ESPOL
CIB
D-10315

T
621.815
M244

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL - ECUADOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

BIBLIOTECA

Facultad de Ingenieria Mecanica

"Planta para Producir Alimentos Balanceados"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Titulo de:

Ingeniero Mecanico

Presentada por:

PABLO MALDONADO ULLAURI

Guayaquil - Ecuador

1990

ING. NELSON CEVALLOS B.
DECANO FIM

ING. ALFREDO TORRES G.
DIRECTOR DE TESIS

ING. FEDERICO CAMACHO B.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. VICTOR GONZALEZ J.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que cumplieron bien la labor encomendada.

DEDICATORIA

A los que creyeron
en ésta realidad.

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en ésta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la tesis de Grado corresponderá a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

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

.....

PABLO MALDONADO ULLAURI



I N D I C E G E N E R A L

Pag.

RESUMEN V

INDICE GENERAL VI

INTRODUCCION VII

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROYECTO 009

1.1. GENERALIDADES 009

1.2. EL PROCESO DE EXTRUSION 012

1.3. CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA EXTRUSORA 014

CAPITULO II

CONSIDERACIONES PARTICULARES DEL DISEÑO 020

2.1. EL PRODUCTO 020

2.2. FORMULACION 024

2.3. CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS 025

2.4. LIMITACIONES 032

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DIVERSAS DE UBICACION Y SELECCION FINAL . 040

CAPITULO IV

DISEÑO Y SELECCION DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS 045

4.1. DISEÑO DE TOLVA DE RECEPCION 045

Pag.

4.2. DISEÑO DEL ELEVADOR 059

4.2.1. SELECCION DEL MOTOR DEL ELEVADOR 065

4.3. SELECCION DEL MOLINO 065

4.4. DISEÑO DE TOLVA DE PREMEZCLA 066

4.5. SELECCION DE LA BASCULA 071

4.6. DISEÑO DEL SIN FIN TRANSPORTADOR 071

4.6.1. SELECCION DEL MOTOR 075

4.7. SELECCION DEL MEZCLADOR 076

4.8. DISEÑO DE TOLVA DE PRODUCTOS MEZCLADOS 077

4.9. DISEÑO DE TOLVA DE PRODUCTOS TERMINADOS 079

4.10. EQUIPO ADICIONAL 083

4.10.1. DISEÑO DE MESAS DE TRABAJO 084

4.10.2. SELECCION DE BASCULAS 085

4.10.3. SELECCION DE LA MAQUINA SELLADORA 086

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

a) PLANOS

b) BANDAS Y POLEAS

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

Se hace una revisión de las operaciones realizadas en una planta de alimento balanceado; en el capítulo primero se describen las características de la maquina extrusora, constituída en el corazón de la planta, anotamos aquí las dos más importantes que son: la elevación de la temperatura por arriba de los 100°C y el uso de un sistema de enfriamiento por agua a presión.

Se analiza las propiedades que debe reunir un producto de éste tipo, tales como proteínas, vitaminas, grasas y también una posible formulación del mismo. En ésta sección se revisan los procesos empleados desde la recepción, transporte, almacenado, molienda, mezclado, extrusado y envasado; se dan las capacidades de los elementos constitutivos y sus limitaciones considerando factores particulares en cada caso. Esta sección considera el autor como la parte básica del diseño general de la planta.

La ubicación de los equipos en el área de trabajo es la parte complementaria de la sección anterior, seguido se diseñan y seleccionan los equipos relacionando las normas de diseño con la tecnologia desarrollada para el caso y las valiosas sugerencias de los técnicos que laboran en el área. Finalmente se anotan las conclusiones y recomendaciones.

INTRODUCCION

El desarrollo de la planta de alimentos balanceados, tiene como objetivo principal el aprovechar la tecnologia nacional como complemento de una moderna máquina extrusora; siendo de una capacidad limitada, se da la forma generalizada de la planta y del producto en si, para efectos de futuros proyectos.

Se detallan las operaciones fundamentales del proceso, y en base a ello se seleccionan y diseñan los elementos que cumplen esas funciones. La selección y el diseño se basan en capacidad de trabajo de la planta en si constituyendose el principal limitante la extrusora, también se estiman tiempos de trabajo para algunos de los elementos apoyandonos en los manuales existentes.

CAPITULO I

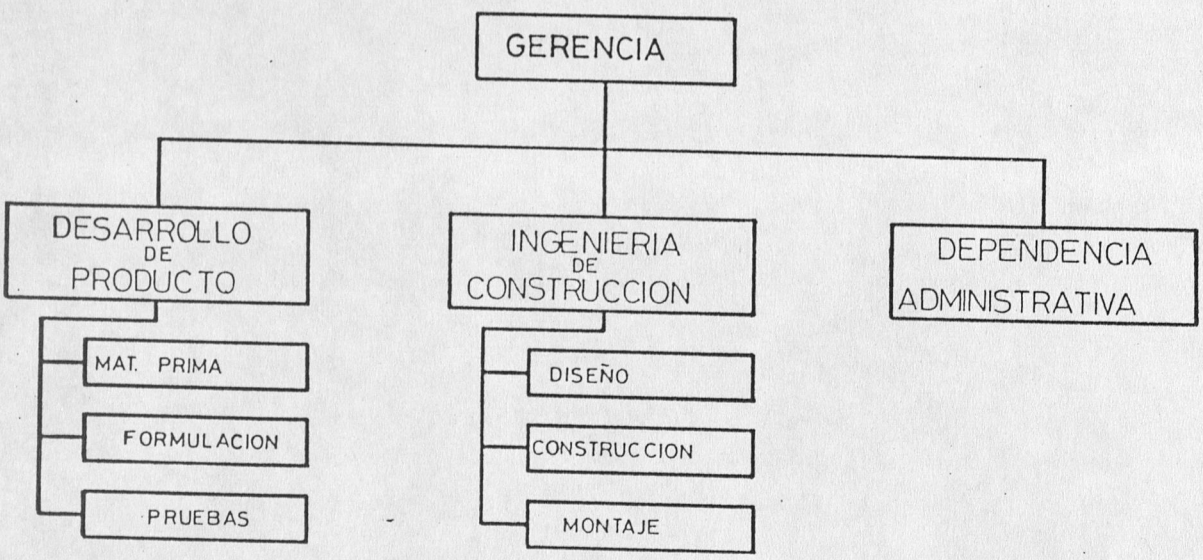
DESCRIPCION DEL PROYECTO

En este primer Capítulo enumeramos las operaciones principales dadas en una planta, se revisa de modo muy general aspectos organizativos de una empresa; se definen claramente: el proceso de extrusión con sus pro y sus contras, y, la máquina extrusora con detalles de las partes que la constituyen, funcionamiento y capacidad.

1.1 GENERALIDADES

La intención del presente trabajo no es hacer un estudio completo del desarrollo de una actividad industrial, sino que se centra en la parte del diseño y selección de los elementos mecánicos. Un estudio detallado incluye diferentes tipos de análisis tales como de prefactibilidad, de factibilidad, de mercado, de ubicación, de materia prima, económicos, etc.

Muchas actividades en el país son realizados por micro y medianas empresas, que tienen una organización donde la responsabilidad recae sobre una persona y no sobre un grupo como sería lo ideal. En nuestro caso una organización temporal cuya función sea el montaje y puesta en marcha de la planta, puede ser:

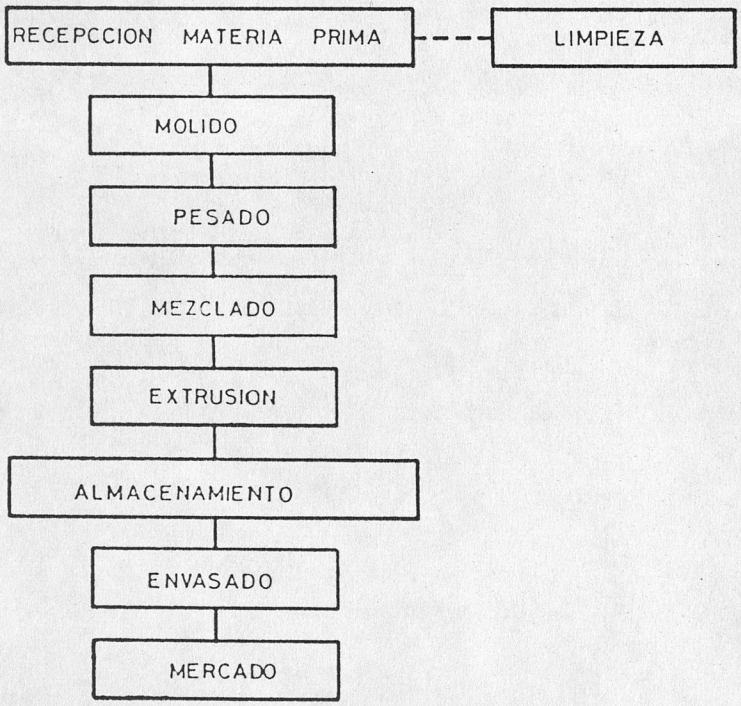


Decimos aquí organización temporal, ya que una vez concluída la planta, no se necesita la ingenieria de construcción, sino que será necesario otra estructura uqe incluya una sección de mantenimiento en la parte mecánica y eléctrica y las de mercadeo y ventas.

En el siguiente capítulo examinaremos lo referente al producto mismo, su formulación y contenido y damos forma general a las partes que constituyen la planta. Por ahora nos limitamos a describir las operaciones fundamentales involucradas en el proceso.

La recepción de materia prima debe estar seguido de una fase de limpieza, que no se considera aquí por motivos de tamaño de la planta, y, en vista de que es posible conseguir materia prima con las impurezas aceptadas

industrialmente (1-3%).



Los elementos que necesitan ser molidos pasan por éste proceso para posterior almacenamiento y pesado; una vez pesado en las proporciones que determina la fórmula se mezclan todas las partes, nuevamente se almacenan y pasan a la máquina extrusora donde se da la forma requerida al producto; de allí se siguen los pasos de almacenado, envasado, nuevamente almacenado, y finalmente al mercado y consumo final.

En el diseño mismo de los elementos debemos tener en consideración: la disponibilidad de construcción, la facilidad del montaje, la sencilles de manejo, el empleo de piezas normalizadas de forma tal que el sistema

permita un funcionamiento sencillo y poco costoso.

Por disponibilidad de construcción nos referimos a lo que exactamente podamos encontrar en un taller común, tomando en consideración que el sistema a construir no presentará complicaciones extremas. Preguntas tales como: de qué material disponemos?, cómo puede ser operado?, y otras que analizaremos posteriormente deben tomadas muy en cuenta en la fase de diseño.

1.2 EL PROCESO DE EXTRUSION

En metalurgia se lo considera el más severo de los procesos de prensado; en general consiste en hacer "fluir" a través de un orificio el material que de otro modo permanece estático.

El principio en que se basa es el empuje de avance ejercido sobre el material hacia un orificio de salida donde adquiere una forma particular y sale lo bastante rígido para conservarla. El avance se obtiene por la presión por tornillo que realiza el eje y el cilindro externo sobre el material.

La industria de alimento balanceado considera fundamental éste proceso que lo denominan simplemente "compresión", puesto que toma los componentes finamente triturados y los convierte en materia sólida, cuya forma, volúmen y dureza son más aptos para la alimentación

animal y facilita el transporte y conservación.

Existen numerosas máquinas diseñadas para el proceso desde la prensa de alveolos y engranajes utilizados en la década de 1920 hasta las modernas prensas extrusoras empleadas en la actualidad. La fricción produce una elevación de temperatura controlada de manera diferente en cada caso.

Las ventajas que presenta la extrusión son las siguientes:

- Degradación de las grasas.
- La transformación del Nitrógeno en compuestros de amoníaco.
- La oxidación de las vitaminas.
- En los procesos de cocción-extrusión los almidones se vuelven altamente utilizables para la digestión enzimática.
- Las hojuelas de cereales pueden ser obtenidas a partir de harinas.
- La cocción-extrusión ha demostrado controlar el desarrollo de inhibidores en harinas de semilla de soya con grasa total, y, si es ejecutada apropiadamente puede inactivar más del 90 % de los inhibidores presentes en las semillas.
- Desde los 71 °C son eliminadas muchas enzimas y sobre los 100 °C la mayoria de las bacterias causantes de

BIBLIOTECA

la degradación y mala conservación de los productos.

- La cocción-extrusión permite que las proteínas se hagan insolubles, que el almidón sea gelatinoso, que altos niveles de grasa-aceite sean incluídos.
- Permite moldear en un solo paso.

La principal desventaja es el consumo de alta energía para el proceso, y, si añadimos a esto el especial cuidado que se debe dar a la mezcla (granulometria fina).

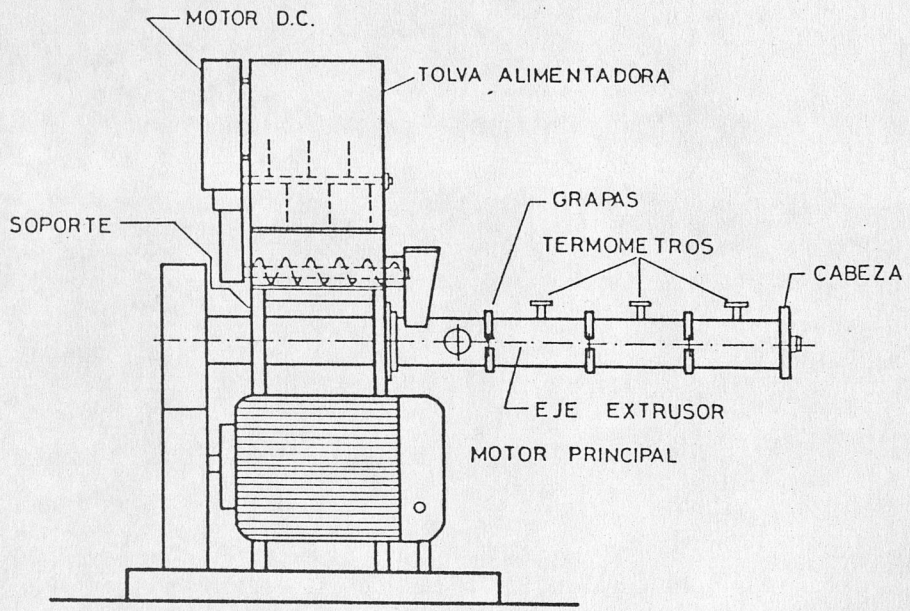
1.3 CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA EXTRUSORA

El proceso de extrusión seco propio de esta máquina crea calor a través de presión y fricción. Calor y fricción son usados en la cocción y expansión de los ingredientes, gelatinización del almidón, destrucción antimetabólica donde se presenta, esterilización y deshidratación de productos. Con este proceso no se requiere fuente adicional de calor, tal como en los procesos tradicionales, eliminando así los costos de operación de calderos y secadores.

En esta sección describiremos la máquina extrusora, corazón mismo de la planta enfocando su funcionamiento y características.

- Capacidad 272-363 kg/hr.
- Dimensiones 147 cm. alto, 139 cm ancho, 157 cm. largo.

BIBLIOTECA

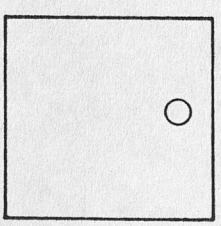


EXTRUSORA

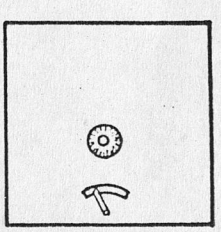
Además de las partes señaladas en la figura anterior, consta de un control de velocidad del motor DC, un rectificador y transformador de corriente, un modulador de voltaje, un amperímetro de control total, un extractor de vapor y una bomba para agua utilizada en el proceso.



AMPERIMETRO



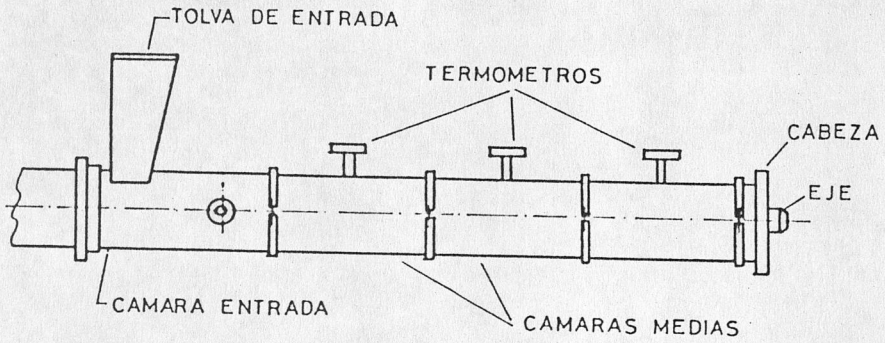
MODULADOR



CONTROL DE VELOCIDAD

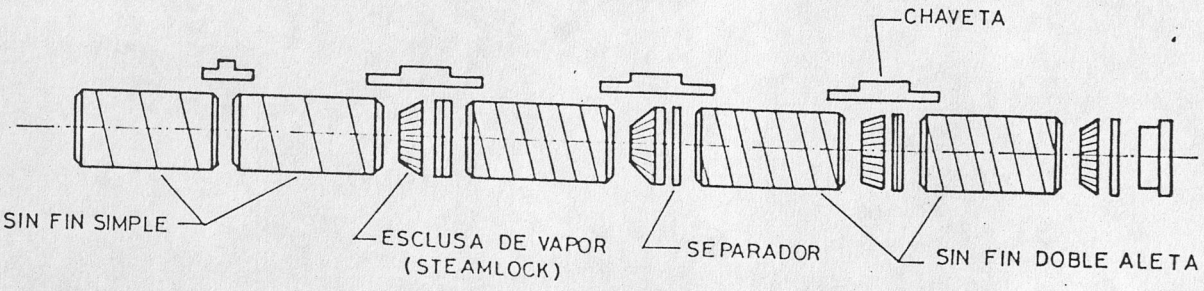
La transmisión de potencia al eje principal se lo efec-

túa a través de bandas trapezoidales. El eje principal está cubierto por cámaras cilíndricas desmontables que cubren los tornillos sin fin y separadores, arrastrados por el eje por medio de chavetas.



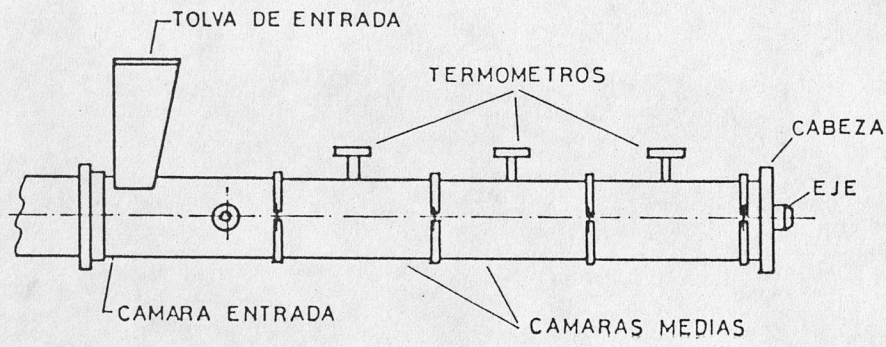
A la salida se ubica la cabeza donde se colocan los dados que darán la forma al producto. Los termómetros leen las temperaturas en forma creciente hacia la cabeza cuando existe un buen funcionamiento del sistema.

La cámara de entrada dispone también del acople de una tuberia que permite el paso de agua a una presión establecida, y con un gasto determinado. Ilustramos la colocación de las piezas internas ubicadas entre el eje y la cámara.

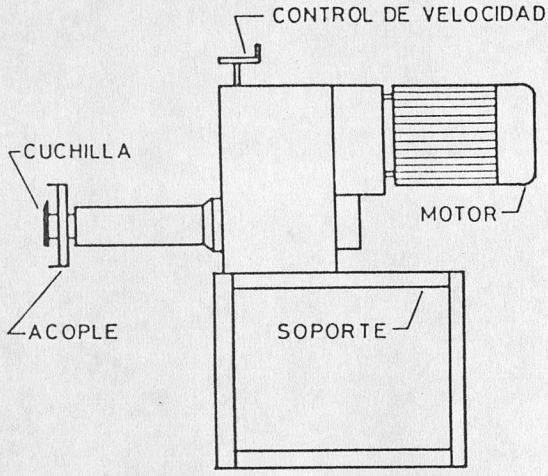


Los dos primeros son tornillos simples y los restantes son a doble aleta, ésta configuración no cambia, lo que puede varia es el tamaño de las esclusas de vapor y separadores dependiendo del producto a procesar; éstas esclusas de vapor están directamente relacionadas a la temperatura que puede ser alcanzada en la última cámara, se recomienda para soya entre 149 y 160 °C y para otros productos un mínimo de 127 °C y en muchos casos llegar a 150 °C como máximo.

El eje principal consta de dos juegos de cojinetes cerca de la toma de fuerza, y aproximadamente el 40 % del mismo se encuentra en voladizo. En la cabeza se acopla un sistema cortador con cuchilla giratoria, mostrado en la figura.

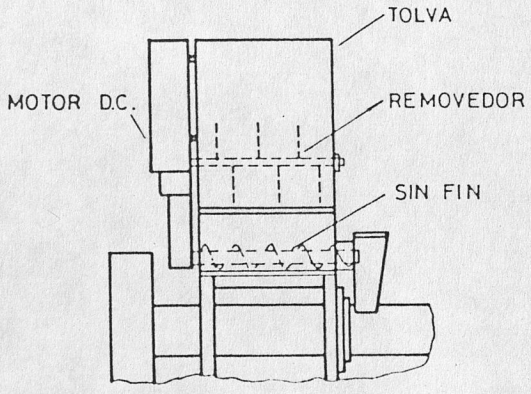


Este sistema permite dar al producto extrusado el tamaño requerido para lo cual nos resulta útil el control de velocidad. Se fija a la cabeza extrusora por medio de pernos.



CORTADOR

La parte correspondiente a la dosificación de la mezcla se la realiza por el movimiento de un tornillo sin fin ubicado en la tolva de alimentación que está fija encima del eje principal.



DOSIFICADOR

Tanto el removedor como el tornillo reciben el movimiento del motor de corriente continua. Ahora bien el control de velocidad de éste motor está conectado en

BIBLIOTECA

amperímetro general del sistema, lo que permite medir en forma precisa cualquier sobrecarga en la dosificación y corregir prontamente.

En la descripción de las partes se deja apreciar un funcionamiento sencillo: el sin fin de la tolva alimenta continuamente al eje extrusor, aquí el material sufre la transformación y es dada la forma en la cabeza.

CAPITULO II

CONSIDERACIONES PARTICULARES DE DISEÑO

Antes de hablar de los elementos mecánicos involucrados, se revisarán conceptos sobre la alimentación animal, sus requerimientos, los usos, los nutrientes básicos y la forma de suplirlos. La fórmula para el producto dada aquí no necesariamente implica una determinada línea de consumo animal; sino que la fórmula puede ser variada y nos encontraremos en una situación donde siempre existirá un elemento mayoritario, y, es precisamente un objetivo del diseño poder diversificar la producción del alimento.

Al terminar éste segundo capítulo tendremos todos los elementos mecánicos definidos, y en su mayoria con medidas estimadas o las que tendran en el diseño final, ésto facilitará la distribución de los equipos que se verá en el tercer capítulo.

2.1. EL PRODUCTO

Alimentación es el suministro de nutrición por comida o consumisión, y el alimento es toda la materia que puede ser ingerida y utilizada por el organismo como fuente de nutrición y energia. El animal utiliza alimentos para su mantenimento, crecimento, producción y gestación; y, en cada uno de éstos estados se requiere diferente cantidad de energia y por tanto una distinta

ración alimenticia para el mismo animal.

El mantenimiento es la reunión de las necesidades alimenticias para conservar el funcionamiento del cuerpo en forma adecuada. Los requesitos de mantenimiento en un animal son por lo general proporcinales al peso, y, si se cubren exactamente las reservas en proteínas, grasas y minerales se mantienen constantes.

Para el crecimiento el animal toma la energia necesaria una ves que han sido satisfechos sus requesitos de mantenimiento y éstos varian en cada caso específico; en los animales jóvenes se sienten más pronto y severamente los efectos de una mala nutrición, debido a sus mayores necesidades energéticas.

Cuando el animal aporta un producto de consumo humano necesitará mayores nutrientes para que éste producto sea de óptima calidad, como en el caso anterior lo hace únicamente después de cubrir sus necesidades de mantenimiento. Igualmente sucede con el animal en estado de gestación, el cual durante los últimos meses deberá recibir por lo menos un 50 % más nutriente que otro animal de su misma raza no preñado.

Los nutrientes de un animal se subdividen en: agua, carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas.

TECA

El agua es fundamental en todo organismo viviente, y los carbohidratos o hidratos de carbono son usados por el enimal para producir la energia que su cuerpo necesita en su metabolismo y funciones vitales, lo que no se utiliza se acumula en forma de grasa. Los carbohidratos son de dos clases:

1°- Azúcares y almidones que forman el extracto libre de Nitrógeno, de fácil digestión y buen valor alimenticio.

2°- Fibra de no fácil digestión y por tanto pequeño valor alimenticio.

Las proteínas son compuestos poliméricos de elevado peso molecular integrado por aminoácidos, que a su vez son compuestos derivados del amoníaco por sustitución de un radical hidrógeno por radicales orgánicos. Por su contenido de nitrógeno son necesarios para el crecimiento, reparación de los desgaste de los tejidos y la producción, en la misma forma los aminoácidos determinan en grado considerable la actividad fisiológica del animal.

Una exelente fuente de energia, quizá la mejor, lo constituyen los ácidos grasos no saturados presentes principalmente en oleaginosas y grasas de origen animal.

BIBLIOTECA

El crecimiento del esqueleto y el normal funcionamiento del cuerpo del animal reclaman minerales en su alimentación. El calcio, el fósforo, el magnesio,el sodio y el cloro son necesarios en cantidades relativamente grandes y se los conoce como macroelementos. El hierro, el cobre, el cobalto, el zinc y el yodo son necesarios en cantidades relativamente pequeñas y por ello se los denomina microelementos.

Las vitaminas son compuestos orgánicos, presentes en cantidades minúsculas en los alimentos naturales, y que son esenciales para el proceso normal de crecimiento y mantenimiento del cuerpo; las vitaminas no proporcionan energia, pero son fundamentales para las transformaciones enrgéticas y para la regulación del metabolismo.

De los diferentes tipos de vitaminas anotaremos lo relacionado con la vitamina K llamada también antihemorrágica, se forma por acción bacteriana en la panza y el intestino, está contenido en los vegetales verdes y secos.

Se han revisado los aspectos fundamentales de la alimentación animal y concluímos que son las proteínas los elementos básicos en el funcionamiento del cuerpo. Asi la formulación que se dará en la siguiente sección enfocará primordialmente éste aspecto. No especificamos

a quien se dirige el producto, pués como expresamos en la introducción siempre existe uno o dos elementos mayoritarios presentes en los balanceados; la intención es generalizar de forma que la planta sea utilizada para mas de un producto.

2.2. FORMULACION

Siendo las proteínas la base fundamental para el crecimiento del cuerpo, reparación del desgaste de los tejidos y la producción animal, es lógico buscar un elemento que contenga buena cantidad de proteína.

La materia prima más utilizada es el maiz (económico y de gran producción en el país), seguido de la soya que constituye el mejor suplemento proteínico de origen vegetal, de gran abundancia; otras materias primas utilizadas son la avena, harina de trigo, harina de alfalfa, la harina de pescado y de sangre contienen mayor porcentaje proteínico que la soya, pero debido a su origen animal no gozan del favoritismo del sector industrial.

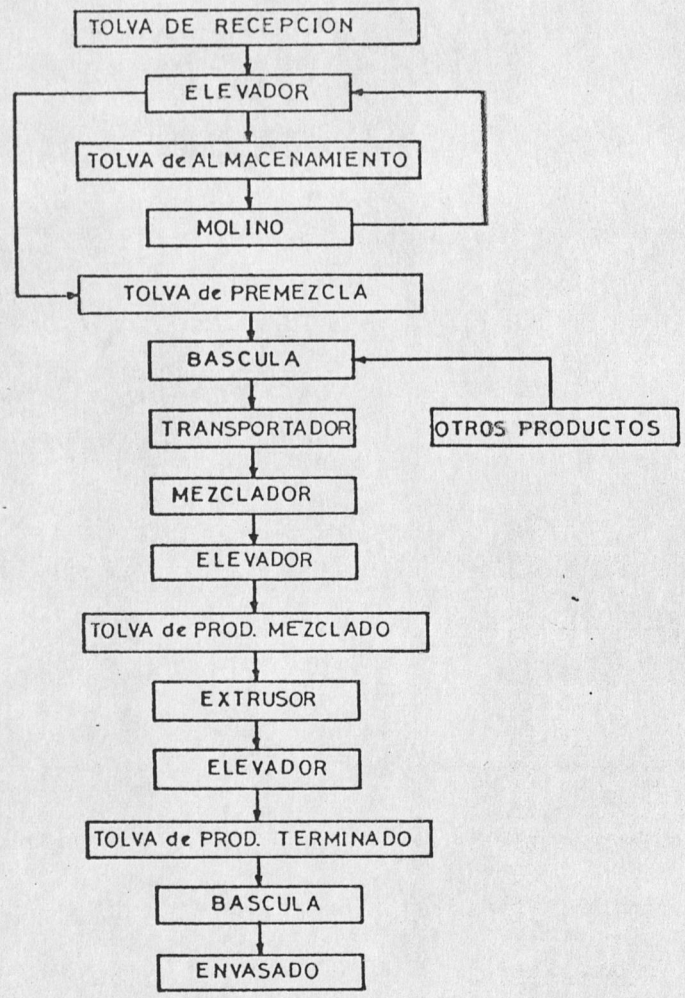
No es nuestra intención discutir la posible formulación y las razones de ello, cuyo contenido y alcance queda fuera de éste contexto, solo nos limitamos a escribir una fórmula que utilize mayoritariamente los dos elementos asequibles y de gran producción en el país: maiz y soya. De la literatura observada consideramos

que 20 % de proteína es aceptable en éste tipo de alimento. (2)

	Porcentaje	Porcenteje de proteína (13)	Subtotal proteínico
maiz	54	8	4.32
harina de soya	31	44	13.64
harina de trigo	8	10	0.80
harina de avena	5	12	0.60
harina de alfalfa	1	13	0.13
harina de sangre	1	55	0.55
TOTAL	100		20.04

2.3. CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Como vimos en el primer capítulo la materia prima desde su llegada sigue un trayecto determinado, hasta que finalmente es procesada, ahora bién ésta materia debe pasar por diferentes elementos mecánicos que describimos en un diagrama de flujo completo del proceso.



El maiz desde la tolva de recepción se dirige al elevador y de aquí a la tolva de almacenaje, luego al molino y regresa al elevador que lo envia a la tolva de premezcla y de aquí sigue por los pasos que se indican en el diagrama.

BIBLIOTECA

La soya viene ya extrusada y pasa directamente desde la tolva de recepción al elevador y a la tolva de premezcla; en caso de requerir la molienda de la soya pasamos desde la descarga al molino, luego al elevador

y a la tolva de premezcla.

En el transportador debemos disponer de una tolva que a medio camino permita colocar los ingredientes de menor volúmen del balanceado.

Hasta aquí se ha dado una idea general de la planta, ahora debemos dejar establecido tres aspectos importantes en su diseño:

1°- Al extrusor se le debe permitir un funcionamiento continuo.

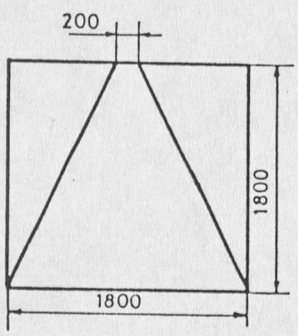
2°- Las conexiones entre los diferentes elementos debe hacerse en lo posible por gravedad, por obvias razones.

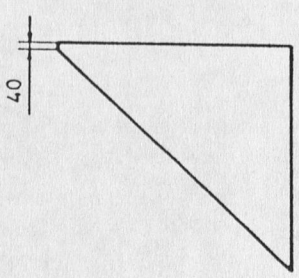
3°- Debemos disponer de materia prima suficiente para que la planta funcione sin inconvenientes durante un período de tiempo adecuado a las condiciones de adquisición de la misma.

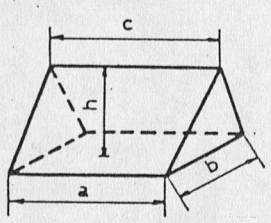
Se considera el dimensionamiento de los elementos y el estimado de tiempos como la parte más importante en el presente desarrollo; ésta apreciación nos permitirá dar forma al conjunto para el cálculo detallado que se verá en el capítulo 4.

Considerando que el corazón de la planta lo constituye la máquina extrusora, ésta debe funcionar continuamente aproximandose a su total capacidad (363 kg/hr). La

tolva alimentadora será capáz de proporcionar al menos 4 horas de funcionamiento continuo (1452 kg.), con una dimensión mínima de 180 cm. de acuerdo al tamaño de la máquina, por la forma de la misma (extrusora) la descarga debe ser lateral.



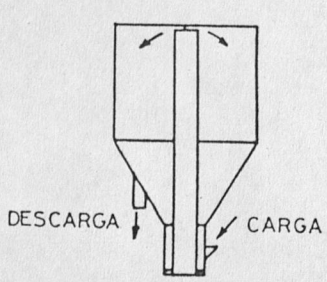




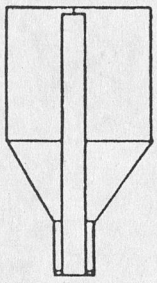
$$V = \frac{2(a+c)bxh}{6}$$

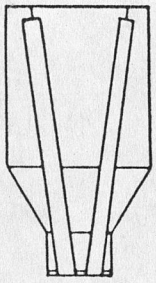
Dirijimos nuestra atención al estimado de los tiempos de mezclado, carga y descarga de la mezcladora asi como también su capacidad. Describimos el tipo y funcionamiento de éstas máquinas.

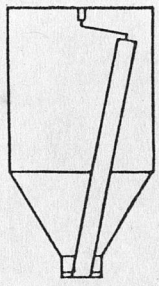
Su funcionamiento es el siguiente; recogen material en la parte baja, un mecanismo de tornillo sin fin eleva el producto, el movimiento del tornillo esparce el producto en la parte superior y éste desciende para un nuevo ciclo. La descarga se sitúa un poco por encima y opuesta a la carga.



Existen de un eje, dos ejes y de eje pivoteante (mejor mezclado).







Se estima convenientes los siguientes tiempos y capacidad: el mezclado de 910 kg. durante 20 min. y la carga y descarga en un período de 10 min. cada uno, sumados éstos tiempos nos dá 40 min. antes de poner a funcionar el extrusor pero que permite el trabajo de más de dos horas, tiempo suficiente para el siguiente mezclado y evitar la para del extrusor, con éstas estimaciones el mezclador debe ser capaz de operar realmente al menos 1350 kg en una hora.

Nuestro transportador debe movilizar 910 kg en un máximo de 10 min. y la capacidad del elevador a la descarga del mezclador un 10 % superior, ésto es 920 kg en 10 min.; éste 10 % nos permite garantizar que el traslado del material se efectuará en el tiempo estimado. Adicionalmente el transportador facilitará la colocación de los ingredientes que completan la fórmula

descrita anteriormente.

Antes del transportador se ubica la báscula la cual está equipada con una tolva que permite pesar y desalojar fácilmente. Esta báscula es alimentada por gravedad por medio de otra tolva con dos salidas diferentes: una para maiz y otra para soya.

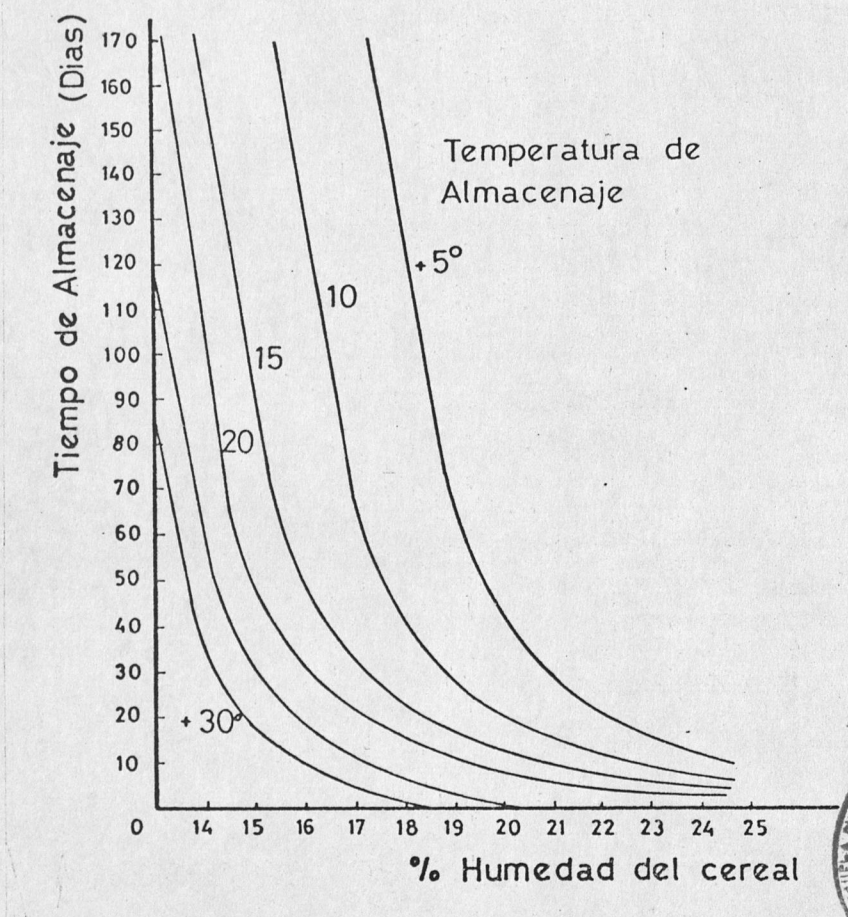
Cuando el maiz llega a la planta se recepta en una tolva conectada directamente a un elevador de canguilones que lo envia a la tolva de almacenaje. El maiz con 14 % de humedad relativa y un promedio de temperatura de 30 °C. en la ciudad de guayaquil, podría permanecer 30 dias sin aireación, pero tenemos promedios entre 36 °C. y 19 °C. por lo que un período de 15 dias se considera apropiado; ésto representa 10 dias laborables, con jornadas de 8 horas/dia (5); si se producen 2900 kg/dia, se necesitan 1566 kg/dia de maiz (54 %). Entonces una capacidad de almacenamiento entre 13600 y 15900 kg es adecuado.

De soya para los 10 dias de trabajo se necesitan 8730 kg por tanto respetaremos éste margen.

---

(5) Fuente: "Postcosecha, tratamiento y almacenamiento de granos" por Dr. Ettore Gasparetto, Escuela Superior Politécnica del Litoral 1989.

Influencia de la temperatura y de la humedad relativa del grano sobre el tiempo de almacenamiento sin necesidad de aireación.



BIBLIOTECA

La capacidad del elevador de canguilones lo estimamos en base a tiempos. Si consideramos que 13600 kg pueden ser descargados en 45 min. tenemos un tiempo bastante realista, ahora bien nuestro elevador debe movilizar al menos 18133 kg/hr (13600x60/45) de maiz. Con el molino consideramos que 450 kg a la hora satisfacen plenamente las exigencias de trabajo, además resulta una operación

un tanto independiente por que podemos almacenar lo molido y por que no interrumpe la secuencia principal del proceso.

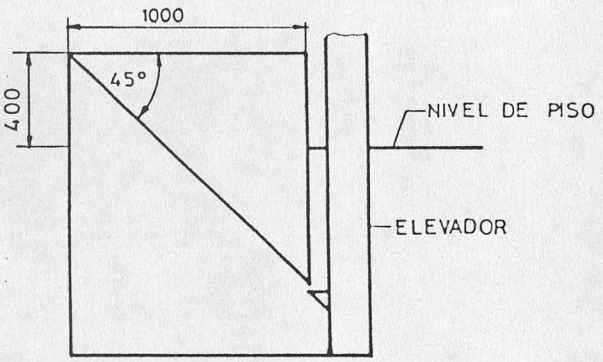
En el siguiente artículo examinaremos algunos inconvenientes y a su ves daremos una idea específica de las partes y su posible ubicación que será analizado en el capítulo 3.

2.4. LIMITACIONES

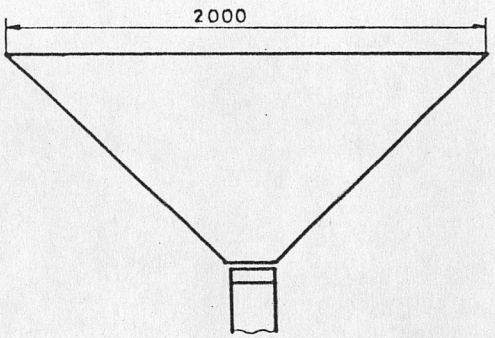
Consideremos dos aspectos de gran importancia para el diseño: 1-) utilizaremos para las tolvas planchas de 3 mm. de espesor, 2.44 mt. de largo por 1.22 mt. de ancho, cuando se necesite deberá ser rigidizada convenientemente de acuerdo al cálculo. 2-) el ángulo de inclinación escogido para las tolvas es 45°, centrado entre los 36° y 60°, inclinaciones usadas en el transporte de granos y harinas de acuerdo al ángulo de descanso del material; con 45° (inclinación) si bien es cierto que no descargará completamente la harina debido a la humedad, lo hará satisfactoriamente y hace posible un mejor aprovechamiento de la plancha de hierro.

La primera tolva (recepción) tendrá 2 mt. de ancho (un camión mide 2.7 mt. de ancho para cuando el producto viene al granel facilite la descarga), estará a nivel de piso ó 40 cm. sobre él para evitar posibles caidas de personal y herramientas, 1 mt. de largo, y, para

obtener 45° 1 mt. de profundidad, lo que significa 60 cm. bajo el nivel de piso.

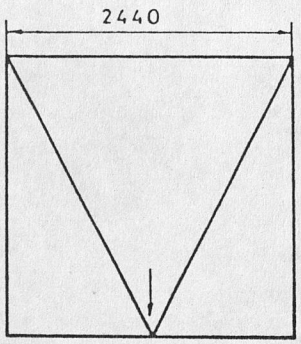


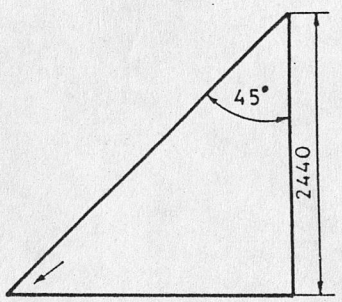
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

En la tolva de almacenamiento de maiz con descarga lateral se utilizarán planchas enteras con las medidas dadas en el gráfico.





La pirámide nos dá un volúmen de:

$$V = \frac{A \times h}{3} = 4.8923 \text{ m3}$$

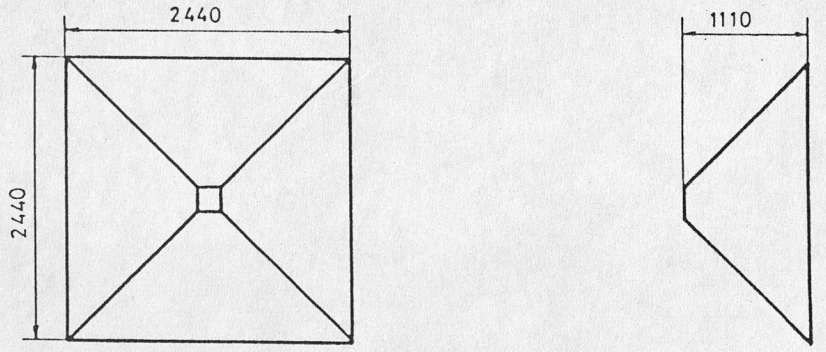
con δ = 722.345 kg/m3 para el maiz, tenemos una capacidad de 3497.78 kg.

Para la sección prismatica, con dos planchas nos da un volúmen de:

$$V = 2 \times (2.44 \times 2.44 \times 1.22) = 14.527 \text{ m3}$$

y la capacidad de 10493.35 kg, que sumado a lo anterior da una capacidad total de 13991.13 kg que ésta dentro del rango considerado.

Para la tolva compartida al igual que la anterior se utilizarán planchas enteras:



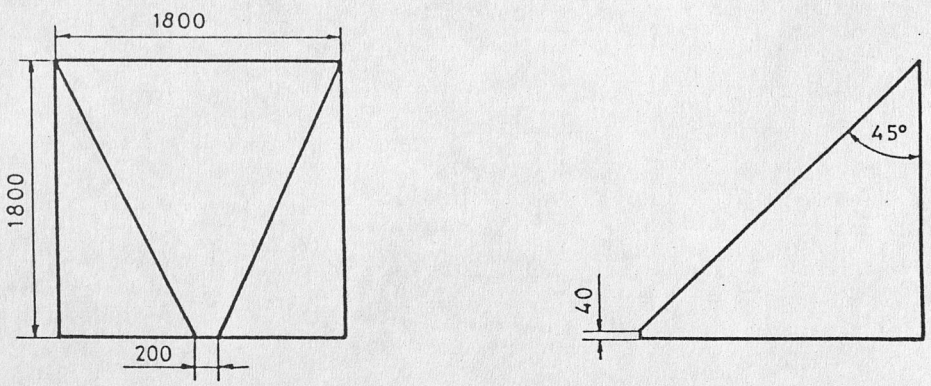
$$V = \frac{h}{3} \langle A1 + A2 + \sqrt{(A1 \times A2)} \rangle = 2.398 \text{ m3}$$

de los cuales 1.199 m3 serán ocupados por soya con δ = 481.56 kg/m3, y la capacidad es 1577.37 kg., el volúmen prismático de una plancha da 7.2634 m3, ocupado por la soya es 3.6317 m3, lo que da un total de 4.83 m3. En

total tenemos una capacidad de 2326.26 kg, que no cubre los 8730 kg previstos.

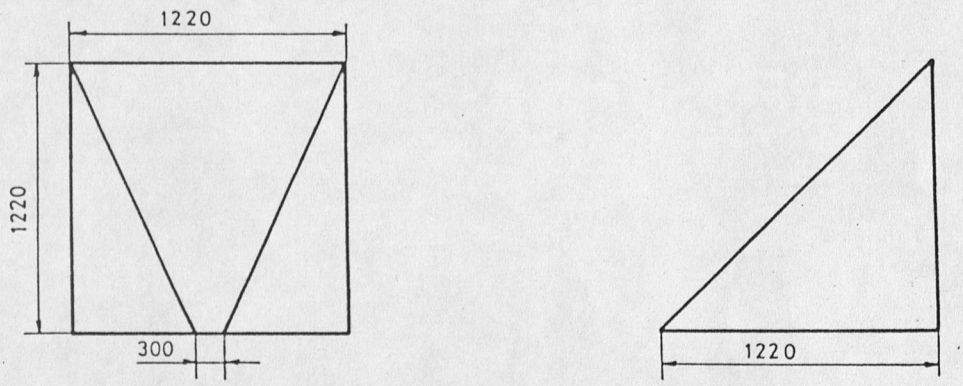
Si colocaramos una plancha más cabrían 4562.23 kg de soya y aún resulta insuficiente, asi que, dejamos con una plancha y el resto de la soya se almacenará en sacos.

La tolva de producto mezclado tendrá una dimensión mínima de 180 cm. por el tamaño de la extrusora y descargará en forma lateral. El volúmen es 2.05 m3 y, con una densidad de harina de 642 kg/m3 (maiz 722 y soya 481) da 1317 kg de capacidad entonces:



El ángulo de 45° resulta el mas usual en éste tipo de tolva ya que las experiencias realizadas lo ubican en un mínimo de 36 y un máximo de 60°. La estructura soportante la elevará lo necesario para una alimentación por gravedad y será suficientemente fuerte para una ampliación futura de ésta tolva.

Para el producto terminado no necesitamos una tolva imensa, solo lo suficiente para almacenar 1090 kg (3 horas de producción). Aprovechando lo mejor posible el material, resulta lógico formar un prisma con 4 planchas a lo largo, terminada en una pirámide de 1.22 x 1.22 mt.



de la pirámide el volúmen es: 0.6997 m3

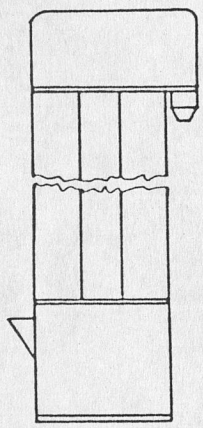
del prisma V = 1.22 * 1.22 * 2.44 = 3.6317 m3

y un total de 4.3114 m3.

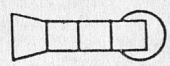
Si estimamos δ = 500 kg/m3 ... m = 2155.698 kg.

A éste punto debemos tener una idea del equipo que no se ha descrito, como son el molino, el mezclador, los elevadores, las mesas de trabajo, las básculas. Damos al molino una altura máxima de 1.5 mt. al igual que la báscula principal, representaremos al molino por un rectángulo de 1.5 x 1 mt., por el momento la dimensión de la báscula no es importante.

Los elevadores por ser éstos de pequeña capacidad los representaremos por un rectángulo de 20 x 60 cm. excluyendo la cabeza y la tolva de carga.



VISTA LATERAL



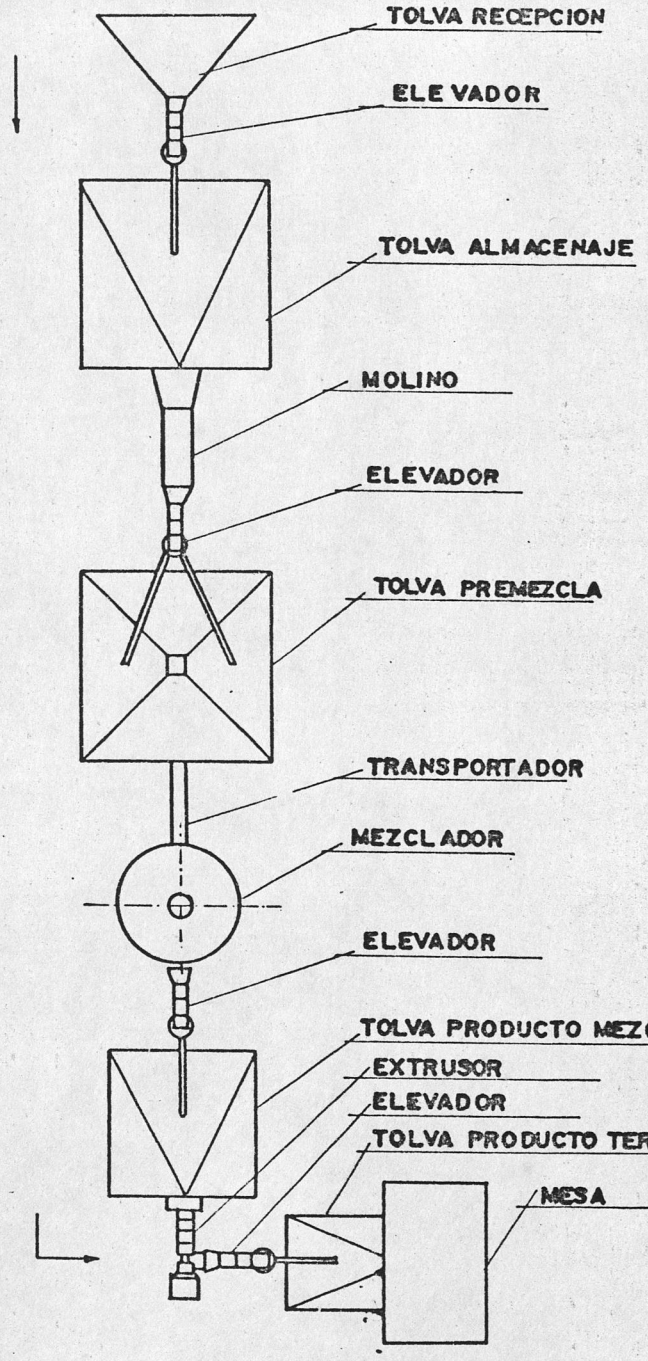
REP. en PLANTA

Al transportador lo tomamos estimado un diámetro de 25 cm. y un largo máximo de 3 mt. (tubular). (11). Finalmente las mesas de trabajo serán de 1 x 2.2 mt. por razones del mejor aprovechamiento de la plancha metálica a utilizarse.

Se ha estimado para el mezclador un diámetro superior a 1.5 mt.; y, mostramos un seguimiento riguroso del flujo. En el siguiente capítulo se analizarán las modificaciones necesarias asi como también los elementos que pueden ser empleados más de una vez.

(11) Conclusión obtenida del Manual de Link Belt: se considera que a distancias mayores, es necesario colocar apoyos suspendidos para el tornillo, por lo que no sería tubular sino de carcasa abierta

FLUJO



BIBLIOTECA

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DIVERSAS DE UBICACION Y SELECCION FINAL

Ya en el capítulo 2 detallamos un flujo del proceso y una posible ubicación de los elementos que forman la planta; en éste capítulo revisaremos al menos tres disposiciones de los elementos en el terreno:

DISPOSICION 1.- En la figura 3.1 observamos el sentido lineal y el uso de tres funciones que se le da al elevador Pt 1; obsérvese también que el elevador Pt 2 puede volver a ser utilizado, pero no es conveniente, ya que en algún momento el proceso se detendría pués mientras el extrusor descarga al elevador no habría forma de alimentar la tolva de producto mezclado.

DISPOSICION 2.- En la figura 3.2 mostramos una posición semilineal, conservando la utilidad de los elementos pero ocupando menor área.

DISPOSICION 3.- La disposición en "L" mostrada en la figura 3.3 reduce aún más el área de asentamiento de la planta y, la función que cumplen los elementos se mantiene igual.

El diseñador tiene enorme libertad de realizar su tarea, se han mostrado 3 disposiciones, existen muchas otras que se ajustan al sistema de operación de la planta. Podría darse el caso que la disponibilidad de terreno sea limitada y sería más conveniente la disposición Pt 1 o Pt 2. En nuestro

caso consideramos que la disposición Pt 3 cubre las necesidades de espacio y operación.

Operacionalmente las disposiciones aquí mostradas se ajustan a los requerimientos de funcionabilidad, entonces nos queda el factor espacio como limitante, y la disposición 3 se ajusta a éste límite; obsérvese que se puede reducir aún más el espacio y volver a emplear el elevador Pt 1 a la salida del mezclador, solo que ésto reduce la libertad de movimiento del personal y lo que es más importante reduce la posibilidad de ampliar con nuevos equipos la instalación.

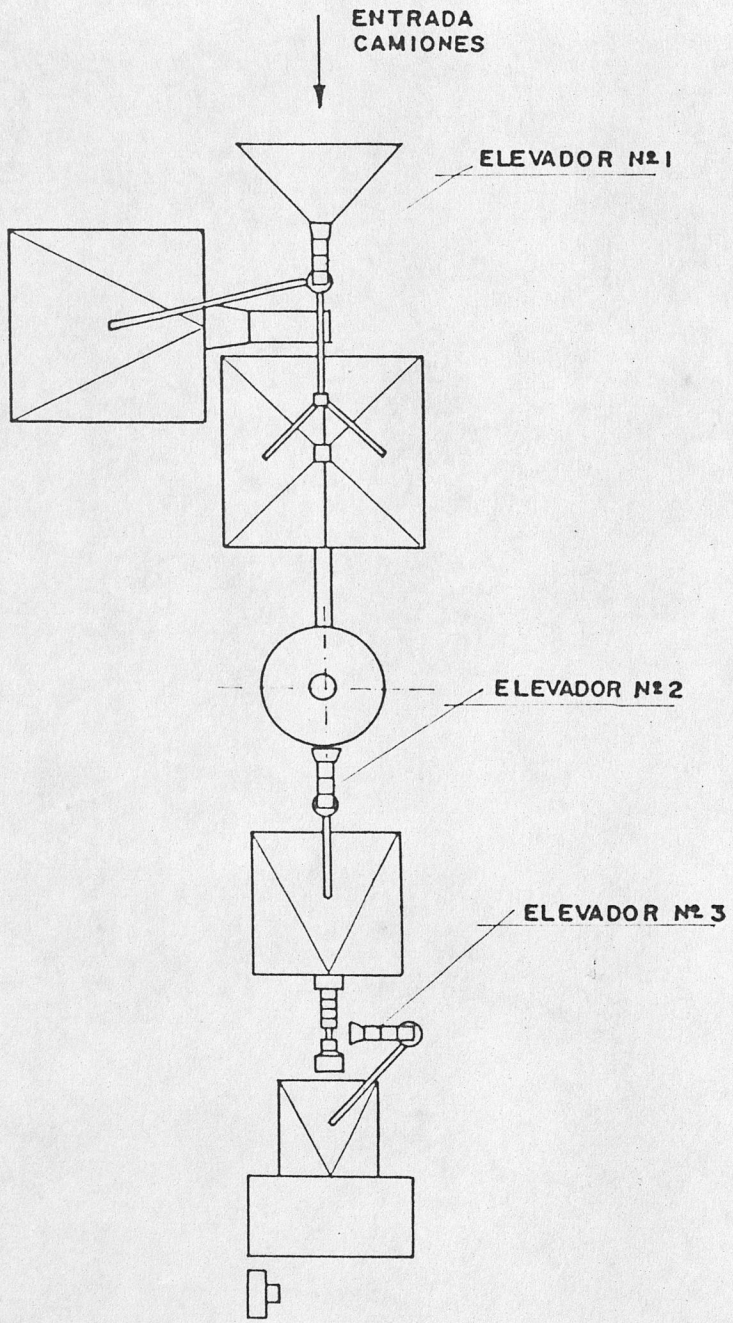


Fig. 3.1

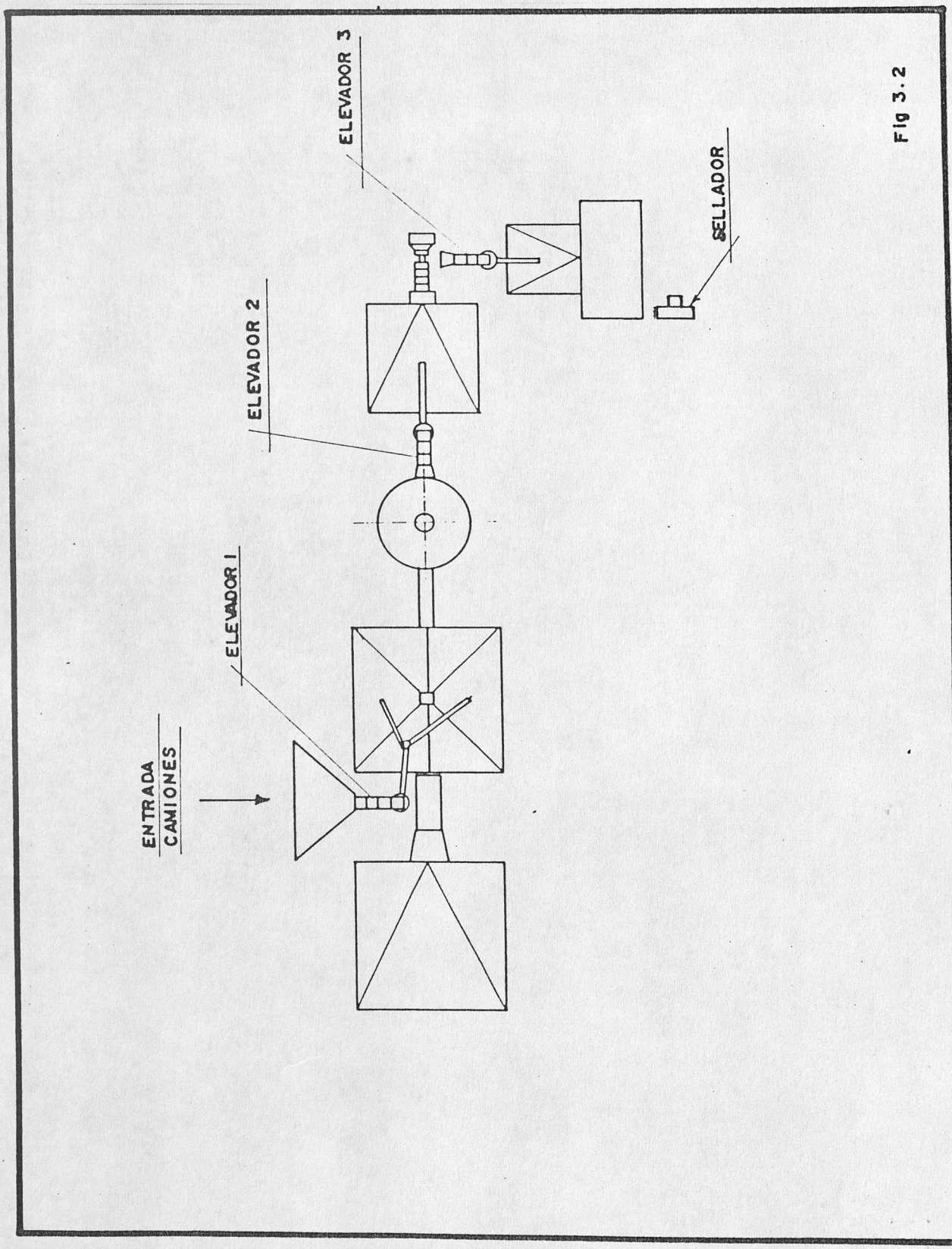

ENTRADA
CAMIONES
ELEVADOR 1
ELEVADOR 2
ELEVADOR 3
SELLADOR

Fig 3.2

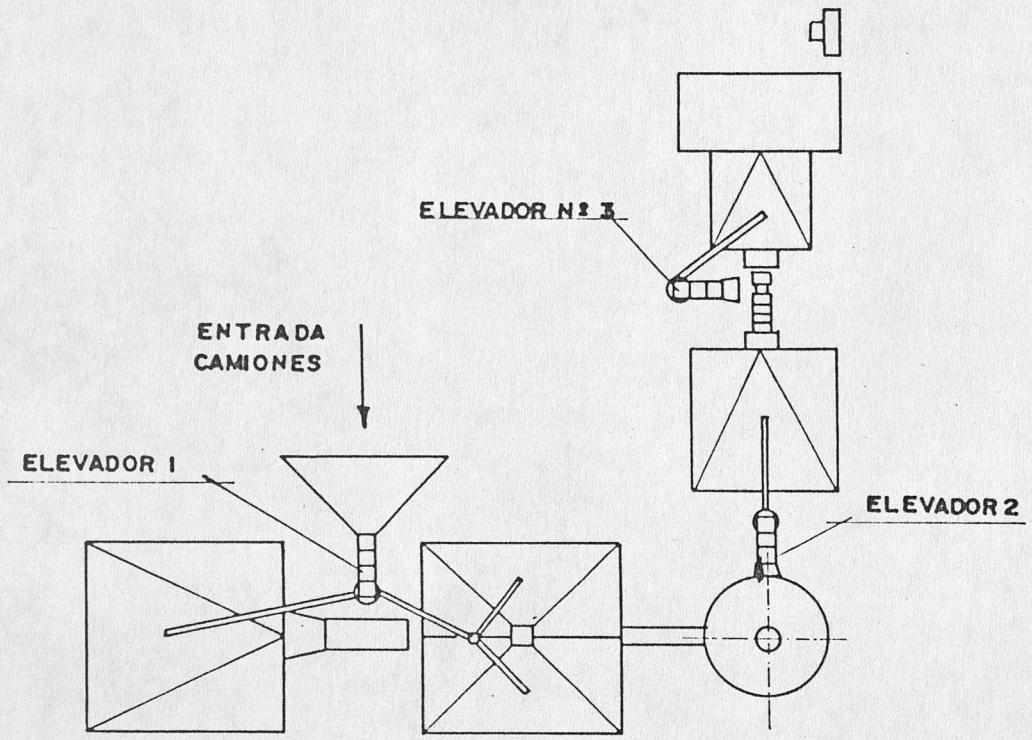


Fig 3.3

CAPITULO IV

DISEÑO Y SELECCION DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Para el dimensionamiento de las tolvas partimos de observaciones prácticas, se utilizará la plancha de 3 mm. porque presenta algunas ventajas: tiene moderada rigides, se consigue fácilmente, su espesor resulta adecuado aunque en algunas partes sea necesario rigidizar. El Manual de Construcción en Acero (American Institute of Steel Construction - A.I.S.C.- OCT. Edición, COPY 1980), recomienda un factor de seguridad mínimo de 1.67 sobre la fluencia, nosotros aumentamos 0.5 por utilizar material rolado en frio, para las flechas 1/360 de la luz del elemento. Esfuerzo máximo Sm = 1.41E08 o 1.08E08 Pa.

4.1. DISEÑO DE TOLVA DE RECEPCION

Como ya disponemos de sus dimensiones (capítulo 2), desarrollamos la tolva y probamos si necesita ser rigidizada.

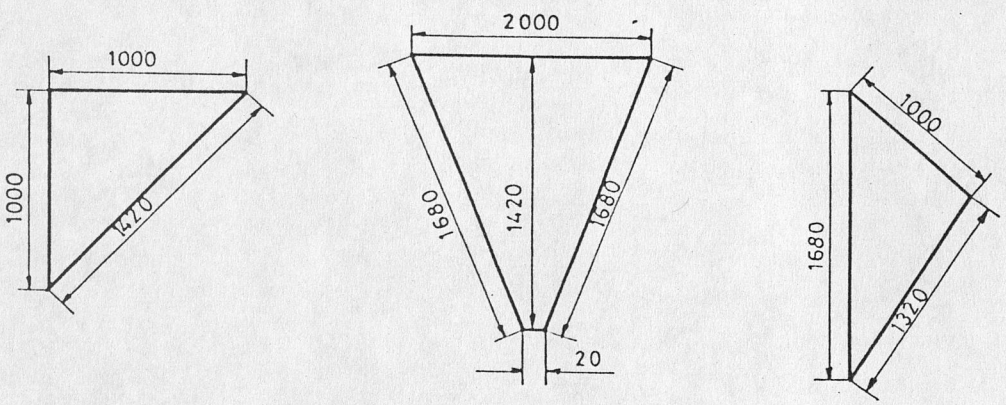
El volúmen ocupado es 0.5 m3 y una masa de maiz de 361 kg., peso de 3537.8 N. soportado por el fondo de la tolva. Para efectos de cálculo consideramos los granos como un fluido con una densidad de fluido efectiva DFE definida en "Manipulación y Almacenamiento de Granos Alimenticios en las Zonas Tropicales y Subtropicales (6) como:

$$DFE = \delta Tg^2(45 - \Phi/2) \qquad (40)$$

donde δ = densidad del grano y Φ = ángulo de rozamiento interno, calculando para maiz (δ = 722, Φ = 22°) y soya (δ = 481, Φ = 27°); tenemos:

DFE = 328.5 kg/m3 para el maiz, y

DFE = 181 kg/m3 para la soya



Por tanto utilizaremos para nuestros cálculos el del maiz. Según la teoria de Mecánica de fluidos la fuerza sobre una superficie sumergida (Manual de Marks 8° Ed. Sección 3) es:

$$F = \delta.hc.A \qquad (41.a)$$

δ = peso específico

hc = distancia vertical al centro de gravedad

A = área

localizada en : $Sf = Sc + Ig/Sc.A \qquad (41.b)$

Sf = distancia desde el nivel superior.

Sc = distancia desde el nivel superior al centro de gravedad.

Ig = momento de inercia de la placa.

A = área.

La fuerza es 3946.8 N. y su línea de acción pasa 1.5 mt. desde el nivel superior, por tanto la tolva no necesita ser rigidizada. Si suponemos que la fuerza se aplica en el centro de gravedad del área y empleando las fórmulas para una placa plana dadas en el Manual de Marks sección 5, tenemos:

$Sm = k.P/t^2$ (42) $Ym = ki.P.r^2/(E.t3)$ (43)

Sm = esfuerzo máximo N/m^2 - (Pa)

k, ki = coeficiente de acuerdo a la configuración

P = carga, N.

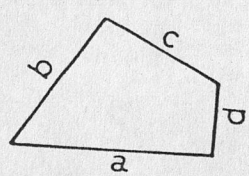
t = espesor mm.

R = longitud característica, mt.

E = módulo de elasticidad, N/m^2 - (Pa).

Ym = flecha máxima, mm.

Se considera la placa fija en todos los bordes, y los coeficientes son: k = 274996.7; ki = 8.08E07. La longitud característica la calculamos asi:



$$L = \frac{a + (b/a)b + (c/a)c + (d/a)d}{1 + (b/a) + (c/a) + (d/a)}$$

$$L = 174 \text{ cm.}$$

entonces:

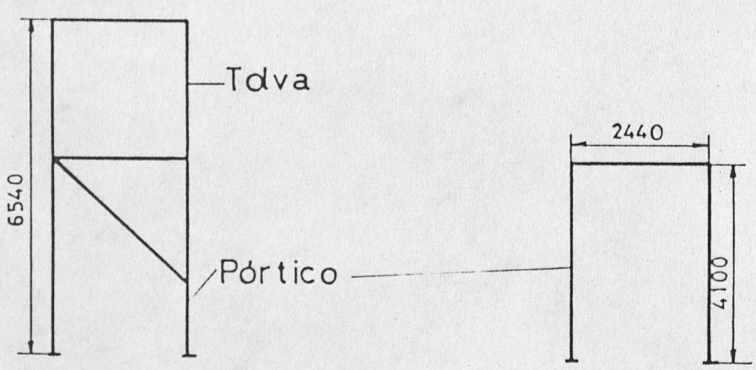
$$Sm = 1.205E08 \text{ Pa.}$$

$$Ym = 0.178 \text{ mm.}$$

que se ubican dentro de los valores permisibles.

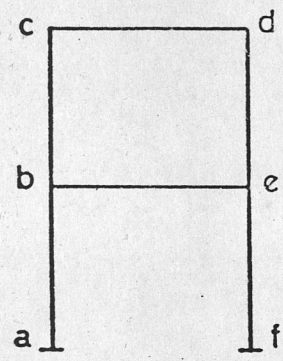
Para la tolva de almacenaje consideramos lo siguiente:

Hemos establecido 1.5 mt. de altura para el molino, dejamos 20 cm. para acomodar una descarga y 2.4 mt. del prisma, nos da un total de 4.1 mt. para el pórtico soportante.



Este pórtico es de considerable altura y el efecto de columna es elevado, por tanto colocamos un punto de apoyo haciendo un pórtico doble.

BIBLIOTECA



Para el cálculo de los momentos usamos el método de pendiente-desviación cuya fórmula es:

$$Mab = \frac{2.E.I.}{L} (2\theta a + \theta b - 3\,\Delta/L) + Mfab. \qquad (45)$$

ver detalles "Teoria Elemental de Estructuras" Yuan-Yu Hsieh, Prentice Hall, cap. 12. Tomaremos el pórtico como uniformemente cargado.

Las cargas por peso del grano (14000 kg), el peso de la plancha 1121.6 (16*70.1) es 15121.6 kg mas 2 % adicional (303)) es igual a 15424.6 kg., para el cálculo 15500 kg., para cada pórtico 7750 kg. El pórtico en total 12.98 mt. * 18.15 kg/mt ("C" 150x80x8 mm.) es 235.58 kg. En cada pórtico se tiene un total de 7985.58 kg. añadiendo un 10 % por imprevistos da 8784.138 kg y en N. 86048.6, por unidad de longitud 35280.6 N.

Con estos valores asumiendo un perfil "C" de 150x80x8

mm. (A = 22.69 cm², Ix = 760.23 cm4, Sx = 101.36 cm3, r = 2.48 cm) tenemos:

Mab = 621.6 N-m = - Mfe

Mba = 1243.9 N-m = - Mef

Mbc = - 2804.8 N-m = - Med

Mcb = 7475.9 N-m = - Mde

Mcd = - 7475.9 N-m = - Mdc

Mbe = 1561.16 N-m = - Meb

para flexocompresión: (fa/Fa) + (fb/Fb) ≤ 1; (46)

cuando (fa/Fa) < 0.15 (Manual AISC sección 1.6)

donde fa, fb esfuerzos actuales y, Fa, Fb esfuerzos máximos, fa = w.l/2.A = 18.969E06 Pa, con kl/r = 53.72 (0.65x205/2.48) del Manual AISC pag. 5.74 Fa = 124.03E06 Pa.

fa/Fa = 0.1529 < 0.15 con un error aproximado del 3 %

fb = M/S = 73.75 MPa y Fb = 108.38 MPa.

fb/Fb = 0.68, entonces:

fa/Fa + fb/Fb = 0.833 < 1

La soldadura a utilizarse será el electrodo E6011 adecuado para éstos fines, según el manual del fabricante en el país (Solecsa), ésta soldadura tiene una resistencia de fluencia de 0413 MPa. El cálculo se lo hace para el punto de máxima carga en el pórtico sometido a cortante y flexión.

$$fs = V/A \quad (47) \qquad fv = M.c/I \quad (48)$$

donde: A = lado x 0.7071 x longitud

I = inercia

$fr = \sqrt{(fs^2 + fv^2)} < Fr = 0.3Fy = 124$ MPa. (49).- Manual A.I.S.C. sección 1.5.

con éstas fórmulas y considerando un solo lado del canal tenemos:

$fs = 43042.3/(0.25 \times a)$

$fv = 7475.9 \times 0.15 \times 12 / 2 \times a \times (0.15)3$

$fr = 200099.97/a = 124$ MPa. (49)

a = 0.0161 mt.

a = 1.6 cm.; por una buena práctica de construcción se deben soldar completamente los lados, por lo que un espesor de 0.8 cm. nos mantiene en el margen de seguridad.

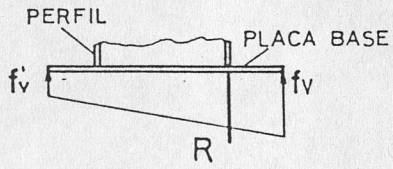
En el diseño de la placa base tomamos en cuenta la resistencia del concreto que es 7.2 MPa., y los valores de momento y la fuerza axial, con ésto calculamos los esfuerzos:

$$f = P/A \pm M.c/I$$

(Resistencia de materiales F. L. Singer Cap. 9)

y verificamos si sobrepasan los esfuerzos admisibles en el concreto, si ésto sucede aumentamos el área de la

placa o calculamos pernos de anclaje, en el otro caso no se necesita calcular el perno pero es una medida de seguridad para la instalación. Se calcula el máximo esfuerzo y se usa el del concreto como tope, por relación triangular el esfuerzo en el ala, se toma momentos con respecto a la reacción en el ala, con ésto el espesor de la placa es:



$f = Mc/I < Fb$; por fórmula de la flexión en base al momento.

$$Fb = \frac{M.t/2}{(1/12).1.t3} \quad ; \text{ en base al momento}$$

Fb también es 0.75 Fy manual A.I.S.C. Sección 1.5 despejando t:

$$t = \sqrt{(6M/0.75Fy)}$$

Esto se aplica si la excentricidad e igual a M/P cae dentro de las dimensiones del ala en caso contrario se usa otro proceso. En nuestro caso los valores son Mab = 621.6 N-m , P = 43042.3 N., y las dimensiones de la placa la estimamos en 10 cm adicional a las dimensiones del perfil, o sea 18 x 25 cm.

$$f = V/A \pm M.c/I = 1.3 \text{ MPa.}$$
$$= 0.625 \text{ MPa.}$$

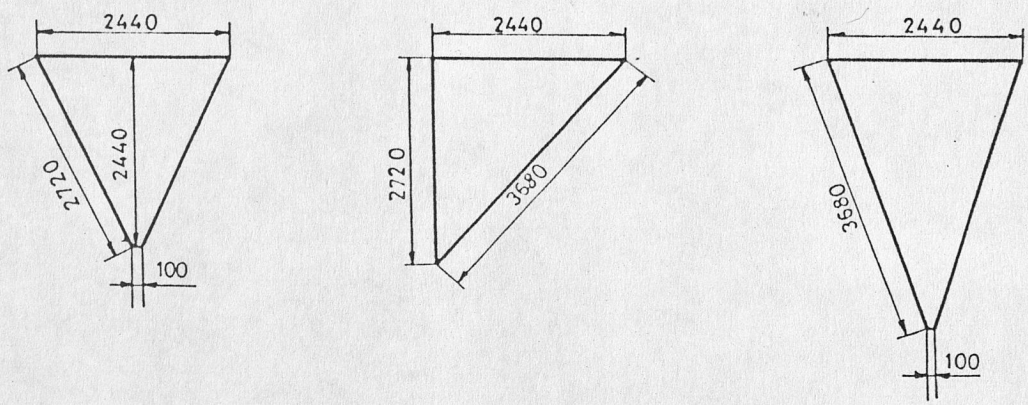
que es menor que la del concreto, se calcula el momento con respecto a R que es el momento buscado:

$$\Sigma Mr = 0 \qquad Mr = 316.41 \text{ N-m.}$$

$$t = \sqrt{(6 \times 316.41/0.75 \times 23.52E07)} = 3.28E-03 \text{ mt.}$$

es decir 3.28 mm. que tomamos como 4 o el más común 6 mm.

A continuación centramos nuestra atención en la tolva, la sección prismática tiene el siguiente desarrollo:



El cálculo de fuerzas en la sección inclinada fórmulas 41 a y b da como resultado:

$$F = \&.hc.A \qquad (41.a)$$

$$F = 328.5 \times 9.8 \times 4.3 \times 4.4196 = 61180 \text{ N.}$$

$$hf = hc + Ig(\text{sen } \theta)^2 / hc.A$$

$$hf = 4.3 + 5.114(\text{sen}45)^2 \ / \ 4.3 \times 4.4196 = 4.4345 \text{ mt.}$$

donde Ig es el momento de inercia de toda el área inclinada y hc la distancia vertical al centro de gravedad. Utilizando fórmulas 42, 43 y 44 obtenemos un esfuerzo de 1870 MPa. y una deflexión de 10.2 mm., observemos que el esfuerzo sobrepasa el máximo considerado (1410 MPa.), entonces la placa necesita ser rigidizada, colocando ángulos de apoyo que formen un anillo en el prisma reducimos el área de aplicación de la fuerza.

Tomando como centro 4.43 mt. colocamos los ángulos formando un área que podemos considerar rectangular de 106 x 30 cm., el área es ahora 0.318 m^2, la fuerza es:

$$F = \delta.hc.A = 328.5*9.8*4.43*0.318 = 4535.1 \text{ N.}$$

$$Sm = k.p/t^2 = 274996.7*4535.1 / 9 = 1.38E08 \text{ Pa}$$

la longitud característica es 116 cm en el centro

$$Ym = ki(P.r^2/E.t3)$$

$$Ym = 8.08E07*4535.1*1.16^2 / (200E09*27) = 0.09 \text{ mm.}$$

Con un área de 106 x 40 el esfuerzo resulta 184 MPa. que sobrepasa el máximo considerado. Esta fuerza tiene que ser soportada por los a'ngulos que forman el área, los consideramos como simplemente apoyados cargados con la mitad de la carga, o 2267.5 N. el momento producido por el traslado paralelo de la fuerza es 340.13 N-m. En éste caso el máximo momento es Pl/4 lo que nos dá 600.9

N-m., es de anotar que los momentos se producen en ejes mutuamente perpendiculares. El ángulo adecuado es el L 75 x 6 (A = 8.4 cm², S = 8.57 cm3), que resiste el esfuerzo aplicado 70.1 MPa.

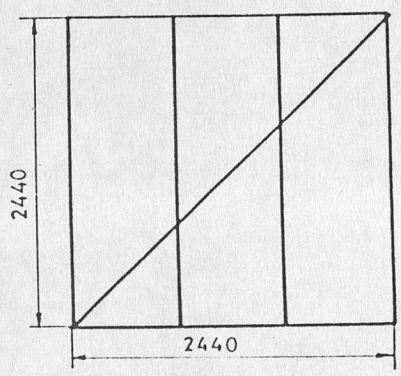
Desde el punto de vista considerado debemos probar hacia arriba y hacia abajo tomando como referencia las fuerzas calculadas. Hacia abajo podemos tomar la misma distancia entre los ángulos ya que el área disminuye más rápido que lo que aumenta la altura. Hacia arriba sucede lo contrario, entonces después del primero bajamos la distancia a 25 cm. con lo que queda rigidizada la sección prismática de la tolva.

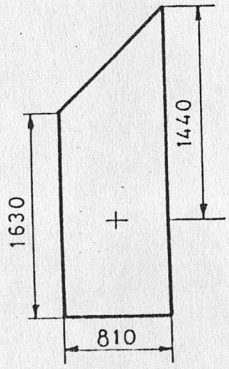
Probamos las caras laterales con las fórmulas 41a y 42:

$$F = 23383.03 \text{ N.}$$

$$Sm = 714 \text{ MPa.}$$

que sobrepasan en mucho el esfuerzo fijado; nuestro problema consiste entonces en reducir el área libre de la plancha y se decide que la forma más económica es la mostrada en la figura por considerar que el conjunto en si forma dos triángulos que constituye la forma básica y rígida de una estructura.





Calculado conforme a lo anterior y considerando una reducción efectiva del área de 7 cm. en el ancho por el ángulo, la fuerza es:

$F = \&.hc.A = 328.5*9.8*1.44**((1.63+2.44)/2)*0.74$

$F = 6981.04$ N.

$Sm = k.P/t^2 = 274996.7*6981.04/9$

$Sm = 213$ MPa.

$Ym = ki.P.r^2/(E.t3)$

$Ym = 8.08E07*6981.04*(2.035)^2/200E09*27 = 0.4325$

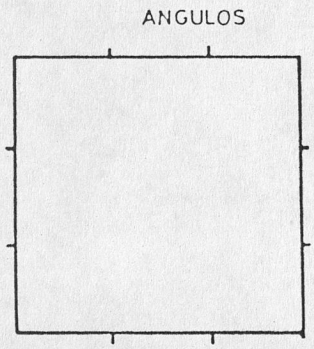
aunque el esfuerzo muestra que se acerca a la fluencia, debemos considerar que el área se reduce mucho más que lo considerado, y por otra parte un cordón de soldadura atravieza el centro de la sección ayudando a una mayor resistencia, y por último la flecha que se produce es mínima.

La fuerza se produce ligeramente abajo del centro de gravedad, y trasladando integramente ésta fuerza hacia el vertical de la esquina del cuadro, además

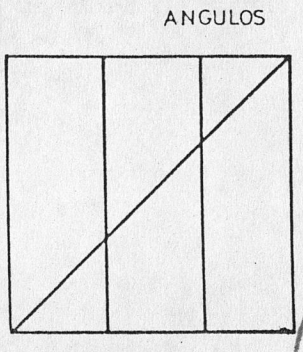
consideramos que actúa en el centro por que el momento es máximo, éstos son:

M = F*d = 2827.3 N. M = P.l/8 = 2129.2 N-m

considerándola viga empotrada; igual que el caso anterior mutuamente perpendiculares, tomando el mayor, el ángulo adecuado es el "L" 100x8 mm. (A = 14.95 cm^2; S = 20.29 cm3), tiene un factor de esbeltes de 75, se produce un esfuerzo de 139 MPa. cercano al previsto. Los otros ángulos los colocamos "L" 75x6 mm., ya que la carga a soportarse es menor y son los usados satisfactoriamente en la sección prismática.



V. SUPERIOR



V. LATERAL

BIBLIOTECA

La soldadura crítica es la unión tolva con pórtico, considerando cortante directo y tomando la carga total (172169.25 N.), el espesor de la soldadura el máximo para la placa, 3 mm. (Manual A.I.S.C. sección 1.5) y calculando la longitud con electrodo E6011; Rmáx = 4.13E08 Pa.

$$Rw = 0.3*0.7071*a*l*Rmáx = Ft$$

$$l = Ft/(0.3*0.7071*a*Rmáx)$$

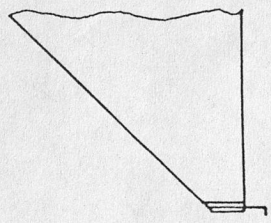
$$l = 172169.25/(0.3*0.7071*0.003*4.13E08) = 0.655$$

En la unión tolva-pórtico un cordón de 5 cm. cada 20 cm. resulta suficiente, el resto de la tolva debe ser totalmente soldada para que asegure a las planchas una rigides mayor y evitar la caida de polvos o granos molestosos en el trabajo.

Finalmente calculamos el área de la puerta de salida, tratándolo como a un fluido cuyo gasto debemos darnos: con Q = 13600 kg/hr., considerando la altura total de 4.88 mt., el área de salida es A = 1.66E-03 mt^2, que para un cuadrado resulta de 4 x 4 cm., dejamos el área de salida en 10 x 10 cm. mucho más lógico que el calculado. La fuerza máxima que se ejerce sobre ésta área es (fórmula 41.a):

$$F = \delta.hc.A = 328.5*9.8*1E-02*4.88 = 157.1 \text{ N.}$$

fuerza que en una forma directa una persona puede vencer, entonces el diseño de la puerta lo reducimos a una simple corredera.



BIBLIOTECA

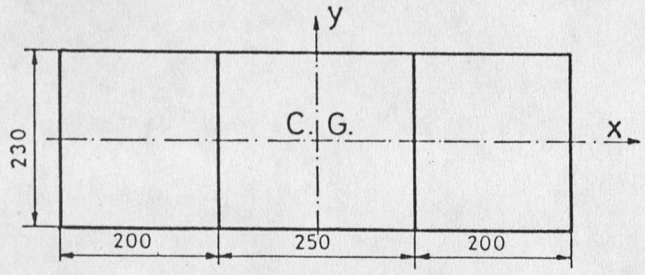
4.2. DISEÑO DEL ELEVADOR

Hemos anotado que nuestro elevador debe movilizar 18133 kg en una hora, a una altura de 8 mt., cuando el elevador y la tolva se encuentran separados 1 mt., a un ángulo de descarga de 36° la descarga se hará al centro de la tolva, si es posible acercar el elevador y la tolva, el ángulo de descarga será mayor.

El elevador de canguilones es el medio más adecuado para el transporte vertical de granos y harinas y otros productos de diámetros moderados; los hay de banda y canguilón asi como también de cadena y canguilón, siendo el más apropiado el de banda y canguilón ya que el de cadena y canquilón se usa en aplicaciones especiales (vertical y horizontal combinados).

El elevador consta de tres partes, la cabeza el cuerpo y la bota de carga; la cabeza lleva la fuerza motriz y el tambor director de la banda, el cuerpo es el soporte al igual que la bota donde se sitúa el tambor templador de la banda.

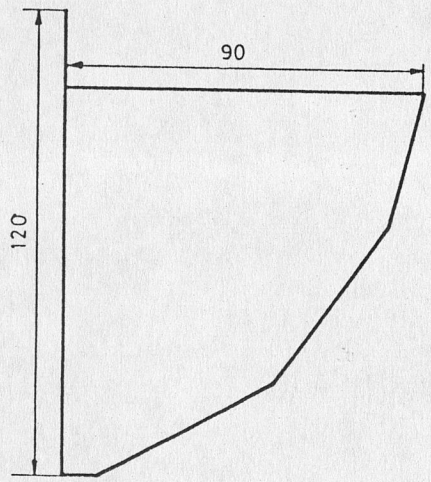
Formamos el cuerpo por medio de dos ductos rectangulares por donde circulan la banda y los canquilones, unidos por un ánqulo con las siquientes dimensiones:



en plancha de 3 mm., siendo simétrico, el centro de gravedad se ubica en el lugar marcado, calculamos las inercias en los ejes mutuamente perpendiculares; considerando como pequeños rectángulos ($I = b.h3/12$), y, por el teorema de traslación de ejes (Ad^2) tenemos que $I = b.h3/12 + Ad^2$; así $Ix = 4.216E07$ mm4, el radio de giro $r=\sqrt{(I/A)}$ es para "x" 91 mm; para el eje "y" similarmente $Iy = 2.916E08$ mm4; $ry = 239.4$ mm; en ambos casos el área es la misma, 5088 mm^2, sin considerar el ángulo de unión que solo sirve de enlace.

Revisamos ahora el tamaño del canguilón, la banda aconsejable es la de 179 mm., aquí restamos 20 mm. y el canguilón tendrá 159 mm. de ancho, con lo cual entre el canguilón y el cuerpo hay una distancia de 53 mm. que lo protegerá de posibles oscilaciones.

La forma parabólica de un lado facilita la descarga del canguilón, pero es de difícil construcción, así que optamos por una forma recta similar, llegando a los siguientes resultados:

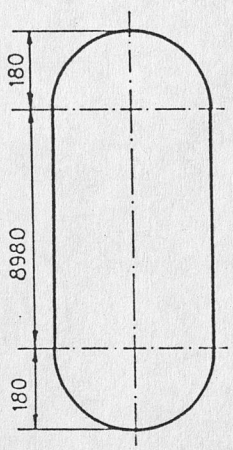


El volúmen ocupado es 1.016E-03 m3 que lo obtenemos sumando el área de cada uno de los trapecios que se forman (6393 mm²) multiplicado por la longitud (159 mm); en éste volúmen cabrían 0.73 kg. de maiz (&=722 kg/m3). De acuerdo al Manual de Marks se considera total capacidad al 75 % lo que reduce a 0.55 kg., redondeamos en 18200 kg/hr. el flujo total, entonces necesitariamos (18200/0.55) 33091 canguilones/hora. Separamos 8 cm. los canguilones y entre uno y otro habrá 20 cm., al tambor le damos un diámetro total de 35 cm. (25 + 10), 5 cm. de separación entre la banda y el cuerpo.

La longitud del tambor es 109.9 cm., que dividido por 20, tenemos que en cada vuelta del tambor pasan 5.5 canguilones, y en una hora necesitamos (33091/5.5)

6016.5 revoluciones/hora y por minuto 100.27, añadimos un 25 % de incertidumbre, tenemos 125.33 rpm, como final 130 rpm.

El desarrollo total de la banda recordando que está 1 mt. bajo el nivel del piso nos da 19.06 mt. y caben 95 canguilones, escogemos para el material del canguilón plancha de 2 mm., ya que éste nos dará rigides y resistencia al desgaste en un término medio, considerando el mismo caso en 1 mm. y en 3 mm.; también es posible fabricarlos en otros materiales como el plástico; la masa de cada uno es 0.458 kg.(fleje de 2 mm. 15.7 kg/m²), y un total de 46.132 kg.; añadiendo 5 % por imprevistos tenemos 48.43 kg.



Probamos la resistencia del cuerpo sometido a compresión pura, la carga a soportar en kg. es: motor (supuesto) 20 // 3 personas 195 // tambor 8 //

canguilones 48.43 // maiz 22.2 // peso propio 423.9; que da un total de 717.33 kg. añadiendo 5 % por imprevistos da 753.19, y en N. 7381.3. El esfuerzo es 1.45 MPa. (F/A). La relación de esbeltez considerando empotrado en la base y desplazamiento libre en la cabeza es; K.l/r = 1.2*900/9.1 = 118.68. De acuerdo al Manual A.I.S.C. Fmáx. = 72.87 MPa.

La potencia la calculamos como el caudal multiplicado por la altura y dividido por la eficiencia, misma que se ubica entre 65 y 70 % (5).

$$P = 18133*9.8*9.38/(3600*0.65) = 713.059 \text{ Watt.}$$

con este valor el máimo torque transmitido al eje del tambor es de 53.52 N-m (T = P/w), mientras que el momento flector considerando la carga máxima ubicado en el centro 770.8 kg. (tambor, canguilones, maiz) produce 59.74 N-m, el diámetro del eje es entonces, código ASME con Ss máx de 41.3 MPa.(7):

$$d3 = \frac{16}{* Ss} ((Kb.Mb)^2 + (Kt.Mt)^2)^{1/2}$$

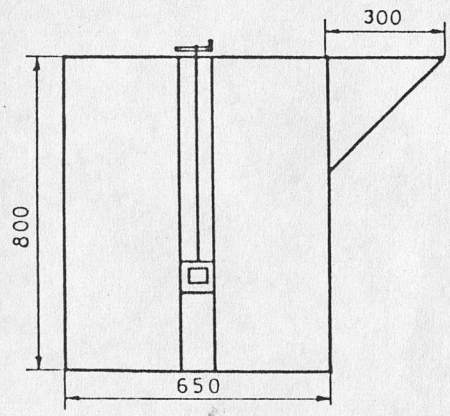
$$d = 0.0278 \text{ mt.}$$

BIBLIOTECA

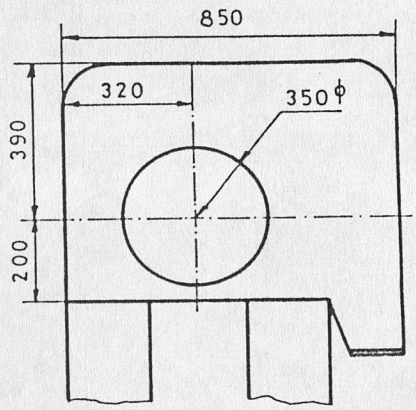
para este caso Kb = 2.5, Kt = 1.7, Mb = momento flector, Mt = momento torsor, tomamos el diámetro 30 mm.; el rodamiento seleccionado es el SKF 1600 (Catálogo de accesorios normalizados, ESPOL).

El sistema templador de la banda lo hacemos con un perno que trabaja a compresión, y por ser cargas pequeñas lo diseñamos por esbeltes k.l/r = 200 donde r = d/4, resolviendo para el diámetro d = 0.8 cm.; el Manual A.I.S.C. recomienda que los templadores no deben ser menores que 16 mm.

La bota de carga en plancha de 3 mm. tendrá las siguientes dimensiones:



La fuerza de descarga es centrífuga $F = m.r.w^2$ donde r es 0.265 mt., m = 0.517 kg. y w = 130 rpm. y F = 25.39 N.; la fuerza de gravedad es 5.066 N. y la resultante 25.89 N. con 11° inclinada respecto a la horizontal, la boca la dejamos en 15 cm. por lado y las medidas finales de la cabeza son:



4.2.1. SELECCION DEL MOTOR DEL ELEVADOR

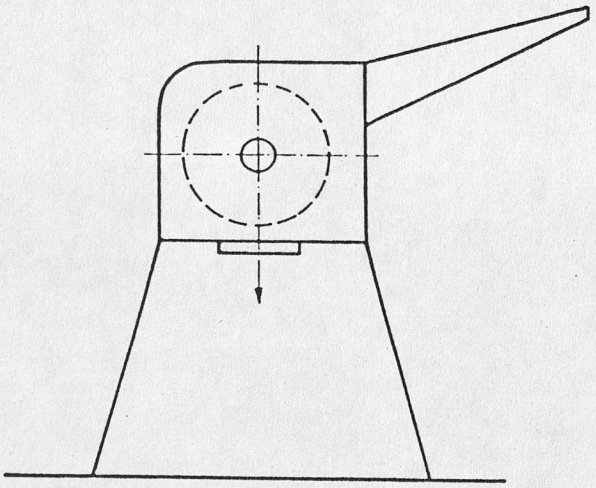
En la sección anterior habiamos calculado la potencia necesaria en 713 Watt. Seleccionamos un motoreductor con 1.1 Kwatt, 2.8 Amp. a 380 Voltios, peso aproximado 30 Kg. ASEA catálogo Nº HM115070; su velocidad de salida es 279 rpm. que fácilmente la adoptamos a las 130 rpm. requeridas en el cálculo (Manual de catálogos para diseño de maquinaria, tomo II, ESPOL 1987).

4.3. SELECCION DEL MOLINO

La acción del molino consiste en reducir la granulometria de un material para su posterior utilización. En la industria los hay de tres tipos: de molas, de cilindros y de martillos. El de molas tiene en la actualidad poco uso, el de cilindros utilizado mayoritariamente en la industria alimenticia para consumo humano, y, el de martillos de gran uso para los

productos de consumo animal y en las haciendas agrícolas.

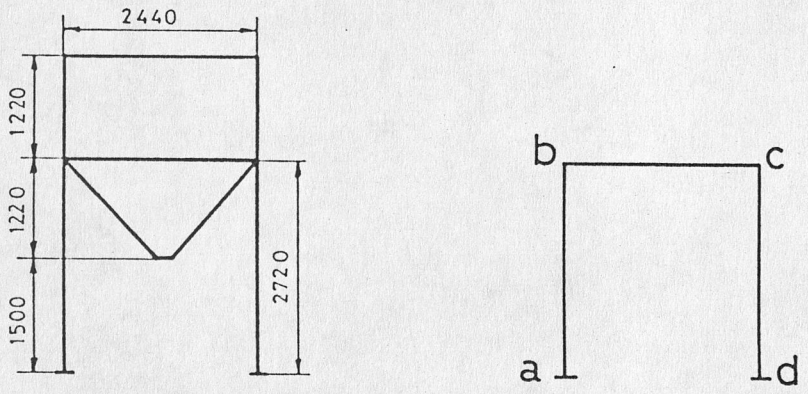
Al revisar nuestro flujo observamos que la operación de molido es un tanto independiente de la operación principal, lo que nos permite cierta libertad, debido principalmente al hecho de poder almacenar en una tolva posterior. En la sección 2.3 consideramos que 450 kg/hr satisfacen plenamente las exigencias de trabajo. Seleccionamos un molino tipo de martillos con capacidad de 900 kg/hr., velocidad de giro de los martillos 3500 rpm. potencia del motor 9 kwatt., ya que éste molino se lo encuentra fácilmente en el mercado nacional (Fabrica CODEMA, Cuenca).



4.4. DISEÑO DE TOLVA DE PREMEZCLA

A ésta tolva llegan los productos molidos (soya y maiz), por ser el maiz de mayor densidad, utilizamos

ésta densidad para los cálculos; se considera la densidad de la harina similar a la del grano (Manual Link Belt); en ésta tolva caben 6975 Kg. de maiz (sección 2.3), sumados el peso de 10 planchas (*23.55 = 235.5 Kg), el peso del canal "C" 100*60*8 mm, (17.6 mt.*12.4 = 218.24 Kg) nos da un total de 7429.27 kg un 5% adicional tenemos 7800 kg o sea 76447.18 N. para cada pórtico 15665.4 N/m.



Por el método de pendiente-desviación (fórmula 45) los momentos son:

$$Mab = - Mdc = 1442 \quad N-m.$$

$$Mba = - Mcd = 2907.6 \ N-m.$$

$$Mbc = - Mcb = - 2908 \ N-m.$$

tomando el canal "C" 100*60*8 mm, resulta demasiado fuerte (fórmula 46) 0.785 < 1; así que seleccionamos canal "C" 100*60*6 mm, que nos resulta 0.87 < 1 y k.l/r = 94.54.

BIBLIOTECA

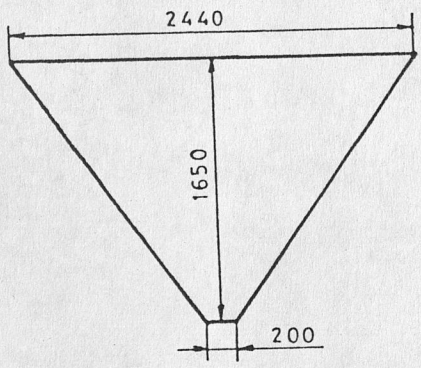
Calculando la soldadura para el pórtico, consideramos un rectángulo 0.006 x 0.1 mt., la inercia I = 4.99E-06 mt4;

$$fs = V/A = 3.41E06 \ N/m^2 \quad \text{(fórmula 47)}$$

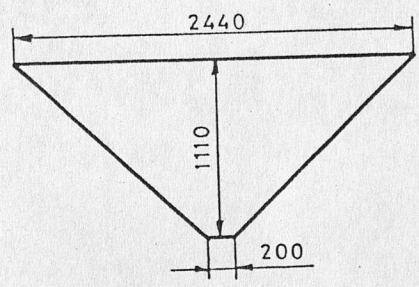
$$fb = M.c/I = 1.7E06 \ N/m^2 \quad \text{(fórmula 48)}$$

$$fr = \sqrt{(fs^2 + fb^2)} = 2.31E07 \ N/m^2 \quad \text{(fórmula 49)}$$

y sabemos que la soldadura tiene una resistencia permisible de 1.24E08 N/m² (fórmula 49), por tanto es satisfactorio y cuando por lo general se suelda todo el canal. La placa base será de 20*16 cm. valor ya probado en la tolva mayor. El desarrollo de la tolva es el siguiente:



Lateral (4)



Central (1)

Por ser el maiz el elemento de mayor densidad lo utilizamos para nuestros cálculos, asi la fuerza ejercida sobre la placa inclinada (fórmula 41.a) es:

$$F = \delta.hc.A.$$

A = (244 + 20)*165/2 = 2.178 m².

hc = 122 + 59sen45 = 163 cm.

F = 328.48*9.8*1.63*2.178 = 11427.9 N.

Sf = Sc + Ig/Sc.A (fórmula 41.b).

Ig = 0.373 m4 para toda la placa.

Sf = 1.63 + 0.373sen²45/(1.63*2.178) = 1.68 mt.

Sm = k.P/t² (fórmula 42).

Sm = 274996.7*11427.9/9 = 3.49E08 Pa.

se produce un esfuerzo de 349 MPa. que supera la de fluencia, entonces necesitamos rigidizar.

Tomamos un área de 30*58 cm. alrededor del punto de aplicación de la fuerza, siguiendo procedimiento de fórmulas 41.a, 42, la fuerza producida es 2487 N. y el esfuerzo 76 MPa. El momento que soporta el rigidizador es P.1/4 = 982.36 N-m., entonces necesitamos un ángulo con módulo 6.96 cm3, por uniformidad escogemos "L" 75*6 mm. que tiene módulo de 8.57 cm3.

El área que queda tanto hacia arriba como hacia abajo no necesita ser rigidizada ya que los esfuerzos que se producen son 128 y 136 MPa. menores que 141 MPa.; en el primer caso consideramos un área media de 210 * 45 y en el segundo 76 * 88 cm.

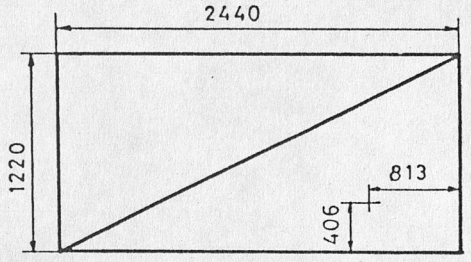
En las paredes verticales la fuerza es 5845.2 N. y el esfuerzo 177.9 MPa. que es un poco elevado, se reduce el área colocando una diagonal, el área es ahora 1.47

BIBLIOTECA

m^2, la fuerza es 3932.9 N. y el esfuerzo 119.6 MPa. Este punto de aplicación se encuentra más cerca del horizontal que del vertical, asumiendo que la mitad de la carga absorve el vertical, tenemos que el momento producido es:

$$M = 0.81*3932.9/2 = 1592.8 \text{ N-m.}$$

escogemos un ángulo "L" 100*6 mm. (A= 11.4 cm^2, S = 15.58 cm3, r = 3.14), en el que se produce un esfuerzo máximo de 102 MPa (1592/15.58).



La soldadura entre la tolva y el pórtico tomando como cortante simple, electrodo 6011, con a = 3 mm. por ser el máximo espesor de la plancha:

carga actual ≤ carga permisible

carga permisible = Smelec.*0.707*a*l

donde Smelec. = 1.24E08 Pa. (fórmula 49)

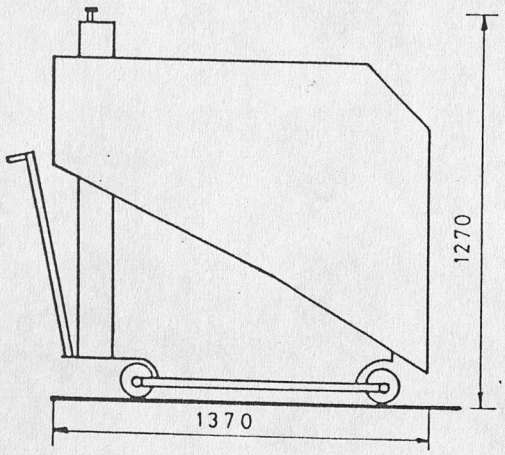
76447.15 N. = 1.24E08 Pa.*0.707*0.003*l.

l = 0.29 mt.

por tanto al igual que la anterior tomamos 5 cm. cada 20 cm.

4.5. SELECCION DE LA BASCULA

En la sección 2.3 dejamos establecido una capacidad de mezclado de al menos 1350 kg/hr., no se necesita un flujo continuo sino por paradas; con éstas consideraciones, seleccionamos una báscula con capacidad máxima de 500 kg. presición de mas menos un gramo, con las dimensiones siguientes (Alimentos y granos):

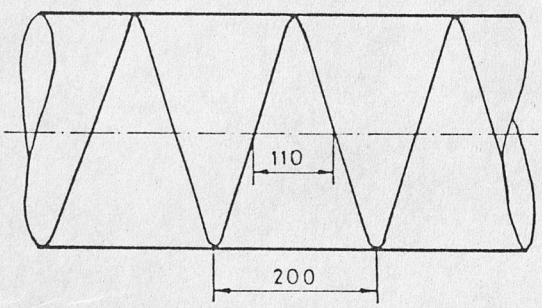


4.6. DISEÑO DEL SIN FIN TRANSPORTADOR

Nuestro sin fin transportador debe movilizar 91 kg/min, se ha estimado una densidad promedio para la harina de 642 kg/m3 (sección 2.3), y, para el diámetro del sin fin 20 cm., además se considera que solo el 30 % del

sin fin estará cargado; las experiencias realizadas lo ubican en un máximo de 45 %, así si se desea mayor descarga se aumentará hasta el 45 %. En transportadores normales el paso de la hélice es igual al diámetro de la carcasa, para aplicaciones especiales el paso varia (Manual de Marks). La longitud del transportador es de 3 mt, (1.22 bajo la tolva, 0.8 del mesclador, 0.7 tolva soldada, 0.28 para carga y descarga).

El área ocupada es (0.3*π*r²) 0.00942 m², tomando una longitud promedio entre las hélices de 15.5 cm., el volumen desalojado en una revolución es 1.46E-03 m3/rev., en masa (*642kg/m3) 0.9378 kg/rev. Dividiendo los dos flujos: 91 kg/min. entre 0.9378 kg/rev. resultan las revoluciones necesarias para completar el requerimiento, iguales a 97.03 rpm; añadimos un 20 % como factor de seguridad, resultan 116.44 o 120 rpm.



El factor predominante en éste diseño es la deflexión mínima que debe observarse, si la carcasa se construye

en plancha de 2 mm., sus propiedades geométricas son las siguientes:

$I = (1/4)\pi(R4-r4)$ .... $R = 0.1$ y $r = 0.098$ mt.

$I = 6.0972E-06$ m4

$A = \pi(R^2 + r^2)$

$A = 1.244E-03$ m²

radio de giro $r = \sqrt{(I/A)} = 0.07$

área superficial $As = \pi*D*l = 1.88$ m².

su peso es: $1.1*1.88*15.7$ kg/m²$*9.8 = 319$ N. con un 10 % de adición.

El tonillo sin fin gira libre dentro de la carcasa, con paso de 20 cm., resultan 15 hélices (300/20), construídas en plancha de 2 mm. tenemos una masa de 7.4 kg., añadido el peso del eje tubular (supuesto ced. 40, 1.5"), 10.15 kg. es igual a 17.5 kg., y aunque no será cargado por la harina tomamos 20 % adicional, 21 kg., en N. 205.8. El eje tubular debe funcionar como una viga simplemente apoyada. El eje tubular tiene como momento de inercia 1.2896E-07 m4 (Manual A.I.S.C.).

$$\Delta = \frac{5.w.l4}{384.E.I} = \frac{5(205.8/3)*3**4}{384*200E09*1.2896E-07}$$

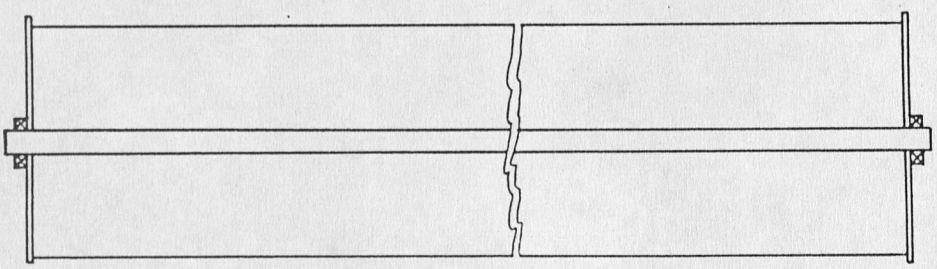
$$\Delta = 2.8E-03 \text{ mt.}$$

Considerando la carcasa como simplemente apoyada (caso extremo) el peso total es 524.8 N. (319 +205.8), la

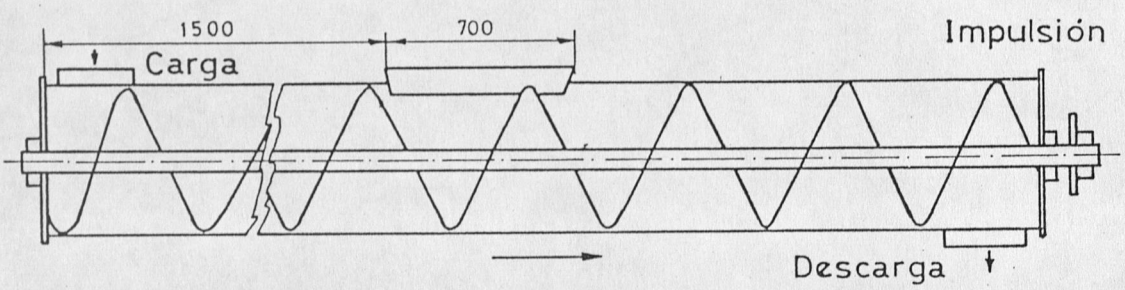
flecha máxima es:

$$\Delta = \frac{5.\ w.\ 14}{384.E.I.} = \frac{5(524.8/3)*81}{384*200E09*6.09E-06}$$

$$\Delta = 1.51E-04 \text{ mt.}$$



Las bridas extremas las construimos en plancha de 4 mm, el eje tubular debe ser acoplado en los extremos con ejes cortos, ya que éstos presentan la facilidad de ser maquinados, los datos siguientes son tomados del Manual de Link Belt; para el extremo impulsor, largo 35 cm, canal del chavetero largo 10 cm., 4.5 mm. de profundidad y 12 mm. de ancho, se introduce 12 cm. en el tubo para el extremo de arrastre el largo del eje es 22 cm. e introducido 12 cm. en el tubo, se acoplan por medio de dos pernos pasantes de 12 mm. mutuamente perpendiculares en cada extremo. Se usan rodamientos SKF 61808 con su respectiva chumacera (Catálogo general de elementos y accesorios normalizados, ESPOL).



4.6.1. SELECCION DEL MOTOR DEL SIN FIN

Del Manual de Marks, la potencia necesaria para transportadores de construcción y paso normales es:

H = (ALN + CWLF) * 3.9412E-03

siendo:

H = Potencia en Watt. a la cabeza del transportador

A = Factor por el tamaño, interpolando A es 77.18

C = Cantidad de material, m3/hr.

L = Longitud del transportador, mt.

F = Factor por el material, 0.5

N = RPM del transportador,

W = densidad del material, kg/m3.

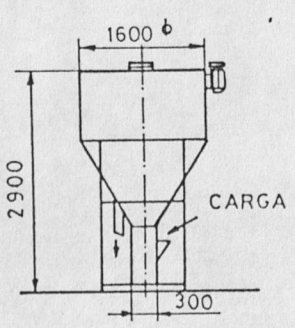
Calculando de ésta forma, la potencia a la cabeza es 218.5 watios. La potencia del motor es H.G/E, donde H es el valor calculado, G es un

margen adicional que depende de la potencia, en nuestro caso 2, E es la eficiencia en la impulsión casi siempre cercana al 90 %, con todo lo anterior resulta un motor con 485.68 watios.

Tomamos un motor con 750 y 440 rpm, peso 17 Kg. y 1.9 amp. a 380 Voltios, ASEA (Manual de Catálogos para Diseño de Maquinaria, ESPOL 1987).

4.7. SELECCION DEL MEZCLADOR

En la sección 2.3 dejamos establecido una capacidad de mezclado de al menos 1350 kg/hr., y anotamos los mezcladores verticales existentes. Seleccionamos un mezclador vertical con capacidad de 900 kg. en el tiempo de mezclado que estime el técnico de alimentos en un máximo de 20 min. Las otras características son: 405 rpm. en el eje del sin fin, motor de 5.5 Kwatt. (Fabrica CODEMA, Cuenca):



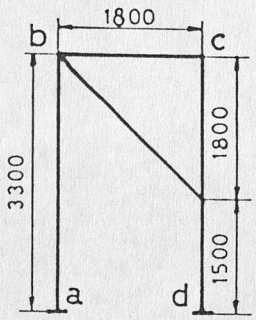
4.8. DISEÑO DE TOLVA DE PRODUCTOS MEZCLADOS.

Los productos mezclados que llegan a ésta tolva tienen una densidad aproximada de 642 Kg/m3 y un ángulo de descanso promedio de 24°, con éstos valores la densidad de flujo efectiva es:

$$DFE = 642 * Tg^2(45 - 12) \qquad \text{(Fórmula 40)}$$

$$DFE = 270.7 \text{ Kg/m3.}$$

La carga a soportarse por el pórtico son: 1317.38 kg (sección 2.3), 4 planchas 3 mm 210.3 kg, canal "C" 100*50*6 mm 176.6 kg, un 10 % de sobrecarga nos dá 1847.7 kg. o sea 18375 N. como carga uniforme 5104 N/m. (18375/(2*1.8).



Siguiendo el método de pendiente-desviación, los Momentos son:

$$Mab = - Mdc = 359.79 \text{ N-m.}$$

$$Mba = - Mcd = 718.39 \text{ N-m.}$$

$$Mbc = - Mcb = - 719.05 \text{ N-m.}$$

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL
BIBLIOTECA

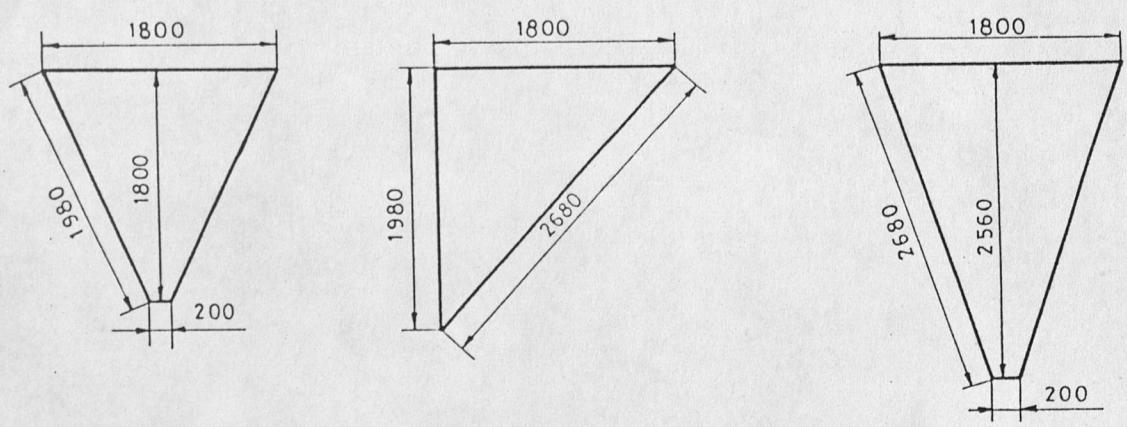
con el canal 100*50*8, k.l/r = 0.65*3.1/1.52 = 141, del Manual A.I.S.C. Fa = 5.178E07 Pa (Apéndice A).

fa = V/A = 4.24E06 Pa; fa/Fa = 0.0819

fb = M/S = 2.31E07 Pa; Fb = 1.08E08 Pa.

fa/Fa + fb/Fb = 0.29 (Fórmula 46).

Aunque es un valor bastante bajo, notamos también que el factor de esbeltes es un poco alto por sobre 140, por lo que consideramos éste como un valor aceptable. Pasamos al desarrollo de la tolva y se ha escogido un área de salida de 20 x 4 cm. para facilitar la descarga del producto, así:



El centro de gravedad de la placa mayor se ubica a 66.37 cm. (93.9*cos45) desde la parte superior, haciendo los cálculos, fórmulas 41.a, 42, 43 tenemos:

A = ¡(180 +20)/2¿*256 = 2.56 m².

$$F = \delta.hc.A$$

$$F = 270.7*9.8*0.66*2.56 = 4507.3 \text{ N.}$$

$$Sm = k.t/t^2 = 274996*4507.3/9 = 1.37E08 \text{ Pa.}$$

$$Ym = ki.P.r^2/(E.t3) = \frac{8.08E07*4507.3*(2.396)^2}{200E09*27}$$

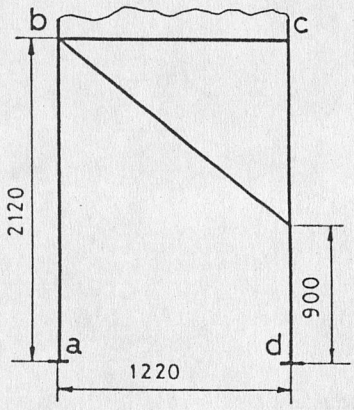
$$Ym = 0.36 \text{ mm.}$$

$$lc = \frac{2*268+(180/268)*180+(20/268)*20}{2+(180/268)+(20/268)} = 239.6 \text{ cm.}$$

De los cálculos anteriores tomamos para la placa base 200*100*6 mm., la soldadura con electrodo 6011 con a = 6 mm. en la estructura, y con a = 3 mm. en la unión tolva pórtico 5 cm. espaciados cada 20 cm.

4.9. DISEÑO DE TOLVA DE PRODUCTOS TERMINADOS.

Aunque no conocemos exactamente la densidad del producto final, lo estimamos en 500 kg/m3; puesto que, después de ésta etapa será envasado, la altura de salida de la tolva queda en 90 cm., altura que permite el trabajo cómodo de un hombre de estatura normal, por tanto el pórtico soportante tiene una altura total de 212 cm. (90 + 122). La carga a ser soportada sumando 6 planchas 420.6 (6 * 70.1); canal "C" 100*60*6 mm 13.36 mt., 128.52 (13.36*9.62 Kg); el producto 2155.68 kg.; nos da un total de 2704.8 kg. o 26507.16 N. con un 10 % adicional en cada pórtico tenemos 13253.58 N. y por metros (/1.22) 10865 N/m.



Aplicando siempre el método de pendiente-desviación (fórmula 45) los momentos son:

$$Mab = - Mdc = 360.4 \text{ N-m.}$$

$$Mba = - Mcd = 720.8 \text{ N-m.}$$

$$Mbc = - Mcb = - 720.8 \text{ N-m.}$$

En el cálculo de carga habiamos supuesto un canal "C" 100*60*6 mm. (A=12.62 cm², r = 1.87 cm, Sx = 36.33 cm3), y probando de acuerdo a la fórmula 46 resulta demasiado fuerte para el caso, llegamos a un ángulo "L" 75*6 mm. con A = 8.4 cm², r = 2.33 cm, S = 8.57 cm3, k.l/r = 59.14; del Manual A.I.S.C.; Fa = 1.2E08 Pa.

$$fa = w.l/(2A) = 7.89E06 \text{ Pa.}$$

$$fb = M/S = 8.41E07 \text{ Pa. ; } Fb = 1.08E08 \text{ Pa.}$$

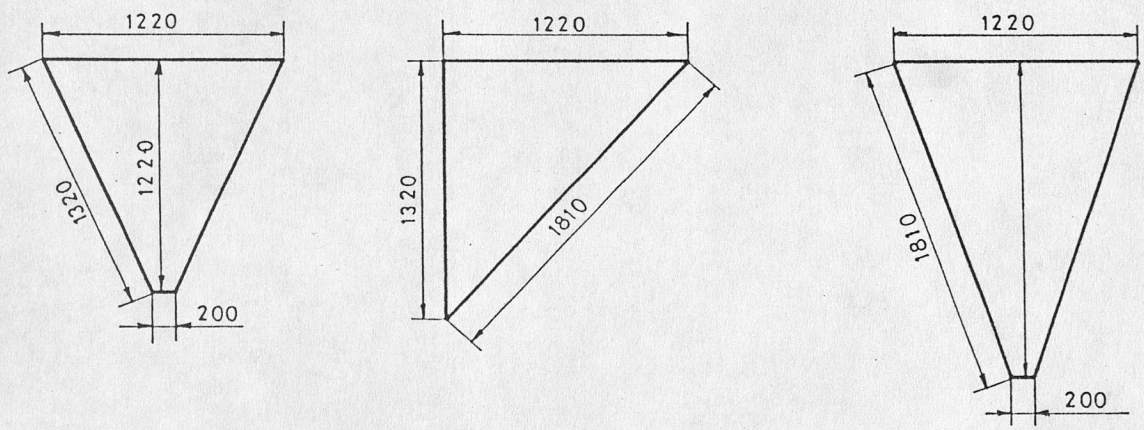
fórmula 46: $fa/Fa + fb/Fb \leq 1$

$$0.075 + 0.808 = 0.884$$

que es menor que 1 por tanto satisface el perfil

escogido.

Se ha escogido para la salida un área de 20 x 30 cm., ya que el producto se espera de mayor volumen que la materia prima utilizada; entonces el desarrollo de la tolva es el siguiente:



Tomando la placa que soporta el mayor esfuerzo, el área es:

A = (122 + 20)*174/2 = 1.1484

cg. = 67.7*sen45 = 47.87 cm.

hacia el borde es 291.87 cm. (244 + 47.87).

el esfuerzo y flecha es:

F = δ.hc.A = 211*9.8*1.1484*291.87 = 6930.9 N. (41.a)

Icg. placa inclinada = 0.21844 m4

Sf = Sc + Ig/Sc.A (fórmula 41.b)

Sf = 2.91 + 0.21844sen^{2}45/(2.918*1.1484) = 2.94 mt.

$$lc = \frac{2*181 + (122/181)*122 + (20/181)*20}{2 + 122/181 + 20/181} = 160.4 \text{ cm.}$$

$Sm = k.P/t^2$ (fórmula 42).

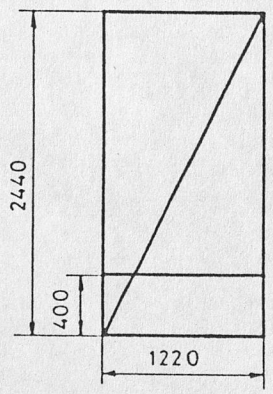
$Sm = 274996.7*6930/9 = 2.11E08$ Pa.

$Ym = ki.P.r^2/(E.t3)$ (fórmula 43)

$Ym = 8.08E07*2930*(160.4)^2/(200E09*27) = 0.26$ mm.

El valor de Sm ésta próximo a la fluencia, no significará que ocurra falla, y por seguridad colocamos un ángulo "L" 75 x 6 mm. en el sitio de aplicación de la fuerza.

Las placas verticales es obvio que necesitan rigidizarseñ y encontramos la mejor alternativa en la siguiente configuración tratando de formar el triángulo básico de las armaduras.



En la sección inferior:

$A = 0.4*1.22 = 0.488$ m².

BIBLIOTECA

hc = 2.24 mt.

F = δ.hc.A (fórmula 41.a)

F = 211*9.8*2.24*0.488 = 2260.4 N.

Sm = k.P/t² (fórmula 42)

Sm = 274996.7*2260.4/9 = 6.89E07 Pa.

en el triángulo restante:

A = 1.02*2.04/2 = 1.04 m².

hc = 1.36 mt.

F = 211*9.8*1.36*1.04 = 2924 N.

Sm = 274996.7*2924/9 = 8.91E07 Pa.

Asumiendo que la mitad de ésta fuerza se transmite al vertical, el momento máximo (P.l²/8) es 1088 N-m., y el módulo resistente es 10 cm3, entonces escogemos un ángulo "L" 80 x 6 mm. cuyo módulo es 9.8 cm3.

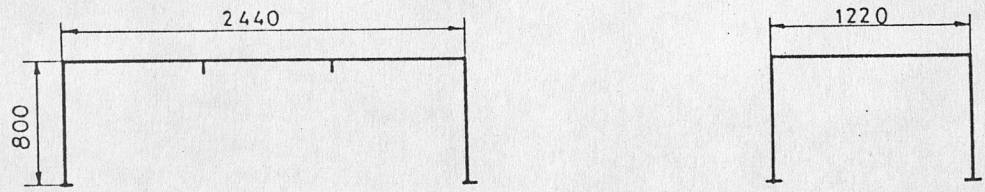
Similar a los casos anteriores la soldadura de la tolva con a = 3 mm., y en la unión tolva-pórtico con a = 3 mm. con 5 cm. cada 20 cm., la soldadura del pórtico en si con a = 4 mm. todo el ángulo, la placa base de 180 x 180 x 6 mm.

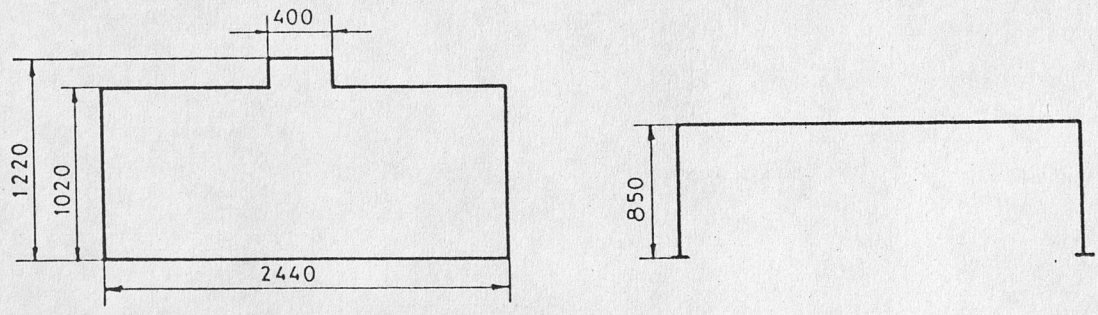
4.10. EQUIPO ADICIONAL.

En éste tipo de plantas existen pequeños implementos que a medida que la producción va en aumento se hacen indispensables, describimos algunos de ellos.

4.10.1. DISEÑO DE MESAS DE TRABAJO.

Necesitamos al menos dos mesas de trabajo, una que permita realizar medidas y mezclas de microingredientes y la otra que, ubicada a la salida de la tolva de productos terminados, facilite la manipulación del mismo. Se construyen en plancha de 2 mm. y ángulo de 75 x 6 mm.



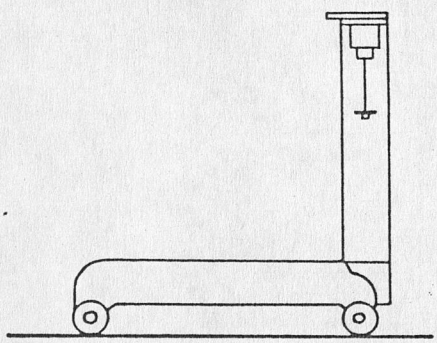


PLANTA

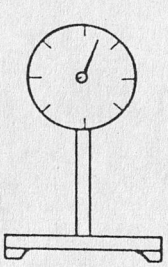
LATERAL

4.10.2. SELECCION DE BASCULAS.

Además de la báscula para el maiz y soya, se necesitan para el pesado de ingredientes menores y microingredientes. Para el primer caso seleccionamos una báscula plataforma, con capacidad de 500 kg.



Para el segundo caso, una báscula de precisión debido principalmente al elevado costo de los microingredientes; la precisión que se consigue es de 0.1 gr. y 15 Kg. de capacibdad. (Sistemas y Balanzas, Guayaquil).



4.10.3. SELECCION DE MAQUINA SELLADORA.

La producción debe ser convenientemente almacenada ya sea en fundas, cartones o sacos dependiendo a quienes éste dirigido el producto, éste puede ser envasado en grandes o pequeños paquetes. La elección de la máquina selladora resulta entonces del uso que se le de al producto; nosotros suponemos aquí y debido a la pequeña producción un envasado en fundas plásticas de hasta 3 kg. de capacidad, por tanto un sellado manual con máquina eléctrica semiautomática resulta satisfactorio. (GUINSA, Guayaquil).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el diseño de una planta cualquiera intervienen muchos factores, algunos de los cuales escapan al contenido del presente trabajo. El objetivo principal se cumple y lo resumimos en las conclusiones siguientes:

1°— Todos los elementos diseñados y seleccionados pueden ser fabricados en el país y se debe dar prioridad a investigaciones que conduzcan a este objetivo.

2°— Los perfiles estructurales son tanto más útiles cuanto mayor es su módulo de sección, en este caso las vigas "Z" tienen cierta ventaja en uno de sus ejes.

3°— Los cálculos y fórmulas desarrolladas se apegan estrictamente a las leyes físicas y matemáticas; por tanto de gran utilidad.

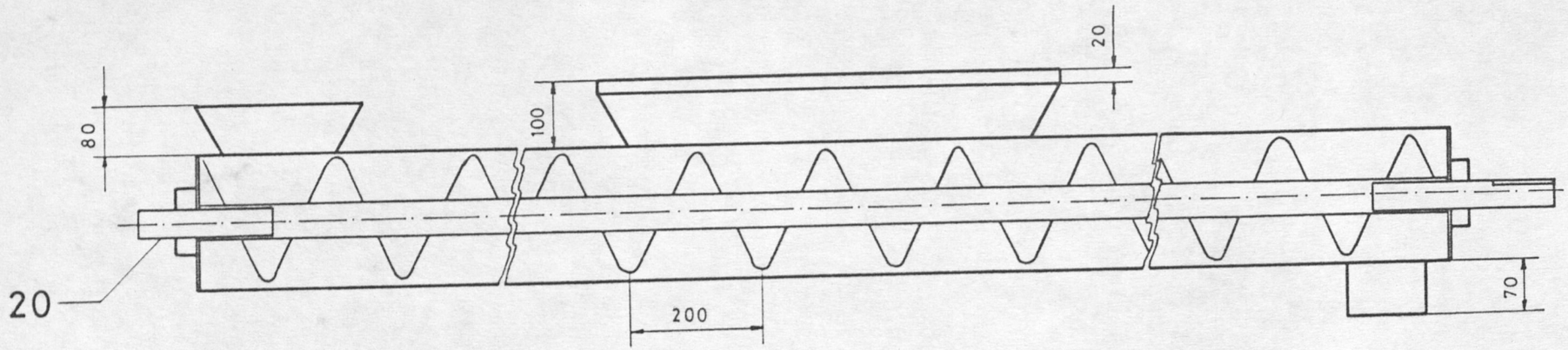
RECOMENDACIONES

1°— Los estudios necesarios de financiamiento, ampliaciones, capacidad y calidad de producción, destino final del producto y otros, deben ser objeto de un enfoque diferente al actual.

2°— La investigación debe orientarse a desarrollar productos y procesamientos basándonos en resultados como el aquí presentado.

A N E X O A

BIBLIOTECA

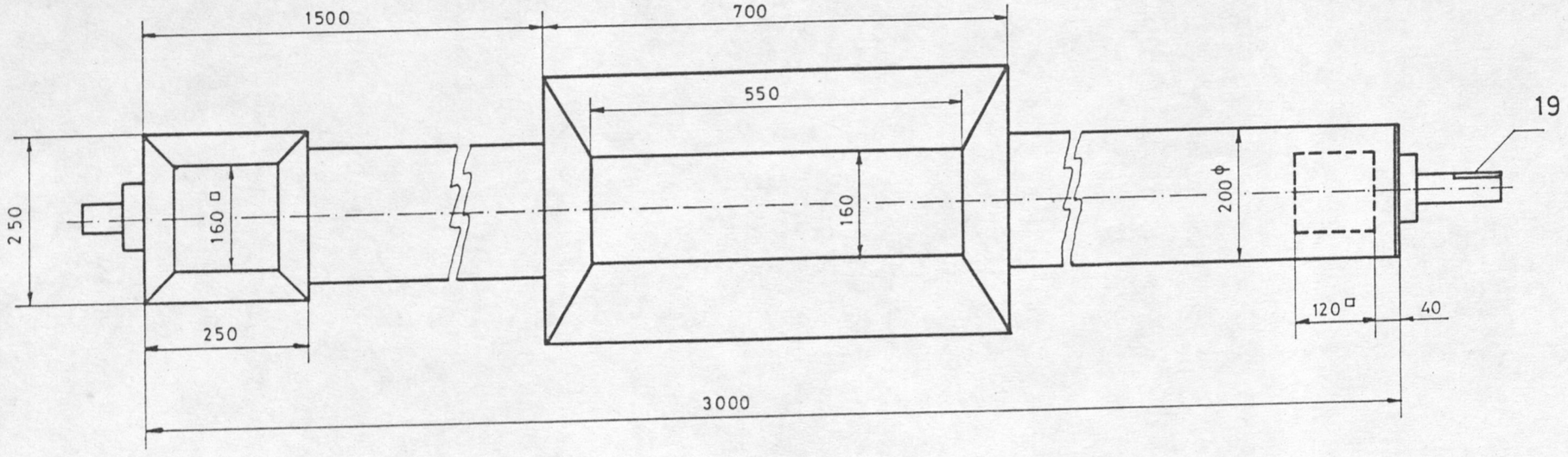


	FEC.	NOMBRE
DIBUJO	9-90	P.M.U.
REVISO	9-90	ING. A.T.
COMP.	9-90	ING. A.T.

E

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL



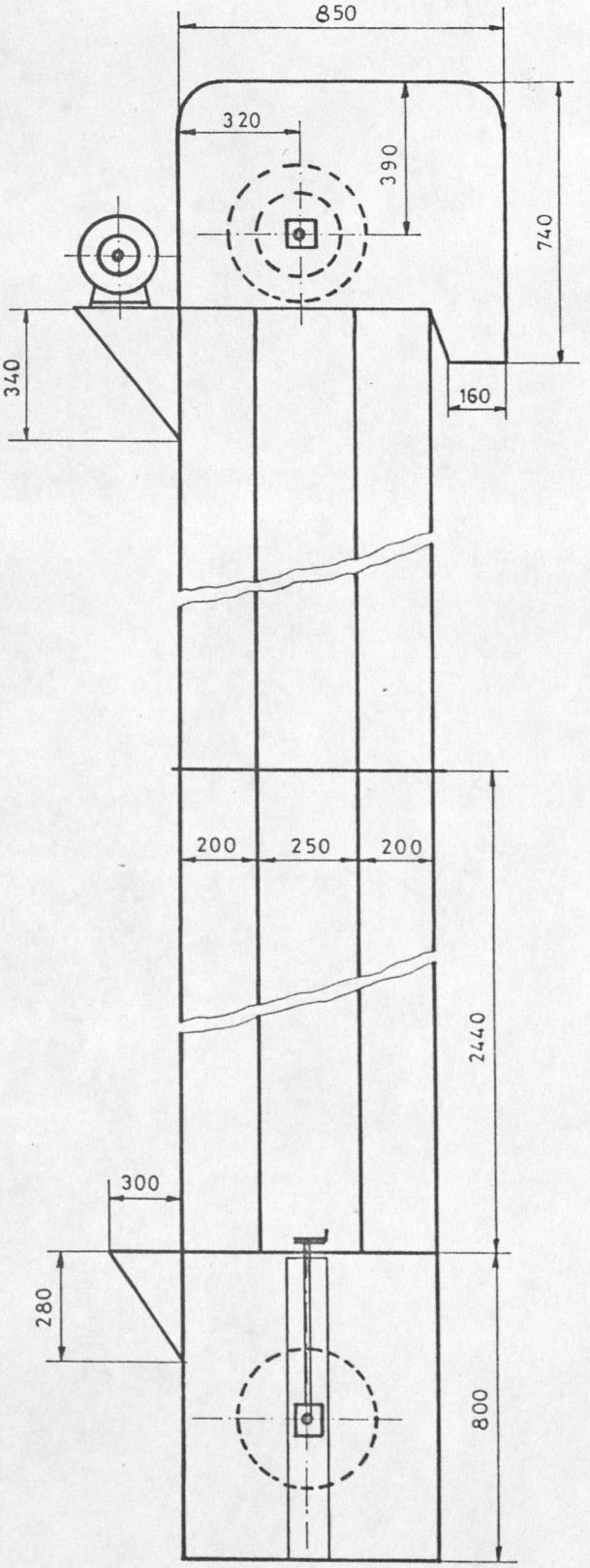
	FEC.	NOMBRE
DIBUJO'	9-90	P.M.U.
REVISO'	9-90	ING. A. T.
COMP.	9-90	ING. A. T.

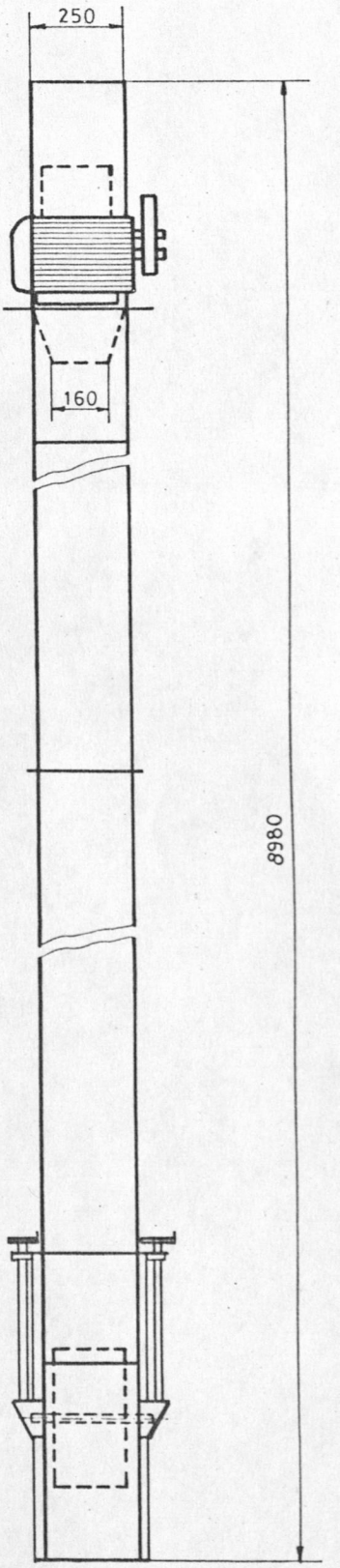
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

E
1:10

TRA

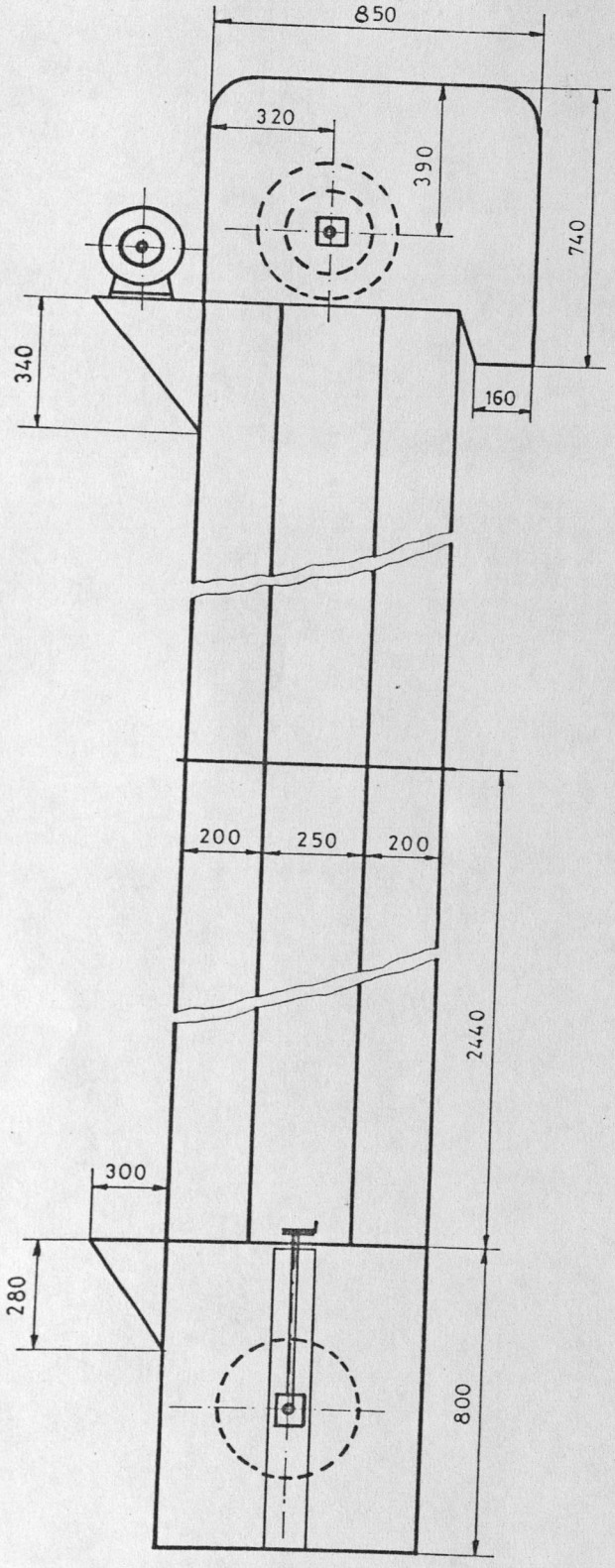


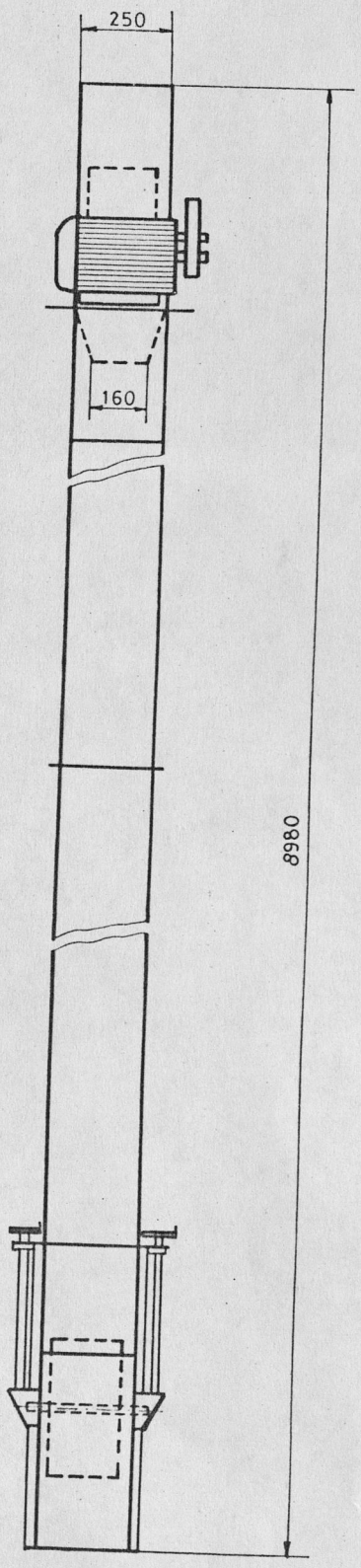


	FEC.	NOMBRE
DIBUJO		P.M. U.
REVISO		ING. A.T.
COMP.		ING. A.T.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL



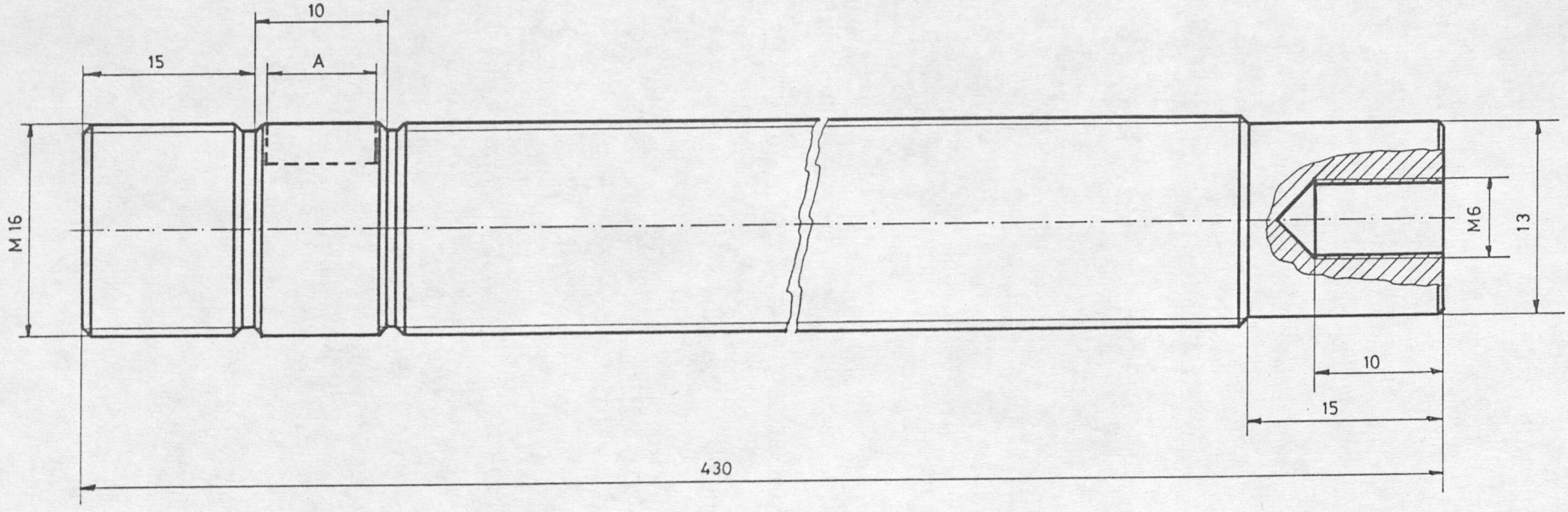


	FEC.	NOMBRE
DIBUJO		P.M.U.
REVISO		ING. A.T.
COMP.		ING. A.T.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

A = Chaveta 5x5x10
profundad eje 3
cubo 2.3

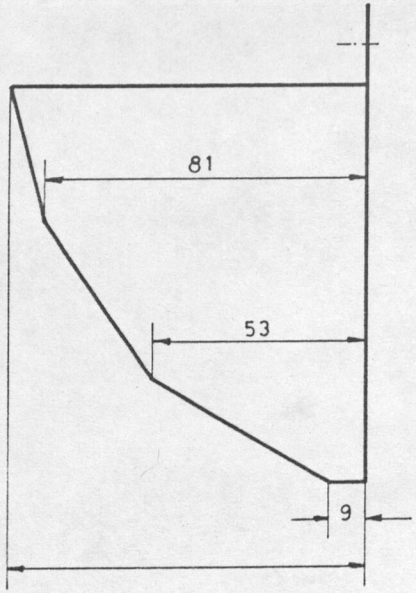


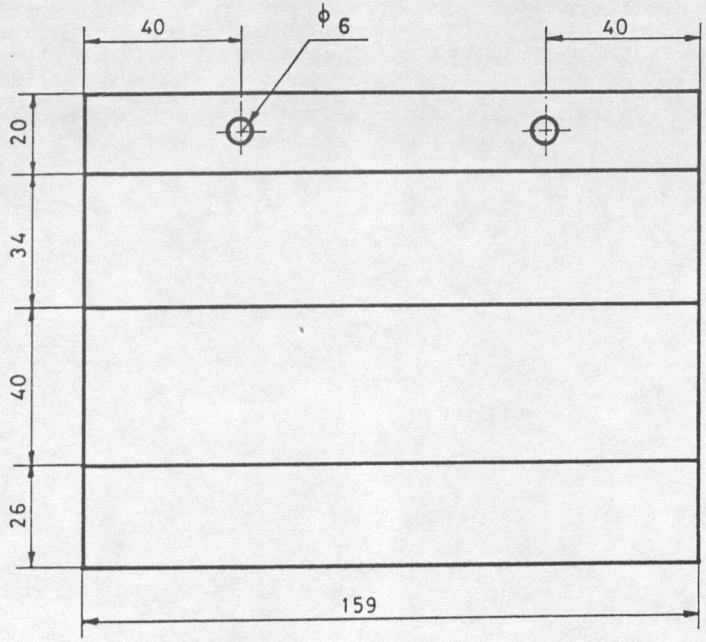
	FEC.	NOMBRE
DIBUJO	9 90	P.M.U.
REVISO	10-90	ING. A. T.
COMP.	10-90	ING. A. T.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

E



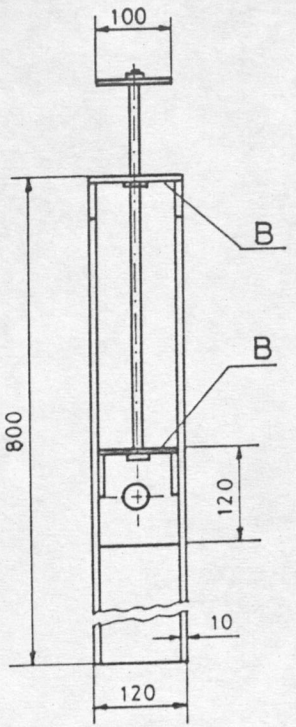


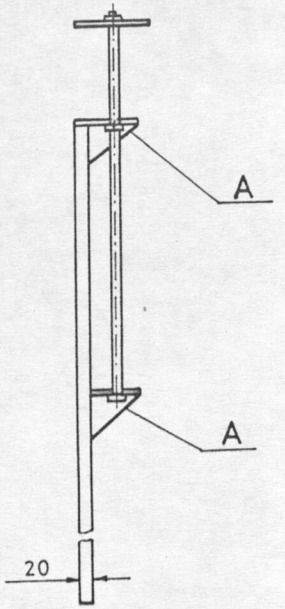
	FEC.	NOMBRE
DIBUJO	9-90	P.M.V.
REVISO	10-90	ING. A.T.
COMP.	10-90	ING. A. T.

E

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL





A: Escuadras esp. 6 mm.
60 x 50

B: Placa soporte
6 x 115 x 65 mm

	FEC.	NOMBRE
DIBUJO	9-90	P. M. U.
REVISO	9-90	ING. A. T.
COMP.	9-90	ING. A. T.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

E

1.1

ANEXO B

BANDAS Y POLEAS

La transmisión de fuerza y movimiento a través de bandas y poleas goza de gran acogida en el medio mecánico; se utilizan bandas planas, en "V" o varias en "V". Las bandas en "V" tienen la clasificación siguiente y son las más usadas en este tipo de maquinaria.

TIPO BANDA	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)
Z	10	6
A	13	8
B	17	11
C	22	14
D	32	20
E	40	25
F	51	30

Siguiendo las tablas de selección vemos que las bandas Z, A se utilizan para altas velocidades y potencias bajas, mientras que las bandas E, F para altas potencias y baja velocidad estando las otras para aplicaciones diversas.

En el transportador debemos reducir su velocidad de 440 a 120 R.P.M o.

$$L = \frac{N1}{N2} = 3.67$$

Donde N1 es el lado impulsor.

BIBLIOTECA

Con estos valores nuestra banda es del tipo "A" y las poleas a usarse son las siguientes: AK44H con diámetro igual a 101.6 mm para D1, y AK154H de 381 mm para D2, (Manual de Catálogos para Diseño de Maquinaria. Tomo II ESPOL 1987).

En el elevador la relación de velocidades es:

$$\frac{N1}{N2} = \frac{279}{130} = 2.146$$

Nuestra banda es del tipo "A" y las poleas D1 = 101.6 mm. (AK 44H) y D2 = 215.9 mm (AK89H).

$$D1\ N1 = D2\ N2$$

$$D2 = \frac{D1\ N1}{N2} = D1 * 2.146$$

Resumimos algunos aspectos útiles acerca de las bandas "V".

- Se debe mantener una tensión adecuada, cuan adecuada es lo que se prueba en el momento de trabajo, una norma empírica es que la banda debe bajar al presionarse con la mano por cada 30 cm. el equivalente a 1/4 del espesor de la banda.

- La alineación de las poleas es un factor importante que contribuye al mejor funcionamiento del sistema, una forma de alineamiento práctico se la consigue fácilmente con el cordel.

- Las bandas no deben forzarse al momento de la colocación,

la unidad motora debe deslizarse lo suficiente para permitir una suave instalación.

- La distancia entre centros debe mantenerse lo más corta posible, estando la ideal en 1.5 veces el diámetro de la polea mayor.

- La banda en "V" no debe tocar el fondo de la polea, puesto que la transmisión de fuerza y movimiento se lo hace lateralmente, en ocasiones especiales se puede hacer trabajar una banda de un tipo en una polea de tipo mayor, por ejemplo una banda "A" en una polea "B", lo contrario no debe hacerse, pues se pierde firmeza.

BIBLIOGRAFIA

1.- AMERICAN Institute of Steel Construction, Manual A.I.S.C., Octava edición, U.S.A., 1980.

2.- CENDES, Alimentos balanceados estudio Nº 149, Cendes, Guayaquil, 1965, p. 85-100.

3.- CODEMA, Catálogo general, Cuenca, 1987.

4.- ESPOL, Manual de catálogos para diseño de maquinaria tomo II, Espol, Guayaquil, 1987.

5.- GASPARETO Ettore Dr., Postcosecha, tratamiento y almacenamiento de granos, Espol, Guayaquil, 1989.

6.- HALL D. W., Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales, FAO, Roma, tercera impresión 1980, p 357-362.

7.- HALL, HOLOWENKO, LAUGHLIN, Diseño de máquinas, Mcgraw-Hill, primera edición, México, 1971, p 113-130.

8.- INDUMET, Catálogo de productos, Indumet, Guayaquil, 1975.

9.- INSTA - PRO, Extruder, Iowa, U.S.A.

10.- LAPEDES Daniel, Diccionario de términos científicos y técnicos, Mcgraw-hill - Boixareu, Bilbao, 1981.

11.- LINK Belt, Screw conveyors, Link Belt Company, U.S.A. 1966.

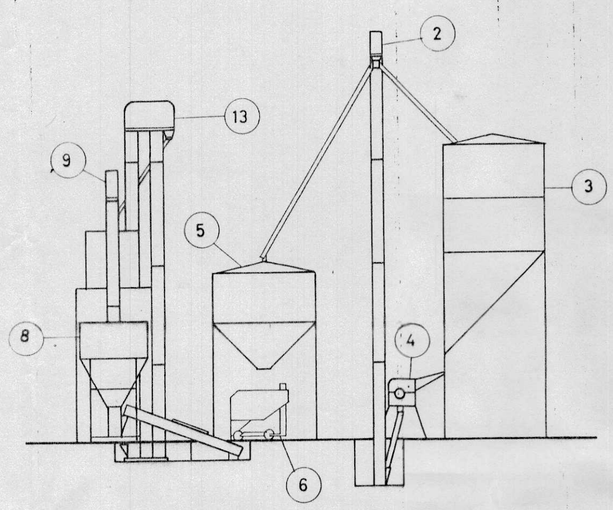
12.- MARKS, Manual del ingeniero mecánico, McGrraw-hill, octava edición, Mexico, 1985, secciones 2, 5.

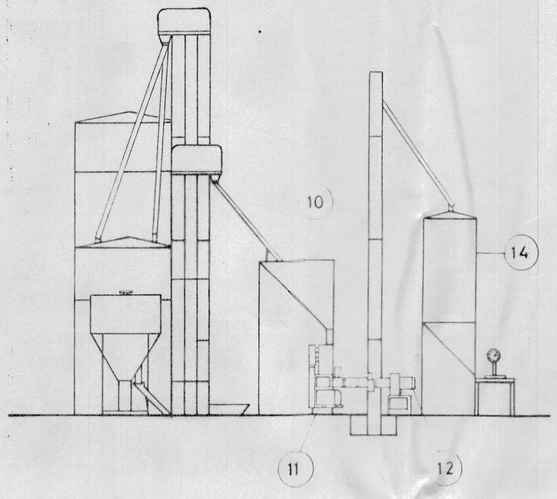
13.- PRIMO Yufera, Productos para el campo y propiedades de los alimentos tomo III (Tecnologia química y agroindustrial), Alhambra, Madrid, 1981.

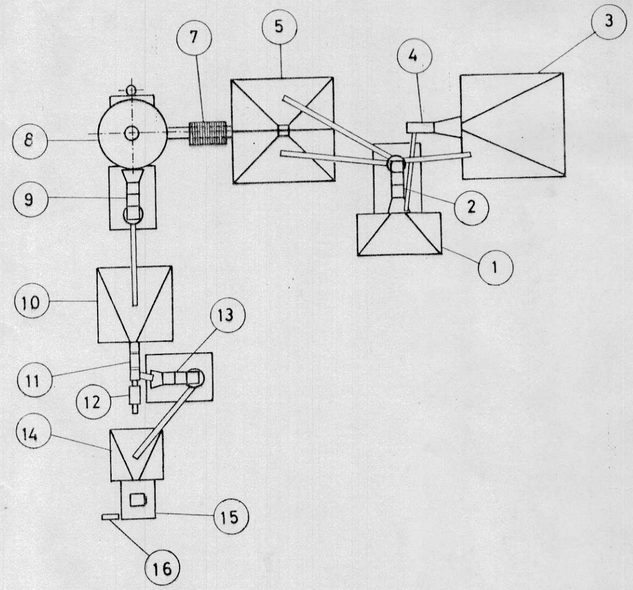
14.- SINGER Ferdinand, Resistencia de Materiales, Harla Harper and Row Latinoamericana, tercera edición, Mexico, 1980.

15.- SOLECSA, Guia del soldador, Solecsa, Guayaquil.

16.- YUAN-YU Hsieh, Teoria elemental de estructuras, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., primera edición, México, 1970, p 241-267.







Nº	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVAC.
20	Eje arrastre transp.	1	↑	40ϕ x 220
19	Eje impul. transp.	1		40ϕ x 350
18	Eje impul. elev.	1	Acero transmis.	300ϕ x 360
17	Tambor	1	Plancha 4 mm.	3500ϕ x 185
16	Selladora	1	Acero	Manual cap. 3kg.
15	Mesa de trabajo	1	↑	2400 x 1220
14	Tolva produc. termin.	1		1220x1220
13	Elevador	1	Plancha n. 3 mm.	8500 altura
12	Cortador	1	↑	Acoplado a 11
11	Extrusor	1	Acero	363 Kg/hr, 50 HP.
10	Tolva produc. mezclad.	1	↑	1800 x 1800
9	Elevador	1	Plancha n. 3 mm.	6000 altura
8	Mezcladora Vertical	1	Acero	900 Kg.
7	Transportador	1	Plancha n. 2 mm.	200x300 p. 200
6	Báscula	1	Acero 1370 x 1270	Cap. 500 Kg.
5	Tolva de premezcla	1	Plancha 3 mm.	2400 x 2400
4	Molino	1	Acero	900 Kg/hr.
3	Tolva de almacenaje	1	↑	2400 x 2400
2	Elevador	1		8980 Altura
1	Tolva de recepción	1	Plancha negra 3	2000x1000 x 45°

	FEC.	NOMBRE
DIBUJO	9-90	P.M.U.
REVISO	10-90	ING. A. T.
COMP.	10-90	ING. A. T.

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ESPOL

E 1:100

PLANTA PARA PRODUCIR ALIMENTO BALANCEADO

P-01

MAT. ACERO

REF. TEXTO

Inv. # D-10315

BIBLIOTECA

BIBLIOTECA