

T
663.9
RAM

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica

" MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA PROCESADORA DE
RESIDUOS DE CACAO "

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de :

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

RENE RAMIREZ SALAZAR

GUAYAQUIL - ECUADOR

1989

AGRADECIMIENTO

AI ING. IGNACIO WIESNER F.
Director de Informe Técnico,
por su valiosa y desinteresada ayuda en la
elaboración del presente
Informe Técnico.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Que son mis guías espirituales y que siempre me ayudaron en mis etapas de estudio.

A MI ESPOSA

Que con su comprensión y ayuda hizo que culminaré con éxito, el presente Informe.

A MIS HIJOS

Que me alentaron en todo momento para culminar con mi carrera profesional.

DECLARACION EXPRESA

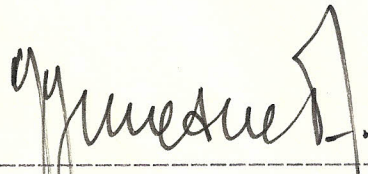
" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



René Ramírez Salazar

Ing. Nelson Cevallos
DECANO



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR INFORME

Ing. Manuel Helguero
MIEMBRO TRIBUNAL

RESUMEN

El objetivo del presente informe es el montaje y arranque de una planta para procesar residuos de Cacao, para obtener Manteca de Cacao bien ácida y Torta de Cacao con bajo porcentaje de manteca.

En las plantas procesadoras de Cacao existía un gran problema con los residuos de Cacao, pues los mismos no eran utilizados por su bajo porcentaje de grasa y elevada acidez de los mismos.

El residuo, llamado "Vano" (grano que no tiene almendra de Cacao), no era utilizado por su gran acidez, lo cual perjudicaba a la manteca de Cacao, que era obtenida del grano de Cacao que tenía la almendra completa.

Este grano "Vano" era vendido a compradores que se acercaban a las fabricas de Cacao, en precios correspondientes al 1/10 del precio normal del quintal de Cacao. Luego estos compradores vendian este "Vano" a los intermediarios de Cacao, los mismos que mezclaban el "Vano" con el Cacao "normal" y el industrial volvía a comprar el mismo "Vano", formándose un "círculo vicioso".

La actual planta procesadora de residuos de Cacao eliminó este "círculo vicioso" y todos los residuos del Cacao son industrializados, lógicamente obteniendo una Manteca de Cacao y Torta de menos calidad, que es exportada.

Actualmente podemos decir que del Cacao se industrializa todo.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

1.- ANTECEDENTES

2.- DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1.- Obtención de la materia prima.

2.2.- Proveedores de materia prima.

2.3.- Clasificación de la materia prima.

3.- PROCESO DE PRODUCCION

3.1.- Selección, flujo de maquinaria.

3.2.- Flujo de la materia prima en producción.

a) Flujo del triturado de Cacao.

b) Flujo del polvillo de Cacao.

c) Flujo de la cascarilla de Cacao.

4.- PRODUCTO OBTENIDO FINALMENTE

4.1.- Calidad de la manteca de Cacao obtenida.

4.2.- Calidad de la torta de Cacao obtenida.

4.3.- Mejoramiento de la calidad del producto final.

5.- MONTAJE Y CONSTRUCCION

5.1.- Máquinas importadas.

5.2.- Máquinas de construcción nacional.

5.3.- Ensamble de partes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Obtención de la materia prima.

Fig. 2.- Proceso de producción.

Fig. 3.- Refinación de manteca acida.

Fig. 4.- Diagrama de flujo.

Fig. 5.- Máquina Clasificadora.

Fig. 6.- Tostador.

Fig. 7.- Tanques de decantación.

Fig. 8.- Tanques de Homogenización.

Fig. 9.- Diagrama de secciones.

Fig. 10. Máquina Catadora.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

Ecuador, es un país que por muchos años ha sido en el mundo uno de los primeros productores de Cacao y que inicialmente exportaba la totalidad del grano que se producía en la Costa Ecuatoriana.

El Cacao Ecuatoriano tiene una gran acogida a nivel mundial, principalmente el de la CUENCA DEL GUAYAS.

En los actuales momentos el Cacao en grano es exportado en pocas cantidades, pues la mayor cantidad es procesada en la Costa Ecuatoriana por medio de las Plantas Industriales establecidas en las principales ciudades como Guayaquil y Manta.

Hay plantas industriales que procesan el Cacao para obtener la manteca de Cacao y la Torta de Cacao que son exportados, y hay plantas industriales que procesan el Cacao en su totalidad hasta obtener el producto final que son los chocolates, galletas, etc.

De todas estas Empresas que procesan el Cacao se obtienen residuos de Cacao en distintas etapas de producción que siempre han sido desechados.

En las haciendas donde hay grandes plantaciones de Cacao, existen "secadores" de grano con lo cual se evita que el grano de Cacao sea secado en "tendales" como se hacía antiguamente, de estas secadoras de Cacao se obtiene un residuo conocido como Granza # 1 o "Vano" (grano de Cacao

sin almendra).

Los residuos obtenidos en las plantas industriales a nivel de las tostadoras, es la "cascarilla" y el "polvillo"; en la sección del pulverizado de la Torta de Cacao también se recoge un residuo llamado "polvillo". Todos estos RESIDUOS DE CACAO que se han determinado tanto en las plantas industriales y en las "secadoras" de grano contienen un porcentaje de grasa que hace justificable su recuperación.

Cendes analizó la problemática del sector, y desarrolló un proyecto de factibilidad para aprovechamiento de los residuos de Cacao con capacidad de procesamiento de 2000 toneladas por año.

En el presente informe técnico se trata con los problemas inherentes a la puesta en marcha de una planta de este tipo en la que no se contaba con toda la maquinaria requerida para el proceso.

CAPITULO II

DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1. OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA.

En los actuales momentos el Cacao Ecuatoriano es exportado en tres condiciones; como grano seleccionado, como semi-elaborado y como elaborado. De acuerdo al diagrama de bloques de la figura #1, el Cacao que es cultivado por el agricultor debe tener su primer proceso de SECADO y es en este proceso en el que se obtiene el primer residuo que lo denominamos GRANZA #1.

Esta GRANZA #1, esta compuesta de granos "Vanos" (que no tienen almendras), granos quebrados, basura y tierra.

El Cacao seco se encuentra en condiciones para ser procesado y su primer paso en proceso es la clasificación del grano, de esta clasificación se obtiene otro residuo que se lo denomina GRANZA #2 que esta compuesto de granos "vanos" que se pudieron haber pasado en el primer proceso, de granos quebrados y basura.

Las GRANZA #1 y GRANZA #2, son residuos que se los ha denominado como TRITURADO.

El Cacao ya seleccionado entra al proceso de las plantas industriales que se dedican a procesar el

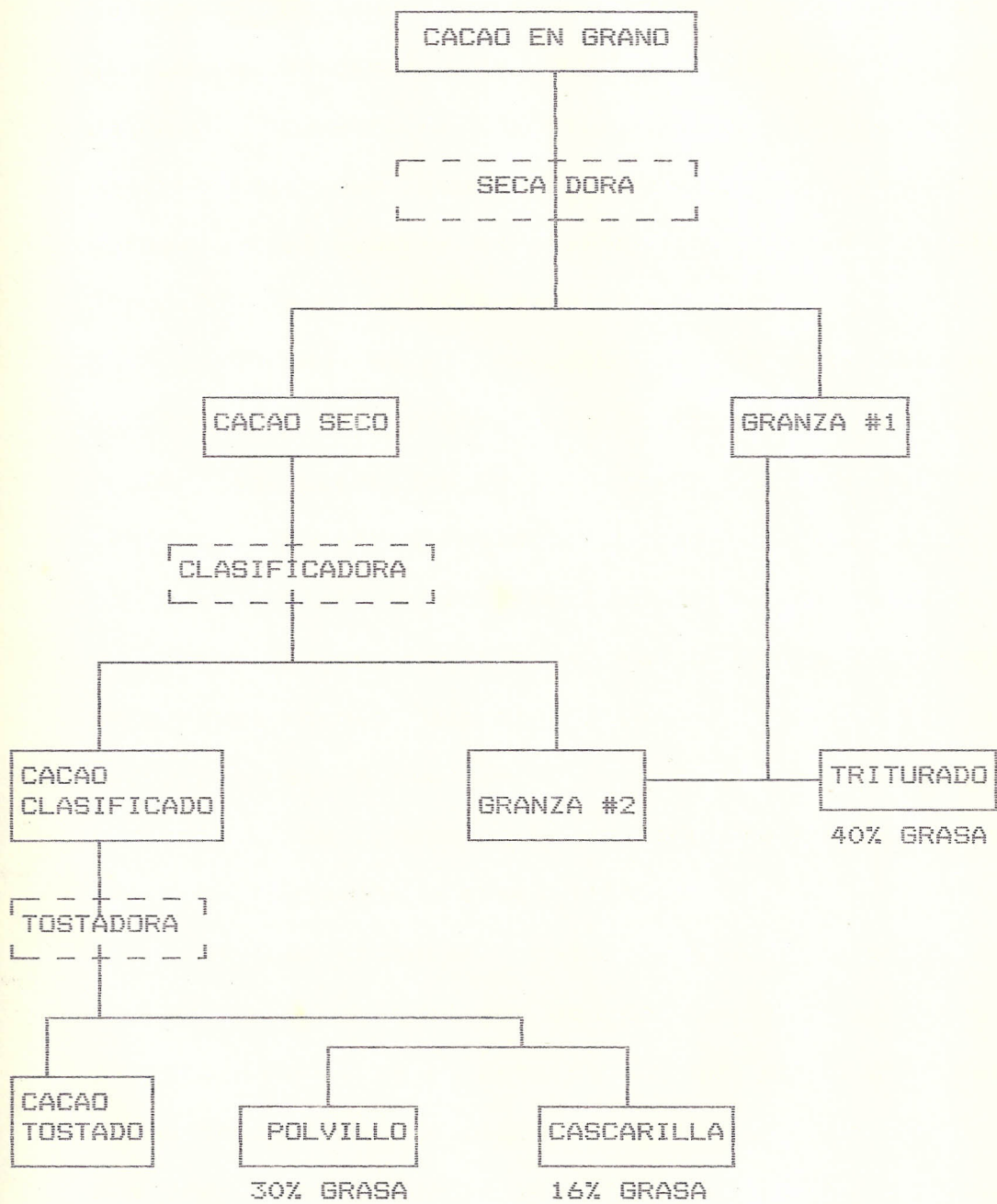


FIG. # 1.- OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA

cacao para obtener semi-elaborados o elaborados de Cacao, en una etapa de este proceso que es la tostadora es cuando se producen dos residuos más, que se los ha denominado POLVILLO Y CASCARILLA.

Según el proyecto de factibilidad de Cendes se ha determinado, que cuando la cosecha de Cacao es normal, en el Ecuador se obtienen 2'500.000 y hasta 3'500.000 de Kg de triturado al año.

Este triturado es el residuo que más se produce en cuanto a cantidad y por lo tanto es el que nos debe indicar la capacidad de la planta para procesar los residuos, los otros residuos que son el "polvillo" y la "cascarilla" se los obtiene en menor cantidad y son obtenidos en condiciones más higienicas que el triturado, además que el porcentaje de grasa que se recupera del triturado es mucho más que el porcentaje de grasa que se recupera de los otros residuos (polvillo y cascarilla).

La planta que procesará estos residuos debe estar ubicada en Guayaquil por dos motivos fundamentales, primero porque, es en esta ciudad que están ubicadas la mayor cantidad de plantas industriales de Cacao y a ellas converge casi toda la producción de Cacao del Ecuador, y porque en esta ciudad se facilita la exportación del producto obtenido de los residuos de Cacao que son la Manteca ácida y la Torta de Cacao no comestible.

Para procesar los residuos de Cacao será necesario implementar máquinas prensas para extraer la manteca de los residuos, en las plantas industriales donde se procesa el Cacao "normal" usan prensas con pistón y por medio de presión le extraen la manteca al "Cacao normal" quedando el residuo en forma de Torta, es por esto que se la llama "Torta de Cacao". Para el caso de extraer la manteca a los RESIDUOS se ha determinado usar las PRENSAS EXPELLER, que consiste en prensar el residuo por medio de un tornillo sin-fin de acero contra una "carcasa" formada por cuchillas de acero, obteniéndose la Manteca EXPELLER y la TORTA EXPELLER, ambos productos deben de denominarse siempre como EXPELLER para que sean identificados de que han sido obtenidos de Residuos de Cacao y por lo tanto son productos no aptos para el consumo humano, el tipo de prensa EXPELLER es una prensa más sencilla que las prensas de pistón usadas con el Cacao "normal". Se ha determinado, que la Planta procesadora de residuos de Cacao, cuente con tres prensas Expeller, con una capacidad de 120 Kg/hr para el TRITURADO, considerando que ésta materia prima es la que se obtiene en mayor cantidad, los otros dos residuos como la cascarilla y el polvillo existen en menor cantidad y además por su forma física las prensas tienen mayor capacidad de producción, es por este

motivo que se ha tomado como referencia el TRITURADO para determinar la capacidad de producción de la planta.

De toda la materia prima disponible que es el TRITURADO, el POLVILLO y la CASCARILLA; es el TRITURADO el que debe tener un proceso de selección y limpieza antes de entrar a las prensas, no así los otros dos, que se encuentran listos para ser procesados por las prensas.

El TRITURADO es recibido con gran cantidad de polvo, basura y cuerpos extraños y es por estos motivos que hay que darle un tratamiento para que este apto para ser procesado por las prensas.

Es necesario implementar una máquina CLASIFICADORA de granos para seleccionar los granos por su tamaño; para que la limpieza del grano sea más efectiva porque se encuentra homogéneo en su tamaño, una máquina CATADORA, que es una máquina que limpia el grano por medio de aire y para que su efectividad sea mayor, el grano debe ser uniforme en su tamaño. Teniendo el grano TRITURADO, clasificado por su tamaño y limpio, es necesario tostarlo porque de esta manera se extrae con mayor facilidad la grasa que contiene el TRITURADO, por lo tanto es necesario también implementar un TOSTADOR.

2.2. PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA

Los principales proveedores de materia prima para la planta procesadora de residuos de Cacao son las plantas industriales y las plantas secadoras de Cacao. De las plantas industriales se obtiene el triturado, el polvillo y la cascarilla, y de las plantas secadoras de Cacao se obtiene únicamente la "granza" o triturado.

Las plantas industriales de Cacao también están ubicadas en otras ciudades, además de Guayaquil, en Manta, Portoviejo, Chone, Machala, Puerto Bolívar y Esmeraldas; y las plantas secadoras de Cacao se encuentran ubicadas en las haciendas que tienen grandes plantaciones de Cacao, estas plantaciones están ubicadas a lo largo de toda la Costa Ecuatoriana, principalmente en la Cuenca del Guayas.

2.3. CLASIFICACION DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima la podemos clasificar de tres tipos que son: El TRITURADO (TTR), el POLVILLO (PLV) y la CASCARILLA (CSC).

El TRITURADO es la materia prima compuesta por la "granza" o "vano", los granos quebrados de Cacao, basura y cuerpos extraños (como piedras, plumas de gallina, tierra, etc.), pero esta materia prima es la de mejor rendimiento, porque contiene el más alto porcentaje de grasa que los otros dos (40-44% de

grasa) y porque existe en mayor cantidad.

"EL POLVILLO" de Cacao, es la materia prima que le sigue al TRITURADO en porcentaje de grasa (28-30% de grasa), es obtenido unicamente en las plantas procesadoras de Cacao durante la etapa de la TOSTADORA.

Esta máquina produce un polvo que se deposita en la parte inferior de la máquina TOSTADORA y que inicialmente este polvo era desechado y luego fue recogido en sacos de 30 Kg, para proveer a la PLANTA PROCESADORA DE RESIDUOS DE CACAO.

La CASCARILLA es la materia prima más pobre en grasa (12-16% de grasa), y se la procesa principalmente para obtener la TORTA EXPELLER.

La manteca que se obtiene de esta última materia prima es bien ácida y se la mezcla con la manteca obtenida del triturado y polvillo de Cacao.

Este residuo es obtenido también unicamente en las plantas Procesadoras de Cacao, a nivel de la máquina TOSTADORA, donde se obtiene una cáscara que cubre a la almendra del Cacao normal, que al ser "zarandeado" desprende una corteza fina de la almendra que se la llama CASCARILLA.

Todos estos residuos de Cacao tienen un bajo porcentaje de grasa y una acidez bien elevada, al ser negociado estos residuos se paga de acuerdo a su porcentaje de grasa.

CAPITULO III

PROCESO DE PRODUCCION

3.1. SELECCION Y FLUJO DE MAQUINAS

Para procesar los residuos de Cacao no es necesario máquinas complejas, la parte principal en producción es el prensado de la materia prima, para poder extraer la manteca y el residuo que es la Torta. En la figura # 2, podemos observar el flujo de máquinas.

El prensado se los hace por medio de las Prensas EXPELLER que se encargan de extraer un porcentaje de grasa de los RESIDUOS, dejando una torta con 7-8% de grasa.

Teniendo como punto de partida 3 prensas tipo EXPELLER es necesario implementar el resto de máquinas que deben acoplarse a las prensas para obtener de los residuos la manteca EXPELLER y la Torta EXPELLER.

La materia prima para las prensas han sido determinados y tenemos que son: El TRITURADO, el POLVILLO y la CASCARILLA y se ha determinado por pruebas experimentales que cada prensa tiene una capacidad de producción de 120 Kg/hr para el Triturado y de 350 Kg/hr, para el polvillo y la cascarilla.

Se ha determinado también, que de las tres clases de materia prima de que se dispone, unicamente el

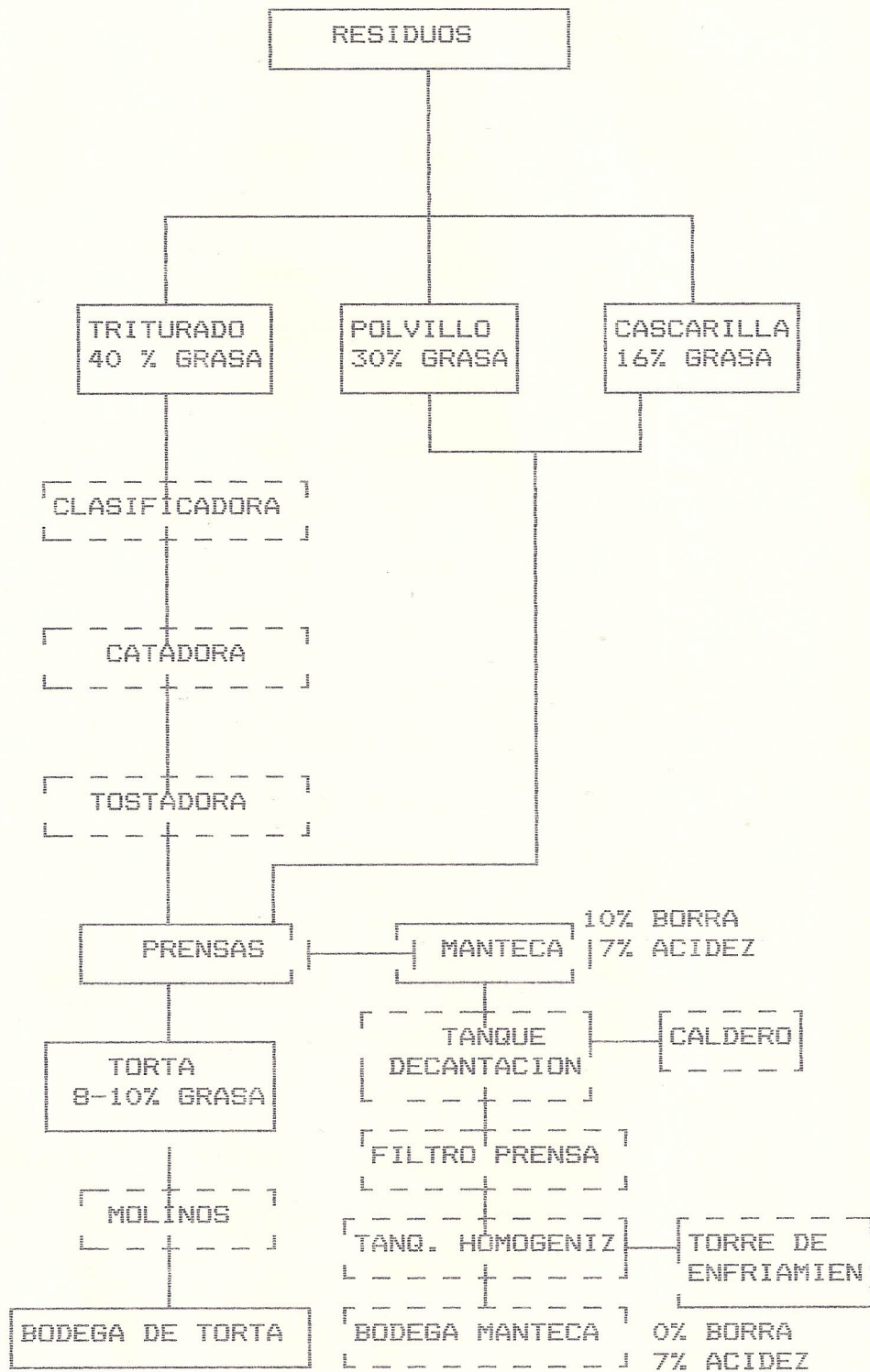


FIG. # 2.- PROCESO DE PRODUCCION

TRITURADO necesita un tratamiento previo para ingresar a las prensas y no así el polvillo y la cascarilla que entran directamente a las prensas, para su proceso.

Para hacer del TRITURADO una materia prima apta para las prensas es necesario clasificar el grano triturado es decir tratar de obtener granos homogéneos en tamaño, para luego limpiarlos por medio de máquinas que funcionan a base de aire, en estas máquinas se obtiene un mejor rendimiento cuando el grano que es limpiado es igual en su tamaño, por último el grano TRITURADO facilita su extracción de manteca cuando entra a la prensa ya tostado.

Analizando el TRITURADO en lo concerniente a su tamaño se determinó que la máquina CLASIFICADORA deberá tener cuatro (4) pasos de clasificación, obteniéndose como resultado cinco (5) tamaños de granos homogéneos, lo cual hará más efectiva la acción de la limpieza del grano y del tostado del mismo.

La capacidad de la máquina CLASIFICADORA es de 400 Kg/hr (es decir $400 \text{ Kg/hr} \times 8 \text{ hr} = 3200 \text{ Kg/turno}$), lo que cubre con suficiencia las necesidades de las prensas, esta capacidad fue determinada por las dimensiones de las planchas de acero perforados que hay en el comercio y son de 1000 mm x 2000 mm, se

diseñó la máquina con planchas de acero de las dimensiones anotadas y se obtuvo un rendimiento de 400 Kg/hr.

Una vez clasificado el TRITURADO es necesario limpiarlo para sacarle el polvo, tierra, y cuerpos extraños que trae consigo esta materia prima y para lo cual usamos las máquinas CATADORAS.

Estas máquinas son más efectivas para extraer el polvo y basura cuando el grano es homogéneo, evitando que haya desperdicio de grano bueno, como basura.

Cada máquina CATADORA tiene una capacidad de 250 Kg/hr, por lo tanto era necesario de dos máquinas para que puedan cubrir con suficiencia la producción de la máquina clasificadora.

Una vez que tenemos el TRITURADO clasificado por tamaño y limpio, es necesario tostarlo para que pueda estar listo para entrar a las prensas.

El TOSTADOR tiene una capacidad de 360 Kg/hr y funciona dando calor a un cilindro que gira sobre un "hogar" que es calentado por un quemador a diesel, hay que tener en cuenta que para tostar un grano es muy importante que sea homogéneo en su tamaño, pues un grano muy chico se quemaría o un grano muy grande no se tuesta lo necesario.

Encontrándose el TRITURADO apto para entrar a las prensas, también lo están el POLVILLO y la

CASCARILLA.

De estos residuos se obtienen dos productos, que es la manteca EXPELLER o de "segunda" y la torta EXPELLER (bajo porcentaje de grasa), ambos productos son de exportación.

La TORTA EXPELLER puede ser pulverizada si el cliente la solicita así o también puede ser entregada únicamente como torta, para el caso de ser pulverizada es necesario implementar dos molinos de martillos que tendrían una capacidad de 270 Kg/hr y el polvo es envasado en fundas de papel de 30 Kg, y en el caso de envasar torta, también se lo hace en 30 Kg.

La MANTECA EXPELLER (bien ácida) es recogida en depósitos que están en la parte inferior de las prensas y de aquí es bombeada a unos tanques de reposo que se los denomina TANQUES DE DECANTACION que es con la finalidad de separar la gran cantidad de "borra" que lleva consigo, para que esta manteca con borra tenga una buena decantación es necesario que se mantenga siempre líquida y por tal motivo estos tanques de Decantación deben tener camisa de vapor.

Los tanques de decantación tendrían una capacidad total de almacenamiento de 1200 Kg, que sería un solo cuerpo con tres divisiones de 400 Kg cada uno. Con una decantación de 10 horas se obtiene una

manteca bastante clara (sin borra) y se procede a FILTRARLA.

El filtro PRENSA debe ser de placas de lona y no de papel, porque la "borra" que hay que detener es bastante y un papel filtro es muy sencillito, además que debe tener una buena presión de filtrado, generalmente los filtros prensas tienen gran capacidad de filtrado, se recomienda un FILTRO PRENSA de 36-40 placas de lona y una capacidad de 250-300 Kg/hr.

La manteca filtrada (limpia) debe ser almacenada en tanques HOMOGENIZADORES, cuyas características son: que deben tener removedores de baja revolución (15-20 RPM) y deben tener camisa para agua fría.

Sería necesario dos tanques HOMOGENIZADORES con una capacidad de 1600 Kg cada uno, estos tanques además de servir para almacenar la manteca ácida también son usados para "temperar" la manteca.

Para envasar la manteca, primero hay que temperarla, es decir, que esté en estado "pastoso" lo cual se obtiene con la camisa de agua fría en los tanques HOMOGENIZADORES y el giro de las paletas a baja revolución, una vez que la manteca es temperada hay que envasarla en fundas plásticas que van en cajas de cartón de 25 Kg, la caja debe ser cerrada con zuncho plástico.

Cuando la manteca ya está envasada hay que pasarla

al cuarto frío para que se mantenga en estado sólido hasta el momento que sea exportada.

El cuarto frío debe mantenerse a una temperatura de 15-20 °C lo cual se logra por medio de aparatos de aire acondicionado de 25000 y 30000 BTU, según la dimensión del cuarto sería necesario las unidades de aire acondicionado, tomando la precaución de considerar aparatos de aire acondicionado para la emergencia de que se dañe alguno.

Las prensas EXPELLER en la parte superior tienen una "olla" de alimentación donde se precalienta la materia prima antes de ingresar al tornillo sin-fin y este calentamiento se lo hace con vapor por lo cual es necesario un CALDERO que también debe proveer de vapor a los tanques de decantación, el caldero genera vapor a una presión elevada y como las camisas de vapor de las ollas de las prensas y del tanque de decantación trabajan con baja presión será necesario implementar dos "bancos reductores de presión", uno para las prensas y otro para el tanque de decantación.

Para proveer agua fría a los tanques HOMOGENIZADORES es necesario adquirir una torre de enfriamiento de agua que tenga una capacidad de 190 lt/min, con un ventilador de 3 HP y una temperatura de trabajo entre 30 °C y 25 °C; en los tanques homogenizadores, la manteca es temperada para proceder a empacarla.

3.2. FLUJO DE LA MATERIA PRIMA EN PRODUCCION

a) FLUJO DEL TRITURADO DE CACAO.-

El TRITURADO lo designamos por TTR, es el residuo obtenido en las máquinas clasificadoras de granos y de las plantas procesadoras de Cacao, su flujo se lo ha determinado en la planta Procesadora de residuos de Cacao.

Este RESIDUO que llega como materia prima viene acompañado de gran cantidad de basura y tierra, por tal motivo la sección de limpieza del TTR debe estar separada de las demás secciones de producción, para evitar que contamine los productos obtenidos finalmente.

En esta sección de limpieza del TTR se ha determinado como primer paso la máquina CLASIFICADORA en la cual el grano TTR es clasificado por su tamaño, obteniéndose 5 tamaños diferentes de TTR.

El grano clasificado pasa a las máquinas CATADORAS donde es limpiado, es decir eliminado el polvo y cuerpos extraños, la eficiencia de estas máquinas limpiadoras depende fundamentalmente de la clasificadora, pues un grano homogéneo en su tamaño es eficientemente limpiado.

De la sección de limpieza del TTR, se pasa a la sección del prensado en la cual se encuentran las 3 prensas EXPELLER, el TOSTADOR, los TANQUES DE DECANTACION y el FILTRO PRENSA.

El TTR ya clasificado y limpiado se lo mantiene clasificado por su tamaño para que de esta manera ingrese al TOSTADOR, pues el buen tostado del TTR también depende de que el grano sea homogéneo en su tamaño.

Una vez tostado el TTR entra directamente a las "ollas" de las prensas en las cuales recibe un calentamiento previo antes de ser prensado; obteniéndose la manteca EXPELLER y la torta EXPELLER; de esta materia prima se obtiene un 30-34% de manteca ácida y una torta con un 10-6% de grasa.

La TORTA obtenida pasa a la sección de molienda que es una sección aislada a causa de la gran cantidad de polvo que producen los molinos de martillos cuando pulverizan la torta, el polvo de torta es envasado en fundas de papel con un peso de 30 Kg, cuando el cliente solicita la torta sin pulverizar es empacada también en fundas de papel de 30 Kg, estas fundas de papel tienen un revestimiento plástico en su interior.

La manteca obtenida en las prensas es bombeada a los tanques de DECANTACION con la finalidad de

separar las partículas sólidas que van con la manteca, en estos tanques se mantiene líquida la manteca porque estos tienen "camisa de vapor", estos tanques se encuentran en la sección de prensado de los RESIDUOS.

Una vez decantada la manteca es bombeada a través del FILTRO-PRENSA que está junto a los tanques de decantación, y la manteca limpia, es decir sin "borra" pasa a los tanques de HOMOGENIZACION que se encuentran en la sección del envasado de la manteca.

La sección del envasado está junto al cuarto frío que almacena la manteca y aquí tenemos la balanza que pesa exactamente los 25 Kg, de manteca EXPELLER, que se empaca en fundas plásticas que van dentro de la caja de cartón que luego pasan al cuarto frío para su almacenamiento.

b) FLUJO DEL POLVILLO.-

El POLVILLO es un RESIDUO que se obtiene de las plantas Procesadoras de Cacao a nivel de la TOSTADORA y de los molinos, llega en condiciones aptas para entrar directamente a las "ollas" de las prensas para recibir su precalentamiento y luego pasar al tornillo sin-fin, obteniéndose la manteca y la torta EXPELLER.

Los productos obtenidos a partir del POLVILLO SON de mejores condiciones que las del TTR, porque es

una materia prima que llega limpia y sin cuerpos extraños, pues es obtenida a nivel de producción de las Plantas Procesadoras de Cacao.

La manteca y la torta reciben el mismo proceso que se dió a los productos obtenidos del TTR, incluso se los mezcla con los obtenidos del TTR y de la cascarilla.

c) FLUJO DE LA CASCARILLA.-

La cascarilla es obtenida de las tostadoras de granos de Cacao, es la película fina que se desprende del grano de Cacao, esta materia prima también entra directamente a las tolvas de las prensas para recibir su proceso de calentamiento antes de ser prensadas.

De esta materia prima se obtiene un porcentaje de grasa bien bajo y bastante ácida, pero en cambio es procesada casi exclusivamente para obtener la torta.

La poca manteca que se obtiene es depositada en los tanques de decantación para mezclarla con manteca obtenida del triturado y polvillo, y la torta pasa a los molinos si es necesario pulverizarla o empacarla como torta, según el caso.

CAPITULO IV

PRODUCTO OBTENIDO FINALMENTE

4.1. CALIDAD DE LA MANTECA DE CACAO OBTENIDA

Habíamos mencionado anteriormente que procesamos residuos de Cacao y por tal motivo obtendríamos una manteca de Cacao de "segunda" o manteca EXPELLER, que es un producto NO apto para el consumo humano.

Los factores que inciden para que la manteca de Cacao de "segunda" no sea apta para el consumo humano se debe a la contaminación que tienen los residuos tanto en las "Plantas Procesadoras de Cacao", como en las "Plantas Secadoras de Cacao" y también por el tipo de maquinaria que se usa, como por ejemplo, las prensas tipo EXPELLER.

Pero esta manteca de "segunda" es exportada, principalmente a Holanda, donde la manteca de "segunda" es usada en otros productos que no son para consumo humano y también para REFINARLA, es decir convertirla en manteca "NORMAL" que tenga las condiciones necesarias para el consumo humano.

Para tener una idea clara de lo que es una manteca de "SEGUNDA" vamos a comparar las condiciones que requiere una manteca de "PRIMERA" y las condiciones que tiene la manteca extraída por las prensas EXPELLER.

ANALISIS	MANTECA 1 ^{ra}	MANTECA 2 ^{da}
Indice de Refracción 40°C	1.456-1.459	1.458
Indice de Yodo	35-43	39-40
% de acidez	1.0-1.5%	7.0-7.5%
Humedad	0.1%	0.39%

4.2. CALIDAD DE LA TORTA DE CACAO OBTENIDA

De la misma manera que la manteca, la torta obtenida es de los residuos de Cacao y por tal motivo se la llama torta de segunda o TORTA EXPELLER, para identificar el método por el cual fue obtenida.

Esta torta EXPELLER no reúne las condiciones necesarias para el consumo humano y también es exportada a Holanda en donde después del tratamiento adecuado es usada en otros productos, como por ejemplo en medicinas.

La torta EXPELLER es producida con un 7-8% de grasa y debido a este porcentaje de grasa es usada como materia prima para extraerle el porcentaje en manteca, por medio de SOLVENTES. La torta EXPELLER es envasada en fundas de papel de 30 Kg.

Para tener idea de las condiciones de la torta EXPELLER hagamos un cuadro comparativo con la Torta "NORMAL" de sus especificaciones para este tipo de producto.

ANALISIS	TORTA DE PRIMERA	TORTA EXPELLER
% grasa	10-12%	7-8%
Humedad	1.0% máximo	5 %
% acidez	5.0-5.5%	9.0%

4.3. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

Junto a la planificación de la Planta Procesadora de Residuos de Cacao es necesario tener planificada la Planta de REFINACION DE LA MANTECA EXPELLER. Ver figura # 3.

La finalidad de esta planta complementaria es de mejorar el producto EXPELLER, es decir, hacer de la manteca EXPELLER, un producto de consumo humano y que puede ser exportada a cualquier parte del mundo. La PLANTA DE REFINACION DE LA MANTECA EXPELLER está compuesta en tres pasos que son: NEUTRALIZACION, DECOLORACION Y DESODORIZACION.

NEUTRALIZACION: La manteca EXPELLER o bien ácida (5.0% de acidez) es recibida en tanques para la manteca ácida que tienen camisa de vapor y removedor de bajas revoluciones (15-20 RPM), de estos tanques de manteca ácida es pasada al NEUTRALIZADOR que es un tanque elevado con media camisa de vapor y agitador, a este tanque se le dosifica SODA CAUSTICA (NaOH) que es el neutralizador.

Luego pasa la manteca neutralizada a la CENTRIFUGA en la cual se separan los sólidos conocidos como

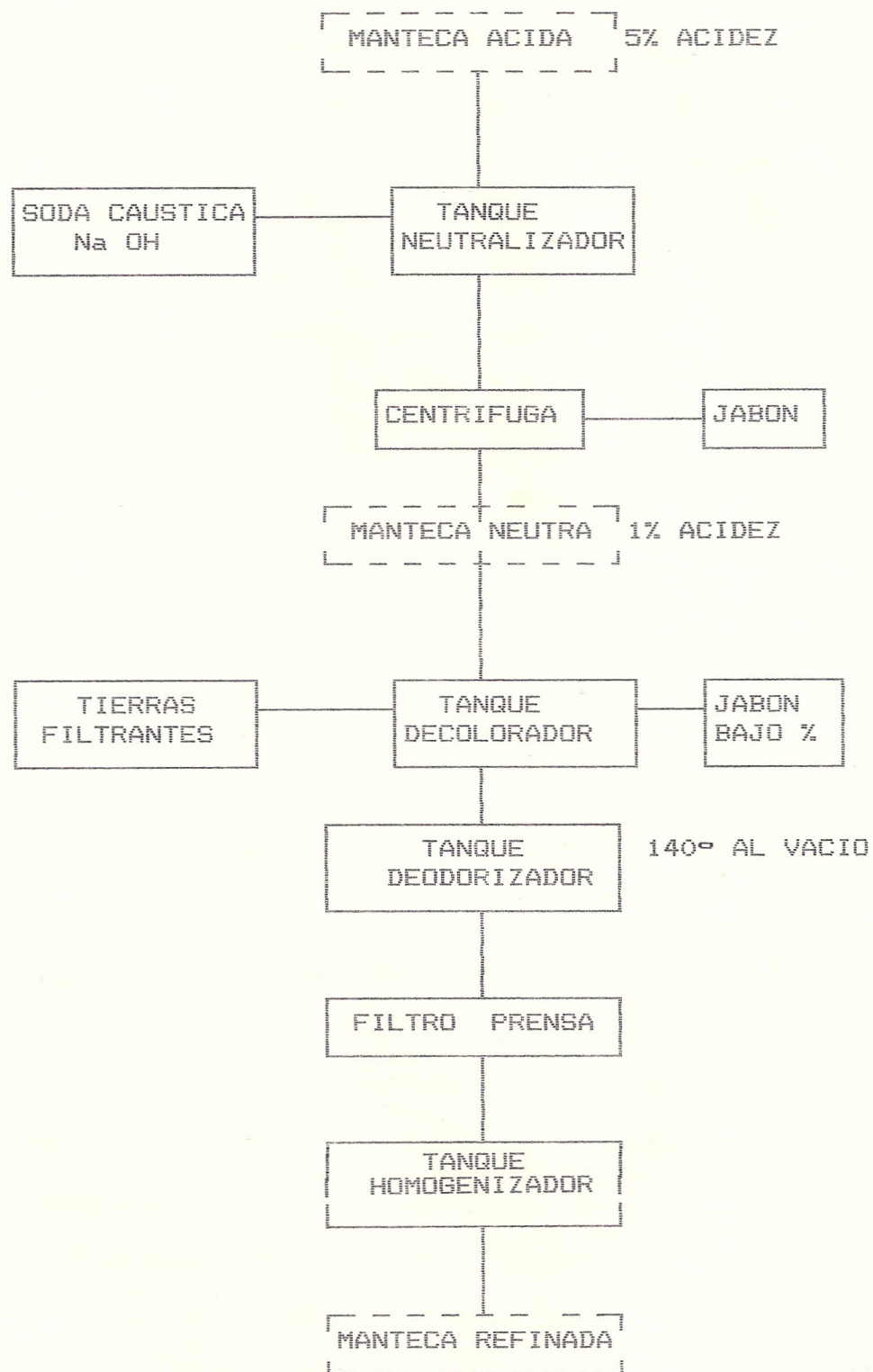


FIG. # 3.- REFINACION DE MANTECA ACIDA.

"jabón", la manteca NEUTRA es depositada en tanques con camisa de vapor y agitador, para de aquí pasar al DECOLORADOR que es un tanque con media camisa de vapor y agitador, en el cual se le añaden TIERRAS FILTRANTES que es un producto químico que retiene los bajos porcentajes de partes por millón de Jabón y de esta manera desaparece el color amarillo intenso, tomando un color blanco que corresponde a la manteca con una baja acidez.

La manteca "NORMAL" por su baja acidez, entra a los tanques DESODORIZADORES que son tanques calentados por un serpentín de vapor en el cual la manteca es calentada hasta 140°C al vacío, con este proceso se logra eliminar todos los olores extraños de la manteca.

Finalmente la manteca es filtrada nuevamente y depositada en los tanques HOMOGENIZADORES para proceder a su empaque y almacenamiento de la manteca REFINADA.

En conclusión hemos obtenido una manteca REFINADA que es una manteca de "primera", es decir cumple los "standard" para que sea apta al consumo humano, a partir de una manteca de "segunda" que fue obtenida de los RESIDUOS DE CACAO. Respecto a la torta EXPELLER o de segunda, también puede ser tratada con la finalidad de extraerle el bajo porcentaje de grasa que contiene, usando el método de EXTRACCION

POR SOLVENTES.

El procedimiento de extracción de manteca POR SOLVENTES es también un proyecto complementario a la PLANTA PROCESADORA DE RESIDUOS DE CACAO, pero este proyecto aún no es implementado debido a la gran demanda del exterior de la TORTA EXPELLER y es más conveniente exportarla como torta que extraerle el bajo porcentaje de grasa que contiene.

CAPITULO V

MONTAJE Y CONSTRUCCION

5.1. MAQUINAS IMPORTADAS

- Siguiendo el diagrama de flujo, las máquinas CATADORAS o limpiadoras de grano, deben ser importadas de Colombia de los talleres LAVERDE, a los referidos talleres se les hizo llegar una muestra del producto que se necesitaba limpiar y luego de las pruebas necesarias nos indicaron el modelo más adecuado para nuestras necesidades que es el modelo TL-2 con una capacidad de 250 Kg/hr, pero para nuestra capacidad de producción eran necesarias dos máquinas CATADORAS.

- Las tres PRENSAS EXPELLER son importadas desde Argentina, cada prensa tiene una capacidad de producción variable, de acuerdo a la materia prima utilizada, así por ejemplo, cuando usamos cascarilla o polvillo, su capacidad es de 350 Kg/hr y cuando se trabaja con TRITURADO la capacidad de las prensas es de 120 Kg.hr.

La importación de las máquinas Argentinas se las hizo a la Compañía BELFIX-SAC de Buenos Aires junto con un stock de repuestos y accesorios muy importantes para estas máquinas, que sufren desgastes por su funcionamiento; como son los tornillos sin-fin y cuchillos raspadores, pero actualmente estos repuestos son fabricados en

Guayaquil; para el funcionamiento de las prensas es necesario un motor eléctrico de 30 HP, que es adquirido en nuestro medio.

- El filtro prensa de 36 placas de lona también es importado, la característica fundamental para el filtro es que las placas deben usar lona y no papel, pues la cantidad de borra que detienen las placas es bastante, además que la presión del filtrado es alta (120 Kg/cm²), la capacidad del filtrado es de 250-350 Kg/hr, la procedencia de este filtro puede ser de Colombia.

- Es necesario también importar dos molinos de martillos para pulverizar la torta EXPELLER la cual no necesita tener gran finura, sino entre 100-120 mesh, estos molinos se pueden importar del Brasil de la Fabrica IRMAOS NOGUEIRA S.A. de SAO PAULO que están provistos de motor y ciclón para recoger el polvo volátil.

- El caldero necesario para la Planta Procesadora de Residuos de Cacao es de 60 HP y de 900 Kg de vapor a una presión de salida de 60 Kg/cm².

El caldero también puede ser adquirido en cualquier Casa Comercial que lo tenga en Stock o que lo traiga con las especificaciones necesarias como son:

POTENCIA : 60 HP

CAPACIDAD : 900 KGS DE VAPOR

PRESION MAXIMA : 60 Kg/cm²

COMBUSTIBLE : DIESEL

TUBOS DE AGUA.

- La torre de enfriamiento puede ser importada o adquirida en una Casa Comercial especializada en estos equipos, las especificaciones de la Torre de enfriamiento son:

CAPACIDAD : 125 lt/min

TEMPERATURAS DE TRABAJO: 30°C - 25°C

VENTILADOR DE : 3 HP - 1750 RPM.

- Se deben importar un lote de bombas centrífugas de baja revoluciones, especiales para manteca de Cacao que tengan las siguientes especificaciones:

POTENCIA : 1 - 3 HP

RPM : 700 - 1100

VOLTAJE : 220/60Hz/3 fases.

- Dos aparatos acondicionadores de aire de 30000 BTU cada uno, que son suficientes para el cuarto de almacenamiento de la manteca EXPPELLER, estos aparatos se deben importar o en caso contrario adquirirlos en algún almacén especializado en estos equipos.

- Para el pesado de la manteca en el momento de su empaque, es necesario contar con dos balanzas de precisión para obtener un peso exacto, que es lo que requieren los clientes, estas balanzas pueden ser de cualquier marca y su rango de trabajo debe

ser de 0-50 Kg.

5.2. MAQUINAS DE CONSTRUCCION NACIONAL

Según el digrama de Flujo (fig. # 4) iremos detallando las máquinas que se pueden construir localmente.

MAQUINA CLASIFICADORA: Ver fig. # 5, fue construida por el suscrito del presente INFORME TECNICO, teniendo como parámetros el tamaño del grano y la capacidad requerida que es de 120 Kg/hr mínimo.

Según el tamaño de los granos de triturado que es la materia prima, era necesario que la mencionada máquina tenga 5 pasos de clasificación, por lo tanto era necesario usar 4 planchas perforadas de acero, o tamices con las dimensiones de los orificios de 10 mm, 8 mm, 6 mm y 4 mm, para obtener cinco dimensiones de granos.

Dándole a la mesa oscilante unas dimensiones de 2000 x 1000 mm, tenemos una capacidad de 350 Kg/hr.

La clasificadora está formada por un bastidor de ángulos de hierro de 2"x2"x1/4" que va suspendida en cuatro pilotes de cemento a una altura de 0.80 metros desde el piso, tiene dos mesas oscilantes de madera PLYWOOD en las cuales van colocadas las mallas o cribas, estas mesas oscilantes van suspendidas del bastidor de hierro por dos tiras de cada lado de PLYWOOD.

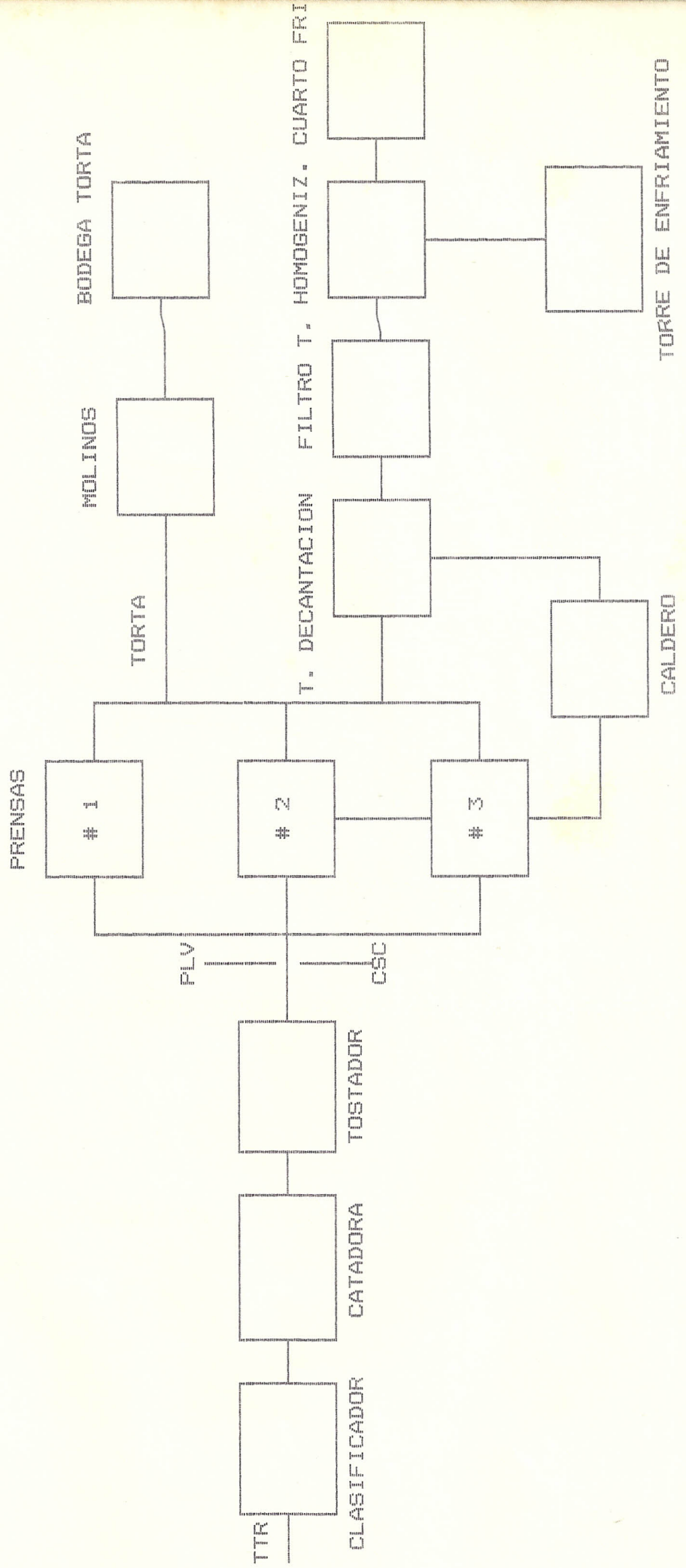


FIG. # 4.- DIAGRAMA DE FLUJO.

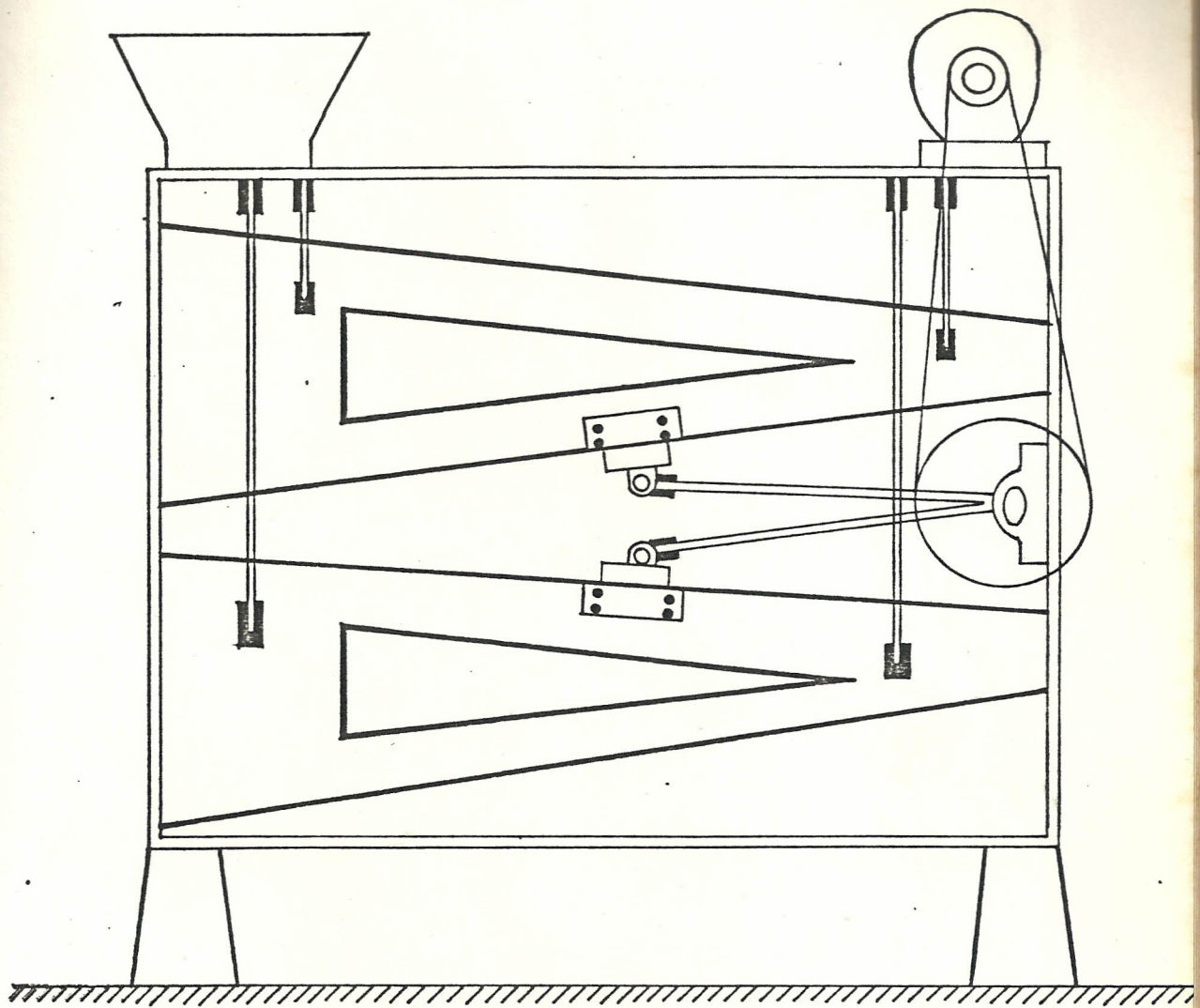


Fig. Nº 5 MAQUINA CLASIFICADORA

De los bastidores tambien se apoyan las bielas que hacen vibrar la mesa oscilante para cribar el grano que entra a la máquina.

Las mesas oscilantes son accionadas por un motor electrico de 3 HP y 1750 RPM - 220 voltios.

TOSTADOR: Ver fig. # 6, fue construido por el Sr. Vicente Adum en los talleres de I.M.G., esta máquina tiene una capacidad de tostado de 150 Kg/hr.

El funcionamiento y conformación del tostador es el siguiente: el triturado, es alimentado al cilindro giratorio horizontal por la parte superior, este cilindro tiene las dimensiones siguientes 1.5 m de diámetro y 2.9 m de largo, en plancha negra de 1/4", la tapa posterior es soldada al cilindro y sirve de soporte para el sistema de engranaje que hace girar al cilindro, en la parte anterior del cilindro queda la tapa y el cilindro está apoyado por dos ruedas de acero que le sirven de soporte y facilitan su giro.

Todo el cilindro gira sobre un "hogar" que es calentado por un "quemador" a diesel, cuando el triturado se encuentra dentro del cilindro, por medio de "álabes" se logra que el grano sea removido completamente en el interior del cilindro para poder obtener un tostado homogéneo.

Cuando el grano está tostado se abre la tapa del cilindro y el grano cae a una mesa giratoria para de aqui ser transportado a las prensas EXPPELLER.

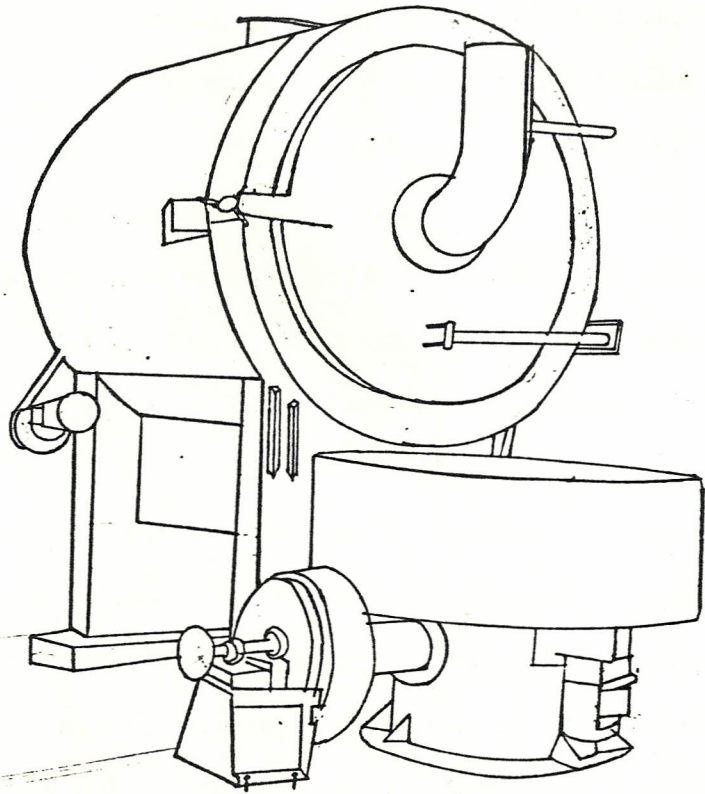


Fig N° 6 TOSTADOR

TANQUES DE DECANTACION.- Ver fig. # 7.

Estos tanques también fueron construidos por el suscrito, tanto para construir la clasificadora y los tanques de decantación, como varios accesorios más que son necesarios, fue menester implementar un taller compuesto por soldadora eléctrica, prensa, tornillo y herramientas varias.

Los tanques de decantación tienen una capacidad total de 1200 Kg, pero existen dos divisiones interiores, dando a cada tanque una capacidad de 400 Kg.

La "camisa de vapor" en estos tanques es unicamente en la parte lateral, fueron construidos en planchas negras de 1/4" de espesor (6 mm), a la camisa de vapor se le adapta una válvula de seguridad, pues esta camisa de vapor debe trabajar con baja presión (20 psi max.) y hay que tener mucho cuidado para evitar una sobre presión que produciría que se "sople" la camisa de vapor, el vapor que alimenta a los tanques de decantación sale de un "banco reductor de presión".

El tanque de decantación está suspendido de una estructura metálica a 0.80 m desde el suelo.

El fondo o "plan" del tanque de decantación es inclinado hacia atrás con la finalidad de que la borra decantada se acumule en ese lugar para que al extraer la manteca, se lo haga solo a la manteca y

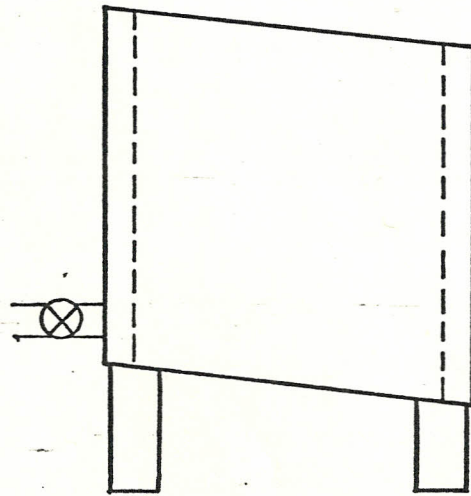
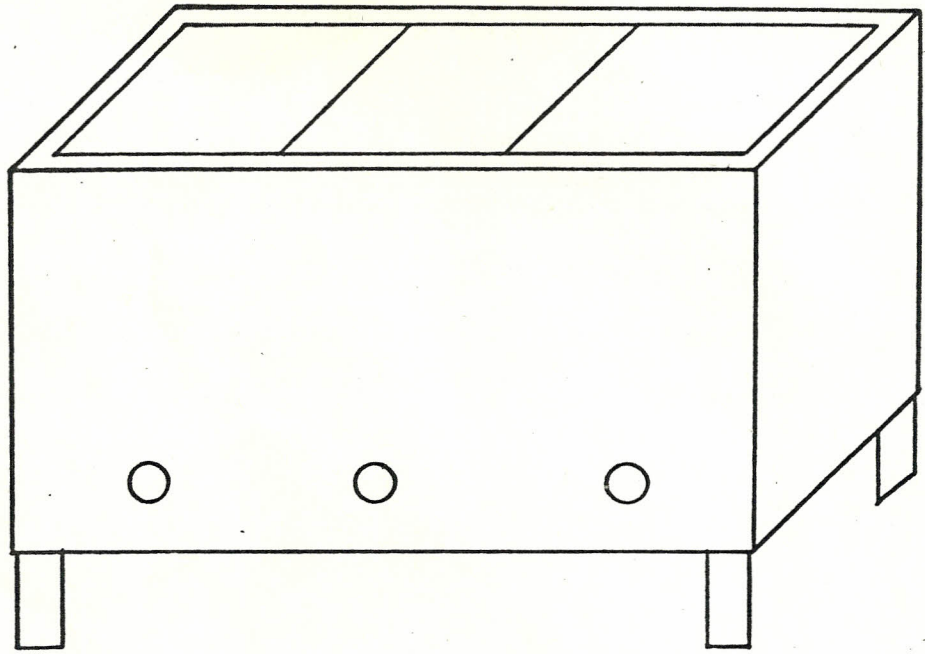


Fig N° 7 TANQUES DE DECANTACION

no a la borra.

Las llaves para extraer la manteca están a un nivel mas elevado que el fondo con el fin de que se separe completamente de la "borra" decantada.

TANQUES HOMOGENIZADORES.- Ver fig. # 8.

Estos dos tanques también fueron construidos por el Sr Vicente Adum en los talleres de I.M.G., las características principales de estos dos tanques son:

Tienen una camisa para agua fría que viene de la torre de enfriamiento con la finalidad de temperar la manteca para poder envasarla, esta camisa es en las paredes y en el fondo. Los tanques deben tener paletas removedoras que van cogidas del eje giratorio en el centro del tanque y el giro de estas paletas no puede ser de más de 15-20 RPM, por eso fue necesario instalar en la parte superior del tanque un motor reductor con el sistema de reducción para obtener este número de RPM.

La capacidad de cada tanque homogenizador es de 1400 Kg.

TORNILLOS SIN FIN.-

Habiamos hablado en capítulos anteriores que tanto la clasificadora, el tostador y las prensas debían ser alimentadas de materia prima y como estas máquinas son alimentadas por su parte superior es necesario usar tres tornillos sin fin que son los

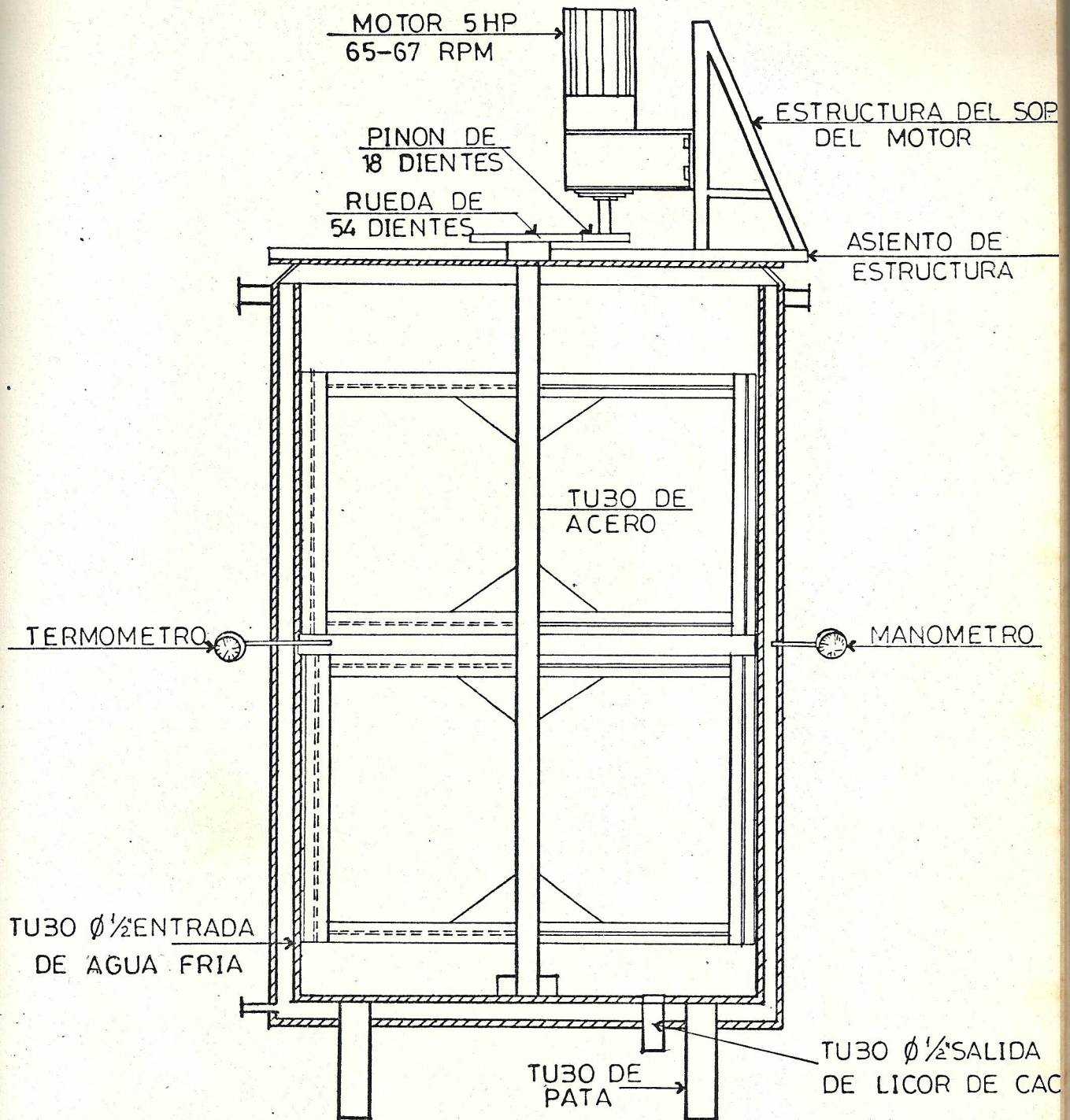


Fig N^o 8 TANQUES DE HOMOGENIZACION

encargados de alimentar estas máquinas y no hacerlo manualmente.

Estos elevadores de materia prima fueron cosntruidos también, en los talleres I.M.G., con las características siguientes:

CAPACIDAD DE TRANSPORTE : 800 Kg/hr

DIAMETRO INTERIOR : 150 mm

PASO : 100 mm

POTENCIA DE ACCIONAMIENTO: 1 HP

VELOCIDAD : 67 RPM

Cada tornillo elevador debe tener una tolva para ser alimentado y una tolva de descarga. La alimentación a las tres prensas se lo hace con un solo tornillo fijo y la descarga alimenta a las tres prensas por medio de un canal que comunica con las tres prensas o tambien podemos utilizar un solo tornillo que es transportable al sitio donde se lo necesita.

5.3. ENSAMBLE DE PARTES

Según la figura # 9, la Planta Procesadora de Residuos de Cacao ha sido dividida en cuatro secciones que son: La sección de limpieza del TTR, la sección del Prensado de la materia prima, la sección del envasado de la manteca EXPPELLER y la sección del pulverizado de la torta EXPPELLER.

La sección de limpieza del TRITURADO es un área que durante su proceso genera gran cantidad de polvo, lo

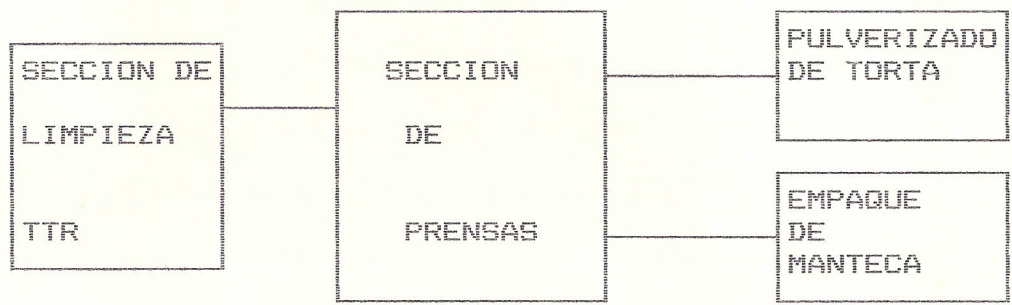


FIG. # 9.- DIAGRAMA DE SECCIONES.

que sería perjudicial para las demás áreas.

El polvo generado es a consecuencia de que el TTR es una materia prima que llega con mucha basura y cuerpos extraños que son separados en las máquinas CLASIFICADORAS y CATADORAS.

La máquina CLASIFICADORA es alimentada por un tornillo sin fin en su tolva superior y el grano comienza a zarandearse para ser "cribado" a través de las 4 mallas que seleccionan el grano por su tamaño, este grano es recogido en sacos de yute y se lo clasifica según su tamaño en #1, #2, #3, #4 y #5. Teniendo el grano TTR clasificado en su tamaño se procede a limpiarlo en las máquinas CATADORAS que es una máquina que trabaja a base de aire generado por un ventilador.

Las máquinas CATADORAS (fig. # 10), son pequeñas y livianas, por eso son "ancladas" en el piso con pernos de expansión, muy cerca de la máquina clasificadora para seguir el flujo de producción.

La eficiencia de la máquina CATADORA depende de la clasificación del grano TTR en su tamaño, en esta máquina se gradua la cantidad de aire del ventilador que es el que limpia el grano, eliminando el polvo y la basura que aún tiene el TTR.

Cuando el TTR ha pasado por la clasificadora y la catadora se lo conserva aún clasificado por su tamaño para que de esta manera entre al tostador.

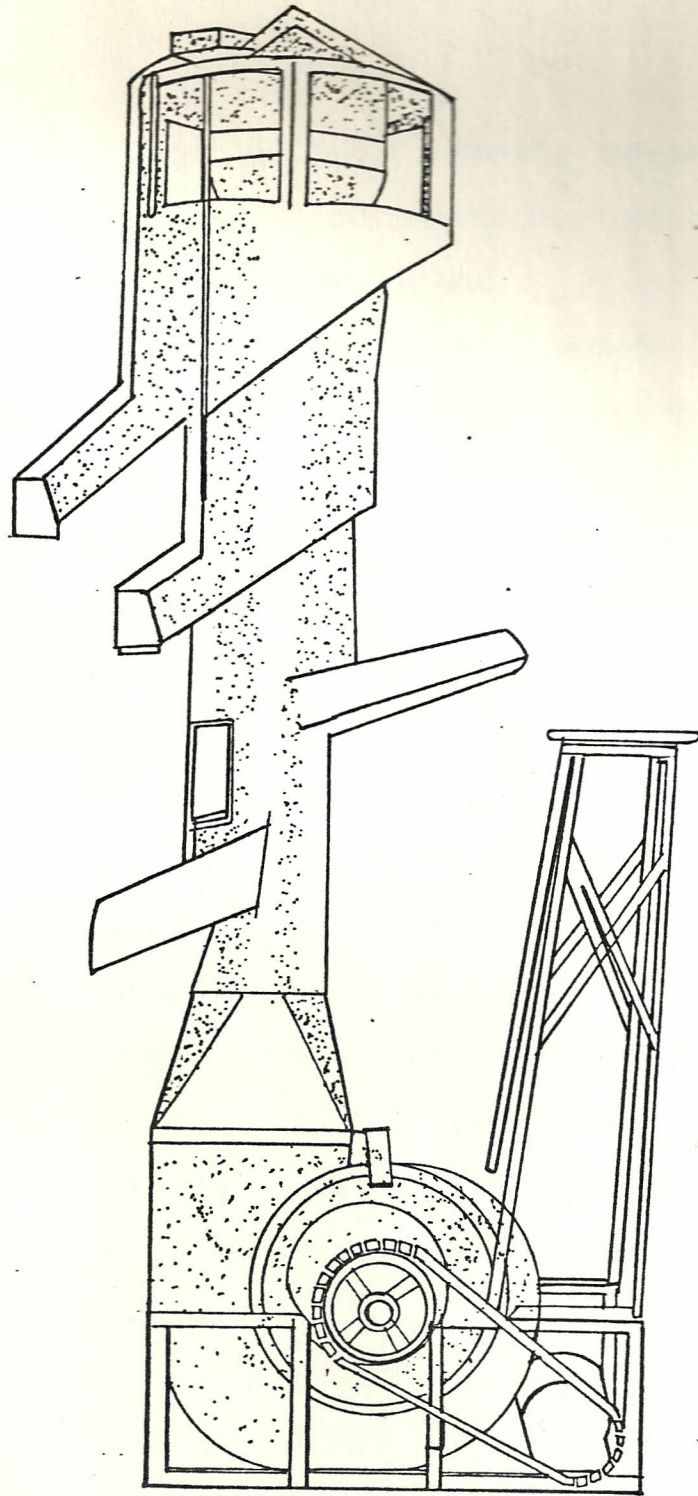


Fig N° 10 MAQUINA CATADORA

En la sección de las PRENSAS, además de estas máquinas, están el TOSTADOR, los TANQUES DE DECANTACION y el FILTRO PRENSA.

El TOSTADOR es la máquina más grande de toda la planta con las dimensiones de 2.0x4.0 m y su ubicación es junto a las prensas, del lado por donde son alimentadas, para que una vez tostado el grano se alimente por medio de un tornillo sin fin a la parte superior de las prensas para que sea procesado el TRITURADO.

Las PRENSAS son máquinas no muy grandes (1.0 x 3.0 m) pero de gran peso y es por este motivo que el área de su asentamiento debe ser reforzada con una parrilla de hierro en el piso.

Estas prensas, en su parte superior tienen unos depósitos (ollas) con "camisa de vapor" en la cual, la materia prima es calentada antes de entrar al tornillo sin fin para ser prensada y obtener la manteca y la torta.

La manteca es recogida en la parte inferior de las prensas, toda la manteca de las tres prensas es llevada por "gravedad" a través de tubos a un depósito "común" del cual es bombeada a los tanques de decantación, que se encuentran junto a las prensas, para que por medio de decantación se separe una gran cantidad de "borra" que lleva consigo.

El filtro prensa está junto a los tanques de

decantación, porque una vez decantada la manteca es bombeada a través del filtro, obteniéndose una manteca libre de borra, esta manteca limpia es depositada en un pequeño tanque de "paso" que tiene una "camisa de vapor", para de aquí ser bombeada a los tanques homogenizadores.

Los tanques HOMOGENIZADORES se encuentran en otra sección que es la del envasado de la manteca.

En la sección del envasado de la manteca hay los tanques homogenizadores y las balanzas para pesar la manteca, esta sección está junto a la sección de las prensas y debe ser aislada para tratar de mantener un ambiente frío que facilita el envasado de la manteca.

Los tanques homogenizadores, que tienen "camisa de enfriamiento" y, paletas para homogenizar de bajas revoluciones (15-20RPM), sirven para "temperar" la manteca, para luego proceder a envasarla, el temperado es poner la manteca en un estado "pastoso" para proceder a empacarla.

En esta misma sección se encuentra el "cuarto frío" que es donde se almacena la manteca hasta su exportación.

La sección del PULVERIZADO DE TORTA también debe ser aislada de la sección de prensa, pero junto a esta para seguir el flujo de producción, en esta sección los molinos generan una gran cantidad de polvo por

lo cual esta sección debe estar provista de extractores de aire y los operarios deben usar mascarillas contra el polvo.

Cuando la torta es molida se la envasa en fundas de papel con un peso neto de 30 Kg. igual peso tiene la torta cuando se la envasa sin pulverizar, una vez envasada la torta es colocada en la bodega de torta. La planta Procesadora de Residuos de Cacao debe contar con un pequeño Laboratorio Químico para hacer el control de la calidad de la materia prima y de los productos obtenidos como son la manteca y la torta EXPELLER.

Este control de calidad es muy importante para poder cumplir con exigencias de los clientes, por ejemplo, hay clientes que desean una torta con el 10% de grasa y este control se lo hace a nivel de producción, graduando el "dado" de la prensa a la salida de la torta.

El control sobre la manteca es principalmente para determinar la acidez de la misma.

El laboratorio se encarga también de tomar un "muestreo" de la materia prima, para determinar el porcentaje de grasa de la misma para que de acuerdo a este porcentaje se pague el valor de la materia prima a los proveedores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

El actual proyecto de la Planta Procesadora de Residuos de Cacao fue realizado en el año de 1980, tomando como referencia los estudios realizados por CENDES, y se encuentra funcionando actualmente, constituyéndose en una Planta Agro-Industrial de beneficio directo para el país ya que genera productos exportables de gran aceptación en el Mercado Internacional. Es de destacar en esta parte de las conclusiones los siguientes puntos:

- A través de esta Planta Agro-Industrial se ha logrado procesar los residuos de Cacao que hasta esa fecha eran desechados como desperdicios.
- También se logró promover y hacer uso de Empresas Nacionales de Construcción, incorporando máquinas construidas localmente para completar el esquema de producción.
- Se logró también implementar un procedimiento de control de calidad basado en normas Internacionales con las cuales los productos fueron aceptados en el mercado Internacional.
- Las acciones llevadas a cabo en relación a la construcción, montaje y puesta en marcha fueron llevados a cabo en tiempos previstos y no alteraran de ninguna manera los objetivos de la administración y es más se consiguió trabajar en forma normal en menos tiempo que si se hubiera tomado la decisión de hacer

importaciones de las máquinas construidas localmente.

- Posteriormente al arranque de esta planta han surgido otras que han tomado como ejemplo las máquinas aquí usadas, tomándolas como prototipos en cuanto a capacidad y eficiencia, con las ventajas económicas que representa tanto su costo inicial como su costo de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

De las conclusiones anteriormente anotadas se recomienda lo siguiente:

- Realizar una desagregación tecnológica de las prensas a fin de que se las puedan construir localmente, esta aplicación se la podría hacer por medio de la ESPOL a fin de que el diseño y construcción de las prensas sean Nacionales y lograr aumentar la capacidad del área del prensado con lo cual se ganaría en capacidad de producción.
- Efectuar las ampliaciones orientadas a la Refinación y Extracción por solventes de los productos obtenidos de esta Planta a fin de mejorar la calidad de los productos finales con lo que se aseguraría mejor precio del mercado y de esta manera evitamos exportar materia prima.
- Realizar ampliaciones de los laboratorios de Análisis químicos a fin de certificar la calidad de los productos obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- NORMA INTERNACIONAL RECOMENDADA PARA MANTECAS DE CACAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.
- 2.- PROYECTO PARA PROCESO DE LOS RESIDUOS DE CACAO, CENDES, 1980.