



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA UNA  
PLANTA DE BALANCEADOS PARA CAMARON

**INFORME TECNICO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

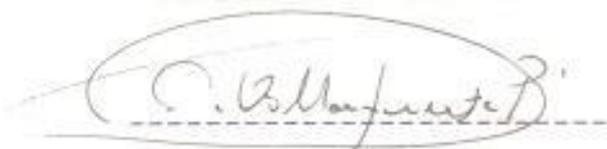
**ESPECIALIZACION: POTENCIA**

Presentado por:

**Tito V. Luna Peñaloza**

**Guayaquil - Ecuador**

**1993**



ING. CARLOS VILLAFUERTE P.

Decano de la Facultad de

Ingeniería Eléctrica



ING. JORGE FLORES M.

Profesor Supervisor



ING. ALBERTO HANZE B.

Miembro Principal

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en éste Informe Técnico, me corresponden exclusivamente; y , el patrimonio intelectual del mismo, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

( Reglamento de Exámenes y Títulos  
Profesionales de la ESPOL )



-----  
TITO LUNA PENALOZA

## AGRADECIMIENTO

A todos mis Profesores que con sus sabias enseñanzas me ayudaron a encontrar un futuro de progreso; en especial al Ing. Jorge Flores, cuya ayuda fué fundamental para la realización de éste trabajo.

DEDICATORIA

A mi querido y extrañado PADRE +

A mi querida y abnegada MADRE

Sin su ayuda y confianza nada hubiera sido posible.

A mi adorada esposa MARIA DEL CARMEN

A mis hijos: MARIA VERONICA

LORENA PAOLA

RUBEN ALFREDO

Porque ellos son el norte y la guía de mis actos.

A mis HERMANOS

a RAUL

Mil Gracias.

## INDICE GENERAL

	Página
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN.....	X
CAPITULO 1	
PRESENTACION DEL TEMA	
1.1 INFORMACION PRELIMINAR.....	1
1.2 DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL.....	4
CAPITULO 2	
EQUIPOS SUMINISTRADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL	
2.1 SECCION DE RECEPCION.....	12
2.2 SECCION DE MOLIENDA.....	18
2.3 SECCION DE DOSIFICACION Y MEZCLADO.....	22
2.4 SECCION DE TEXTURIZADO.....	27
2.5 SECCION DE PELETIZADO.....	30
2.6 SECCION DE ENSACADO.....	35
2.7 SECCION DE SISTEMAS AUXILIARES.....	40
CAPITULO 3	
CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRICO DE FUERZA	
3.1 NIVEL DE VOLTAJE.....	42
3.2 TIPOS DE ARRANCADORES.....	45
3.3 PROTECCIONES.....	49
3.4 DISTRIBUCION DE ACOMETIDAS A MOTORES.....	55

3.5	ELECTROCANALES.....	58
3.6	CONDUCTORES ELECTRICOS.....	59
CAPITULO 4		
CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRICO DE CONTROL		
4.1	TIPOS DE CONTROL.....	63
4.2	CONFIGURACION DEL PROCESO.....	67
4.3	DOSIFICACION AUTOMATICA.....	79
CAPITULO 5		
AVANCE DEL MONTAJE ELECTRICO		
5.1	ALTA TENSION.....	89
5.2	SUBESTACION ELECTRICA.....	92
5.3	CENTROS DE DISTRIBUCION DE FUERZA.....	95
5.4	TABLEROS DE CONTROL DE SECCIONES.....	99
5.5	CONSOLA DE CONTROL CON COMPUTADORA.....	101
5.6	ELECTROCANALES Y TUBERIAS.....	102
5.7	CABLEADO DE FUERZA Y CONTROL.....	106
5.8	CONEXIONADO.....	107
5.9	SISTEMAS AUXILIARES Y ALUMBRADOS.....	109
5.10	PRUEBAS.....	111
5.11	PUESTA EN SERVICIO.....	113
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
	BIBLIOGRAFIA.....	124

## INDICE DE FIGURAS

		Página
2.1	PLANO EF-1 SECCION DE RECEPCION.....	13
2.2	PLANO EF-2 SECCION DE MOLIENDA.....	19
2.3	PLANO EF-3 SECCION DOSIFICACION Y MEZCLADO..	23
2.4	PLANO EF-4 SECCION DE TEXTURIZADO.....	28
2.5	PLANO EF-5 SECCION PELETIZADO Y ENSACADO....	36
5.1	ESTRUCTURA DE ACOMETIDA AISLADA.....	90
5.2	PUNTAS TERMINALES EXTERIORES.....	91
5.3	TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....	93
5.4	SUBESTACION ELECTRICA.....	94
5.5	TABLEROS EN CUARTO AISLADO.....	95
5.6	TABLERO DISTRIBUCION PRINCIPAL A 460V.....	96
5.7	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.....	97
5.8	PANEL CONTROL RECEPCION Y MOLIENDA.....	99
5.9	CONSOLA CONTROL CON COMPUTADORA.....	101
5.10	ELECTROCANALES SOBRE TABLEROS.....	103
5.11	CRUCE EN PAREDES DE ELECTROCANALES.....	104
5.12	CONEXIONADO DE MOTORES.....	108
5.13	GENERADOR DE EMERGENCIA.....	111

## INDICE DE TABLAS

	Página
2.1 CARGA ELECTRICA SECCION RECEPCION.....	18
2.2 CARGA ELECTRICA SECCION MOLIENDA.....	22
2.3 CARGA ELECTRICA SECCION DOSIFICACION.....	27
2.4 CARGA ELECTRICA SECCION TEXTURIZADO.....	30
2.5 CARGA ELECTRICA SECCION PELETIZADO.....	35
2.6 CARGA ELECTRICA SECCION ENSACADO.....	39
3.1 LISTADO MOTORES DE MAYOR CAPACIDAD.....	45
3.2 CARGA ELECTRICA GLOBAL ACTUAL.....	46
3.3 CARGA ELECTRICA DE AMPLIACIONES.....	47
3.4 CAPACIDAD DE CENTRO CONTROL DE MOTORES.....	56
4.1 ESTADO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	70
4.2 TRANSFORMADORES DE CONTROL.....	77
4.3 FORMULA E-1.....	82

## RESUMEN

Es por todos conocido que en nuestro país, el sector camaronero, es uno de los grupos económicos con mayor crecimiento, debido, en gran parte a que éste sector para ser competitivo en los mercados internacionales, enfrentó el reto de producir especies que puedan ser ampliamente comercializadas.

Este reto conlleva a optimizar al máximo la cría del camarón, con un adecuado manipuleo de las larvas en las piscinas y una adecuada programación en cuanto a la alimentación de las mismas.

Debido a esto, se crea la necesidad de poner en marcha plantas industriales especializadas en la elaboración del balanceado para camarón, las mismas, entregarán su producto encaminado a complementar la alimentación de la especie en cautiverio.

Muchas de éstas plantas funcionan, en su mayoría, en la ciudad de Guayaquil, las mismas que fueron montadas y puestas en funcionamiento por técnicos extranjeros; lo que sirvió para que técnicos nacionales adquirieran la suficiente experiencia como para afrontar los futuros montajes y tomar decisiones para una mejor adaptación al medio de los proyectos que vienen de afuera.

En el capítulo 1, se señalan las diferentes razones por las que, era imprescindible afrontar el montaje y su posterior puesta en funcionamiento de la planta industrial elaboradora de balanceado para camarón en la zona norte de la provincia de Manabí.

Además, se menciona de manera breve las diferentes áreas o secciones que conformarán el complejo industrial.

En el capítulo 2, se realiza una detallada y minuciosa descripción de cada uno de los componentes de las diferentes secciones que conforman la planta industrial lo que nos permite entender su función y las razones de su presencia dentro del complejo.

También, se presentan los planos que corresponden a cada sección y en base a los mismos se elaboran las tablas donde constan las cargas eléctricas a considerarse en el diseño eléctrico.

En el capítulo 3, se detallan, en forma ordenada y coherente los principales parámetros que deben de tenerse en cuenta para realizar el diseño eléctrico en lo que tiene que ver con el sector de fuerza eléctrica.

Para cada uno de los parámetros enunciados, se realiza

una evaluación tanto en la parte técnica como en la parte económica de modo que el diseño sea una conjunción apropiada para obtener excelentes resultados en la parte técnica, con un adecuado costo de las instalaciones.

En el capítulo 4, se realiza un pormenorizado análisis del sistema de control más apropiado para este tipo de complejos industriales y uno de los puntos más importantes fué el cambio y la adaptación del sistema de control propuesto por técnicos extranjeros, a un sistema más apropiado y realista para nuestro medio.

En el capítulo 5, se detalla en forma ordenada las distintas labores que se desarrollaron, para lograr un efectivo avance en el montaje de la obra.

Para que lo que se menciona, quede más completo, se muestran fotografías tomadas en el sitio de la obra durante el montaje eléctrico.

Comenzando por el Nauplio, la primera fase evolutiva del camarón, por diversas conversaciones con camaroneros experimentados conocemos que el mejor rendimiento lo obtienen del nauplio salvaje, que es el producto de los desoves de camaronas que son capturadas en el mar.

Las principales empresas exportadores de camarón y los grupos camaroneros en general, levantaron laboratorios de larvas de camarón muy bien equipados y con personal de alta calificación, pues comprendieron que para obtener óptimos resultados, al camarón se lo debía cuidar desde su primera fase evolutiva.

Como un complemento a los cuidados que se le debía dar al nauplio en los laboratorios, era imprescindible la utilización de los alimentos balanceados adecuados.

Uno de los sectores geográficos del país donde la cría y la actividad camaronera, tiene una extraordinaria importancia y que ocupa extensas áreas de territorios y ofrece innumerables fuentes de trabajo es la parte norte de la provincia de Manabí, concretamente los cantones de Bahía de Caráquez y Pedernales.

Los camaroneros de la zona, que requieren del alimento balanceado para optimizar la producción del camarón,

tienen que adquirir el producto a empresas cuyas plantas de elaboración del producto están ubicadas en su totalidad en la ciudad de Guayaquil.

Con estos antecedentes, un grupo empresarial de la zona, propietario de extensas camaroneras y de empacadoras de camarón dedicados a la exportación, con la finalidad de autoabastecerse y brindar a todo el sector un producto más acorde a su medio, decide instalar en el kilómetro 8 de la vía Bahía de Caráquez-Chone, una planta industrial elaboradora de alimentos balanceados para camarones que la denominaron SILOS Y ALIMENTOS S.A.

En Estados Unidos de Norteamérica, realizan contactos y conversaciones con la empresa Asima corporation, empresa especializada en la ingeniería básica para el suministro y el montaje de los equipos componentes de una planta para la elaboración de alimentos balanceados, que en el país ya había vendido plantas como: Liris, Propellets, Diamasa, etc.

El compromiso adquirido por parte de Asima era vender todos los equipos y componentes, entregar la información técnica y finalmente enviar los técnicos encargados de la dirección del montaje y puesta en servicio de la planta industrial.

Este compromiso se cumplió en la parte de la entrega de todos los equipos en el puerto del país luego de eso, ésta corporación dió por terminado su contrato.

Este inconveniente, creó en este grupo empresarial la necesidad de solucionar el problema del diseño eléctrico total de la planta de balanceados y su posterior montaje y puesta en funcionamiento.

De tal forma que se presenta una excelente oportunidad para un grupo de técnicos nacionales de participar en éste desafío y dar muestras de nuestra capacidad y superación.

## 2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL

Al proceso industrial lo podemos dividir en diferentes áreas o secciones, que serán mencionadas de acuerdo a su posición en el complejo.

Primero está la SECCION DE RECEPCION, compuesta por 6 tolvas de almacenamiento para un igual número de ingredientes, éstos son almacenados mediante el empleo de transportadores, elevadores, compuertas y válvulas electro-neumáticas.

La segunda es la SECCION DE MOLIENDA donde está el molino de martillos; aquí se muelen los granos que se receiptan en la planta.

Al molino de martillos el producto cae mediante el alimentador rotativo, que es accionado por un motor eléctrico de velocidad variable, de modo que éste alimentador saca el producto desde la tolva de granos y la cantidad de producto que le entrega al molino es controlada.

Como parte constitutiva del area de Molienda, podemos mencionar al transportador de tornillo del molino que recoge el producto que ha sido molido y lo envía a la tolva de molienda a través del elevador de cangilones.

Otro equipo que debe mencionarse es el ventilador de asistencia, cuya acción es realizar el filtrado de la gran cantidad de polvo que, es lógico suponer, se produce cuando los granos secos son triturados por los martillos del molino que giran a 1800 rpm, de forma que el ventilador, evita que las partículas de producto salgan al ambiente.

Otra acción que cumple el ventilador es ayudar a enfriar los martillos del molino y al producto triturado.

En la SECCION DE DOSIFICACION Y MEZCLADO, es donde se realiza la dosificación y el pesaje de todos los ingredientes, los microingredientes y los líquidos que entran en la fórmula empleada.

Posteriormente, se produce el mezclado y el traslado de la parada hacia la tolva de producto mezclado a través de los transportadores de tornillo y de elevadores de cangilones.

La particularidad de ésta planta es el hecho de que la dosificación y el mezclado se lo realiza en forma automática con la ayuda de un equipo de computación.

La SECCION DE TEXTURIZADO, es otra área que posee casi con exactitud los mismos equipos que posee la sección de Molienda, con la diferencia que en molienda se trituran los granos que se emplean como ingredientes y en la sección de Texturizado se muele el producto ya mezclado.

En esta área es muy importante el funcionamiento del alimentador rotativo del texturizador y de la agilidad y buen criterio del operador, pues el producto a molerse es una mezcla homogénea de polvo o partículas muy finas extremadamente propensas a taponar los ductos y equipos por los cuales tiene que pasar, siendo en definitiva un

producto muy difícil de manejar.

El producto texturizado es trasladado mediante transportadores y elevadores hacia las tolvas de producto listo para ser peletizado.

La SECCION DE PELETIZADO es donde se produce el pelet o el alimento balanceado para camarón, que está listo para ser ensacado y entregado para la alimentación de la especie en las piscinas de criadero.

En ésta sección se encuentra el equipo que es el centro del funcionamiento de la planta y su nombre es peletizadora.

Desde las tolvas de producto texturizado se saca el producto mediante un alimentador, que lo envía al termo-acondicionador que es un transportador en el cual a medida que el producto avanza se le inyecta de manera indirecta vapor seco de agua, de forma que el producto toma cierta temperatura.

Cuando el producto sale del termo-acondicionador pasa al acondicionador, que también es un transportador donde se inyecta vapor seco de agua de manera directa, de forma que el producto alcanza una temperatura media de 95

grados centígrados.

El producto ingresa a la peletizadora, luego de salir del acondicionador como una pasta, pasa por el dado de la peletizadora donde se produce su compactación y su aglutinamiento.

En el dado de la máquina, que es la matriz para obtener alimento con diferentes diámetros, dependiendo si el producto es para camarón adulto o para nauplios, el pelet toma la apariencia de un cigarrillo y su longitud depende de la posición de la cuchilla de corte que tiene la máquina.

Cuando el pelet sale de la peletizadora se considera que sale con una temperatura bastante alta, por ésta razón el siguiente equipo de la línea es el enfriador, que en este caso es del tipo horizontal y como su nombre mismo lo dice se encarga de enfriar al pelet con la ayuda del ventilador del enfriador, que se encarga de extraer los gases calientes desde el enfriador.

Como equipo complementario en la extracción de los gases calientes tenemos al colector de polvo que se encarga de realizar un filtrado de los gases que saca el ventilador de forma que a la atmósfera solo sale el aire caliente y

todos los polvos o partículas finísimas se quedan en su interior y son enviadas a la tolva de producto texturizado.

El pelet que ha sido ya enfriado continúa su recorrido mediante el transportador de pelet, el mismo que está asociado con la compuerta electro-neumática para la alimentación del desmoronador de pelet.

Si el pelet es para alimentar al nauplio debe pasar por el desmoronador o reductor, entonces la compuerta debe estar abierta y el pelet una vez reducido sigue por el transportador de transferencia hacia el elevador de cangilones para pelet.

Si el pelet no necesita ser reducido, la compuerta permanece cerrada y el desmoronador también está apagado y el camino del pelet es a través del transportador de transferencia.

Cuando el pelet sube por el elevador su siguiente paso es la zaranda que no es más que una cernidera vibratoria y tiene como fin separar al pelet entero de los polvos o partículas muy finas.

El polvo es recogido y llevado a la tolva de producto

texturizado con la ayuda del transportador de finos, mientras que al pelet entero pasa a cualquiera de las tolvas de producto peletizado.

En la SECCION DE ENSACADO, puede realizarse la acción de llevar el producto hacia la tolva de ensacado de dos maneras: en el primer caso se lleva el pelet a través del equipo aplicador de grasa y en el segundo caso se lo lleva al pelet de manera directa.

Normalmente al equipo aplicador de grasa se lo utiliza en época de verano.

Debajo de la tolva de ensacado se encuentra el equipo de ensacado propiamente dicho, compuesto por la compuerta electro-neumática de llenado de sacos, de la máquina cosedora de sacos y de la banda transportadora de sacos llenos de producto listo para despacharse de la planta.

En la planta existe otra sección que es la SECCION DE EQUIPOS AUXILIARES donde podríamos anotar una serie de equipos cuya importancia es notoria como: el caldero de vapor de agua y sus equipos complementarios como son la bomba de alimentación de agua a la caldera, el ablandador de agua y la bomba de llenado del tanque diario de agua cruda.

Otro equipo muy importante es el compresor de aire de la planta cuya finalidad es dar el aire comprimido suficiente para el buen funcionamiento de todas las compuertas y válvulas neumáticas que existen en la planta.

Dentro de los equipos auxiliares también podríamos mencionar al generador de energía eléctrica para emergencia, cuya capacidad nos permite solventar sin ninguna dificultad la pérdida de potencia en las líneas de alimentación de la empresa eléctrica.

Para nuestro caso otro apoyo fundamental para el proceso lo constituye la batería de silos de granos que está complementada por una mini-caldera que se encarga del tostado de la soya para su posterior molienda.

## CAPITULO 2

### EQUIPOS SUMINISTRADOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL

#### SECCION DE RECEPCION

Como su nombre mismo lo indica en ésta sección se lleva a cabo la recepción de todas las materias primas que son empleadas en la elaboración de las distintas fórmulas que se elaborarán en el proceso industrial.

En la Figura 2.1 - Plano EF-1 Sección de Recepción - se muestra un diagrama donde se detallan los elementos de la misma.

Los ingredientes son almacenados en 6 tolvas que están situadas en la parte superior de la estructura de la planta.

Sobre las tolvas de recepción, está localizado el transportador de distribución 105, cuyo motor eléctrico es de 1 HP 230/460V 60Hz, a través del que se puede almacenar un producto en cualquiera de las seis tolvas numeradas: tolva 3, tolva 4, tolva 5, tolva 6, tolva 7 y tolva 8.

La ubicación de éste transportador es de forma tal, que a través de la válvula de dos vías 107-1 se puede

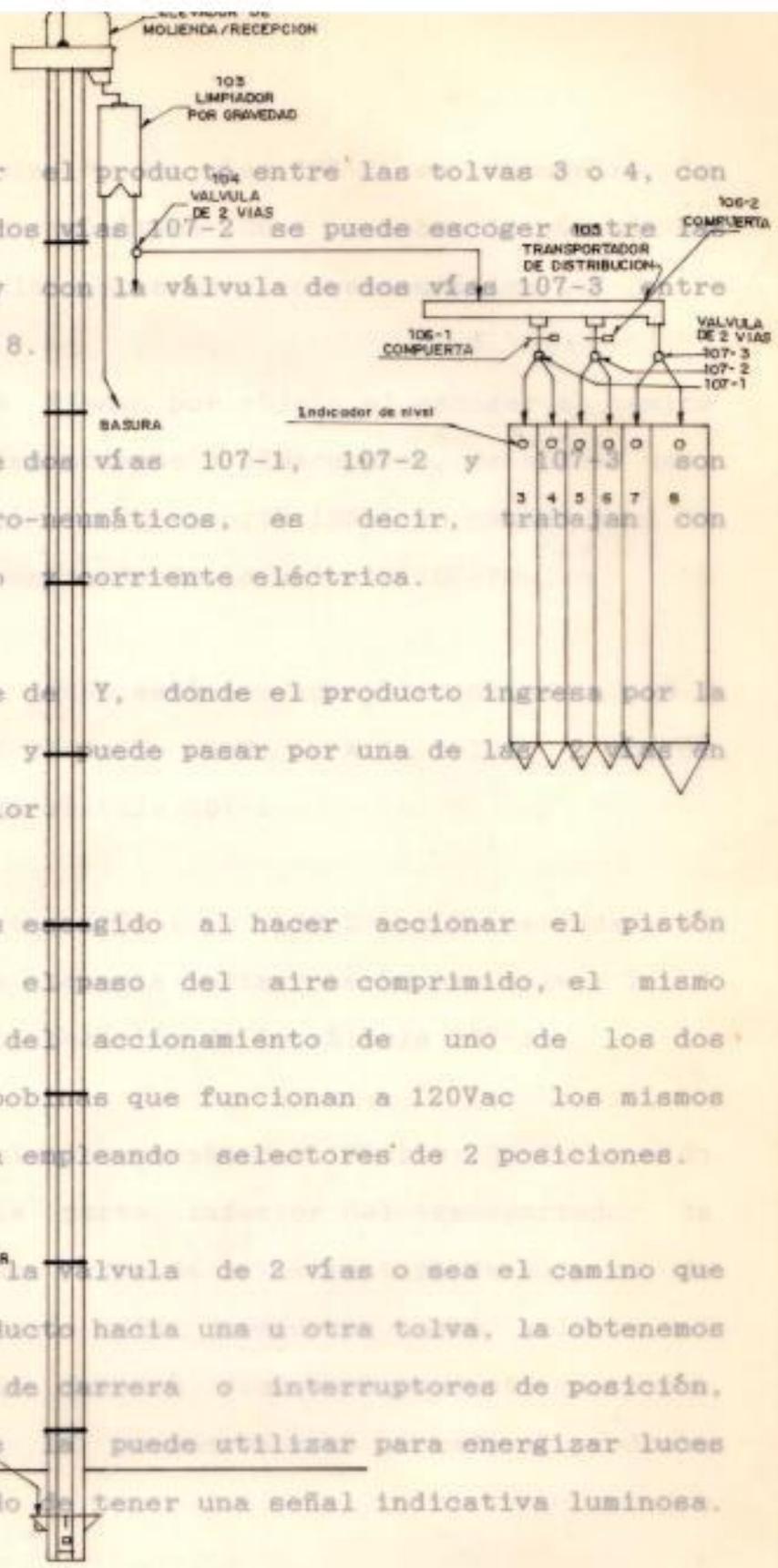
escoger enviar el producto entre las tolvas 3 o 4, con la válvula de dos vías 107-2 se puede escoger entre las tolvas 5 o 6 y con la válvula de dos vías 107-3 entre las tolvas 7 u 8.

Las válvulas de dos vías 107-1, 107-2 y 107-3 son equipos electro-neumáticos, es decir, trabajan con aire comprimido y corriente eléctrica.

Son una especie de Y, donde el producto ingresa por la parte superior y puede pasar por una de las ramas en su parte inferior.

Este camino es elegido al hacer accionar el pistón neumático por el paso del aire comprimido, el mismo que depende del accionamiento de uno de los dos solenoides o bobinas que funcionan a 120Vac los mismos que se accionan empleando selectores de 2 posiciones.

La posición de la válvula de 2 vías o sea el camino que tiene el producto hacia una u otra tolva, la obtenemos de los límites de carrera o interruptores de posición, cuya señal se puede utilizar para energizar luces pilotos, de modo de tener una señal indicativa luminosa.



PLANO EF-1  
14  
SECCION DE RECEPCION

escoger enviar el producto entre las tolvas 3 o 4, con la válvula de dos vías 107-2 se puede escoger entre las tolvas 5 o 6 y con la válvula de dos vías 107-3 entre las tolvas 7 u 8.

Las válvulas de dos vías 107-1, 107-2 y 107-3 son equipos electro-neumáticos, es decir, trabajan con aire comprimido y corriente eléctrica.

Son una especie de Y, donde el producto ingresa por la parte superior y puede pasar por una de las 2 vías en su parte inferior.

Este camino es escogido al hacer accionar el pistón neumático por el paso del aire comprimido, el mismo que depende del accionamiento de uno de los dos solenoides o bobinas que funcionan a 120Vac los mismos que se accionan empleando selectores de 2 posiciones.

La posición de la válvula de 2 vías o sea el camino que tiene el producto hacia una u otra tolva, la obtenemos de los límites de carrera o interruptores de posición, cuya señal se la puede utilizar para energizar luces pilotos, de modo de tener una señal indicativa luminosa.

Sobre la válvula de dos vías 107-1 se encuentra la compuerta electro-neumática 106-1 y sobre la válvula de dos vías 107-2 la compuerta electro-neumática 106-2.

Estas compuertas tienen por objeto el escoger el camino que tendrá el ingrediente a almacenarse, de suerte que, al estar abierta la compuerta 106-1 su camino será la tolva 3 o 4, dependiendo de la válvula 107-1.

Si la compuerta 106-1 está cerrada y la compuerta 106-2 está abierta, el producto puede ir a la tolva 5 o 6, dependiendo de la válvula 107-2.

Si las compuertas 106-1 y 106-2 están cerradas, el camino para la materia prima serán las tolvas 7 u 8 dependiendo de la posición de la válvula 107-3.

Las compuertas electro-neumáticas 106-1 y 106-2 han sido acopladas en la parte inferior del transportador de distribución como parte de la estructura de su piso, de forma que cuando la compuerta esté abierta al transportador le faltará piso y el producto caerá por ese espacio, si la compuerta está cerrada el producto seguirá de largo.

La acción de abrir o cerrar la compuerta la realizará el pistón neumático y su acción es comandada por el solenoide respectivo, y la posición de la compuerta se la señala a través de los interruptores de posición incorporados.

La válvula de 2 vías 104, es una válvula de accionamiento manual, cuya posición es señalada por los interruptores de posición acoplados a la válvula y su accionamiento se lo realiza con la ayuda de una cadena.

La ubicación de ésta válvula nos da la opción de que el producto vaya hacia el transportador 105 cuando los equipos precedentes a ésta válvula se están empleando como parte de la sección de recepción.

El producto puede ir hacia la tolva de granos, cuando los equipos precedentes a ésta válvula se están empleando como parte de la sección de molienda.

El limpiador por gravedad 103 es una especie de filtro o cernidera donde los elementos extraños como: piedras, madera o restos no metálicos cuyo tamaño y peso son diferentes a la estructura de las materias primas que pasan por él, son separados y son enviados hacia un depósito de basura.

El elevador de recepción 102 con un motor eléctrico de 5 HP 230/460V 60Hz, tiene aproximadamente unos 35 metros de altura y en el eje de su extremo superior se acopla el eje del motor eléctrico y en el eje de su extremo inferior se encuentran los contrapesos que nos permiten ajustar la banda para que esté perfectamente centrada y templada dentro del elevador y no existan roces.

Adicionalmente en el extremo inferior del elevador se ha colocado un fuerte imán de forma rectangular que se encarga de no dejar pasar con las materias primas elementos metálicos como: clavos, tapas de colas, soldaduras, etc, que son muy peligrosos para ciertos equipos de la planta.

Como ya se dijo, el resto de basura que son elementos no metálicos que no los detecta el imán son sacados de la línea por el limpiador por gravedad 103.

El transportador de recepción 101 posee un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz, y es un equipo similar al transportador 105.

Se encarga de transportar todas las materias primas hacia el elevador de recepción 102, las mismas que son

descargadas a granel o en sacos a la tolva de recepción. Para resumir, la carga eléctrica de la sección de recepción que debe considerarse en el diseño eléctrico de fuerza de la planta se muestra en la Tabla 2.1.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
TRANSPORTADOR DE RECEPCION 101	1
ELEVADOR DE RECEPCION 102	5
TRANSPORTADOR DE DISTRIBUCION 105	1

TABLA 2.1 CARGA ELECTRICA SECCION DE RECEPCION

## 2.2 SECCION DE MOLIENDA

En ésta sección se realiza la molienda o trituración de los granos que han sido receptados y almacenados en la tolva de almacenamiento de granos 1.

En la planta, las secciones de recepción y de molienda poseen 3 equipos comunes a las dos áreas y estos son: elevador 102, limpiador 103 y válvula de 2 vías 104.

En la Figura 2.2 - Plano EF-2 Sección de Molienda - que muestra a ésta sección, notaremos que la válvula de 2 vías 108, que es una válvula electro-neumática

con selector e indicador de posición, nos permite enviar los granos a la tolva 1 y el material ya molido a la tolva 2 donde se almacena como un ingrediente más para la fórmula a emplearse.

Los granos pueden llegar a la tolva 1 a través de 2 caminos, si los granos se receiptan secos pueden ser enviados usando el transportador 101, el elevador 102 y la válvula 104.

Si a los granos ha sido necesario secarlos en la batería de silos de la planta, estos llegan a través del transportador de granos de la batería de silos.

El proceso de molienda lo realiza el molino de martillos 202 que tiene un motor eléctrico de 100 HP 230/460V 60Hz.

Los granos ingresan al molino con la ayuda del alimentador rotativo con motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

La velocidad del alimentador debe ser controlada para lograr un trabajo continuo y controlado del molino de granos, pues lo ideal sería que los productos tenga un flujo constante, pero en la práctica esto no ocurre y



**PLANO EF- 2**  
20  
**SECCION DE MOLIENDA**

con selector e indicador de posición, nos permite enviar los granos a la tolva 1 y el material ya molido a la tolva 2 donde se almacena como un ingrediente más para la fórmula a emplearse.

Los granos pueden llegar a la válvula 108 a través de 2 caminos, si los granos se receiptan secos pueden ser enviados usando el transportador 101 , el elevador 102 y la válvula 104.

Si a los granos ha sido necesario secarlos en la batería de silos de la planta, estos llegan a través del transportador de granos de la batería de silos.

El proceso de molienda lo realiza el molino de martillos 202 que tiene un motor eléctrico de 100 HP 230/460V 60Hz.

Los granos ingresan al molino con la ayuda del alimentador rotativo 201 con motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

La velocidad del alimentador debe ser controlada para lograr un trabajo continuo y controlado del molino de granos, pues lo ideal sería que los productos tenga un flujo constante, pero en la práctica esto no ocurre y

aquí es donde entra el trabajo del operador de la sección para estar atento a las variaciones del flujo del producto y evitar los dos extremos, que el molino trabaje en vacío o que trabaje sobrecargado.

El producto molido cae al transportador del molino 203 que es un transportador de tornillo accionado por un motor eléctrico de 2HP 230/460V 60Hz.

Sobre el mismo transportador, al otro extremo de donde cae el producto molido, está el colector de polvo con el ventilador de asistencia 204 que tiene un motor eléctrico de 3HP 230/460V 60Hz.

Este ventilador cumple dos funciones, la más importante es la de lograr que toda la gran cantidad de polvo que sale, producto de la molienda de los granos, vaya al colector que actúa como un filtro, lográndose que todas las finísimas partículas de producto caigan al transportador y no salgan a la atmósfera.

La otra función que cumple es enfriar al producto que cae del molino, que por el propio proceso sale con una altísima temperatura.

El transportador 203 envía al producto hacia el elevador 102, que como ya se mencionó, es común para las secciones de recepción y de molienda.

Resumiendo, la Carga Eléctrica de la SECCION DE MOLIENDA se muestra en la Tabla 2.2.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
ALIMENTADOR ROTATIVO 201	1
MOLINO DE MARTILLOS 202	100
TRANSPORTADOR DEL MOLINO 203	2
VENTILADOR DE ASISTENCIA 204	3

TABLA 2.2 CARGA ELECTRICA SECCION DE MOLIENDA

### SECCION DE DOSIFICACION Y MEZCLADO

Revisando la Figura 2.3 - Plano EF-3 Sección de Dosificación y Mezclado - notamos que para que los ingredientes que son parte de la fórmula lleguen a la tolva de pesaje o dosificación 302, se necesitan a los transportadores alimentadores de las tolvas de ingredientes.

ELEVADOR DE PRODUCTO MEZCLADO  
 310 VALVULA DE 2 VIAS  
 311 VALVULA DE 2 VIAS

El eje del transportador o del tornillo es manejado por un motor eléctrico de 2 HP 230/460V 60Hz.

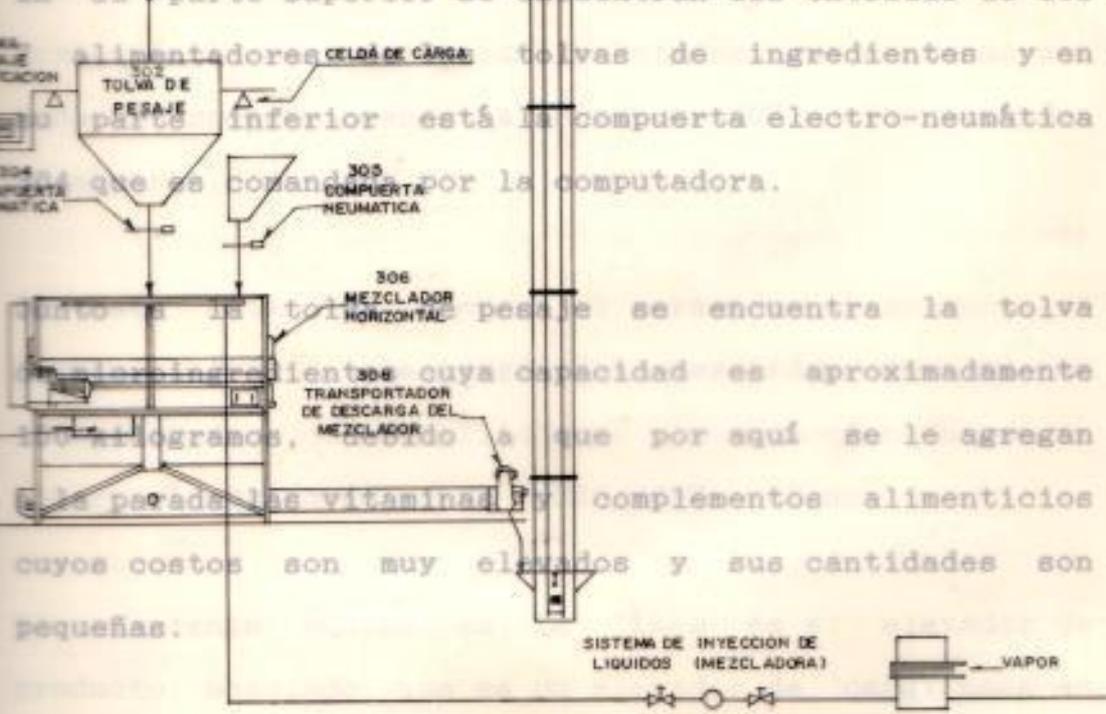
Recordando lo anotado anteriormente, la sección de recepción contamos con 6 tolvas de ingredientes y en la sección de molienda tenemos 1 tolva de producto molido, esto quiere decir que tenemos 7 transportadores alimentadores para llevar los ingredientes hacia la tolva de pesaje.



La tolva de pesaje 302, está fabricada de planchas de acero inoxidable 1/2 pulgada de espesor y puede alojar unos 5.000 kilogramos o 5 toneladas de producto.

En su parte superior se encuentran las entradas de los alimentadores M 301-1 al M 301-7. En su parte inferior está la compuerta electro-neumática que es comandada por la computadora.

En la tolva de pesaje se encuentra la tolva alimentadora horizontal cuya capacidad es aproximadamente 100 kilogramos, debido a que por aquí se le agregan los pesados las vitaminas y complementos alimenticios cuyos costos son muy elevados y sus cantidades son pequeñas.



PLANO E F- 3  
 SECCION DE DOSIFICACION Y MEZCLADO

El eje del transportador o del tornillo es manejado por un motor eléctrico de 2 HP 230/460V 60Hz.

Recordando lo anotado anteriormente, en la sección de recepción contamos con 6 tolvas de ingredientes y en la sección de molienda tenemos 1 tolva de producto molido, esto quiere decir que tenemos 7 transportadores alimentadores para llevar los ingredientes hacia la tolva de pesaje.

La tolva de pesaje 302, está fabricada de planchas metálicas de 1/2 pulgada de espesor y puede alojar unos 5.000 kilogramos o 5 toneladas de producto.

En su parte superior se encuentran las entradas de los 7 alimentadores de las tolvas de ingredientes y en su parte inferior está la compuerta electro-neumática 304 que es comandada por la computadora.

Junto a la tolva de pesaje se encuentra la tolva de microingredientes cuya capacidad es aproximadamente 150 kilogramos, debido a que por aquí se le agregan a la parada las vitaminas y complementos alimenticios cuyos costos son muy elevados y sus cantidades son pequeñas.

En la parte inferior de ésta tolva está la compuerta electro-neumática 305 cuyo comando es semi-automático.

El mezclador horizontal 306 es accionado por un motor eléctrico de 20HP 230/460V 60Hz y su función es mezclar perfectamente los ingredientes componentes de la fórmula.

En su parte inferior se encuentra la compuerta electro-neumática 307 la misma que es también comandada por la computadora y su apertura depende del tiempo que la parada debe permanecer dentro del mezclador.

Para que todo el producto mezclado sea evacuado hacia su tolva respectiva, existe una especie de tolva que es parte de la estructura del mezclador, que es donde cae todo el producto cuando la compuerta 307 recibe la orden de abrirse.

De éste sitio se encarga el arrastrar el producto el transportador de descarga del mezclador que es un transportador de tornillo cuyo eje es accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60 Hz.

El siguiente equipo en la línea es el elevador de producto mezclado, que es un elevador de cangilones de

aproximadamente 39 metros de altura accionado por un motor eléctrico de 5 HP 230/460V 60Hz.

El elevador sube el producto hacia el limpiador 312 que es accionado por un motor eléctrico de 7.5 HP 230/460V 60Hz.

Este limpiador realiza el trabajo de cernir el producto mezclado para evitar que existan materiales extraños que pueden haberse introducido en los ductos metálicos que sirven como enlaces entre los diferentes equipos.

Posterior a su paso por el limpiador el producto pasa hasta la tolva 9 de producto mezclado, pero previamente ya a pasado por las válvulas de 2 vías 310, 311 y 313, las mismas que son empleadas en caso que exista algún problema en la línea.

Adicionalmente debemos mencionar que para la inyección de líquidos a la parada que se encuentra en el interior del mezclador, se utilizará una bomba centrífuga con motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

Resumiendo, la Carga Eléctrica de la sección de Dosificación y Mezclado se muestra en la Tabla 2.3.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
ALIMENTADOR TOLVA 2 301-1	2
ALIMENTADOR TOLVA 3 301-2	2
ALIMENTADOR TOLVA 4 301-3	2
ALIMENTADOR TOLVA 5 301-4	2
ALIMENTADOR TOLVA 6 301-5	2
ALIMENTADOR TOLVA 7 301-6	2
ALIMENTADOR TOLVA 8 301-7	2
MEZCLADOR HORIZONTAL 306	20
TRANSPORTADOR DESCARGA MEZCLADOR 308	1
ELEVADOR DE CANGILONES 309	5
LIMPIADOR 312	7.5
BOMBA DE LÍQUIDOS 314	1

TABLA 2.3 CARGA ELECTRICA SECCION DOSIFICACION Y MEZCLADO

#### SECCION DE TEXTURIZADO

La sección de Texturizado es una fiel copia de la sección de molienda, en cuanto tiene que ver con los equipos que la conforman, como se puede apreciar en la Figura 2.4 - Plano EF-4 Sección de Texturizado -.

Su función es realizar la molienda del producto mezclado que se encuentra almacenado en la tolva 9 y una vez

texturizado llevarlo hacia las tolvas 10 y 11.

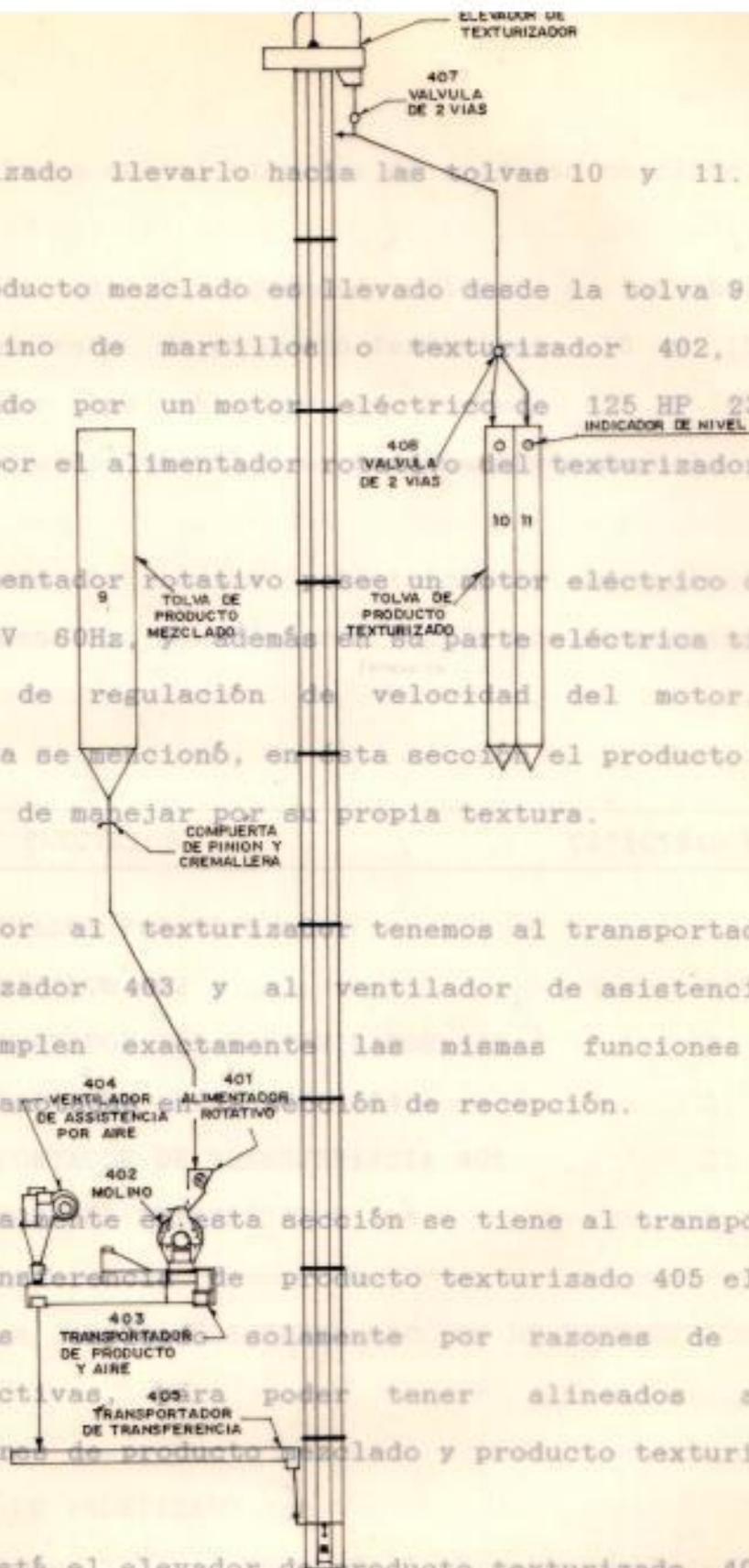
El producto mezclado es llevado desde la tolva 9 hasta el molino de martillos o texturizador 402, que es accionado por un motor eléctrico de 125 HP 230/460V 60Hz, por el alimentador rotativo del texturizador 401.

El alimentador rotativo usa un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz, y además en su parte eléctrica tiene un equipo de regulación de velocidad del motor, pues como ya se mencionó, en esta sección el producto es muy difícil de manejar por su propia textura.

Posterior al texturizador tenemos al transportador del texturizador 403 y al ventilador de asistencia 404 que cumplen exactamente las mismas funciones que ya fueron asignadas en la sección de recepción.

Adicionalmente en esta sección se tiene al transportador de transferencia de producto texturizado 405 el mismo que es necesario solamente por razones de orden constructivas, para poder tener alineados a los elevadores de producto mezclado y producto texturizado.

Luego está el elevador de producto texturizado 406 que es un elevador de cangilones que tiene exactamente la



PLANO EF-4  
SECCION DE TEXTURIZADO

texturizado llevarlo hacia las tolvas 10 y 11.

El producto mezclado es llevado desde la tolva 9 hasta el molino de martillos o texturizador 402, que es accionado por un motor eléctrico de 125 HP 230/460V 60Hz, por el alimentador rotativo del texturizador 401.

El alimentador rotativo posee un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz, y además en su parte eléctrica tiene un equipo de regulación de velocidad del motor, pues como ya se mencionó, en ésta sección el producto es muy difícil de manejar por su propia textura.

Posterior al texturizador tenemos al transportador del texturizador 403 y al ventilador de asistencia 404 que cumplen exactamente las mismas funciones que ya fueron anotadas en la sección de recepción.

Adicionalmente en esta sección se tiene al transportador de transferencia de producto texturizado 405 el mismo que es empleado solamente por razones de orden constructivas, para poder tener alineados a los elevadores de producto mezclado y producto texturizado.

Luego está el elevador de producto texturizado 406 que es un elevador de cangilones que tiene exactamente la

misma altura que el elevador de producto mezclado.

Antes de que el producto llegue a las tolvas de almacenamiento de producto texturizado 10 y 11, debe pasar por las válvulas de 2 vías 407 y 408, las mismas que son válvulas de accionamiento manual.

Resumiendo, la carga eléctrica de la Sección de Texturizado a considerarse es la que se muestra en la Tabla 2.4.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
ALIMENTADOR ROTATIVO 401	1
TEXTURIZADOR 402	125
TRANSPORTADOR DEL TEXTURIZADOR 403	2
VENTILADOR DE ASISTENCIA 404	3
TRANSPORTADOR DE TRANSFERENCIA 405	2
ELEVADOR DEL TEXTURIZADOR 406	5

TABLA 2.4 CARGA ELECTRICA SECCION DE TEXTURIZADO

#### SECCION DE PELETIZADO

En la Figura 2.5 - Plano EF-5 Sección de Peletizado- se muestra todos los componentes de ésta área.

Desde las tolvas 10 y 11 se puede extraer el producto texturizado con la ayuda del alimentador de la peletizadora 501 que es accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

Luego el producto pasa al termo-acondicionador 502, que es un transportador de tornillo accionado por un motor eléctrico de 10 HP 230/460V 60Hz, donde al producto se le inyecta en forma indirecta vapor seco de agua para que adquiera cierta temperatura y no exista choque térmico cuando ingrese al siguiente equipo de la línea.

El vapor no entra en contacto directo con el producto debido a que el transportador posee una camisa entre el tornillo y su envoltura del equipo de tal forma que en éste espacio se introduce el vapor.

Después el producto con cierta temperatura cae al acondicionador 503 que también es un transportador accionado por un motor eléctrico de 20 HP 230/460V 60Hz, en éste equipo el vapor se inyecta de manera directa para que el producto alcance una temperatura de alrededor de 90 grados centígrados para producir el cocinamiento de los almidones de la mezcla.

Del acondicionador el producto pasa a la peletizadora 504 que es accionada por un motor eléctrico de 150 HP 230/460V 60Hz y como ya se mencionó es el equipo más importante de la Planta.

Aquí se obtiene el pelet que es el nombre del alimento balanceado para el camarón y su tamaño depende de la matriz que se coloque en el dado de la máquina, que puede ser de 1/8, 3/32 o 5/32 de pulgada de diámetro y que tiene cierta semejanza con un pequeño cigarrillo.

El pelet sale del dado con una temperatura de 92 grados centígrados, por esta razón el siguiente equipo de la línea es el enfriador de placas horizontal 505 que es accionado por un motor eléctrico de 1.5HP 230/460V 60Hz.

Es de anotar que las placas del enfriador son accionadas a través de reductores de velocidad de cadenas, de forma que su movimiento sea muy lento y el pelet se enfríe con mayor facilidad.

Para extraer los gases calientes que emana el pelet que se está desplazando por las placas del enfriador se utiliza el ventilador del enfriador 506 accionado por un motor eléctrico de 20 HP 230/460V 60Hz.

Los gases son enviados hasta el colector de polvo 507, cuya función es hacer que a la atmósfera salgan solo el aire caliente puro y que en su interior se acumulen los polvos o la materia sólida que pueden salir junto a los gases calientes que se extraen del enfriador.

El transportador de pelet 509, accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz y es un transportador de arrastre de pelet que pasó por el enfriador.

Si el pelet necesita pasar por la unidad reductora de partículas 510 o también llamado desmoronador, se hace necesario el transportador de transferencia de pelet 511.

El desmoronador es accionado por un motor eléctrico de 40 HP 230/460V 60Hz y el transportador por un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

Para llevar el pelet hasta sus tolvas de almacenamiento se requiere del elevador de pelet 512, que es un elevador de cangilones de unos 33 metros de altura y es accionado por un motor de 5 HP 230/460V 60Hz.

Posterior al elevador 512, se encuentra la válvula de 3 vías 513 que es de accionamiento manual y para

señalar su posición posee incorporados los interruptores de posición, las opciones que nos da la válvula 513 es que el pelet ingrese o no ingrese a la zaranda 514.

La zaranda 514, accionada por un motor eléctrico de 1.5 HP 230/460V 60Hz, es del tipo vibratoria horizontal y sirve para separar las partículas muy finas o los polvos que vienen con el pelet, de forma que se asegura que el pelet ingrese casi limpio a sus tolvas de almacenamiento.

Las partículas finas o el polvo que se obtiene en la zaranda son enviados de retorno a las tolvas 10 y 11 para unirse al producto listo para peletizarse, este envío de los polvos se logra con el empleo del transportador de retorno de finos 516 que es accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

Una vez que el pelet pasa por la zaranda nos encontramos con las válvulas de 3 vías 515-1, 515-2 y 515-3, las mismas que son de accionamiento manual y nos dan la opción de llevar al pelet a cualquiera de sus 3 tolvas de almacenamiento numeradas como tolva 12, tolva 13 y tolva 14.

En la Tabla 2.5 se condensan las cargas eléctricas de la sección que deben ser consideradas.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
ALIMENTADOR DE LA PELETIZADORA 501	1
TERMO-ACONDICIONADOR 502	10
ACONDICIONADOR 503	20
PELETIZADORA 504	150
ENFRIADOR DE PLACAS 505	1
VENTILADOR DEL ENFRIADOR 506	20
TRANSPORTADOR DE PELET 507	1
REDUCTOR DE PARTÍCULAS 510	40
TRANSPORTADOR DE TRANSFERENCIA 511	1
ELEVADOR DE PELET 512	5
ZARANDA 514	1.5
TRANSPORTADOR RETORNO FINOS 516	1

TABLA 2.5 CARGA ELECTRICA SECCION DE PELETIZADO

#### SECCION DE ENSACADO

En la Figura 2.5 - Plano EF-5 Sección de Ensacado - se muestra a ésta sección con sus componentes, en conjunto con la sección de peletizado.

El pelet para llegar a la tolva de ensacado 605, puede hacerlo por 2 caminos, el uno que el más directo solo necesita del transportador de transferencia de pelet.

ELEVADOR PARA PELETS

507 COLECTOR

El otro camino es pasar a través del aplicador de grasa,

que como su nombre lo menciona sirve para aplicar el pelet.

de la aplique una envoltura o capa de grasa.

Entonces la grasa sirve como un transmisor de energía

especie y además al recubrir el pelet le da

mayor consistencia para que dure mucho más dentro del

agua que esta más fría que de costumbre.

El equipo aplicador de grasa está compuesto de una serie

de equipos que vienen como una sola estructura completa,

su parte superior cuenta con el alimentador de

pelet.

Este alimentador es del tipo rotativo y es accionado por

un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

Estos 2 equipos están accionados por motores eléctricos de 1 HP 230/460V 60Hz.

Entre estos 2 equipos se encuentran un aplicador de grasa

de tipo vertical que aplica la grasa y para ello también se cuenta

con un aplicador de vapor de agua.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

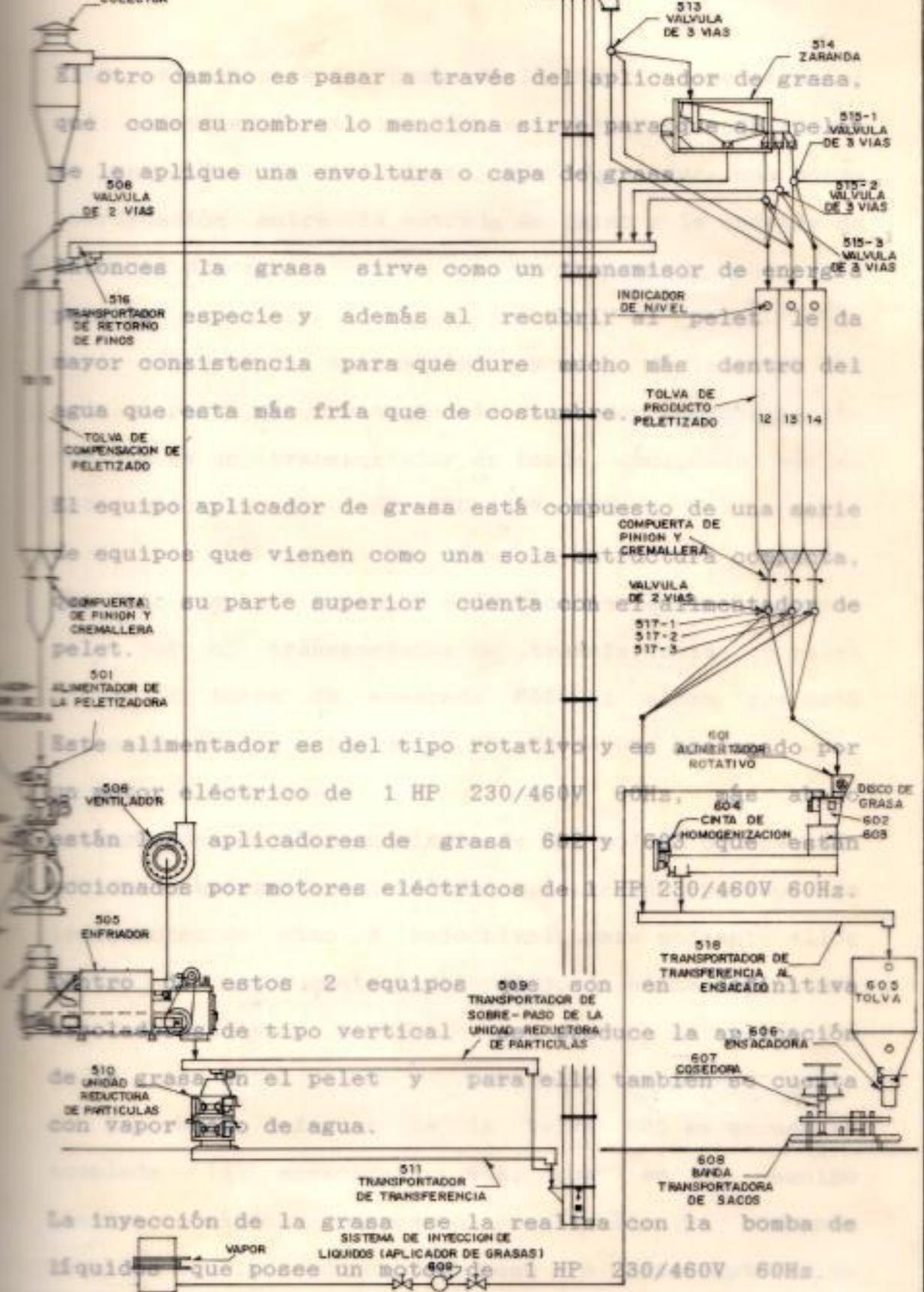
líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de

líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.



# PLANO E F - 5

37

## SECCION DE PELETIZADO Y ENSACADO

El otro camino es pasar a través del aplicador de grasa, que como su nombre lo menciona sirve para que al pelet se le aplique una envoltura o capa de grasa.

Entonces la grasa sirve como un transmisor de energía para la especie y además al recubrir al pelet le da mayor consistencia para que dure mucho más dentro del agua que esta más fría que de costumbre.

El equipo aplicador de grasa está compuesto de una serie de equipos que vienen como una sola estructura compacta, que en su parte superior cuenta con el alimentador de pelet.

Este alimentador es del tipo rotativo y es accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz, más abajo están los aplicadores de grasa 602 y 603 que están accionados por motores eléctricos de 1 HP 230/460V 60Hz.

Dentro de estos 2 equipos que son en definitiva mezcladores de tipo vertical se produce la aplicación de la grasa en el pelet y para ello también se cuenta con vapor seco de agua.

La inyección de la grasa se la realiza con la bomba de líquidos que posee un motor de 1 HP 230/460V 60Hz.

Tanto el motor de la bomba de líquidos como el motor del alimentador rotativo tienen los equipos reguladores de velocidad de tal forma que se asegura una buena coordinación entre la entrada de pelet y la entrada de grasa al proceso.

Para asegurar una aplicación homogénea de la grasa en todo el pelet, se cuenta con la cinta de homogeneización 604 que es un transportador de banda accionado por un motor eléctrico de 1 HP 230/460V 60Hz.

Una vez que el pelet ha sido recubierto por la grasa, sale por el transportador de transferencia de pelet hacia la tolva de ensacado 605, el mismo que está accionado por un motor de 2 HP 230/460V 60 Hz.

La capacidad de almacenamiento de la tolva de ensacado son aproximadamente 2 toneladas y tiene incorporados los indicadores de alto y bajo nivel, para mediante ellos llevar un mejor control del flujo de alimentación del pelet a la tolva.

En la parte inferior de la tolva 605 se encuentra acoplada la ensacadora 606, que es un equipo electro-neumático compuesto por relés y pistones neumáticos, indicadores de peso e interruptores de

posición.

El saco cae en la banda transportadora de sacos 608 de forma que, al avanzar, pasa por la cosedora de sacos 607 y quedaría listo para su almacenamiento y posterior venta.

La Carga Eléctrica a considerarse en ésta área se muestra en la Tabla 2.6

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
ALIMENTADOR ROTATIVO 601	1
DISCO DE PELET 602	1
DISCO DE GRASA 603	1
BOMBA DE LIQUIDOS 609	1
CINTA DE HOMOGENIZACION 604	1
TRANSPORTADOR DE TRANSFERENCIA 518	2
COSEDORA DE SACOS 607	1
BANDA TRANSPORTADORA DE SACOS 608	0.5

TABLA 2.6 CARGA ELECTRICA SECCION DE ENSACADO

## SECCION DE SISTEMAS AUXILIARES

Dentro de lo que denominamos los sistemas auxiliares tenemos al compresor de aire, cuya finalidad es entregar el aire comprimido en cantidad y en calidad adecuada para el buen funcionamiento de todas las válvulas y compuertas neumáticas que existen en la planta.

El compresor es accionado por un motor eléctrico de 25 HP 230/460V 60Hz.

Otro equipo de gran importancia en la planta es el caldero para producir vapor de agua, ya que como se recordará para el proceso de peletizado o producción del balanceado para camarón, es necesario que el producto sea cocinado en el acondicionador por medio del vapor seco de agua.

También al vapor lo empleamos en el equipo aplicador de grasa al pelet.

Para efectos de considerar las cargas eléctricas del caldero, se debe tener en cuenta los siguientes equipos:

Soplador de aire para la combustión.

Bomba de combustible.

Bomba de alimentación de agua cruda.

Ablandador de agua cruda.

Bomba de alimentación de agua tratada.

Tablero de control del caldero.

Por otro lado, debe considerarse la carga eléctrica del laboratorio de la planta, donde se realizan las pruebas y análisis de los ingredientes y de las distintas fórmulas que se empleen para tener un excelente control de calidad.

Aquí se deben considerar:

Tomacorrientes de servicio general de 110 v.

Tomacorrientes de servicio de 220 v.

Tomacorrientes para aire acondicionado.

Servicio de alumbrado interior.

El alumbrado interior y exterior de la planta, los tomacorrientes de servicio de 110 y 220 voltios y la instalación eléctrica de oficinas de la dirección y administración de la planta también deben ser consideradas dentro de los servicios auxiliares de la planta.

## CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRICO DE FUERZA

## NIVEL DE VOLTAJE

El sitio donde se instalará el complejo industrial es cercano a la subestación eléctrica principal de Bahía de Caráquez, donde llega el SNI - Sistema Nacional Interconectado - con una línea de 69 Kv. a través de Portoviejo y Tosagua.

Por su ubicación la Empresa Eléctrica Manabí s.a. - EMELMANABI - no tendría ningún inconveniente en brindar a la nueva planta un servicio trifásico de 13.2 Kv.

La primera determinación en el diseño eléctrico es el nivel de voltaje de los motores de la planta y en general del sistema eléctrico del complejo.

Tomando en cuenta la información de los equipos suministrados conocemos que los motores eléctricos son fabricados en los Estados Unidos, por tanto pueden ser conectados a 460 o 230 voltios.

El transformador trifásico principal de la planta que nos permitirá reducir el voltaje de 13.2 Kv.

entregado por la empresa eléctrica, tiene el mismo costo si el voltaje que sus devanados secundarios entregan es 230 o 460 voltios.

El costo de los componentes del sistema eléctrico, como son: breakers, barras de cobre de distribución, tableros de distribución, conductores eléctricos, contactores, relés térmicos, electrocanales, etc, tiene relación directa con la corriente eléctrica que va a circular por ellos.

Si su capacidad nominal o lo que es lo mismo decir el amperaje que van a soportar es mayor su costo también será mayor.

En general, en toda instalación eléctrica industrial nueva, siempre es recomendable, tener un nivel de voltaje de 460 voltios, por supuesto si sus equipos pueden ser conectados a ese nivel.

Económicamente la instalación eléctrica es mucho más conveniente, ya que los tableros y arrancadores son físicamente mas pequeños, los conductores eléctricos tendrán un calibre inferior, ya que la circulación de corriente disminuye,

Debemos tomar como base que, para cubrir la misma potencia en un sistema a 230 voltios, la corriente eléctrica es exactamente el doble comparada con la que existiría si el voltaje es 460 voltios.

El único equipo adicional que debe ser considerado para tener servicio eléctrico a 220 y 120 voltios para alumbrados, aires acondicionados y tomacorrientes de servicio general, es un transformador tipo seco, cuya capacidad depende de la carga de alumbrados y servicios generales.

En la planta se determinó la conveniencia de poseer los 2 niveles de voltaje, 460 voltios para los motores y 220 y 110 voltios para alumbrados y equipos auxiliares.

Entonces, se utilizarán:

1 transformador trifásico de distribución autoenfriado sumergido en aceite.

voltaje nominal primario	13200	voltios
voltaje nominal secundario	460	voltios
tipo de conexión	DYn5	
frecuencia	60	hertz
impedancia	4.0	%
nivel básico de aislamiento	95	KV
taps en el primario	2.5	%

1 transformador trifásico	tipo seco	
voltaje nominal primario	460	voltios
voltaje nominal secundario	208/120	voltios
conexión primario	delta	
conexión secundario	estrella	
taps primario y secundario	2.5	%

### TIPOS DE ARRANCADORES

De la información descrita en el Capítulo 2 obtenemos la Tabla 3.1 donde se detallan a los motores de mayor capacidad de la planta.

MOTOR ELECTRICO	CAPACIDAD EN HP
Peletizadora 504	150
Texturizador 402	125
Molino 202	100
Desmoronador 510	40
Compresor de Aire 710	25
Acondicionador 503	20
Ventilador 506	20
Mezclador 306	20
Termo-acondicionador 502	10

TABLA 3.1 LISTADO DE MOTORES DE MAYOR CAPACIDAD

Revisando la Tabla 3.1 arriba mostrada, existen 3 equipos cuya capacidad es notable dentro del complejo industrial y están ubicados en diferentes secciones, el resto de motores eléctricos son de capacidades menores a los 7.5 HP.

Una vez determinado que el voltaje al que trabajarán los motores será 460 voltios, el siguiente paso es decidir que tipo de arranque se emplearán, sobre todo en los motores de gran capacidad.

Para tener un panorama mucho más amplio y tomar una decisión más acertada, debemos revisar la capacidad del transformador principal de la planta, ya que, entre mayor capacidad en reserva posea, existen mayores posibilidades de arranques directos.

SECCION	CAPACIDAD EN HP
RECEPCION	7
MOLIENDA	106
DOSIFICACION	48.5
TEXTURIZADO	138
PELETIZADO	251.5
SERVICIOS AUXILIARES	100

TABLA 3.2 CARGA ELECTRICA GLOBAL ACTUAL

De la Tabla 3.2 se determina que la carga eléctrica global es de 651 HP, considerando un factor de eficiencia y un factor de servicio del 80 % obtenemos una carga actual de 417 HP.

Además, de conversaciones sostenidas con los personeros de la planta industrial, se debe considerar la Tabla 3.3

SECCION	CAPACIDAD EN HP
LINEA DE PELETIZADO 2	242
BATERIA DE SILOS	75

TABLA 3.3 CARGA ELECTRICA DE AMPLIACIONES

Entonces la carga por futuras ampliaciones es 317 HP y considerando los mismos factores de eficiencia y de servicio obtenemos un valor de 203 HP.

Por tanto, la carga total a cubrirse será de 620 HP, considerando una reserva del 20 % llegamos a 744 HP, por esta razón la capacidad del transformador principal será mínimo de 750 KVA.

La capacidad del transformador principal ya incluida las futuras ampliaciones es tal que, todavía existe un remanente de carga del 20%, lo que nos permitirá decidir que los motores de hasta los 40 HP tendrán un arranque directo y los motores eléctricos de capacidad superior su arranque será a voltaje reducido.

Existen varias maneras de arranque a voltaje reducido, y en nuestro medio las más empleadas son el arranque con autotransformador y el arranque Y - Delta o estrella- triángulo.

Económicamente el arranque Y - Delta es más conveniente que el arranque con autotransformador, debido a que el precio del autotransformador encarece casi al doble su costo.

Pero la forma de determinar el tipo de arrancador que le conviene, depende de la inercia inicial de la carga a mover o sea del torque de arranque.

Si la inercia de la carga es alta o si normalmente el motor tendrá aplicado a su eje toda la carga al momento de arrancar, entonces a pesar de su costo se deberá emplear el arranque con autotransformador.

Para nuestro complejo industrial emplearemos el arranque estrella - triángulo para los 3 equipos cuya capacidad es superior a los 40 HP.

La decisión es tomada como una combinación de tipo económica y técnica, ya que, tanto los 2 molinos como la peletizadora en el momento de su arranque estarán vacíos y la inercia inicial no es alta.

### 3.3 PROTECCIONES

La protección eléctrica del transformador principal de la planta cuya capacidad es 750 KVA, se la realizará a través de las cajas seccionadores portafusibles que se colocarán en el arranque de la acometida eléctrica aislada a 13.2 Kv.

Se emplearán las tirafusibles tipo K de 40 amperios, ya que el amperaje nominal del transformador es 32.8 amperios a 13.2Kv.

Adicionalmente en la línea aérea de alta tensión se colocarán pararrayos tipo válvula, que protegen a todo el sistema eléctrico de sobrevoltajes por descargas atmosféricas.

Como ya se mencionó, la planta industrial tendrá una fuente de energía eléctrica alternativa, que es un grupo generador accionado por un motor a diesel y entregará su servicio a 460 voltios.

En el tablero principal de distribución a 460 voltios tendremos entonces, las barras de distribución principal las mismas que serán alimentadas a través de los breakers termomagnéticos 1 y 2.

El breaker termomagnético 1, es la protección de los devanados secundarios del transformador principal y será trifásico de 1200 amperios, por cuanto el amperaje nominal del secundario está por los 930 y si a éste valor la aumentamos el 25% obtendremos un valor muy cercano a los 1200 Amperios.

El breaker termomagnético 2, es la protección de los devanados del generador eléctrico de 450 kilovatios y éste breaker será trifásico de 800 amperios ya que el amperaje nominal del generador es de 650 amperios.

Desde la barras de distribución principal parten las diferentes alimentadoras para los centros de control de motores que se crearán en base a la distribución de la carga eléctrica.

Es decir que cada Mcc o centro de control de motores será protegido por un breaker termomagnético cuya capacidad dependerá de la configuración de cada Mcc.

Adicionalmente, tendremos la protección del primario del transformador tipo seco cuya capacidad es de 75 Kva y a 460 voltios su amperaje será de aproximadamente 100, entonces, se utilizará un breaker termomagnético de 125 amperios 600 voltios para proteger al transformador tipo seco.

El secundario del transformador tipo seco alimenta a un tablero de distribución de 240 voltios, cuya protección principal será un breaker termomagnético trifásico de 225 amperios debido a que en el secundario podrían circular unos 180 amperios.

Desde el tablero de distribución a 240 voltios también parten las diferentes alimentadoras para los varios paneles y equipos, los mismos que serán protegidos por breakers termomagnéticos a 300 Voltios.

El arrancador típico de un motor eléctrico está compuesto por: breaker, contactor y relé térmico; el breaker y el relé térmico son los elementos encargados de la protección eléctrica del motor.

La razón de usar el breaker es para proteger al motor de fallas eléctricas en el sistema, cuyas corrientes de falla son altas y se necesita que el despeje sea lo más rápido posible.

La razón de usar el relé térmico es para proteger al motor de corrientes indeseables, las mismas que por su valor no pueden ser detectadas por el breaker y son producto de sobrecargas en el eje del motor.

Hace poco tiempo la mayoría de las instalaciones eléctricas industriales utilizaban los fusibles tipo botella en vez de breakers, pero, actualmente la idea a variado mucho.

El fusible es un elemento de una sola vida, por ello siempre se debía tener un determinado stock de reserva, y además podían existir problemas en los circuitos de fuerza cuando se trataban de fallas monofásicas.

Actualmente, es generalizado el empleo de los breakers termomagnéticos trifásicos y su ventaja es que al despejar cualquier tipo de falla, sea ésta monofásica o trifásica, se produce la apertura de las 3 fases que se protegen, además después del disparo del breaker, éste es reseteado y puede seguir operando normalmente.

cuando la condición de falla haya desaparecido.

Adicionalmente, se debe considerar un detalle muy importante cuando se diseña el arrancador para un motor y es la dualidad entre la capacidad de ruptura del breaker y la del contactor.

En los contactores de los grandes motores normalmente no existe éste problema, esto se da en los arrancadores para los motores pequeños donde se asocian contactores de poca capacidad con breakers trifásicos de 15 o 20 amperios.

De forma que cuando se produce una falla y el breaker actuado, a pesar de la rapidez del despeje, el contactor se ha fundido por que su capacidad es muy inferior a la del breaker asociado.

Esto puede ser solucionado con el empleo en los arrancadores pequeños de los motor circuit protector o MCP en sustitución de los breaker normales.

La ventaja del MCP, que físicamente es idéntico a un breaker trifásico normal, es que su capacidad máxima de interrupción puede ser regulada en sitio de acuerdo a su empleo.

El MCP solo tiene el disparo magnético y no posee elementos para el disparo térmico y su ventaja en relación a un breaker de igual capacidad nominal es que tiene una amplia gama de valores para que el usuario seleccione el mínimo valor de corriente de disparo instantáneo.

Entonces, se recomienda para una mayor seguridad de la instalación eléctrica, que en los arrancadores de motores menores a 10 HP, se utilicen los MCP en sustitución de los interruptores termomagnéticos.

La protección del relé térmico es fundamental para un motor eléctrico, ya que éste relé fija el máximo valor de corriente que puede tomar el motor y su calibración depende del valor de la corriente de placa de motor.

Es importante tener claro, que si a un motor eléctrico se le exige un rendimiento superior al doble de su capacidad de placa, éste motor tratará de responder a la exigencia con fatales resultados para el equipo.

De ahí, la importancia del relé térmico para regular la máxima capacidad de trabajo del motor eléctrico y para esto se empleaban los calentadores.

Actualmente, no es común el uso de los calentadores, pues ahora se emplean los relés térmicos diferenciales y los relés térmicos electrónicos cuya función sigue siendo la misma, proteger al motor de corrientes eléctricas peligrosas y no deseadas.

#### 3.4 DISTRIBUCION DE ACOMETIDAS A MOTORES

De acuerdo a la información contenida en el Capítulo 2 conocemos de la existencia de 7 secciones en el complejo industrial, pero para realizar la distribución de la energía eléctrica se ha considerado reducir las 7 secciones a 4 centros de control de motores o Mcc es decir, tendremos:

- MCC-1 conformado por los motores de las secciones de recepción y molienda.
- MCC-2 conformado por los motores de las secciones de dosificación y texturizado.
- MCC-3 conformado por los motores de las secciones de peletizado y ensacado.
- MCC-4 conformado por los motores y equipos de la sección de sistemas auxiliares.

En la Tabla 3.4 se muestra la capacidad que cada Mcc manejará en sus barras principales.

TABLERO	CAPACIDAD EN HP
MCC-1	138
MCC-2	187
MCC-3	252
MCC-4	75

TABLA 3.4. CAPACIDAD DE CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

Denominamos centro de control de motores o Mcc a un gabinete metálico tipo modular autosoportante, es decir, va colocado directamente al piso, con puertas abisagradas y chapas de seguridad, sus medidas mas o menos estandarizadas son 2 metros de alto, 0.40 metros de profundidad y su ancho variable conforme al número de arrancadores que lleve en su interior.

El Mcc tiene sus barras de distribución de cobre en la parte superior, colocadas en forma horizontal y sus dimensiones dependen del amperaje al que van a estar sometidas.

En los extremos de las barras de distribución tenemos los terminales tipo compresión de cobre o tipo talón dobles o sencillos de cobre-aluminio, donde se alojarán

los cables que traen la alimentación de corriente eléctrica para el Mcc.

Estos conductores eléctricos vienen desde la salida del breaker termomagnético que corresponde a cada Mcc y que están ubicados en el tablero de distribución principal a 460 voltios de la planta.

Desde las barras de distribución de los Mcc, salen mediante cables o platinas de cobre las alimentaciones de corriente eléctrica a cada uno de los breakers de protección de los arrancadores de cada motor.

Normalmente se emplea cable solo hasta breakers o mcp de 100 Amperios, para amperajes mayores se recomienda que las derivaciones de la barra principal se la realice con platinas o barras de cobre.

Alimentados por los breaker o mcp están los contactores y relés térmicos que conforman todos y cada uno de los distintos arrancadores de los motores de la planta.

Adicionalmente cada Mcc contendrá a:

Los transformadores de control del tipo seco monofásico con sus respectivos fusibles de protección.

Los relés auxiliares para los circuitos de control de

los cables que traen la alimentación de corriente eléctrica para el Mcc.

Estos conductores eléctricos vienen desde la salida del breaker termomagnético que corresponde a cada Mcc y que están ubicados en el tablero de distribución principal a 460 voltios de la planta.

Desde las barras de distribución de los Mcc, salen mediante cables o platinas de cobre las alimentaciones de corriente eléctrica a cada uno de los breakers de protección de los arrancadores de cada motor.

Normalmente se emplea cable solo hasta breakers o mcp de 100 Amperios, para amperajes mayores se recomienda que las derivaciones de la barra principal se la realice con platinas o barras de cobre.

Alimentados por los breaker o mcp están los contactores y relés térmicos que conforman todos y cada uno de los distintos arrancadores de los motores de la planta.

Adicionalmente cada Mcc contendrá a:

Los transformadores de control del tipo seco monofásico con sus respectivos fusibles de protección.

Los relés auxiliares para los circuitos de control de

cada sección.

Los paneles que contienen a los reguladores de velocidad de los motores eléctricos que así lo requieran.

Las derivaciones desde la barra de tierra hacia la malla de puesta a tierra principal.

## 2.5 ELECTROCANALES

El sistema de electrocanales está conformado por las canastillas o canaletas metálicas con sus accesorios y por las tuberías rígidas y sus accesorios, lo que nos permite tener el camino para llevar a los conductores eléctricos.

Para nuestro complejo emplearemos la canastilla tipo escalera abierta, ya que por experiencias obtenidas de otras fábricas, en éste tipo de complejos la presencia de roedores es altísima y así se evita que construyan sus madrigueras sobre estas canaletas.

Como consecuencia del uso de la canastilla abierta se hace necesario la utilización de conductores eléctricos del tipo concéntrico o con aislamiento tipo TTU.

La canastilla es una estructura metálica similar a una escalera, cuyos parantes son de ángulo de hierro de 1/4

de pulgada de espesor y los peldaños son de platina de hierro de 1/8 de pulgada de espesor.

Los transversales están separados unos 20 centímetros, lo que permite que los cables no se pandeen y puedan ser sujetados con la ayuda de amarras plásticas.

Las dimensiones y el recorrido de las canastillas en la estructura de la planta dependerá de la posición de los principales motores, equipos y tableros, de manera que no es necesario cubrir toda el área de la planta.

Pues como complemento del sistema de canastillas tenemos a la tubería rígida la misma que debe ser empleada en los diámetros, accesorios y recorridos adecuados para los conductores que llevarán en su interior.

La tubería que se empleará es del tipo rígida, y nos sirve para llevar a los conductores desde la canastilla hasta la caja de conexión de los motores.

## 1.6 CONDUCTORES ELECTRICOS

Los conductores que se utilizarán en la planta son los adecuados para servicio pesado e industrial y su aislamiento dependerá del nivel de voltaje en el cual

estarán trabajando.

Los conductores con aislamiento TW, son los que con más frecuencia se emplean, sobre todo por su menor costo por metro en relación con el TTU.

El aislamiento TTU permite que en algunos casos éste cable pueda ser enterrado directamente debido a su doble aislamiento, en su parte exterior posee una chaqueta de pvc y envolviendo al cable tiene una capa de material aislante color blanco extremadamente duro.

En el complejo industrial como consecuencia de haber empleado las canastillas del tipo abierto, se emplearán la mayoría de los conductores con aislamiento TTU.

Para la acometida aislada de alta tensión se empleará el cable de cobre unifilar #2 con aislamiento para 15 Kv, y en sus extremos se usarán las puntas terminales adecuadas para este tipo de conexiones.

En la acometida principal de baja tensión desde el transformador principal de 750 Kva hasta el tablero de distribución principal a 460 voltios se emplearán cables de cobre unifilares con aislamiento TTU a 600 voltios.

De igual manera se utilizarán cables de cobre unifilares con aislamiento TTU para la acometida del generador de energía eléctrica para servicio de emergencia hasta el tablero principal.

Los conductores que llevan los alimentadores para los MMC serán del calibre adecuado y de cobre unifilares con aislamiento TTU.

Las alimentadoras a los motores eléctricos de la planta donde se empleen conductores de calibre igual o menor que el #10, serán del tipo concéntrico flexible.

Serán cables concéntricos debido a que irán colocados sobre la canastilla tipo abierta y la instalación será mucho más segura.

Los motores eléctricos y los equipos eléctricos que requieran de cables de calibres mayores al #10, serán unifilares de cobre con aislamiento TTU.

Los cables para el sistema de control cuyo recorrido va sobre las canastillas tipo abierto, también serán del tipo concéntrico flexible, y pueden ser de 2, 3, o 4 conductores de calibre #14.

Para los sistemas de alumbrado interior de la planta, se emplearán los cables de cobre Cuenca de calibre #10 y #12 dentro de las tuberías respectivas, su acometida que tiene que ir por sobre las canastillas será hecha con cables concéntricos de calibres #10 Y #12.

Dentro del sistema de control de la planta industrial se requieren del uso de ciertos cables que no son producidos en nuestro país como son los conductores de instrumentación con una chaqueta o pantalla metálica como covertedor y conductores para termocuplas.

Existen ciertos tipos de control los mismos que deben ser transmitidos por tipos especiales de cables de forma que sus señales no sean distorsionadas.

Esto vale la pena recalcar, pues en muchos montajes no se quiere respetar ésta situación y se realiza el cableado con cables comunes y no se obtienen los resultados que se persiguen.

Finalmente, para el sistema de puesta a tierra de todo el sistema eléctrico se ha empleado cables desnudos de cobre de calibre #2/0, conjuntamente con varillas de cobre de 5/8 de pulgada de diámetro por 3 metros de longitud.

## CAPITULO 4

### CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRICO DE CONTROL

#### TIPOS DE CONTROL

El sistema de control de una planta industrial está íntimamente ligado con el tamaño, con la distribución de los equipos y con el proceso mismo a desarrollarse.

Básicamente el control de una planta industrial puede estar encasillado dentro de los siguientes tipos:

Control individual

Control centralizado

Control sectorizado

El sistema de control individual contempla el empleo de botoneras que pueden estar ubicadas junto a cada uno de los motores o en las puertas de los tableros que contienen a los arrancadores de los motores.

Su aplicación se considera muy económica y técnicamente óptima cuando se trata de plantas pequeñas y los equipos existentes puedan ser operados de forma independiente.

El sistema de control centralizado es completamente opuesto al sistema de control individual tanto en su filosofía como por el hecho de que se aplica a plantas

industriales de gran tamaño.

Consiste en realizar el control de todos los equipos de la planta, generalmente desde una consola o panel central perfectamente diseñado para que el operador tenga una vista total de las condiciones bajo las cuales están funcionando esos equipos.

Este tipo de control es bastante oneroso, pues de cada uno de los equipos componentes del proceso o por lo menos de los más importantes por su tamaño o función, es necesario traer las señales adecuadas hacia la consola de control.

A mayor información que se quiera tener en el panel de control central, más costoso y grande resultará el equipamiento de la consola.

En vista que la operación de la planta depende de 1 o 2 personas, hablamos de los operadores que están frente a la consola, prácticamente el proceso es automático.

Para que el proceso sea confiable, seguro y eficiente todas la señales que sean necesario llevar a la consola, deben ser transmitidas en los conductores adecuados para no tener señales distorsionadas.

Para citar un caso específico, en un proceso donde se requiera conocer la temperatura del mismo y se emplee como detector una termocupla tipo K, la señal debe ser transmitida a través de un cable para termocupla tipo K y no por cualquier cable.

Entre los componentes y señales que normalmente se requieren en una consola de control se anotan:

Pulsantes de marcha y paro.

Selectores de 2 o 3 posiciones.

Selectores especiales con llaves de seguridad.

Potenciómetros.

Luces pilotos de señalización.

Diagrama mímico del proceso.

Amperímetros y voltímetros.

Indicadores de velocidad.

Indicadores de presión o temperatura.

Indicadores de flujo.

Indicadores de peso.

Reguladores de velocidad.

Transductores de presión o temperatura.

Panel de alarmas.

Sirena de alarma.

Adicionalmente en el interior del panel de control central encontramos: transformadores de aislamiento y de control, relés de control, relés temporizadores,

relés de control con enclavamientos, borneras para cables, etc.

Generalmente éste tipo de control se realizan en plantas industriales que por su tamaño y el proceso mismo, es muy justificado realizar semejante inversión, como ejemplos: plantas de cemento, refinerías, estaciones de bombeo de combustibles y de agua, etc.

El sistema de control sectorizado es una apropiada mezcla de los dos sistemas de control ya mencionados, ya que centraliza el control de cada área o sección independientemente de las otras secciones.

Este sistema de control es ampliamente utilizado en complejos industriales de mediano y gran tamaño y su ventaja es que permite el funcionamiento y control por líneas de producción.

Es posible en éste tipo de control, además de realizar el control individual e independiente de cada sección, contar con ciertas formas de enlazar el funcionamiento entre las líneas de producción.

## CONFIGURACIÓN DEL PROCESO

Es importante resaltar el hecho de que, en el diseño original presentado a consideración de los personeros de la planta industrial por Asima Corporation, se utilizaba un sistema de control centralizado.

Esta propuesta fue rechazada de plano, ya que en nuestra planta éste tipo de control no daría buenos resultados, pues un solo operador no podría manejar todas las secciones del complejo industrial.

El sistema de control que se implantó en la planta fué el sistema de control sectorizado, tratando de darle a cada sección cierta independencia en lo que se refiere a su funcionamiento y a su autocontrol.

Al aplicar el sistema de control sectorizado, se sobrentiende que para cada línea de producción debería existir un panel o tablero de control.

La ubicación del panel, debe ser cuidadosamente elegida para asegurarse que el operador de la sección tenga un dominio visual lo más completo posible de todos los equipos componentes de la línea.

En la planta, ya se mencionó que la sección de recepción

y la sección de molienda tienen ciertos equipos que son comunes a ambas secciones, ésta particularidad nos permite elaborar el diseño de un solo Panel para realizar el control de las 2 secciones y físicamente los equipos de estas secciones están cercanamente ubicados.

Entonces, queda claro que la sección de recepción y la sección de molienda serán manejadas por un solo operador desde un panel de control común para éstas secciones y que lo denominaremos PC-1.

El control de la sección de dosificación y mezclado, será mencionado mas adelante, pues fué diseñado para operar conjuntamente con el sistema de dosificación automática.

La sección de texturizado será operada desde el panel de control PC-2, el mismo que estará ubicado frente al equipo más importante de la línea, el texturizador.

El panel de control PC-3, sirve para realizar la operación y control de la sección de peletizado y se encuentra ubicado frente a la peletizadora.

Para el control de la sección de ensacado, se debe

considerar que éste proceso puede ser dividido en 2 partes tomando como referencia la tolva de ensacado.

Entonces, el panel de control PC-4 permitirá controlar el traslado del pelet desde las tolvas 12, 13 y 14 hasta la tolva de ensacado.

La operación y control de los equipos ubicados después de la tolva de ensacado será realizada por la ensacadora y la cosedora de sacos.

El panel de control de la ensacadora y cosedora es un sofisticado complemento de control electro-neumático, que fué suministrado conjuntamente con estos equipos.

Los paneles de control PC-1, PC-2, PC-3 y PC-4 son cajas metálicas con puertas abisagradas y chapa de seguridad con llave, apropiadas para ser utilizadas en ambientes polvosos.

Cada panel de control posee un diagrama mímico del área o de los equipos que serán controlados, es decir, se dibujan los planos que se muestran en el capítulo 2.

Junto al número o al nombre de cada motor de la sección se coloca una luz piloto de color verde de 8 milímetros

de diámetro, que nos indicará cuando el equipo ha sido energizado.

En la parte inferior, hay un selector de 3 posiciones con llave que nos permite seleccionar el estado del sistema de control, de acuerdo a la Tabla 4.1

POSICION		ESTADO
1	Izquierda	MANUAL
2	Central	APAGADO
3	Derecha	ENCLAVAMIENTO

TABLA 4.1 ESTADO DEL SISTEMA DE CONTROL

Arriba de la posición 1 hay una luz piloto de color rojo de 22 milímetros de diámetro, que nos indicará que el sistema está en control manual.

Esta posición solamente la tendremos cuando exista algún problema o se realicen pruebas a un motor en forma independiente o en mantenimiento.

Si el selector se encuentra en la posición central, la sección estará apagada.

Sobre la posición 3 hay una luz piloto de color verde de 22 milímetros de diámetro, que nos indicará que el sistema está en enclavamiento o en control cascada.

Esta posición debe ser la de operación normal de todas las secciones, ya que, en ella se considera que si un equipo de la línea falla, los equipos prescendentes dejen de funcionar o se apaguen para evitar los peligrosos y molestos atoramientos de material.

En una posición estratégica se encuentra colocado el botón de impulsión tipo hongo de color rojo, que se lo empleará como parada de emergencia, que al ser pulsado, dejará sin energía eléctrica al circuito de control.

En la parte inferior perfectamente alineados y colocados de acuerdo al orden de encendido de los motores, tenemos los pulsantes de marcha y parada de cada motor.

Si en la sección existen compuertas electro-neumáticas, junto a ellas se colocarán los selectores de 2 posiciones que se encargarán de la operación de los solenoides eléctricos para abrir o cerrar.

Además, tendremos 2 luces pilotos de 8 milímetros de

diámetro, que nos indicarán el estado de la compuerta: verde si está abierta o rojo si está cerrada.

Si en la sección contamos con las válvulas electro-neumáticas de 2 vías, también junto a ellas se colocarán los selectores de 2 posiciones que accionarán al solenoide eléctrico respectivo.

En el diagrama mímico y sobre los segmentos que indican las 2 vías que puede escoger el producto, tendremos 2 luces pilotos de 8 milímetros de diámetro, de color amarillo.

Si en la sección existen las válvulas de 2 o 3 vías de accionamiento manual, sobre el diagrama mímico se colocan luces piloto de 8 milímetros de diámetro color amarillo que nos indicarán el camino que se ha escogido para el paso del producto.

Adicionalmente, el panel de control de la sección de recepción y molienda PC-1 posee un amperímetro, éste instrumento le permitirá observar al operador la carga que toma el molino de martillos.

Junto al amperímetro se encuentra el potenciómetro del alimentador rotativo del molino, el mismo que le permite

al operador de la sección, regular la velocidad de éste alimentador.

Al regular la velocidad del alimentador se controla la cantidad de material que le entra al molino y por ende se está controlando la carga que toma el molino M202.

En vista de que el molino de martillos es el equipo de mayor capacidad de la sección, también se ha incorporado en su circuito de control un horómetro para llevar un buen control de su mantenimiento.

En el panel de control de la sección de texturizado PC-2 tenemos exactamente los mismos elementos mencionados en los párrafos anteriores, que nos permitirán el control de la carga del texturizador M402 y de que las horas de mantenimiento se cumplan.

En el panel de control PC-3 que sirve para operar la sección de peletizado, se ha colocado un amperímetro, el mismo que le permite al operador controlar la operación de la peletizadora.

La regulación de la carga de la peletizadora la obtiene con el manipuleo de las entradas de vapor al conjunto y a través de la regulación mecánica de la velocidad del

alimentador de la peletizadora.

También se ha incorporado un horómetro en el circuito de control de la peletizadora, el mismo que nos indicará las horas trabajadas por ésta máquina y cuando deben realizarse su paralización para su mantenimiento.

En el panel de control PC-4, tenemos los potenciómetros de los reguladores de velocidad del alimentador rotativo de pelets al aplicador de grasa y de la bomba de grasa.

Mediante estos elementos el operador puede efectuar las maniobras apropiadas tanto en la alimentación de pelet como en el ingreso del líquido a aplicarse, y de ésta manera consigue un excelente producto final.

Finalmente, en todos los paneles de control, sobre las tolvas de los diagramas mímicos existen luces pilotos de color rojo de 8 milímetros de diámetro.

Estos indicadores conjuntamente con la sirena de alarma nos anunciarán el momento preciso en el que una tolva de almacenamiento está completamente llena.

Todo lo anteriormente anotado, es una descripción de orden física de la presentación y de los objetivos que

se desean cumplir con los elementos que conforman la parte exterior de los paneles de control de la planta.

En lo referente a la parte eléctrica propiamente dicha, la filosofía aplicada a cada sección de la planta, tomando en cuenta que el nivel de voltaje del circuito de control es de 120 voltios, la describiremos luego.

En cada una de las secciones del proceso existen partes y elementos directamente relacionados con el control y funcionamiento de los motores de la sección y existen otros que son simplemente señales indicativas de posición o estado.

Para alimentar a las señales indicativas, se ha diseñado un centro de carga, el mismo que a través de breakers monofásicos enchufables individuales energiza a los circuitos respectivos de los paneles de control.

Este centro de carga de control es alimentado desde el tablero de distribución principal a 240/120 voltios.

Para alimentar a los circuitos de control directamente relacionados con el control y funcionamiento de los equipos de la sección, se ha dispuesto el empleo de transformadores monofásicos tipo seco de relación de

transformación 4 : 1.

Lo que nos permitirá, que de las barras de distribución de cada Mcc a 480 voltios, se puedan obtener los 120 voltios necesarios para el control de los mismos motores que corresponden al Mcc, a través de los paneles de control de la sección.

La razón fundamental para realizar esta división de las fuentes de voltaje para el circuito de control de una misma sección, es asegurar que una falla en cualquiera de los elementos de señal indicativa no cause la paralización de la línea de producción.

Pues como ya se indicó anteriormente, los circuitos de indicación o señalización no tienen relación directa en el funcionamiento de la línea de producción.

Adicionalmente, para los 3 motores de mayor capacidad de la planta se ha diseñado el empleo de un transformador de control para cada uno de ellos, independiente del que existe para el resto de motores de la sección.

Los transformadores de control tipo seco monofásico empleados se muestran en la Tabla 4.2

TABLERO	CANTIDAD	CAPACIDAD VA
MCC-1	1	500
	1	800
MCC-2	1	1000
	1	800
MCC-3	1	1000
	1	1000

TABLA 4.2 TRANSFORMADORES DE CONTROL

La capacidad de los transformadores de control está dada por la capacidad de las bobinas de los contactores, más la capacidad de las bobinas de los solenoides, más la capacidad de las luces piloto más una adecuada reserva.

Para el consumo de las bobinas de los contactores hay que tener en cuenta que existen 2 valores a considerar, el consumo por llamada o al realizarse la acción inicial de contacto y el consumo por mantenimiento o retención.

Al realizar la descripción física de los paneles de control, se mencionó que existen 2 estados del sistema de control: manual y enclavamiento.

Electricamente, quiere decir que para energizar las bobinas de los contactores tendremos 2 vías o caminos, los mismos que están dados por el estado de los relés auxiliares de control comandados por el selector de 3 posiciones.

La primera vía es través de los contactos de los relés de la posición manual, estado en el que debe estar el sistema para efectos de energizar cualquier motor o equipo estando en mantenimiento o en pruebas.

La otra vía es a través de los contactos de los relés de la posición enclavamiento o automático, estado normal de funcionamiento de la línea de producción, debido a que en ésta situación todos los equipos de la línea están protegidos entre sí.

La protección que se menciona más que ser entre equipos, es para que en la línea no se produzcan atoramientos o atascamientos de material, lo que en ocasiones conlleva a desarmar tramos de ductos y equipos, perdiéndose valioso tiempo de producción.

En otros equipos, como por ejemplo en los molinos de martillo se han utilizado en serie dentro del circuito de control, los contactos normalmente cerrados de los

interruptores de posición ubicados en las compuertas laterales del molino.

De forma que si el molino está trabajando y por alguna razón éstas compuertas son abiertas, inmediatamente se produce la paralización del molino para evitar posibles accidentes del personal.

### DOSIFICACION AUTOMATICA

La sección de dosificación y mezclado, es una de las áreas claves del proceso industrial, pues en ella se fabrica la fórmula que posteriormente será cocinada en la peletizadora para obtener el producto final.

Existen varios tipos de fórmulas que procesa la planta, dependiendo del punto de proteína se conjugan las cantidades y los tipos de ingredientes que participan en su elaboración.

Para lograr la optimización de ésta parte del proceso se acordó que ésta sección sea automatizada y para ello se cuenta con un equipo de computación compuesto por el CPU, monitores, impresora y teclado.

El CPU cuenta con el respaldo de un disco duro y es

donde se almacena toda la información referente a las distintas fórmulas a emplearse.

Además se tiene incorporado un programa de inventario y control de stock, para poseer una información lo más exacta y certera de la existencia de ingredientes en su respectiva tolva de almacenamiento.

Esto conlleva una doble ventaja, primero que le permite controlar que no existan faltantes en las materias primas ya ingresadas y segundo prevenir con anticipación la compra o ingreso de cualquier ingrediente que se esté agotando en su respectiva tolva.

Los ingredientes de la fórmula en el complejo industrial son 7 y son depositados en igual número de tolvas de almacenamiento.

Cada tolva tiene en su parte inferior un transportador de tornillo, mediante el cual se realiza la evacuación del material existente en ella, hacia la tolva de pesaje.

La tolva de pesaje, es una estructura metálica dispuesta de forma que en ella se pueda realizar la acción de pesar los ingredientes componentes de la fórmula, sin

que haya interferencia del resto de la estructura de la planta.

Este pesaje se lo lleva a cabo con la ayuda de las celdas de carga, las mismas que son del tipo compresión y son en numero de 4 y están ubicadas en las cuatro esquinas de la tolva.

La celda de carga de compresión es un dispositivo que envía una señal de milivoltios en relación directa a la longitud o espacio que se comprime.

Esta señal de milivoltios, se transmite hacia un transductor de señales de peso el mismo que tiene una pantalla donde se muestran los pesos en un indicador digital.

Además, éste transductor tiene la función de enviar ésta misma información de peso a la computadora, de forma que tanto el operador como la computadora conocen con exactitud el peso del material que se encuentra en el interior de la tolva de pesaje.

Cuando el proceso de dosificación y pesaje se inicia el operador escoge de la información almacenada en el CPU, la fórmula a procesarse.

Con este dato, la computadora inicia el proceso de dosificar y pesar cada ingrediente componente de la fórmula escogida, arrancando el motor eléctrico del transportador de tornillo de la tolva de ingredientes en el orden que está especificado en la fórmula.

Para ser más claro, supongamos que exista la fórmula F-1 que se detalla en la Tabla 4.3

TOLVA	INGREDIENTE	PESO Kg.
1	1	150
2	2	30
3	3	100

TABLA 4.3 FORMULA F-1

La computadora pone en marcha al transportador de la tolva 1 hasta que las celdas de carga envían la señal de peso de 150 kilos, cuando esto sucede envía la orden para que se apague ese transportador.

Inmediatamente, pone en movimiento al transportador de la tolva 2 y lo apaga cuando exista un peso acumulado de 180 kilos.

Posteriormente, da la orden para encender el motor eléctrico del transportador de la tolva 3 y procede a apagarlo cuando en la tolva de pesaje se tengan 280 kilos.

Para que la dosificación sea lo más exactamente igual a lo que especifica la fórmula, el programa de la computadora tiene cierta particularidad.

Por ejemplo, para pesar los 150 kilos, hasta que han pasado 135 kilos el funcionamiento del transportador es continuo, luego de esto, el motor recibe señales de impulso instantáneas de prenderse y apagarse.

La finalidad de esto, es conseguir que el envío del ingrediente sea en pocas cantidades, hasta que se logre completar con toda exactitud el peso deseado.

Entonces queda claro que, para todos los ingredientes hasta que se completa el 85 % de su cantidad, su motor eléctrico trabaja en forma continua y hasta llegar al 100 % lo hace en forma intermitente.

El instante que la computadora tiene la señal que todos los ingredientes han sido ya depositados en la tolva de pesaje y sus cantidades son las especificadas, emite la

orden para que la tolva de pesaje desaloje su contenido.

Esto se logra con la apertura de la compuerta electro-neumática que está ubicada en la parte inferior de la tolva de pesaje, la misma que al iniciarse el proceso recibe la señal de cerrarse.

Cuando la tolva de dosificación o pesaje está vacía, osea cuando las celdas de carga envíen la señal de peso igual a 0 kilos, su compuerta electro-neumática recibe lo orden de cerrarse y la tolva queda lista para recibir una nueva parada.

Al inicializarse el proceso automático, la computadora emite la orden para que comiencen a funcionar los siguientes equipos:

Mezclador horizontal

Transportador de descarga del mezclador

Elevador de producto mezclado

Limpiador

Esto nos dice que el momento que la parada es desalojada de la tolva de pesaje por la apertura de su compuerta electro-neumática y cae al mezclador, en ese instante se inicia el proceso de mezclado.

En vista de que los tiempos de mezclado tienen una vital importancia en la industria alimenticia, la computadora inicia el conteo del tiempo de mezclado con la apertura de la compuerta de la tolva de pesaje.

En el programa consta el tiempo de mezclado para cada fórmula en particular, de modo que cuando ese tiempo se completa, la parada que está en el interior del mezclador debe ser desalojada.

Esto se logra mediante la compuerta electro-neumática que posee en su parte inferior el mezclador horizontal, la misma que es abierta por la orden que envía la computadora.

Es de decir que la computadora realiza el control de tiempo de mezclado con un contador de tiempo incorporado y con las compuertas electro-neumáticas de la tolva de dosificación y del mezclador.

Normalmente los tiempos de mezclado son del orden de los 180 a 360 segundos, durante este tiempo, a la parada que se encuentra mezclándose, debe agregarse los microingredientes y los líquidos.

Los microingredientes son agregados a la parada cuando

ella se encuentra dentro del mezclador, y esto se realiza con la ayuda de una pequeña tolva localizada junto a la tolva de pesaje.

Esta tolva, es pequeña, pues su capacidad es de unos 150 kilogramos y junto a ella tiene una estación de control que contiene:

Luz piloto	color rojo	realizar	adición
Pulsante		se efectúa	adición
Luz piloto	color verde	adición	completa

Este es un proceso semi-automático, debido a que el operador, cuando la parada cae de la tolva de pesaje al mezclador, observa que se prende la luz piloto rojo.

Lo que significa que la computadora da la orden para que se proceda a la adición de los microingredientes, los mismos que normalmente están ya preparados en la bodega de microingredientes, de acuerdo a la fórmula.

Terminada ésta acción, el operador aplasta el pulsante de la estación de control, con esto le está enviando la señal a la computadora de que ya se efectuó la adición de microingredientes a la parada.

Inmediatamente, se ilumina la luz piloto color verde que

confirma que la adición está completa.

Segundos después, la computadora envía la orden para la apertura de la compuerta electro-neumática que posee en su parte inferior la tolva de microingredientes, produciéndose así la entrada de los microingredientes al mezclador.

La adición de los líquidos, es un proceso que también se realiza cuando la parada se encuentra en el interior del mezclador.

Conforme a los requerimientos de la fórmula, y mediante el empleo de un medidor de flujo, el mismo que ha sido colocado en la tubería que conduce el líquido entre el tanque de almacenamiento de líquidos y el mezclador, se controla ésta adición.

El medidor de flujo, a través de una señal de pulsos y con la ayuda de un transductor, indica la cantidad de líquido que está circulando por la tubería.

El transductor de señal de líquidos, le envía la información a la computadora y el operador también conoce estos datos por la pantalla digital que posee éste transductor.

Cuando se inicia la mezcla de la parada, la computadora también envía la orden de encendido del motor eléctrico de la bomba de líquidos de la sección de dosificación y mezclado.

Paralelo a esto, envía la señal para la apertura de la válvula que permite el paso de los líquidos de la tubería hacia el mezclador

Cuando se completa la cantidad de líquidos requeridos por la fórmula, se emite la señal de cierre de la válvula y la desenergización del motor de la bomba.

Este es en resumen el proceso de dosificación automática que fue instalado en la planta industrial, como una forma de optimizar el rendimiento de ella.

Pero hay que aclarar que también existe la opción de dosificación no automática o manual, de manera que si se produce algún problema en el equipo de computación, esto no cause costosas y no deseadas paralizaciones.

## CAPITULO 5

### AVANCE DEL MONTAJE ELECTRICO

#### ALTA TENSION

Desde la línea aérea trifásica de distribución de la empresa eléctrica Manabí que va paralela a la vía de acceso a Bahía, se realizó la derivación del ramal trifásico aéreo que alimentará a la planta.

El ramal posee 4 estructuras en postes de hormigón hasta finalizar la acometida aérea junto al cuarto de transformación principal de la planta.

La última estructura es la terminación de la acometida aérea y el arranque de la acometida trifásica aislada de 13.2 Kv.

Al cuarto del transformador y a una altura de unos 2.50 metros, ingresa la tubería metálica rígida de 3 pulgadas de diámetro, la misma que se inicia con el reversible metálico, continúa con un codo rígido a 90 grados y termina con una corona metálica de 3 pulgadas.

En la cruceta metálica de 2.40 metros de la última estructura, se instalan los 3 pararrayos tipo válvula y las 3 cajas seccionadores portafusibles con las

tirafusibles tipo k de 40 amperios.

En la Figura 5.1 - Estructura de Acometida Aislada - se puede visualizar lo anteriormente anotado.



FIGURA 5.1 ESTRUCTURA DE ACOMETIDA AISLADA

En el interior de la tubería se colocarán los 3 cables con aislamiento de 15 Kv y calibre # 2 AWG, los que en sus extremos tendrán puntas terminales apropiadas.

Sin duda alguna, el trabajo más cuidadoso y delicado en lo referente a alta tensión es la colocación y ensamble de las puntas terminales, tanto de las exteriores como de las interiores.

Esta tarea debe ser realizada bajo las mejores condiciones de limpieza que le permita el medio y deberá ser hecha en un día seco y con sol.

En la Figura 5.2 - PUNTAS TERMINALES EXTERIORES - se muestra el trabajo efectuado.



FIGURA 5.2 - PUNTAS TERMINALES EXTERIORES

En el interior del cuarto del transformador y por el lado de alta tensión, se ha templado un cable acerado

de 5/16 de pulgadas de diámetro de pared a pared con la ayuda de 2 pernos de ojo de 5/8 de pulgadas, en éste cable acerado se sujeta a los cables de la acometida, y son descolgados en orden de conexión a los aisladores de alta tensión del transformador.

Los trabajos de la línea aérea de alta tensión, incluyendo la erección de postes fueron realizados en una semana de trabajo.

Todos los trabajos de la acometida aislada, incluidos las puntas terminales se efectuaron en 4 días.

## 2.2 SUBESTACION ELECTRICA

El cuarto del transformador principal de distribución principal de la planta, es un cuarto cuadrado con 4 metros de longitud por lado y posee una doble puerta metálica de 2 metros de ancho.

Debidamente centrado se coloca al transformador de 750 Kva cuyas medidas aproximadas son 1.20 x 1.80 x 2.00 metros, incluido los radiadores y los aisladores.

En éste mismo cuarto de transformación se colocó en una esquina y sobre una base de hormigón al transformador

tipo seco de 75 Kva 460/240-120 voltios.



FIGURA 5.3 TRANSFORMADOR PRINCIPAL

En la Figura 5.3 se muestra al transformador principal de distribución cuando estaba siendo instalado.

Las labores de puesta en sitio, anclaje, puesta a tierra y montaje de canastillas para los 2 transformadores en la subestación tomaron 1 semana de trabajo.

Por obvias razones uno de los sectores de la planta donde se debe tener una especial atención para que los trabajos que aquí se efectúan sean de lo mejor es la subestación eléctrica.

Además de la perfección en cuanto a conexiones y ajustes se debe conseguir que la estética de todo el trabajo sea sobresaliente.

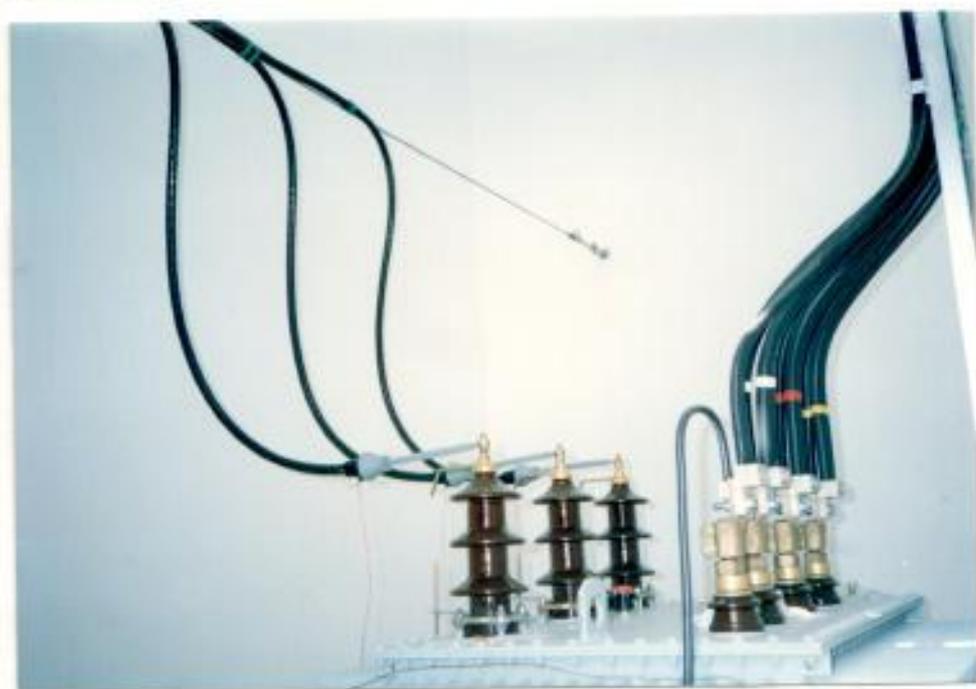


FIGURA 5.4 SUBESTACION ELECTRICA

En la Figura 5.4 se muestra el estado en el que quedaron las conexiones tanto de alta tensión como las de baja tensión del transformador de distribución principal de la planta.

### CENTROS DE DISTRIBUCION DE FUERZA

Junto al cuarto del transformador y hacia la parte interna de la estructura de la planta se encuentra el cuarto de los tableros de distribución de energía eléctrica y los centros de control de motores o Mcc.

Con el fin de que el ambiente en el que se encuentran estos tableros esté aislado del ambiente polvoso de la planta, se consideró conveniente encerrarlo completamente y para tener una temperatura adecuada se empleará un acondicionador de aire.



FIGURA 5.5 TABLEROS EN EL CUARTO AISLADO

En la Figura 5.5 se muestran una parte de los tableros que se encuentran en el interior del cuarto aislado.

Como centros de distribución de fuerza se denominarán a los tableros eléctricos que están en el interior del cuarto eléctrico aislado.



FIGURA 5.6 TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL A 460 V.

Primero está el tablero de distribución principal a 460 voltios, que se muestra en la Figura 5.6 y que contiene al disyuntor que protege al lado de baja tensión del transformador de 750 Kva y al disyuntor que protege al generador de emergencia.

En éste tablero se ha considerado un enclavamiento

mecánico que solo permite que las barras de distribución principal sean energizadas por una sola fuente de energía a la vez.

Este tablero también contiene a los interruptores termomagnéticos o breakers que son los alimentadores de los centros de control de motores o Mcc y del transformador trifásico tipo seco de 75 Kva.



FIGURA 5.7 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

En el interior del cuarto aislado también tenemos los 3 centros de control de motores o Mcc que se

encargan de entregar la energía eléctrica a 460 voltios a los motores de la planta y a uno de ellos observamos en la Figura 5.7.

Otro tablero existente es el tablero de distribución principal a 240 voltios que contiene el breaker de protección del secundario del transformador tipo seco de 75 Kva y los breakers de alimentación de los distintos paneles y equipos a 240 voltios.

Las dimensiones del cuarto eléctrico aislado permitió una cierta comodidad en el manipuleo de todos los centros de distribución de fuerza.

La fabricación y ensamblaje de los tableros se realizó en un taller metal-mecánico convenientemente equipado para realizar el tratamiento anticorrosivo, ensamblaje y fabricación de las celdas metálicas y el terminado en pintura al horno electrostático.

Es decir que en la instalación de estos tableros se deben considerar 2 fases, la primera que es la de fabricación y la segunda que es la del montaje propiamente dicha.

#### 5.4 TABLEROS DE CONTROL DE SECCIONES

En lo referente a los paneles de control: PC- 1, PC-2, PC-3 y PC-4, también al igual que en los tableros de distribución, debemos considerar los 2 procesos, su fabricación y su instalación en la planta.

En el taller metal-mecánico con las cajas metálicas terminadas, se procede al estampado del diagrama de flujo de la sección respectiva.

Cuando el diagrama mímico está terminado se realiza la apertura de todos los orificios donde irán alojados las luces pilotos, los pulsantes y todos los demás elementos que van en la parte externa de los paneles de control.



FIGURA 5.8 PANEL DE CONTROL DE RECEPCION Y MOLIENDA

En la parte interior de los paneles de control se colocan los relés auxiliares de control que se emplearán en cada sección y las borneras para los cables de control.

Posteriormente, se efectúa el conexionado de todos los elementos en el interior del panel de control y en las borneras para los cables de control quedan listos los terminales para las conexiones de campo.

En la instalación en la planta industrial, se determina su ubicación en base a que el operador tenga un perfecto control visual de los equipos de la sección.

Una vez determinada su ubicación, su instalación se hace muy fácil ya que, estos paneles fueron fabricados con una adecuada soportería para su montaje.

En la Figura 5.8 se muestra al panel de control PC-1 el mismo que como se recordará en el capítulo 4, servirá para el control de las áreas de recepción y molienda.

La ubicación que se muestra se considera óptima ya que está entre el molino de granos y el transportador de recepción, que son los dos equipos más importantes

de sus respectivas secciones.

### 5.5 CONSOLA DE CONTROL CON COMPUTADORA

Sobre el cuarto de los tableros de distribución principal y de los Mcc, se construyó una amplia y ventilada oficina para la jefatura de la planta, donde posteriormente, se acordó instalar también la consola de control para la sección de dosificación y mezclado.

Además, la entrada a la oficina está en el mismo nivel del piso de la estructura donde se encuentran las tolvas de pesaje y de adición de microingredientes con sus respectivas compuertas electro-neumáticas.



FIGURA 5.9 CONSOLA DE CONTROL CON COMPUTADORA.

Para lograr una óptima presentación y estética de toda la oficina, la entrada y salida de cables desde el exterior hacia la consola, fue realizada por la parte inferior e interior de la consola.

En lo que tiene que ver con la instalación eléctrica se recomendó la utilización de un UPS, para que en la eventualidad de una falla de energía, la computadora no pierdan información.

También se aconsejó la utilización de un equipo acondicionador de aire, para que el ambiente que se tenga en su interior sea el más adecuado para los equipos de computación.

En la Figura 5.9 se muestra a la consola de control ya instalada en sitio, donde se notan los monitores y el UPS; el CPU y las tarjetas electrónicas se hallan ubicadas en la parte inferior delantera del mueble.

### 5.6 ELECTROCANALES Y TUBERIAS

De acuerdo al diseño eléctrico, los electrocanales o canastillas que se instalaron son del tipo abierto.

Fueron fabricados en perfilera metálica usando como

parantes ángulos de hierro tipo L de 2 pulgadas x 1/4 de pulgada de espesor y como transversales platinas de hierro de 1 pulgada x 3/16 de pulgada de espesor.

Una vez que se han soldado todas sus partes, se procede a aplicar una doble capa de pintura anticorrosiva como fondo y luego se aplica una capa de esmalte color aluminio como acabado.

En el interior del cuarto eléctrico y sobre los tableros de distribución y los Mcc, se instala un perfecto cuadro formado por canastillas horizontales y se realizan las bajantes necesarias a todos los tableros, como se muestra en la Figura 5.10



FIGURA 5.10 ELECTROCANALES SOBRE TABLEROS

Lo mismo se hace para la entrada de los cables a todos los tableros y paneles eléctricos, donde se emplean los adaptadores de pvc tipo macho con las contratueras metálicas y se taponan con duct-seal y guaype.

El recorrido y las dimensiones de las canastillas en la estructura de la planta, fue escogido en base a la ubicación de los principales equipos y de los paneles de control.

Es muy importante, conjugar la conveniencia de éste recorrido entre el acercamiento a todos los equipos de la planta y el grado de dificultad de realizar el tendido y el amarre de los cables en las canastillas.

Tampoco hay que olvidar que desde las canastillas saldrán los tramos de tubería rígida que llevan los conductores a las cajas de conexión de los motores o a los equipos eléctricos.

En los extremos de la tubería metálica siempre se colocan las coronas metálicas, para así evitar posibles lastimaduras de los cables en los filos de las roscas de los tubos metálicos.

En cada Mcc se fabrican una bajante en cada extremo del mismo, una para los cables de fuerza y otra para los cables de control.

Para evitar la entrada de roedores desde el exterior a cualquier cuarto eléctrico, el paso entre paredes se lo realiza con tramos de tubería pvc de 4 pulgadas como se ve en la Figura 5.11, de forma que, una vez pasados los cables, sea más efectivo su sellamiento.



FIGURA 5.11 CRUCE EN PAREDES DE ELECTROCANALES

Para éste fin, se emplea una pasta no conductora llamada duct-seal, la misma que puede ser removida y colocada nuevamente en el caso de querer pasar nuevos cables entre ambientes.

## 5.7 CABLEADO DE FUERZA Y CONTROL

Una vez finalizada la instalación del sistema de tubería y electrocanales o canastillas, se procede al tendido de los conductores eléctricos.

En la planta de balanceados se inició el cableado con la acometida principal desde el transformador principal hasta el disyuntor del tablero de distribución a 460 v.

Esta alimentadora está formada por tres ternas de tres conductores cada una, de cable tipo TTU calibre 400 MCM más dos conductores tipo TTU calibre 250 MCM para la tierra.

Posteriormente se tendió la acometida desde el generador de emergencia hasta su disyuntor respectivo en el tablero de distribución a 460 v.

Luego, se tendieron los cables de las alimentadoras de cada Mcc, que van desde los breakers termomagnéticos del tablero de distribución a 460 voltios hasta los terminales de las barras principales de cada Mcc.

A continuación se realizó el cableado desde el tablero de distribución a 460 voltios hacia el transformador tipo seco de 75 kva y desde éste transformador hasta

el tablero de distribución a 240 voltios.

Posteriormente, se inició el tendido de conductores hacia la estructura de la planta y se inició con los cables de alimentación de los motores de mayor capacidad existentes en el complejo.

Finalmente, se inició el tendido de los conductores tipo concéntrico que llevan la alimentación para la mayoría de los motores eléctricos.

Para el sistema de control del proceso, se siguió el mismo esquema detallado y seguro de corte y marcación de los cerca de 200 conductores del tipo concéntrico, que fueron tendidos en la planta.

## 5.8 CONEXIONADO

El conexionado que se realizó en la planta industrial lo podemos dividir en tres especialidades: de fuerza, de motores y de control.

Las conexiones de fuerza se refieren a todas las que se efectúan en los equipos más importantes como son: transformador principal, generador de emergencia, tableros principales de distribución, centros de control

de motores o Mcc, transformador tipo seco.

Las conexiones de los motores comprende las que se llevan a cabo tanto en la caja de conexiones del motor, la que se muestra en la Figura 5.12, como las que se realizan en el arrancador del motor dentro del Mcc.



FIGURA 5.12 CONEXIONADO DE MOTORES

El conexionado de control comprende todas las conexiones del sistema de control que se deben efectuar en el interior de los paneles de control, de los Mcc y en la

consola de control de la computadora.

Además de los que se realizan en las válvulas y compuertas electro-neumáticas, en los interruptores de posición y en los indicadores de nivel de tolvas.

#### 5.9 SISTEMAS AUXILIARES Y ALUMBRADOS

Entre los sistemas auxiliares principales dentro del complejo industrial tenemos al caldero de vapor de agua.

En lo referente a la parte eléctrica, se diseñó un centro de carga trifásico independiente para el caldero considerando como servicio lo siguiente:

Soplador de aire de combustión.

Bomba de combustible.

Bomba de agua tratada.

Bomba de agua cruda.

Alimentación de control del caldero.

Alimentación del ablandador de agua.

Respecto al compresor de aire de la planta, deben efectuarse las conexiones de los cables de fuerza del motor eléctrico y la conexión del cable de control del interruptor de presión.

El tablero para alumbrado de la planta fué instalado

cerca de la entrada del cuarto eléctrico de los tableros de distribución.

Las luminarias que se emplearon para el alumbrado de los galpones de las bodegas son del tipo industrial de vapor de mercurio 250 vatios 220 voltios.

En la parte exterior y sobre el techo de las tolvas de almacenamiento de la planta se utilizaron reflectores de vapor de mercurio de 400 vatios 220 voltios.

Cada circuito de iluminación tiene su propios breaker y contactor, éste contactor está comandado por los pulsantes para prender o apagar que están localizados en la tapa del tablero de alumbrado.

También en la planta se instaló el tablero para los sistemas de tomacorrientes de la planta.

En cada nivel de la estructura de la planta se procedió a instalar los tomacorrientes para servicio de 120 voltios, los que poseen tapas especiales para ambientes polvosos.

También se colocaron tomacorrientes para servicios a 240 voltios, y el caso más típico de conexión es el de

las soldadoras eléctricas.

Dentro de los equipos auxiliares más importantes se cuenta al generador de energía eléctrica de emergencia que nos entregará su servicio a 460 voltios y cuya instalación se muestra en la Figura 5.13.



FIGURA 5.13 GENERADOR DE EMERGENCIA

#### 5.10 PRUEBAS

El complejo industrial está conformado por una serie de equipos y componentes, muchos de los cuales pueden ser probados y calibrados durante su montaje.

Para la construcción del transformador principal de la

planta se envió la orden respectiva a la fábrica de transformadores ECUATRAN y para su retiro se realizó el protocolo de pruebas que garantiza su calidad.

Una vez arrancado el generador, se procede a las calibraciones tanto mecánicas como eléctricas, bajo condiciones de carga normal, para que en posteriores arranques no haya necesidad de recalibraciones.

Cuando los tableros están instalados en sitio, se recomienda una verificación visual completa y minuciosa, sobre todo si los tableros han sido transportados distancias considerables.

Luego se procede a verificar los valores de aislamiento de las partes que estarán energizadas, con respecto a tierra, empleando un meguer a 1000 voltios para fuerza y a 300 voltios para control.

A pesar de que los motores eléctricos son nuevos, es muy recomendable proceder a verificar los valores del aislamiento de los devanados de sus bobinas, usando el meguer a 1000 voltios.

### 5.11 PUESTA EN SERVICIO

Primero se procede a la energización del transformador de distribución principal de la planta, con la ayuda de una pertiga de alta tensión, para subir uno a uno los portafusibles o velas de las 3 fases de la acometida eléctrica aérea.

Luego se determinará la posición más adecuada para el cambiador de taps, considerando las condiciones de carga crítica a la que estarán sometidas las líneas de la empresa eléctrica.

Una vez determinado que los niveles de voltaje medidos en los terminales de los devanados del secundario del transformador son los adecuados, se prosigue en el tablero de distribución principal a 460 voltios.

Donde se lleva a la posición ON al disyuntor de alimentación del transformador principal, de ésta forma tenemos energizadas las barras principales del tablero de distribución principal a 460 voltios.

Para energizar las barras de distribución de los Mcc se procede al cierre de los disyuntores termomagnéticos que corresponde a cada Mcc.

Al cerrar el interruptor termomagnético que protege y alimenta al transformador tipo seco de 75 kva, éste se energiza y en sus devanados secundarios tendremos presente el voltaje requerido.

Si cerramos el interruptor termomagnético del tablero de distribución principal a 220 voltios, sus barras principales serán energizadas.

De forma que estamos en condiciones de energizar el centro de carga de los circuitos de control y todos los sistemas auxiliares a 220/120 voltios.

El momento que tenemos energía en las barras de distribución de los Mcc, y con los MCP en posición de cerrados, podemos iniciar la puesta en marcha de cada motor de la planta.

Situados en los paneles de control PC-1, PC-2, PC-3 y PC-4, y con el selector de llave en la posición manual iniciamos el proceso de puesta en marcha.

Es conveniente mencionar que el arranque inicial de los equipos se realizará en vacío.

Cuando exista la seguridad de que todos los equipos

trabajarán sin problemas, se puede iniciar el proceso con el sistema de control en enclavamiento.

De la misma forma se procederá a poner en funcionamiento cada sección del complejo industrial.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el montaje eléctrico y después de realizar las pruebas y puesta en servicio de la planta industrial; la misma que hasta la actualidad viene funcionando sin mayor novedad; es necesario hacer un listado de recomendaciones que por las experiencias obtenidas en éste y en anteriores montajes podrían ser de utilidad.

Si va a afrontar cualquier diseño, de un sistema en el cual no ha tenido experiencias o no tiene conocimiento del mismo, es muy importante que antes de empezar trate de conseguir la mayor información posible, a través de textos, entrevistas o por último visitando plantas de similares características, de forma que su diseño sea lo más completo y valedero.

Cuando crea tener toda la información posible, debe consultar con los dueños del proyecto, las posibles modificaciones o ampliaciones futuras para el complejo industrial, de manera que, en su diseño puedan ser tomadas en cuenta, si lo creen necesario.

Un tema muy importante, es el que concierne a la

calidad de los equipos y materiales que se consideren en el diseño, ya que no se debe rebajar la calidad de los mismos con el fin de abaratar costos.

Se recomienda, que las dimensiones de los cuartos asignados para la subestación, para los tableros de distribución, para el generador de emergencia, para las consolas de control, sean las apropiadas para que tanto los trabajos de montaje como los de mantenimiento, se desarrollen sin problemas por falta de espacio físico.

En lo referente a las labores en el campo, también podríamos entrar a analizar ciertos aspectos llevando un determinado orden, coincidente con el orden como pueden desarrollarse las actividades del montaje.

Existen ocasiones en las que se debe utilizar un transformador de distribución usado o que ha permanecido en una bodega por mucho tiempo, para ello lo más recomendable es realizar:

- Una inspección visual de la parte física externa, comprobando que no hayan golpes en los radiadores por los que puedan existir fugas de aceite o que los aisladores tengan despostillamientos de la porcelana.

- Tomar una muestra del aceite del interior para efectuar la prueba de resistencia del dieléctrico.

- Medir el aislamiento de las bobinas del primario y del secundario.

De todas las acciones a realizarse, el sacar la muestra del aceite aislante es una labor que demanda mucho cuidado, pues las condiciones de limpieza deben ser óptimas y los envases donde se alojan las muestras deben estar completamente secos, con la ayuda de un horno para garantizar un perfecto secado.

El mínimo cambio en las condiciones de trabajo, provoca un cambio radical en los valores que se obtengan de la prueba, recomendándose se tomen un mínimo de 2 muestras.

Otra recomendación muy válida, es la que se refiere al correcto y adecuado ajuste de todos los terminales y pernos, sobre todo en equipos donde la cantidad de corriente que circula es alta.

La anterior recomendación puede ser complementada con otra, que tiene que ver con el empleo de herramientas adecuadas y del correcto uso de las mismas.

Tratándose de los tableros, sean estos de fuerza o de control se recomienda, cuidar muchísimo su acabado; que sus dimensiones sean las adecuadas para que se faciliten las tareas de conexiónado y no exista peligro para los operadores cuando estando energizados haya que trabajar en su interior.

Cuando los tableros están instalados en sitio, se recomienda una verificación visual completa y minuciosa, sobre todo si han sido transportados grandes distancias.

De manera que, hay la seguridad de que por efectos del viaje no han existido daños en su estructura o en sus elementos.

Una recomendación basada en muchas experiencias de campo nos dice que nunca está de más realizar verificaciones visuales y de ajuste de los principales equipos eléctricos previo a su energización inicial.

En montajes de tipo industrial, una de las labores más críticas es la del cableado de todos los equipos componentes del complejo, pues de su perfecta ejecución dependerán los tiempos que tomarán las pruebas y la posterior puesta en funcionamiento de la planta.

Se debe tener un listado completo de todos los cables a emplearse de acuerdo a su calibre, luego se debe poseer una excelente, clara y segura forma de marcación de todos los hilos o cables.

Es muy importante aprovechar que una bobina ha sido colocada en posición de corte para cortar la totalidad de los tramos necesarios, ya que por el peso que ésta tiene se hace muy dificultoso su manipuleo.

Es muy conveniente además, analizar las diferentes rutas que tendrán que seguir los conductores a instalarse, para evitar al máximo cruces de cables que desmejoran la estética y la presentación del trabajo.

Cuando exista la más mínima duda respecto a la identificación de los conductores que se han tendido, lo más aconsejable es realizar todas las verificaciones posibles y salir de la duda.

También es recomendable, cuando se estime conveniente, la verificación del aislamiento de los conductores eléctricos sobre todo de los cables unifilares.

Antes de energizar por primera vez un equipo o tablero, se recomienda verificar los valores de aislamiento de

las partes que estarán energizadas, con respecto a tierra, empleando un meguer a 500 o 1000 voltios para fuerza y a 300 voltios para control.

A pesar de que los motores eléctricos sean nuevos, es muy recomendable proceder a verificar los valores del aislamiento de los devanados de sus bobinas, usando un meguer.

Muchos técnicos, confían los valores de aislamiento a los valores que le da un comprobador de continuidad, nada más errado y falso, por tanto siempre, emplee un meguer, sobre todo para sistemas a 460 voltios.

Cuando realice el primer arranque de un motor eléctrico, acostúmbrese primero a girarlo con la mano para comprobar que no hay problemas de rodamientos y luego arránquelo con el eje independiente o en vacío.

Cuando conecte un motor utilice en lo posible terminales del tipo compresión, la remachadora de cables adecuada, pernos o tornillos cadmiados y los dos tipos de cintas aislantes y finalmente verifique que las conexiones corresponden al nivel de voltaje.

Al poner en funcionamiento a un motor eléctrico, luego

de las pruebas respectivas, y hacerlo trabajar con la carga normal de trabajo aplicada a su eje, proceda a regular el valor exacto de amperios al cual el relé térmico del arrancador va a actuar.

Normalmente, el valor máximo son los amperios a plena carga que trae marcado en la placa el motor, ya que siempre se trata que éste valor sea el valor medio de regulación del relé térmico del arrancador diseñado.

Se debe de tener muy en cuenta el sitio donde está situado su complejo industrial, pues en nuestra planta sucedió, que todas las pruebas se realizaron durante el día y al segundo día de labores, se trabajó también en la noche, y nos obligó a trabajar en el transformador principal, en el intercambiador de taps, pues en esa zona el nivel de voltaje de las líneas de alta tensión caía muchísimo por las noches.

Un detalle importantísimo es el que tiene que ver con las labores previas al inicio de las pruebas de las líneas de producción de la planta.

Se realizó una reunión conjunta con los encargados de los frentes de trabajos mecánico, eléctrico, y con los representantes del complejo industrial, con el fin de

elaborar un listado de obligaciones que cada frente debía cumplir para poder estar listos para iniciar las pruebas.

También se cumplió con un aspecto que en muchas plantas no le toman la importancia debida y es el hecho de conformar un grupo de trabajo que luego, como empleados de la nueva planta se encargarán de las operaciones diarias.

Este grupo, a medida que avanzan las pruebas y puesta en movimiento de los equipos van aprendiendo y ayudando a solucionar los variados problemas que en todo complejo industrial se presentan cuando se inician las pruebas y la puesta en marcha.

## BIBLIOGRAFIA

- BOLETIN OPERACIONAL DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS:  
Ralston Purina International
- OPERACION DE GRANJAS CAMARONERAS:  
Ing. Carlos Vedran
- ELECTRIC MACHINERY AND TRANSFORMERS:  
Irving L. Kosow
- ELECTRICAL MACHINERY:  
Carr C. C.
- SISTEMAS INDUSTRIALES:  
Siskind
- MANUAL DE BAJA TENSION:  
Siemens