartará no más de 150 galones por hora, que provienen casi exclusivamente de la limpieza en proceso que se lleve a cabo, dado que es un proceso seco.

El cálculo se obtiene de dos mangueras que descartan 5 gal/min y según pruebas estarán funcionando 15 minutos por cada hora de proceso.

La capacidad del drenaje es de 360 gal/min por lo que se tiene la certeza que no colapsará es sistema.

Las cajas de unión de los drenajes cuentan con unas canastas hechas de lámina con agujeros de 1/8", lo que permite retener los sólidos mayores de este diámetro evitando que lleguen a la fosa. La materia prima sólida con la que se trabaja son cubos de 1 cm. aproximadamente por lo que se garantiza que se recogerá el 100 % de los que se vaya al drenaje.

2.9 Ventilación

En el área de cocina existen dos extractores de 3,000 CFMs y el volumen del cuarto es de 12,800 p³ , los que da un aproximado de 0.5 renovaciones de aire por minuto.

El momento crítico es cuando se abren las autoclaves y se desplaza el vapor que está adentro, estos equipos tienen una capacidad de 1 m³ por lo que se esperaría menos volumen de vapor dado que estará lleno de producto. Dado que el proceso es lineal estamos seguros que trabajarán desfasadas por lo que no se abrirán al mismo tiempo,

En el ambiente contiguo se instalarán dos extractores de 3,500 CFM. Siendo este ambiente de 5,000 p³, esto permitirá tener aproximadamente 1.4 renovaciones de aire por minuto. En esta área se necesitan más renovaciones dado que las marmitas y el túnel de precalentamiento tienen una producción constante de vapor. Los extractores se colocarán en la pared contigua al túnel y marmitas (figura 7) lo que permitirá una extracción más eficiente dado que se tienen los equipos lo más cerca posible.

Con este sistema de extracción de aire se garantiza que el resto de los ambientes de la planta no se verán afectados por la emanación de vapor del proceso de enlatado.

2.10 Iluminación

La iluminación está calculada en toda la planta, según normas internacionales para plantas alimenticias. Dependiendo de la actividad que se realice, así será la intensidad de la iluminación. Dado que no hay puntos de control en el proceso que ameriten una intensidad extra, se iluminará como punto de trabajo.

En el ambiente de 6 x 6 que es el cuarto principal de la línea, se instalarán cuatro lámparas tipo P1000 de dos candelas de 200 watts cada una. Esto nos da un total de ocho candelas colocadas en cuatro lámparas equidistantes entre ellas y las paredes del ambiente. El cableado se hará dentro de tubería expuesta de ½” de hierro galvanizado sujeta a la pared por abrazaderas colocadas cada metro lineal o equivalente de tubería.

2.11 Capacidad monetaria y costos

Debido a que el concepto es que sea una línea piloto, la inversión debe ser lo más baja posible pues se cuenta con U\$ 60,000.00. Por lo tanto, se readecuarán equipos viejos que no se usen y los accesorios nuevos se harán en el taller de la empresa para minimizar los costos.

Es necesario comprar algunos equipos nuevos, tal es el caso de las enlatadoras, la etiquetadora, la impresora de inyección de tinta y las autoclaves.

Tabla III. **Distribución del presupuesto**

Cantidad	Equipo	Costo U\$
2	Enlatadoras Lanico V10	30,000.00
2	Autoclaves de fabricación local	5,000.00
1	Impresora de inyección de tinta Bud-Jet IV	1,500.00
1	Etiquetadora Advent	500.00
1	Anexo de bodega	3,000.00
	Total	40,000.00

Como se puede observar en la tabla III, los equipos nuevos consumen el 66% del presupuesto, lo que obliga a maximizar recursos para completar el proyecto.

El trabajo de acondicionamiento de la cámara lo hará la gente del taller de Mantenimiento de Edificio por lo que los gastos se resumen a materiales y horas/hombre, gasto que se diluye en la planilla y no en la inversión.

La estructura de las marmitas se hará subcontratada en un taller especializado en estructuras de acero inoxidable, se proporciona el peso máximo y se exige un 15% de holgura en el diseño de dicha estructura. El costo es de U\$ 1,200.00.

Los dos ventiladores nuevos que se instalarán en el cuarto de enlatado tienen un costo de U\$ 400.00 cada uno.

Las instalaciones eléctricas estarán a cargo del taller eléctrico y las de vapor y aire comprimido del departamento de calderas, por lo que se gastará solo en materiales.

Se ha calculado, según varias cotizaciones, el costo de materiales en U\$ 8,000.00 lo que nos deja U\$ 10,000.00 para imprevistos y modificaciones que sean necesarias después que la línea esté en operación.

3. MONTAJE DE LA LÍNEA DE ENLATADO

3.1 Montaje de estructuras metálicas

Debido al reducido espacio se tendrá que aprovechar el espacio vertical. El espacio más apropiado para esto es el que queda encima del túnel de vapor pues en este punto no hay operación alguna. La estructura metálica debe permitir el paso del túnel y soportar las dos marmitas de cocción y dos personas por lo que se necesita un diseño especial.

Adicionalmente, se debe colocar una lámina de aluminio antideslizante de ¼” como piso y se deben poner barandas en la parte superior para evitar que la gente que estará arriba tenga algún accidente. El montaje se hará anclado al piso con pernos tipo Hilti de ½” para evitar que se mueva en ninguna dirección.

3.2 Montaje de equipos

Se presenta una descripción del montaje de cada equipo que se va a utilizar, su ubicación está diagramada en la Fig. 7.

3.2.1 Enlatadoras

Las bases de las enlatadoras tienen un diámetro de 25” con cuatro agujeros equidistantes de anclaje. Los agujeros son de ½”, por lo que se usarán pernos tipo *Hilti* para el anclaje.

La instalación eléctrica se hará aérea con conectores eléctricos tipo péndulo. La razón de este tipo de instalación es que, debido al espacio tan reducido, los cables en el suelo de una instalación normal quitarían mucho espacio mientras que si caen desde el techo están en un espacio que no se utiliza por lo que no estorban ninguna parte de la operación.

Dado que el espacio con el que se cuenta es poco, es necesario aprovecharlo de la mejor manera, por lo tanto, las marmitas se pondrán en una plataforma por encima del túnel de precalentamiento (Figura 7). Lo que también nos permite concentrar los equipos que expiran vapor para facilitar su extracción. Los equipos quedarían posicionados de acuerdo a la figura 7.

3.2.2 Banda de Precocido

La banda de precocido tiene seis apoyos con agujeros de $\frac{1}{4}$ ", por lo que se usarán pernos tipo *Hilti* del mismo diámetro.

La instalación eléctrica se llevará desde el extremo donde se encuentra el motor sobre la estructura de la banda hasta el suelo y de ahí dentro de un tubo de $\frac{1}{4}$ " hasta la pared donde subirá hasta el variador de velocidad que estará a 1.5 mts del suelo con el objeto de que pueda ser operado por cualquier persona.

3.2.3 Autoclaves

El anclaje de las autoclaves es el más crítico porque son las que tienen más peso y debido a que las canastas son introducidas con polipasto, existe la posibilidad que una mala operación del mismo las golpee y puedan caerse.

Estas autoclaves tienen cuatro patas de soporte, se les abrirán agujeros de ½” para anclarlas con pernos tipo *Hilti* de la misma medida.

La alimentación del agua y vapor se harán horizontalmente desde la pared, quedando aproximadamente 1.3 mts de tubería expuesta. La tubería de vapor se aísla con fibra de vidrio recubierta con lámina de aluminio de 1/16”. La tubería de drenaje colocada en la parte inferior se colocará en dirección del drenaje debido a que, en la mayoría de ocasiones, se drenará agua caliente.

La alimentación de aire comprimido, que está en el centro de la tapadera, se hará con manguera de ¼”. El motivo de usar manguera es permitir que la tapadera se abra y cierre sin ninguna dificultad.

3.2.4 Lavadora de latas

Debido a que la lavadora funciona con agua recirculante no es necesario alimentarle agua, el agua que se pierda será sustituida manualmente por el personal operativo.

La instalación eléctrica se hará aérea con conectores eléctricos tipo péndulo.

Debido a que es una máquina pequeña no necesita anclaje. Esto también le brinda a producción la flexibilidad para moverla un poco hacia cualquier lado, dependiendo de la holgura que permita el cable de alimentación eléctrica.

3.2.5 Etiquetadora

La etiquetadora, al igual que la lavadora de latas, no necesita anclaje. Esta máquina lleva un control de temperatura que se colocará en la pared y el cable de la sonda se llevará entubado hasta la máquina para evitar algún golpe que le haga perder su continuidad.

El cable de alimentación eléctrica se llevará paralelo al cable de la sonda hasta la máquina y de ahí se llevará por la estructura hasta el motor. El control de temperatura y de encendido estarán en el mismo lugar.

3.2.6 Fechadora

La alimentación eléctrica de esta máquina se hará con terrestre y pasará bajo la banda de fechado hasta llegar al cuerpo de la máquina.

Esta máquina es importante anclarla aunque no sea muy pesada porque su pieza más importante, el cabezal, es muy sensible y una caída seguramente lo dañaría dejándolo irreparable. Para su anclaje se utilizarán pernos tipo Hilti de ¼".

4. MANTENIMIENTO

En cualquier industria el mantenimiento juega un papel muy importante y más aun si es en la industria alimenticia, por los altos estándares internacionales que deben cumplirse para que un producto pueda ser de consumo humano.

El mantenimiento puede ser preventivo o correctivo, y debe ser realizado tanto en la maquinaria de producción como en el local destinado a la misma, incluyendo, techos, paredes, drenajes, etc.

4.1 Limpieza y sanitización

La limpieza y sanitización del equipo se hará diariamente junto con el programa de limpieza y sanitización de la planta de producción.

Los procedimientos de limpieza y sanitización que se detallan a continuación, se adjuntarán al manual de limpieza existente (véase tablas IV, V, VI y VII).

Tabla IV. **Procedimiento de limpieza y sanitización en proceso**

PROPÓSITO	Establecimiento de normas y procedimientos generales de limpieza y sanitización en proceso para evitar la contaminación cruzada.
ALCANCE	Este procedimiento se aplicará cuando se limpien y desinfecten las maquinas o equipos durante la producción, para que está se de sin riesgo de afectar la calidad del producto.
FRECUENCIA	Su frecuencia será cada vez que se tenga que lavar y desinfectar alguna máquina que se requiera como por ejemplo cuando producción cambie de producto a trabajar en la maquinaria o para evitar contaminación cruzada.
RESPONSABILIDAD	Gerente de planta Supervisor de mantenimiento Supervisor de mantenimiento y limpieza. Jefes de grupo de limpieza Operarios de limpieza
MATERIALES	Rasqueta plástica Cubeta plástica para desechos Cepillo plástico Esponja abrasiva grado azul. Cubeta plástica Solución desengrasante Solución sanitizante Agua fría y caliente

Tabla IV. **Procedimiento de limpieza y sanitización en proceso (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transporte todo el material de limpieza necesario junto a la máquina a limpiar. 2. Inspeccione que la maquinaria a limpiar se encuentre apagada y desconectada de la red eléctrica y en caso contrario proceder a apagarla. 3. Cubrir las partes eléctricas (tableros y motores) de la Maquinaria con bolsa plástica. 4. Revise que en el área no exista un producto que se pueda contaminar durante la limpieza. Si hay producto cúbralo con una bolsa plástica y retírelo del área de modo que no se contamine con jabón o agua de la limpieza. 5. Luego proceda a empezar la limpieza retirando todos los residuos cárnicos con una rasqueta y depositarlos en una cubeta de manejo de desecho. Enjuague la maquinaria y las partes internas con abundante agua templada para retirar residuos pequeños de producto y residuos grasos. Teniendo cuidado de no usar mucha presión para evitar contaminar las otras superficies de contacto del alimento de los alrededores, o producto en proceso. 6. Tenga cuidado especial al enjuagar la máquina para no contaminar otra área que se encuentre en proceso. 7. Aplique acción mecánica (restregar) sobre la máquina para retirar la mayor parte posible de la película de grasa impregnada en la maquina, utilizando una esponja azul y agua templada restregando de arriba hacia abajo. 8. Aplique la solución de desengrasante a la máquina, de abajo hacia arriba hasta formar una capa homogénea de espuma. 9. Restriegue con la esponja azul para remover la película de grasa y dejar actuar el desengrasante de 5 a 10 minutos sin dejar que se seque el mismo.
-----------------------------	---

Tabla IV. **Procedimiento de limpieza y sanitización en proceso (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 10. Enjuague con abundante agua caliente de arriba hacia abajo en la totalidad de la máquina eliminando así la solución desengrasante y la suciedad disuelta. Revise que no queden rastros de suciedad en la máquina y de existir comenzar de nuevo el proceso de limpieza en toda la máquina. 11. Proceda a secar la superficie de la máquina aplicando aire comprimido. 12. Aplique la solución sanitizante sobre la máquina y piezas desarmables 13. Retire la bolsa plástica de los tableros eléctricos. 14. Inspeccione cuidadosamente toda la máquina. 15. Sanitize los tableros eléctricos humedeciendo una esponja blanca con alcohol isopropílico restregando la superficie del tablero de arriba hacia abajo.. 16. Informe a su Jefe Inmediato de que ha concluido el proceso de limpieza. 17. Informe al jefe de grupo del área que se puede reiniciar la operación de la maquina 18. Revise que su equipo y utensilios se encuentre completo y limpio y de existir piezas desarmables, que las mismas se encuentren completas y en su lugar para poder iniciar su operación sin ningún contratiempo, antes de trasladarse a la siguiente área a limpiar.
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de preparación del desengrasante • Procedimiento de preparación del desinfectante • Procedimiento de confirmación de limpieza • Procedimiento de desinfección de equipo
<p>UBICACIÓN</p>	<p>Área interior de la planta</p>

Tabla V. **Procedimiento de limpieza de drenajes**

PRÁCTICA COMÚN	Procedimiento estándar para la limpieza de drenajes
FRECUENCIA	Su frecuencia será diaria 4 veces al día como mínimo.
PROPÓSITO	Establecimiento de normas y procedimientos generales de operación
ALCANCE	Este procedimiento tendrá un alcance efectivo sobre la limpieza de drenajes
RESPONSABILIDAD	Gerente de planta Supervisor de mantenimiento Asistente de mantenimiento Jefes de grupo de limpieza Operarios de limpieza
MATERIALES	Bolsa para basura Cepillo plástico Rasqueta plástica Pala para basura Escoba Agua fría y caliente

Tabla V. **Procedimiento de limpieza de drenajes (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transporte todo el material de limpieza necesario junto al drenaje a limpiar, recuerde que debe tener equipo solo para limpiar el drenaje. 2. Revise antes de destapar el drenaje que no haya producto en proceso o terminado o superficies que se puedan contaminar. Si es así apártelo del drenaje. 3. Retire el medio de captación de sólidos (canasta o rejilla) y ubíquelo en un lugar alejado del área de limpieza o producción comenzando por la que se encuentre más alejada, retirando rejilla por rejilla a la vez para no dejar sin protección el flujo de aguas servidas. 4. Utilizando una rasqueta plástica, proceda a retirar los sólidos atrapados de las paredes. Deposite los mismos en una bolsa para basura. 5. Utilizando el cepillo plástico, proceda a limpiar los agujeros pequeños que se encuentren obstruidos para permitir el flujo de agua. 6. Asegúrese que las tapaderas de los drenajes se encuentren debidamente colocadas para evitar cualquier accidente. 7. Deposite la basura en el carro para traslado de basura. 8. Inspeccione cuidadosamente toda el área. 9. Informe a su Jefe Inmediato de que ha concluido el proceso de limpieza. 10. Revise que su equipo y utensilios se encuentre completo y limpio para trasladarlo hacia la bodega de materiales de limpieza.
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de extracción de basura. • Procedimiento de confirmación de limpieza • Procedimiento de sanitización de equipo
<p>UBICACIÓN</p>	<p>Área de muelle y parqueo de camiones</p>

Tabla VI. **Procedimiento de Limpieza de Paredes, Techos, Columnas y Cables**

PRÁCTICA COMÚN	Procedimiento estándar para limpieza de paredes, techos, columnas y cables.
FRECUENCIA	Establecimiento de normas y procedimientos generales de operación
PROPÓSITO	Su frecuencia será semanal.
ALCANCE	Este procedimiento tiene alcance sobre las paredes, techos, columnas y cables de la planta.
RESPONSABILIDAD	Gerente de planta Supervisor de mantenimiento Asistente de mantenimiento Jefes de grupo de limpieza Operarios de limpieza
MATERIALES	Escobón pequeño Cepillo plástico Paleta porta esponjas Esponja grado azul Secador de piso Escalera grande Bomba de alta presión Solución desengrasante

Tabla VI. **Procedimiento de limpieza de paredes, techos, columnas y cables (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deberá retirarse cualquier obstáculo que impida la adecuada limpieza del área 2. Se realizará la limpieza de techos antes de realizar la limpieza de la maquinaria 3. Eliminar residuos sólidos de las paredes y techos y depositarlos en el bote de desechos 4. Mojar la superficie a lavar para desprender la suciedad 5. Aplicar desengrasante utilizando la bomba espumante aplicando la espuma de arriba hacia abajo. 6. Restregar utilizando el escobón pequeño designado para esa área. 7. Utilizando la esponja grado azul, restregar los cables y mangueras que cuelgan del techo para remover pasta pegada y restos de polvo. 8. En las áreas donde se dificulte el acceso a el escobón utilizar la paleta plástica 9. En caso de existir suciedad dura utilizar la bomba de alta presión. 10. Enjuague de las superficies debidamente restregada de arriba hacia abajo hasta eliminar toda la espuma. 11. Secar el piso utilizando los jaladores de agua. 12. Inspección final en busca de áreas con una limpieza deficiente.
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de preparación de desengrasante. • Documento de finalización de limpieza • Manejo de sustancias peligrosas
<p>UBICACIÓN DEL ÁREA A INSPECCIONAR</p>	<p>Área interior y exterior de la planta</p>

Tabla VII. **Procedimiento de limpieza de pisos**

PRÁCTICA COMÚN	Procedimiento estándar para limpieza de pisos
FRECUENCIA	Establecimiento de normas y procedimientos generales de operación
PROPÓSITO	Su frecuencia será diaria
ALCANCE	Este procedimiento tiene alcance sobre los pisos de la planta.
RESPONSABILIDAD	Gerente de planta Supervisor de mantenimiento Asistente de mantenimiento Jefes de grupo de limpieza Operarios de limpieza
MATERIALES	Escobón Cepillo plástico Secador de piso Solución desengrasante Soda cáustica

Tabla VII. **Procedimiento de limpieza de pisos (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deberá retirarse cualquier obstáculo que impida la adecuada limpieza del área 2. Eliminar residuos sólidos del piso y depositarlo en el bote de desechos 3. Mojar la superficie a lavar para desprender la suciedad 4. Aplicar desengrasante utilizando la dilución recomendada en toda el área. 5. Restregar utilizando el escobón designado para esa área. 6. En las áreas donde se dificulte el acceso a el escobón utilizar el cepillo plástico designado. 7. Enjuague de la superficie debidamente restregada. 8. Secar el piso utilizando los jaladores de agua. 9. Inspección final en busca de áreas con una limpieza deficiente <p>Se utilizará una vez a la semana, entre el paso 3 y 4, una concentración de soda de ½ libra de soda por galón de agua, utilizando 5 galones de solución en total, para separar la grasa impregnada en el piso y posteriormente se utilizara el escobón para restregar el piso.</p>
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de preparación de desengrasante. • Documento de finalización de limpieza • Manejo de sustancias peligrosas
<p>UBICACIÓN DEL ÁREA A INSPECCIONAR</p>	<p>Área interior y exterior de la planta</p>

4.2 Mantenimiento preventivo

A continuación se detallan los procedimientos de mantenimiento preventivo para esta línea de producción.

4.2.1 Inspección y limpieza

Tabla VIII. Procedimiento de Inspección y Limpieza de Equipos

PRÁCTICA COMÚN	Establecimiento del Programa de Inspección y Limpieza de equipos.
PROPÓSITO	Establecer un procedimiento para instaurar el Programa General y el Programa Específico de Mantenimiento Preventivo en Planta.
ALCANCE	Taller Mecánico y Taller Eléctrico.
RESPONSABILIDAD	Supervisor de Mantenimiento.
DEFINICIONES	No aplica.
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none">1. Se establece un programa preventivo de visita, limpieza e inspección de maquinaria y equipos por parte de los operarios de mantenimiento en turno nocturno, para asegurar la calidad y continuidad de servicio en las diversas áreas de la planta.2. Los diversos servicios e inspecciones preventivos que se desarrollen sobre la maquinaria y los equipos responderán a las necesidades que por experiencia y observación se ha detectado que ellas mismas presentan y sobre los datos y recomendaciones que hagan de forma directa (cursos, seminarios, charlas) o indirecta (manuales y bibliografía) los proveedores o los fabricantes.

Tabla VIII. **Procedimiento de inspección y limpieza de equipos**
(continuación)

PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 3. El programa preventivo se establecerá de tal forma que todas las máquinas y los equipos del área se consideren, cuando menos, cada dos semanas, pudiendo este tiempo ser más corto para partes específicas que requieran mayor cuidado o atención. 4. El programa preventivo será ecuánime en cuanto a la distribución de las rutinas de servicios e inspecciones semanales (lunes a viernes), asignando una cantidad de trabajo que requiera aproximadamente el mismo esfuerzo y el mismo tiempo en una semana respecto a la anterior. 5. El programa preventivo será revisado y actualizado por el supervisor cada seis meses o en caso de que alguna(s) de las máquinas o equipos salga(n) o entre(n) de, o a, la línea de producción específica, por alguna razón definida. De tal forma que siempre mantenga su ecuanimidad en cuanto a la distribución de las rutinas de servicios e inspecciones. 6. El supervisor revisará aleatoriamente que el trabajo realizado por el operario de mantenimiento en turno nocturno realmente se haya efectuado, inspeccionando por la mañana la máquina correspondiente.
DOCUMENTOS RELACIONADOS	Programa general de mantenimiento preventivo
UBICACIÓN	Oficina supervisor de mantenimiento.

4.2.2 Engrase y lubricación

Tabla IX. Procedimiento de engrase y lubricación

PRÁCTICA COMÚN	Establecimiento del programa de engrase y lubricación de equipos.
PROPÓSITO	Establecer un procedimiento para instaurar el programa general y el programa específico de mantenimiento preventivo en planta.
ALCANCE	Taller mecánico.
RESPONSABILIDAD	Supervisor de Mantenimiento.
DEFINICIONES	No aplica.
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none">1. Se establece un programa preventivo de visita, engrase y lubricación de maquinaria y equipos por parte de los operarios de mantenimiento en turno nocturno, para asegurar la calidad y continuidad de servicio en las diversas áreas de la planta.2. Los diversos servicios e inspecciones que se desarrollen sobre la maquinaria y los equipos responderán a las necesidades que por experiencia y observación se ha detectado que ellas mismas presentan y sobre los datos y recomendaciones que hagan de forma directa (cursos, seminarios, charlas) o indirecta (manuales y bibliografía) los proveedores o los fabricantes.3. El programa de engrase y lubricación se establecerá de tal forma que todas las máquinas y los equipos del área se consideren, cuando menos, cada dos semanas, pudiendo este tiempo ser más corto para partes específicas que requieran mayor cuidado o atención.

Tabla IX. **Procedimiento de engrase y lubricación (continuación)**

<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</p>	<p>4. El programa preventivo será revisado y actualizado por el supervisor cada seis meses o en caso de que alguna(s) de las máquinas o equipos salga(n) o entre(n) de, o a la línea de producción específica, por alguna razón definida. De tal forma que siempre mantenga su ecuanimidad en cuanto a la distribución de las rutinas de servicios e inspecciones.</p> <p>5. El supervisor revisará aleatoriamente que el trabajo realizado por el operario de mantenimiento en turno nocturno realmente se haya efectuado, inspeccionando por la mañana la máquina correspondiente.</p>
<p style="text-align: center;">DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<p>Programa general de mantenimiento preventivo</p>
<p style="text-align: center;">UBICACIÓN</p>	<p>Oficina supervisor de mantenimiento.</p>

4.2.3 Reajuste de piezas / tolerancias

Tabla X. **Procedimiento de reajuste de piezas**

<p style="text-align: center;">PRÁCTICA COMÚN</p>	<p>Establecimiento del procedimiento de reajuste de piezas.</p>
<p style="text-align: center;">PROPÓSITO</p>	<p>Establecer un procedimiento para instaurar el programa general y el programa específico de mantenimiento preventivo en planta.</p>
<p style="text-align: center;">ALCANCE</p>	<p>Taller mecánico.</p>
<p style="text-align: center;">RESPONSABILIDAD</p>	<p>Supervisor de mantenimiento.</p>
<p style="text-align: center;">DEFINICIONES</p>	<p>No aplica.</p>

Tabla X. **Procedimiento de reajuste de piezas (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se establece un programa preventivo de visita y reajuste de piezas de maquinaria y equipos por parte de los operarios de mantenimiento en turno nocturno, para asegurar la calidad y continuidad de servicio en las diversas áreas de la planta. 2. Los diversos servicios e inspecciones que se desarrollen sobre la maquinaria y los equipos responderán a las necesidades que por experiencia y observación se ha detectado que ellas mismas presentan y sobre los datos y recomendaciones que hagan de forma directa (cursos, seminarios, charlas) o indirecta (manuales y bibliografía) los proveedores o los fabricantes. 3. El programa de reajuste de piezas se establecerá de tal forma que todas las máquinas y los equipos del área se consideren, cuando menos, cada dos semanas, pudiendo este tiempo ser más corto para partes específicas que requieran mayor cuidado o atención. 4. El programa preventivo será revisado y actualizado por el supervisor cada seis meses o en caso de que alguna(s) de las máquinas o equipos salga(n) o entre(n) de, o a la línea de producción específica, por alguna razón definida. De tal forma que siempre mantenga su ecuanimidad en cuanto a la distribución de las rutinas de servicios e inspecciones. 6. El supervisor revisará aleatoriamente que el trabajo realizado por el operario de mantenimiento en turno nocturno realmente se haya efectuado, inspeccionando por la mañana la máquina correspondiente.
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<p>Programa general de mantenimiento preventivo</p>

4.2.4 Mantenimiento preventivo eléctrico

Tabla XI. Programa de mantenimiento preventivo eléctrico

PRÁCTICA COMÚN	Establecimiento del programa de mantenimiento preventivo eléctrico.
PROPÓSITO	Establecer un procedimiento para instaurar el programa general y el programa específico de mantenimiento preventivo en planta.
ALCANCE	Taller eléctrico.
RESPONSABILIDAD	Supervisor de mantenimiento.
DEFINICIONES	No aplica.
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none">1. Se establece un programa Preventivo del área eléctrica de maquinaria y equipos por parte de los operarios de mantenimiento en turno nocturno, para asegurar la calidad y continuidad de servicio en las diversas áreas de la planta.2. Los diversos servicios e inspecciones que se desarrollen sobre la maquinaria y los equipos responderán a las necesidades que por experiencia y observación se ha detectado que ellas mismas presentan y sobre los datos y recomendaciones que hagan de forma directa (cursos, seminarios, charlas) o indirecta (manuales y bibliografía) los proveedores o los fabricantes.3. El Programa de mantenimiento eléctrico se establecerá de tal forma que todas las máquinas y los equipos del área se consideren, cuando menos, cada dos semanas, pudiendo este tiempo ser más corto para partes específicas que requieran mayor cuidado o atención

Tabla XI. **Programa de mantenimiento preventivo eléctrico (continuación)**

<p>PROCEDIMIENTO</p>	<p>4. El programa preventivo será revisado y actualizado por el supervisor cada seis meses o en caso de que alguna(s) de las máquinas o equipos salga(n) o entre(n) de, ó a, la línea de producción específica, por alguna razón definida. De tal forma que siempre mantenga su ecuanimidad en cuanto a la distribución de las rutinas de servicios e inspecciones.</p> <p>5. El supervisor revisará aleatoriamente que el trabajo realizado por el operario de mantenimiento en turno nocturno realmente se haya efectuado, inspeccionando por la mañana la máquina correspondiente.</p>
<p>DOCUMENTOS RELACIONADOS</p>	<p>Programa general de mantenimiento preventivo</p>
<p>UBICACIÓN</p>	<p>Oficina supervisor de mantenimiento.</p>

4.3 Mantenimiento correctivo

A continuación se presenta una lista de las fallas más comunes que se presentan en las máquinas y un listado de posibles causas y soluciones.

4.3.1 Fallas más comunes y soluciones

Tabla XII. Fallas más comunes, causas posibles y solución.

FALLA	CAUSA POSIBLE	SOLUCIÓN
El producto no sale a la temperatura adecuada del túnel de pre-cocido	El regulador de vapor está mal graduado	Ábralo o ciérralo según la necesidad
Las marmitas no elevan la temperatura	La trampa termodinámica no está liberando el agua.	Revise la trampa, límpiela y cámbiela si es necesario
Las medidas del sello de la lata están fuera de tolerancia	El rodillo de segunda operación está mal graduado	Ábralo o ciérralo según la necesidad
El doble sello no se forma	La lata sube hasta donde debe	Ajuste el mecanismo de elevación de la lata y cambie las piezas que estén gastadas.
El agua de la lavadora de latas no tiene presión	El filtró de succión está obstruido	Límpielo
Los autoclaves no elevan la presión	No se drenó el líquido antes de comenzar el proceso.	Drénelo
Los autoclaves no elevan la temperatura	La trampa termodinámica no está drenando el agua.	Revise la trampa, límpiela y cámbiela si es necesario
Las latas salen deformes del autoclave	El proceso de descompresión no se hizo adecuadamente	Revise que en el proceso de descompresión no se exceda de un +/- 3 psi el diferencial de presión entre el interior y exterior del autoclave
La etiqueta no pega adecuadamente	Los rodillos de pegado están gastados	Cámbielos
El codificador no imprime	El cabezal está obstruido	Haga circular solvente por la línea de la tinta hasta que se destape

CONCLUSIONES

1. Los procedimientos son importantes para mantener los lineamientos de cada área o departamento específico dentro de una empresa y para homogeneizar las actividades que en ellas se desarrollan.
2. Los procedimientos deben identificarse claramente, siguiendo un orden establecido y deben poseer un marco predefinido sencillo de fácil entendimiento para el personal.
3. Al igual que para otras áreas, es importante en cualquier Planta de procesamiento cárnico contar con procedimientos y registros del mantenimiento de sus instalaciones, maquinaria y equipos en general, para asegurar de mejor forma la calidad de servicio prestada por los mismos.
4. El enfoque general de un Manual de Procedimientos de Mantenimiento se orienta hacia el mantenimiento preventivo, es decir, hacia la detección y corrección de posibles fallas en la maquinaria y equipos antes que se presenten, para evitar paros inevitables en la línea de producción que requieran de costosos mantenimientos correctivos.
5. Los registros de mantenimiento son importantes para asignar y reportar trabajos, establecer programas, tiempos, índices de consumo de repuestos y lubricantes, controles de presupuesto, registrar observaciones y recomendaciones, etc., y constituyen una herramienta muy útil para el mantenimiento preventivo.

6. Es importante revisar el manual, por lo menos una vez al año o al introducir una máquina, equipo o línea nueva de producción en Planta Procesadora, agregando los datos necesarios para que siempre esté actualizado.

7. La administración adecuada de la Bodega de Repuestos también influye directamente en el desarrollo del mantenimiento preventivo, del hecho que necesitamos contar con la cantidad del repuesto específico en el momento adecuado.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un diagrama de distribución física de la maquinaria y los equipos en la planta específica, para orientar al usuario del Manual en cuanto a la secuencia y disposición de los mismos.
2. Desarrollar procedimientos específicos que definan los criterios bajo los que se inspeccionarán las diferentes partes de la maquinaria (ejes, cojinetes, cadenas, etc.).
3. Desarrollar procedimientos de sustitución o recambio de piezas especiales en la maquinaria y equipos.
4. Con los tiempos de servicios realizados y los repuestos y lubricantes utilizados en los mismos, establecer índices comparativos para analizar el costo del mantenimiento preventivo y correctivo de una máquina, equipo o línea específica y su relación con las libras producidas de producto.
5. Establecer los costos totales de servicio correspondientes a cada máquina con base al análisis de los costos de mantenimiento, costos de oportunidad (o de fallas) y costo inicial; de tal forma que se pueda evaluar la evolución del mantenimiento y considerar la necesidad de sustitución de algunas máquinas o equipos.
6. Establecer puntos de reorden reales de los repuestos en Bodega, considerando su importancia, el nivel de utilización de cada uno y su costo intrínseco de conservación en inventario.

7. Considerar futuros procedimientos orientados al factor humano dentro del departamento de mantenimiento: evaluaciones de desempeño de los operarios, retroalimentación de las mismas, capacitación progresiva, etc.

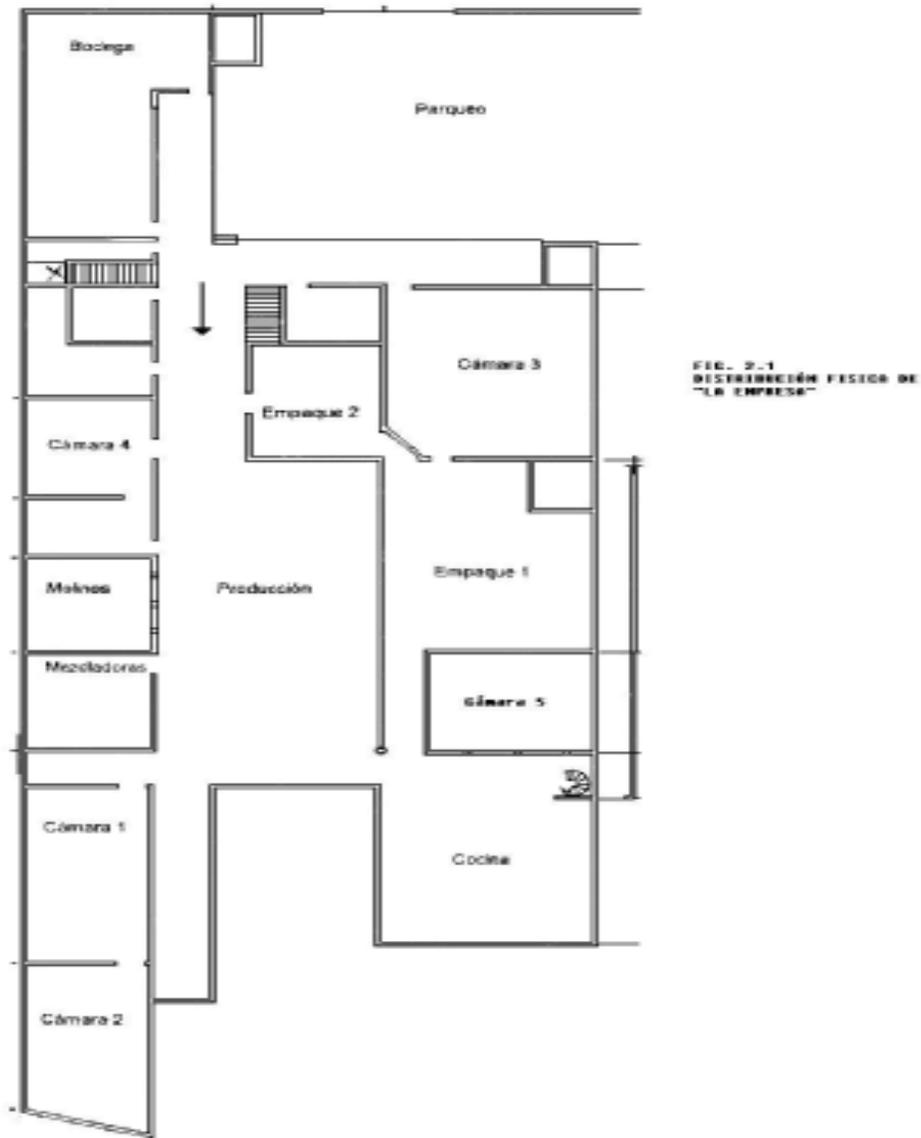
8. Considerar el registro de las diversas actividades de mantenimiento en programas o archivos específicos de computadora, para automatizar a mediano plazo el desarrollo de los mismos: utilizar *software* adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

1. TPM Mantenimiento Productivo Total. **L., Gustavo A. Villegas. 2007.** [ed.] Grupo de Estudios de Gerencia en Colombia Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial.s.l. : Universidad EAFIT, 2007
2. Manual de Instrucciones para mantenimiento de la máquina etiquetadora Modelo Advent 200. s.l. : Advent Machine Co. LLC 13415-A 5th Street Chino, CA. 91710. Tel (800) 846-7716. Fax: (909) 464-0589 .
3. Manual de Terminología del Cierre. s.l. : Metalenvases S.A 2006.
4. **S.A., Otto Niemsch.** 1. Manual de Instrucciones para mantenimiento de la Máquina Cerradora de latas Modelo V10 Automat / 211. . s.l. : Lanico .
5. Administración Profesional de Proyectos. La Guía. **Chamoun, Yamal.** Mc Graw Hill 2008.
6. Estudio de viabilidad de un Project Finance. Curso Gerencia Financiera MBA. Incae 2006.
7. Termodinámica para Ingenieros. **Potter, Merle C. & Somerton, Craig W.** Editorial. Mc Graw Hill. 2004
8. Fundamentos de termodinámica técnica. **M.M. Moran/H.N. Shapiro.** Editorial Reverté. Segunda edición.

ANEXOS

Anexo 1. Plano de distribución de planta



Fuente: Conjunto de planos de planta empacadora de "La empresa". Año 2001.