

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Mecánica



Presentación del Informe Técnico:

*“MONTAJE DE UNA PLANTA DE SILOS PARA RE-
CEPCION Y ALMACENAMIENTO DE GRANOS IM-
PORTADOS CON CAPACIDAD DE 42.000 TONELADAS
METRICAS.”*

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

PRESENTADO POR:

BOLIVAR ALDAS PLUAS

Guayaquil - Ecuador

1991

AGRADECIMIENTO

AL INGENIERO ERNESTO MARTINEZ,
Director del Informe
técnico, por la valiosa ayuda y
dirección brindada para la
realización de éste trabajo.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI MADRE

A MI ESPOSA E HIJOS.

DECLARACION EXPRESA

DECLARO QUE:

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

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

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, scribbled lines, positioned above a horizontal dashed line.

BOLIVAR ALDAS PLUAS

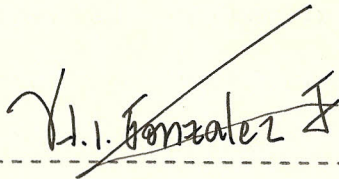
RESUMEN



ING. NELSON CEVALLOS
DECANO DE LA FACULTAD



ING. ERNESTO MARTINEZ
DIRECTOR DEL INFORME TECNICO



ING. VICTOR GONZALEZ
TRIBUNAL DE GRADO

RESUMEN

El presente informe relata los diferentes aspectos que involucran la instalación de una planta de silos para recepción y almacenaje de granos importados.

Inicialmente describo una breve historia de las circunstancias que originaron la necesidad de que la empresa Ecuatoriana de Granos S.A. realice esta obra.

Seguidamente analizo los diferentes factores que intervienen en el diseño de la planta, lo que determina las características de los equipos desde la recepción del producto hasta el despacho del mismo.

A continuación con base al criterio anterior selecciono los equipos, y menciono de una forma generalizada lo que tiene que ver con la recepción y almacenaje de los equipos a instalarse, luego de lo cual describo paso a paso el montaje mecánico de cada uno de los equipos que integran la planta.

Finalmente concluyo este informe haciendo las recomendaciones del caso.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

I. ANTECEDENTES.

II. DISEÑO DE UNA PLANTA PARA ALMACENAMIENTO DE GRANOS.

2.1 Características principales de la planta.

2.2 Observaciones en la selección.

III. SELECCION DE EQUIPOS PARA LA PLANTA

3.1 Equipos de recepción de granos.

3.2 Equipos de transportación de granos.

3.3 Equipos de Almacenamiento de granos.

IV. EJECUCION DEL MONTAJE

4.1 Descripción del procedimiento.

4.2 Equipos de recepción de granos.

4.3 Equipos de transportación de granos.

4.4 Equipos de Almacenamiento de granos.

4.5 Equipos complementarios.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

5.2 Recomendaciones.

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA #1: Diagrama de Flujo de las instalaciones
- 2: Esquema del Equipo de Succión Neumático.
- 3: Transportador de Banda de Caucho.
- 4: Diagrama de la Báscula de Flujo Continuo.
- 5: Elevador de cangilones.
- 6: Transportador de Arrastre.
- 7: Silo de Almacenaje Comercial S.A.C. 42-18.
- 8: Equipo de Control de Velocidad de la banda transportadora.
- 9: Sistema de control de Nivel.
- 10: Sistema de Control de Inventario
- 11: Sistema de Aereación .
- 12: Sistema de Control de Temperatura.
- 13: Equipo de ensacado y cosedora Automática.
- 14: Diagrama de Almacenaje de Equipos.
- 15: Sección de Descarga.
- 16: Sección de Cabeza Final.
- 17: Secciones Intermedias.
- 18: Sección Final de la cola del transportador de Banda.

- 19: Cargadores de grano.
- 20: Secciones de Cubierta para el transportador de Banda.
- 21: Grapas de Cubierta.
- 22: Sección de la Cabeza.
- 23: Sistema de Transmisión del Transportador Vista Lateral.
- 24: Sistema de Transmisión del Transportador Vista Frontal.
- 25: Trazado para la ubicación de las columnas.
- 26: Esquema de armado de las dos primeras secciones del elevador de Cangilones.
- 27: Instalación de Secciones del elevador Escalera y Canastilla de Seguridad.
- 28: Especificaciones para instalación de Grilletes de cables.
- 29: Instalación de marco de platina para cables templadores.
- 30: Localización de los vientos templadores.
- 31: Método típico de empate de Banda.
- 32: Sección de Cabeza Final del Transportador de arrastre.
- 33: Secciones Intermedias.
- 34: Secciones de Entrada de Grano.
- 35: Sección de la Cola.
- 36: Secciones de Descarga Intermedia.

- 37: Esquema de un silo de Almacenaje Típico
- 38: Esquema del montaje del anillo superior y techo.
- 39: Esquema de instalación de los clips de techo.
- 40: Ensamblaje del techo de los silos de Almacenaje.
- 41: Arreglo de malacates para el alzado de Silos.
- 42: Secuencia de ensamblaje del cuerpo cilíndrico del silo de almacenamiento.
- 43: Esquema del montaje de la unidad de control de velocidad de la banda transportadora.
- 44: Montaje del equipo de control de nivel
- 45: Sistema de control de inventario.
- 46: Sistema de aereación de los silos.
- 47: Ensamblaje de la línea de ensacado.
- 48: Vista de planta de las instalaciones.
- 49: Diagrama de Gantt para el montaje de la primera etapa y diagrama general por etapas.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

Antes de la década de 1980 la empresa ECUATORIANA DE GRANOS S.A. beneficiaria de una cuota de trigo importado con subsidio del Estado, y cuyos socios la conforman los propietarios de molinos de trigo de la Sierra, entregaba a una almacenera particular todo el manejo del trigo importado, desde la recepción en los barcos hasta el despacho al granel y en sacos a los camiones que finalmente lo conducían hasta los molinos de trigo en la Sierra Ecuatoriana. El costo que este servicio representa por cada quintal, multiplicado por miles de quintales que se manejan, justifican en definitiva la inversión en una Planta de almacenaje propia.

Dado que el trigo importado debe descargarse directamente de las bodegas de los barcos, el terreno necesario para el proyecto debe tener acceso fluvial. Para ECUATORIANA DE

GRANDS S.A. se presenta una buena oportunidad y adquieren en remate terrenos, muelles e instalaciones de una planta para receptor y despachar cemento al granel, la misma que había quebrado economicamente, esta oportuna adquisición hace más factible el proyecto por cuanto la infraestructura de la planta anterior, serviría en su mayoría para el nuevo proyecto.

Luego de estos acontecimientos, la empresa SILOS AMERICA S.A. con experiencia en estos trabajos y donde presté mis servicios, presenta el proyecto definitivo donde se fijan todas las características de la obra a ejecutarse, desde las obras civiles, provisión de equipos y puesta en marcha de la planta, la misma que debe ejecutarse por etapas y con capacidad en el siguiente orden:

Primera Etapa: 10.000 T.M.

Segunda Etapa: 6.000 T.M.

Tercera Etapa: 8.000 T.M.

Cuarta Etapa : 18.000 T.M.

Completándose las 42.000 T.M. de capacidad, el proyecto es aceptado y contratado por cumplir con todos los requisitos exigidos y se inician los trabajos en el año 1.982. Con estos antecedentes todo lo concerniente al montaje mecánico de los equipos que conforman la planta, serán tratados objetivamente en los párrafos siguiente.

CAPITULO II

DISEÑO DE LA PLANTA DE SILOS DE ALMACENAJE PARA GRANOS

2.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA PLANTA

El diseño de una planta de silos de almacenaje, es el resultado del análisis de múltiples factores y características, entre los principales y para este caso específico tenemos:

- a) CANTIDAD DE FLUJO DE ALMACENAMIENTO.- La cantidad de flujo tiene que ver con dos aspectos, la recepción del grano y el despacho del mismo.

El primer aspecto es crítico, ya que hay que tomar en cuenta las altas tarifas por día por concepto de fletes de los barcos que traen el grano las mismas que deben ser canceladas en divisas, lo que impone que la recepción del

producto sea de alta capacidad, para que el tiempo de la descarga del mismo y la permanencia del barco en el muelle sea mínima.

En lo referente a la salida del producto existen dos alternativas, al granel y en sacos, por lo que debe considerarse el despacho de ambas formas, para lo cual debe disponerse de una línea para cada caso.

En lo que tiene que ver con el almacenamiento, este debe satisfacer los volúmenes de producto a importar con un cierto margen de seguridad.

b) ESPACIO FISICO DISPONIBLE. - La disponibilidad de espacio físico está relacionada con dos aspectos importantes, la superficie disponible y la calidad del terreno.

Si la disponibilidad es deficiente, obliga a utilizar el espacio físico hacia arriba lo cual implica la selección de silos de mayor altura, restringiendo la alternativa de escoger silos más económicos. Si la disponibilidad es suficiente lo antes mencionado no ocurre y adicionalmente se tiene la alternativa de realizar ampliaciones futuras.

En lo referente a la calidad del suelo, sus características físicas deben ser determinadas y

analizadas por profesionales en la rama, éstos resultados junto con los datos como peso del grano a almacenar, peso del silo, peso de equipos y estructuras de apoyo a instalar y demás cargas existentes pasarán al departamento de Ingeniería Civil, el mismo que determinará la necesidad de pilotaje para el suelo y dimensionará estructuralmente las bases de hormigón sobre las que se levantarán los silos y equipos.

c) **OPERATIVIDAD DE LA PLANTA.** - Esta característica tiene que ver con la facilidad que debe prestar la planta para laborar las 24 horas del día, en operaciones de carga y descarga de productos en forma simultánea, con un personal mínimo y de la forma más simplificada posible.

d) **SEGURIDAD DE LA PLANTA.** - Esta característica es muy importante por lo que la planta en lo referente a sus equipos debe estar dotada de controles automáticos como son: Controles de nivel de grano tanto alto como bajo, controles de velocidad, controles de sobrecargas y alarmas, los mismos que dispuestos de una forma lógica en un tablero de control panorámico y de acuerdo con el flujo de grano, permitan una fácil operación así como la detección y localización de fallas a tiempo, ayudando de esta manera

evitar problemas durante su operación.

- e) **RENTABILIDAD DE LA PLANTA.**- Finalmente tenemos esta importante característica, hacia la cual deben converger necesariamente las mejores alternativas, a fin de hacer económicamente rentable el proyecto y que para éste caso, aunque no entraremos a analizar las causas, dichas condiciones están dadas y el proyecto es una realidad.

2.2 OBSERVACIONES EN LA SELECCION

Considerando el flujo de granos desde que éste ingresa hasta que sale de la planta, se hicieron las siguientes observaciones:

- a) **TRANSPORTACION DE GRANOS DESDE LAS BODEGAS DE LOS BARCOS.**- Tomando en cuenta la ubicación del muelle, así como las características físicas de los barcos, como su calado, disposición de bodegas, para realizar el transporte de grano desde las bodegas de los barcos, se selecciona transporte de tipo neumático, así mismo, se considera que a fin de evitar paralizaciones totales en la descarga de los buques, el equipo de transporte neumático esté integrado por dos máquinas en vez de una sola.

- b) **TRANSPORTACION DEL GRANO DESDE EL EQUIPO**

NEUMATICO HASTA EL PESAJE.- El grano descargado por el equipo neumático debe ser transportado hasta el equipo de pesaje, para lo cual se seleccionará un transportador de Banda de caucho.

c) EQUIPO DE PESAJE.- Con el fin de chequear el peso del producto que ingresa a los silos, la planta debe contar con un equipo de Pesaje Continuo, conectado a un terminal de computadora donde se registra el peso de grano en forma digital e impresa, con el fin de obtener la historia de la descarga de grano de cada barco.

d) EQUIPO DE ELEVACION.- Una vez que el producto ha sido pesado, se precisa elevarlo hasta la parte superior de los silos donde se encuentran los transportadores de llenado, éste transporte vertical de producto lo realizan los elevadores de Cangilones los mismos que deben de ser de tipo galvanizado para trabajar a la intemperie.

e) TRANSPORTACION HORIZONTAL DE GRANO.- Este tipo de transporte se lo utiliza para el llenado de los silos así como para el vaciado de los mismos. Para realizar éste trabajo, la Planta debe contar con equipos de trasportación por arrastre los mismos que presentan ventajas como, menor consumo de energía, ocupan poco espacio,

la carga y descarga del producto puede realizarse en casi cualquier punto. Por lo que su trabajo es satisfactorio en la mayoría de los casos para el movimiento de granos comerciales.

f) EQUIPO DE ALMACENAJE.- El equipo de almacenaje debe estar conformado por Silos Metálicos, construidos en planchas de acero corrugado, galvanizado de diferentes espesores, reforzados con columnas y de juntas apernadas e impermeabilizadas.

Su relación altura/diámetro permite un mejor aprovechamiento del espacio físico existente, que para éste caso en particular es esencial. Así mismo la antes mencionada característica permite ahorrar en el pilotaje del terreno y cimentación de la base de los silos. Otra importante observación es que la altura de los mismos no representa limitación alguna para el montaje de los equipos de llenado de los silos, ni tampoco para el equipo de elevación de granos.

g) EQUIPO DE DESPACHO.- El Equipo de despacho de grano de la planta debe estar conformado por una línea de despacho al granel y una línea de despacho en sacos independientes entre si, las mismas que deben operar aún simultáneamente cuando la planta esté recibiendo producto de los

barcos, lo que dá a las instalaciones una excelente flexibilidad en ambas operaciones.

Un diagrama de flujo de la Planta se muestra en la Fig. #1

DIAGRAMA DE FLUJO

- 1.- Bodegas de los barcos con producto
- 2.- Succionadoras Neumáticas.
- 3.- Transportadora de banda de caucho.
- 4.- Báscula de Pesaje continuo.
- 5.- Elevador de Cangilones Principal.
- 6.- Transportador de Arrastre para llenado de silos de Almacenaje.
- 7.- Silos Cónicos de Despacho.
- 8.- Transportadores de Arrastre de llenado de silos de almacenaje.
- 9.- Silos de Almacenaje de 2000 TM.
- 10.- Transportadores de Descarga de los Silos
- 11.- Transportadores de Arrastre Recolector.
- 12.- Elevador para Transilado.
- 13.- Silo Cónico para Despacho en sacos.
- 14.- Báscula y Cosedora de Sacos.
- 15-a Camiones cargados a granel.
- 15-b Camiones cargados con sacos.
- 16.- Báscula para camiones.

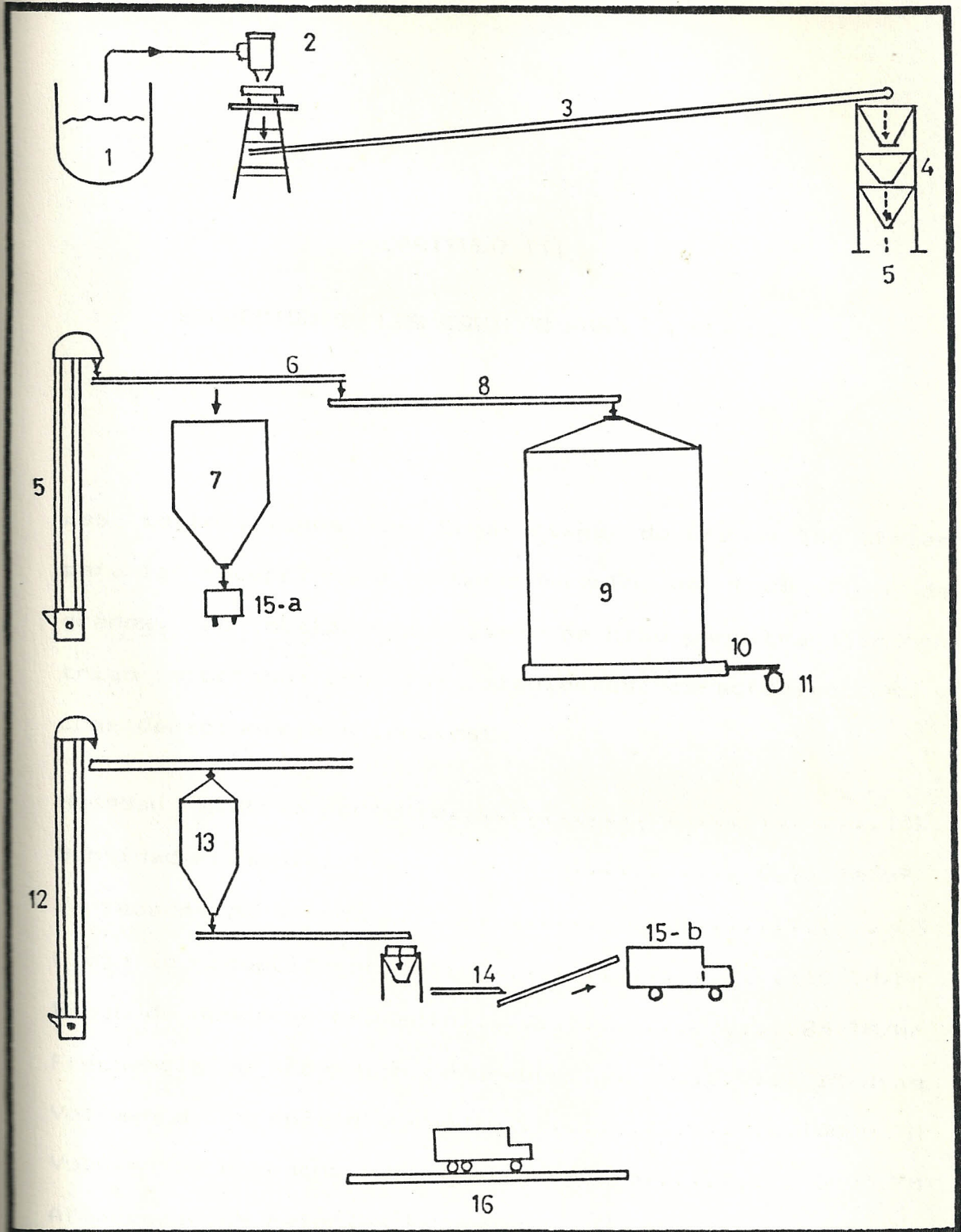


FIGURA #1 : DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS INSTALACIONES.

CAPITULO III

SELECCION DE LOS EQUIPOS PARA LA PLANTA

Las instalaciones de Ecuatoriana de Granos son útiles para la recepción y almacenamiento de todo tipo de granos, no obstante su diseño se hizo para trabajar con trigo importado con las siguientes características y consideraciones adicionales:

Humedad relativa promedio.....	13%
Densidad Promedio.....	0.75 Tm/m ³
Variedades de Granos.....	3
Flujo de recepción promedio.....	160 TM/hr
Flujo de despacho promedio.....	85 TM/hr
Frecuencia de Recepción de granos.....	15 días
Volúmen de recepción promedio.....	10000 TM
Volúmen de despacho quincenal promedio.....	6000 TM
Almacenaje de Reservas Promedio.....	6000 TM

Con éstas consideraciones pasaremos a seleccionar los

equipos para la planta los mismos que se agrupan por áreas de acuerdo con su función.

3.1 EQUIPOS DE RECEPCION DE GRANOS

Para la planta de Ecuatoriana de Granos S.A. se seleccionó los siguiente equipos en su área de recepción:

a) **SUCCIONADORES NEUMATICOS.** - Estos equipos que en número de dos, son los encargados de sacar el producto desde las bodegas de los barcos, tienen las siguientes características:

Capacidad.....	90 TM/hr
Peso de Unidad Estándar.....	3825 Kg
Altura completamente armada	3226 mm
Altura a Transportarse.....	2337 mm
Ancho.....	2200 mm
Longitud.....	3200 mm

TURBO SOFLADOR:

Número de Impelentes.....	4
Diámetro.....	660 mm
Ancho.....	25 mm
Número de navajas radiales.....	15
Balanceo.....	Dinámica y Estática
Construcción.....	Acero totalmente soldado
Flecha del Impelente.....	.54 mm
Número de Baleros.....	5

Diámetro total..... 1067 mm
Longitud total.....1994 mm
Velocidad de trabajo..... 4550 rpm
Relación de Compresión.....1:74 :1
Rotación.....Contra reloj visto desde el
extremo/mando
Peso..... 614 Kg

VALVULA ROTATORIA:

construcción..... Carcaza de hierro fundido
Tipo.....Rotor de Ocho (8) cámaras
Capacidad Volumétrica.....85 litros por revolución
Rotor.....De Acero con extremos cerrados y navajas
ajustables de acero
Protección.....Embrague deslizante de tipo de
Bola con interruptor de Límite
para detener el motor

DIMENSIONES TOTALES:

Altura.....610 mm
Ancho..... 610 mm
Longitud.....1029 mm
Flecha.....50.8 mm
Tamaño del rotor.....508 x 457 mm
Peso402 Kg

CICLON Y CAMARA:

CONSTRUCCION:

- a) 3 piezas atornilladas
- b) Sección de la boquilla de admisión de 3,43 mm de grueso en acero a la abrasión.
- c) Sección del cono de 3,43 mm de grueso de acero al carbón, con placas externas de acero soldadas sobre las costuras.

Diámetro de entrada.....	203 mm
Diámetro de la salida de aire	254 mm
Diámetro de la descarga de materiales.....	381 mm
Altura.....	1911 mm
Diámetro.....	972 mm
Peso.....	282 mm

UNIDAD DE PODER:

Motor eléctrico de 250 Hp. 3500 rpm. 3 fases, 220/440 voltios, 60 Hz.

Un esquema de este equipo se muestra en la Figura #2.

El equipo seleccionado que deberá conducir el producto desde la descarga de los succionadores neumáticos hasta el equipo de pesaje continuo, a lo largo de 70 m de longitud entre ambos puntos, con una inclinación de 7° en la línea que une dichos puntos, es un transportador de banda de caucho, considerando las condiciones físicas y el flujo a transportar es lo más recomendable, dicho transportador tiene las siguientes

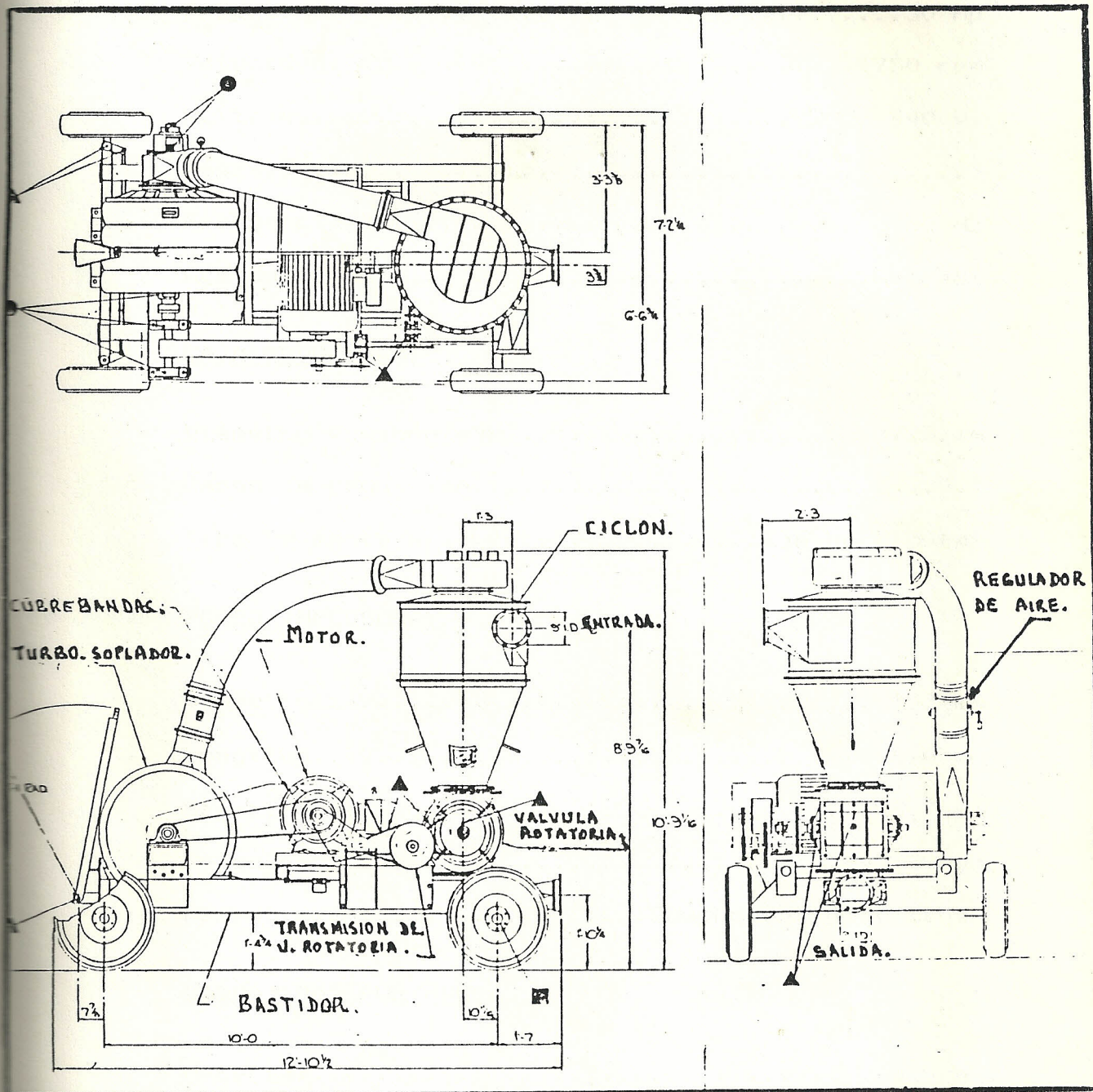


FIGURA #2 : ESQUEMA DEL EQUIPO DE SUCCION NEUMATICO.

características:

CABEZAL MOTRIZ:

Potencia.....30 Hp
Velocidad.....1750 rpm
Voltaje.....220 / 440 V.
Fases.....3
Frecuencia.....60 Hz
Armadura.....Cerrada

CAJA REDUCTORA:

Diámetro Agujero/eje.....87,3 mm
Razón de reducción.....9:1
Tipo de montaje.....Eje horizontal

POLEA IMPULSORA:

Diámetro.....457 mm
Longitud.....610 mm
Diámetro del eje.....58,7 mm
Velocidad.....142,2 rpm
Revestimiento.....Caucho antideslizante

BANDA TRANSPORTADORA

Material.....caucho
Número de Capas.....6
Ancho.....558,6 mm
Longitud.....70914 mm
Velocidad Lineal.....3,6 m/seg

Capacidad.....280 Tm/hr

SECCIONES DE LA CUBIERTA:

Sección transversal.....610 mm
Espesor de la lámina de hierro.....3 mm
Longitud de secciones intermedias.....3080 mm
Longitud de las secciones extremas.....2775 mm
Tipo de unión.....Apernadas
Diámetro de las chumaceras25,4 mm
Sellamiento.....engrampado

SENSOR DE VELOCIDAD:

Tipo.....disco magnético
Señal.....Alarma

Este equipo se muestra en la figura #3.

El producto descargado por el transportador de banda de caucho, es recibido por la báscula de flujo continuo, que registra todo el peso de productos ingresado a la planta. Las características de este equipo son las siguientes:

ESTRUCTURA DE SOPORTE:

Altura.....6000 mm
Ancho.....2440 mm
Fondo.....2440 mm
Tipo.....Acero apernado

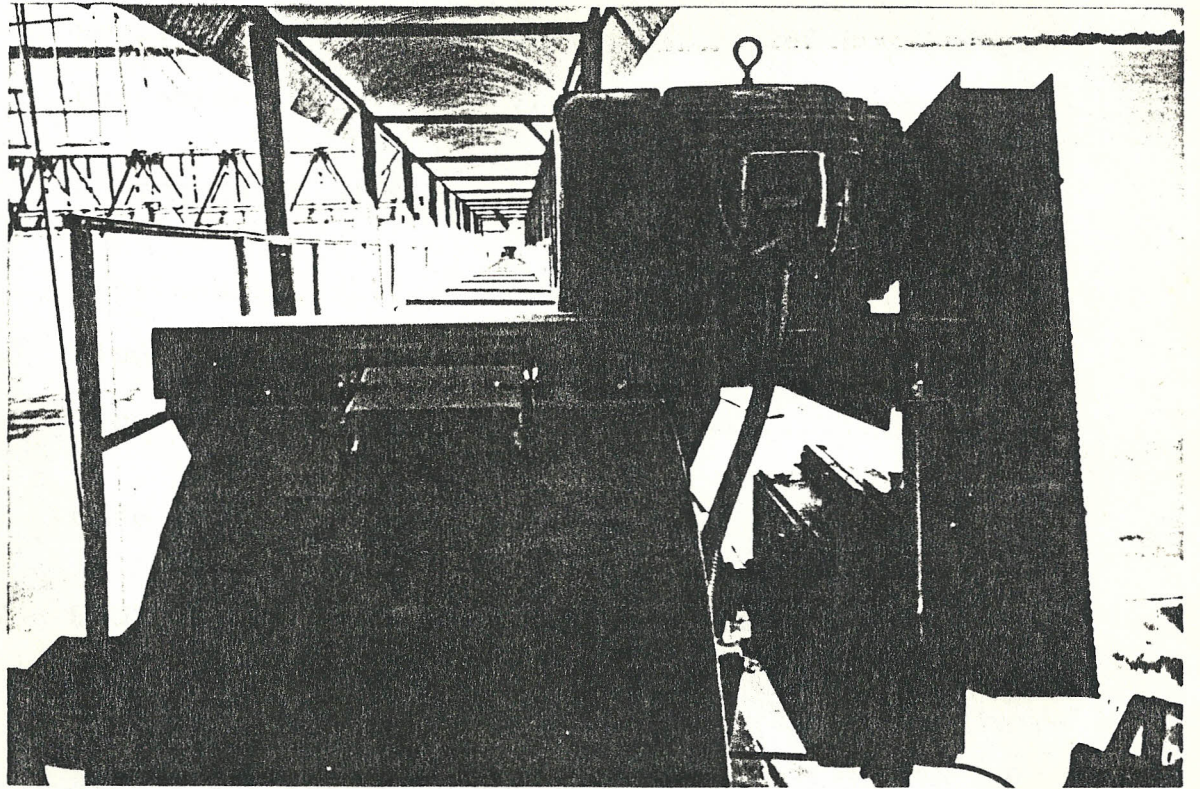


FIGURA #3 : TRANSPORTADOR DE BANDA DE CAUCHO

TOLVAS DE PESAJE:

Cantidad 3
Capacidad 4,42 m³
Construcción.....Planchas de hierro

COMPUERTAS DE CONTROL:

Cantidad.....2
Sección.....1240 por 1240 mm
Operaciónneumática

CONTROLES DE NIVEL:

Cantidad.....3
Tipo alto nivel.....2
Tipo de interconexión entre tolvas.....1

Este equipo se muestra en la Figura #4.

3.2 EQUIPOS DE TRANSPORTACION DE GRANOS

Para la transportación de granos en la planta se seleccionó los siguiente equipos:

- a) Elevadores de Cangilones.
- b) Transportadores de Arrastre.

Los elevadores de Cangilones se utilizan para realizar el transporte de productos en forma vertical y descargarlo en la parte superior de los silos donde se ubican los transportadores de llenado, a continuación tenemos las características

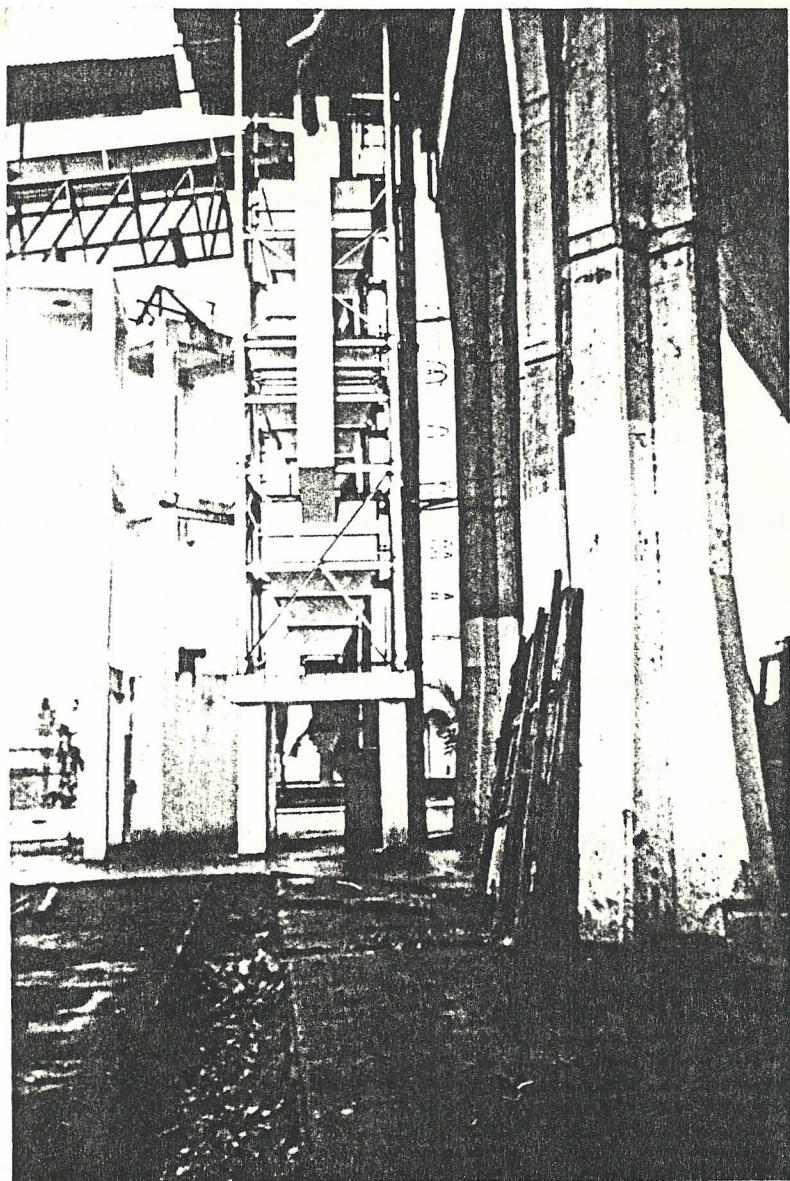


FIGURA #4 : DIAGRAMA DE LA BASCULA DEL FLUJO CONTINUO

de los mismos.

a) ELEVADORES DE CANGILONES.

CABEZAL TERMINAL:

DIMENSIONES DE LA POLEA IMPULSORA

Diámetro.....1067 mm
Largo.....458 mm
Diámetro del eje de la polea.....100 mm
Espesor de la cubierta.....1,9 mm

CUBIERTAS INTERMEDIAS:

Construcción con doble ángulo en los bordes de 3041
por 1,9 mm.

Construcción con doble ángulo en los bordes de 1524
por 1,9 mm

Construcción con doble ángulo en los bordes de 610
por 1,9 mm.

CUBIERTA DE LA PUERTA DE SERVICIO.

Construcción con doble ángulo en los bordes de 127
por 2,7 mm.

Panel de acceso engoznado.....1220 mm
Panel de acceso trasero.....432 x 610 mm

BOTA TERMINAL

Construcción.....3,4 mm

DIMENSIONES DE LA POLEA IMPULSADA:

Diámetro.....1067 mm
Longitud.....458 mm
Diámetro eje de la polea.....65 mm

COMPONENTES GENERALES:

Ancho de la banda.....407 mm
Balda plásticos.....381 X 178 MM

Este equipo se muestra en la Figura #5

b) TRANSPORTADORES DE ARRASTRE

Los equipos de transportación por arrastre son del tipo de cadena de acero y paletas de teflón, diseñadas para transportar grano con una mínima agitación y degradación del mismo, construidos en acero de alto calibre y totalmente cerrados eliminando virtualmente la contaminación del medio ambiente .

Las paletas de Teflón reducen la fricción por la eliminación del contacto de metal con metal, por lo que su operación se vuelve silenciosa, más eficiente y alarga la vida útil del equipo.

Otra ventaja de este equipo representa el sistema de piñones plásticos colgantes para el retorno de la cadena que le permite operar al mismo a altas velocidades con baja fricción lo

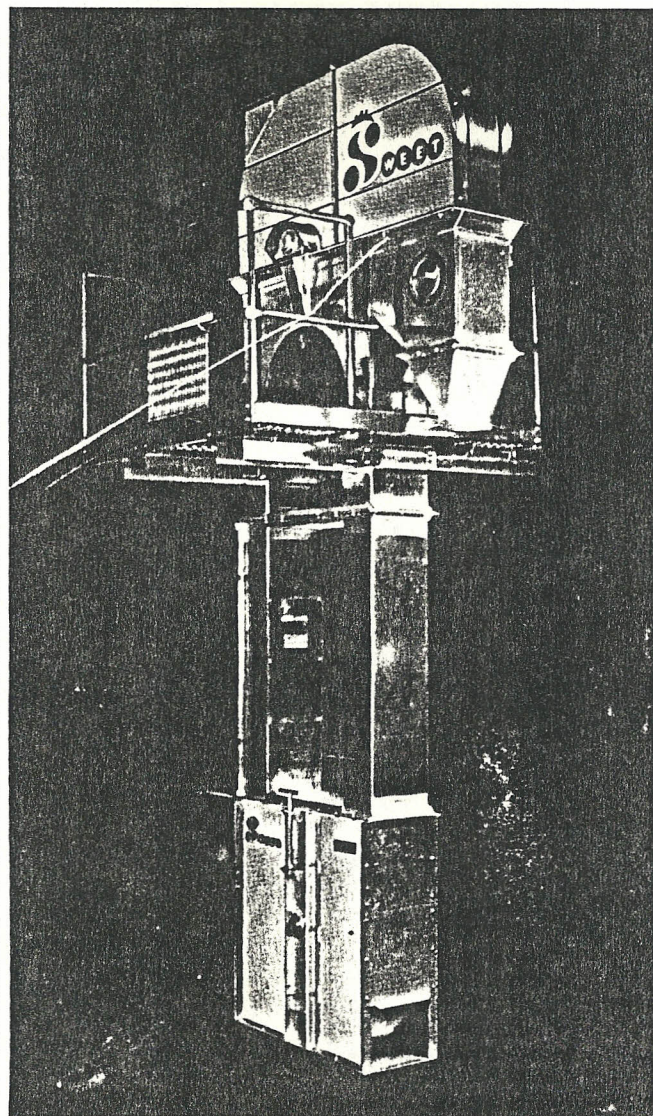


FIGURA #5 : ELEVADOR DE CANGILONES

que representa bajas potencias de operación, reduciendo sustancialmente los costos de operación dependiendo de la frecuencia de su uso.

Otras características incluyen:

CABEZAL TERMINAL:

Diámetro del eje.....750 mm
Peso.....145 Kg
Espesor de lámina.....3,5 mm

SECCIONES INTERMEDIAS

Peso.....25 Kg
Espesor de lámina.....3,5 mm

SECCION DE LA COLA:

Peso.....70 Kg
Espesor de lámina.....3,5 mm

DATOS DE RENDIMIENTO:

Capacidad.....200 TM/hr
Velocidad.....3 m/sq
Consumo de Energía.....0.055 Hp/Pie eje
Máxima longitud del transportador.....100 m

Este equipo se muestra en la Figura #6

3.3 EQUIPOS DE ALMACENAJE DE GRANOS.

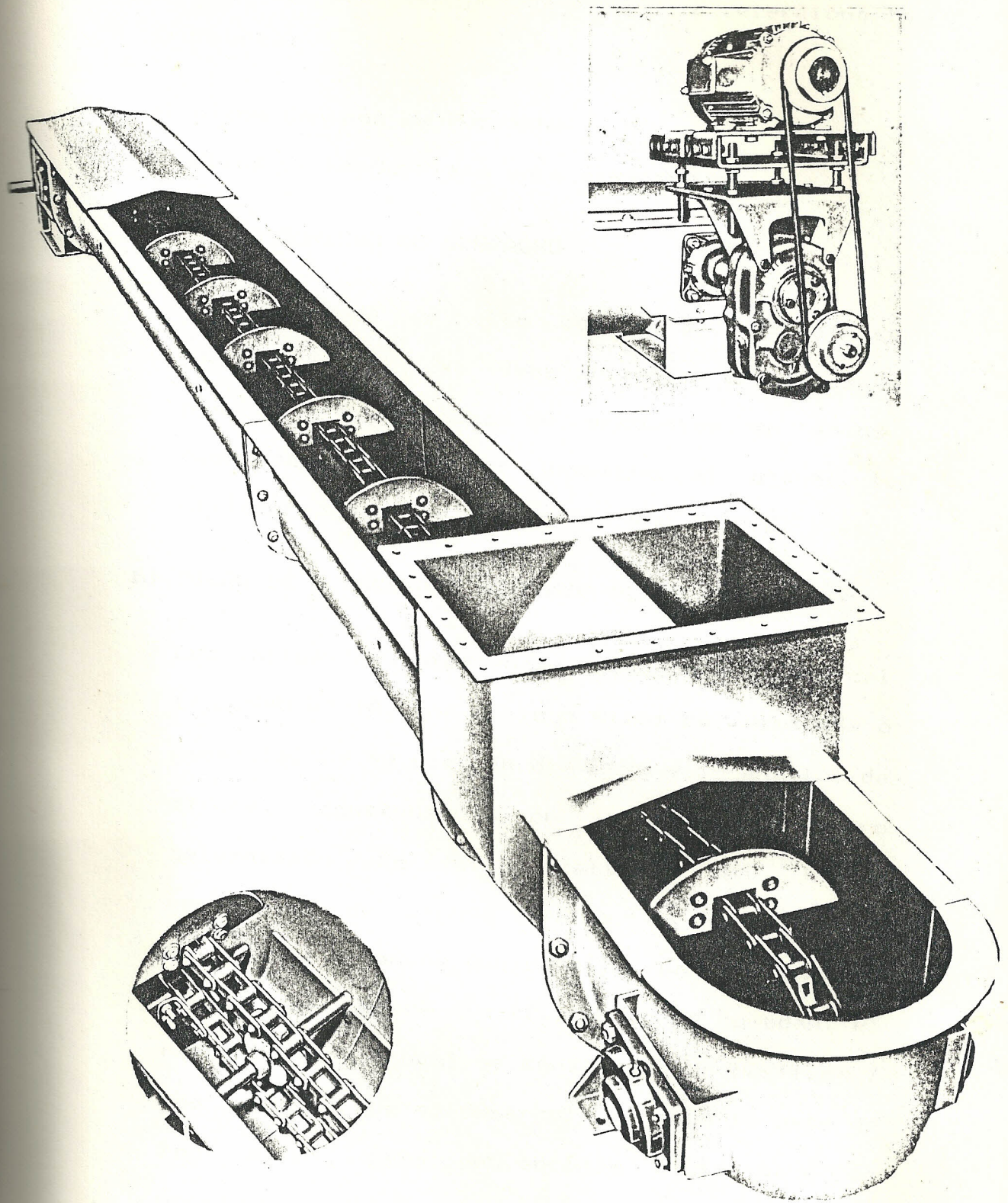


FIGURA #6 : TRANSPORTADOR DE ARRASTRE

Dentro de los equipos de silos, se seleccionó lo siguiente:

- a) Silos Cónicos de Despacho
- b) Silos de Fondo Plano para almacenaje.

a) SILOS CONICOS DE DESPACHO

Se seleccionó un silo cónico de 170 TM de capacidad el cual debe alimentar una línea de pesaje y despacho de productos en sacos. Mientras que para el despacho al granel se utilizarán 4 silos cónicos de 960 TM c/u.

b) SILOS DE ALMACENAJE DE FONDO PLANO

Los silos de almacenaje seleccionados son del tipo SAC 42-18, que designa silos de almacenaje comercial de 48 pies de diámetro y 18 anillos de altura, contruidos en planchas de acero galvanizado de alto calibre con juntas verticales de pernos dobles de grado 5, con anillos de neopreno que permite un sellamiento cabal que impide la filtración de humedad, el refuerzo estructural es construido en perfiles Z los mismos que se desarrollan desde la base de los silos, para su anclaje a la base de hormigón, hasta la altura del alero.

Otras características incluyen:

Capacidad.....2470 m³
Diámetro..... 12,83 m
Altura de alero.....18 m
Altura Total.....21,27 m
Peso Aproximado.....26923 Kg

También cuenta con equipos complementarios como:

- Escalera interior y exterior
- Jaula de Seguridad.
- Puertas de acceso lateral y superior.
- Sistema de ventilación tipo axial.

Este equipo se muestra en la Figura #7

3.4 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

Los equipos complementarios seleccionados para la planta de ECUAGRAN son los siguientes:

a) CONTROL DE VELOCIDAD

Este equipo debe ser instalado en el transportador de banda de caucho justamente en el eje de la polea conducida. Su función consiste en controlar que la banda opere en el rango de velocidad previamente establecido, el mismo que va desde la velocidad que tiene la banda transportadora cuando trabaja en vacío hasta la velocidad que tiene la banda a plena carga

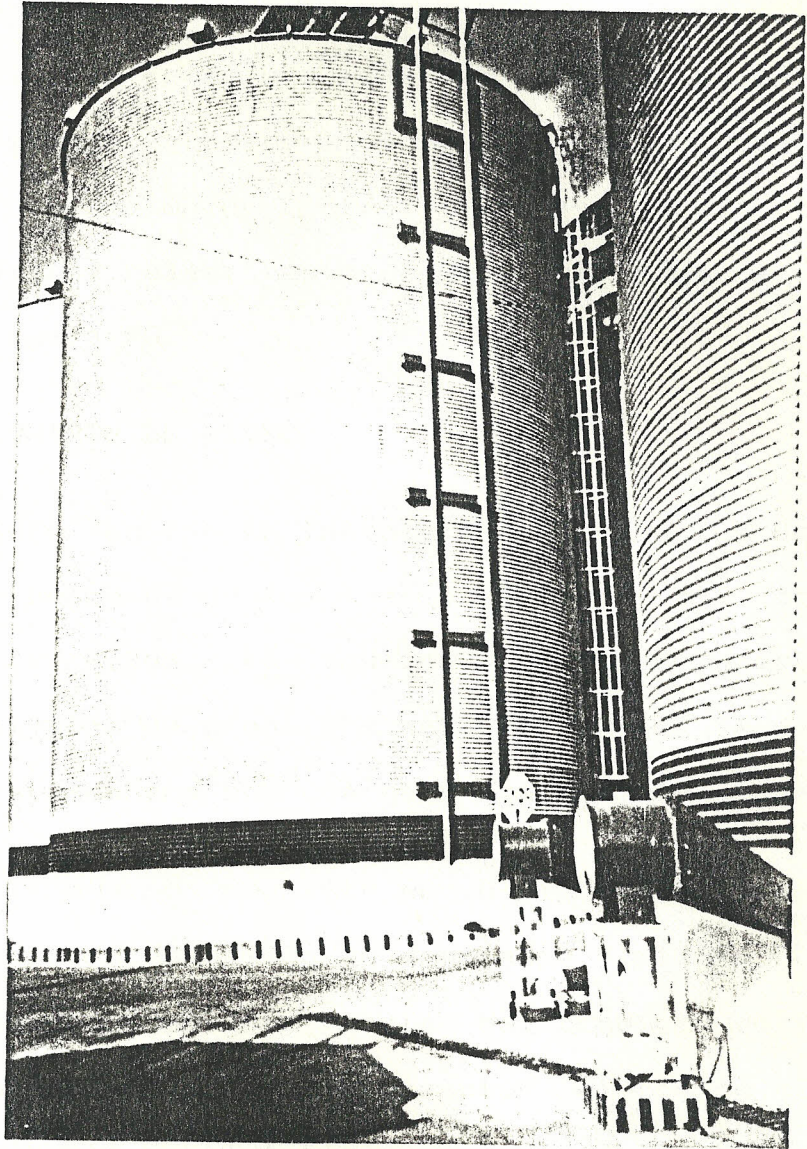


FIGURA #7 : SILO DE ALMACENAJE COMERCIAL SAC 42-18

El interruptor de movimiento del equipo opera bajo el principio de un generador motriz, un cabezal sensor es instalado en la proximidad al eje a ser monitoreado, pero sin que esté conectado mecánicamente con éste. La señal que está generando el disco está fijada al eje, como el eje rota, una señal es generada en la cabeza sensora, y es enviada por un cable protegido al interruptor de control cambiando así la posición de los relés; éste equipo se muestra en la Figura #8.

b) CONTROL DE NIVEL

Este equipo se instalará en los ductos de carga y descarga de los transportadores así como en los silos, su función radica en detectar los niveles de grano pre-establecidos evitándose de esta manera sobrecarga y atoramiento de grano.

El equipo consiste en un disco metálico dentro del cual se aloja un diafragma flotante que al presionarse por acción del producto acciona un mecanismo de interruptor eléctrico que se recepta en el tablero de control.

ESPECIFICACIONES:

Diámetro exterior.....220 mm
Agujero requerido para el montaje.....175 mm

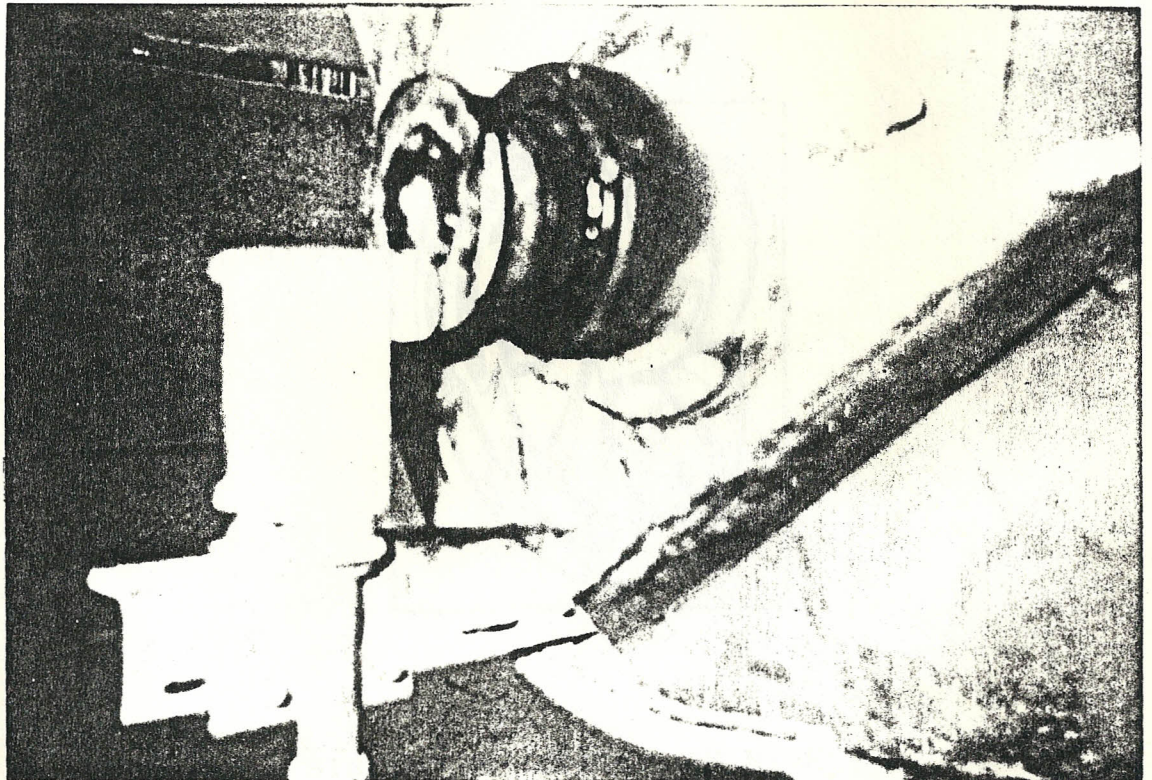


FIGURA #8 :EQUIPO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Amperios.....15 a 125, 250, 460 voltios AC
Movimiento del Diafragma.....0,8 mm
Peso.....1,7 Kg.

Este equipo se muestra en la figura #9

c) CONTROL DE INVENTARIO

Este equipo sirve para controlar el inventario de granos existentes en la planta en cualquier momento, cada silo tendrá instalado su unidad las que a su vez se operan desde el cuarto de

control.

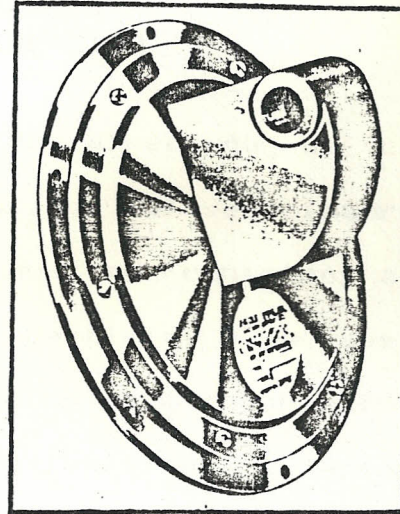


FIGURA #9 : SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL

Su funcionamiento en si es simple, una botonera sobre el panel de control activa la unidad, liberando una sonda pesada dentro del silo, durante el viaje de la sonda hacia abajo un contador digital proporciona la longitud recorrida por la sonda con lo cual puede calcularse la cantidad de producto existente en determinado silo.

ESPECIFICACIONES:

Carcaza.....	Aluminio
Peso.....	21,8 Kg
Altura.....	700 mm
Voltaje del motor.....	115 V /50-60 Hz

Temperatura de operación.....-40 a +93 °C

Este equipo se muestra en la Figura #10

d) SISTEMA DE AIREACION

El sistema de aireación de cada silo está conformado por dos (2) ventiladores tubo-axiales los mismos que se conectan a dos túneles empotrados y paralelos a la base, cada túnel en su parte exterior está recubierto con planchas corrugadas, galvanizadas y perforadas por donde fluye el aire.

Este equipo sirve para mantener el grano en condiciones óptimas de almacenamiento, pues con su ayuda pueden eliminarse focos de calentamiento dentro de la masa de producto.

CARACTERISTICAS:

Diámetro del ventilador.....6096 mm
Material de la carcaza.....lámina/ hierro
Espesor de lámina.....3 mm
Diámetro de la hélice.....6090 mm
Material de la hélice..... Aluminio
Motor.....7,5 Hp
Velocidad3500 rpm
Voltaje..... 220/440 VAC 50-60 Hz

Este equipo se muestra en la Figura #11

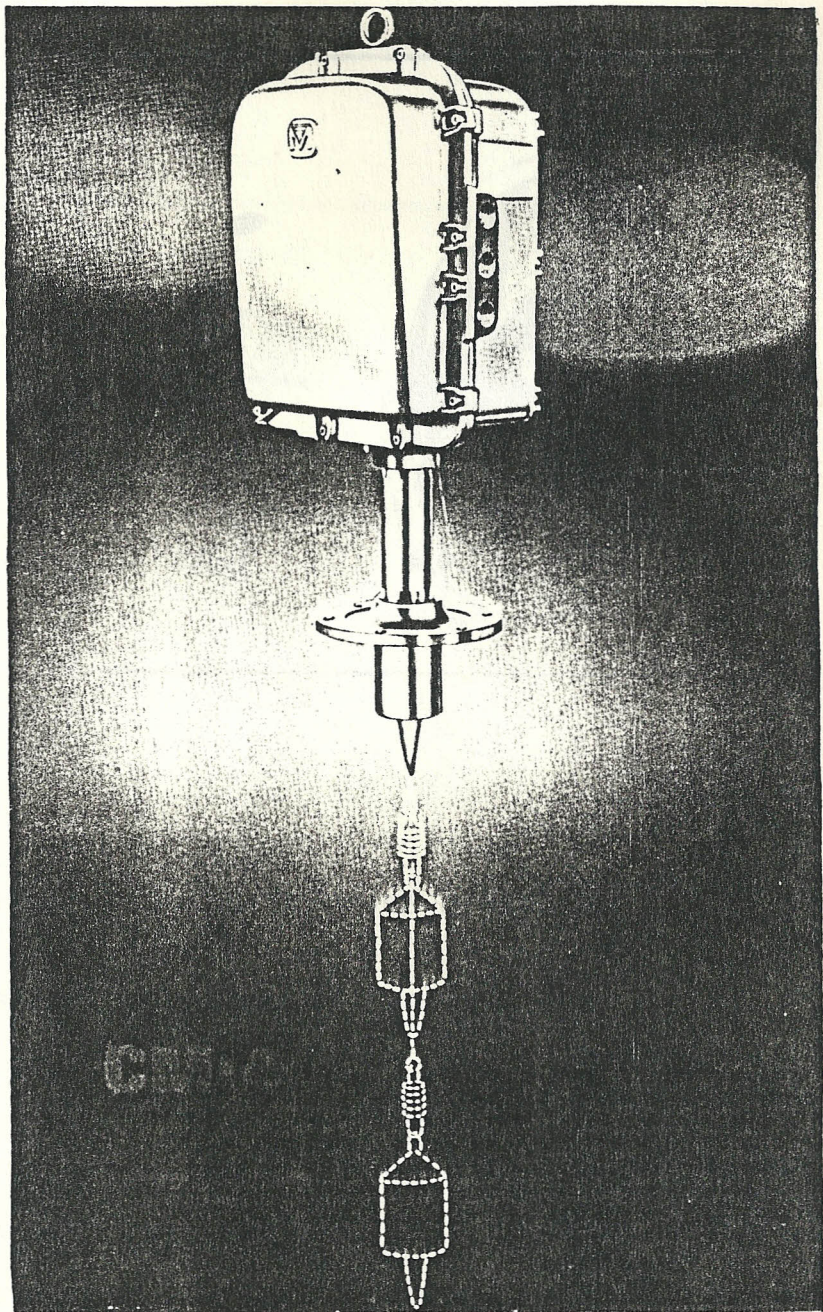


FIGURA #10 : SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO

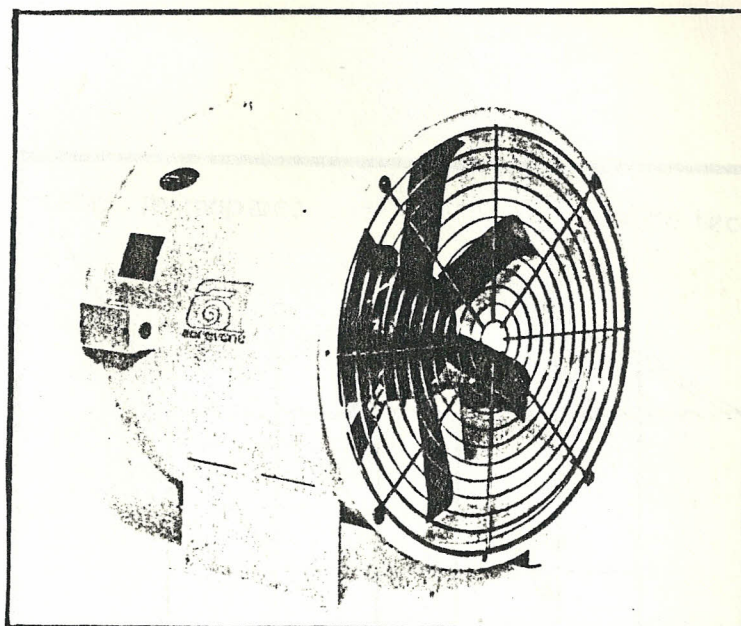


FIGURA #11 : SISTEMA DE AIREACION

e) SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

El sistema de control de temperatura seleccionado para cada silo, consiste en un conjunto de cinco (5) cables termopares distribuidos simétricamente y apoyados en las vigas del techo del silo, a lo largo de los cuales se distribuyen diez (10) puntos de medición de temperatura, los mismos que pueden chequearse con un dispositivo auxiliar, que se conecta en una caja terminal ubicada en la parte

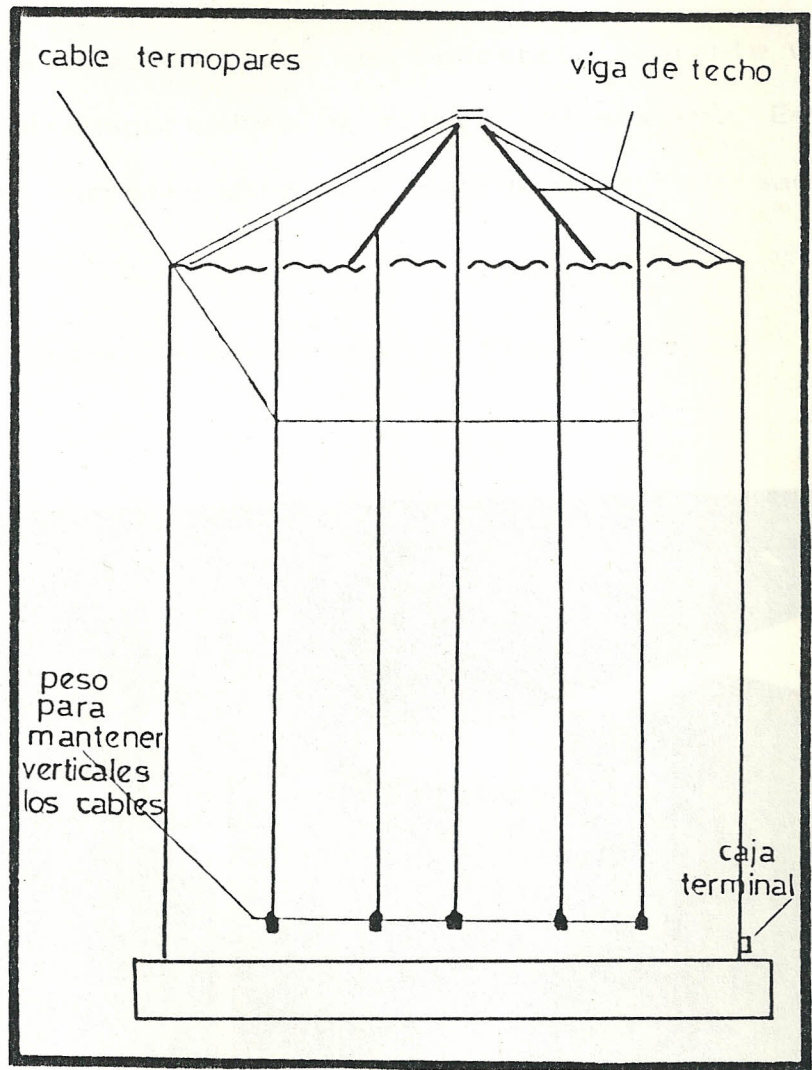


FIGURA #12 : SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

exterior de la base del silo.

Este equipo se muestra en la Figura #12.

f) LINEA DE ENSACADO

La línea de ensacado seleccionada para la planta consiste en una báscula que alimenta a una cosedora automática de pedestal, mediante una banda transportadora de altura ajustable. Este equipo permite despachar más de diez (10) sacos por minuto.

Este equipo se muestra en la Figura #13

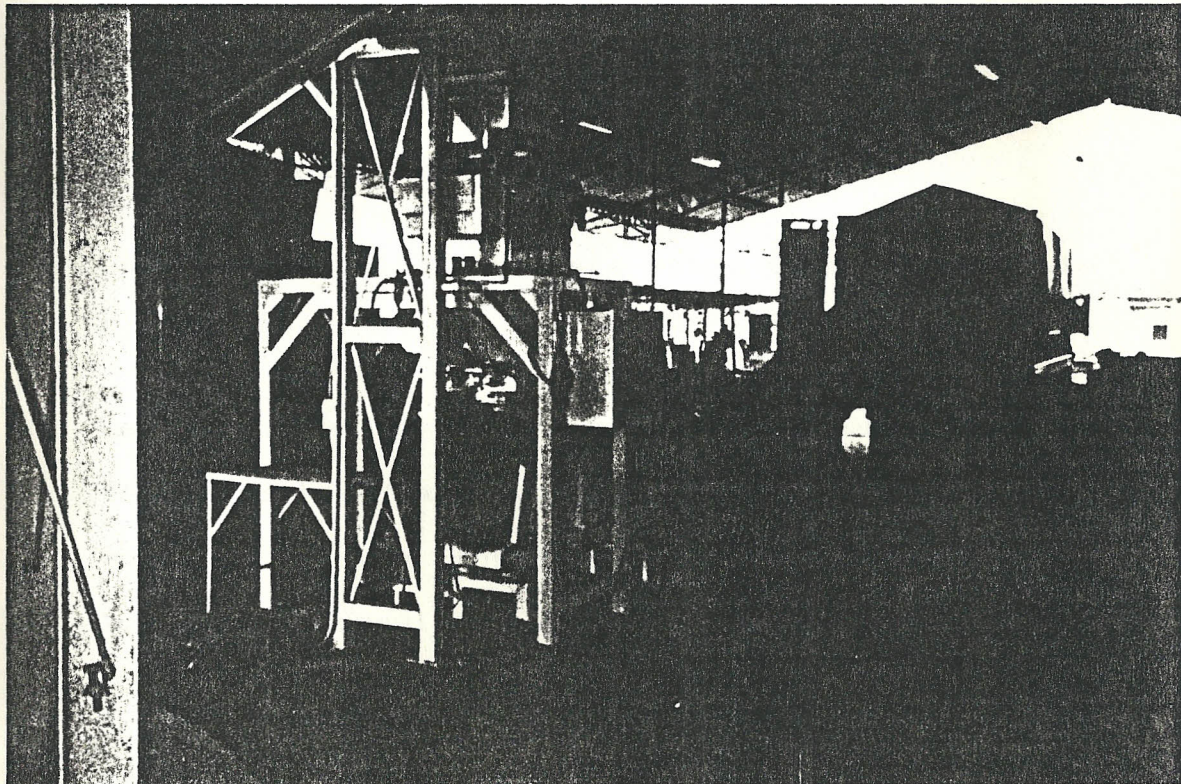


FIGURA #13 : EQUIPO DE ENSACADO Y COSEDORA AUTOMÁTICO

CAPITULO IV

EJECUCION DEL MONTAJE

4.1 DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS

Para facilitar las diversas tareas durante el montaje en cada etapa se elaboraron diagramas de GANTT como herramientas de planeación, programación y control para los mismos.

Un diagrama para la primera etapa se muestra en la Figura #49.

La recepción de la maquinaria y equipos es la secuencia inmediata a seguir en el inicio del montaje de las instalaciones, Para dicho efecto, los pasos a seguir son:

- a) la revisión de la lista descriptiva de la maquinaria y equipos.
- b) Su almacenamiento adecuado.

a) REVISION DE LA LISTA DESCRIPTIVA DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

Esta se realiza tomando como guía al conocimiento de embarque, que consiste en una lista donde vienen las especificaciones y marcas de las partes de maquinarias transportadas por buques, en caso que haya un faltante de las partes indicadas en el conocimiento de embarque o que éstas se encuentren averiadas, se debe presentar el consiguiente reclamo a la compañía de seguros correspondiente.

En nuestro caso no existió dicho inconveniente.

b) ALMACENAMIENTO ADECUADO

Para el almacenamiento adecuado, hay que considerar que la maquinaria y equipos con sus diferentes accesorios usualmente salen de fábrica con una protección superficial de pintura o de sustancias anticorrosivas, tales como grasas o aceites, además embaladas con piezas de madera.

El procedimiento convencional que se utiliza es almacenar los equipos en lugares donde no haya humedad o en locales cubiertos, a no ser que se trate de ciertos equipos que son construidos para trabajar a la intemperie.

La estiba y colocación de los diferentes componentes deberá hacerse de tal forma que, cuando se vaya a proceder a su instalación se encuentren ordenados con una secuencia que facilite su ubicación y traslado al sitio de montaje.

Los cojinetes, acoplamientos y embragues deben protegerse de elementos extraños tales como: arena, polvo o cualquier materia extraña. Las partes rotativas de ciertos equipos que vengán montadas sobre sus propios descansos, deberán rotarse manualmente con alguna frecuencia, para evitar su posible pandeo u oxidación.

Cuando sea necesario almacenar la maquinaria y sus partes por un tiempo largo, se deberán tomar precauciones especiales para protegerlas contra la acción de la humedad y la oxidación.

Las partes mecánicas deben revestirse con grasa o aceite viscoso y luego envolverlas con papel, lona o tela tratando de obviar el contacto entre las partes metálicas, para evitar el inicio de la corrosión.

Las partes eléctricas en general deben de almacenarse en lugares secos, así mismo las partes electrónicas en lugares con aire acondicionado.

En nuestro caso un galpón techado a dos aguas de 15 m x 40 m se utilizó para almacenar los equipos, un diagrama se muestra en la Figura #14.

4.2 EQUIPOS DE RECEPCION DE GRANOS

Dentro de los equipos de recepción de granos de la planta empezaremos con el montaje del equipo de succión.

a) SUCCIONADORES NEUMATICOS

Este equipo viene de fábrica semi-ensamblado, tocando hacer en el sitio el ensamble en todo lo que tiene que ver con la transmisión de potencia del motor hasta la unidad Turbo-Sopladora y la válvula rotatoria, en esta parte se siguen las instrucciones del fabricante que indican las formas de nivelar, alinear, tensionar las bandas y obtener paralelismo en forma adecuada.

Las dos succionadoras para su funcionamiento debieron ser montadas sobre una plataforma de hormigón la misma que está ubicada a 15 metros de la ribera del río, y a 7 metros sobre el nivel de edificación de la planta, por lo que para su montaje se precisó de un grúa hidráulica, la misma que se selecciona de

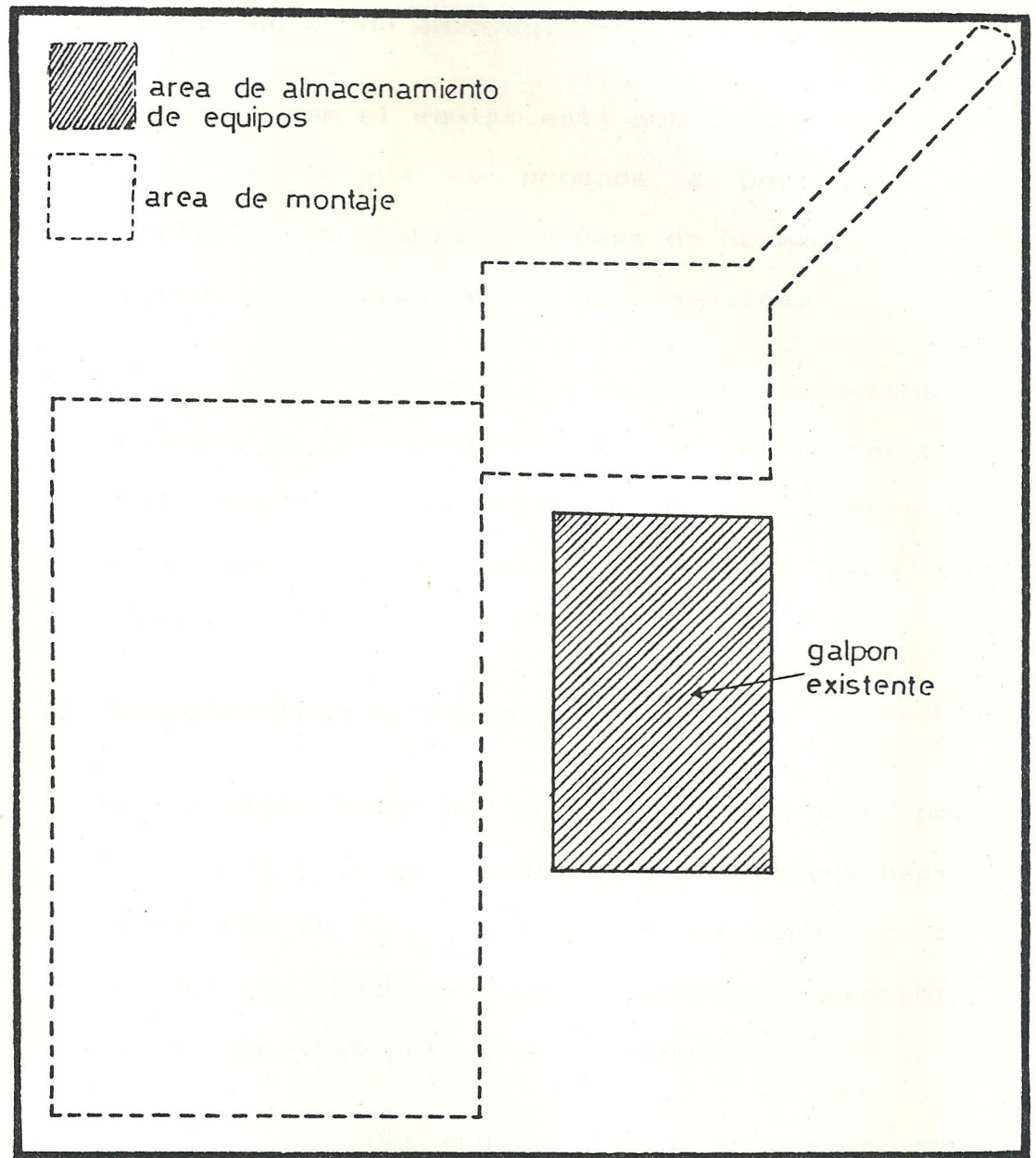


FIGURA #14 : DIAGRAMA DE ALMACENAJE DE EQUIPOS

acuerdo a su diagrama de operación, donde se encuentran representadas las capacidades de carga para los diferentes ángulos de pluma de la grúa y obviamente con el dato del peso del equipo que es de 3825 Kg.

Una vez que el equipo está sobre la plataforma antes mencionada se procede a posicionarla, nivelarla y anclarla a la base de hormigón para lo cual se utilizó pernos de expansión.

Seguidamente se procedió a instalar los ductos y tuberías de transmisión tanto para el aire del desfogadero, así como para el grano, dejando de ésta manera las unidades listas para su trabajo.

b) TRANSPORTADORA DE BANDA DE CAUCHO

Este equipo recoge el producto descargado por las succionadoras neumáticas y lo conduce hacia la báscula de flujo continuo en una longitud de 70 metros. Seguidamente pasaremos a describir los componentes del transportador.

Sección de descarga. - Estas secciones son instaladas con una escotilla de inspección en la parte superior, así mismo con bridas soldadas para apernar a la sección del cabezal final.

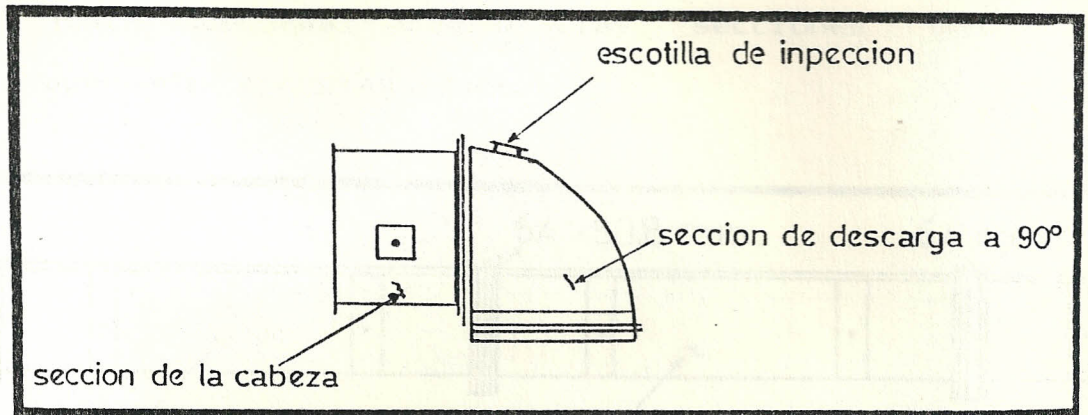


FIGURA #15 : SECCION DE DESCARGA

Sección de Cabezal final.— Esta sección es distinguida por tener una ceja gruesa al final del canal, esta parte final va apernada a la sección de la cabeza.

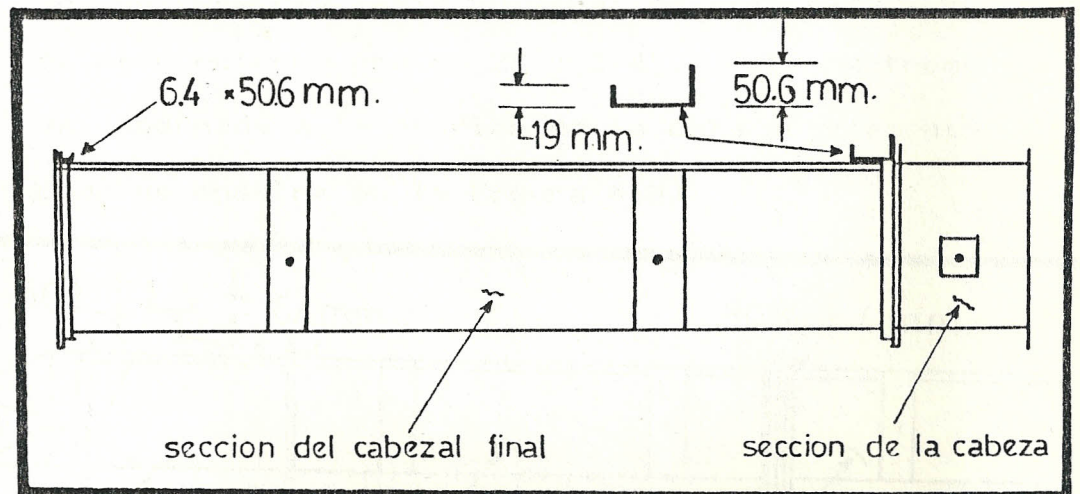


FIGURA #16 : SECCION DE CABEZA FINAL.

Secciones Intermedias.— Cada sección de tronco intermedio tiene una caja igual al final del canal las mismas que sirven para unir las entre si y con la sección de la cabeza. Cada caja tiene una sección de $1/2 \times 2$ y proporciona una

junta adecuada cuando las secciones son apernadas apropiadamente.

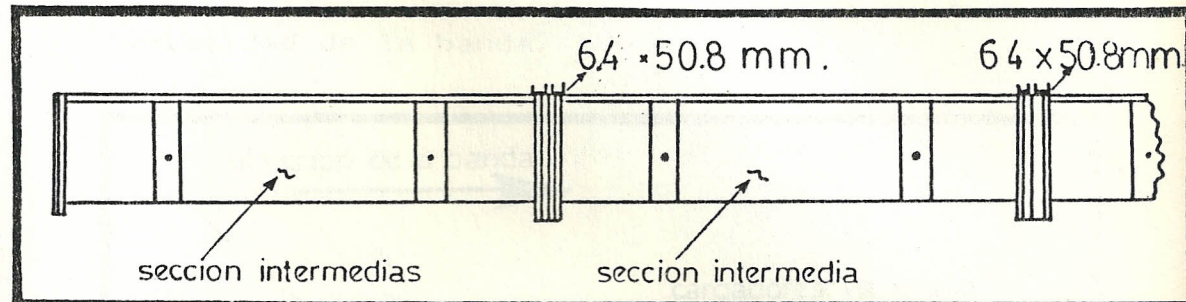


FIGURA #17 : SECCIONES INTERMEDIAS

Sección final de la Cola.- La sección final de la cola tiene un canal de ceja en cada extremo, en un extremo lleva un canal de 1/4" x 2" y en el otro extremo uno de 2" x 3/4", éste extremo va apernada a la sección de la cola propiamente como se muestra en la Figura #18.

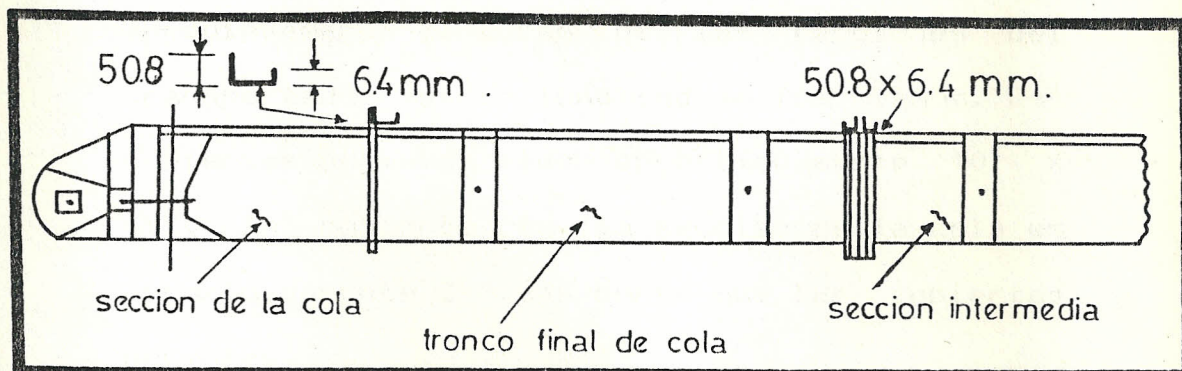


FIGURA #18 : SECCION FINAL DE LA COLA DEL TRANSPORTADOR DE BANDA

Cargadores de grano.- Los cargadores de grano pueden ser instalados sobre los troncos del transportador para que trabajen cargando en la

misma dirección que está viajando la banda, el transportador es también cargado de mejor manera si el grano se está moviendo a la misma velocidad de la banda.

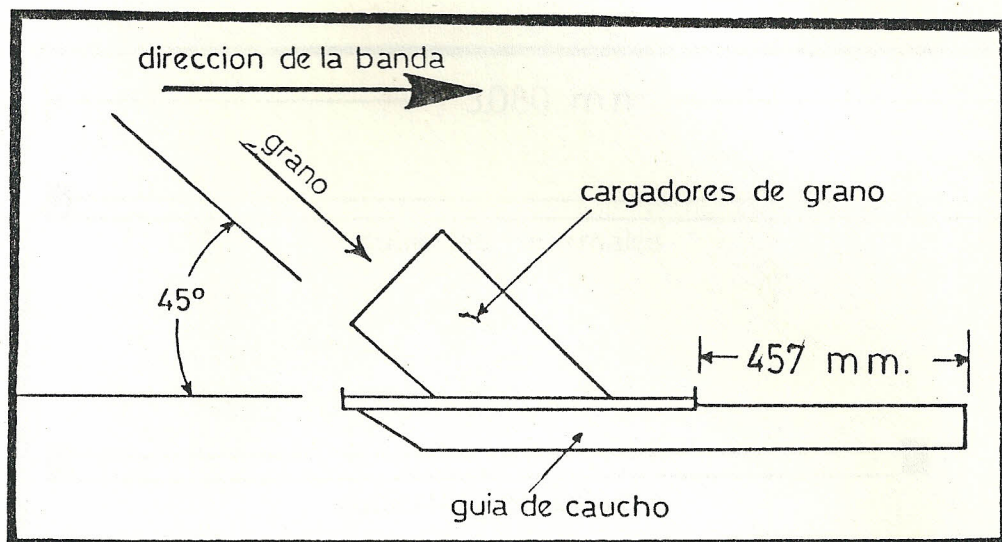


FIGURA #19 : CARGADORES DE GRANOS.

Cubiertas. - Las cubiertas son hechas para cubrir apropiadamente el ancho de las secciones del transportador y la longitud de los mismos. Las cubiertas normales miden aproximadamente 10' x 14", la cubierta de la sección de la cola es aproximadamente 3" más corta que las cubiertas normales.

Grapas para cubiertas. - Tres grapas por cada lado deben ser instaladas en las secciones normales, dos por cada lado en las secciones mas cortas

Sección de la Cabeza. -Esta sección viene armada de fábrica así como la base para el motor y caja reductora, en la Figura #22 se muestran sugerencias para hacer un buen montaje.

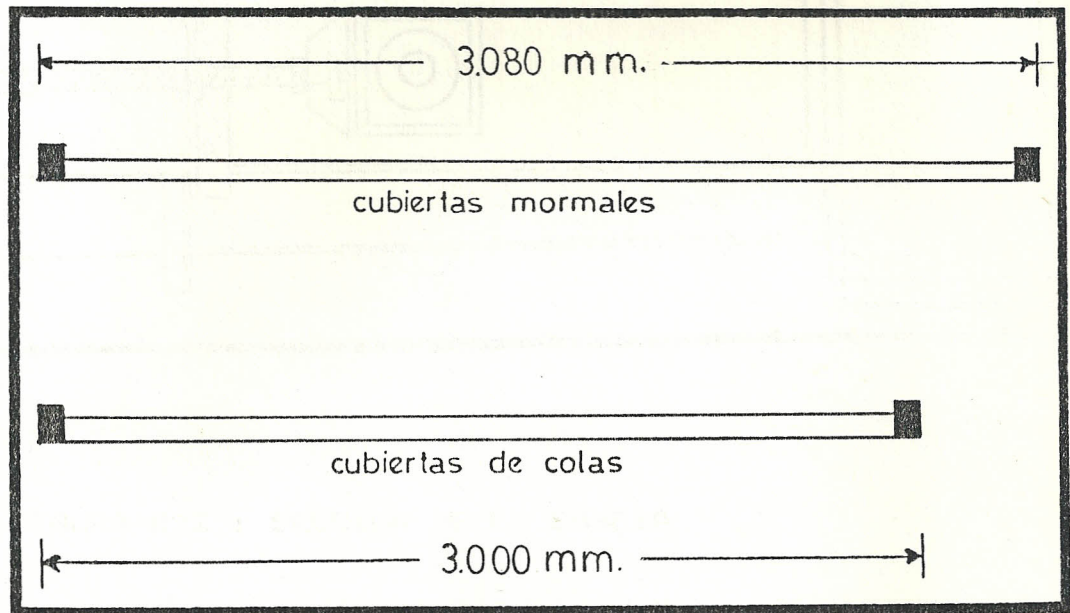


FIGURA #20 : SECCIONES DE CUBIERTA PARA EL TRANSPORTADOR DE BANDA

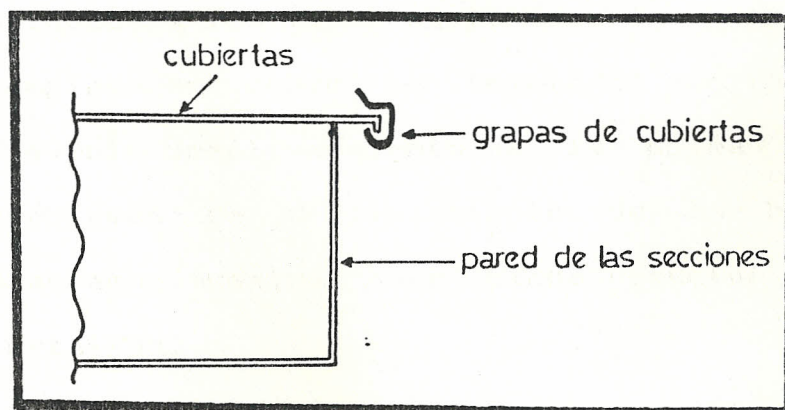


FIGURA #21 : GRAPAS DE CUBIERTA

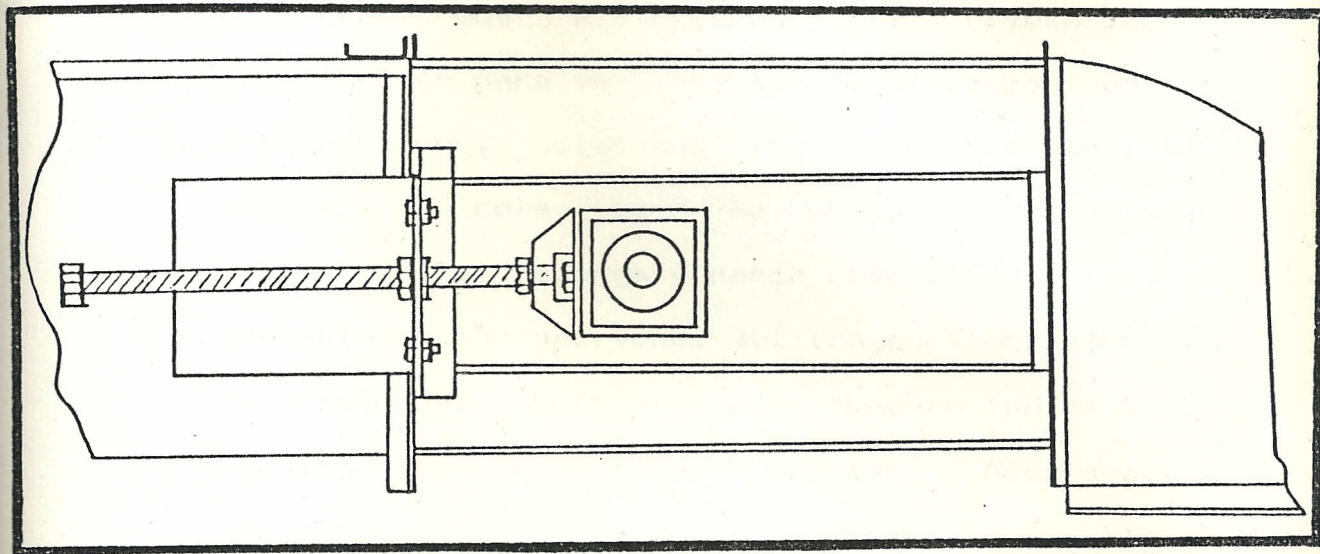


FIGURA #22 : SECCION DE LA CABEZA

La sección conductora de la cabeza trabaja de la siguiente manera:

La banda es templada por los templadores situados a los lados de la sección. Los pernos templadores deben ser templados por igual para prevenir desalineamiento de la polea causando problemas de desplazamiento de la banda el diagrama muestra como dicha sección debe ser instalada.

Una vez identificadas las principales secciones del cuerpo del transportador, pasaremos a realizar al montaje en el sitio para lo cual seguiremos paso a paso las siguiente

indicaciones:

a) Procedemos a chequear el diseño de construcción para una exacta localización del transportador, colocamos las secciones de la cabeza y la cola según la ubicación de los puntos de la descarga y carga respectivamente y ensamblamos las secciones del transportador según el diseño del fabricante, cuyo trazado indica la localización de cada sección numerada, manteniendo un adecuado saldo o espacio para la extensión de la cola.

b) Chequeamos que las posiciones de las secciones finales de la cola y la cabeza tengan una posición adecuada para su unión, seguidamente procedemos a colocar todos los pernos, tuercas y la cinta protectora contra la humedad en su sitio, Mientras el transportador está siendo ensamblado, un hilo de nylon debe ser instalado a un lado y a lo largo del mismo para asegurarnos que el transportador esté alineado.

c) Después que todas las secciones estén apernadas el (los) cargador (es) de grano deben de estar listo para ser instalado(s).

d) Luego de la localización del cargador (que puede ser un surtidor, compuerta o válvula), el

transportador puede ser engrapado con las grapas para cubierta, pero no soldado al transportador. Además las cubiertas no se deben colocar hasta el final.

e) La banda puede ser alineada completamente a través del transportador. Debemos de estar seguros para empatar la banda que los cortes en cada extremo estén impecables, cuadrados y rectos. Para éste caso el empate a tope de la banda se lo realizó utilizando broches para bandas tipo FLEXCO y sus respectivas plantillas.

f) Seguidamente procedemos a la instalación del motor y la transmisión, para lo cual debemos tener a mano lo siguiente:

Bandas y poleas de transmisión, bujes para los ejes del motor y caja reductora, reductor de velocidad, motor y base para el motor. De inmediato procedemos a montar el reductor de velocidad sobre el eje impulsor con sus respectivos bujes, dejando la caja reductora de velocidad lo mas cerca posible de las chumaceras del eje impulsor.

Luego procedemos a montar la base del motor y el motor mismo, inmediatamente montamos la polea impulsora sobre el eje del motor y la polea

conducida sobre el eje del reductor de velocidad, la relación del diámetros de las poleas está dado para obtener una velocidad apropiada.

A continuación procedemos a instalar las bandas y posicionamos el reductor de velocidad, finalmente templamos las bandas utilizando el perno templador, adicionalmente chequeamos el nivel de aceite del reductor de velocidad. Ver Figura # 23 y 24.

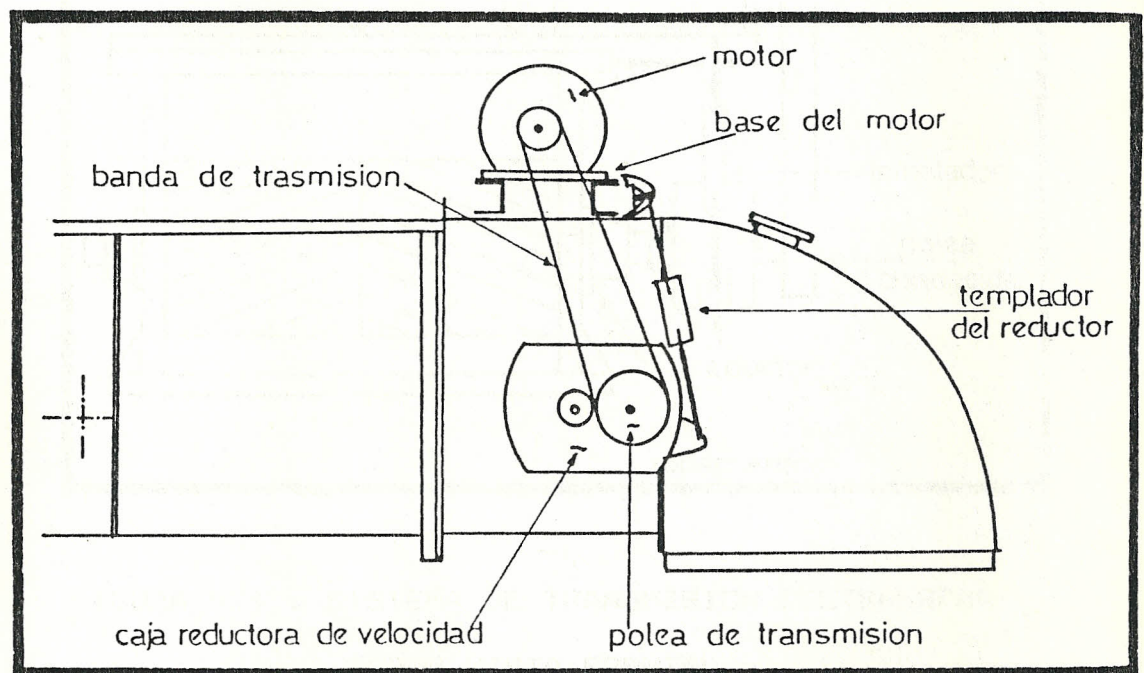


FIGURA #23 : SISTEMA DE TRANSMISION DEL TRANSPORTADOR. VISTA LATERAL

a) A estas alturas estamos listos para arrancar el transportador, para lo cual desalojemos herramientas y materiales extraños que pueden haberse quedado dentro de la banda durante la

instalación.

Procedemos a tensar los templadores de la banda templadora por igual, hasta que tenga suficiente contacto con la polea impulsora. Arrancamos el transportador y observamos la banda la misma que deberá desplazarse a lo largo de una línea central.

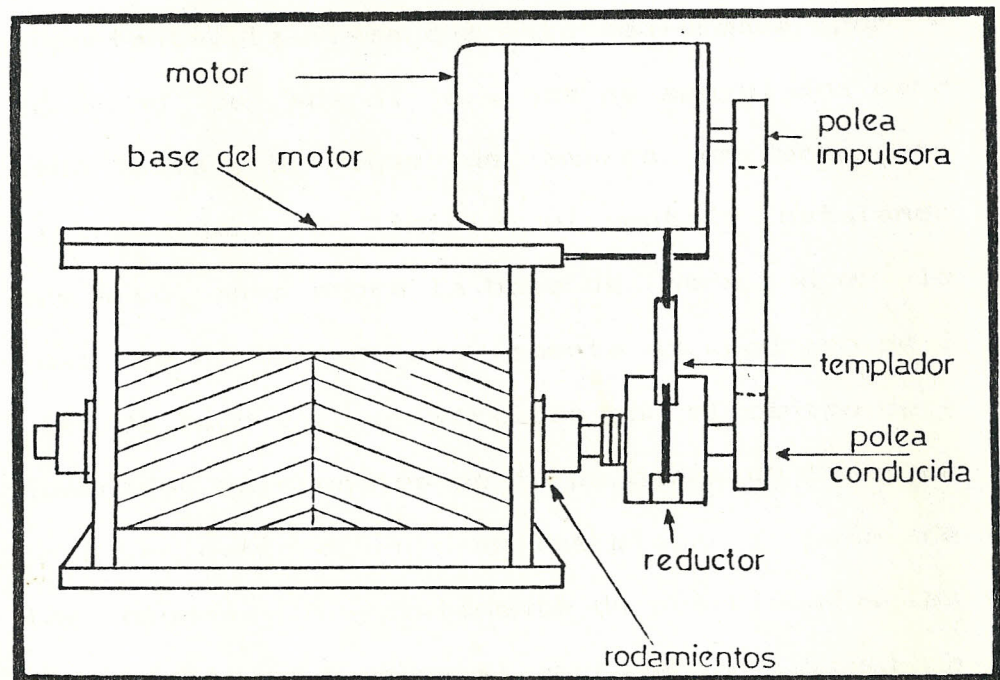


FIGURA #24 : SISTEMA DE TRANSMISION DELTRANSPOR-
TADOR, VISTA FRONTAL

h) Finalmente instalamos las cubiertas del transportador con sus respectivas grapas quedando así en condiciones operacionales.

c) BASCULA DE FLUJO CONTINUO

Este equipo recibe el producto de la transportadora de banda de caucho y lo pasa en forma continua, está conformada principalmente por tres (3) tolvas de 156 pie³ cada una, completamente soldada, dos compuertas neumáticas y la estructura soportante.

Su ensamblaje se empieza, armando la estructura soportante, la misma que está conformada por 4 columnas de acero, ó vigas de apoyo, dos para cada tolva y 8 vigas de amarre uniformemente distribuidas. Se inicia el montaje instalando las 4 columnas sobre la base de hormigón, en la cual se ha marcado previamente un cuadrado de 8 pies de lado y cuyos vértices son el centro de 4 cuadrados adicionales de 10 pulgadas de lado, en cuyo perímetro deben caer las placas de base de las columnas. Inmediatamente de posicionadas las 4 columnas se procede al anclaje provisional de las placas de base de las columnas, es decir sin apretar las tuercas de los pernos de anclaje, permitiéndole que estos realicen un papel de pernos guías con el fin de facilitar su apernado final.

A continuación procedemos a instalar las vigas de amarre, las mismas que vienen perforadas en sus extremos de fábrica para hacer las uniones apernadas, lo cual facilita el montaje. Una vez

que la estructura está ensamblada, aplomada y anclada se procede a ensamblar las tolvas empezando desde la tolva superior hacia abajo e intercalando las compuertas neumáticas.

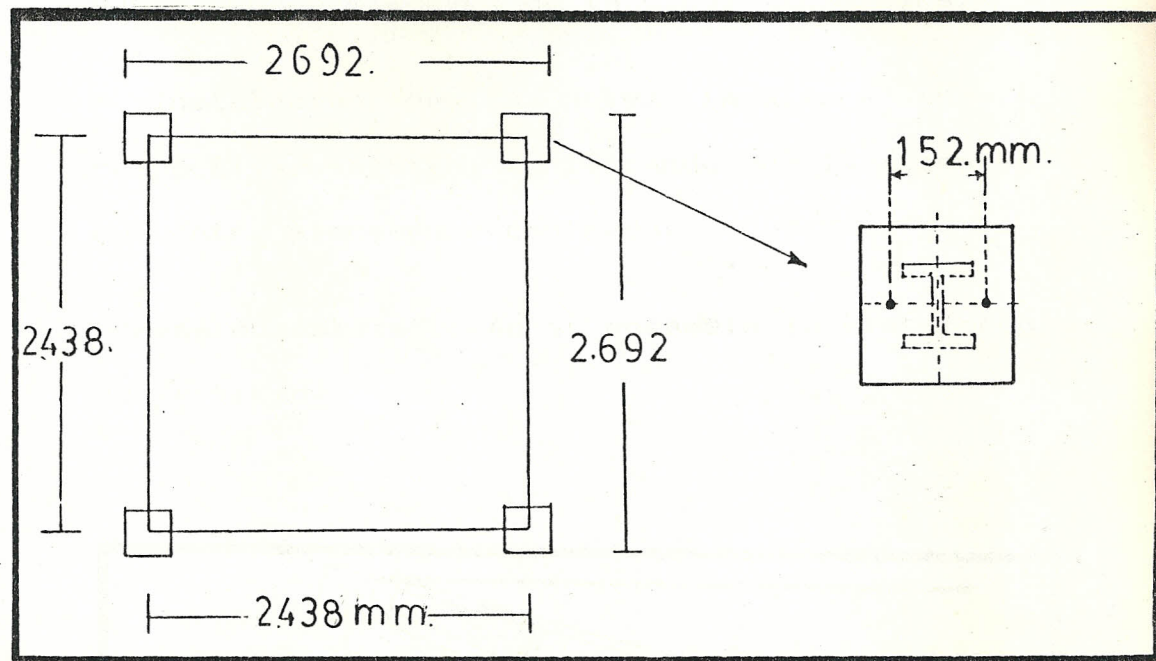


FIGURA #25: TRAZADO PARA LA UBICACION DE LAS COLUMNAS

Posteriormente se procede a instalar las líneas de tuberías de 1/2 pulgada para suministro de aire y tomando en cuenta la regulación de la presión de aire la cual debe operar a 60 PSI quedando de esta manera la unidad lista para operar.

4.3 EQUIPOS DE TRANSPORTACION DE GRANOS

El montaje de los equipos de transportación de granos comprende lo siguiente:

- a) Montaje de elevadores de Cangilones.
- b) Montaje de Transportadores de Arrastre.

a) MONTAJE DE ELEVADORES DE CANGILONES

Para realizar el montaje del elevador de cangilones procedemos de la siguiente manera:

* Instalación de la polea impulsora en su respectiva sección, verificando que la misma se encuentra plenamente centrada.

Además en ésta sección se ensambla la plataforma de servicio.

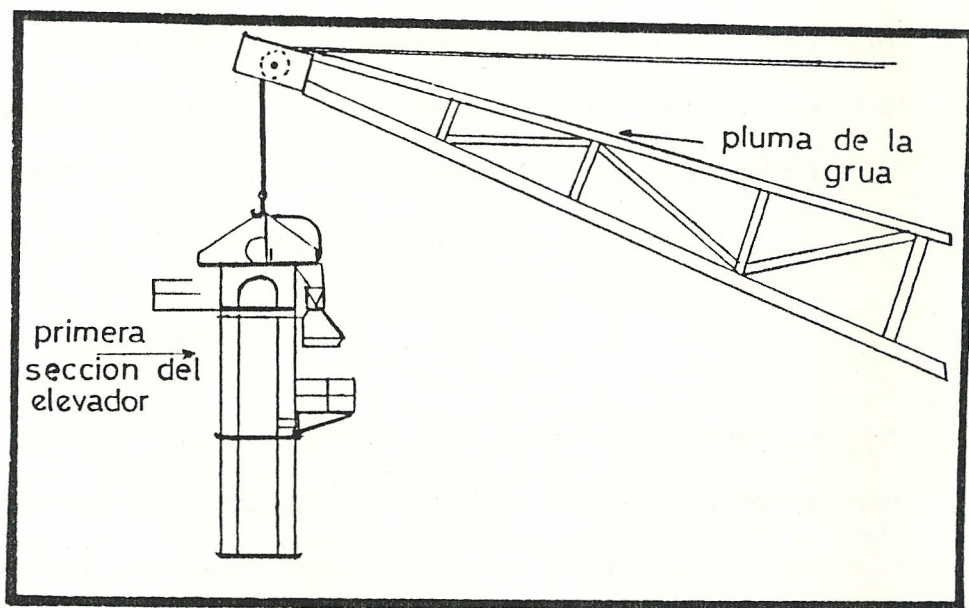


FIGURA #26 : ESQUEMA DE ARMADO DE LAS DOS PRIMERAS SECCIONES DEL ELEVADOR DE CANGILONES.

* Armado del sistema Motriz que incluye, motor, polea de transmisión, y reductora de velocidad.

* Instalación de cables de la grúa para proceder a levantar el elevador, e instalar las secciones de arriba hacia abajo.

* Armada de las dos primeras secciones del elevador, en ésta última sección se ha ensamblado previamente la plataforma de servicio.

* Colocación de transición.

* Colocación de distribuidor.

Seguidamente procedemos a levantar la pluma de la grúa gradualmente a medida que se vaya armando las respectivas secciones del elevador, así mismo las escaleras y la canastilla de seguridad, tomando en cuenta de ir colocándo los marcos de platinas para los cables templadores cada 30 pies de secciones.

Ver figura #27.

A efecto de colocar los cables templadores seguimos las especificaciones del fabricante que indican que para este caso en particular debemos utilizar cable de acero con alma de yute de 3/8 pulgadas de diámetro y grilletes de la misma medida en la forma que indican las figuras # 28 y 29.

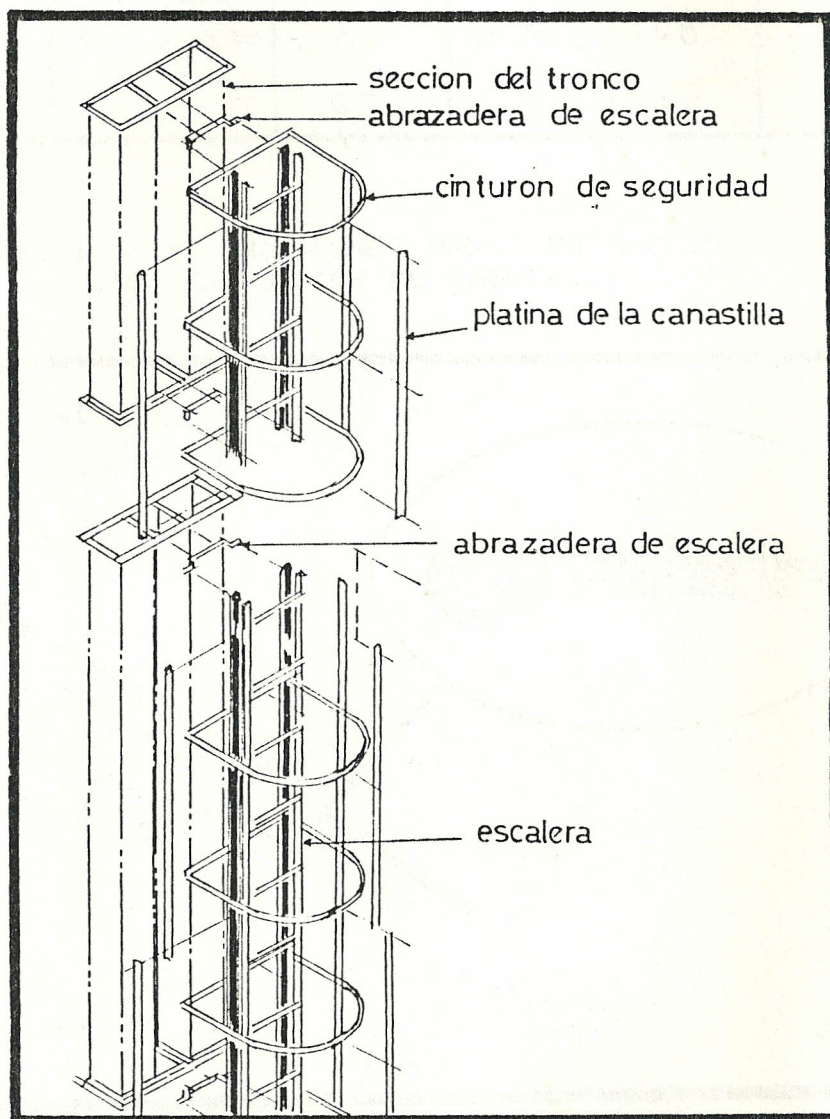


FIGURA #27: INSTALACION DE SECCIONES DEL ELE
VADOR ESCALERA Y CANASTILLA DE
SEGURIDAD.

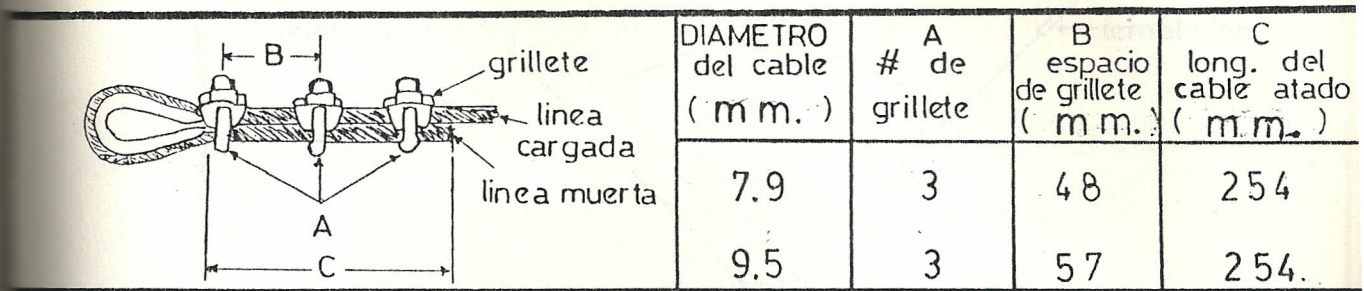


FIGURA #28 : ESPECIFICACIONES PARA INSTALACION DE GRILLETES DE CABLES.

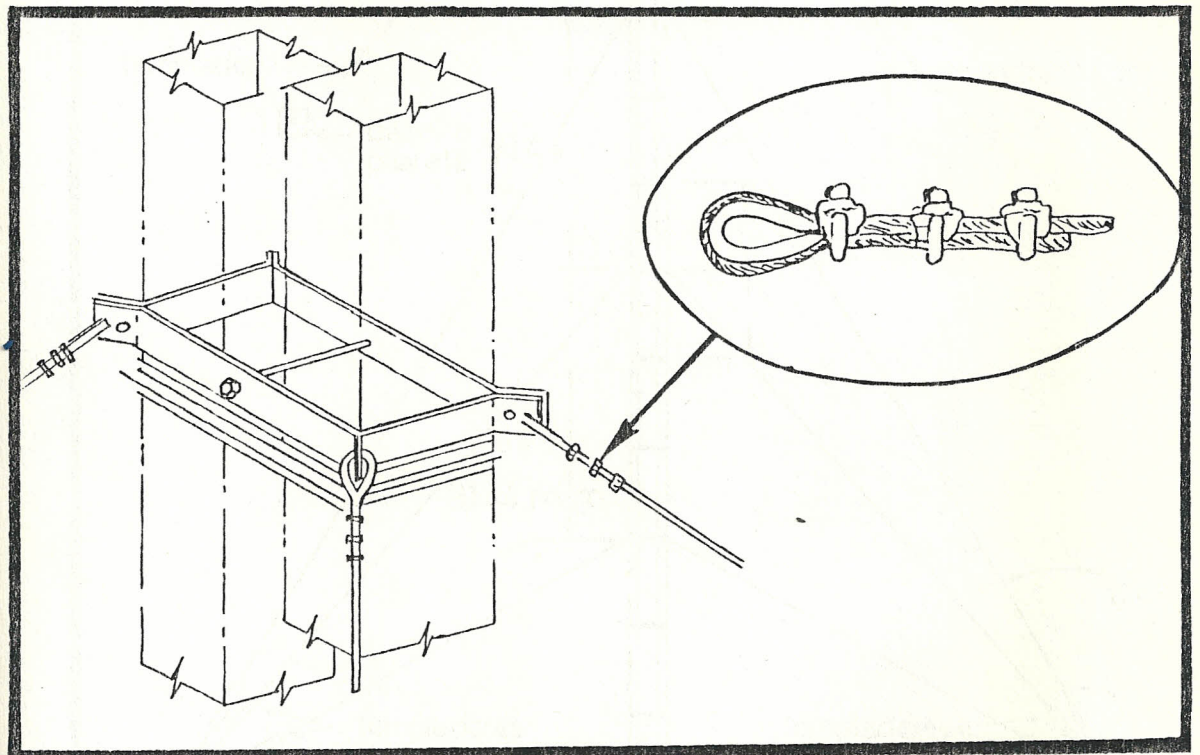


FIGURA #29 : INSTALACION DE MARCO DE PLATINA PARA CABLES TEMPLADORES

Una vez concluida la armada de todos los tramos incluida la bola del elevador, lo asentamos a efecto de aplomar lo provisionalmente utilizando la misma grúa, luego de lo cual procedemos a

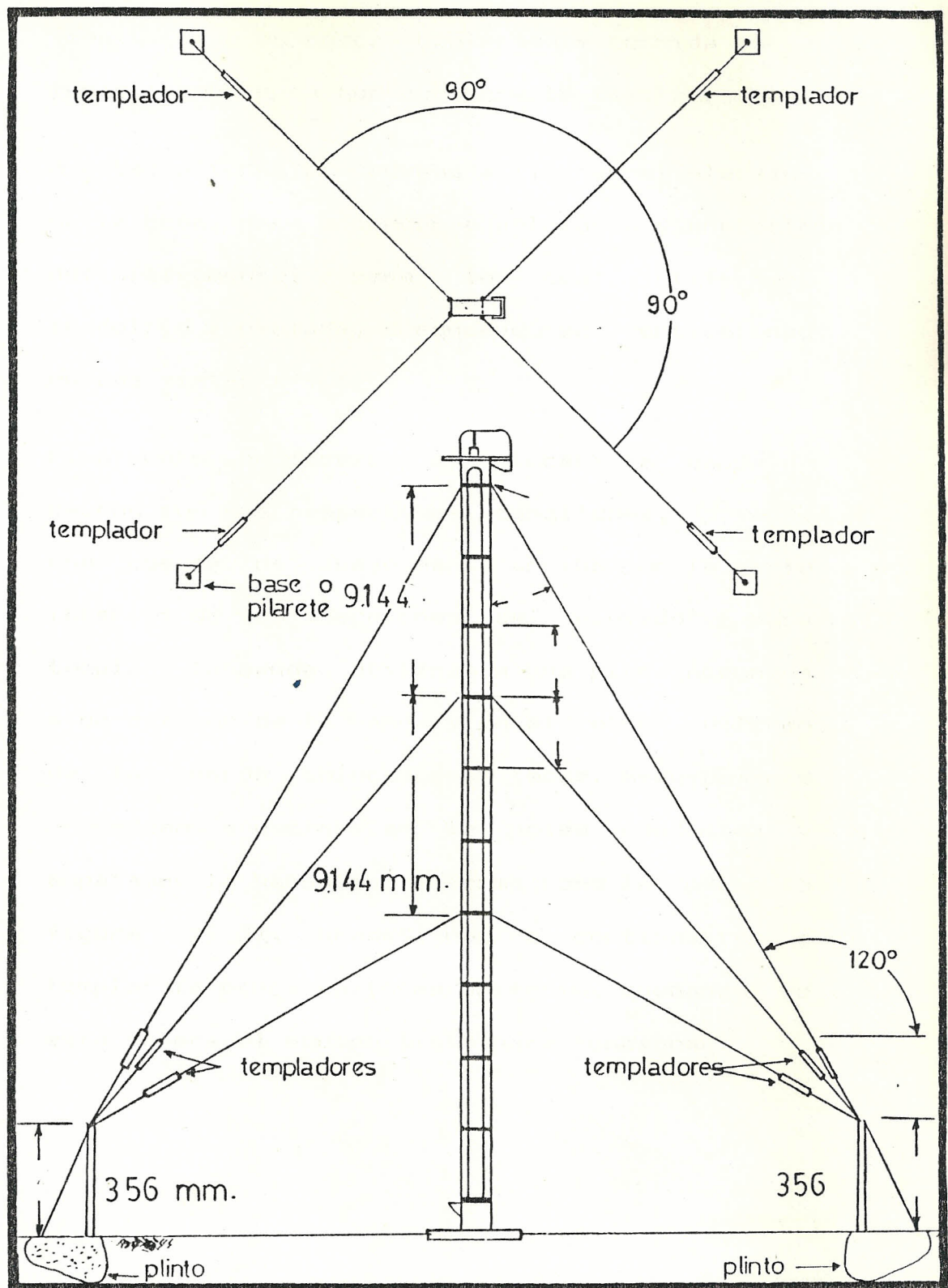


FIGURA #30 : LOCALIZACION DE LOS VIENTOS TEM
PLADORES

asegurar los respectivos cables de viento, teniendo en cuenta que los templadores de cada viento tenga su rosca completamente corrida hacia los extremos para que nos permita templar.

A estas alturas precedemos a liberar el elevador de la grúa, para proceder a aplomarlo y anclarlo definitivamente, para lo cual utilizamos teodolito y plomada, chequeando su verticalidad en dos vistas a 90°.

Finalmente procedemos a colocar la banda de caucho con sus respectivos cangilones, pasando una cuerda de abajo hacia arriba por la parte interior de las secciones del elevador, para templar la banda utilizamos una placa apernada a un extremo de la banda y en el otro extremo de la cuerda colocamos un tecla. Seguidamente procedemos a destemplar la polea conducida y empatamos la banda en la forma como lo indica la figura # 31, precediendo a continuación a templar la banda en forma uniforme, quedando de esta manera el equipo listo para funcionar.

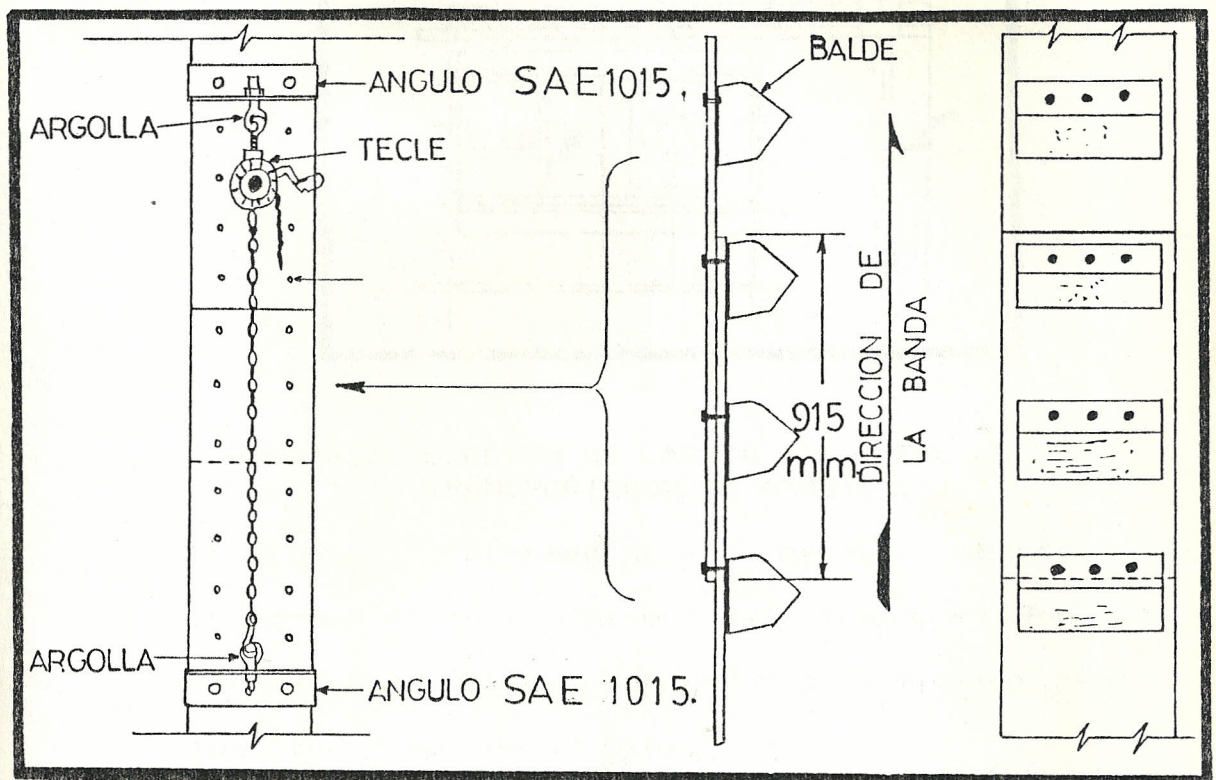


FIGURA #31 : METODO TIPICO DE EMPATE DE BANDA.

b) MONTAJE DE LOS TRANSPORTADORES DE ARRASTRE

Los transportadores de arrastre se utilizan para transportar el grano tanto en el llenado como en el vaciado de los silos. Sus componentes principales son:

Sección de cabeza final..- Esta sección corresponde al extremo del transportador y se caracteriza por contener el eje y piñón impulsor, así como la descarga final del transportador.

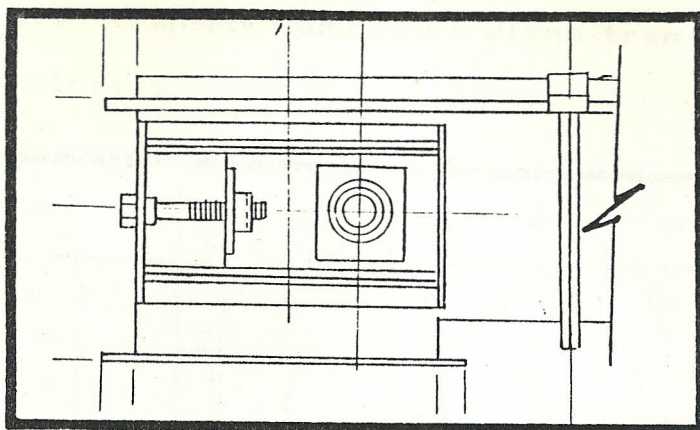


FIGURA #32: SECCION DE CABEZA FINAL DEL TRANSPORTADOR DE ARASTRE.

Secciones intermedias. - Estas secciones conforman el cuerpo mismo del transportador y sus extremos vienen con bridas para apernar, sus longitudes son de 10 pies.

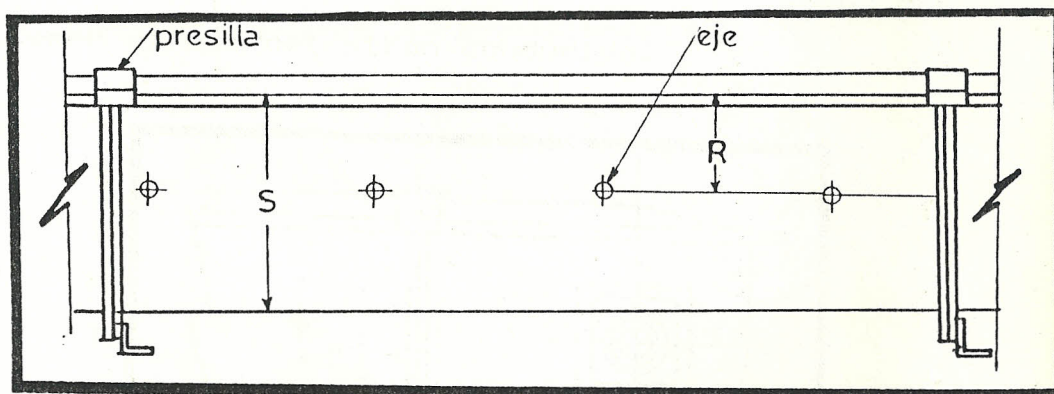


FIGURA #33 : SECCIONES INTERMEDIAS.

Secciones de entrada de grano. - Estas secciones permiten el ingreso de producto al transportador de manera tal que el mismo no choque con la cadena, ya que su diseño es de tal naturaleza

que se conduce al grano lateralmente por ambos lados del transportador. Así mismo trae bridas en sus extremos.

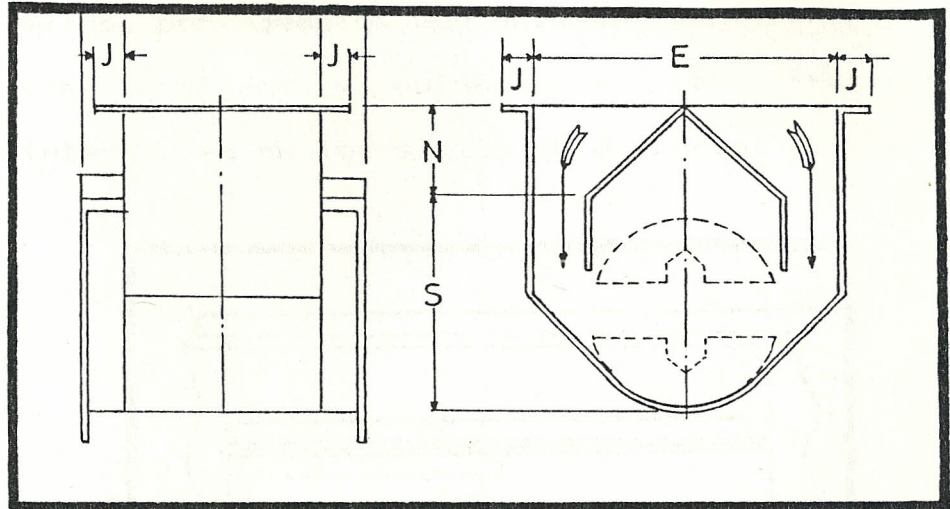


FIGURA #34: SECCIONES DE ENTRADA DE GRANO

Sección de la cola.- Constituye la parte extrema opuesta del transportador y se caracteriza por tener el eje del piñón conducido.

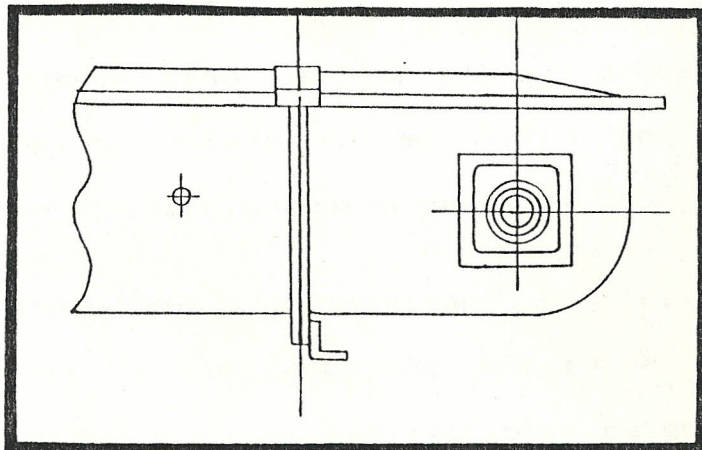


FIGURA #35 : SECCION DE LA COLA

Secciones de descarga intermedias.- Estas

secciones se instalan en los transportadores con una o varias descargas intermedias, como aquellas utilizadas para llenar una fila de silos, por ejemplo. Son unidades que vienen para ser acopladas y soldadas a las secciones intermedias en los sitios de descarga.

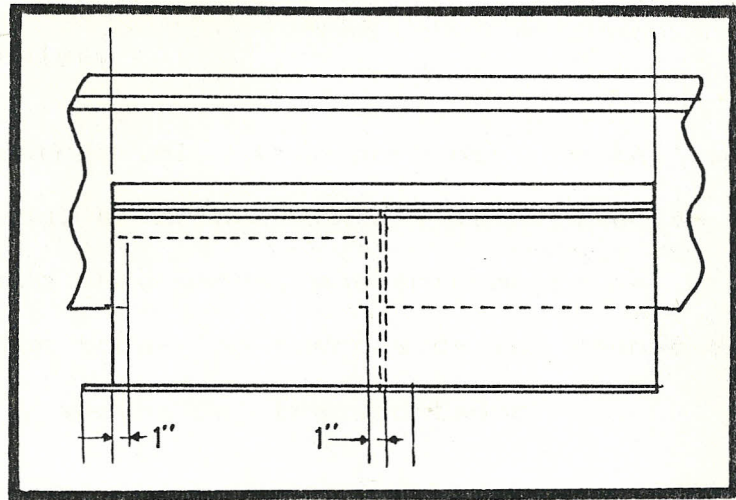


FIGURA #36 : SECCIONES DE DESCARGA INTERMEDIAS

Una vez identificadas las secciones principales del transportador de arrastre, procedemos a realizar su montaje en el sitio de trabajo, observando los siguientes pasos:

a) Procedemos a revisar el diseño de construcción y ubicamos las secciones extremas en su sitio así como las secciones de entrada de producto.

b) Seguidamente procedemos a intercalar las secciones intermedias, asegurándonos de colocar

masilla plástica entre las bridas, para evitar escapes de polvo.

c) Para los casos en que físicamente la sección intermedia de 10 pies de longitud no quepa en algún tramo, estas deben ser cortadas a la medida necesaria, y soldada su brida en el extremo a escuadra, para lo cual vienen de fábrica bridas adicionales.

d) Mientras el transportador está siendo instalado, el alineamiento y la nivelación deben ir siendo chequeados, posteriormente se procede a apretar todas las tuercas de los pernos de las bridas y apoyos del transportador.

e) Luego procedemos a unir los tramos de cadenas en las que previamente se han ensamblado las paletas de arrastre.

f) A continuación efectuamos el empate de la cadena templando ambos extremos con tecles, no sin antes destemplar los pernos templadores que corren las chumaceras del eje impulsor.

g) Seguidamente procedemos a la instalación del motor eléctrico, reductor de velocidad y los elementos de transmisión, para finalmente templar la cadena y colocar las cubiertas del transportador dejando de ésta manera lista la

unidad para el arranque.

4.4 EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS

El equipo de almacenamiento de granos está constituido por una batería de 19 silos, de 2000 Toneladas métricas de capacidad cada uno.

Previamente a pasar a detallar el montaje de los silos, revisaremos algunos detalles importantes, como la seguridad y la descripción general de partes a efecto de familiarizarnos con los términos que van a ser utilizados mas adelante.

Seguridad.- Los peligros inherentes a la construcción de tanques pueden ser eliminados por el constante y sincero deseo de todos los interesados. Algunas de las mas importantes medidas de precaución son listados a continuación.

Buen manejo en el sitio de trabajo es esencial. Las áreas de trabajo deben ser mantenidas libres de obstrucciones y escombros todo el tiempo.

Guantes y cascos de seguridad.- Deben ser usados por todo el personal en el área de construcción.

Equipo de alzado.- Tecles aparejos, cuerdas y cables deben ser adecuados y regularmente inspeccionados.

Equipo Eléctrico.- Incluyendo herramientas

portátiles deben ser adecuadamente conectadas a tierra.

Escaleras manuales.— Tienen que ser seguras y apropiadamente colocadas y sujetadas cuando se utilicen. Inspeccionar regularmente.

Cinturones de seguridad y líneas de seguridad deben ser usadas por el personal al trabajar sobre andamios o arriba de los 3 metros de altura.

A continuación se describe someramente un silo de almacenamiento comercial apernado típico, el cual está constituido de un cuerpo cilíndrico prefabricado y techo inclinado circular.

Cuerpo cilíndrico. Conformado por anillos de planchas los cuales se unen entre si para dar la altura del silo requerida y refuerzos de anillos que son perfiles que se unen a los anillos mediante pernos.

Anillos Están formados por las juntas verticales de planchas, cada anillo es diseñado para soportar la carga impuesta por el contenido más todas las cargas transferidas desde los anillos ubicadas por encima de éste.

El esquema de un silo de almacenaje, apernado, comercial típico se muestra en la figura #37.

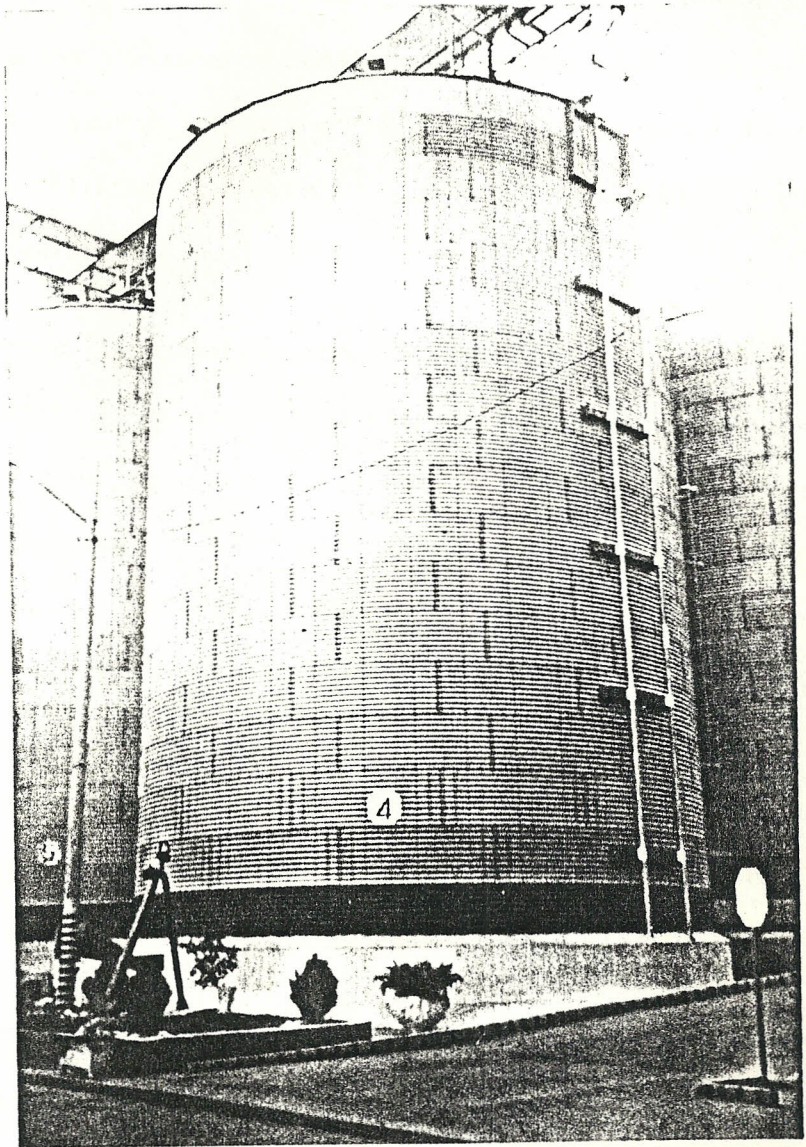


FIGURA #37 : ESQUEMA DE UN SILO DE ALMACENAJE A-
PERNADO TIPICO

Montaje del anillo superior y techo. - Empezamos apertando todas las juntas del anillo conformado por 14 planchas con pernos de $5/16'' \times 3/4''$ los mismos que deben ser ensambladas sobre la base de hormigón y observando simetría, así mismo tendremos en cuenta de colocar todos los pernos con la cabeza hacia el lado exterior del anillo y dejando las tuercas flojas hasta que el anillo esté completamente ensamblado.

A continuación colocamos punzones de acabado ligeramente cónicos en las perforaciones extremas entre las que se asienta sobre la base de hormigón y la superior, con el objeto de alinear hacia arriba las perforaciones de la junta y luego apretamos los pernos, para lo cual utilizamos llaves de impacto eléctricas, teniendo la precaución que la cabeza del perno no gire por cuanto puede ocasionar daño en el anillo de neopreno sellante.

Seguidamente ensamblamos los refuerzos de pared que distribuidos 3 por cada plancha, a éste nivel además sirven para apoyar un anillo de platina que sirve de base para apoyar en un extremo las vigas de tipo Z que conforman el techo.

Simultáneamente colocamos en el centro un apoyo izable mediante winche o malacate, donde apertamos

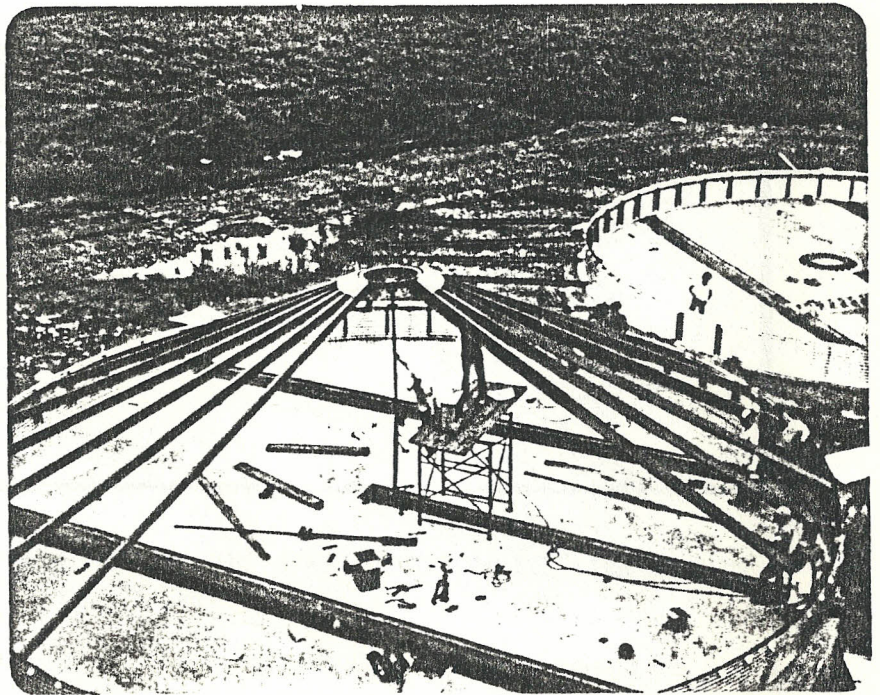
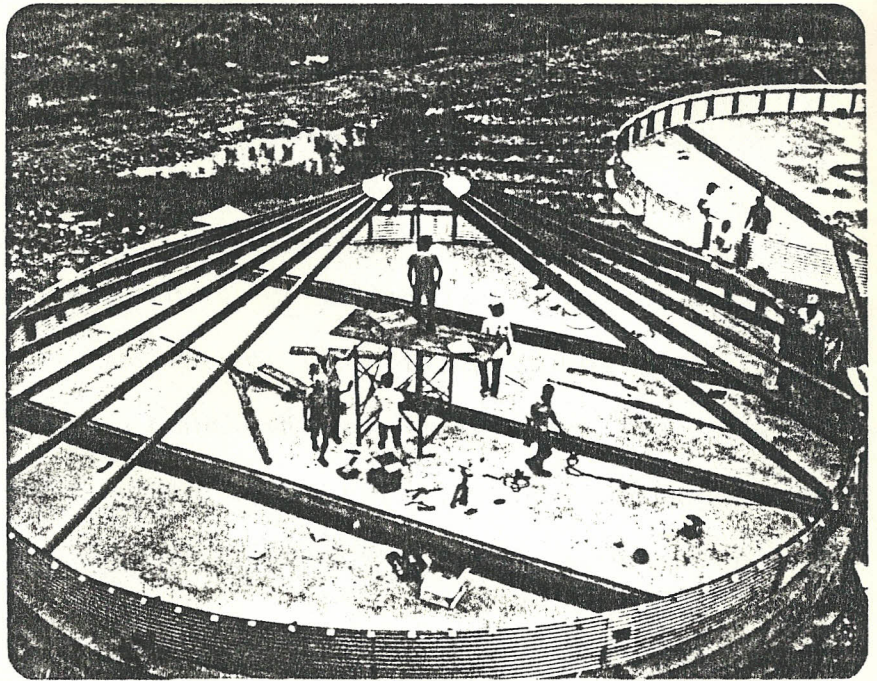


FIGURA #38 : ESQUEMA DEL MONTAJE DEL ANILLO SUPERIOR Y TECHO

el anillo de tensión en cuyo alrededor y mediante placas adecuadas apoyamos inicialmente 4 vigas de techo, tipo Z a 90° y luego las demás en orden simétrico y opuestamente como se muestra en la Figura #38.

Paralelamente pueden ser ensambladas los clips de techo, los cuales son de 2 tipos: unos que sirven para fijar las planchas de techo en las partes intermedias y otras que sirven para los pliegues de las planchas en sus extremos como se muestra en la figura # 39.

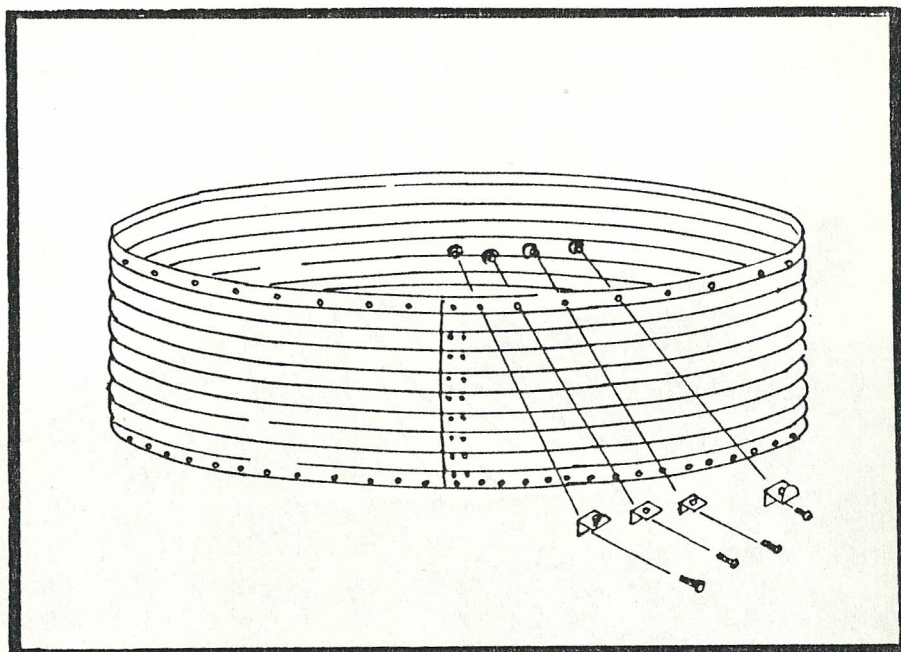


FIGURA #39: ESQUEMA DE INSTALACION DE LOS CLIPS DE TECHO

A continuación se ensamblan los amarres de las vigas de techo y estamos en condiciones de empezar a techar el silo, luego de lo cual se ensambla las láminas que contienen los escalones de techo, los

mismos que dan la pauta para el ensamblaje de las puertas de acceso e inspección, así como de las escaleras interiores y exteriores respectivamente.

Cabe destacar que la orientación para la colocación de las compuertas, esta dada por la ubicación del transportador descargador del silo. Seguidamente continuamos ensamblando las láminas de techo hasta completarlo, tomando en cuenta la colocación de las ventoleras de techo que en un número de 6 deben ser colocadas en forma simétrica como se muestra en la Figura #40.

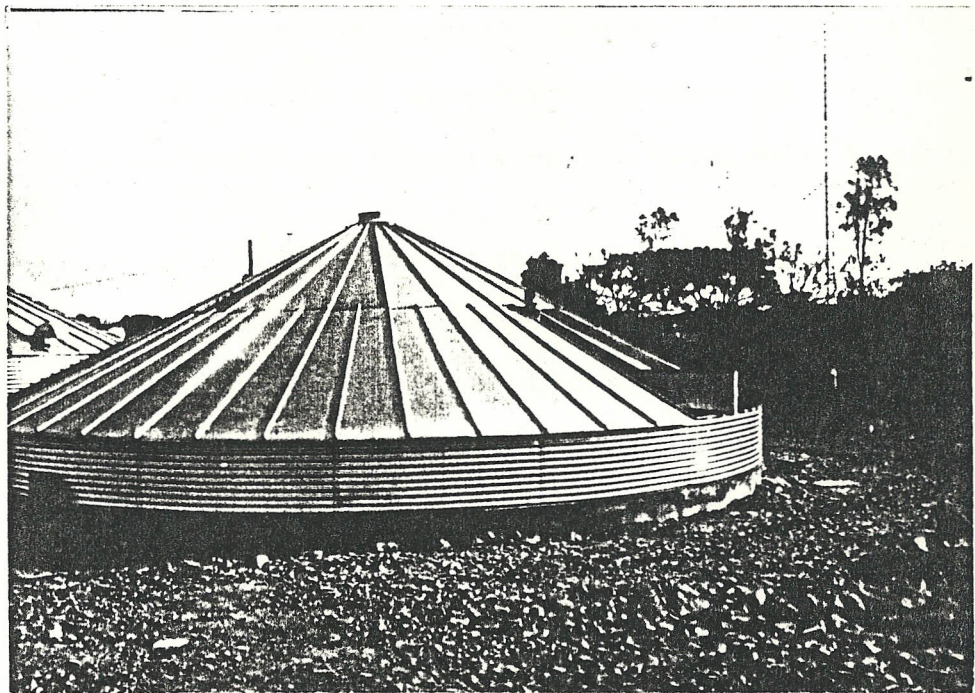


FIGURA #40 : ENSAMBLAJE DEL TECHO DE LOS SILOS DE ALMACENAJE.

Montaje del cuerpo cilíndrico del silo.- Para

ensamblar el cuerpo cilíndrico del silo, necesitamos elevar la parte del techo y el primer anillo anteriormente armados, para lo cual nos valemos de tecles o malacates que para este caso, en número de 14 simétricamente distribuidos se paran alrededor de la base, con sus respectivos cables templadores. Cabe indicar que los ganchos de los malacates se colocan sobre placas prefabricadas y perforadas que se apernan en las uniones de las planchas con un suficiente número de pernos.

Es necesario destacar, que la capacidad de alzado tanto en longitud como en carga del conjunto de malacate, permiten un rápido ensamblaje. Un arreglo de esta parte se muestra en la siguiente figura.

A continuación procedemos a levantar de una forma nivelada y a un solo ritmo el conjunto del techo y el primer anillo, hasta ubicarlo a un nivel tal de la base de hormigón, que permita un rápido armado del segundo anillo, luego de lo cual volvemos a elevar el conjunto para ensamblar el tercer anillo, para de inmediato ensamblar los refuerzos de pared que cubran secciones de 2 anillos, seguidamente templamos todos los pernos para proceder a asentar el conjunto hasta ahora armado, con el objeto de regresar los tecles o malacates a su posición original, para de esta manera iniciar un nuevo

ciclo de ensamblaje de 2 anillos.

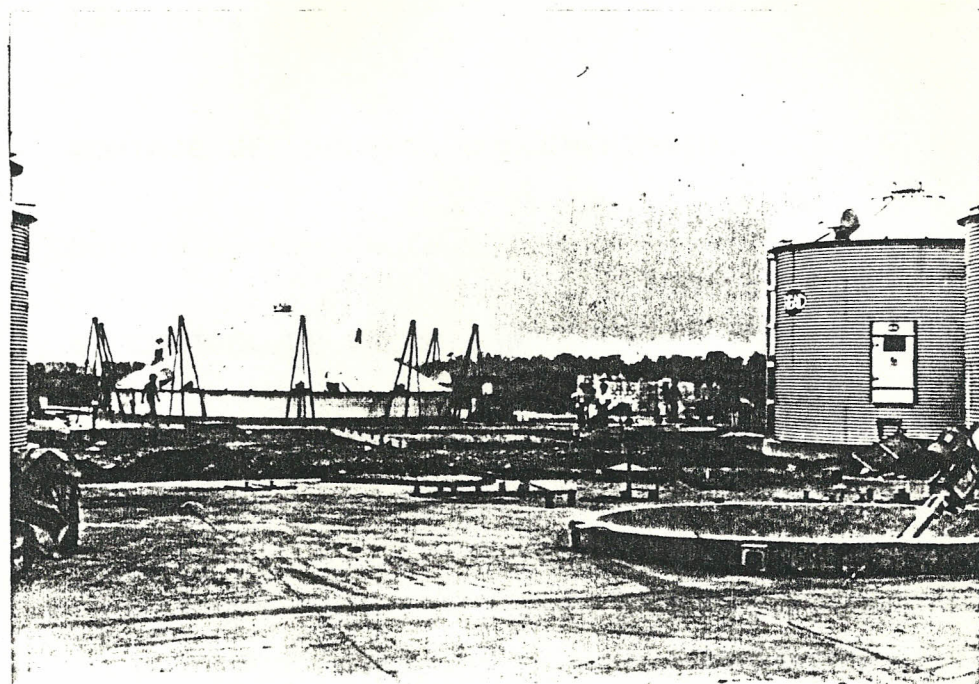


FIGURA #41 : ARREGLO DE MALACATES PARA EL ALZADO DE SILOS.

Es de anotar que los tramos de escalera interior y exterior se van ensamblando simultaneamente conforme se arman los anillos.

Este procedimiento se repite hasta completar los 18 anillos que contienen los silos que estamos tratando, para seguidamente nivelarlo y centrarlo con respecto a su base de hormigón y finalmente anclarlo.

Posteriormente se procede a la impermeabilización de la parte perimetral del asiento del silo en contacto con la base de hormigón quedando de esta

manera la unidad ensamblada en su totalidad. Una secuencia del ensamble del conjunto se muestra en la figura #42.

4.4 MONTAJE DEL EQUIPO COMPLEMENTARIO

Dentro de los equipos complementarios tenemos:

a) CONTROL DE VELOCIDAD

El montaje del equipo de control de velocidad se lo realiza en los siguientes pasos:

1.- El disco magnético de sensor de velocidad apernado al eje de la polea conducida que va a ser monitoreado el mismo que debe de estar a escuadra para prevenir señales erróneas.

2.- Instalamos la cabeza sensora en dirección tal que los magnetos queden centrados frontalmente con el disco sensor, dejando una holgura de $3/16$ pulgadas.

De esta manera queda la unidad lista mecanicamente para su instalación eléctrica. En la Figura #43 se muestra un esquema del montaje de este equipo.

b) CONTROL DE NIVEL

Los controles de nivel de grano en las operaciones de llenado de los silos, a

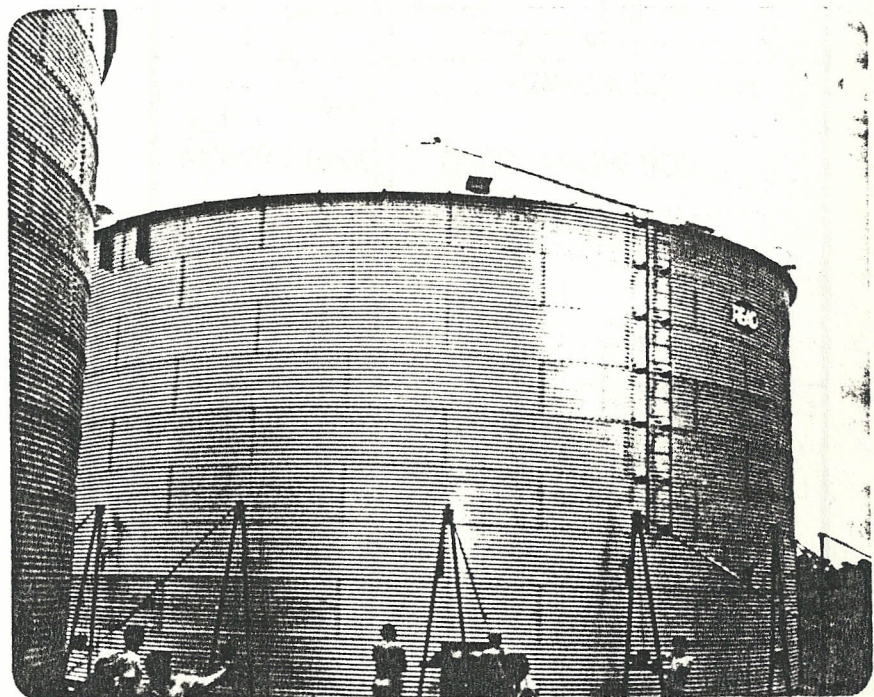
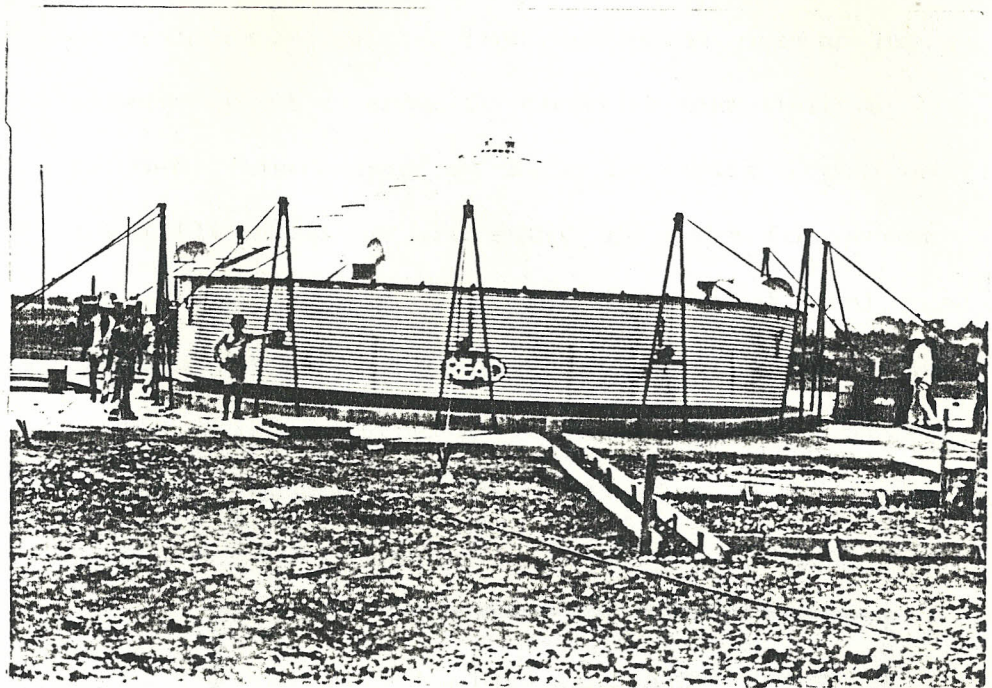


FIGURA #42 : SECUENCIA DE ENSAMBLAJE DEL CUERPO CILINDRICO DEL SILO DE ALMACENAMIENTO.

instalarse en esta planta constan de dos diafragmas para cada silo, uno de nivel bajo y otro de nivel alto, los cuales al operar dan una alarma en el cuarto de control que indican en el primer caso, que el silo le resta medio anillo para llenarse permitiendo de esta forma estimar un tiempo para el llenado total del silo dependiendo del flujo, mientras que en el segundo caso, el silo ha alcanzado su máximo nivel de llenado disparando el sistema de energía de los equipos como protección.

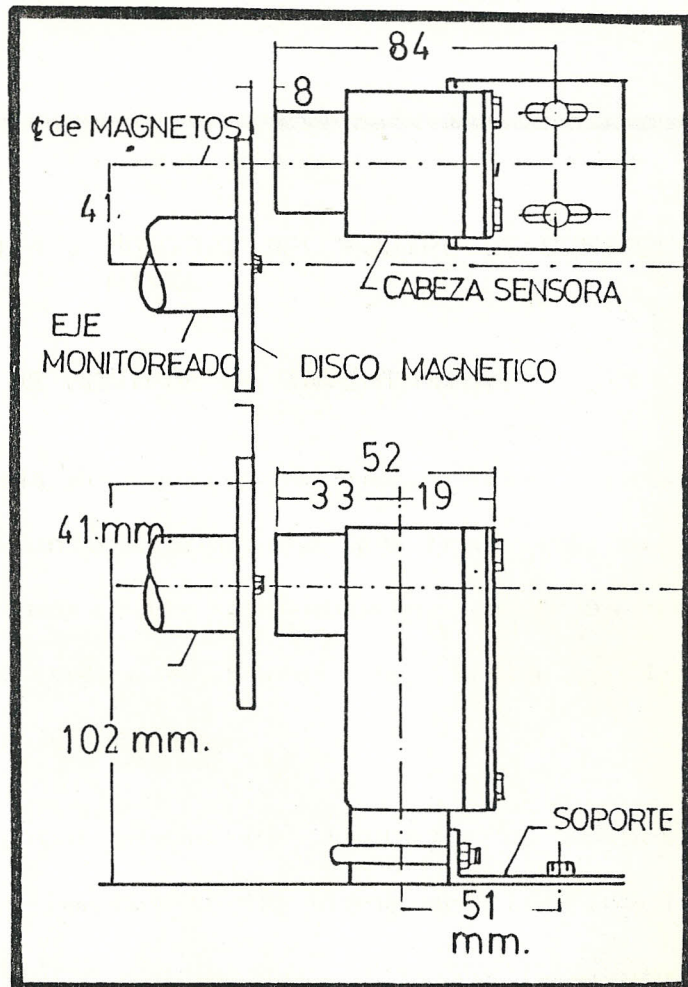


FIGURA #43 : ESQUEMA DE MONTAJE DE LA UNIDAD DE CONTROL DE VELOCIDAD DE LA

BANDA TRANSPORTADORA:

Los diafragmas se montan sobre una placa metálica con el objeto de fijarlas en los niveles pre-establecidos, como se muestra en la figura #44

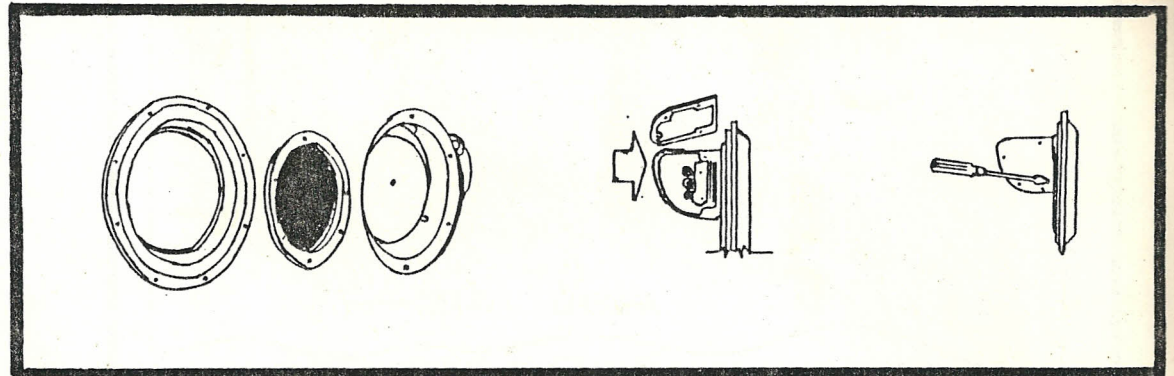


FIGURA #44 : MONTAJE DEL EQUIPO DE CONTROL DE NIVEL

c) SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO.

El sistema de control de inventario a instalarse , es una unidad compacta que trae una brida de asiento para su ensamblaje, este equipo está instalado sobre el techo del silo a $1/6$ del diámetro del mismo.

Esta unidad debe de trabajar en lo posible a nivel, y como el techo tiene una inclinación de 27 grados es preciso construir una base regulable para su ensamblaje, como se muestra en

1a Figura #45.

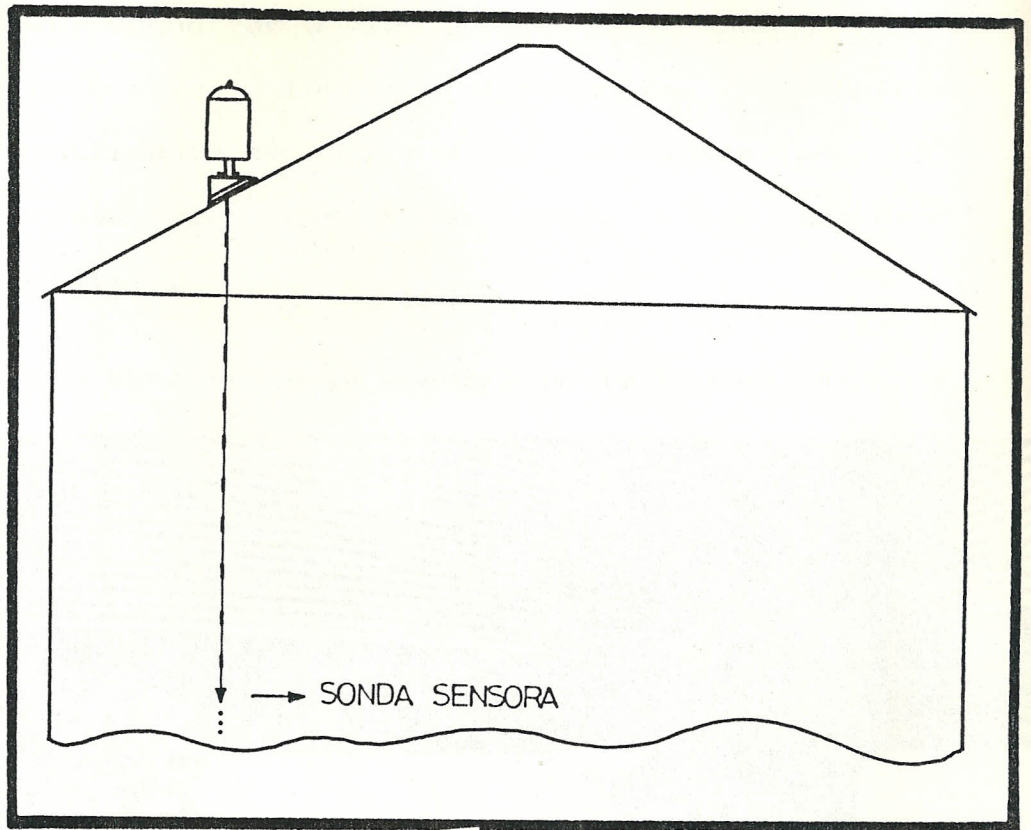


FIGURA #45 : SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO

d) SISTEMA DE AIREACION.

El sistema de aireación comprende los túneles de aireación propiamente dichos, las unidades de ventilación y las transiciones de entrada de aire.

Los túneles son fundidos en la base de hormigón bajo nivel, el lado superior es recubierto con planchas perforadas, galvanizadas que permiten el paso de la corriente de aire, las mismas que se apoyan sobre vigas metálicas tipo U, a lo largo de la longitud del túnel. La transición de

entrada se empotra a la base de hormigón y sirve para comunicar a la unidad ventiladora a su respectivo túnel. finalmente la unidad ventiladora se acopla a la trasición mediante bridas apernadas y se apoya sobre una base metálica.

Este ensamblaje se muestra en la Figura #46

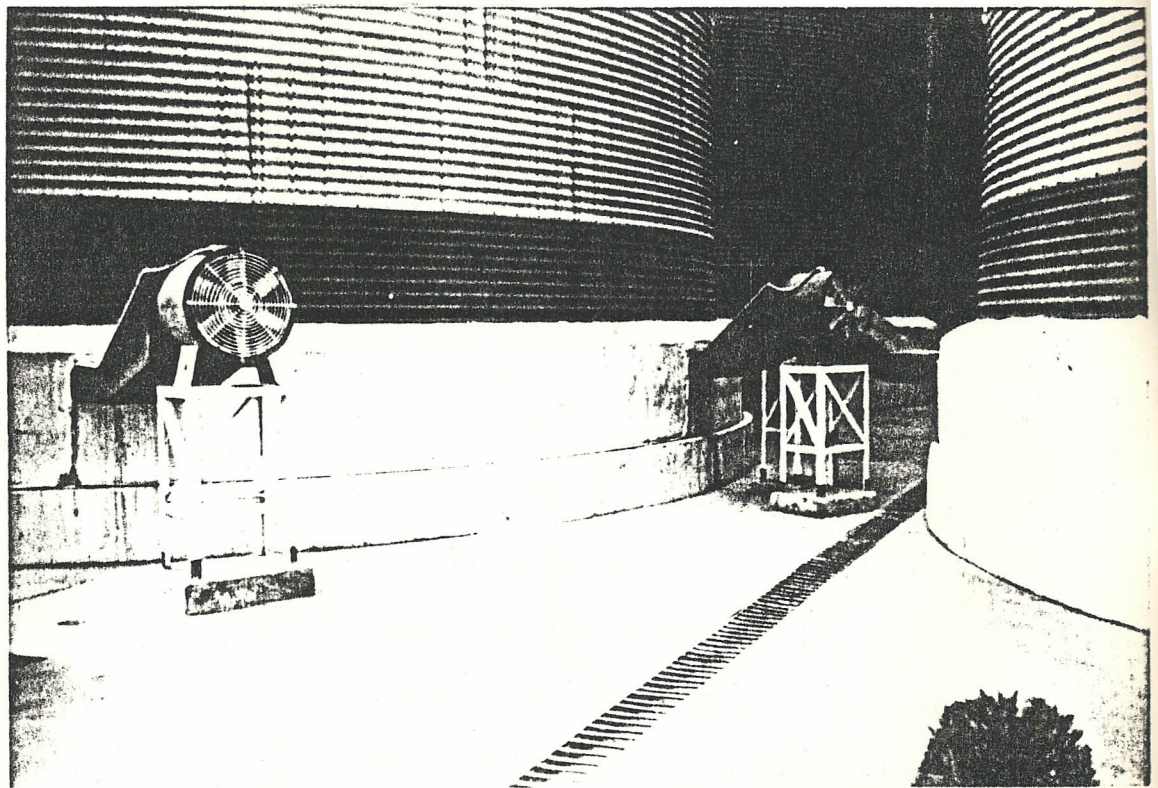


FIGURA #46 : SISTEMA DE AIREACION DE LOS SILOS

e) SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.- El sistema de control de temperatura esta conformado por 5 cables sensores y una caja terminal de lectura. Su ensamblaje se lo realiza cuando se comienza a armar el techo del silo ya que se apoya mediante pernos en las vigas del techo y conforme se va

alzando el silo se va desarrollando el cable.

f) LINEA DE ENSACADO.-La línea de ensacado será conformada por una báscula de pesaje, un cabezal cosedor, y una transportadora de sacos.

Su ensamblaje se lo realiza de una manera rápida dado que sus componentes vienen armados de fábrica, restando solamente en el sitio preparar sus respectivas bases metálicas, izar la báscula sobre la base, utilizando tecler y observando nivelación y aplomo.

Finalmente se conectan las acometidas de aire comprimido a 60 Psi. como recomienda el fabricante.

Este equipo se muestra en la Figura #47

Finalmente apreciaremos en la siguiente figura una vista de planta de las instalaciones de ECUAGRAN S.A. luego de su montaje en las cuatro etapas, con el detalle de sus equipos componentes.

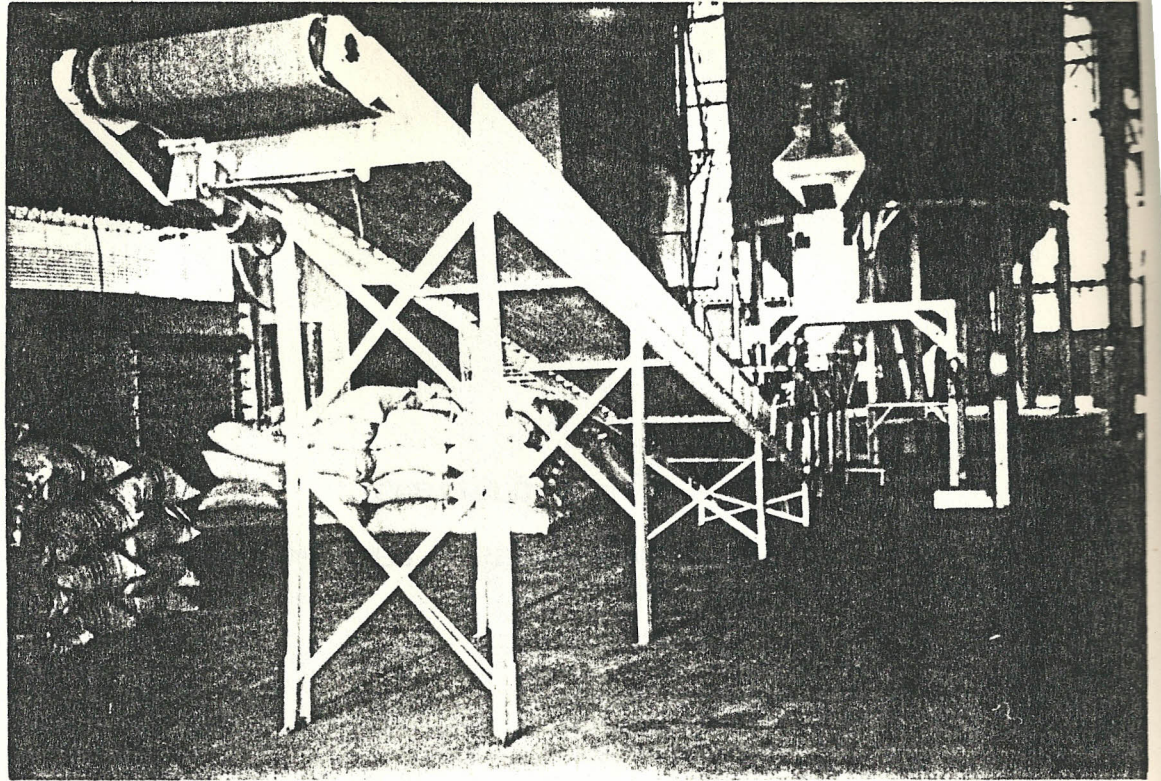


FIGURA #47 : ENSAMBLADO DE LA LINEA DE ENSACA-
DO.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La planta de Silos de Almacenaje de ECUATORIANA DE GRANOS S.A. de 42.000 TM de capacidad, construida por SILOS AMERICA S.A. es una de las mas grandes instalaciones en el pais.
- Trabajar en esta obra como técnico de la compañía contratista representa una buena oportunidad para adquirir conocimientos y experiencias con obras civiles, portuarias y eléctricas.
- Sólo la calibración inicial de los equipos electrónicos fue realizado por técnicos provenientes de las fábricas proveedoras de los equipos según convenio, ya que los demás equipos fueron calibrados y puestos en marcha por

personal técnico nacional.

- Proyectos de esta naturaleza, reafirman la capacidad de ejecución de egresados politécnicos, tanto en diseño como en montaje.
- Existe mano de obra nacional capaz de concluir grandes proyectos como éste.
- La ejecución de los trabajos realizados por SILOS AMERICA S.A. en sus diversas etapas, hablan por si, de la satisfacción del cliente por la labor cumplida.
- La implementación de la planta en sus varias etapas, es una realidad gracias a su rentabilidad.
- La utilización de los equipos de una manera anticipada en cada etapa, por pedido de los propietarios, causó atrasos en la entrega definitiva de cada una de las etapas.
- El diseño de la planta, conceptuado para la recepción de grano importado, es compatible para implementar una nueva etapa que permita recibir productos nacionales a gran escala.

5.1 RECOMENDACIONES

- Implementar la nueva etapa para recepción, limpieza y secado de productos nacionales en la

planta como alternativa válida e imperativa a fin de prestar servicios a los agricultores nacionales e incrementar en una gran proporción la función social de esta empresa privada.

- La fabricación de equipos para la agroindustria es un área excelente en nuestro medio, donde la ingeniería mecánica tiene muchas oportunidades.

- La utilización de silos de almacenaje de 2000 TM de producción nacional en esta planta por varios años, desechan toda duda respecto a su seguridad, resistencia fabricación, etc.

- La selección de 2 succionadoras neumáticas es acertada, por cuanto ha permitido trabajar a un 50% de capacidad cuando se han presentado averías en algunas de ellas.

- El control automático en cascada y con enclavamientos de los equipos, ha permitido una operación segura y sin mayores retrasos.

- La confianza en los productos ecuatorianos demostrada por ECUAGRAN S.A. ha permitido el ahorro de divisas para el país, así como oportunidades de trabajo.

- La ubicación de la planta frente al río Guayas, con su respectivo ambiente salino y al lado de una almacenera de líquidos y sólidos químicos

son motivos suficientes para recomendar la implementación de un sistema de inspección periódico y permanente de las estructuras soportes, pernos, silos y equipos en general, a fin de detectar posibles oxidaciones que degeneren en corrosiones que pongan en peligro la planta en general.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- 1 Elwood S. Buffa, ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION, 1ª Edición, México 1973.
- 2 ESPOL, INSTALACIONES INDUSTRIALES. 1980.
- 3 READ INTERNATIONAL, Manual de Montaje de Silos para Granos . 1980 U.S.A.
- 4 ESMULLER INC, Manual de Montaje, Operación y Mantenimiento de transportadores de Cadenas y Paletas, 1982. U.S.A.
- 5 HI-ROLLER. Manual de Ensamblaje de transportadores de Banda de Caucho , 1981.U.S.A.
- 6 DUMBAR KAPPLE INC. Manual de montaje, Operación y Mantenimiento de transportadores Neumáticos , 1980 U.S.A.
- 7 HOWE- RICHARDSON. Manual de Montaje, Operación y Mantenimiento de Básculas de Pesaje Continuo 1980, U.S.A.
- 8 SWETT, Manual de Ensamblaje, Operación y Mantenimiento de Elevadores de Cangilones, 1980.

U.S.A.

9 AEROVENT INC. Manual de ventiladores 1981 U.S.A.

10 VIBCO; INC. Catálogo #7903 F. 1980. U.S.A.