



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO ELÉCTRICO DE UNA PLANTA DE  
ASFALTO CONTROLADA MEDIANTE UN PLC.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA)**

Y DE:

**INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO  
(ÁREA ELÉCTRICA)**

PRESENTAN:

**ADRIANA ALARCÓN DE LA ROSA  
PEDRO MIGUEL ALMAGUER RUIZ**



DIRECTOR DE TESIS:  
M.I. ARTURO I. PEON ZAPATA

MÉXICO, D. F. 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

*Por que nunca me abandona. Ha estado conmigo tanto en los momentos más gratos, como en los más difíciles. Siempre busca la manera de manifestarse en mi vida. Y Gracias a Él, he tenido fortaleza, entereza y sobre todo principios para guiarme.*

### **A MIS PADRES SARA † Y ALBERTO †**

*Aunque hace ya muchos años que no están en este mundo, sin duda alguna dejaron en mi bases que me han servido para luchar el la vida. Las palabras de ustedes, el tiempo que convivimos, los consejos, el ejemplo y el amor que me tuvieron, estoy segura, me han acompañado y me acompañarán toda la vida. Así que aunque no estén físicamente aquí, tambien les agradezco.*

### **A MIS HERMANOS (AS)**

*Rosario, Guadalupe †, Amparo, José Juan †, Genaro, Rocío, Eva, Alberto, Martha, Especialmente a Ernesto por que lo veo como hermano.*

*A todos Ustedes (como somos muchos los tuve que contar dos veces para ver si no me faltaba nadie).*

*Creo que todas las palabras salen sobrando, quisiera decirles tantas cosas y en este momento se me cierra la mente. Estoy agradecida con todos por que de cada uno tengo algo en mi vida, de cada uno recibí siempre algo bueno, como todos los hermanos hemos tenido diferencias por supuesto, y hemos vivido juntos muchas cosas, en fin que todo es parte de la vida y lo importante es que todos ustedes son buenas personas y estoy orgullosa por eso. Gracias por que a pesar de todo cuando nos vemos lo hacemos con alegría.*

### **A MIS HIJOS**

*Les dedico éste trabajo a mis tres hijos, David Adrián, Carolina Belén y Mariana Estefanía.*

*Es un humilde logro, que sé les servirá como ejemplo y motivación en sus vidas. Y espero ver, un día no muy lejano un logro similar de ustedes y mas grandes aún.*

*A lo largo de este recorrido lo que puedo decirles; es que la constancia y la perseverancia se hicieron necesarios; que pase lo que pase ustedes siempre serán capaces de alcanzar todas las metas que se propongan; y que los obstáculos que se encuentren en sus caminos, solo los harán mas fuertes.*

*Los quiero, y les aseguro que siempre tendrán mi apoyo, mi amistad, y sobres todo mi amor.*

*Gracias por la existir.*

## **A MIS AMIGOS**

*Amigos y compañeros en la vida, les agradezco todo el tiempo que han compartido conmigo, su apoyo, a cada uno lo llevo en mi mente y en mi corazón, del ejemplo de ustedes también obtuve motivación para concluir la carrera. Gracias por que siempre he podido contar con ustedes.*

## **A ALBERTO GENARO**

*Bueno, esta dedicatoria es muy especial, y es que la persona es especial, entra en varios apartados, amigo, compañero etc., etc.*

*Antes que nada fuimos amigos y seguiremos siéndolo, lo que falta mejor lo escribo a puño y letra en la tesis que te toca.*

*Solo puedo decirte **GRACIAS POR TODO EL APOYO QUE ME HAS BRINDADO.***

## **DEDICATORIAS:**

**A DIOS** por ser la luz que me guió a través de este sendero, dando el éxito y la victoria a la constancia.

**A MI MADRE** Susana Almaguer por ser los cimientos que me ayudaron a soportar todas las adversidades y que el DAR es un regalo divino que se llama amor.

**AL INGENIERO** Arturo Peón por ser mi maestro que me enseñó el camino del EXITO.

**A MI TIO** Rene Almaguer que me enseñó que las horas son rubís, los minutos son esmeraldas y los segundos son zafiros.

**A MI TIA** Caridad Almaguer que me enseñó que caerse esta permitido pero levantarse es obligatorio.

**A MIS PRIMAS** Norma, Verónica y Alejandra, por el cariño de hermanas que me han brindado.

**A MI AMIGO** Jesús Ortiz, por su amistad que me dio ánimos para seguir adelante.

**A MIS AMIGAS** Alejandra Vásquez y Mayra Janeth porque el escuchar es una virtud y el aconsejar un don.

**A MIS AMIGOS** Gerardo Torres, Juan Andrés, Gabriel Pacheco, Ricardo Mendoza, Emmanuel Mendoza, Jesús Octavio, Edmundo Ortiz, Miguel Romero, Humberto Rodríguez, Ricardo y Janeth, Noemí Valencia, Selene Ortiz, Karla Prado, Leticia Alarcón por ser ese granito de arena que van formando la inmensidad del mar.

**A Cinthya Redonda y Rogelio López** por haber compartido mi estancia en la facultad enseñándome el valor de la amistad y que las cosas cuando se realizan con amor adquieren un valor invaluable.

*A todas estas personas les agradezco de antemano por haber sido una mano que me ayudará a subir un peldaño más en mi vida.*

**EL ÉXITO SERÁ MI CONSTANCIA**

**PEDRO MIGUEL ALMAGUER RUIZ.**

# INDICE

## **1. INTRODUCCION.**

1.1. INTROITO.	13
1.2. EL SISTEMA AEROPORTUARIO Y CARRETERO NACIONAL	13
1.3. LAS PLANTAS DE ASFALTO.	14
1.4. LA PLANTA DE ASFALTO.	15
1.5. LA ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.	17

## **2.TECNOLOGIA DEL PROCESO.**

2.1. INTRODUCCIÓN.	18
2.2. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.	19
2.3. DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN.	23

## **3.DIAGRAMA ELECTRICO.**

3.1. INTRODUCCIÓN.	26
3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.	27
3.3. CARGA.	28
3.4. DECISIONES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES.	30
3.5. DIAGRAMA UNIFILAR.	31
3.6. MEMORIA DE CÁLCULO.	31
3.7. ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO MAYOR.	32
3.8. ALCANCE DE TRABAJO.	32

## **4.INSTRUMENTACION Y CONTROL.**

4.1. INTRODUCCIÓN.	33
4.2. TIPOS DE INSTRUMENTOS.	34
4.3 DECISIÓN EN LA INSTRUMENTACIÓN FUNDAMENTAL.	35
4.4. CONTROL.	36

## **5. APENDICE.**

### A. MSDS.

A.1. MSDS PETREOS.	41
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES (MSDS) PETREOS.	41
A.2. MSDS CEMENTO ASFÁLTICO.	44
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES.	44
A.3. MSDS DIESEL.	49
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES.	49
A.4.MSDS ACEITE TÉRMICO.	55
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES.	55
B.1. DTI PLANTA DE ASFALTO.	59
C.1. PLANTAS DE ASFALTO.	60
C.2. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE ASFALTO DE TIPO DISCONTINUO.	61
C.3. ASFALTO.	63
C.4. CEMENTO ASFÁLTICO.	63

C.5. DIAGRAMA DE BLOQUES.	64
C.6. BASES DEL DISEÑO DEL PROCESO.	65
C.7. CÁLCULO DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA A PARTIR DEL SIGUIENTE DIAGRAMA DE FLUJO.	66
C.7.1. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.	68
C.7.2. DISEÑO DEL SECADOR.	70
C.7.3. ESTEQUIOMETRIA.	70
D.1. TOLVAS CLASIFICADORAS Y DE ALMACENAMIENTO.	72
D.2. CÁLCULO DEL MOTOR DEL ALIMENTADOR DE LA BANDA DE ARRASTRE.	72
D.3. SECADOR.	77
D.4. QUEMADOR.	79
D.5. SOPLADOR.	80
D.6. VENTILADOR.	82
D.7. CANGILÓN.	83
D.8. MESA VIBRATORIA (CRIBADO).	86
D.9. MEZCLADOR.	86
D.10. COLECTOR DE POLVO.	87
D.11. BOMBAS.	90
D.13. MOTOVIBRADOR.	93
D.14. CALDERA DE ACEITE TÉRMICO.	93
E.1. LISTO PARA OPERAR(READY TO OPERATE).	94



E.2. ARRANQUE (START).	94
E.3. OPERACION NORMAL (OPERATION NORMAL).	97
E.4. CIERRE NORMAL (NORMAL SHUTDOWN).	99
E.5. PARO DE EMERGENCIA (EMERGENCY SHUTDOWN).	103
F.1. TOLVAS.	104
F.2. BANDA TRANSPORTADORA.	104
F.3. SECADOR ROTATORIO.	106
F.4. CANGILÓN.	106
F.5. QUEMADOR.	107
F.6. MESA VIBRATORIA.	107
F.7. MEZCLADOR DE EJE GEMELOS.	108
F.8. COLECTOR DE POLVO.	110
F.9. COMPRESOR.	110
F.10. MOTOVIBRADOR.	111
F.11. CALDERA DE ACEITE TÉRMICO.	112
F.12. TANQUE DE ASFALTO.	112
G.1. CUADRO GENERAL DE CARGAS.	114
G.2. INSTALACIONES DE FUERZA MOTRIZ.	114
G.3. MÉTODOS DE ARRANQUE DE LOS MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS.	115
G.4. MOTORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.	121

G.4. CÉDULA DEL CABLE Y CONDUIT.	127
G.5. DIAGRAMA UNIFILAR.	131
G.6. CIRCUITO DE CONTROL DE MOTORES A VOLTAJE PLENO, A VOLTAJE REDUCIDO, CELDAS DE PESO Y SHUTTERS.	132
H.1. FUENTES DE CORTOCIRCUITO.	133
H.2. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS PARA FUSIBLES E INTERRUPTORES DE BAJO VOLTAJE.	135
H.3. PROTECCIÓN DE SISTEMAS INDUSTRIALES.	136
H.3.1. PROTECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS.	137
H.3.4. PROTECCIÓN DE CABLES DE POTENCIA.	139
H.3.5. PROTECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	139
H.6. CORTOCIRCUITO (CAPACIDADES DE INTERRUPTIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN).	144
H.7. DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS.	145
H.8.COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.	147
H.8.2 COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR Y EL CCM.	149
I. REGULACION DE VOLTAJE.	151
I.1. MOTORES OPERANDO A CORRIENTE NOMINAL.	151
I.2. MOTORES OPERANDO A CORRIENTE NOMINAL Y ARRANQUE DEL MOTOR MAYOR.	151
J.1. CONDUCTORES MÍNIMOS PARA PROTECCIÓN A TIERRA.	159
K.1. TRANSFORMADORES Y CAPACITORES.	161

K.2. MEDIDORES, INSTRUMENTOS Y RELÉS.	161
K.3. MÉTODOS DE ALAMBRADO.	161
K.4. SELLADO Y DRENADO.	161
K.5. DESCONECTADORES, INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES.	162
K.6. TRANSFORMADORES DE CONTROL Y RESISTENCIA.	162
K.7.MOTORES Y GENERADORES.	162
K.8.LUMINARIAS.	162
K. 9.RECEPTÁCULOS Y CLAVIJAS.	163
K.10. AISLAMIENTO DE CONDUCTORES.	163
K.11. PARTES VIVAS.	163
K.12. PUESTA A TIERRA.	163
K.13. APARTARRAYOS.	163
L.1. ESPECIFICACIONES DEL CCM.	165
L.2. DISEÑO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.	173
L.3 HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM).	176
GUIA DE USO.	176
L.3.1.6. DOCUMENTACIÓN REQUERIDA.	177
L.3.2. REQUERIMIENTOS.	177
L.3.2.2. ESTRUCTURA.	179
L.2.3. PUERTAS Y CUBIERTAS.	179

L.3.2.4. COMPARTIMIENTO DEL CABLE.	180
L.3.2.5. PINTURA.	181
L.3.2.6. TRATAMIENTO DEL FILO METÁLICO.	181
L.3. BARRAS.	181
L.3.3.1. BARRA HORIZONTAL.	181
L.3.3.2. BARRA VERTICAL	181
L.3.3.3. BARRA DE TIERRA.	181
L.3.3.4. BLINDAJE.	182
L.3.3.5. MATERIAL DE LA BARRA.	182
L.3.3.6. CAPACIDAD DE CORRIENTE DE FALLA.	182
L.3.3.7. ESPACIO DE LA BARRA Y AISLAMIENTO.	182
L.3.3.8. SHUTTERS.	182
L.3.4. LÍNEAS PRINCIPALES Y DE CARGA, INTERRUPTOR PRINCIPAL Y CABLEADO.	182
L.3.4.1. CONEXIONES DE LA LÍNEA DE ENTRADA.	182
L.3.4.2. DESCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA PRINCIPAL.	183
L.3.5. TIPOS DE UNIDADES ENCHUFABLES.	183
L.3.5.2. DETALLE DE LAS UNIDADES ENCHUFABLES.	184
L.3.5.3. TEMPERATURA.	184
L.3.5.4. CABLEADO.	184
L.3.5.5 CONEXIONES Y TERMINACIONES.	184

L.3.5.6 INSTALACIÓN Y EXTRAER.	185
L.3.5.7. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.	185
L.3.5.8. OPERACIÓN DE DESCONEXIÓN DE LA PALANCA.	185
L.3.6. CIRCUITO DE CONTROL.	186
L.3.6.2. CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA.	186
L.3.6.3. EL TRANSFORMADOR DEL CIRCUITO DE CONTROL.	187
L.3.6.4. CIRCUITO DE PROTECCIÓN.	187
L.3.7. CONTROL.	187
L.3.7.1. TIPOS DE CONTROL.	187
L.3.7.2. CONTROL REMOTO CONVENCIONAL.	187
L.3.7.3. CONTROL LOCAL CONVENCIONAL.	187
L.3.7.4. CONTROL DE COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA CON EL BUS.	188
L.3.8. INTERRUPTOR DESCONECTADOR DE LA RUPTURA DE CARGA.	188
L.3.8.1. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS.	188
L.3.8.1.2. CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.	188
L.3.8.1.3. DESCONECTAR EL INTERLOCK.	188
L.3.8.1.4. INACCESIBILIDAD DE LAS TERMINALES / CONTACTOS.	188
L.3.8.1.5. DESCONECTAR LA APERTURA DEL CONTACTO DEL INTERRUPTOR DEL CIERRE.	188
L.3.8.1.6 CICLOS DE OPERACIÓN.	188
L.3.9. PORTAFUSIBLES Y FUSIBLES.	189

L.3.9.1. CAPACIDAD DE CORRIENTE.	<b>189</b>
L.3.9.2. ESPECIFICACIÓN DEL FUSIBLE.	<b>189</b>
L.3.9.3. PORTAFUSIBLES.	<b>189</b>
L.3.10. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.	<b>189</b>
L.3.10.1 CLASIFICACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.	<b>189</b>
L.3.10.2. OPERACIÓN MANUAL DEL INTERRUPTOR.	<b>189</b>
L.3.10.3. TERMINALES.	<b>189</b>
L.3.10.4. SUJETADORES INTERNOS DE ENSAMBLAJE.	<b>189</b>
L.3.10.5. SUJETADORES INTERNOS DE ENSAMBLAJE.	<b>190</b>
L.3.11. CONTACTORES.	<b>190</b>
L.3.11.1 PARTES RESISTENTES A LA CORROSIÓN.	<b>190</b>
L.3.11.2. CONTACTORES AUTO- LIMPIEZA.	<b>190</b>
L.3.11.3. FÁCIL ENSAMBLE / DESAMBLE.	<b>190</b>
L.3.11.4. CONTACTORES APROBADOS POR LA IEC.	<b>190</b>
L.3.11.5. TAMAÑO Y ESPACIO DE LOS CONTACTORES.	<b>190</b>
L.3.11.6 COORDINACIÓN DE FUSIBLES, CONTACTORES Y RELEVADORES.	<b>190</b>
L.3.12. RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE.	<b>191</b>
L.3.12.1. RELEVADOR TIPO “CONVENCIONAL”.	<b>191</b>
L.3.12.2. REAJUSTE MANUAL DEL RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE.	<b>191</b>
L.3.12.3. FIJAR CORRIENTE.	<b>191</b>

L.3.12.4. TIEMPO DE ARRANQUE.	191
L.3.12.5. PROTECCIÓN CONTRA CHOQUE Y AISLAMIENTO.	191
L.3.13. CONTROL / UNIDADES DE PROTECCIÓN.	191
L.3.14. REARRANQUE AUTOMÁTICO DE MOTORES.	192
L.3.15. ESPACIO PARA LA CALEFACCIÓN.	192
L.3.16. ENVIÓ Y MARCA.	192
L.3.16.1. IDENTIFICACIÓN.	192
L.3.16.2 PREPARACIÓN.	192
L.3.16.3. PLACA.	192
M.1.SUBESTACIONES UNITARIAS COMPACTAS.	193
M.2. CÁLCULO DE LA SUBESTACIÓN.	195
M.3. SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.	196
N.1. EL COMPRESOR.	200
N.2. CONTROL NEUMÁTICO (SHUTTERS, VÁLVULAS).	203
N.3. DETECTOR DE FLAMA Y BMS (BURNER MANAGEMENT SYSTEM).	212
N.4.DETECTOR DE PRESIÓN.	217
N.5. SISTEMA DE PESADO.	219
N.6. CONTROLES DE NIVEL DE TOLVAS.	221
N.7. DETECTORES DE TEMPERATURA.	222
O.1. DESCRIPCIÓN DEL PLC.	227
O.2. PROGRAMACIÓN DEL PLC PARA LA PLANTA DE ASFALTO.	235

O.3. LISTO PARA OPERAR (READY TO OPERATE).	240
O.4. ARRANQUE (START).	243
O.5. OPERACIÓN NORMAL (NORMAL OPERATE).	246
O.6. CIERRE (SHUTDOWN).	251
O.7. PARO DE EMERGENCIA (EMERGENCY SHUTDOWN).	253
O.8. DIAGRAMA EN ESCALERA DEL PLC.	255
O.9. ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DEL PLC.	262
P.1.CABLE.	263
P.2. CURVA DE INTERRUPTORES.	271
P.3. MODULOS DE PESO.	279
P.4. SENSOR DE NIVEL.	284
<b>6.CONCLUSIONES.</b>	
6.1. CONCLUSIONES.	286
<b>7.BIBLIOGRAFIA.</b>	
7.1. BIBLIOGRAFÍA.	288



# 1. INTRODUCCIÓN.

## 1.1. Introito.

Esta tesis gira alrededor del diseño de una instalación eléctrica industrial, mundo en el que pretendemos ejercer nuestra actividad profesional.

El primer reto al que nos enfrentamos, es el de ligar los diferentes intereses y propósitos de una tesis profesional, y todo ello finalmente se concentra en la selección de un tema de tesis en el que confluyan dos vertientes propias de donde venimos: una universidad como la UNAM, que se debe a un pueblo mexicano que la paga, y una necesidad de expresar nuestro saber en términos sociales.

Creemos que al seleccionar un tema de tesis como el del diseño de una planta de asfalto satisfacemos con creces, no sólo los propósitos antes mencionados, ya que debemos reconocer que al final, descubrimos una visión mas amplia de la sabiduría e inteligencia de lo que significa el requerimiento de escribir una tesis. En la dimensión social hay que reconocer que las carreteras, calles, aeropuertos, y todo tipo de construcciones que requieran en una u otra forma el asfalto, terminan siendo construcciones que multiplican el potencial de desarrollo de las comunidades. Baste recordar que uno de los factores claves de éxito de la antigua Roma fue la construcción de vías y caminos, como el de la vía “Apia Antiqua” que ayudó a configurar un adagio que llega hasta nuestros días: “todos los caminos llegan a Roma”.

Si nos empeñamos en seguir con la visión social, y pensando en términos históricos más recientes, valdría la pena recordar (en términos muy simplificados) el profundo impacto económico que tuvo el plan norteamericano iniciado con Franklin del Anno Roosevelt de armar un conjunto de carreteras a lo largo de todos los Estados Unidos a partir del año 1937. Con una visión muy clara, inicia un programa de construcción de presas y carreteras interestatales (columna vertebral hasta la fecha) como punto de partida para sacar de su crisis económica a los Estados Unidos, y que continuado terminó como un proyecto aprobado en 1955 con la decisión de construir 150,000 millas de carreteras del proyecto conocido como NHS<sup>1</sup>. Este proyecto, visto en la perspectiva del tiempo, es un factor clave de éxito para el desarrollo e integración de los Estados Unidos, y que le lleva a Estados Unidos mas de quince años completar el sistema carretero interestatal.

## 1.2. El sistema aeroportuario y carretero nacional

¿Podríamos decir que, en el caso de México, está satisfecha la necesidad de un sistema nacional de carreteras entre los estados? ¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrenta el sistema carretero nacional? Ciertamente este tema solo tiene por objeto ubicar la importancia relativa de este trabajo.

---

<sup>1</sup> Creation Of The National Highway System by Richard F. Weingroff

Pocos datos son necesarios para ello. Hacia finales del año 2005<sup>2</sup> México cuenta con 55 aeropuertos y 356,000 kilómetros carreteros en carreteras federales, estatales y ramales que conectan a poblaciones superiores a 2500 personas. En el último año se gastaron del orden de 20,700 MMPs en su mantenimiento. De más está decir que la gran mayoría de esta red carretera y aeroportuaria están construidas a base de mezclas asfálticas y es claro el impacto financiero que puede tener la calidad (y por ende el control de la calidad) de estas mezclas asfálticas en el costo de mantenimiento. Dos vertientes en este sentido serían la de ampliar el tiempo medio de falla de la red así como reducir el tiempo y costo medio de reparación de carpetas asfálticas.

Y, al hablar de carreteras y aeropuertos, ciertamente el monto de mantenimiento es apenas una fracción del impacto económico que tiene la disponibilidad y uso del sistema carretero. Desde industrias que manufacturan automóviles para una población que por cada mil habitantes tiene 75 (Oaxaca) hasta 406 (Distrito Federal) automóviles, hasta los volúmenes de transporte de bienes manufacturados, transporte que en el caso de México es mayoritariamente por carretera.

### **1.3. Las plantas de asfalto.**

Las plantas de asfalto son diseñadas para atender la demanda de mezclas asfálticas para:

- La pavimentación y urbanización de la red vial de una ciudad.
- La interconexión de una ciudad con otra.
- Pistas de aterrizaje.

Usos que van a generar factores que van a influir en el diseño de plantas de asfalto en cantidades a producir, típicamente, desde 60 ton/hr. Hasta 400 ton/hr. Un primer aspecto importante es si la Planta de Asfalto conviene que sea estática (como las del Departamento del Distrito Federal) o móvil (para mantenimiento de carreteras y aeropuertos) plantas de asfalto que satisfagan las necesidades de proyectos, que pueden ir desde aspectos relativamente menores como entradas de vehículos y parque de estacionamientos, hasta pavimentar caminos secundarios en áreas rurales hasta autopistas, que pueden ser nuevas, carreteras que requieren ser ensancharlas o solamente renovarlas. Un aspecto que también marca la necesidad de hacer que estas plantas sean móviles es debido a que el lugar donde se este realizando la pavimentación se puede encontrar a varios kilómetros del lugar de producción y esto pueda ocasionar que el cemento asfáltico se enfríe antes de ser colocado.

Otra característica importante es la de si la planta de producción de asfalto es continua o discontinua, esto es, produce en cantidades finitas denominadas “batches”, cada una de ellas del tamaño esencialmente de lo que puede transportar un camión de volteo. El escoger entre una y otra ciertamente es una decisión de carácter económico en el que no abundaremos más.

---

<sup>2</sup> INEGI. Pagina de economía en la sección cuéntame. [www.cuentame.inegi.gob.mx](http://www.cuentame.inegi.gob.mx)

Como su nombre lo indica, las Plantas de producción de asfaltos son plantas que esencialmente mezclan materiales pétreos (que es su caso es basalto) con asfalto caliente. Y su funcionamiento se puede detallar en cinco pasos:

- a) Dosificación de áridos en frío.
- b) Secado, calentamiento y separación de polvos.
- c) Clasificación de áridos en caliente.
- d) Dosificación final.
- e) Mezclado.

El proceso de elaboración solo requiere de mezclar los pétreos y el asfalto que juntos a una temperatura adecuada y un mezclado homogéneo dan como producto final el cemento asfáltico. Es necesario cuidar principalmente los siguientes parámetros para obtener una mezcla de alta calidad:

1. Alcanzar una dosificación precisa de componentes.
2. Realizar un secado eficiente y eficaz.
3. Efectuar un mezclado homogéneo.
4. Mantener la temperatura de la mezcla en el valor especificado.
5. Operar la planta en forma segura.
6. Efectuar un adecuado control de contaminación.

## 1.4. La planta de asfalto.

A manera de especificaciones, el diseño de la Planta de Asfalto de esta tesis se muestra en la siguiente tabla:

<b>Especificación.</b>	<b>Cantidad.</b>
Capacidad de producción.	60 Ton/hr.
Tipo de producción.	Discontinua en Batches
Material.	Basalto.
Porcentaje de humedad.	0.5%.
Densidad del material pétreo.	1,960 Kg. / m <sup>3</sup> .
Secador.	Largo =14 m. Diámetro 2.4 m. secador a contraflujo.
Quemador.	2, 000,000 Kcal. / hr.
Tolvas clasificadoras.	3 tolvas de 2 m <sup>2</sup> .
Cangilón.	Altura = 15 metros, Tamaño del cangilón .0.3x0.17x0.29 m.
Mezclador	Doble eje, Volumen = 2.2, m <sup>3</sup>
Colector de polvo	Cámara de filtros. Malla 30 y 0.3 micrón.
Compresor	Tipo centrifugo de 5 Hp.
Bomba	5 Hp para diesel, asfalto.
Tanque de asfalto	30,000 galones.
... otros parámetros. Ver especificación de plantas chinas...	

Para este proceso se requiere de diferentes tipos de maquinaria:

- Bandas transportadoras.
- Secador rotatorio.
- Quemador.
- Cangilones.
- Tolvas de pesaje.
- Mezcladoras.
- Sopladores.
- Quemadores.
- Colector de polvo.
- Calderas.
- Bombas.
- Compresores.
- Motovibradores.

Y para su accionamiento se requiere esencialmente de motores eléctricos.



**Planta de asfalto móvil.**

## 1.5. La organización de la tesis.

Esta tesis presenta, en términos relativamente simples, el diseño eléctrico y de instrumentación de una planta de asfalto tal como lo ve un ingeniero eléctrico en términos amplios en un proyecto real.

Con esto lo que queremos decir, en primer lugar, es que el Ingeniero eléctrico en su modalidad de instrumentación y control necesita involucrarse en los aspectos de diseño que el ingeniero mecánico o el ingeniero de proceso requieren para lograr el producto que se propone producir. El capítulo 2 presenta los aspectos de tecnología desde esta perspectiva, cubriendo fundamentalmente los siguientes puntos:

- Bases de diseño del proceso.
- Bases de diseño de los equipos.
- Aspectos de seguridad y ambiental de las materias primas y del diseño.

En segundo lugar, ya con los equipos mecánicos diseñados, el capítulo 3 se enfoca en el diseño eléctrico, cuyo alcance fundamentalmente es el de la selección de equipo eléctrico, especificaciones de equipo mayor, así como los aspectos eléctricos, operativos y de seguridad que hay que cumplir en los diferentes documentos del proyecto eléctrico.

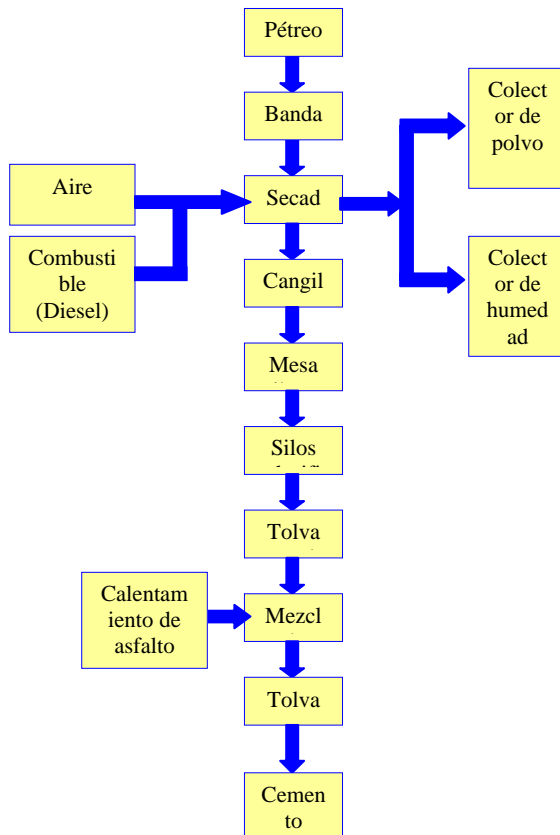
En el capítulo 4 se presenta la descripción funcional, esto es, lo que el ingeniero mecánico y el de proceso requieren, descrito ya desde la perspectiva de control e instrumentación, para luego implementarla en diagramas y esquemas de control a base de tecnología de relevadores y, desde un punto de vista de control, con control manual.

Transformando el control anterior, lo automatizamos y presentamos el diseño de circuitos de control para lograr este propósito.

Cierra la tesis un breve capítulo de conclusiones y varios apéndices que buscan dejar constancia del trabajo realizado, en donde hemos ubicado el mayor contenido de los detalles técnicos, para permitir una lectura relativamente directa del contenido de la tesis a lo largo de los diferentes capítulos.

## 2. TECNOLOGIA DEL PROCESO.

### 2.1. Introducción.



En el capítulo anterior hablábamos de las partes o secciones que componen esta planta:

- Dosificación de áridos en frío.
- Secado, calentamiento y separación de polvos.
- Clasificación de áridos en caliente.
- Dosificación final.
- Mezclado.

En términos simples, los materiales pétreos llegan a la planta y se depositan en tolvas. Se extraen en las proporciones adecuadas y pasan a un secador donde se elimina fundamentalmente la humedad, y se remueven los pétreos finos. Pasa posteriormente a una mesa vibratoria con objeto de separar los pétreos según sus características esenciales, pesándose por la báscula donde se dosifican de acuerdo a una receta. Se agrega el asfalto a temperatura tal que lo mantiene en

estado líquido, depositándose el “Batch” en la mezcladora. Se agrega una tolva para sincronizar la producción con los camiones de volteo.

Este capítulo se concentra en los aspectos básicos de la tecnología del proceso:

- 1) Balance de materia y energía, en el cual se concentra fundamentalmente el resultado y el conocimiento del proceso de fabricación del asfalto.
- 2) Bases de diseño del equipo, en el cual en base al balance de materia y energía se seleccionan los equipos principales del proceso. La salida de esta etapa del diseño consiste fundamentalmente en la memoria de cálculo, el Diagrama de Tubería e Instrumentación y las especificaciones esenciales del equipo mayor de proceso.
- 3) MSDS, del inglés Material Safety Data Sheet, que contiene la descripción de los riesgos a la salud y a la seguridad de cada uno de las materias primas, procesadas o semiprocesadas.

- 4) Y, en virtud y dado que esta es una tesis esencialmente de carácter eléctrico –que muestra como en el diseño eléctrico esta inmerso en el proceso- se selecciona la potencia de los motores eléctricos.

## 2.2. Balance de Materia y Energía.

### 2.2.1 Granulometría.

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado tiene aberturas que varían desde la malla No. 100 (150 micras) hasta 9.52 mm. Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños partícula. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de asfalto, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del asfalto. Como es de conocimiento general, un cemento asfáltico en caliente convencional es una mezcla de áridos gruesos y finos de alta calidad con asfalto, densamente graduada. Los áridos y el asfalto, calentados individualmente entre 120 y 160 °C, son mezclados en planta, aplicados con máquinas.

- El agregado grueso esta constituido por grava partida, roca partida. Las partículas que la constituyen serán duras, limpias y resistentes, estables libres de películas superficiales de raíces y restos vegetales; además no contendrá otras sustancias perjudiciales que puedan dañar el cemento asfáltico. El agregado grueso consistirá en materiales retenidos por la malla de 1” a 4”.
- El agregado fino consistirá en granos pasantes por el tamiz del 4” al 40”.
- El agregado filler estará entre las mallas del 4”al 200”.

El tamaño seleccionado de un *BATCH* de nuestra planta de asfalto (tipo discontinuo) es de **6173 Kg.** Donde se muestran los pesos de cada uno de los agregados anteriores:

	<b>% de áridos (Para 5778 Kg.)</b>	<b>Kg.</b>	<b>Kg. Acumulados</b>
Tolva 3 (Fino)	30	1690.044	1690.044
Tolva 2 (Grueso)	40	2253.392	3943.436
Tolva 1 (Filler)	30	1690.044	5778
Asfalto		395	
Total	100	6173	

La granulometría, como puede verse, se constituye en la base del diseño del equipo a seleccionar para la operación de la planta.

### 2.2.2. Capacidad de la planta.

Según los estudios de mercado, los tamaños comerciales de las plantas de asfalto del tipo seleccionado que resultan apropiados están entre 60 y 180 mil kilogramos por hora. La siguiente tabla muestra las capacidades nominales y de diseño de nuestra planta.

Capacidad de producción.	<b>60,000 Kg. / Hr.</b>
Capacidad de diseño.	<b>80,000 Kg. / Hr.</b>

Lo que en términos de logística significa que podremos llenar 13 camiones de volteo de 6 toneladas por hora.

Los factores que determinan esta producción será siempre y cuando la materia prima a emplear sea piedra volcánica (Basalto) con un máximo de 2.5% de humedad (la cual se seca a 0.5% al calentar los materiales pétreos a una temperatura de aprox. 130° C) antes de ser mezclado con asfalto calentado a una temperatura de 150° C. El producto final dará una mezcla aproximadamente de 140° C, temperatura que es importante en términos logísticos, ya que hay que depositarla en las carreteras y lugares de construcción antes de que se enfríe.

### 2.2.3. Especificación de materias primas y productos.

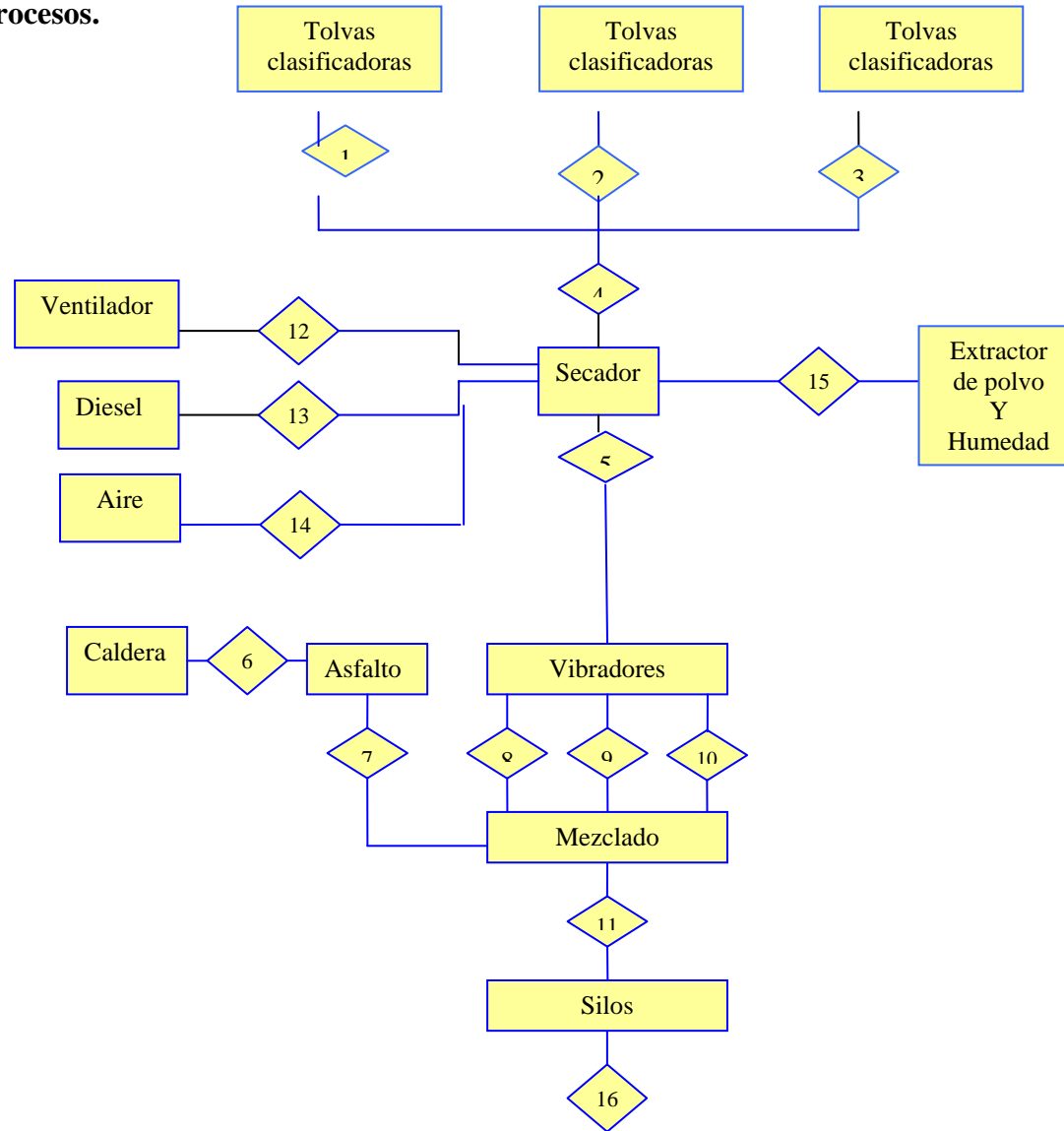
Favor de consultar en el apéndice A las especificaciones y las hojas de MSDS de las materias primas (Material de pétreos, Aceite térmico y Diesel) así como del producto de la planta (Cemento asfáltico).

### 2.2.4. Balance de materia y energía.

El siguiente diagrama de flujo pretende mantener en forma simple la planta que se describe en el DTI del apéndice B.



**Diagrama de flujo de procesos.**



## DIAGRAMA DE FLUJO.

Los números contenidos en los rombos del diagrama anterior corresponden a los números de las corrientes de la siguiente tabla, donde se resume el balance de materia y energía de la planta.

**TABLA DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.**

MATERIAL	UNIDAD	PROCESOS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grava	KILOGRAMOS (Kg.)	16899.	0	0	0	0	0	0	16730.8	0	0	0	0	0	0	0	16730.9
gravilla	KILOGRAMOS (Kg.)	0	22533.	0	0	0	0	0	0	22307.6	0	0	0	0	0	0	22307.9
finos	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	16899.	0	0	0	0	0	0	16730.	0	0	0	0	0	16730.9
chapopote	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	3950.7	3950.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3950.6
agua	KILOGRAMOS (Kg.)	433.33	577.77	433.33	1444.4	280.249	0	0	84.0748	112.1	84.074	280.249	0	0	0	0	280.2
agua + pétreos	KILOGRAMOS (Kg.)	17333.	23111	17333.	57777.	56049.8	0	0	16814.9	22419.9	16815	56049.8	0	0	0	0	56049.9
temperatura	GRADOS CENTIGRADOS (°C)	25	25	25	25	130	25	135	25	25	25	130	135	135	135	0	130.0
presión	PASCAL (Pa)	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.	101.3	101.	101.3	101.3
aire	KILOGRAMOS (Kg.) / hora (10 <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67.7	0	27.5	0	0.0
diesel	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225.3		0	0.0
ASFALTO	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3950.59	0	0	0		3950.6
cemento asfáltico	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60000.4	0	0	0	0	0
Transporte	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60000.4

## 2.3. Diagrama de Tubería e Instrumentación.

El apéndice B muestra el diagrama de tuberías e instrumentación de la planta de asfalto. El diagrama ha sido desarrollado en base a los estándares de PIP en cuanto al equipo de proceso, y la parte de control de acuerdo a una versión modificada del estándar ISA S6.1.

### 2.3.1. Características de equipo mayor.

La siguiente tabla muestra las características más importantes del equipo mayor de la planta, donde en el apéndice D se muestran las bases de diseño y selección del equipo.

TAG	Equipo	Características mas importantes
SILO01. SILO02. SILO03.	Tolvas clasificadoras	Capacidad de 2 m <sup>2</sup> c/u, espesor 13 mm,
SILO04. SILO05. SILO06. SILO07.	Tolvas de almacenamiento	Capacidad de 2 ton. c/u
SILO01.BT01. SILO02.BT02. SILO03.BT03. SILO123.BT04. BT.INCLI01. SEC.ROT01.BT05.	Bandas transportadoras.	Ancho 60 mm., capas 5, diámetro del tambor 500mm. Tamaño máximo de terrones 11.5 cm.
QMDR01.	Quemador	2, 000,00. Kcal. / hr., aceite liviano (Diesel)
SEC.ROT01.	Secador rotatorio.	Largo 12.18 m. ancho 2.4m velocidad 4.5 rpm,
COL.POLV01.	Colector de polvo.	Caudal de gases: 17.50 m <sup>3</sup> /hr. Presión estática: 325 mmca. No de mangas: 48 unidad Potencia del extractor: 40HP.
CANG01.	Cangilones.	Altura = 15 metros, Tamaño del cangilón .0.3x0.17x0.29 m.
MV01.	Mesa vibratoria.	40 Hp.
SILO04. SILO05. SILO06.	Silos.	Tanques de almacenamiento de áridos calientes, Capacidad de 2 m <sup>2</sup> c/u, espesor 13 mm.
MEZCL01.	Mezclador.	Doble eje, Volumen = 2.2, m <sup>3</sup>
TANQ.ASF.01.	Tanque de asfalto.	Tanque térmico de 40.000 litros para almacenamiento y calentamiento de asfalto de sección circular, construido en

		chapa de 4.75mm de espesor en laterales y 6.35mm en las tapas
AC.CAL01.	Aceite caliente.	Tanque con aislamiento térmico con capacidad de 30,000 galones de flama directa, con un quemador de $1.6 \times 10^6$ BTU/ hr. y serpentín para aceite térmico
TOLV.PSJ01.	Balanza	Caldas de peso de 0- 6000 Kg.

### 2.3.2. Cálculo y selección de motores.

La siguiente tabla muestra en forma resumida los resultados de los cálculos de potencia de los motores eléctricos de la planta, mismo cuyo cálculo detallado se presenta en el apéndice D. Normalmente es el ingeniero mecánico o el ingeniero de proceso quienes definen las potencias requeridas por los equipos mecánicos o de proceso. De modo que esta tabla es el punto de partida del diseño eléctrico de la planta.

TAG	HP	Velocidad	Características especiales: Tipo de arranque/Inercia	Nombre del Motor
SILO1.MOT04.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1
SILO2.MOT05.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2
SILO3.MOT06.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3
SILO123.MOT07.	5	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4
BT.INCL1.MOT08.	10	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA
SEC.ROT1.MOT09.	30	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1
SEC.ROT1.MOT10.	30	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2
VENT01.MOT11	75	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR DE VENTILADOR

SEC.ROT1.BT04.MOT13	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5
CANG1.MOT14.	10	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE CANGILONES
MV01.MOT15,	30	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS
MEZCL01.MOT16, MEZCL01.MOT17	200	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR DE MEZCLADOR
BOMB.ASF1.MOT03	5	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO
BOMB.ACT.MOT01	5	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR BOMBA DE ACEITE
COL.POLV1.MOT18,	75	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR COLECTOR DE POLVOS Y HUMEDAD
SPDR, QMDR.MOT, 12.	30	1800 rpm	Voltaje reducido / autotransformador	MOTOR QUEMADOR
COMP.MOT02	5	1800 rpm	Voltaje pleno.	COMPRESOR DE AIRE
SILO1.VIB1.MOT19.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DEL VIBRADOR 1
SILO2.VIB2.MOT20.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DEL VIBRADOR 2
SILO3.VIB3.MOT21.	2	1800 rpm	Voltaje pleno.	MOTOR DEL VIBRADOR 3

## 3. DISEÑO ELÉCTRICO.

### 3.1. INTRODUCCIÓN.

El diseño eléctrico de una planta como la descrita en los capítulos anteriores tiene, tradicionalmente, dos fases: Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle.

Una primera forma de definir ingeniería básica es la de considerar todos los estudios y documentos necesarios para poder aproximar el costo de toda la instalación eléctrica a un total de inversión, que, al construirse, esté dentro del +/- 5% de tolerancia del costo final del proyecto y construcción. Ciertamente la estimación de este costo es parte fundamental de la ingeniería básica, por no decir, lo único importante en términos de negocios. Después de la ingeniería básica vienen los procesos de aprobación de las inversiones y de los capitales a invertir, lo capitalizable, lo no capitalizable, para conseguir financiar el proyecto incluidos los intereses intercalares, y dependiendo del tipo de proyecto (por ejemplo, en cogeneración), los costos de operación y mantenimiento. De modo que esto implica, en el caso eléctrico, como mínimo, un diagrama unifilar sólido, esto es, consistente con las mejores prácticas de ingeniería, que pase todos los reglamentos de aplicación local. En su forma mínima, la ingeniería básica incluye:

1. Diagrama unifilar (que incluye una cedula de cable y conduit).
2. Un alcance de proyecto (que le permite al estimador calcular el costo).
3. Y especificaciones de equipo mayor.
4. Arreglo de equipos.
5. Diagrama de clasificación eléctrica-si es que es aplicable.
6. Estimación de costos.

Todos ellos soportados, obviamente, por una memoria de cálculo, y un criterio de diseño. El arreglo de equipos y los diagramas de clasificación eléctrica que permite estimar el cableado de fuerza, la selección de equipo de control e instrumentación, y la clasificación del tipo de equipo eléctrico que necesita el proyecto, que como es obvio, sus costos pueden variar significativamente según la clasificación eléctrica del área, tanto desde el punto de vista eléctrico como del de instrumentación y control. La estimación de costos esta basada fundamentalmente en el alcance del proyecto (Nótese que el alcance de proyecto puede tener varios niveles, uno el de proceso, y otro donde cada disciplina describe su propio alcance, a partir del primero) basado en cotizaciones según la especificación del equipo mayor, así como de otros aspectos estimados (tierras, alumbrado, comunicaciones, etc.) y otras instalaciones eléctricas, que, aunque importantes en el contexto eléctrico, pueden ser estimadas en diferentes formas. A manera de ejemplo, por factores basados en instalaciones similares o en precios unitarios con volúmenes estimados.

En la ingeniería de detalle se incluyen otros documentos que buscan avanzar el diseño a su etapa de construcción. Por ello es necesario que los documentos generados en esta etapa sean ya basados en los equipos eléctricos seleccionados de modo que el diseño procede a partir de información de fabricante certificada para construcción. Al entregar el fabricante esta información, se establecen requerimientos eléctricos (o derivados de los eléctricos)

tanto del lado abastecedor como del lado receptor de la energía eléctrica, mismos que hay que satisfacer cumpliendo requerimientos (de):

- Ambientales, (por ejemplo, la forma de instalar generadores de emergencia o transformadores que si, por alguna razón derraman aceite o askareles, es necesario contenerlos).
- Seguridad, (por ejemplo, el que los trabajadores tengan distancias mínimas de seguridad en equipo eléctrico, así como varios caminos de acceso en caso de incendio, o los derivados de la clasificación eléctrica del área).
- Calidad de la construcción de la instalación, para que al ser construida, la instalación eléctrica, aparte de cumplir con toda la regulación aplicable, resista el uso normal sin que haya un deterioro acelerado de la instalación que obligue a costos de mantenimiento y reposición no contemplados en las estimaciones de vida útil de la instalación
- Mantenibilidad, aspectos que hablan de los espacios necesarios para armar y desarmar equipos en forma factible, con accesos ergonómicos, que permitan el reemplazo de partes y componentes, que acordes con la experiencia del personal de operación y mantenimiento, estos puedan ser realizados, incluso el reemplazo completo del equipo, sin tener que hacer desembolsos fuera de toda proporción porque ni siquiera se consideraron aspectos para que pueda entrar o salir el equipo, espacios donde pueda ser colocadas las partes al desmantelarse, o una rigidez de espacios donde ni las manos caben para reemplazar partes y componentes.

Los documentos desarrollados –típicamente- en esta etapa del proyecto son: documentos y manuales certificados para construcción por parte de fabricantes, diagramas de fuerza (arreglos de equipo con cableados) –alumbrado y fuerza-, planos de tierras, comunicaciones, listados de cableados y diagramas de control, así como detalles constructivos de todos los equipos y accesorios que definen y le indican al constructor todos los detalles constructivos que le dan robustez en el uso a todos los equipos y accesorios que, finalmente, definen la calidad y durabilidad de las instalaciones Y, por supuesto, una adecuación de todos los documentos de ingeniería básica.

### **3.2. Características Generales.**

Dado que la planta de planta de asfalto para la cual se especifica el diseño contenido en esta tesis es del tipo discontinuo, con mezcla en caliente, y que requiere (la planta) ser transportada hasta el lugar donde sea requerida, implica algunas características generales del diseño eléctrico que la hacen distintiva de otras instalaciones industriales:

- Diseño modular: los diferentes módulos de los que se compone la instalación industrial deberán ser transportados dentro de los *galitos* normales de las carreteras nacionales.
- Conexiones flexibles, que permitan desconectar con facilidad las instalaciones eléctricas, y reconectarlas fácilmente en el lugar de destino.

- Varias secciones de cableado, instrumentos y equipo eléctrico pueden estar sujetos a clasificaciones de áreas eléctricas del artículo 500 de la NOM-001.

### 3.3. Carga.

Como se vio en el capítulo anterior, y en el apéndice correspondiente, la siguiente tabla es la herencia que el ingeniero eléctrico, después de algunas interacciones con el ingeniero de proceso y los fabricantes, derivadas de su participación de entender los diagramas de tuberías e instrumentación, así como de los cálculos antes vistos de proceso y de sus interacciones con fabricantes de equipo, a quienes se les solicitan cotizaciones y catálogos preliminares, terminamos con una tabla, que en términos simples se parece a la siguiente:

Motor	Descripción	HP	R/NR
1	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	2	NR
2	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	2	NR
3	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	2	NR
4	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	5	NR
5	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	7.5	NR
6	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1	30	NR
7	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2	30	NR
8	MOTOR DE VENTILADOR	75	NR
9	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	2	NR
10	MOTOR DE CANGILONES	7.5	NR
11	MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS	30	NR
12	MOTOR DE MEZCLADOR 1	100	NR
13	MOTOR DE MEZCLADOR 2	100	NR
14	MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	5	NR
15	MOTOR BOMBA DE ACEITE	5	NR
16	MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS U HUMEDAD	40	NR
17	MOTOR QUEMADOR	30	NR
18	COMPRESOR DE AIRE	5	NR
19	MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	NR
20	MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	NR
21	MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	NR
	<b>TOTAL</b>	<b>484</b>	

Donde R/NR se refiere a si el motor necesita ser reversible o no reversible, esto es, dar vueltas en una dirección o si se requiere en el proceso que pueda girar en los dos sentidos. Esto afecta fundamentalmente el tipo de arrancador del motor. Esto constituye una de las entradas fundamentales proveniente del ingeniero de proceso al ingeniero eléctrico.

Armado con esta información el ingeniero eléctrico elabora una estimación de cargas del proyecto, que será la base de su diseño. El siguiente es un formato sugerido por IEEE para esta estimación, en la que aparte de las cargas de fuerza, el ingeniero eléctrico incluye otras cargas eléctricas cuyo origen no es de proceso, como alumbrado y contactos, servicios, etc. y un factor que con frecuencia es omitido: las pérdidas eléctricas.



DESCRIPCIÓN	calculado	Seleccionado (HP)	Consumo In @ fp=100	Consumo In @ fp=90	Consumo In @ fp=80	KVA	FD	KW	KVAR
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	1.02	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	1.02	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	1.02	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	3.086	5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	5.87	7.5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1	25	30	40	44	50	39.790	0.8	34.485	23.8740
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2	25	30	40	44	50	39.790	0.8	34.485	23.8740
MOTOR DE VENTILADOR	70	75	96	105.6	120	95.496	0.8	82.763	57.2976
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	1.02	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DE CANGILONES	6.73	7.5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS	30	30	40	44	50	39.790	0.8	34.485	23.8740
MOTOR DE MEZCLADOR	100	100	124	136.4	155	123.349	0.8	106.902	74.0094
MOTOR MEZCLADOR 2	100	100	124	136.4	155	123.349	0.8	106.902	74.0094
MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	3	5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR BOMBA DE ACEITE	3	5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS U HUMEDAD	70	40	52	57.2	65	51.727	0.8	44.830	31.0362
MOTOR QUEMADOR	25	30	40	44	50	39.790	0.8	34.485	23.8740
COMPRESOR DE AIRE	5	5	7.6	8.36	9.5	7.560	0.8	6.552	4.5361
MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	2	3.4	3.74	4.25	3.382	0.8	2.931	2.0293
ILUMINACIÓN								2.000	
TOTAL	381.766	484			781.75	622.117		541.168	373.2700
TOTAL DE KVA								657.414	
PERDIDAS DEL 5%								32.871	
RESERVA DEL 30%								197.224	
TOTAL DE KVA								887.509	
FACTOR DE DIVERSIDAD (1.35)								1.350	
TOTAL DE KVA								657.414	
TRANSFORAMDOR SELECCIONADO								1000.000	

### 3.4. Decisiones eléctricas fundamentales.

Una vez estimada la carga del proyecto (nótese que esto de estimar la carga del proyecto no es un tipo de trabajo lineal, sino que es un tipo de trabajo de muchas iteraciones con diferentes participantes del proyecto, entre ellos cabe mencionar al ingeniero de proceso, el de servicios auxiliares, los fabricantes de equipo, los ingenieros mecánicos, los de operaciones, los de mantenimiento, y otros mas), el ingeniero eléctrico es confrontado para tomar decisiones que afectarán el costo de capital toda la instalación eléctrica, por un lado, y por otro, el costo operativo derivado de tarifas eléctricas y de las pérdidas de producción, producto de la confiabilidad del sistema eléctrico inherentes, en la mayoría de los casos, al nivel de tensión de alimentación a la instalación industrial seleccionado y de la robustez del esquema eléctrico de distribución. En otras palabras, hay las siguientes decisiones importantes a tomar:

- Nivel de voltaje de alimentación a la instalación industrial: Esto define fundamentalmente la tarifa eléctrica y el nivel de inversión en la subestación principal. En el caso de la planta de asfalto no hay muchas opciones factibles. Si la planta estará operando en el Distrito Federal el voltaje deberá ser necesariamente el de distribución de la Compañía de Luz y Fuerza del centro, esto es, 23 KV. Si hablamos de las regiones en las que opera la Comisión Federal de Electricidad, sería de 13.8KV o 33 KV.
- Niveles de voltaje de transmisión y distribución a la planta. La planta de asfalto aquí considerada es, para todo propósito práctico, una planta de tamaño pequeño. No tiene sentido meter más de un voltaje de distribución que sería de 440 Volts, tres fases, tres hilos. Si hubiera motores más grandes se podría considerar otro voltaje industrial que hiciera mas económico el equipo y cableado eléctrico. Para el alumbrado escogemos 220 Volts, tres fases, cuatro hilos.
- Esquema de distribución seleccionado. Según la complejidad de la planta y el impacto de la falla de los equipos en la producción y en la seguridad se puede escoger entre esquemas radiales, anillos, secundarios selectivos, etc. En el caso de la planta que nos ocupa, que estará operando en lugares rurales o inhóspitos donde la confiabilidad de la propia red de distribución de energía de las empresas eléctricas frecuentemente será menor que la del esquema radial que seleccionamos para esta planta de asfalto. ¿Qué es lo peor que puede pasar con la ausencia de energía?
  - Bandas y transportadores con material, que harán que el re arranque sea con mas inercia.
  - Falla segura del quemador en el secador. Arranque del secador con una inercia mayor correspondiente al secador y al material que se haya quedado atrapado adentro.
  - Que una carga ya con asfalto se quede en el mezclador, y que esta se enfríe. Si esto llega a suceder habrá que limpiar el mezclador y los depósitos con herramientas de mano si el operador espera demasiado. En principio será un asunto de buen juicio, ya que las compuertas para descargar el mezclador operan a base de aire. Dos soluciones se pueden implementar:

- A) Se puede diseñar un “bypass manual” a las válvulas solenoide de los pistones de las compuertas del mezclador para descargar manualmente el mezclador y el deposito inferior de él.
- B) Alimentar con una fuente de energía ininterrumpible el control de la planta.

### **3.5. Diagrama unifilar.**

El siguiente diagrama unifilar, es una versión simplificada del mostrado en el apéndice (apéndice G plano PA 1 2 1) Este diagrama nos sirve como base para:

1. Dimensionar y seleccionar el equipo eléctrico mayor. Dos son los equipos eléctricos mayores en nuestro caso:
  - a. Subestación principal.
  - b. Centro de control de motores.
2. Conjuntar la información base del proyecto tanto de cargas como de la propuesta de equipos de transformación, control y distribución del proyecto.
3. Al ir evolucionando el diagrama unifilar concentra la información de los cálculos realizados. Los diagramas unificares industriales normalmente tienen una cédula de cable y conduit asociada, como el mostrado en el plano (PA 1 2 1).

### **3.6. Memoria de cálculo.**

La memoria de cálculo detallada para la planta de asfalto está compuesta de los siguientes apéndices:

1. Apéndice F; selección de equipo principal.
2. Apéndice G: donde se muestran los tipos de motores, los diferentes tipos de arranque y al final se muestra el diagrama de circuito de control de arranque tanto para voltaje pleno y voltaje reducido, así como el de las válvulas y celda de pesos. Y cableado seleccionado y que se muestra en la cédula de cable y conduit del diagrama unifilar.
3. Apéndice H: donde se muestra el corto circuito y la protección de los equipos principales y motores. En este apéndice se bosqueja la curva de coordinación de protecciones del proyecto, ya que la definitiva debe hacerse con información certificada y suministrada por los fabricantes.
4. Apéndice I: donde se muestra la regulación de voltaje y podemos asegurar que las máximas caídas de voltaje son menores al 5%. En la parte (I.2.) del apéndice se muestra que la caída de voltaje máxima al arrancar el motor mas grande es de (5.6%), lo cual resulta aceptable. Esta caída supone que el sistema eléctrico de la compañía suministradora es capaz de sostener el arranque del motor mas grande, cosa que no siempre es cierta en áreas rurales.
5. Apéndice J, donde se muestran los conductores mínimos para protección a tierra.
6. Apéndice K donde se muestran las áreas clasificadas.

### 3.7. Especificación de equipo mayor.

En un inciso anterior decíamos que son dos los equipos eléctricos principales en este caso.

1. El centro de control de motores seleccionado es un CCM con (21) arrancadores, NEMA 12 a prueba de polvo, con barras horizontales de (600 amp) y barras verticales de 300 Amperes. El siguiente diagrama muestra un arreglo del CCM propuesto, cuya especificación completa se muestra en el apéndice L.
2. La subestación eléctrica, que en este caso fue seleccionada una subestación de Tipo NEMA 12 de 23 kV. / 440 volts, protegida en alta tensión por fusibles. El apéndice M muestra la especificación correspondiente donde es necesario notar que la subestación cuenta con:

Tensión nominal.	23 kV.
Tensión nominal de diseño.	25.8 kV
Corriente nominal.	400-630 (A)
BIL.	125 kV
Frecuencia.	60 Hz.
Corriente de corto circuito momentáneo.	41 000 (A)

### 3.8. Alcance de trabajo.

El alcance de trabajo es un documento escrito que describe el tipo y una descripción que permita al estimador definir los equipos, especificaciones de construcción que permitan estimar volúmenes de obra y características especiales de que se constituye el proyecto eléctrico con el fin de lograr la estimación del costo dentro del +/- 5%.

En este caso además de describir al equipo mayor antes mencionado, habría que mencionar:

- El cableado de fuerza y el tipo de construcción asociada. Especialmente porque si se construye en forma modular, es necesario tener clavijas y enchufes en la parte de fuerza para lograr el objetivo de flexibilidad requerido en esta instalación. Algunos de estos serían también para áreas clasificadas.
- Alumbrado: cantidades y características.
- Energía para control e instrumentación.
- Sistemas eléctricos asociados, como podría ser sistema de voice, necesario para coordinar las acciones entre la consola de operación y campo, especialmente necesario al arrancar la instalación.
- Otros sistemas de monitoreo y protección que normalmente trabajan a partir de energía eléctrica, pero que son equipos especificados por proceso e incluidos dentro del alcance eléctrico, requerimientos puestos durante las etapas de diseño, y que no son parte del alcance de esta tesis.

## 4. Instrumentación y Control.

### 4.1. Introducción.

Dentro de la Planta de Asfalto deben existir instrumentos que indiquen, registren, controlen, y en algunas circunstancias se anticipen a cambios que ocurren durante el proceso. Y también debe de emplearse algún método de control para poder llevar a cabo estas acciones.

La automatización y la instrumentación detectan casi todas las características físicas y químicas conocidas. Estas incluyen la presión, temperatura, densidad, fluidez, viscosidad, color, pH o composición.

Y esta selección de instrumentos esta basado en la selección previa tanto de la ingeniería de proceso, el estudio estequiometrico y balance de materia y energía; así como la selección previamente escogida en los capítulos anteriores.

Y para el desarrollo del control primeramente nos basaremos en la descripción funcional, el cual nos describe desde como preparar la Planta antes de arrancar motores hasta como detenerla en caso de una falla eléctrica y las medidas de seguridad que debemos tomar.

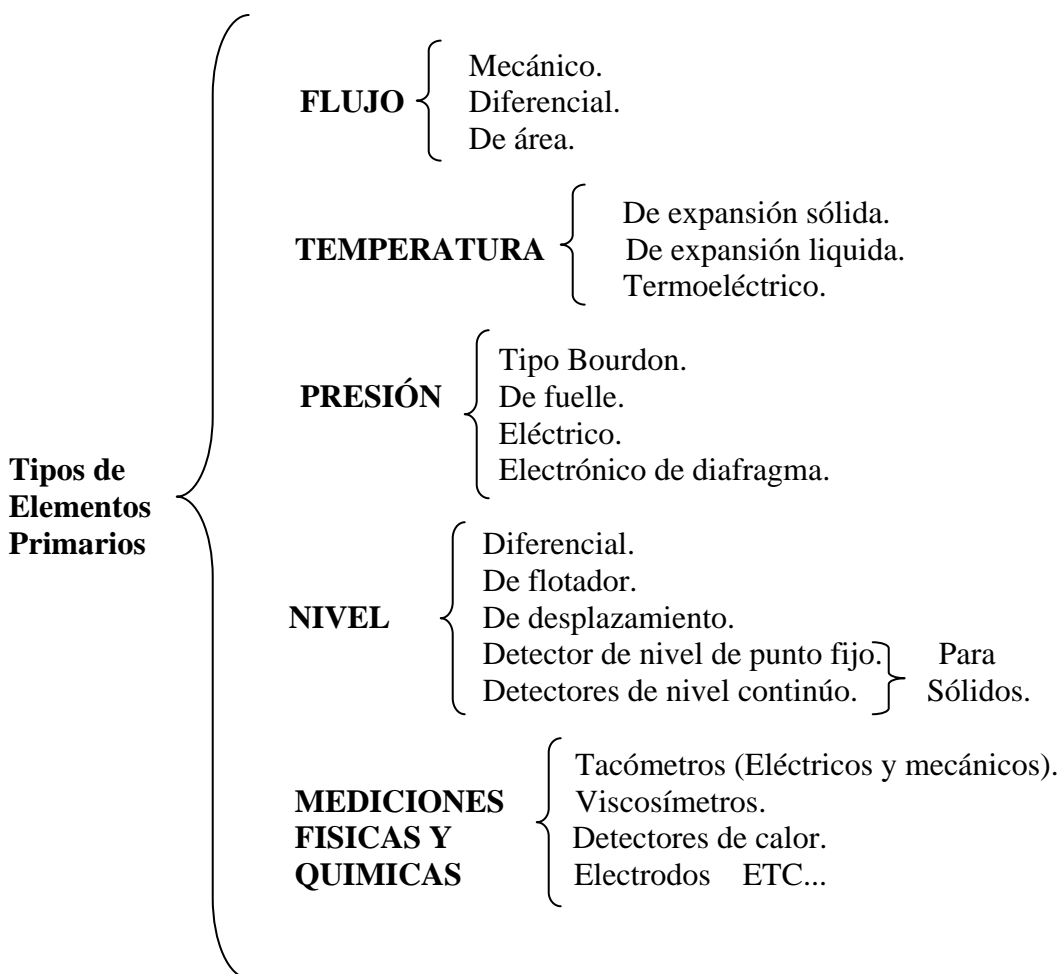
Este capítulo se concentra en los aspectos básicos de la Instrumentación y Control:

- a) Instrumentación: se basa en los equipos necesarios para detectar las variables que deseamos controlar.
- b) Control: en esta parte primeramente se realizará un control manual que será implementado en diagramas y esquemas de control a base de tecnología de relevadores. Para después en base en los diseños anteriores transformemos el control anterior y lo automaticemos, mostrando su diagrama de circuitos de control, para lograr este propósito:

## 4.2. Tipos de instrumentos.

Para indicar o controlar una variable de proceso, un instrumento debe ser capaz de detectar los cambios de dicha variable. La parte sensible del instrumento puede ser llamada elemento primario. Por medios eléctricos, neumáticos o mecánicos el instrumento traduce este elemento primario en una indicación o registro visibles. También puede actuar sobre otros dispositivos para cambiar condiciones de proceso, a manera de que la variable detectada pueda ser regresada a cierto punto determinado. Por consiguiente un instrumento esta constituido por un dispositivo sensible primario en contacto con el fluido o sustancia: una unidad amplificadora y, finalmente, una unidad física que indica o registra y traduce el impulso primario en alguna clase de energía o movimiento.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de elementos primarios que en base a estos se seleccionará el instrumento que nos ayudará a detectar dicha variable.



### **4.3. Decisión en la instrumentación fundamental.**

Los instrumentos seleccionados para la operación de la Planta de Asfalto son los que nos interesan, porque en base a sus características permitirán obtener un producto con los mínimos requerimientos.

#### **4.3.1. Compresor.**

El compresor, éste nos sirve para la operación de los pistones y shutters, ya que éstos son los dispositivos de abertura- cierre de las tolvas, los cuales controlan el segregado, así como los tiempos para la operación de la planta.

#### **4.3.2. Válvulas.**

Las válvulas son elemento necesario para la regulación de la apertura-cierre de los pistones y shutters, así como la regulación de la inyección de asfalto caliente dentro de la tolva de pesado.

#### **4.3.3. Detector de flama y Burner Management System.**

El detector de flama es de gran importancia debido a la seguridad durante la operación de la planta, y para éste tipo de seguridad se emplea un sistema de gerencia de la hornilla (Burner Management System), el cual lleva todo el procedimiento para el encendido y apagado, así como la protección en caso de falla de la hornilla.

#### **4.3.4. Detector de presión.**

Junto con la temperatura, la presión es la variable más comúnmente medida en plantas de proceso. Su persistencia se debe, entre otras razones, a que la presión puede reflejar la fuerza motriz para la reacción o transferencia de fase de gases; la fuerza motriz para el transporte de gases o líquidos; la cantidad másica de un gas en un volumen determinado; etc. Es también común medir la presión en una línea para cuantificar caudal, cuando se conoce la pérdida de carga; o pérdida de carga cuando se conoce el caudal.

#### **4.3.5. Celdas de peso.**

Dentro de los sistemas de peso, éste encaja en la parte fundamental del diseño de la planta, ya que es tipo de planta es discontinuo y una de sus características de éste es que pesa el material antes de ser mezclado con el asfalto, por lo tanto para realizar el pesaje de éste se emplean unas celdas de peso, que son instaladas en las tolvas funcionando éstas como básculas permitiendo así realizar el pesaje para los batches.

#### 4.3.6. Detector de Nivel.

Para evitar que el material pétreo se segregue de las tolvas se necesita un sensor, y éste será un detector de nivel el cual evitará que las tolvas reciban más material del que pueden almacenar así como en el mezclador no permite que se le agregue más asfalto o material pétreo del que pueda mezclar y así poder evitar un accidente, o el daño al equipo e inclusive el sobrecalentamiento de los motores al tener sobrecarga.

#### 4.3.7. Detector de temperatura.

Y una de las variables a controlar dentro del proceso es la temperatura ya que ésta nos permitirá obtener un buen producto, y éste nos informará si el material pétreo necesita ser secado durante más tiempo, que el asfalto está calentado a una temperatura óptima antes de ser mezclado con los pétreos, que dentro del secador el quemador esté operando de manera correcta para el secado del material

Dentro del apéndice M se explicarán las características técnicas así como los datos mínimos de fabricante que requerimos para el buen funcionamiento y operación de la planta, a continuación se enumeran los instrumentos a emplear, que ya anteriormente se explicó el porque de la elección de éstos.

- El compresor.
- Control Neumático shutter y válvulas.
- Detector de flama y burner managment system.
- Detector de presión.
- Sistema de pesado.
- Control de nivel de tolvas.
- Detectores de temperatura.

### 4.4. Control.

Para el control de la Planta de asfalto, como se mencionó previamente será el diseño de tipo manual, el cual tendrá dos tipos de control.

- Control Neumático.
- Control Eléctrico.

Y durante este proceso existen diferentes pasos para la operación de la Planta para la obtención del Cemento Asfáltico, que es la descripción funcional de la Planta Asfáltica la cual consiste en:

- Ready to operate. Como se ajusta la planta unos instantes antes de arrancar.
- Start. Como se arrancan los motores( secuencia)
- Normal operation. Como se opera normalmente.
- Normal shutdown. Como se detiene la planta normalmente.
- Emergency shutdown. Paro de emergencia.



En cual será descrito en el apéndice E, y tendrá su diagrama de circuito de control en el apéndice F, que se compone de una estación de botones, contactores, switches, relevadores y lámparas piloto.

Una vez desarrollada esta parte de control manual, que será nuestra base para comenzar la automatización de la Planta, en el que tomará el control total mediante un PLC (Programming Logic Control), por sus siglas en inglés, en el cual la programación seleccionada será en diagramas de escalera, y las ejecuciones paso a paso por el PLC se mostrarán las pantallas impresas y serán descritas en base en la descripción funcional, y este tomará el control tanto neumático, como eléctrico, arranque-paro de motores, así como medidas de seguridad para fallas eléctricas. Éste estará detallado en el apéndice O.

#### 4.4.1 Control Neumático.

Para una operación adecuada de los sistemas neumáticos, se debe suministrar aire seco y limpio y por ésta razón la tubería de distribución debe estar separada de los sistemas de aire de la planta. El sistema ideal debe tener, por separado, sus compresoras y receptores de aire y algún tipo de unidad regeneradora deshidratadora.

El instrumento de control de tipo neumático es quizá, entre todos los tipos de instrumentos, el más resistente al trato inadecuado. El desarrollo de dichos instrumentos toma como base la confiabilidad, la simplicidad, la adaptabilidad y la operación.

<b>Tipos De control Neumático</b>	{	Control de dos posiciones (conectar y desconectar). Control proporcional (Banda proporcional). Control proporcional con reajuste (reset). Control proporcional con reajuste y acción anticipada (reset-rate).
-------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La neumática es utilizada para la ejecución de las siguientes funciones:

- Detección de estados mediante sensores.
- Procesamiento de información mediante procesadores.
- Accionamiento de actuadores mediante elementos de control.
- Ejecución de trabajos mediante actuadores.

Pero básicamente lo que necesitamos es para el cierre-apertura de los pistones y shutters, el cual también contendrá un diagrama sencillo de control de la válvula solenoide. Así como ya se ha descrito en el apéndice de instrumentación del funcionamiento del compresor, las válvulas, pistones y shutters, así también como estación de botones, y luz piloto para saber el estado en que se encuentran, todo esto es lo básico para la realización del control neumático.

#### 4.4.2. Control Eléctrico.

Para desarrollar los circuitos de control, primeramente se debe tomar en cuenta que es lo que se desea controlar y en nuestro caso serán los motores, Primeramente se tomará en cuenta una estación de botones de arranque-paro:

- Los botones de paro se conectan en serie.
- Los botones de arranque se conectan en paralelo.

Así como también se le anexan circuitos con lámpara indicadoras.

- Cuando el motor está operando, luz piloto roja.
- Cuando el motor no está operando, luz piloto verde.

Además que se ponen sus contactores correspondientes, y el caballaje de cada motor que estamos controlando.

Este diagrama desarrollado es llamado en escalera.

#### 4.3.2 Control automático mediante un PLC (Programming Logic Control).

La automatización de la Planta de Asfalto es la pieza clave para la obtención de mezclas asfálticas de alta calidad y en el control de operación en la fabricación se manejan muchas variables que deben mantenerse dentro de parámetros estrictos y que, consecuentemente, la planta debe estar dotada con un sistema de control automático como única manera de lograrlo.

La programación empleada para la Planta de Asfalto será en diagrama de escalera y nos basaremos para la realización de éste en el control manual (apéndice E) antes mencionado y ésta también constará de 5 pasos para su operación:

- Ready to operate. Como se ajusta la planta unos instantes antes de arrancar.
- Start. Como se arrancan los motores( secuencia)
- Normal operation. Como se opera normalmente.
- Normal shutdown. Como se detiene la planta normalmente.
- Emergency shutdown. Paro de emergencia.

El cual será explicada y detalla en el apéndice M.

#### 4.3.2.1. Diseño del PLC.

Para la selección del PLC a emplear primeramente se necesitan saber todas las variables que se desean controlar, esto es, motores, válvulas, sensores, lámparas indicadoras. etc.

Para nuestro diseño de nuestra Planta de Asfalto constará con:

Entradas.	37.
Salidas.	45.
Timers.	30.
Relay.	1
Timers.	0
Counter.	0
Programación.	Escalera.

Como se mencionó anteriormente el diseño estará basado en:

- Circuitos de control de los motores eléctricos.
- Circuitos de control de las válvulas de apertura y cierre.
- En la descripción funcional del apéndice.

Todos estos del diseño eléctrico. Transformando el control anterior, lo automatizamos y presentamos el diseño de circuitos de control para lograr el propósito que la automatización de la Planta de Asfalto requiere.

En el cual en el apéndice O. constará de:

- TAG (para identificación de los equipos).
- Detalle de entradas, salidas, timers.
- Descripción Funcional ahora controlada mediante el PLC.
- Diagrama de escalera del PLC.
- Especificaciones mínimas del PLC.

# CAPITULO 5. APENDICES.

## APENDICE A: HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES, (MSDS POR SIGLA EN INGLES) DE MATERIAS PRIMAS Y CEMENTO ASFÁLTICO

MSDS (Hoja de datos de seguridad de materiales, MSDS, Material Safety Data Sheet, por siglas en ingles).

Una hoja informativa sobre sustancias peligrosas (MSDS) es un documento que da información detallada sobre la naturaleza de una sustancia química, tal como sus propiedades físicas y químicas, información sobre salud, seguridad, fuego y riesgos de medio ambiente que la sustancia química pueda causar. Esta Hoja Informativa es para:

- Los trabajadores que puedan estar expuestos a materiales peligrosos.
- Personal de emergencia (por ejemplo, bomberos), quienes posiblemente limpien un derrame o escape.

Las Hojas Informativas sobre Sustancias Peligrosas (MSDS) deben contener información básica similar, tal como:

1) **Identificación química:** Nombre del producto.

2) **Información sobre el productor:** Nombre, dirección número de teléfono y teléfono de emergencia del fabricante.

### HOJA INFORMATIVA SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS (MSDS)

#### **Ingredientes Peligrosos / información de Identificación:**

Lista de sustancias químicas peligrosas. Dependiendo del Estado, la lista puede contener todos los componentes químicos, incluso aquellos que no son peligrosos, o sólo aquellos que tienen algunos tipos de estándares. Ya que los productos químicos son usualmente conocidos por nombres diferentes, todos los nombres comunes usados en el mercado deben ser anotados. Asimismo, el límite legal de exposición permitido para cada ingrediente de la sustancia peligrosa debe ser anotado.

#### **Características Físicas / Químicas:**

Punto de combustión, presión y densidad de vapor, punto de ebullición, tasa de evaporación, etc.

#### **Información sobre riesgos de fuego y explosión:**

Punto de combustión, límites de combustión, métodos de extinción, procedimientos especiales contra el fuego, peligros especiales de explosión o fuego.

#### **Información sobre Reactividad:**

Cómo reaccionan ciertos materiales cuando se mezclan o se almacenan junto con otros.

#### **Información sobre Riesgos para la Salud:**

Efectos que las sustancias químicas pueden causar (agudos = inmediatos; crónicos = a largo plazo), vías por las que la sustancia química puede entrar al cuerpo (pulmones, piel o boca), síntomas, procedimientos de emergencia y primeros auxilios.

#### **Precauciones para un manejo y uso seguros:**

Qué hacer en caso que el material químico se derrame o fugue, cómo deshacerse de los desperdicios del material químico de una manera segura, cómo manipular y almacenar materiales de manera segura.

#### **Medidas d Control:**

Ventilación (local, general, etc.), tipo de respirador / filtro que debe usarse, guantes protectores, ropa y equipo adecuados, etc.

- En su lugar de trabajo: Todos los trabajadores deben tener acceso fácil a estas hojas informativas.
- El empleador debe pedir las al fabricante o distribuidor que le vendió los materiales; también los trabajadores pueden solicitarlas.
- El Internet también ofrece recursos e información sobre las Hojas informativas sobre Sustancias Peligrosas.
- Su sindicato también podría tener Hojas Informativas.

Fabricantes y distribuidores de productos químicos preparen y remitan la Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas (MSDS) con el primer envío de cualquier producto químico peligroso, y el empleador es responsable de poner estas Hojas Informativas al alcance de Uds. los trabajadores.

Aparte de dar información sobre la naturaleza de una sustancia química, un MSDS también provee información sobre cómo trabajar con una sustancia química de una manera segura, y qué hacer si hay un derrame accidental.

## **A.1. MSDS PETREOS.**

### **Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) PETREOS**

#### **Reseña de Emergencias**

**Color:** varios

**Estado Físico:** Sólido

**Olor:** Ninguno

### **SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.**

**Nombre Comercial:** Arenisca.

**Familia de Productos:** Mineral.

**Número CAS** Mezcla.

**Sinónimos:** Áridos.

- Piedra triturada.
- Roca triturada.
- Grava triturada.
- Arena fabricada.
- Arena de hormigón.
- Arena de asfalto.
- Arena de mampostero.
- Arena de relleno.
- Áridos graduados denso

## SECCION 2. COMPOSICIÓN.

### Nombres de los Componentes

Sílice Cristalina (en forma de cuarzo).

Mica.

Partículas no reglamentadas.

## SECCION 3. IDENTIFICACION DE RIESGOS.

**Perspectiva General de emergencia:** La arenisca está compuesta por una mezcla de partículas singulares angulares de muchos colores de pequeños granos de cuarzo y feldespato cementados juntos. No es combustible ni explosivo. Una sola exposición por corto tiempo a la arenisca presenta poco o ningún peligro.

Posibles efectos en la salud.

**Inhalación:** La respiración del polvo puede causar irritación en la nariz, la garganta los pulmones, e incluso asfixia, según el grado de exposición.

**Efectos crónicos:**

Silicosis: Enfermedad pulmonar gravemente incapacitante y mortal.

Cancerigenocidad: La sílice cristalina esta clasificada como cancerígeno para el ser humano.

Tuberculosis: La silicosis aumenta el riesgo de contraer tuberculosis.

Enfermedad renal: Algunos estudios muestran unas incidencias de enfermedad renal crónica y de enfermedad renal en etapa avanzada en trabajadores expuestos a sílice respirable.

**Contacto con los Ojos:** El polvo aéreo puede causar irritación o inflamación inmediata o demorada. Las exposiciones oculares requieren primeros auxilios y atención médica inmediata para evitar daños importantes en el ojo.

**Contacto con la Piel:** Algunos estudios muestran que la exposición a la sílice cristalina respirable (sin silicosis) posiblemente estén asociadas con el aumento en la incidencia de varios trastornos auto inmunitarios como esclerosis (engrosamiento de la piel) y lupus eritema-toso

**Ingestión:** No ingerir arenisca. No consta que la ingestión en pequeñas cantidades de la arenisca pueda tener efectos intestinales fuertes.

**Órganos Afectados:** Contiene material que puede causar daño a los órganos siguientes: Pulmones, riñones, hígado, Tracto respiratorio superior, piel, ojo.

**Condiciones Agravadas Por Exposición:** Las personas afectadas por enfermedad pulmonar (bronquitis, enfisema, enfermedad pulmonar obstructiva crónica) pueden agravar debido a la exposición.

## SECCION 4. MEDIDAS PARA PRIMEROS AUXILIOS.

*Tome las precauciones adecuadas para asegurar su propia salud y seguridad antes de intentar un rescate o proveer primeros auxilios*

**Inhalación:** Lavar a la víctima al aire fresco. Obtener atención médica si hay molestias o tos, si los otros síntomas no desaparecen.

**Contacto con los Ojos:** Verificar y retirar lentes de contacto. Lavar los ojos con agua fresca durante 15 minutos, limpia y a baja presión mientras se levantan y bajan los párpados ocasionalmente para eliminar todas las partículas. Buscar atención médica para las abrasiones...

**Contacto con la Piel:** Lavar la piel con agua fresca y un jabón de pH neutro o un detergente suave para la piel. Buscar atención médica para erupciones o irritación.

**Ingestión:** No induzca vomitar. Si la víctima no ha perdido el conocimiento, hacerle beber agua en cantidad abundante. Buscar atención médica inmediatamente.

**Notas para el Médico:** Los tres tipos de silicosis incluyen:

**SILICOSIS CRONICA SIMPLE**, producida por la exposición a largo plazo (más de 20 años) a pequeñas cantidades de sílice cristalina respirable. Nódulos de inflamación crónica y cicatrización provocados por la sílice en los pulmones y los ganglios linfáticos del pecho. Esta enfermedad puede caracterizarse por falta de aliento y parecerse a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

**SILICOSIS ACELERADA**, que ocurre tras la exposición a mayores cantidades de sílice cristalina respirable a lo largo de un periodo más corto (5-15 años). La inflamación, la cicatrización y los síntomas avanzan más rápidamente en la silicosis que en la silicosis simple.

**SILICOSIS AGUDA**, que es un producto de la exposición a corto plazo a cantidades muy grandes de sílice cristalina respirable. Los pulmones se inflaman mucho y pueden llenarse de fluidos, causando una intensa falta de aliento y bajas concentraciones de oxígeno en la sangre. Puede presentarse una fibrosis masiva progresiva en la silicosis simple o acelerada pero es más común en la forma acelerada. La fibrosis masiva progresiva es consecuencia de una cicatrización intensa y conduce a la destrucción de las estructuras pulmonares normales.

## SECCION 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO.

**Punto de Inflamación** No es combustible

**Peligro General:** No respirar el polvo

**Medios de Extinción:** Sólo usar medios de extinción apropiados par combatir el fuego circundante.

**Equipos para combatir incendios:** Los pétreos no presentan ningún peligro asociado

Con incendios. Se recomienda usar un aparato respiratorio autónomo para limitar las

Exposiciones a productos combustibles al combatir cualquier incendio.

**Productos de combustión:** Ninguno

## SECCION 6 MEDIDAS CONTRA DERRAMES O FUGAS ACCIDENTALES.

**Generalidades:** Colocar el material derramado en un recipiente: Evitar acciones que permitan el levantamiento del polvo. No inhalar el polvo. Usar los equipos protectores apropiados según lo descrito en la sección 8 No lavar la arenisca a los sistemas de cloacas o drenaje ni a cuerpos de agua.

**Método de eliminación de residuos:** Eliminar la escoria de acuerdo con la reglamentación federal, estatal, provincial y local.

## SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAJE.

**Generalidades:** Apilar el en bolsas de manera segura para evitar caídas. Los áridos en bolsas son pesados y presentan riesgos, por ejemplo, de esguinces y distensiones en la espalda, los en la espalda, los brazos, los hombros y las piernas al levantar y al mezclar el material: Manipular con cuidado y usar las medidas de control apropiadas. Peligro de sumersión, Para evitar el enterramiento o la asfixia, no entrar en un espacio cerrado, como un silo, una tolva, un camión de transporte a granel u otro contenedor o recipiente que almacene o contenga los pétreos. El polvo puede acumularse o adherirse a las paredes de un espacio cerrado. El polvo puede desprenderse desplomarse o caerse de manera imprevista. No pararse en pilas de arenisca; podrían ser inestables. Usar controles técnicos, para que el viento no levante polvo de las pilas, lo cual podría causar peligros.

**Uso:** Este producto NO debe utilizarse para operaciones con chorro de arena.

**Limpieza:** Evitar las acciones que permitan que el aire levante el polvo durante la limpieza, como barrer en seco o usar aire comprimido. Usar una aspiradora o mojar bien con agua para recoger el polvo. Usar equipos de protección personal.

**Presión de almacenamiento:** Ilimitada.

**Vestimenta:** Quitar y limpiar ropa polvorienta antes de volverla a usar.

## SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

**Controles técnicos:** Usar escape local o ventilación por dilución general u otros métodos de supresión para mantener las concentraciones de polvo por debajo de los límites de exposición.

**Equipo de Protección Personal:**

**Protección respiratoria:** En condiciones comunes no se requiere protección respiratoria, pero en ocasiones se debe usar un respirador que este ajustado correctamente y que este en buenas condiciones para las exposiciones el polvo que superen los

**Protección para los Ojos:** Usar gafas de seguridad o anteojos, para que al manipular el polvo se evite que entre en contacto con los ojos. No se recomienda usar lentes de contacto al trabajar con arenisca en condiciones polvorientas.

**Protección Dérmica:** Usar guantes en situaciones que puedan provocar abrasiones por causa de la arenisca o rocas. Quita la ropa y los equipos protectores y limpiarlos antes de volver a usarlos.

## SECCION 9. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

**Estabilidad:** Estable

**Polimerización Riesgosa:** Ninguna.

**Incompatibilidad:** Los pétreos se disuelven en ácido fluorhídrico, produciendo gas de tetrafluoruro de silicio corrosivo. Los silicatos reaccionan con oxidantes potentes como flúor, trifluoruro de cloro, trifluoruro de manganeso y difloruro de oxígeno.

**Descomposición Productos Riesgosos:** ninguno

## A.2. MSDS Cemento Asfáltico.

Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

(MSDS) CEMENTO ASFALTICO.

**Reseña de Emergencias**

**Color** Marrón al negro

**Estado Físico** Líquido.

**Olor** Característica, olor de alquitrán agrio.



Clasificación de Riesgos		
	HMIS	NFPA
Riesgo para Salud	* 2	1
Riesgo de Incendio	1	1
Reactividad	0	0

\* = Riesgos Crónicos para la Salud



## SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.

**Nombre Comercial** Cemento Asfalto, Todos los Grados.

**Familia de Productos** Varios.

**Número CAS** Mezcla.

**Sinónimos:** **Asfalto** de rendimiento graduado (no modificado).

Asfalto de penetración graduada (no modificada).

Cemento Asfáltico.

Fundente para Techos.

Asfalto Industrial.

Betumen.

Asfalto Fundido.

Aceite Bituminoso.

Agente de Reciclado.

## SECCION 2. COMPOSICIÓN.

**Nombres de los Componentes**

Asfalto.

Aceites de Proceso Patentados.

Aditivo patentado de cohesión.

## SECCION 3. IDENTIFICACION DE RIESGOS.

**Resumen de los Efectos de Salud Crónicos**

Este material, o un componente de este material, han sido evidenciados como causante de cáncer en animales de laboratorio. La importancia de estos resultados a la salud humanos es clara.

**Vía Principal de Entrada:** Contacto con la piel. Inhalación

**Señales y Síntomas de Exposición Aguda**

**Inhalación:** No se espera que ocurra efectos adversos a la salud en períodos de exposición corto a este producto a temperaturas ambiente. Respirar la niebla o el vapor caliente puede irritar las membranas mucosas de la nariz, de la garganta, de los bronquios, y de los pulmones. El sulfuro del hidrógeno (H<sub>2</sub>S) puede ser generado cuando este producto se almacena o se maneja a temperaturas elevadas. El H<sub>2</sub>S puede causar la irritación respiratoria y la hipoxia. A bajas concentraciones, el

H<sub>2</sub>S tiene un olor de huevos putrefactos. A altas concentraciones, el olor del H<sub>2</sub>S no es evidente. A concentraciones por encima de los 500ppm, el H<sub>2</sub>S causa la inconsciencia y la muerte por la parálisis respiratoria. El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional ha determinado que atmósferas que contienen 100 ppm o más de H<sub>2</sub>S son de peligro inmediato a la vida y la salud.

**Contacto con los Ojos:** El producto caliente producirá quemaduras a los ojos. Este material puede causar la irritación del ojo con lagrimeo, enrojecimiento, o una sensación de picadura o ardor. Los efectos pueden llegar a ser más serios con el contacto repetido o prolongado.

**Contacto con la Piel:** El producto caliente puede causar quemaduras a la piel. Este puede causar irritación leve en la piel con enrojecimiento, una sensación de picazón o ardor, e hinchazón de la piel. Los efectos pueden llegar a ser más serios con el contacto repetido o prolongado. El contacto a la piel puede causar efectos dañosos en otras partes del cuerpo.

**Ingestión:** Contacto con el material caliente puede crear quemaduras térmicas. Si es ingerido en las temperaturas ambiente, no se anticipa ningunos efectos adversos significativos de salud. Si es ingerido en cantidades grandes, este material puede obstruir el intestino.

**Órganos Afectados:** Contiene material que puede causar daño a los órganos siguientes: riñones, hígado, Tracto respiratorio superior, piel, ojo, cristalino o córnea.

**Condiciones Agravadas Por Exposición:** Los siguientes trastornos de órganos o de los sistemas de órganos que se pueden agravar por la exposición significativa a este material o a sus componentes incluyen: Piel, Sistema respiratorio, Riñones, Sistema Nervioso Central (SNC)

#### SECCION 4. MEDIDAS PARA PRIMEROS AUXILIOS.

*Tome las precauciones adecuadas para asegurar su propia salud y seguridad antes de intentar un rescate o proveer primeros auxilios. Para información más específica, remítase a Controles de Exposición y Protección Personal en la Sección 8 de esta MSDS.*

**Inhalación:** Traslade a la víctima al aire fresco. Si la víctima no respira, comience inmediatamente la respiración de rescate. Si la respiración se realiza con dificultad, personal calificado debe administrar oxígeno 100 por ciento humidificado. Busque atención médica inmediatamente. Mantenga al individuo afectado abrigado y en descanso.

**Contacto con los Ojos:** Verificar y retirar lentes de contacto. Lavar los ojos con agua fresca, limpia y a baja presión mientras se levantan y bajan los párpados ocasionalmente. Buscar atención médica si persiste el lagrimeo, enrojecimiento o dolor excesivo.

**Contacto con la Piel:** Si es quemado por el material caliente, refresque la piel enfriando con cantidades grandes de agua fresca. Por contacto con el producto a las temperaturas ambiente, quite los zapatos y la ropa contaminados. Limpiar el exceso de material. Lave la piel expuesta con jabón suave y agua. Busque la atención médica si el tejido fino aparece dañado o si persiste el dolor o la irritación. Limpie a fondo la ropa contaminada antes de utilizarla nuevamente. Deseche las prendas de cuero contaminadas. Si el material es inyectado debajo de la piel, busque atención médica inmediatamente.

**Ingestión:** No induzca vomitar a menos que un médico le diga inducir vomitar. No debe suministrarse nada para beber salvo que lo recomiende un médico. Nunca se debe suministrar nada por vía bucal a una persona que no esté completamente consciente. Si se tragan las cantidades significativo o el malestar ocurre, buscar atención médica inmediatamente.

#### **Notas para el Médico**

**PIEL:** El material caliente puede causar quemaduras en la piel. Sumerja la piel cubierta con el material caliente en agua fresca para limitar el daño del tejido fino y para prevenir el esparcimiento del producto líquido. Considere permitir que se enfríe el material sobre la piel a menos que sea contraindicado por contaminación o posibilidad de tatuaje. Si es necesario retirarlo, puede utilizar aceite mineral para minimizar la pérdida de piel al quitar el asfalto frío, endurecido.

*OJOS:* El material caliente puede causar quemaduras en los ojos. Se recomienda la evaluación oftalmológica temprana.

*INGESTIÓN:* Chequear la posible obstrucción del intestino debido a la ingestión de cantidades grandes del material.

## SECCION 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO.

**Punto de Inflamación** Crisol abierto: >232°C (>450°F).

**Límite Superior de Inflamabilidad** Sin datos

**Límite Inferior de Inflamabilidad** Sin datos

**Temperatura de Auto-ignición** No disponible

**Productos de Combustión Riesgosos:** Bióxido de carbono, monóxido de carbono, humo, gases, hidrocarburos no quemados y trazas de óxidos de azufre y/o nitrógeno. El sulfuro del hidrógeno y otros gases con sulfuro pueden desarrollarse de este producto particularmente en las temperaturas elevadas.

**Medios de Extinción:** Utilizar polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono o neblina de agua.

**Propiedades Especiales:** Luche el fuego de una distancia de seguridad en una localización protegida. Superficie fresca con la niebla del agua. El material fundido puede formar las gotitas llameantes. El agua o la espuma puede causar espumajear. Uso del agua en el producto en las temperaturas sobre 100 °C (212 °F) pueden hacer el producto expandir con la fuerza explosiva. No permita líquida correr en las alcantarillas o las aguas del público

**Protección de los Combatientes de Incendios:** Los bomberos deben utilizar equipo de bomberos y ropa de protección completa incluyendo aparatos de aire auto-contenido de presión positiva aprobados por NIOSH para proteger contra posibles productos peligrosos de la combustión o descomposición y contra la insuficiencia de oxígeno. Retirarse inmediatamente del área si se nota sonido en aumento generado por un dispositivo de seguridad de venteo o decoloración de recipientes, tanques o tuberías.

## SECCION 6 MEDIDAS CONTRA DERRAMES O FUGAS ACCIDENTALES.

**Tomar precauciones adecuadas para proteger su propia salud y seguridad antes de intentar limpiar o controlar un derrame.** Retire todas las fuentes potenciales de ignición. Dé los primeros auxilios apropiados según lo necesitado. Verifique que los que acuden al derrame tengan el debido entrenamiento para atender este tipo de situaciones y que lleven equipo protector adecuado. Aísle el área del derrame y restrinja el acceso. Para derrames pequeños, remueva el material suelto con las palas y colóquelos en recipientes para desechos para su eliminación posterior. Para derrames grandes, despeje el área inmediatamente. Evalúe la exposición potencial a la respuesta del personal. Protección respiratoria puede ser requerida. Utilice ropa protectora.

Represe el líquido lejos del derrame para asegurar la recolección completa. No permita que los líquidos libres entren en los drenajes, desagües, agua subterránea, zanja del drenaje, o aguas superficiales. Este material es más pesado que el agua. Derrames en la superficie del agua se hundirán.

## SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAJE.

**Manejo** Utilice las precauciones normales al manejar soluciones líquidas calientes, fundidas. No inhalar los humos o vapores del material calentado. No permita que el material caliente entre en contacto con la piel. Lávese completamente después del manejo.

**Almacenaje** Los materiales representados por esta MSDS se clasifican como líquidos combustibles. Generalmente, las temperaturas de almacenaje de 350 °F o abajo se

recomiendan en tanques de almacenaje con azoteas de cono para reducir al mínimo la formación de sulfuros pirofórico y depósitos carbonosos en la azotea del tanque y estructuras accesorios. Consulte Práctica Recomendada de API, N° 2023 para la dirección adicional. Almacene lejos de las fuentes de fuego e ignición. Consultar con las autoridades federales, estatales y locales antes de reutilizar, reacondicionar, recuperar, reciclar o desechar los contenedores vacíos, o residuos de desechos de este producto.

## SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

**Controles de Ingeniería:** Normalmente se requieren controles de ingeniería al manejar el material caliente. Utilice encapsuladores del proceso, extracción local, u otros controles para mantener los niveles en el aire por debajo de los límites de exposición recomendados. Una estación para lavado de ojos y una ducha de seguridad deben estar ubicadas cerca del lugar de trabajo.

**Equipo de Protección Personal:** El equipo de protección personal debe seleccionarse con base a las condiciones en que será utilizado este producto. Una evaluación de los riesgos del área de trabajo para los requerimientos de PPE (Equipos de Protección Personal) debe ser realizada por un profesional calificado. El siguiente pictograma representa los requerimientos mínimos para el equipo de protección personal. Para ciertas tareas puede ser necesario equipo de protección personal adicional.



**Protección para los Ojos:** Utilice un protector que cubra completamente la cara y gafas de seguridad si maneja el material caliente. Con el producto a temperaturas ambiente, los anteojos de seguridad equipados con pantallas laterales se recomiendan como protección mínima en localizaciones industriales. Mantenga una adecuada estación para el lavado de los ojos disponible inmediatamente en el área de trabajo.

**Protección para las Manos:** Cuando se maneja el producto a temperaturas elevadas, utilice puños de camisas largos de cuero o guantes resistentes al calor. Con el producto a temperaturas ambiente, utilice guantes desechables de gomas de nitrilo, neopreno o butílica con el uso repetido o prolongado.

**Protección para el Cuerpo:** Prevenga el contacto con la piel al manejar el material caliente. Utilice ropa aislante y resistente al calor tales como un delantal resistente a productos químicos o un traje impermeable. Utilice un traje completo a prueba de calor o internamente enfriado cuando las condiciones de trabajo así lo establezcan.

**Protección Respiratoria:** Las concentraciones en el aire del contaminante, determinan el nivel de la protección respiratoria requerida. Utilice solamente el equipo respiratorio apropiado. Utilice los respiradores provistos de aire cuando se espera que las concentraciones de H<sub>2</sub>S excedan los niveles de exposición aplicables al lugar de trabajo. No utilice el equipo respiratorio cuando las concentraciones de H<sub>2</sub>S sean elevadas. El equipo respiratorio se debe seleccionar en base a la concentración máxima prevista en el aire.

**Comentarios Generales:** Utilizar buenas prácticas de higiene personal. Lavarse las manos y otras partes expuestas de la piel con jabón suave antes de comer, beber, fumar, usar el baño o al salir del trabajo. NO DEBE utilizarse gasolina, kerosén, solventes o abrasivos severos como limpiadores de piel.

## SECCION 9. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

**Estabilidad Química:** Estable

**Polimerización Riesgosa:** No se espera que ocurra.

**Condiciones a Evitar:** Mantenerse alejado del calor extremo, de los ácidos fuertes y de las condiciones que oxidan fuertes.

**Materiales a Evitar:** Oxidantes Fuertes.

**Descomposición Productos Riesgosos:** No se identificó productos peligrosos adicionales de la descomposición con excepción de los productos de la combustión identificados en Sección 5 de este MSDS.

## SECCION 10. INFORMACION ECOLOGICA.

**Destino Ambiental:** Se considera que este producto tiene un índice bajo de biodegradación. No se espera que este producto se bio-acumule a través de las cadenas alimenticias en el medio ambiente.

**Eco-toxicidad:** No se han llevado a cabo análisis de efectos ecológicos para este producto. El derrame en medios acuáticos puede ser dañino a los organismos bénticos y vida marina que se alimenta en el fondo de los medios acuáticos.

## SECCION 11. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICION FINAL.

Maximice la recuperación del material para su reutilización o reciclaje. Las condiciones de uso pueden ocasionar que este material se convierta en un “desecho peligroso”, tal como lo definen los reglamentos federales y estatales. Es responsabilidad del usuario el determinar si el material es un “desecho peligroso” al momento de su disposición final. El transporte, tratamiento, almacenamiento y disposición final del material de desecho debe ser llevado a cabo de acuerdo con los reglamentos estatales y locales.

### A.3. MSDS diesel.

#### Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) COMBUSTIBLE DIESEL

##### Reseña de Emergencias

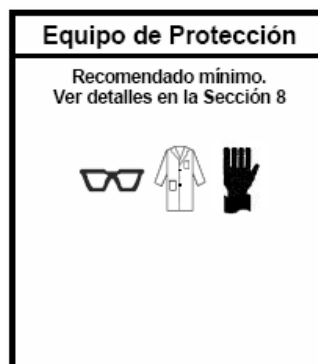
**Color** Transparente claro a amarillo o rojo

**Estado Físico** Líquido.

**Olor** Característica, Queroseno-cromo

Clasificación de Riesgos		
	HMIS	NFPA
Riesgo para Salud	* 2	0
Riesgo de Incendio	2	2
Reactividad	0	0

\* = Riesgos Crónicos para la Salud



## SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.

**Nombre Comercial** combustible diesel, bajo azufre, Todos los grados

**Familia de Productos** Combustibles para motor.  
**Número CAS** Mezcla.  
**Sinónimos:** Combustible diesel.  
Combustible diesel tratado o refinado.  
Combustible para motor diesel.  
Diesel No. 2  
Gasoil medio.  
Combustible destilado Grado2.  
Destilado Hidrodesulfurizado craqueado Catalítico Liviano.  
Destilados medios (petróleo).  
Diesel HDS.  
Destilado medio Hidrodesulfurizado.  
Destilado mediano de HDS.  
Hidrocarburos de Petróleo.

## SECCION 2. COMPOSICIÓN.

### Nombres de los Componentes

Nonenos, todos los isómeros.  
Trimetil Benceno, todos los isómeros.  
Naftaleno.  
Bifenilo (Difenilo).  
Cumeno.  
Etil benceno.  
Keroseno hidrodesulfurizado.

## SECCION 3. IDENTIFICACION DE RIESGOS.

**Resumen de los Efectos de Salud Crónico:** Este material, o un componente de este material, se han asociado a toxicidad de desarrollo, a toxicidad reproductiva, a genotoxicidad, a inmunotoxicidad y/o un agente carcinógeno.

Los efectos secundarios a la ingestión y la posterior aspiración en los pulmones pueden ocasionar formación de neumatocele (cavidad pulmonar) y más funcionamiento crónico de los pulmones.

**Vía Principal de Entrada:** Contacto con la piel. Inhalación.

### Señales y Síntomas de Exposición Aguda.

**Inhalación:** Respirar altas concentraciones puede ser dañino. Respirar la condensación de los vapores puede causar irritación de la garganta y los pulmones. Respirar este material puede causar depresión del sistema nervioso central con síntomas como náusea, dolor de cabeza, mareo, fatiga, somnolencia, o inconciencia.

**Contacto con los Ojos:** Este material puede causar la irritación del ojo con lagrimeo, enrojecimiento, o una sensación de picadura o ardor. También puede causar inflamación de los ojos con visión borrosa. Los efectos pueden llegar a ser más serios con el contacto repetido o prolongado.

**Contacto con la Piel:** Este material puede causar irritación en la piel. Los síntomas incluyen enrojecimiento, o una sensación de picadura o quemadura. Este material puede ser absorbido por la piel y produce depresión del sistema nervioso central (dolor de cabeza, náusea, fatiga y/o otros síntomas incluyendo la pérdida del sentido. Si se daña la piel, la absorción se incrementa. El contacto prolongado y/o repetido puede causar dermatitis severa y/o desordenes más serios de la

piel Los síntomas crónicos pueden incluir resequead, hinchazón, divisiones, formación de ampollas, agrietamiento, y/o daño severo del tejido.

**Ingestión:** Si se ingiere este material puede irritar la boca, la garganta, y el esófago. Puede absorberse hacia el torrente sanguíneo a través del estomago y del tracto intestinal. Los síntomas pueden incluir una sensación de ardor en la boca y el esófago, náuseas y vómito. Además puede causar efectos en el sistema nervioso central caracterizados por mareo, tambaleo, somnolencia delirio y/o pérdida del sentido. Debido a su baja viscosidad este material puede entrar en los pulmones directamente por aspiración al tragar o vomitar posteriormente. Aspirar una cantidad pequeña de líquido puede causar lesiones graves al pulmón y/o la muerte.

**Órganos Afectados:** Contiene material que puede causar daño a los órganos siguientes: riñones, hígado, Tracto respiratorio superior, piel, ojo, cristalino o córnea, sistema nervioso central.

**Condiciones Agravadas Por Exposición:** Los siguientes trastornos de órganos o de los sistemas de órganos que se pueden agravar por la exposición significativa a este material o a sus componentes incluyen: Piel, Sistema respiratorio, Riñones, Sistema Nervioso Central (SNC)

#### SECCION 4. MEDIDAS PARA PRIMEROS AUXILIOS.

*Tome las precauciones adecuadas para asegurar su propia salud y seguridad antes de intentar un rescate o proveer primeros auxilios. Para información más específica, remítase a Controles de Exposición y Protección Personal en la Sección 8 de esta MSDS.*

**Inhalación:** Traslade a la víctima al aire fresco. Si la víctima no respira, comience inmediatamente la respiración de rescate. Si la respiración se realiza con dificultad, personal calificado debe administrar oxígeno 100 por ciento humidificado. Busque atención médica inmediatamente. Mantenga al individuo afectado abrigado y en descanso.

**Contacto con los Ojos:** Verificar y retirar lentes de contacto. Lavar los ojos con agua fresca, limpia y a baja presión por lo menos 15 minutos mientras se levantan y bajan los párpados ocasionalmente. No utilice ungüento para los ojos a menos que este dirigido por un médico. Buscar atención médica si persiste el lagrimeo, enrojecimiento o dolor excesivo.

**Contacto con la Piel:** Quite los zapatos y la ropa contaminados. Limpie el área afectada con cantidades grandes de agua. Si la superficie de la piel es dañada, aplique un vendaje limpio. Busque la atención médica. No utilice ungüentos. Si la superficie de la piel no es dañada, limpie el área afectada a fondo con jabón suave y agua. Busque atención médica si el tejido fino aparece dañado o si persiste el dolor o la irritación.

**Ingestión:** No induzca vomitar a menos que un médico le diga inducir vomitar. No debe suministrarse nada para beber salvo que lo recomiende un médico. Nunca se debe suministrar nada por vía bucal a una persona que no esté completamente consciente. No deje a la víctima desatendida. Buscar atención médica inmediatamente.

#### Notas para el Médico.

**INHALACIÓN:** La sobre exposición por inhalación puede producir efectos tóxicos. Monitoree posibles emergencias respiratorias. Si se presentase tos o dificultades respiratorias evalúe si existe inflamación de las vías respiratorias superiores, bronquitis y neumonía. Administre oxígeno suplemental con ventilación asistida según sea requerido.

**INGESTIÓN:** Si es ingerido este material presenta un peligro significativo de la aspiración y de la neumonitis química. La inducción del vómito no se recomienda. Considere el carbón activado o el lavado gástrico. Si el paciente no está completamente consciente, despeje las vías respiratorias.

## SECCION 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO.

<b>Punto de Inflamación</b>	Copa cerrada: AP 52° C (AP 125 °F).
<b>Límite Superior de Inflamabilidad</b>	AP 0.6%
<b>Límite Inferior de Inflamabilidad</b>	AP 7.5%
<b>Temperatura de Auto-ignición</b>	>254° C (> 489° F)

**Productos de Combustión Riesgosos:** Bióxido de carbono, monóxido de carbono, humo, gases, hidrocarburos no quemados y trazas de óxidos de azufre y/o nitrógeno. El sulfuro del hidrógeno y otros gases con sulfuro pueden desarrollarse de este producto particularmente en las temperaturas elevadas.

### **Medios de Extinción:**

**FUEGO PEQUEÑO:** utilice productos químicos secos, el bióxido de carbono, espuma niebla de agua, o gas inerte (nitrógeno).

**FUEGO GRANDE:** Utilice espuma, niebla de agua, o aerosol de agua. El uso de la niebla y aerosol es eficaz en los envases que se refrescan y en las estructuras adyacentes. Sin embargo, el agua puede causar espumajeo y no extinguir el fuego: El agua se puede utilizar para refrescar las paredes externas de vasos para prevenir la presión, la autoignición o la explosión excesiva. **NO DEBE** utilizarse una corriente sólida del agua directamente en el fuego como el agua puede separar al fuego a un área más grande.

**Propiedades Especiales:** Combustible líquido, este producto genera vapores cuando se calienta por encima de las temperaturas ambientales. Los vapores pueden causar un fuego repentino y desplazarse hacia la fuente de ignición y generar llama. Una mezcla de vapor y aire puede crear un peligro de explosión en espacios cerrados tales como alcantarillas. Utilice ventilación adecuada: Si el envase no se enfría correctamente, se puede romper por el calor de una llama.

**Protección de los Combatientes de Incendios:** Los bomberos deben utilizar equipo de bomberos y ropa de protecciones completas incluyendo aparatos de aire auto-contenido de presión positiva aprobados por NIOSH para proteger contra posibles productos peligrosos de la combustión o descomposición y contra la insuficiencia de oxígeno. Evacue el área y combata el fuego desde una distancia máxima o utilice los sostenedores de la manguera o los inyectores neumáticos. Cubra la unión de líquido con espuma. Los recipientes si son expuestos a la radiación del calor, pueden acumular presión, por esa razón deben enfriar los recipientes ubicados en las adyacencias del fuego, con una cantidad generosa de agua incluso después que el fuego haya cesado. Retírese inmediatamente del área si percibe un sonido de alerta emitido desde algún dispositivo de seguridad o incluso si observa la decoloración de algún recipiente, tanque o tubería. Esté alerta de que el líquido de ignición flotará en el agua. Notifique a las autoridades adecuadas si el líquido entra en alcantarillas o en canales de desagües.

## SECCION 6 MEDIDAS CONTRA DERRAMES O FUGAS ACCIDENTALES.

### **Tomar precauciones adecuadas para proteger su propia salud y seguridad antes de intentar limpiar o controlar un derrame.**

**Combustible Líquido.** El escape causa peligro de fuego. Evacue a todo el personal no esencial del área inmediata. Establezca una zona regulada con control de seguridad. Elimine todas las fuentes de ignición. Detenga la fuga si puede hacerlo sin riesgo. Una espuma que elimine el vapor puede utilizarse para reducirlos. Aterre adecuadamente todo el equipo a utilizar cuando manipule este material. No toque ni camine a través del material derramado. Verifique que todos los que acuden al lugar se encuentren debidamente entrenados para atender este tipo de situaciones y utilicen equipo de protección personal adecuado. Represe el líquido lejos del derrame. Evite la entrada en canales, alcantarillas, sótanos, o espacios cerrados. Este material flotara sobre el agua, absorba o cubra con



tierra seca, arena, u otro material no inflamable. Utilice herramientas anti-chispas limpias para recolectar el material absorbido. Coloque los materiales utilizados para absorción, los líquidos libres y otros utilizados para la limpieza en los recipientes apropiados para desechar residuos. Ciertos escapes deben ser reportados a autoridades reguladoras estatales y locales. Cumpla todas las leyes y regulaciones.

## SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAJE.

**Manejo.** Una carga eléctrica estática puede acumularse cuando este producto está fluyendo por o a través de tuberías, inyectores o filtros y cuando se agita, una descarga estática de la chispa puede encender los vapores acumulados particularmente durante condiciones atmosféricas secas. Durante las operaciones de carga y descarga conecte siempre los recipientes que estén recibiendo el producto Mantenga siempre el inyector en contacto con el recipiente durante el proceso de carga. No llene ningún envase portátil en o sobre un vehículo. El riesgo de incendio aumenta cuando la temperatura del producto se acerca a su punto de inflamación. Mantenga el contenedor cerrado y el tapón en su lugar. Limpie o elimine inmediatamente el o los derrames en áreas peatonales. No manipule ni almacene cerca de fuentes de calor o chispas, o de otras potenciales fuentes de ignición: No manipule ni almacene junto con agentes oxidantes. Evite respirar la niebla o los vapores. No saque con sifón usando la boca, no pruebe ni trague. Evite contacto alguno con los ojos, piel o ropa. Utilice los guantes contruidos de materiales impermeables y la ropa protectora si se anticipa el contacto directo. Provea ventilación adecuada para mantener el potencial de exposición por debajo de los niveles permisibles Evite la contaminación del agua lávese generosamente después del manejo: Evite contacto con los productos alimenticios y derivados del tabaco. Al realizar operaciones y mantenimiento en el equipo contaminado, desaloje a las personas innecesarias de la zona de peligro. Elimine el calor, la llama y otras fuentes de ignición potenciales. Necesariamente drene y purgue el equipo, para eliminar residuos materiales. Quite la ropa contaminada, Lava generosamente con agua la piel expuesta después de manipular. Proteja el ambiente contra fugas de este material. Prevenga las descargas en aguas superficiales y subterráneas: Mantenga el equipo de manejo y transferencia en buen estado. El uso erróneo de contenedores vacíos puede ser peligroso. Los envases vacíos podrían contener los residuos materiales que pueden encender con la fuerza explosiva. El corte o la soldadura de estos contenedores puede causar fuego, explosión, o lanzamiento de de humos tóxicos de residuos. No exponga los contenedores vacíos al fuego, a las chispas o al calor. El contenedor debe permanecer cerrado y sellado. Las etiquetas de los envases contienen las advertencias y precauciones y deben ser observadas. Los envases vacíos pueden ser enviados a una compañía que se califique por reacondicionar, reciclar y disponer de los envases vacíos.

**Almacenaje:** Los materiales representados por esta MSDS se clasifican como líquidos combustibles. Almacene en lugar fresco, seco y bien ventilado, lejos de las fuentes de fuego e ignición potenciales. No almacene en envases sin etiquetar. Consultar con las autoridades federales, estatales y locales antes de reutilizar, reacondicionar, recuperar, reciclar o desechar los contenedores vacíos, o residuos de desechos de este producto. Almacene y transporte de acuerdo con todas las leyes aplicables.

## SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

**Controles de Ingeniería:** Proporcione la ventilación adecuada u otros controles de ingeniería para mantener las concentraciones de vapor o de nieblas dentro de los límites aplicables de la exposición de trabajo indicados Una estación para lavado de ojos y una ducha de seguridad deben estar ubicadas cerca del lugar de trabajo.

**Equipo de Protección Personal:** El equipo de protección personal debe seleccionarse con base a las condiciones en que será utilizado este producto. Una evaluación de los riesgos del área de

trabajo para los requerimientos de PPE (Equipos de Protección Personal) debe ser realizada por un profesional calificado. El siguiente pictograma representa los requerimientos mínimos para el equipo de protección personal. Para ciertas tareas puede ser necesario equipo de protección personal adicional.



**Protección para los Ojos:** Utilice los anteojos de seguridad equipados con pantallas laterales, se recomiendan como protección mínima en localizaciones industriales. Los anteojos químicos deben ser utilizados durante las operaciones de transferencia o cuando hay una probabilidad de salpicar. Mantenga una adecuada estación para el lavado de los ojos disponible inmediatamente en el área de trabajo.

**Protección para las Manos:** Evite el contacto con la piel. Utilice guantes (por Ej. De PVC, neopreno, de nitrilo, vinilo). Lavarse las manos y otras partes expuestas de la piel con jabón suave antes de comer, beber, fumar, usar el baño antes de salir del trabajo. No debe utilizarse gasolina, keroseno, solventes u otras abrasivos severos como limpiadores de la piel.

**Protección para el Cuerpo:** Prevenga el contacto con la piel. Utilice ropa no inflamable y de manga larga mientras trabaja con líquidos inflamables y combustibles. Se requieren aditamentos adicionales resistentes al ataque químico se existen condiciones de rociado o derrame, tales como un delantal resistente a productos químicos o un traje impermeable, botas de seguridad y una protección facial adicional.

**Protección Respiratoria:** Las concentraciones en el aire del contaminante, determinan el nivel de la protección respiratoria requerida. Utilice solamente el equipo respiratorio apropiado. Utilice los respiradores provistos de aire cuando se espera que las concentraciones de H<sub>2</sub>S excedan los niveles de exposición aplicables al lugar de trabajo. El equipo respiratorio se debe seleccionar en base a la concentración máxima prevista en el aire.

**Comentarios Generales:** Advertencia El uso de este material en los espacios sin la ventilación adecuada puede dar lugar a la generación de niveles peligrosos de productos combustibles y/o de los niveles inadecuados de oxígeno para respirar. El olor es una advertencia inadecuada para las condiciones peligrosas.

## SECCION 9. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

**Estabilidad Química:** Estable

**Polimerización Riesgosa:** No se espera que ocurra.

**Condiciones a Evitar:** Mantenerse alejado de la fuentes de ignición, del calor extremo, De los ácidos fuertes y de las condiciones que oxidan.

**Materiales a Evitar:** Oxidantes y ácidos Fuertes.

**Descomposición Productos Riesgosos:** No se identificó productos peligrosos

Adicionales de la descomposición con excepción de los productos de la combustión identificados en Sección 5 de este MSDS.

## SECCION 10. INFORMACION ECOLÓGICA.

**Destino Ambiental:** Se considera que este producto tiene un índice bajo de biodegradación. No se espera que este producto se bio-acumule a través de las cadenas alimenticias en el medio ambiente.

**Eco-toxicidad:** No se han llevado a cabo análisis de efectos ecológicos para este producto. El derrame en medios acuáticos puede ser dañino a los organismos bénticos y vida marina que se alimenta en el fondo de los medios acuáticos.

## SECCION 11. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICION FINAL.



Maximice la recuperación del material para su reutilización o reciclaje. Las condiciones de uso pueden ocasionar que este material se convierta en un “desecho peligroso”, tal como lo definen los reglamentos federales y estatales. Es responsabilidad del usuario el determinar si el material es un “desecho peligroso” al momento de su disposición final. El transporte, tratamiento, almacenamiento y disposición final del material de desecho debe ser llevado a cabo de acuerdo con los

### A.4. MSDS Aceite térmico.

#### Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) ACEITE TÉRMICO

##### Reseña de Emergencias

**Color:** claro, para amarillo.

**Estado Físico:** Líquido.

**Olor:** Característico.

#### SECCION 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO.

**Nombre Comercial :**

Therminol 55

**Familia de Productos:**

Mineral

**Número CAS**

Hidrocarburo patentado

<b>NÚMERO CAS: Hidrocarburo Patentado</b>	
<b>Estado Inventario TSCA: Componentes Enumerados</b>	
<b>NFPA Identificación de Riesgo</b>	
<b>Grado de Riesgo</b>	<b>Niveles</b>
Salud: 0	0 Mínimo
Incendio: 1	1 Ligero
Reactividad: 0	2 Moderado
	3 Alto
	4 Extremo

1

#### SECCION 2. COMPOSICIÓN.

Nombres de los Componentes.

Hidrocarburos.

Derivados C-14-30 alquilaromáticos.

### SECCION 3. IDENTIFICACION DE RIESGOS.

#### Posibles efectos en la salud

**CONTACTO VISUAL:** Puede causar una ligera irritación, en contacto directo con los ojos.

**CONTACTO CON LA PIEL:** No se espera que cause irritación por un solo contacto Directo o por contactos repetidos o prolongados.

**INHALACIÓN:** Se deben tomar precauciones para prevenir aerolización o vaporización. No se espera que ocurran efectos significativos sobre la salud bajo condiciones normales de exposición. Ligeramente tóxico si se inhala.

**INGESTIÓN:** La ingestión no es tóxica a menos que ocurra aspiración. Ver efectos crónicos.

**EFFECTOS CRÓNICOS:** En raras ocasiones la exposición prolongada y repetida a vapores de aceite conlleva riesgos de enfermedad pulmonar, tal como inflamación de los pulmones. Esta condición es usualmente sintomática, como resultado de cortas y repetidas aspiraciones. Los síntomas más comunes son ahogo y tos. La aspiración continúa puede producir neumonía química, la cual se caracteriza por edema pulmonar y hemorragia y puede llegar a ser fatal. Las señales de complicación pulmonar incluyen aumentos en la tasa respiratoria y ritmo cardíaco, color azulado de la piel. En el momento de la aspiración se observa tos, ahogo y náuseas. De existir mayor cantidad de aspiraciones, pueden desarrollarse molestias gastrointestinales seguridad por vómitos.

### SECCION 4. MEDIDAS PARA PRIMEROS AUXILIOS.

*Tome las precauciones adecuadas para asegurar su propia salud y seguridad antes de intentar un rescate o proveer primeros auxilios*

**CONTACTO VISUAL:** Enjuague inmediatamente los ojos con mucha agua durante al menos 15 minutos. Si el fluido está caliente, lleve a la víctima de inmediato al hospital para ser tratada por quemaduras térmicas.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Quite la ropa contaminada. Si el fluido está caliente se debe sumergir el área lesionada en agua fría. Si la víctima presenta quemaduras severas, llévela inmediatamente al hospital. Lave posteriormente toda la ropa hasta que no presente olor alguno.

**INHALACIÓN:** El aceite térmico tiene una presión de vapor baja, por lo que su inhalación no debe representar peligro alguno. Si se genera vapor o vaho cuando el fluido se calienta o se maneja, retire a la víctima de ese contacto. Si la respiración se detiene o es irregular, bríndele respiración artificial y suministre oxígeno, si está disponible. Si la víctima está inconsciente, llévela a tomar aire fresco y busque atención médica de inmediato. No use oxígeno comprimido en atmósferas de hidrocarburo.

**INGESTIÓN:** Puede actuar como laxante. No induzca vomito pues puede provocar una posible aspiración. Si el vómito ocurre, baje la cabeza de la víctima hasta las rodillas para evitar la aspiración y busque atención médica inmediata. Pequeñas cantidades que hayan entrado accidentalmente a la boca pueden ser enjuagadas hasta que se haya ido el sabor.

### SECCION 6: INFORMACION PARA PROTECCION DE LA SALUD PERSONAL.

**PROTECCIÓN DE LOS OJOS:** No se requiere protección para los ojos en condiciones de uso normal. Pero si al manejar el fluido observa que éste puede salpicar los ojos, utilice un protector plástico facial o anteojos de seguridad.

**PROTECCIÓN DE LA PIEL:** No se requiere protección para la piel durante exposiciones cortas. Para exposiciones prolongadas o repetidas use ropa impermeable de caucho sintético (botas,

guantes, delantales, etc.) en las partes del cuerpo que tengan exposición. Si el producto a manejar está caliente, use ropa protectora aislante (botas, guantes, delantales, etc.)

**PROTECCIÓN RESPIRATORIA:** No se requiere protección respiratoria bajo condiciones de uso normal. Si se genera vapor o vaho cuando el producto es calentado o manejado, use un equipo de respiración contra vapores orgánicos, con un filtro para polvo y vapores. Todos los equipos de respiración deben ser certificados de acuerdo a las normas. No use oxígeno comprimido en atmósferas de hidrocarburo.

**VENTILACIÓN:** Si se genera vapor o vaho cuando el producto es calentado o manejado, se debe proveer ventilación adecuada, de acuerdo con las buenas practicas de la ingeniería, para así mantener concentraciones por debajo de los límites de exposición o inflamación.

**OTRA PROTECCIÓN:** Se debe evitar el consumo de alimentos y bebidas en áreas de trabajo donde hay presencia de hidrocarburos. Recuerde siempre lavarse las manos y la cara con agua y jabón, antes de comer, beber o fumar.



## SECCION 6. MEDIDAS CONTRA DERRAMES O FUGAS ACCIDENTALES.

**PRECAUCIONES INDIVIDUALES:** Usar equipo de protección personal recomendado.

**MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS:** Contener los derrames grandes con terraplenes y transferir el material a los recipientes apropiados para reclamación o disposición final. Absorber el material que queda o los derrames pequeños con un material inerte, colocar luego en un recipiente de desechos químicos. Enjuagar la zona de los derrames con agua.

## SECCION 7. MANEJO Y ALMACENAJE.

**REQUISITOS PARA MANEJO Y ALMACENAJE** No vaciar a recipientes sin marcar. Almacene en envases cerrados lejos del calor, de chispas, de llamas encendidas, o de materiales oxidantes. El aceite térmico no es clasificado como peligroso bajo ninguna regulación. Mantenga extintores disponibles. Ver las normas acerca de los líquidos inflamables y combustibles.

**INFORMACIÓN ADICIONAL** Si este producto se derrama accidentalmente, no está sujeto a ningún reporte especial, bajo los requerimientos de las normas. Le recomendamos se contacte con las autoridades locales para determinar si existen otros requerimientos de reporte. Normas de “Agua Limpia” y “Polución de aceite”: Descargas o derrames que produzcan un brillo visible en la superficie del agua, o que se dirijan a las alcantarillas o canales de agua, deben ser reportados.

## SECCION 8. CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

**PROTECCION DE LOS OJOS:** Usar gafas protectoras contra productos químicos.

Tener a disposición el equipo para lavar los ojos

**PROTECCION DE LAS MANOS:** Usar guantes resistentes a los productos químicos

**PROTECCIÓN PARA EL CUERPO:** Prevenga el contacto con la piel al manejar el material caliente. Utilice ropa aislante y resistente al calor tales como un delantal resistente a productos químicos o un traje impermeable. Utilice un traje completo a prueba de calor o internamente enfriado cuando las condiciones de trabajo así lo establezcan.

**PROTECCION RESPIRATORIA:** Evitar la inhalación del vapor o rocío. Usar el equipo adecuado para proteger la respiración cuando la exposición a partículas en suspensión en el aire es excesiva.

**VENTILACIÓN:** Si se genera vapor o vaho cuando el producto es calentado o manejado, se debe proveer ventilación adecuada, de acuerdo con las buenas practicas de la ingeniería, para así mantener concentraciones por debajo de los límites de exposición o inflamación

## **SECCION 9. DATOS DE REACTIVIDAD.**

**ESTABILIDAD (TÉRMICA, A LA LUZ, ETC.):** Estable

**CONDICIONES A EVITAR:** Todas las fuentes de ignición

**POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:** No deberá ocurrir

**INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR):** Puede reaccionar con agentes fuertemente oxidantes

**PRODUCTOS DE PELIGROSA DESCOMPOSICION:** Si se quema producirá bióxido de carbono y monóxido de carbono.

## **SECCION 10. INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE.**

**NOTA:** La información y las recomendaciones en esta literatura son hechas de buena fe y se consideran correctas a la fecha. Usted como usuario, deberá determinar independientemente la conveniencia de utilizar los líquidos de transferencia térmica en una aplicación específica. El transporte es “No Regulado”.

# APENDICE B: DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACION (DTI).

## B.1. DTI Planta de asfalto.

El DTI es la base de cualquier diseño de procesos, las líneas en el DTI representan, la tubería que se requiere para operar el proceso. Así, el DTI es un diagrama de rutas de los caminos tomados por los diferentes fluidos en el proceso.

Un DTI bien detallado, simplifica las decisiones sobre como controlar o instrumentar el proceso.

En el desarrollo de la Planta de Asfalto el DTI diseñado consiste en los equipos a utilizar, los sensores, así como su TAG correspondiente y el enlace que tiene para su funcionamiento con el PLC.

A continuación se presenta 5 diagramas para el funcionamiento de la Planta de asfalto, el cual fue dividido en:

1. DTI, TOLVA No 1. (P A 1 1 1).
2. DT2, TOLVA No 2. (P A 1 1 2).
3. DTI3, TOLVA No 3. (P A 1 1 3).
4. DTI4., BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA, SECADOR, CANGILONES. (P A 1 1 4).
5. DTI5. VIBRADOR, MEZCLADOR, TOLVAS DE PESAJE Y ALMACENAJE. (P A 1 1 5).

# APENDICE C: DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO Y CÁLCULO DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

En éste capítulo se describe y se hacen los cálculos básicos de lo que se denomina la tecnología del proceso, que normalmente incluye los aspectos de ingeniería química o mecánica, principalmente como la determinación de las potencias requeridas desde un punto de vista mecánico, de los equipos de proceso. En el diagrama de tubería e instrumentación del apéndice B también se muestran los aspectos de control e instrumentación de la planta, cuyo funcionamiento detallado, desde el punto de vista de control, se muestra en el apéndice E. Como esta no es una tesis de ingeniería química, nos hemos permitido incluir algunos aspectos descriptivos de la planta de asfalto.

## C.1. PLANTAS DE ASFALTO.

Una planta de asfalto es un sistema formado por el equipo e instrumentación necesarios para llevar acabo diferentes procesos a los que serán sometidos los materiales que al final nos darán como resultado y producto final, el cemento asfáltico.

Existen dos tipos principales para mezclas en caliente:

➤ *Tipo discontinuo.*

La planta de tipo discontinuo se caracteriza por que en ésta, el material procedente de cada tolva, una vez que ha pasado por el quemador, se separa nuevamente y se pesa en una nueva tolva provista de su respectiva báscula, para dejarse caer en el mezclador, después de lo cual se añade el asfalto. En éste tipo de planta la producción de asfalto es de alta calidad.

➤ *Tipo continuo.*

La planta de tipo continuo, trabaja como su nombre lo indica, sin intervalos cíclicos entre cargas, es decir entrega todo el material en forma de corriente continua. Y aunque las plantas continuas son más robustas que las discontinuas y pesan menos, para igual capacidad de producción, las discontinuas son más precisas y más fáciles de adaptar a distintas composiciones de la mezcla.

Por lo que respecta de éste proyecto nos avocaremos a desarrollar el estudio a Plantas de Asfalto de tipo discontinuas.



## C.2. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE ASFALTO DE TIPO DISCONTINUO.

El proceso para hacer mezclas asfálticas, ésta integrado de varios componentes para realizar las funciones específicas del proceso. Estas funciones sirven para manejar los agregados graduados, calentarlos y secarlos eliminando la humedad; regraduar los agregados calientes para dosificarlos con material bituminoso caliente y mezclar ésta combinación para producir el cemento asfáltico.

Para describir adecuadamente y más a detalle el funcionamiento de una Planta de Asfalto de tipo discontinuo, se hará en diferentes fases, que las siguientes:

- a) Dosificación de áridos en frío.
- b) Secado, calentamiento y separación de polvos.
- c) Clasificación de áridos en caliente.
- d) Dosificación final.
- e) Mezclado.
- f) Carga.

**a) Dosificación de áridos fríos:** Los áridos se elevan desde los montones de acopio a unas tolvas, en las proporciones necesarias para la mezcla previamente determinada. Cuando se llena el acopio a través de bandas transportadoras debe controlarse el flujo del material y también que las tolvas contengan el material suficiente para asegurar un suministro continuo y uniforme y se tiene que cuidar que cuando la tolvas son muy grandes, ninguna de ellas contenga menos de la mitad de su capacidad y mucho menos que se llene demasiado.

En ésta etapa del proceso se deben tener las siguientes consideraciones:

- Los acopios deben contener áridos del tamaño adecuado.
- Debe evitarse la segregación.
- Evitar que se mezclen los materiales de los diferentes montones de acopios.
- Las compuertas del alimentador deben estar perfectamente calibradas, reguladas y fijadas.
- Las compuertas deben mantenerse libres de obstrucciones. Un tamiz de gran abertura situado sobre las tolvas de alimentación en frío reducirá este riesgo.

**b) Secado, calentamiento y separación de polvo:** El secado y calentamiento de los áridos se realiza en un secador compuesto de un cilindro giratorio con cierta inclinación. Los áridos se introducen por el extremo más elevado. Las paredes interiores del tambor están provistas de unas paletas que hacen que, por efecto de giro, los áridos vayan avanzando hasta salir por el extremo inferior, cayendo varias veces durante este recorrido formando una cortina a través del cilindro.

En el extremo inferior del tambor hay un quemador de fuel-oil que produce una llama que calienta los áridos por radiación, mientras que los gases de combustión atraviesan la cortina

de áridos hasta alcanzar el escape situado en el extremo opuesto del cilindro. Durante su paso a través del secador los áridos deben perder la mayor parte de su humedad y calentarse a unos 150° C. Si los áridos están muy mojados, el secarlos debidamente se convierte en un problema, pues el rendimiento del secador disminuye considerablemente, y precisamente esta es la parte de la instalación menos elástica en su funcionamiento por lo que frecuentemente es la capacidad de producción del secador lo que marca el límite superior de la capacidad de la planta.

Los gases que escapan por el extremo superior del tambor del secador están cargados de polvo, para recogerlos se instala en la salida de gases un dispositivo de recuperación.

**c) Clasificación de los áridos en caliente:** Esta nueva clasificación de los áridos en caliente por tamaños es necesaria a pesar de haberlos dosificado en frío en las proporciones necesarias para lograr la mezcla, por que en el tambor secador se produce una fuerte segregación, sería imposible controlar la granulometría final de la mezcla si no se utilizará este recurso.

El material se clasifica en varios tamaños; normalmente mediante una serie de cribas vibratorias, y cada tamaño se recoge en una tolva.

Si la clasificación en frío es defectuosa, se producirá un exceso de material en alguna de las tolvas de áridos en caliente, lo que hace rebosar y obliga inmediatamente a hacer una corrección en el proceso de dosificación de áridos fríos.

**d) Dosificación final:** Los áridos procedentes del secador se entregan a los tamices vibratorios montados sobre tolvas de áridos calientes, la función de estos tamices es separar adecuadamente los áridos en tamaños especificados, rechazando los de mayor tamaño, las bocas de estas tolvas se abren sobre la tolva de una balanza, lo hacen de manera sucesiva descargando sobre la de balanza las cantidades de los diversos áridos necesarias para una amasada de la mezcladora. En las plantas de producción discontinua se calcula la cantidad de aglomerado producido en una jornada, sencillamente contando el número de amasadas.

**e) Mezclado:** En ésta etapa se vierte cada tamaño de áridos en la correspondiente tolva de almacenaje en caliente. Después de que se ha vertido sobre el mezclador la cantidad adecuada de áridos de cada tolva, se añade el asfalto y se mezcla el material hasta que queden bañados todos los áridos. El asfalto se agrega a unos 135 °C y la mezcla terminada sale de la planta a una temperatura comprendida entre 120° C y 150° C. La capacidad del recipiente del mezclador oscila entre los 1,000 a los 6,000 Kg.

Después del tiempo de mezclado se abre la compuerta inferior del mezclador y las paletas aceleran la salida de la mezcla. Para al carga el mejor procedimiento es verter la mezcla terminada en una tolva que vacía intermitentemente en los vehículos que deben transportarla. Y se descarga al camión que la ha de transportar.

### **C.2.1. Calentamiento y almacenaje de asfalto.**

El calentamiento de los materiales asfálticos debe realizarse empleando vapor o aceite caliente, o haciendo circular el asfalto a través de una unidad de calentamiento. La forma más moderna para el calentamiento de asfalto es el calentador de aceite caliente controlado termostáticamente, en el que se hace pasar el aceite caliente a través de un sistema de tubos o serpentines en el interior del tanque de almacenaje. Este tipo de calentamiento puede mantener el asfalto a temperatura uniforme con un gasto de combustible muy reducido.

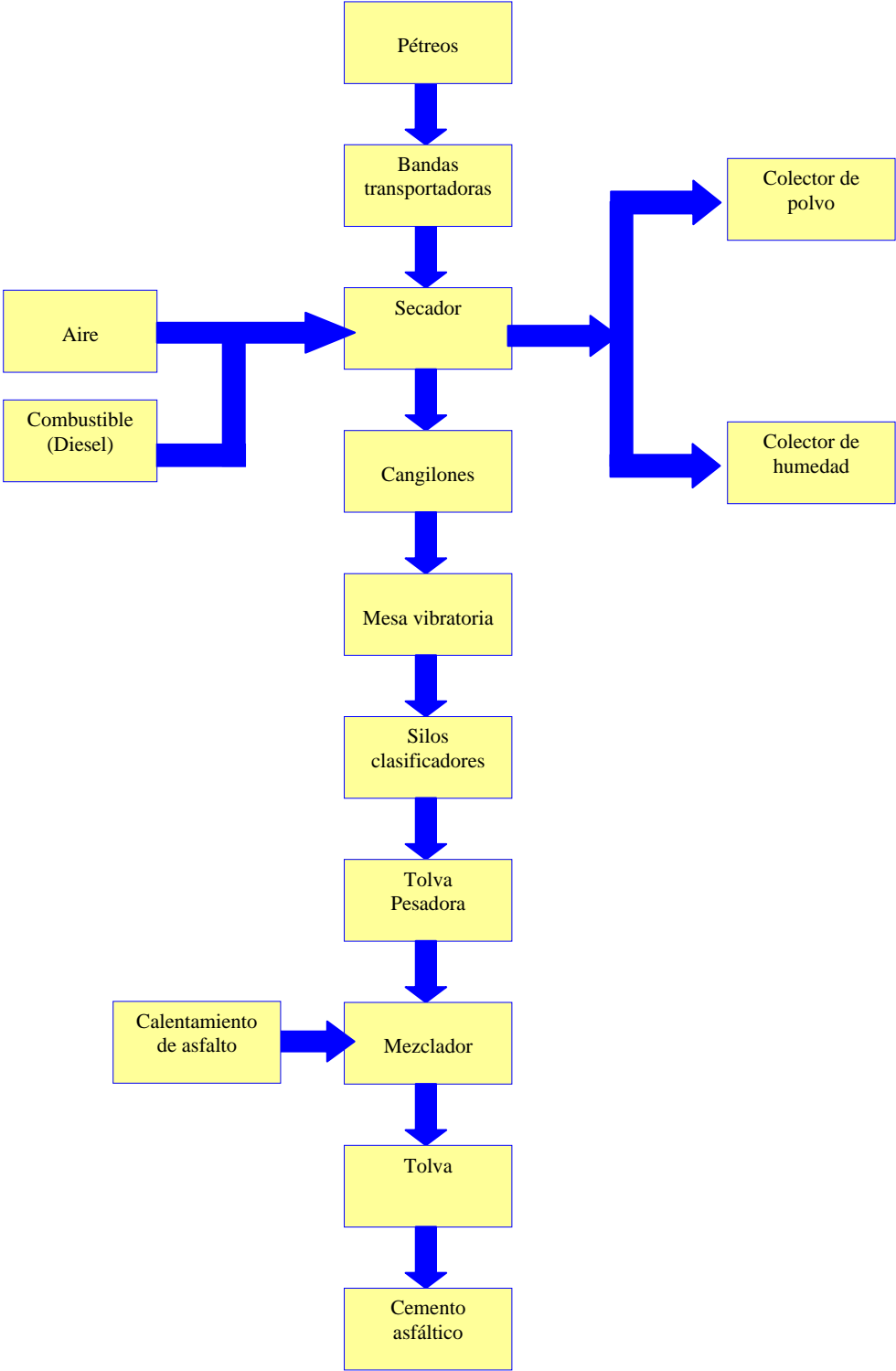
### **C.3. Asfalto.**

El asfalto es un material negro, cementante, que varía ampliamente en consistencia, entre sólido y semisólido (sólido blando), a temperaturas ambientales normales. Cuando se calienta lo suficiente, el asfalto se ablanda y se vuelve líquido, lo cual le permite cubrir las partículas de agregado durante la producción de mezcla en caliente.

### **C.4. Cemento Asfáltico.**

Los cementos asfálticos son asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licuan, lo que permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo.

**C.5. Diagrama de bloques.**



## **C.6. BASES DEL DISEÑO DEL PROCESO.**

### **C.6.1. Base del diseño.**

Antes de proceder con cualesquiera cálculos de diseño es esencial establecer por escrito una base completa del diseño. Ésta debe incluir la cantidad y calidad de productos deseados, las materias primas y sus características, los servicios y sus temperaturas y presiones, y otros factores tales como la probable aplicación de los subproductos.

### **C.6.2. Diagrama esquemático de flujo.**

Por lo general, para un proceso antiguo la experiencia determina el arreglo más deseable de equipo. Suponiendo que existe información adecuada, el ingeniero de proceso debe construir un diagrama esquemático en el cual se indiquen todas las operaciones requeridas para la producción de la cantidad y calidad deseadas del producto acabado.

### **C.6.3. Numeración individual (TAG).**

A todas las unidades del equipo se les debe asignar un número individual que debe aparecer sobre o junto al equipo de que se trate. Si el sistema de asignación de TAG se planea con cuidado puede ayudar en forma inconmensurable, en la ejecución de todas las fases de trabajo de diseño, construcción y mantenimiento cuando la planta lo requiera.

### **C.6.4. Diseño eléctrico.**

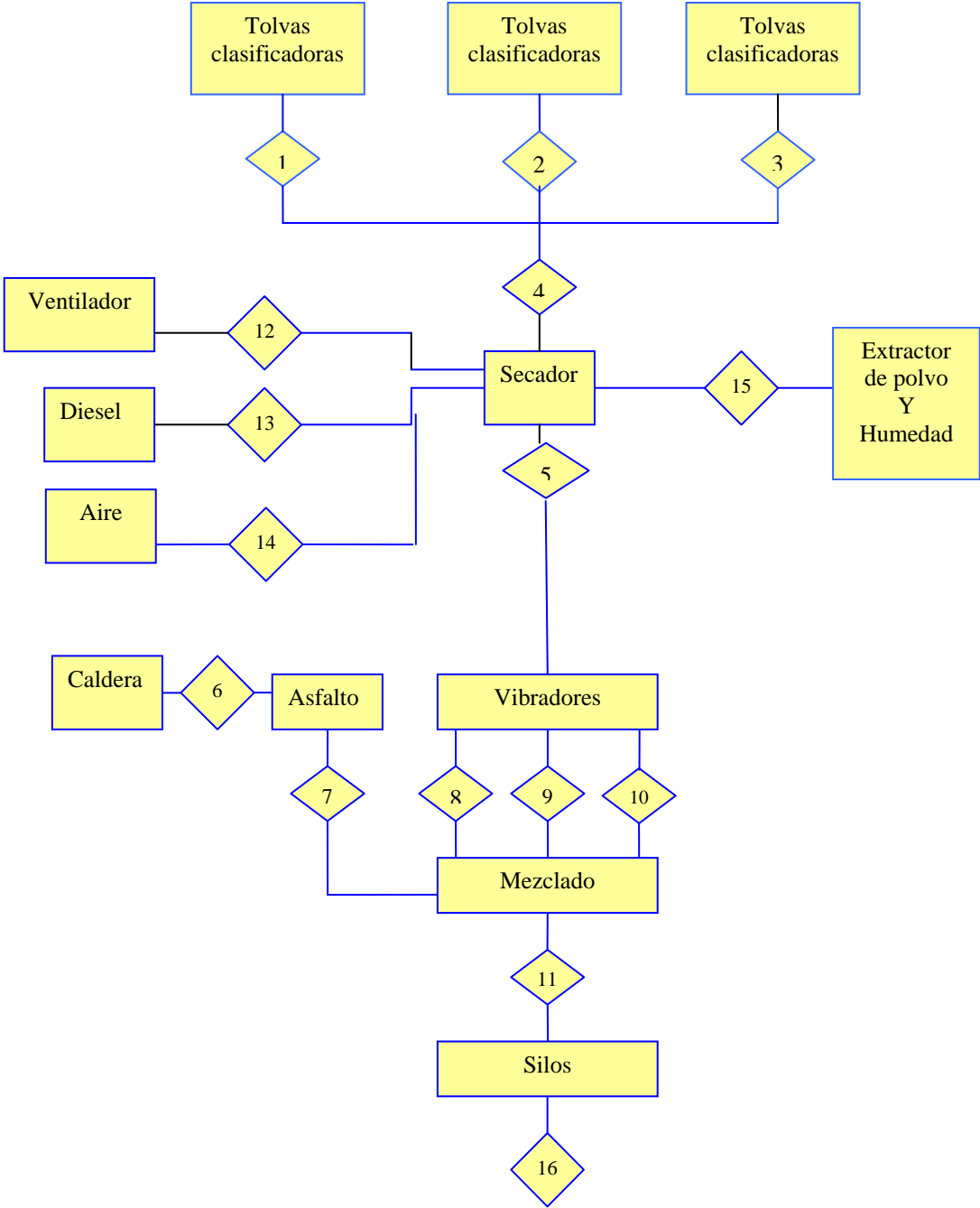
Consiste en el diseño eléctrico completo que se necesita para el proyecto de acuerdo con las especificaciones particulares y con los diferentes códigos aplicables a instalaciones eléctricas, específicamente el trabajo consiste en:

- a) Trazado de todos los conductos eléctricos y dibujos finales.
- b) Elaboración de todos los dibujos eléctricos para subestaciones, arreglos de los dispositivos de distribución, etc.
- c) Preparación de las especificaciones del equipo eléctrico.
- d) Elaboración de los dibujos de los conductos para todos los instrumentos eléctricos, junto con los mismos instrumentos.
- e) Lista completa de todo el material eléctrico, cables, conductos etc.

### **C.6.5. Instrumentos de proceso:**

Las industrias de proceso no podrían existir sin instrumentos que indiquen. Registren, controlen y, en algunos casos se anticipen a los muchos cambios que ocurren en un proceso. Aun en procesos que requieren control manual, los instrumentos le indican al operador cuándo se debe dar vuelta a una válvula u oprimir un botón.

**C.7. CÁLCULO DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA A PARTIR DEL SIGUIENTE DIAGRAMA DE FLUJO.**



MATERIAL	UNIDAD	PROCESOS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grava	KILOGRAMOS (Kg.)	16899.9	0	0	0	0	0	0	16730.89	0	0	0	0	0	0	0	16730.9
gravilla	KILOGRAMOS (Kg.)	0	22533.2	0	0	0	0	0	0	22307.86	0	0	0	0	0	0	22307.9
finos	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	16899.9	0	0	0	0	0	0	16730.9	0	0	0	0	0	16730.9
chapopote	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	3950.72	3950.59	0	0	0	0	0	0	0	0	3950.6
agua	KILOGRAMOS (Kg.)	433.331	577.774	433.331	1444.44	280.249	0	0	84.0748	112.1	84.0748	280.249	0	0	0	1233	280.2
agua + pétreos	KILOGRAMOS (Kg.)	17333.2	23111	17333.2	57777.4	56049.89	0	0	16814.97	22419.96	16815	56049.89	0	0	0	0	56049.9
temperatura	GRADOS CENTIGRADOS (°C)	25	25	25	25	130	25	135	25	25	25	130	135	135	135	0	130.0
presión	PASCAL (Pa)	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
aire	KILOGRAMOS (Kg.) / hora (10 <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67.78	0	27.59	0	0.0
diesel	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225.38	0	0	0.0
ASFALTO	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3950.59	0	0	0	0	3950.6
cemento asfáltico	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60000.48	0	0	0	0	0
Transporte	KILOGRAMOS (Kg.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60000.48

### C.7.1. Balance de materia y energía.

Con los datos proporcionado anteriormente se desarrollará el cálculo para la eliminación de humedad, se tomará en cuenta que el al eliminar la humedad la materia disminuye por lo tanto se tomara el peso de 61,730 kilogramos por hora, y esto se desarrollara conforme a cada proceso.

En éste proceso el material se encuentra depositado dentro de las tolvas, consideramos que el material tiene 2.5% de humedad y se quiere reducir 0.5%.

#### **Contenido de agua en el material.**

$$\begin{aligned} &= 61,730 \times (0.025) \\ &= 1543.25 \text{ Kg. / Hr.} \dots\dots\dots\text{Proceso 1, 2, 3, 4.} \end{aligned}$$

#### **Basalto seco.**

$$\begin{aligned} &= 61,730 - 1,543.25 \\ &= 60186.75 \text{ Kg. / Hr.} \dots\dots\dots\text{Proceso 1, 2, 3, 4.} \end{aligned}$$

#### **El contenido de agua del producto será:**

$$310.2 \text{ Kg. / Hr.}$$

$$\text{Producto total} = 60186.75 + 310.2 = 60,496.95 \text{ Kg. / Hr.} \dots\dots\dots\text{Proceso 5}$$

$$\text{Evaporización} = 1543.25 - 310.2 = 1233.05 \text{ Kg. / Hr.} \dots\dots\dots\text{Proceso 15}$$

Calor necesario para elevar la temperatura de descarga:

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

$$= 60186.75 * (0.19) * (130-25) + 310.2 * (1) * (130-25)$$

$$= 1,233,296.663 \dots\dots\dots\text{Proceso 5}$$

#### **Calor necesario para eliminar la humedad**

$$= 1233.05 * (93-25) (1) = 82070 + 1233.05 * 540 = 749,694.4 \text{ Kcal. / Hr.}$$

#### **Calor total suministrado**

$$Qt = 1,233,296.663 + 74,969.44 = 1,982,991.063 \text{ Kcal. / Hr.}$$



$$Q_t = 7.869 * 10^6 \text{ btu /hr.} \dots\dots\dots \text{Proceso 12, 13, 14.}$$

**Balance de agua:**

$$X_1 = \frac{\text{Kg H}_2\text{O}}{\text{Kg de solido seco}}$$

$$Y_3 = \frac{\text{Kg H}_2\text{O}}{\text{Kg de aire seco}}$$

$$S_s = \frac{\text{Kg solido seco}}{\text{Hr}}$$

$$G_s = \frac{\text{Kg aire seco}}{\text{Hr}}$$

**Calor de evaporación:**

$$Q_{\text{Evaporación}} = G_s \times (X_1 - X_2) \lambda th$$

$$74969.44 = G_s \times \frac{(1543.25 - 310.2)}{60186.75} \times 540$$

$$749,694.4 = G_s * 11.06$$

**Gasto másico.**

$$G_s = 67,784.3$$

$$G_s = 67.78 * 10^3 \text{ Kg. / Hr}$$

**La densidad del aire es igual a 1.2 Kg. / m<sup>3</sup>**

$$Q = \frac{G_s}{\rho}; Q = \text{gasto, m}^3 / \text{hr.}; G_s = \text{gasto másico, Kg. / hr.}; \rho = \text{densidad del gas, Kg. / m}^3$$

$$Q = \frac{67.78 * 10^3}{1.2}$$

$$Q = 56.49 * 10^3 \text{ m}^3 / \text{Hr.}$$

**Gasto del aire:**

$$Q = 0.9414 * 10^3 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

$$Q = 0.01569 * 10^3 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

$$Q = 15.69 \text{ m}^3 / \text{seg.} \dots\dots\dots \text{Proceso 12}$$

### C.7.2. Diseño del secador.

En base a los datos obtenidos previamente se desarrollará el cálculo de las dimensiones necesarias del secador rotatorio a emplear, debido a que es la base para la selección del equipo para el funcionamiento de la planta de asfalto. Las velocidades de masa del aire en secadores rotatorios varían de 400 a 4000 lb. / (hr.)(pie<sup>2</sup>)

$$V = G_s \times S$$

V = velocidad de masa del aire en Kg. / (hr.)(m<sup>2</sup>)

G<sub>s</sub> =gasto másico, Kg. / hr.

S = Área en m<sup>2</sup>

$$S = \frac{67.78 \times 10^3}{15000}$$

$$S = 4.51 \text{ m}^2$$

El área de un círculo es:

$$S = \pi \times r^2 ; \text{Despejando el radio tenemos:}$$

$$r = 1.198 \text{ m}$$

**Diámetro = 2.4 m.**

La razón L/D (longitud entre diámetro), que resulta más eficiente en la práctica comercial, oscila entre cuatro y diez. Por lo tanto daremos una relación de aproximada de seis, lo que nos da una longitud de 14.4 metros.

**Longitud = 14.4 metros.**

### C.7.3. Estequiometria.

La mayoría de los combustibles comunes utilizados con los procesos de combustión son hidrocarburos que constan principalmente de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y carbono(C).

Los aceites de petróleo son mezclas complejas de muchos hidrocarburos diferentes. Entre esos aceites se encuentran la gasolina, el queroseno, el gasóleo (diesel), el aceite combustible ligero y aceite combustible pesado (fuel oil) y otro combustible que estamos familiarizados es el gas natural.

El combustible que emplearemos es el gasóleo (diesel) que es un dodecano con la fórmula química C<sub>12</sub> H<sub>26</sub>. Una mezcla estequiométrica de un combustible y oxígeno es una mezcla

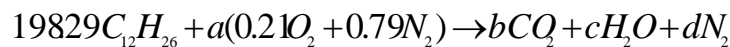
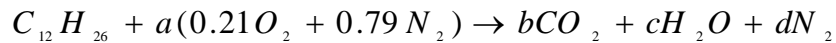
que contiene la cantidad precisa de oxígeno para quemar por completo todos los elementos combustibles del combustible.

En la mayoría de las aplicaciones en las cuales hay combustión se usa aire para suministrar el oxígeno que requiere el proceso de combustión, Para fines de cálculos se ignoran todos los elementos del aire excepto el O<sub>2</sub> y el N<sub>2</sub> y se supone que el aire seco esta formado por 21% O<sub>2</sub> y el 79 % N<sub>2</sub> en volumen.

El exceso de aire proporciona a los reactantes más oxígeno que el necesario para balancear la ecuación, y se suministra aire en exceso en la mayoría de aplicaciones para garantizar una combustión completa del combustible, minimizando cualquier gasto.

$$\frac{1,982,991 \cdot 0.063 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}}{10,000 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}} = 198.29 \frac{\text{Kg. de diesel}}{\text{hr.}}$$

$$\frac{1,982,991 \cdot 0.063 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}}{8,800 \frac{\text{kcal}}{\text{t}}} = 225.34 \frac{\text{lt. de diesel}}{\text{hr.}}$$



$$198.29 C_{12} = b = 2379.48$$

$$198.29 H_{26} = c \times 2 \rightarrow c = 2577.378$$

$$a = \frac{b + \frac{c}{2}}{0.21}$$

$$a = \frac{2379.48 + (2577.378 \times 2)}{0.21}$$

$$a = 17,467.47$$

$$13,799.3N_2 = d = 13,799.3$$

Por lo tanto la cantidad de aire necesaria será arriba un 30 %, esto es debido a que a mayor cantidad de aire hace que hay una mejor combustión del combustible empleado; por lo tanto, la cantidad de aire total utilizada en una hora es de:

**Cantidad de aire utilizada es = 22707.7 Kg. / hr.**

# APENDICE D: BASES DEL DISEÑO DEL EQUIPO.

## D.1. Tolvas clasificadoras y de almacenamiento.



Las tolvas fueron concebidas para atender y garantizar la facilidad de carga y evitar la contaminación de los diferentes materiales. Poseen gran volumen de almacenamiento, lo que optimiza el intervalo de tiempo entre la carga y la recarga. El diseño trapezoide en la abertura inferior evita su obstrucción y la llamada formación de puentes (bridges), garantizando así, excelente productividad.

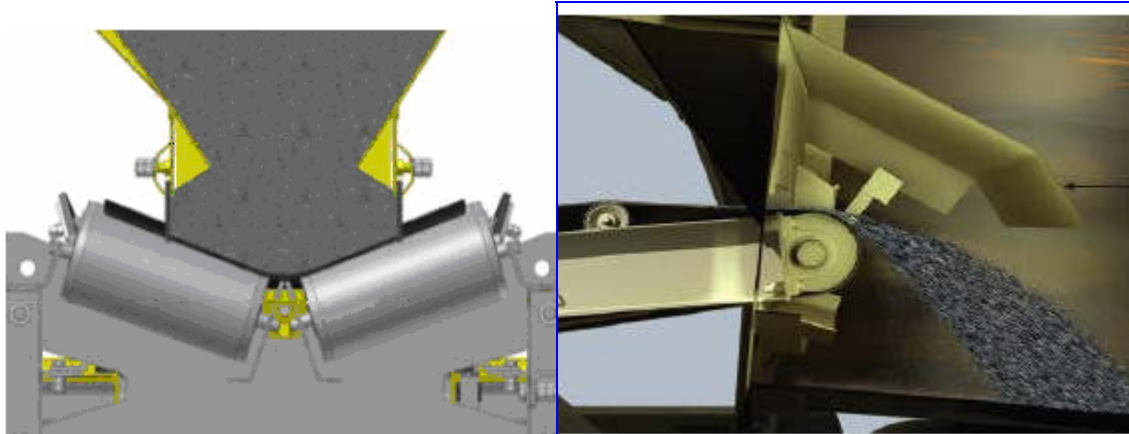
### D.1.1. Capacidades.

Se tiene la opción de elección entre tolvas triples, cuádruples o quíntuples, con capacidad individual de 2 m<sup>3</sup> planos a 9,2 m<sup>3</sup> con la utilización de la extensión opcional. Cada tolva posee un alimentador de banda de arrastre, con velocidad variable a través de convertidores de frecuencia. Los convertidores se comandan por el sistema de automatización de la planta, que verifica la fórmula en uso y la cantidad necesaria de cada material de forma continua. El operador monitorea todos los datos del proceso desde la cabina de mando. Opcionalmente, el cliente también puede disponer de sensores de flujo de material para cada tolva y vibradores de pared con accionamiento automático.

## D.2. Cálculo del motor del alimentador de la banda de arrastre.



## Alimentador de banda.



Cada tolva contendrá un 1/3 de las 60 toneladas por hora; entonces, se tiene que calcular la potencia del motor necesaria para mover la carga de acuerdo a la ecuación (D.1.).

La potencia necesaria para mover una carga a lo largo de un plano horizontal, como una banda transportadora, no se toma en cuenta la acción de la gravedad sobre la carga. Sino de la fricción de los cojinetes de los vedamientos, o sea que hay dos variables importantes que se deben de tomar en cuenta al accionar el motor de la banda transportadora que es la potencia necesaria para mover la banda descargada y potencia necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga.

La experiencia dentro de las industrias, ha demostrado que la fracción de la carga puede variar considerablemente, sin embargo, una buena aproximación para la maquinaria industrial es cerca de 20 libras por tonelada.

Y normalmente en las industrias ya tienen estandarizados estas ecuaciones, ya que con la experiencia adquirida van mejorando sus procesos.

### D.2.1. Potencia para mover una carga a lo largo de un plano horizontal.

Ecuación:

$$HP = \frac{W \times F \times fpm}{33,000 \times 2,000 \times E} \dots\dots\dots (D.1.)$$

- W = Peso de la carga movida en libras.
- F = Fricción en libras por tonelada.
- Fpm = Velocidad de la carga en pies por minuto.
- 1 HP = 33,000ft-lb. Por minuto.
- E = Eficiencia mecánica de la carga al motor.

	Kg.	TON.	lb.
<b>Masa.</b>	20576.7	20.58	41153.3
<b>Velocidad.</b>	m. / min.	m. / seg.	ft. / min.
	20	0.33333333	65.6167979

W	41153.33 lb.
F	20.00 lb. / Ton.
Fpm	65.62 ft. / min.
FP	0.8

Utilizando la ecuación D.1.

1.02	HP.
------	-----

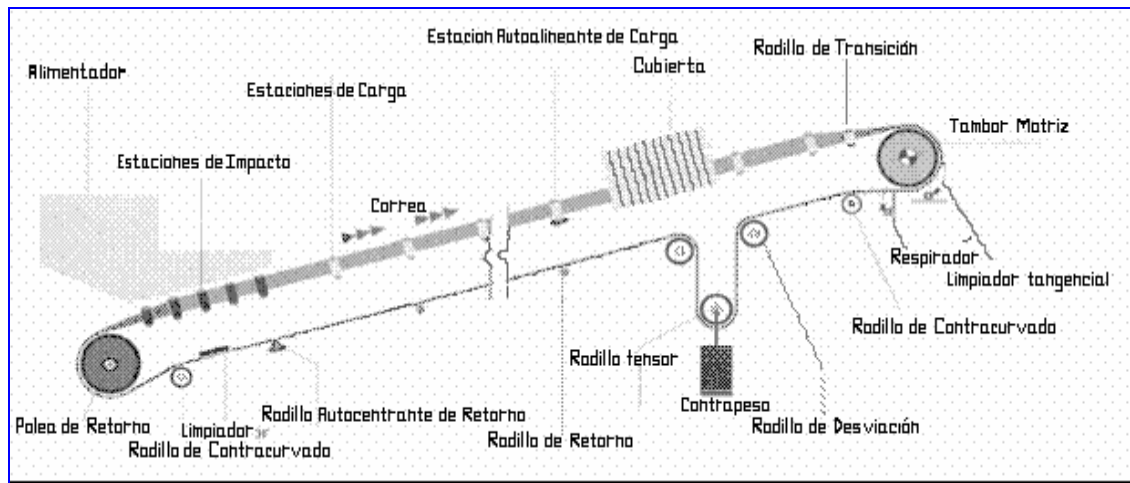
Por lo tanto se escoge el valor próximo que es:

2	HP
---	----

Y como ya se menciona previamente que cada tolva contendrá un tercio del tonelaje por hora, entonces se tendrán tres motores con el mismo valor.

### D.2.2. Bandas transportadora.

Las bandas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto.



### D.2.3. Cálculo del motor de la banda transportadora.

Utilizando la ecuación (D.1.) para calcular el motor de la banda transportadora que se encuentra localizada bajo las tres tolvas dosificadoras de áridos secos, por lo que esta banda moverá los 61730 Kg. / Hr. que se necesitan para obtener los 60 ton. / Hr.

DATOS.

<b>Masa</b>	61730	Kg.
	61.73	Ton.
<b>Peso</b>	12340	lb.
<b>Velocidad</b>	20	m. / min.
	0.333	m. / seg.
	65.617	ft. / min.
<b>Fricción</b>	20	lb. / ton.
<b>FP</b>	0.8	decimal

Resultado utilizando ecuación D.1.

3.0685	HP
--------	----

La potencia seleccionada fué de:

5	HP
---	----

#### D.2.4. Cálculo del motor para la banda transportadora inclinada.

El cálculo de la potencia para la banda transportadora inclinada se divide en tres partes:

- Potencia para mover una carga a lo largo de un plano horizontal.
- Potencia necesaria para elevar la carga.
- Potencia necesaria para accionar descargas intermedias ("*tripper*").

Ecuación para la potencia para mover una carga a lo largo de un plano horizontal.

$$HP1 = \frac{W \times SIN \times fpm}{33,000 \times 2,000 \times E} \dots\dots\dots (D.2).$$

Además par mover una carga en plano inclinado se necesita de la potencia necesaria para elevar la carga.

$$HP2 = \frac{Qt \times H}{270} \dots\dots\dots (D.3).$$

Y potencia necesaria para accionar descargas intermedias ("*tripper*") que seria HP3.

<b>Potencia Absorbida por el "TRIPPER" Nt, en HP</b>		
<b>Ancho de la Banda</b>	<b>"Tripper" Fijo</b>	<b>"Tripper" Móvil</b>
hasta 650	1,00	1,70
de 650 a 800	1,70	2,70
de 1.000 a 1.200	2,90	4,30
de 1.200 a 1.600	4,70	6,80
de 1.600 a 2.000	6,00	8,60
de 2.000 a 2.400	7,30	10,00

Entonces la potencia total esta dada por

$$HP = HP1 + HP2 + HP3..... (D.4).$$

DATOS:

<b>Masa</b>	61730	Kg.
	61.73	Ton.
<b>Peso</b>	12340	lb.
<b>Velocidad</b>	20	m. / min.
	0.333	m. / seg.
	65.617	ft. / min.
<b>Fricción</b>	20	lb. / ton.
<b>FP</b>	0.8	Decimal
<b>Altura</b>	5	m.

De ecuación D.2.

3.07	HP
------	----

De ecuación D.3.

1.14	HP
------	----

De tabla

1.17	HP
------	----

De ecuación D.4.

5.9	HP
-----	----

Potencia total elegida.

7.5	HP
-----	----



### D.2.5. Cálculo del número de telas para la banda transportadora.

Para el número de telas se toma la tabla F.2.2 (Apéndice F).

Donde  $z$  = Número de telas de la banda transportadora.

$$D = 125 * z \dots \dots \dots (D.5.).$$

Donde  $D$  = diámetro de los tambores de la cinta.

Por lo tanto se selecciona un valor de  $z$ , en primera instancia, para obtener cintas más delgadas,  $z = 4$  y el diámetro de la cinta será:

$$D = 125 * 4 = 500 \text{mm}$$

### D.3. Secador.

El secado, como operación unitaria de Ingeniería Química, se caracteriza por la separación de un líquido contenido dentro de un sólido mediante el proceso de vaporizar el líquido.

Esta separación generalmente se lleva a cabo en forma parcial. Los principios fundamentales en los que se basan el diseño industrial y la operación misma de secado están en los fenómenos de transferencia de masa y energía simultáneas.

Las partes básicas de un equipo de secado son: un sistema para hacer fluir el aire, consistente en abanicos o sopladores, además de los ductos por donde ocurre el contacto con el material a secar; una fuente de energía; y por último, un sistema para dispersar y/o transportar la fase sólida a través del gas en el secador.

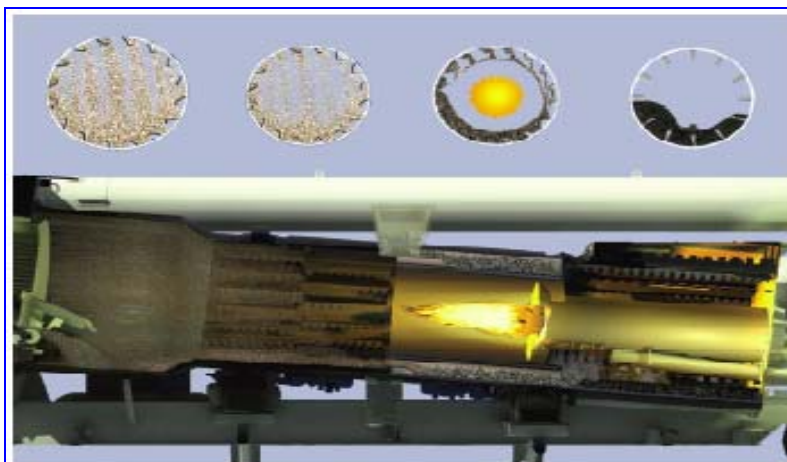
Existen dos tipos generales de secadores rotatorios de acuerdo al contacto con la fuente calorífica:

- Los directos (cuando el calor es añadido o removido del sólido por intercambio directo entre el gas y el sólido).
- Los indirectos (cuando la fuente de calentamiento está separada físicamente del sólido por una pared metálica o un tubo).

En este caso trataremos más a detalle el de tipo directo y de contraflujo pues este tipo de secador es típico en una planta discontinua. La economía de una planta de asfalto depende principalmente de la eficiencia del sistema de secado de áridos. Por eso, se debe optimizar este sistema, a través del dimensionamiento del tiempo de recorrido interno de los áridos, proyectado para optimizar la producción y garantizar la máxima eficiencia de secado y flujo de los áridos. El sistema de secado de áridos en contraflujo se controla por las aletas internas, que evitan que la superficie externa del tambor se sobrecaliente y que la economía de combustible sea maximizada. El resultado es la duración prolongada del cilindro y la

reducción del consumo de combustible por tonelada producida. En la transmisión del secador, un eficiente sistema de espaciadores tipo amortiguadores garantiza, al mismo tiempo, la ventilación entre el anillo y el cilindro y la compensación de esfuerzos provocados por la dilatación térmica de éste.

Cuando el agregado pasa por el tambor del secador en sentido contrario al flujo de aire, el secador recibe el nombre de secador de contraflujo.



### D.3.1 Cálculo de los motores del secador rotatorio.

La potencia total requerida para mover un secador rotatorio con aspas se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$HP = \frac{N(4.5dw + 01925 DW + 0.33W)}{100\ 000} \dots\dots\dots (D.6.).$$

- N = velocidad de rotación, en rpm.
- W = carga rotatoria del material (equipo mas material), lb.
- w = carga viva del material, en lb.
- D = diámetro del anillo en ft.
- d = diámetro de la cubierta, en pies (D = d +2).

DATOS.

<b>Velocidad de rotación.</b>	4.5	rpm.
<b>Carga rotatoria del material.</b>	89213.4831	lb.
<b>Carga viva del material.</b>	13483.1461	lb.
<b>Diámetro del anillo</b>	7.88	ft.
<b>Diámetro de la cubierta</b>	5.88	ft.

Utilizando la ecuación D.6.

28.29

HP

Por lo tanto la potencia seleccionada será de:

30

HP

## D.4. Quemador.

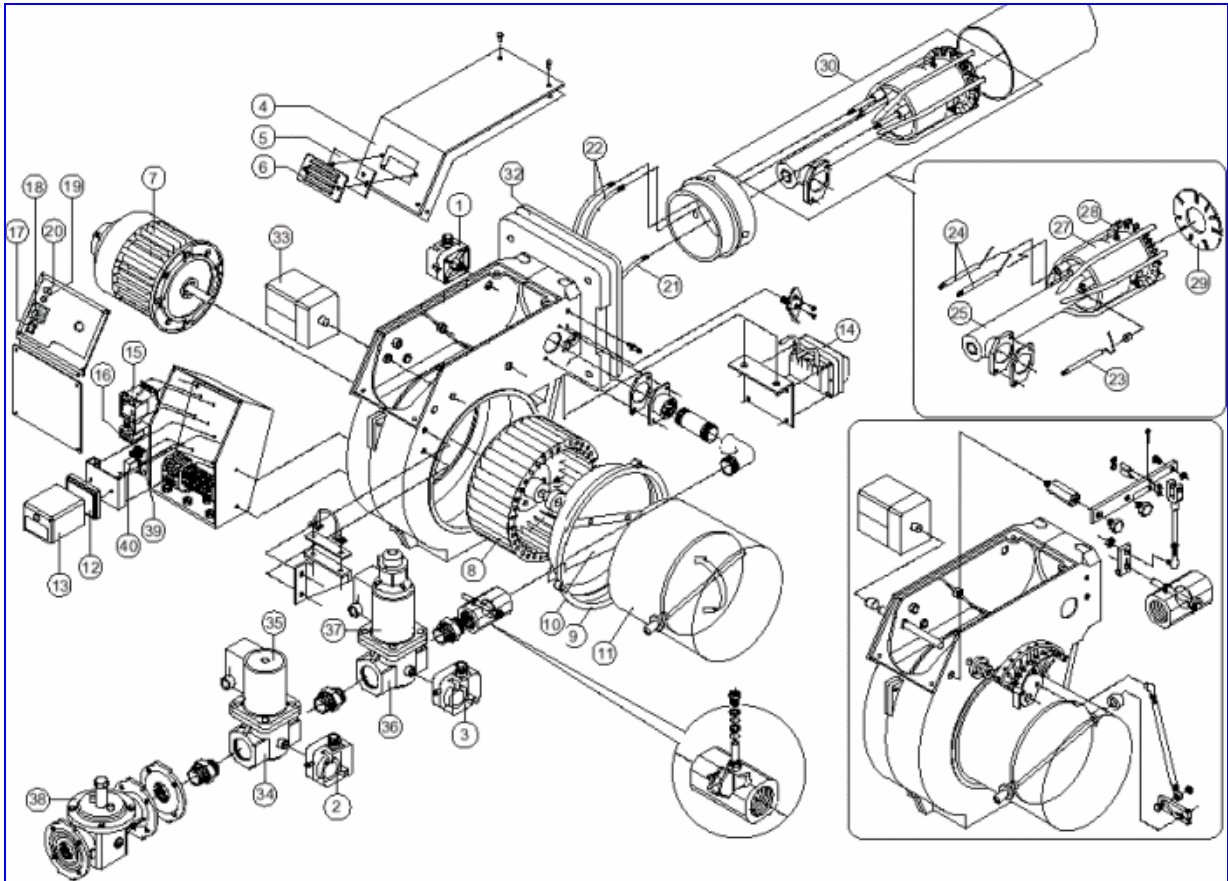
Los quemadores deben cumplir con las más rigurosas normas internacionales de seguridad, eficiencia y emisiones al ambiente; incluyendo componentes como válvulas, preostatos y programadores de secuencia. Lo más conveniente sería que el 100% de la producción sea probado antes de salir de fábrica. Además de contar con mayor equipo de seguridad, el quemador sí es de tipo cañón ya que está conformado como un paquete completamente ensamblado y listo para recibir energía eléctrica (440V) y combustible para su operación.

El quemador es de baja presión y bajo nivel de ruido. Un perfecto sistema de control de formato de la llama permite el ajuste de la largura y diámetro de la misma, más conveniente a cada situación. Condiciones estas que se imponen por las variaciones ocurridas por la humedad de los áridos, temperatura y tipo de mezcla a ser ejecutada.

### D.4.1. Componentes principales.

Los quemadores al ser de tipo paquete, incluyen ya todos los elementos necesarios de seguridad y para su puesta en marcha, fabricados con materiales de alta calidad y componentes, incluyen principalmente:

Nº	DESCRIPTION	20 - FUSE SUPPORT
1 -	AIR PRESURE SWICTH	21 - IONIZATION CABLE
2 -	GAS PRESURE SWITCH MIN	22 - IGNITION CABLE
3 -	GAS PRESURE SWITCH MAX	23 - IONIZATION PROBE
4 -	COVER	24 - IGNITION ELECTRODE
5 -	GLASS	25 - PIPE
6 -	PEED WINDOW FRAME	26 - ROD
7 -	MOTOR	27 - COMBUSTION HEAD
8 -	FAN	28 - REAR DISC
9 -	AIR CONVOYER	29 - FRONT DISC
10 -	FAN SCOOP	30 - FIRING HEAD
11 -	AIR INTAKE	31 - BLAST TUBE
12 -	CONTROL BOX BASE	32 - GASKET
13 -	CONTROL BOX	33 - AIR DAMPER MOTOR
14 -	IGNITION TRANSFORMER	34 - GAS VALVE
15 -	REMOTE CONTROL SWITCH	35 - COIL
16 -	MOTOR THERMAL RELAY	36 - GAS GOVERNOR
17 -	MAIN SWITCH	37 - RELAY BASE
18 -	CONMUTATOR	38 - RELAY
19 -	LAMP	



#### D.4.2. Capacidad calorífica del quemador.

Los quemadores tienen una capacidad de hasta 3, 500,000 Kcal. / hr. Mientras que por otro lado hay series de quemadores que llegan a tener una potencia máxima de 13, 000,000 Kcal. / hr., sin embargo esta potencia no es limitativa, ya que se diseñan también bajo pedido especial quemadores de potencia mucho más alta. De los cálculos realizados para obtener las dimensiones del secador se obtuvo la capacidad calorífica que se necesita y fue de:

1,932,154 Kcal. / Hr.

Por lo tanto el quemador a elegir debe estar por arriba de este dato.

#### D.5. Soplador.

La función de un soplador es el suministro de aire para la combustión de los hornos o caldera y en base a la estequiometría antes calculada se tomarán los datos con respecto al aire necesario para realizar la combustión de manera adecuada.

**Gasto másico.**

$$G_s = 27000$$

$$G_s = 27 \times 10^3 \text{ Kg. / Hr}$$

**La densidad del aire es igual a 1.2 Kg. / m<sup>3</sup>**

$$Q = \frac{G_s}{\rho}; Q = \text{gasto, m}^3 / \text{hr.}; G_s = \text{gasto másico, Kg. / hr. } \rho = \text{densidad del gas, Kg. / m}^3$$

$$Q = \frac{27 \times 10^3}{1.2}$$

$$Q = 22.5 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{Hr.}$$

**Gasto del aire:**

$$Q = 0.375 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

$$Q = .00625 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

$$Q = 6.25 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Y la presión estática es de 200 mmcda (datos de fabricante).

Transformado:

1 mmcda -----9.81Kpa por lo tanto

Tendremos una presión de 2.00 Kpa, Y considerando que el motor tiene una eficiencia del 80% entonces:

- h = Eficiencia del ventilador, según sea el tamaño, fabricación y el punto de trabajo del ventilador, varía entre 70% - 80%.
- DE = Eficiencia de la transmisión, varía entre 90% para transmisión por poleas y correas, a 100% para transmisión directa.
- ME = Eficiencia del motor, varía entre 80% - 95%.

La potencia del motor eléctrico HP, expresada en watts, para accionar el ventilador, se calcula mediante el flujo de aire, Q, expresado en m<sup>3</sup>/s, la presión estática Pe, en kPa, y la eficiencia del sistema, en decimal, con la ecuación:

$$P = \frac{Q \times P_e \times 10^3}{\eta \times DE \times ME}; \text{ sustituyendo valores tenemos:}$$

$$P = \frac{6.25 \times 2 \times 10^3}{0.8 \times 0.9 \times 0.8}$$

$$P = 21.7 \text{ Kw.}$$

1 HP = 746 W por lo tanto.  
 HP = 29.09 HP.

Potencia seleccionada es igual a:

30	HP
----	----

## D.6. Ventilador.

Los ventiladores se utilizan generalmente para bajas presiones, y son usados para trabajos de ventilación, suministro de corrientes de aire a quemadores, desplazamiento de grandes volúmenes de aire o gas por ductos, transporte de materiales suspendidos en corrientes de gas etc.

### D.6.1 Cálculo del motor del ventilador.

El caballaje de potencia del aire de un ventilador se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$HP \text{ del aire} = \frac{144 \times Q(p_2 - p_1)}{33,000} \text{ Ó}$$

$$HP \text{ del aire} = 0.000157Q \times (\text{Calor desarrollado en el agua})$$

$$HP \text{ del eje} = \frac{HP \text{ del aire}}{\text{eficiencia}}$$

Q = volumen manejado en, pies<sup>3</sup> / min.

P1 = presión de entrada, lb. / pulg<sup>2</sup>.

P2 = presión de salida, lb. / pulg<sup>2</sup>.

Donde el calor necesario para secar el material es de 1, 932,154 Kcal. / HR., pero como estas fórmulas están en sistema inglés se transformaran las kilocalorías a BTU.

1BTU = 0.252 Kcal. Entonces:

$$1, 932,154 \text{ Kcal. / Hr} = 7.66 * 10^6 \text{ BTU / Hr.}$$

Y fijando un gasto de aire en la compuerta de 0.02045 m<sup>3</sup> / seg. = 0.072

Del cálculo diseño del secador tomamos el gasto que fue de:

Gasto de aire:

$$Q = 0.9414 * 10^3 \text{ m}^3 / \text{min.}; \quad Q = 0.01569 * 10^3 \text{ m}^3 / \text{seg.} \quad Q = 15.69 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Y la presión estática es de 200 mmcda (datos de fabricante)

Transformando: 1 mmcda -----9.81Kpa por lo tanto

Tendremos una presión de 2.00 Kpa., Y considerando que el motor tiene una eficiencia del 80% entonces:

$$P = \frac{Q \times Pe \times 10^3}{\eta \times DE \times ME} \quad \text{Sustituyendo,} \quad P = \frac{15.69 \times 2 \times 10^3}{0.8 \times 0.9 \times 0.8}$$

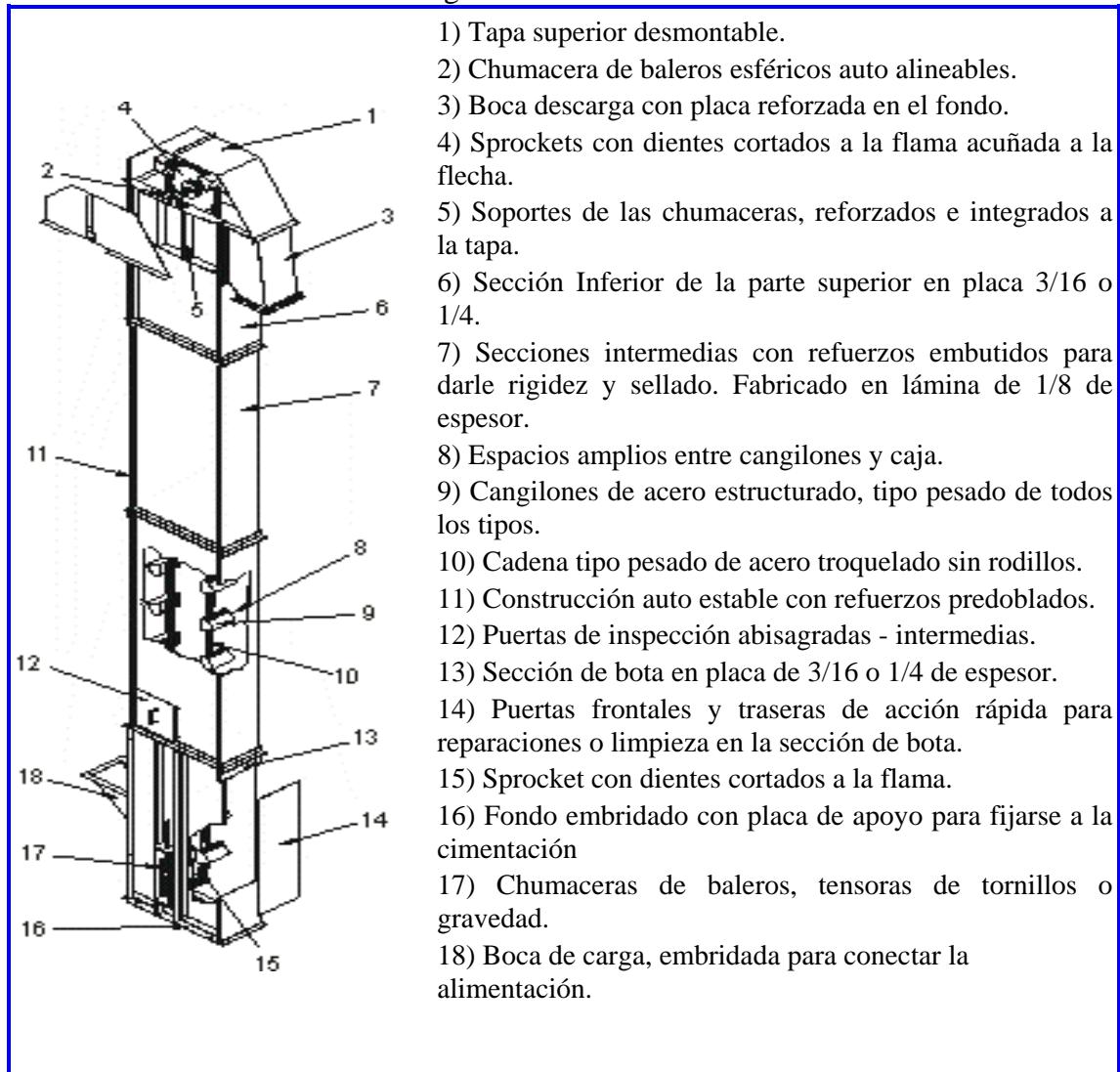
$$P = 54.48 \text{ Kw. HP} = 73$$

HP Potencia seleccionado es igual a:

75	HP
----	----

## D.7. Cangilón.

Los elevadores de correa a cangilones son los equipos más comunes y económicos para el movimiento vertical de materiales a granel.



Los cangilones son los recipientes que contienen el material, tomándolo en la parte inferior del sistema y volcándolo en la parte superior, para éste cometido deben tener una configuración adecuada. Los cangilones van montados sobre la correa que es la que transmite el movimiento del tambor de accionamiento y la que debe absorber los esfuerzos provocados por esta transmisión, además del peso efectivo del material elevado y el peso propio de los cangilones. Las correas utilizadas deben poseer una gran resistencia transversal para garantizar la sujeción de los bulones del cangilón. Las mismas deben ser seleccionadas en función del cálculo a realizar de acuerdo a las características de cada elevador.

El elevador de cangilones es la máquina adecuada para transportar en vertical granulometrías de 0 a 100 mm. Especialmente indicado para granulometrías finas y en zonas donde se dispone de poco espacio en planta.

#### D.7.1. Cálculo del motor del cangilón.

a) **Capacidad de transporte:**

$$Q_t = \frac{3.6 \times p \times v}{d}$$

b) **Fuerza de accionamiento en tambor motriz:**

$$F = \frac{Q_t \times (H + H_0)}{3.6 \times V}$$

c) **Potencia de accionamiento en el eje:**

$$P = \frac{F \times v}{75}$$

Qt.	Capacidad de transporte, en Ton. / hr.
p.	Peso del material en cada cangilón, en kilos
V.	Velocidad del transportador, en m/seg.
D.	Distancia entre cangilones, en metros.
F.	Fuerza de accionamiento, en kilos.
H.	Altura de elevación, en metros.
H0.	Altura ficticia añadida, según el sistema de carga (ver tabla)
P.	Potencia de accionamiento, en HP.
T.	Tensión máxima de la banda, en kilos.
k.	Coefficiente, según condiciones del tambor motriz (ver tabla)



Las características del material son:

Densidad del material	Basalto
Kg. / m <sup>3</sup>	1,960.000
lb. / ft <sup>3</sup>	124.353

Dadas las características del sistema tenemos que de la tabla F.4 se escoge las dimensiones del cangilón.

Unidades	Tamaño de cangilón		
	Ancho	Alto	Profundidad
pulgadas	12.000	7.000	11.750
Pies	0.985	0.575	0.965
Metros	0.300	0.175	0.294

Una vez escogido el cangilón se obtiene su volumen:

Unidades	volumen del cangilón
pulg <sup>3</sup>	987.000
ft <sup>3</sup>	0.546
m <sup>3</sup>	0.015

Ya calculado el volumen y su respectiva densidad podemos obtener el peso que trae cada cangilón.

$$d = \frac{m}{v} ; d = \text{densidad, Kg. / m}^3, \quad m = \text{masa, Kg.}, \quad V = \text{volumen, m}^3.$$

Unidades	Peso del material en el cangilón.
lb.	67.926
Kg.	30.227

Se despeja la velocidad a la cual se van a mover los cangilones.

$$Qt = \frac{3.6 \times p \times v}{d}$$

$$v = \frac{Qt \times d}{3.6 \times p}$$

$$v = \frac{60 \times 0.3}{3.6 \times 30.22}$$

V = 0.165 m /seg.

$$F = \frac{60 \times (15 + 15.3)}{3.6 \times 0.165} \quad F = 3,052.914 \text{ Kg.}$$

$$HP = \frac{F \times v}{75}$$

6.733	HP
-------	----

Motor seleccionado.

7.5	HP
-----	----

## D.8. Mesa vibratoria (cribado).

Es la separación de una mezcla de diversos tamaños de granos en dos o más porciones, por medio de una superficie de tamiz que actúa como medidor múltiple de aceptación o rechazo.

### D.8.1. Motor de mesa vibratoria.

El motor es tomado por datos del fabricante y conforme a las especificaciones necesarias para el funcionamiento de la Planta de Asfalto:

30	HP
----	----

## D.9. Mezclador.

Las Plantas de Tipo Discontinuas se tienen que equipar con un eficiente mezclador tipo de doble eje y con sentido de rotación inverso. El área útil del mezclador es limitada a 60% de su volumen, garantizando mayor homogeneidad en poco tiempo de procesamiento de la mezcla. El tiempo de mezcla es controlado por el sistema de control de la planta y es regulable en conformidad con las necesidades impuestas por las características de la mezcla. La descarga se hace por compuerta neumática de gran caudal, permitiendo ésta ejecución en corto tiempo. La barra de riego posee pulverizadores en toda extensión del mezclador y está conectada a una bomba de alto caudal, lo que permite una distribución homogénea del asfalto. Vista interna del mezclador de doble eje y barra esparcidora. Compuerta del mezclador con accionamiento neumático, en ésta unidad continúa la producción, puede ir de 200- 1500 lb. /min., de 5 a 40 HP y 200-300 rpm., según los materiales mezclados.

Necesitamos un mezclador que pueda mezclar 6173 Kg. ya que es el masa de los pétreos junto con el asfalto.

$$d = \frac{m}{v} \quad , \quad d = \text{densidad, Kg. / m}^3, \quad m = \text{masa, Kg.} \quad , \quad V = \text{volumen, m}^3, \quad \text{despejando:}$$

$$v = \frac{m}{d} \quad \text{Sustituyendo valores} \quad v = \frac{6173}{1960 + 810}$$

$$V = 2.2, \text{ m}^3$$

#### D.9.1. Motor del mezclador.

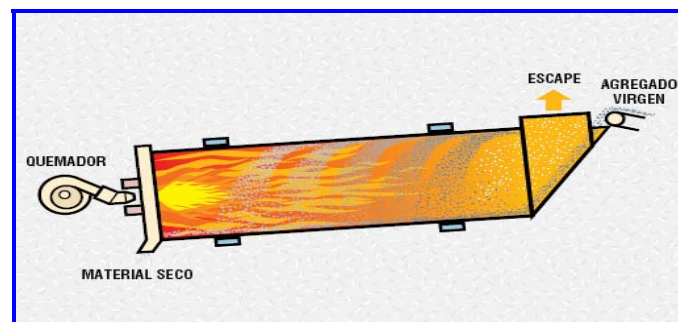
El motor es tomado por datos del fabricante, con la potencia necesaria para mover la carga antes mencionada:

40	HP
----	----

#### D.10. Colector de polvo.

Los sistemas de extracción de las Plantas Tipo Discontinuas se diseñan perfectamente para atender las necesidades de la planta en las peores condiciones de humedad y altitud. El rotor es torneado y balanceado electrónicamente, las tuberías se dimensionan visando la reducción en la velocidad de dislocación, lo que evita el arrastre exagerado de finos del secador y aumenta la vida útil del sistema. Los filtros de manga se proyectan con gran área de filtrado, de modo a no transformarse en una causa de reducción en la producción de la planta, reduciendo costos de operación. Además de eso, los filtros de manga dan una completa recuperación de finos y atienden a las más rígidas legislaciones ambientales, donde no se permiten emisiones de partículas superiores a 90 mg. / Nm<sup>3</sup>.

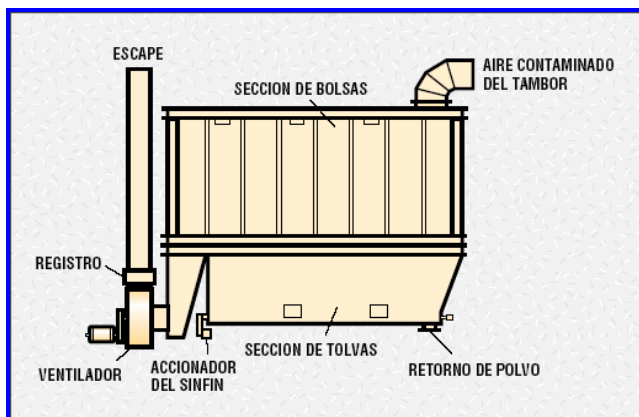
Secador de contraflujo.



El gas con gran porcentaje de polvo es extraído del tambor y pasa por una variedad de colectores de polvos para extraer las partículas de polvo. El operador de la instalación escoge el tamaño de partículas de polvo que se va a extraer, ya sea para satisfacer sus requerimientos o para cumplir con las especificaciones. El tamaño de las partículas de

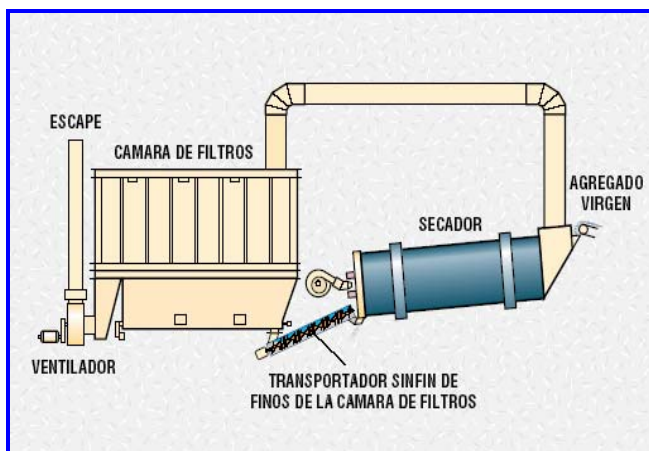
polvo que sale del tambor varía desde malla 30 (a 244 metros por minuto) hasta menos de un micrón.

Colector de filtros de tela de cámara de filtros.



Secador con cámara de filtros.

La figura muestra una cámara de filtro como único colector de polvos para un secador,



Y como se muestra tendrá que recibir partículas con tamaños variando entre malla 30 y 0.3 micrón, en la figura se muestra tamaños comunes de malla y tamaño equivalentes en micrones.

TAMAÑO DE MALLA	MICRONES
30	590
50	297
100	149
200	74
400	37
1250	10
2500	5
12.500	1

Tamaño de polvo de la cámara de filtros son colector primario de polvo.

#### D.10.1. Motor del colector de polvos.

El motor seleccionado con forme a datos de fabricante, para una producción de 60 ton. /Hr, es de:

$$V = 4.861 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Donde  $V = Q$

Y la presión estática es de 325 mmcda (datos de fabricante).

Transformado:

1 mmcda -----9.81Kpa por lo tanto:

Tendremos una presión de 3.18 Kpa., Y considerando que el motor tiene una eficiencia del 80% entonces:

$$P = \frac{Q \times Pe \times 10^3}{\eta \times DE \times ME}$$

$$P = \frac{4.861 \times 3.18 \times 10^3}{0.8 \times 0.9 \times 0.8}$$

$$HP = 35.9 \text{ HP.}$$

Potencia seleccionada es igual a:

40	HP
----	----

## D.11. Bombas.

La potencia requerida para mover cualquier clase o tipo de bomba puede calcularse como:

$$HP = \frac{f \times h \times s}{76.20 \times e}$$

HP = potencia, HP.

f = gasto, en lps.

s = densidad del líquido, en Kg. / m<sup>3</sup>.

e = eficiencia de la bomba, expresada en decimales.

h = altura

### D.11.1 Bomba de asfalto.

Si necesitamos 396 Kg., de asfalto para realizar nuestra mezcla entonces necesitamos transformarla a litros. Y sabiendo que la densidad del asfalto es de 0.81, Kg. / m<sup>3</sup>

$d = \frac{m}{v}$ ; d = densidad, Kg. / m<sup>3</sup> m = masa, Kg.; V = volumen, m<sup>3</sup>; despejando:

$$v = \frac{m}{d} \quad \text{Sustituyendo valores tenemos que: } v = \frac{396}{0.81}$$

$$v = 488.8 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ lt. Por lo tanto}$$

Lt. = 488.8 y queremos que el mezclador se llene en 20 segundos, entonces tenemos que:

488.8lt = 15 segundos por lo tanto en un segundo tendremos.

$$1 \text{ seg.} = 24.44$$

F	24.44
S	0.81
H	15
E	80
HP.	3.25

La potencia seleccionada es de:

5	HP
---	----

### D.11.2 Bomba de diesel.

Si de la estequiometría tenemos 225.34 litros, y sabiendo que la densidad del diesel es de 0.66, Kg. / dm<sup>3</sup>

225.34 lt = 1 hr por lo tanto en un segundo tendremos.

1 seg. = 0.06

$$HP = \frac{f \times h \times s}{76.20 \times e}$$

F	0.06
S	0.66
H	5
E	80
HP.	3.25

La potencia seleccionada es de:

5	HP
---	----

### D.11.3. Bomba para aceite térmico.

Si necesitamos 396 Kg., de asfalto para realizar nuestra mezcla entonces necesitamos transformarla a litros. Y sabiendo que la densidad del asfalto es de 0.81, Kg. / m<sup>3</sup>

$$v = \frac{m}{d} \quad \text{Sustituyendo valores tenemos que: } v = \frac{396}{0.81}$$

$$v = 488.8 \text{ dm}^3$$

1dm<sup>3</sup> = 1 lt. Por lo tanto  
10.2 m<sup>3</sup>/ Hr. = 2.83 dm<sup>3</sup> / seg.  
Datos.

F	2.77
S	0.9
H	20
E	80
HP.	0.8

La potencia seleccionada es de:

5	HP
---	----

## D.12. Compresor.

Un compresor convierte la energía mecánica de un motor eléctrico o de combustión en energía potencial de aire comprimido. El compresor rotativo de paletas deslizantes, éste compresor tiene un rotor montado excéntricamente con una serie de paletas que se deslizan dentro de ranuras radiales. Al girar el rotor, la fuerza centrífuga mantiene las paletas en contacto con la pared del estator y el espacio entre las paletas adyacentes disminuye desde la entrada de aire hasta la salida, comprimiendo así el aire.

Las presiones promedio de compresión varían de 7 a 10 bar.

$$P = 202 \times Q_s \times \ln \left( \frac{P_o}{P_{vt}} \right)$$

$P_o$  = Presión atmosférica, mbar.

$P_{vt}$  = Presión final de vacío, mbar.

$Q_s$  = Caudal de succión de la bomba, m<sup>3</sup>/s.

$P$  = Potencia, Kw.

De datos de fabrican para una presión de 10 bar el caudal de succión es de 9 l/s. y sabiendo que la presión atmosférica es de 1013 mbar, sustituyendo los valores en ecuación:

$$P = 202 \times 0.009 \times \ln \left( \frac{1013}{7091} \right)$$

$P = 3.53$  Kw. Pasándolos a HP nos da:

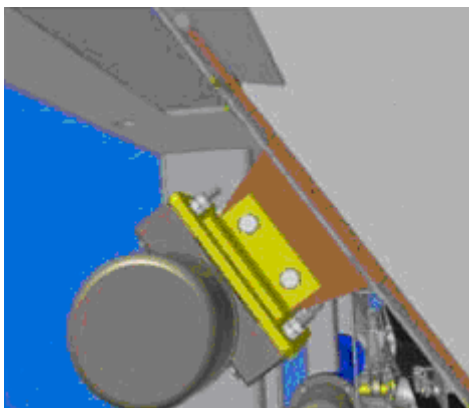
HP = 4.74

Por lo tanto la potencia selecciona es de:

5	HP
---	----



## D.13. Motovibrador.



El motovibrador para tolvas evita la formación de bóvedas o campanas manteniendo constantemente en movimiento los materiales secos a granel que están siendo descargados. Evitan el atascamiento, la formación de vacíos y la compactación, forzando al producto a fluir de modo uniforme. Esto es que la descarga de la arena sobre la cinta pesadora (especialmente cuando la arena tenga un alto grado de humedad).

Para la elección del tipo de vibrador, se parte de dos opciones, vibrador neumático o vibrador eléctrico (motovibrador de masas descentradas). Se opta por un vibrador eléctrico debido a varias razones, como pueden ser que, con el motovibrador se puede conseguir una mayor potencia que con el vibrador neumático (para la misma potencia de vibración, sería necesario un tamaño de vibrador neumático prohibitivo).

Otra razón es que el costo de la instalación de los vibradores neumáticos es muy superior al de los motovibradores, aunque el precio del vibrador eléctrico pueda ser algo superior. También hay que tener en cuenta, que para realizar el control de los ciclos de vibración es mucho más sencillo a través del sistema eléctrico que el neumático, y podemos conseguir una mejor regulación eléctricamente que neumáticamente.

### D.13.1. Motor del motovibrador.

El motor seleccionado es tomado de datos del fabricante.

2	HP
---	----

## D.14. Caldera de aceite Térmico.

### D.14.1. Caldera de aceite térmico.

Tanque con aislamiento térmico con capacidad de 30,000 galones de flama directa, con un quemador de  $1.6 \times 10^6$  BTU/ hr. Y serpentín para aceite térmico.

# APENDICE E: DESCRIPCION FUNCIONAL.

## E.1. LISTO PARA OPERAR (Ready to operate).

Condiciones iniciales supuestas: silos llenos.

Chapopote: Frió.

Verificado que todos los shutters están cerrados.

1. Calentar aceite caliente
2. Una vez caliente el aceite térmico el operador manda a circular el aceite para calentar el chapopote, el operador entra a la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones “PB19.STR19.BOMB01.MOT19.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR19.BOMB01.MOT19.” y cerrará los contactos “STR19.BOMB01.MOT19.” y de ésta manera se arranca el motor No18. “BOMB01.MOT19.”
3. Seguidamente el operador arranca el compresor, y en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones “PB20.STR20.COMP01.MOT20.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR20.COMP01.MOT20.” y cerrará los contactos “STR20.COMP01.MOT20.” y de ésta manera se arranca el motor No 20. “STR20.COMP01.MOT20.”
4. Ya que alcanzó la temperatura de 130° el chapopote, se acciona la bomba del chapopote, y en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones “PB21.STR21.BOMB02.MOT21.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR21.BOMB02.MOT21.” y cerrará los contactos “STR21.BOMB02.MOT21.” y de ésta manera se arranca el motor No 20. “BOMB02.MOT21.”

## E.2. ARRANQUE (start).

1. El operador entra a la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones “PB1.STR1.SILO1.VIB1.MOT1.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR1.SILO1.VIB1.MOT1.” y cerrará los contactos “STR1.SILO1.VIB1.MOT1.” y de ésta manera se arranca el motor No1. “SILO1.VIB1.MOT1.”
2. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones “PB2.STR2.SILO2.VIB2.MOT2.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR2.SILO2.VIB2.MOT2.” y cerrará los contactos “STR1.SILO2.VIB2.MOT2.” y de ésta manera se arranca el motor No2. “SILO1.VIB2.MOT2.”
3. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STAR” a la estación de botones

“PB3.STR3.SILO3.VIB3.MOT3.” que manda la señal de energizar la bobina “STR3.SILO3.VIB3.MOT3.” y cerrará los contactos “STR3.SILO3.VIB3.MOT3...” y de ésta manera se arranca el motor No3. “SILO3.VIB3.MOT3.”

4. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR04.STR04.SILO01.MOT04.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR04.SILO01.MOT04.”, y cerrando los contactos “STR04.SILO01.MOT04.”, de ésta manera se arranca el motor No 04. “SILO01.MOT04.”
5. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR05.STR05.SILO02.MOT05.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR05.SILO02.MOT05.”, y cerrando los contactos “STR05.SILO02.MOT05.”, de ésta manera se arranca el motor No 05. “SILO02.MOT05.”
6. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR06.STR06.SILO03.MOT06.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR03.SILO03.MOT06.”, y cerrando los contactos “STR04.SILO01.MOT04.”, de ésta manera se arranca el motor No 06. “SILO03.MOT06.”
7. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR07.STR07.SILO123.MOT07.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR07.SILO123.MOT07.”, y cerrando los contactos “STR07.SILO123.MOT07.”, de ésta manera se arranca el motor No 07. “SILO123.MOT07.”
8. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR08.STR08.BT.INCL01.MOT8.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “.STR08.BT.INCL01.MOT8.”, y cerrando los contactos “.STR08.BT.INCL01.MOT8”, de ésta manera se arranca el motor No 08. “BT.INCL01.MOT8.”
9. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR09.STR09.SEC.ROT1.MOT09.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR09.SEC.ROT1.MOT09.”, y cerrando los contactos “STR09.SEC.ROT1.MOT09.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR09.SEC.ROT1.MOT09.”, segundos después se energiza la bobina “1S” y se cierra el contacto “1S”, una vez cerrado el contactor “1S” se energiza la bobina “2S”, se cierra el contacto “2S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “2S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “2S” se energiza la bobina “1R” y se cierra el contacto “1R”, de ésta manera se arranca el motor No 09. “SEC.ROT1.MOT09.”
10. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR10.STR10.SEC.ROT1.MOT10.”, el cual

manda la señal de energizar la bobina “STR10.SEC.ROT1.MOT10.”, y cerrando los contactos “STR10.SEC.ROT1.MOT10.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR10.SEC.ROT1.MOT10.”, segundos después se energiza la bobina “3S” y se cierra el contacto “3S”, una vez cerrado el contactor “3S” se energiza la bobina “4S”, se cierra el contacto “4S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “4S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “4S” se energiza la bobina “2R” y se cierra el contacto “2R”, de ésta manera se arranca el motor No 10. “SEC.ROT1.MOT10.”

- 11.** El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR11.STR11.VENT1.MOT11.”, que manda la señal de energizar la bobina “STR11.VENT1.MOT11.”y cerrando los contactos “STR11.VENT1.MOT11” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR11.VENT1.MOT11”, segundos después se energiza la bobina “5S” y se cierra el contacto “5S”, una vez cerrado el contactor “5S” se energiza la bobina “6S”, se cierra el contacto “6S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “6S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “6S” se energiza la bobina “3R” y se cierra el contacto “3R”, de ésta manera se arranca el motor No 11. “VENT1.MOT11.”
- 12.** El encendido del quemador se explicará en el apartado correspondiente al Burner Management System.
- 13.** El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR13.STR13.SEC.ROT1.BT04.MOT13.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR13.SEC.ROT1.BT04.MOT13.”, y cerrando los contactos “STR13.SEC.ROT1.BT04.MOT13”, de ésta manera se arranca el motor No 13. “SEC.ROT1.BT04.MOT13.”
- 14.** El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR14.STR14.CANG01.MOT14.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR14.CANG01.MOT14.”, y cerrando los contactos “STR14.CANG01.MOT14.”, de ésta manera se arranca el motor No 14. “CANG01.MOT14”
- 15.** El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR15.STR15.MV01.MOT15.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR15.MV01.MOT15.”,y cerrando los contactos “STR15.MV01.MOT15.”, y accionado el relevador de tiempo retardo “STR15.MV01.MOT15.”, segundos después se energiza la bobina “7S” y se cierra el contacto “7S”, una vez cerrado el contactor “7S” se energiza la bobina “8S”, se cierra el contacto “8S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “8S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “8S” se energiza la bobina “4R” y se cierra el contacto “4R”, de ésta manera se arranca el motor No 15 “MV01.MOT15.”
- 16.** El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR16.STR16.MZCL01.MOT16.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR16.MZCL01.MOT16.”, y cerrando los

contactos “STR16.MZCL01.MOT16.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR16.MZCL01.MOT16.”, segundos después se energiza la bobina “9S” y se cierra el contacto “9S”, una vez cerrado el contactor “9S” se energiza la bobina “10S”, se cierra el contacto “10S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “10S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “10S” se energiza la bobina “5R” y se cierra el contacto “5R”, de ésta manera se arranca el motor No 16. “MZCL01.MOT16.”

17. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR17.STR17.MZCL01.MOT17.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STR17.MZCL01.MOT17.”, y cerrando los contactos “STR17.MZCL01.MOT17.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR17.MZCL01.MOT17.”, segundos después se energiza la bobina “11S” y se cierra el contacto “11S”, una vez cerrado el contactor “11S” se energiza la bobina “12S”, se cierra el contacto “12S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “12S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “12S” se energiza la bobina “6R” y se cierra el contacto “6R”, de ésta manera se arranca el motor No 17. “MZCL01.MOT17.”
18. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBR18.STR18.COL.POLV01.MOT18.” el cual manda la señal de energizar la bobina “STR18.COL.POLV01.MOT18.”, y cerrando los contactos “STR18.COL.POLV01.MOT18.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STR18.COL.POLV01.MOT18.”, segundos después se energiza la bobina “13S” y se cierra el contacto “13S”, una vez cerrado el contactor “13S” se energiza la bobina “14S”, se cierra el contacto “14S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “14S”, pasado unos segundos que se cerró el contacto “14S” se energiza la bobina “7R” y se cierra el contacto “7R”, de ésta manera se arranca el motor No 18. “COL.POLV01.MOT18.”

### **E.3. OPERACION NORMAL (Operation normal).**

1. El operador accionado en la consola del operador el botón de “STAR” en la estación de botones (PBR22.STAR22.SILO1.VALV1.), lo cual mandará la señal de cierre a la bobina 1 del shutter (SILO1.SHUT1.SOLND1.) energizando la bobina, abriendo la compuerta 1 del silo 1 (SILO1.SHUT1.) en una cantidad estimada en el 40% de su apertura, cantidad inicial estimada para 6 toneladas por hora en 6 minutos.
2. El operador accionado en la consola del operador el botón de “STAR” en la estación de botones (PBR23.STAR23.SILO2.VALV2.), lo cual mandará la señal de cierre a la bobina 2 del shutter (SILO2.SHUT2.SOLND2.) energizando la bobina, abriendo la compuerta 2 del silo 2 (SILO2.SHUT2.) en una cantidad estimada en el 40% de su apertura, cantidad inicial estimada para 6 toneladas por hora en 6 minutos.

3. El operador accionado en la consola del operador el botón de “STAR” en la estación de botones (PBR24.STAR24.SILO3.VALV3.), lo cual mandará la señal de cierre a la bobina 3 del shutter (SILO3.SHUT3.SOLND3.) energizando la bobina, abriendo la compuerta 3 del silo 3 (SILO3.SHUT3.) en una cantidad estimada en el 40% de su apertura, cantidad inicial estimada para 6 toneladas por hora en 6 minutos.
4. Pasando aproximadamente 4 minutos el material cribado empieza a almacenarse en el depósito D1 (SILO4.), D2 (SILO5.), D3 (SILO6.).

#### **5. Carga de la grava.**

El operador abre el shutter (SILO4.SHUT4.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB25.STAR25.SILO4.PSTON1), lo cual mandará la señal de cierre de la bobina 4 del shutter4 (SILO4.SHUT4.SOLND4.), energizando la bobina y abriendo el shutter 4 (SILO4.SHUT4.), dejando caer grava a la báscula, y mantendrá operado éste shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C1 (1690 kilos) según la formula. Al llegar a ésta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de cierre a la bobina 4 del shutter 4 (SILO4.SHUT4.SOLND4), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter 4 (SILO4.SHUT4.).

#### **6. Carga de la gravilla.**

El operador abre el shutter (SILO5.SHUT5.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB26.STAR26.SILO5.PSTON5), lo cual mandará la señal de cierre de la bobina 5 del shutter4 (SILO5.SHUT5.SOLND5.), energizando la bobina y abriendo el shutter 5 (SILO5.SHUT5.), dejando caer grava a la báscula, y mantendrá operado éste shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C2 (1690 kilos) según la formula. Al llegar a ésta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de cierre a la bobina 5 del shutter 5 (SILO5.SHUT5.SOLND5), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter 5 (SILO5.SHUT5.).

#### **7. Carga de la arena.**

El operador abre el shutter (SILO6.SHUT6.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB27.STAR27.SILO6.PSTON6), lo cual mandara la señal de cierre de la bobina 6 del shutter4 (SILO6.SHUT6. SOLND6.), energizando la bobina y abriendo el shutter 6 (SILO6.SHUT6.), dejando caer grava a la báscula, y mantendrá operado éste shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C3 (1690 kilos) según la formula. Al llegar a ésta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de cierre a la bobina 6 del shutter 6 (SILO46.SHUT6.SOLND6), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter (SILO6.SHUT6.).

#### **8. Carga del chapopote.**

El operador abre la válvula (valv01.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB28.STAR28.val01), lo cual mandara la señal de cierre de la bobina 6 del valv01 (val01), energizando la bobina y abriendo el shutter 6 (valv01.), dejando caer el chapopote

hasta que llegue a la cantidad C4 (364 kilos) según la fórmula. Al llegar a esta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de cierre a la bobina 6 del valv01 (val01) desactivando la bobina. Cerrando así el valv01 (val01) desactivando la bobina.

#### **Apertura de la báscula hacia el mezclador.**

El operador abre el shutter (SILO7.SHUT7.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB29.STAR29.SILO7.PSTON7), lo cual mandará la señal de cierre de la bobina 7 del shutter 7 (SILO7.SHUT7.SOLND7.), energizando la bobina y abriendo el shutter 7 (SILO7.SHUT7.), dejando caer el batches... Al llegar a ésta cantidad deja de oprimir el botón de paro (PB29.STP29.SILO7.PSTON7) el cual mandará la señal de cierre a la bobina 7 del shutter (SILO7.SHUT7.SOLND7), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter (SILO7.SHUT7.).

#### **9. Mezclado.**

Una vez depositado todos los pétreos se espera aproximadamente 1 minuto.

#### **10. Almacenado en caliente.**

El operador abre el shutter (SILO8.SHUT8.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB30.STAR30.SILO8.PSTON8), lo cual mandará la señal de cierre de la bobina 8 del shutter 8 (SILO8.SHUT8. SOLND8.), energizando la bobina y abriendo el shutter 8 (SILO8.SHUT8.), dejando caer el cemento asfáltico. Pasado un tiempo estimado Al llegar a ésta cantidad oprime el botón (PB30.STAR30.SILO7.PSTON7) el cual mandará la señal de cierre a la bobina 8 del shutter 8 (SILO8.SHUT8.SOLND8), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter (SILO8.SHUT8.).

#### **11. Vaciado.**

El operador espera a que se coloque el camión debajo del shutter SILO9.SHUT9.

El operador abre el shutter (SILO9.SHUT9.), oprimiendo el botón de “STAR”, a la estación de botones (PB31.STAR31.SILO9.PSTON9), lo cual mandará la señal de cierre de la bobina 9 del shutter 9 (SILO9.SHUT9. SOLND9.), energizando la bobina y abriendo el shutter 9 (SILO9.SHUT9.), dejando caer el cemento asfáltico. Pasado un tiempo estimado Al llegar a ésta cantidad oprime el botón (PB31.STAR31.SILO9.PSTON9) el cual mandará la señal de cierre a la bobina 9 del shutter 9 (SILO9.SHUT9.SOLND9), desactivando la bobina. Cerrando así el shutter (SILO9.SHUT9.).

### **E.4. CIERRE NORMAL (Normal shutdown).**

1. El operador cierra la compuerta del transportador No.1.
2. El operador cierra la compuerta del transportador No.2.
3. El operador cierra la compuerta del transportador No.3.

4. Se abren los shutters de los silos, SILO4.SHUT4, SILO5.SHUT5., SILO6.SHUT6. , esperando a que se vacíen.
5. El operador abre el shutter SILO8.SHUT8. a través de la pantalla SCALE, oprimiendo el botón de abrir, lo que dejará caer todo el cemento asfáltico sobrante al camión, y mantendrá operado este shutter en posición abierta hasta que se vacíe por completo. Al llegar a esto deja de oprimir/ oprime el botón de la pantalla marcado con STOP correspondiente al cierre del shutter, el cual mandara la señal de cierre a la bobina 44 del shutter SILO8.SHUT8 Y energizara la bobina.
6. Se cierran los shutter de los silos.

Se comienza a apagar los motores de mayor a menor potencia.

1. El operador, consecutivamente acciona en la consola del operador, el comando “STOP” en la estación de botones “PBV16.STP16.MZCL01.MOT16.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STP16.MZCL01.MOT16.”, y cerrando los contactos “STP16.MZCL01.MOT16.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STP16.MZCL01.MOT16.”, segundos después se energiza la bobina “5S” y se cierra el contacto “5S”, una vez cerrado el contactor “5S” se energiza la bobina “6S”, se cierra el contacto “6S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “6S”, pasado unos segundos que se cerro el contacto “6S” se energiza la bobina “3R” y se cierra el contacto “3R”, de ésta manera se apaga el motor No 16. “MZCL01.MOT16.”
2. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV17.STP17.MZCL01.MOT17.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STP17.MZCL01.MOT17.”, y cerrando los contactos “STP17.MZCL01.MOT17.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STP17.MZCL01.MOT17.”, segundos después se energiza la bobina “7S” y se cierra el contacto “7S”, una vez cerrado el contactor “7S” se energiza la bobina “8S”, se cierra el contacto “8S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “8S”, pasado unos segundos que se cerro el contacto “6S” se energiza la bobina “3R” y se cierra el contacto “3R”, de ésta manera se apaga el motor No 17. “MZCL01.MOT17.”
3. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV11.STP11.VENT1.MOT11.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP11.VENT1.MOT11.”, y abrir los contactos “STP11.VEN1.MOT11”, de ésta manera se apaga el motor No 11. “VENT1.MOT11.”
4. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STAR” en la estación de botones “PBV18.STP18.COL.POLV01.MOT18.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STV18.COL.POLV01.MOT18.”, y cerrando los contactos “STV18.COL.POLV01.MOT18.”, de ésta manera se apaga el motor No 18. “COL.POLV01.MOT18.”



5. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV15.STR15.MV01.MOT15.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP15.MV01.MOT15.”, y abrir los contactos “STP15.MV01.MOT15.”, de ésta manera se apaga el motor No 14. “MV01.MOT15.”
6. Se apaga el quemador según indicaciones del BMS.
7. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV09.STP09.SEC.ROT1.MOT09.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP09.SEC.ROT1.MOT09.”, y cerrando los contactos “STP09.SEC.ROT1.MOT09.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STP09.SEC.ROT1.MOT09.”, segundos después se energiza la bobina “1S” y se cierra el contacto “1S”, una vez cerrado el contactor “1S” se energiza la bobina “2S”, se cierra el contacto “2S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “2S”, pasado unos segundos que se cerro el contacto “2S” se energiza la bobina “1R” y se cierra el contacto “1R”, de ésta manera se apaga el motor No 09. “SEC.ROT1.MOT09.”.
8. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV10.STP10.SEC.ROT1.MOT10.”, el cual manda la señal de energizar la bobina “STP10.SEC.ROT1.MOT10.”, y cerrando los contactos “STP10.SEC.ROT1.MOT10.” y accionado el relevador de tiempo retardo “STP10.SEC.ROT1.MOT10.”, segundos después se energiza la bobina “3S” y se cierra el contacto “3S”, una vez cerrado el contactor “3S” se energiza la bobina “4S”, se cierra el contacto “4S” y se acciona los relevadores de tiempo retardo “4S”, pasado unos segundos que se cerro el contacto “4S” se energiza la bobina “2R” y se cierra el contacto “2R”, de ésta manera se apaga el motor No 10. “SEC.ROT1.MOT10.”
9. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV14.STP14.CANG01.MOT14.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP14.CANG01.MOT14.”, y abrir los contactos “STP14.CANG01.MOT14.”, de esta manera se apaga el motor No 14. “CANG01.MOT14”
10. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV08.STP08.BT.INCL01.MOT8.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “.STP08.BT.INCL01.MOT8.”, y abrir los contactos “.STRP08.BT.INCL01.MOT8”, de ésta manera se apaga el motor No 08. “BT.INCL01.MOT8.”
11. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV07.STP07.SILO123.MOT07.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP07.SILO123.MOT07.”, y abrir los contactos “STP07.SILO123.MOT07.”, de ésta manera se apaga el motor No 07. “SILO123.MOT07.”

12. El operador entra a la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STOP” a la estación de botones “PBV 1.STP01.SILO1.VIB1.MOT1.” el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP1.SILO1.VIB1.MOT1.” y abrir los contactos “STP1.SILO1.VIB1.MOT1.” y de ésta manera se para el motor No1. “SILO1.VIB1.MOT1.”
13. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STOP” a la estación de botones “PBV02. STP 2.SILO2.VIB2.MOT2.” el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP2.SILO2.VIB2.MOT2.” y abrir los contactos “STP 1.SILO2.VIB2.MOT2.” y de ésta manera se para el motor No2. “SILO1.VIB2.MOT2.”
14. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador y en el tablero de control da el comando “STOP” a la estación de botones “PBV3. STP3.SILO3.VIB3.MOT3.” el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP3.SILO3.VIB3.MOT3.” y abrir los contactos “STP3.SILO3.VIB3.MOT3.” y de ésta manera se para el motor No3. “SILO3.VIB3.MOT3.”
15. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV04. STP04.SILO01.MOT04.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP04.SILO01.MOT04.”, y abrir los contactos “STP04.SILO01.MOT04.”, de ésta manera se para el motor No 04. “SILO01.MOT04.”
16. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV05. STP05.SILO02.MOT05.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP05.SILO02.MOT05.”, y abrir los contactos “STP05.SILO02.MOT05.”, de ésta manera se para el motor No 05. “SILO02.MOT05.”
17. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV06.STP06.SILO03.MOT06.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP03.SILO03.MOT06.”, y abrir los contactos “STP04.SILO01.MOT04.”, de ésta manera se para el motor No 06. “SILO03.MOT06.”
18. El operador consecutivamente acciona en la consola del operador el comando “STOP” en la estación de botones “PBV13.STP13.SEC.ROT1.BT04.MOT13.”, el cual manda la señal de desenergizar la bobina “STP13.SEC.ROT1.BT04.MOT13.”, y abrir los contactos “STP13.SEC.ROT1.BT04.MOT13”, de ésta manera se para el motor No 13. “SEC.ROT1.BT04.MOT13.”
19. Limpiar la bascula.
20. Limpiar el mezclador
21. Limpiar el depósito.
22. Limpieza de la tubería de chapopote.

## **E.5. PARO DE EMERGENCIA (Emergency shutdown).**

Condiciones de falla supuesta:

- falla eléctrica.

Esta condición supone que la planta se encuentra trabajando en operación normal.

El operador al detectar alguna falla eléctrica el operador acciona el botón de paro de emergencia, apagando todos los motores y abriendo-cerrando los shutters en la forma siguiente.

1. shutter 8 (SILO8.SHUT8) y shutter 9 (SILO9.SHUT9) quedan abiertos.
2. shutter 1(SILO1.SHUT1.), se cierra.
3. shutter 2(SILO2.SHUT2.), se cierra.
4. shutter 3(SILO3.SHUT3.), se cierra.
5. shutter 7 (SILO7.SHUT7.), se cierra.
6. shutter 8 (MEZCL1.SHUT8.), se abre.
7. shutter 9 (SILO9.SHUT9.), se abre.

## F. Selección de equipo principal.

### F.1. Tolvas.

Conjunto pre-dosificador de 3 tolvas individuales capacidad 2 m<sup>3</sup> c/u. montada sobre chasis semiremolque estructural construido con perfilera pesada, con enganche plato, patas de fijación reguladas en altura, eje de transporte. Sistema de dosificación con cintas de 600 mm. De ancho, accionada con moto reductores eléctricos.

Tolvas de alimentación	3
Tamaño de cada tolva	2 m <sup>3</sup>
Espesor de pared de tolva	Acero 13 mm.
Capacidad por tolva al ras	
Longitud total del equipo	14.5 m
Alimentador de banda para cada tolva	
Velocidad	20 m /s
Potencia	2 HP.
Boca de admisión	2.75 * 4.25

### F.2. Banda transportadora.

**Bastidor** en celosía de alta rigidez, formado con perfil tubular cuadrado de acero.

**Tramos** modulares que facilitan el transporte, montaje y su adaptación a cualquier longitud de transportador.

**Estaciones** de rodillos con brida, que permite modificar fácilmente su distribución y centrado de la banda.

**Accionamiento** mediante reductor pendular de árbol hueco y transmisión al motor.

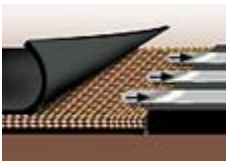
**Accesorios:** Tolva, rascadores, soportes de apoyo, pasarela, cubierta y otros elementos de fácil acoplamiento con bridas.

Banda en anchos de 600mm.



## Telas para la banda transportadora.

---



### **Retención de grapas.**

Las cuerdas de nylon reforzado incrementan la habilidad de retención mecánica de la banda, además de hacerla resistente a los tirones ayudando a obtener un funcionamiento confiable y óptimo



### **Excelente resistencia a rasgaduras, desgarres y al impacto.**

Se realizó un diseño especial de tejido de cuerdas retorcidas y prensadas para que pudiesen estirarse al recibir el impacto y después retomar su forma original. Esto permite a la tela absorber mayores cargas de impacto y resistir rasgaduras para lograr una mayor durabilidad y un costo por tonelada transportada aún menor.



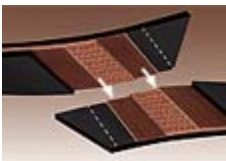
### **Fuerza de Alto Nivel.**

Resiste abusos más severos de tensión en el arranque, conserva mejor los sujetadores mecánicos soportando el doblarse continuamente alrededor de las poleas. Este alto nivel de fuerza marca una diferencia crítica en condiciones de abuso de operación.



### **Elongación reducida.**

La combinación del diseño de la tela y el proceso de inmersión permite menor elongación elástica y permanente en todas sus especificaciones. Esto reduce al mínimo preocupaciones y por supuesto el número de empalmes.



### **Empalme diagonal estándar.**

Técnica rápida y eficaz, este tipo de empalmes reducen de manera importante tiempos muertos y son reconocidos en la industria como el estándar para empalmar. El empalme vulcanizado en Pylon Plus conserva el 100% del grado de tensión de la banda bajo todas las condiciones comunes.



### **Variedad de compuestos y espesores de cubierta.**

Protegen su producto con el compuesto y medida de cubierta apropiados para su uso.

Ancho de la banda.	60 cm.	24 pulg.
Velocidad de operación.	20 m. / min.	65.6 ft. / min.
Capas de la banda.	4-7	4-7
Tamaño máximo de los terrones.	11.25 cm.	4 ½ pulg.
Capacidad de toneladas por hora.	60 ton /hr	60 ton /hr
Diámetro del tambor.	500 mm.	20 pulg.

**TABLA F.2.**

**Tabla N° 2: Número de telas recomendados para diferentes anchos de banda**

Ancho de banda, B (mm)	300	400	500	650-700	800	1000	1200	1400	1600
N° de telas, z	3 - 4	3 - 5	3 - 6	3 - 7	4 - 6	5 - 10	6 - 12	7 - 12	8 - 12

### F.3. Secador rotatorio.

El secador será rotativo y tendrá capacidad para calentar los materiales hasta alcanzar temperaturas que no exceda de 170° C antes de introducirlo en la mezcladora, con una humedad máxima de 5 % en peso, sin provocar sobrecalentamientos que alteren las propiedades de los materiales.

Dimensiones.

Largo	12.18 m.	40 ft.
Ancho	2.4 m.	96 ft.
Velocidad	4.5 rpm	

### F.4. Cangilón.

El elevador de cangilón será de tipo continuo sobrecadena.

Tamaño del cangilón en pulgadas	Capacidad Ton/hr.	Densidad del material (Kg./ m <sup>3</sup> )	Peso del material en el cangilón (Kg.)	Longitud de centros (m)	Distancia entre cangilones (m)	Velocidad Del Transportador (m /seg.)	Fuerza De Accionamiento (Kg.)	Potencia (HP)	Ancho de la Banda (m)	diámetro del eje (m) cabeza y cola	Diámetro de poleas Cabeza y cola	Espesor (m)
12x7x12	60	1960	30	15	0.3	0.165	3.02	7.5	0.6	0.06 x 0.048	0.0625 x 0.44	0.006

## F.5. Quemador.

Se escogerá un quemador con las siguientes especificaciones.

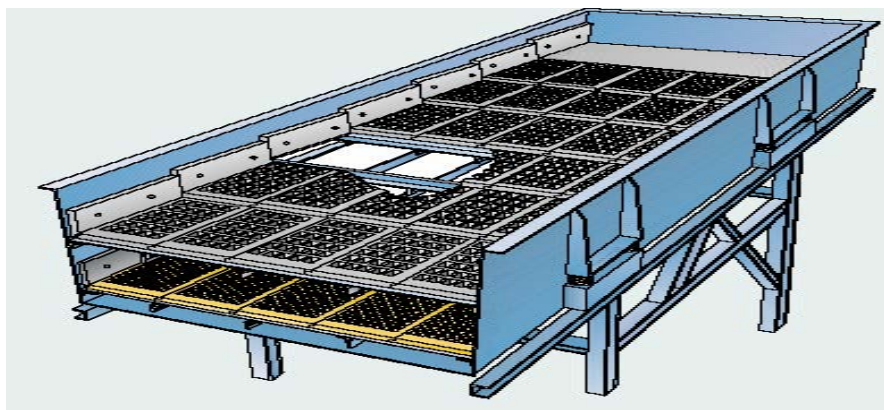
Capacidad	400.00 a 3, 500,000 Kcal. / hr.
Combustible	Aceite liviano (Diesel)
Funcionamiento	on / off, alto/bajo fuego ó modulante

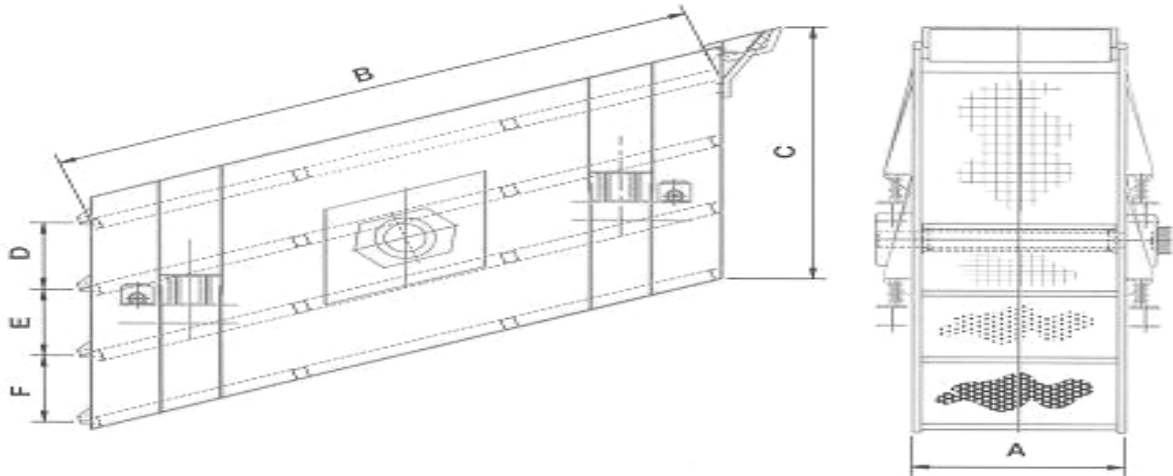
## F.6. Mesa vibratoria.



### *Tamices:*

La función de estos tamices es separar adecuadamente los áridos en los tamaños especificados.





POTENCIA		SUPERFICIE (M3)	Nº DE BANDEJAS	COTAS(m)					
(CV)	(Kw.)			A	B	C	D	E	F
30	22	12'0	4	2'12	5'75	2'60	0'56	0'86	0'55

### F.7. Mezclador de eje gemelos.

El mezclador será de tipo rotativo doble capaz de dar un producto uniforme, provisto de un sistema de calentamiento mediante una camisa con circulación de aceite. Su construcción será blindada tal que impida las pérdidas de polvo o de otros materiales durante el mezclado.

Tendrá un dispositivo medidor de tiempo, que registrará el tiempo de mezclado.



Tipo horizontal de ejes gemelos, con las siguientes características:



1. Disposición particular de paletas que generan una acción multidireccional de mezclado, con lo que se consigue una unión más estrecha entre agregados, asfalto y aditivos si se emplean.
2. Está accionado por dos motorreductores independientes con lo que se minimiza el mantenimiento y se eliminan las pérdidas causadas por el empleo de engranajes reductores o transmisores.
3. Ejes fabricados en acero especial de alta resistencia y tratados térmicamente.
4. Paletas moldeadas en acero aleado al cromo-níquel con tratamiento térmico para incrementar la resistencia al desgaste
5. Permite la utilización de RAP en proporciones altas.
6. Permite la reinsertación de los finos provenientes de la cámara primaria y del filtro de mangas consiguiendo en mejor aprovechamiento de los mismos.
7. Proporciona mayor tiempo de mezclado, alcanzando mejor homogeneidad en el producto.
8. Los vapores generados en la operación son reinsertados al quemador para su plena disposición, eliminando así un factor antiecológico.
9. Descarga y cierre por accionamiento neumático.

Capacidad de carga	6500 Kg.
Capacidad Efectiva	2.5 m <sup>3</sup>
Dimensiones en mm. Altura x Longitud x Ancho	1200 x 2700 x 1200
Potencia mezcladora	2* 75 Kw.
Grado de llenado	
Mínimo	20 %
Máximo	110%
El contenido efectivo de uso de un mezclador corresponde a aprox.	70 - 80 % del contenido bruto.
Tiempo de carga excluido	75 sec.
Peso	10,800 Kg.

## F.8. Colector de polvo.



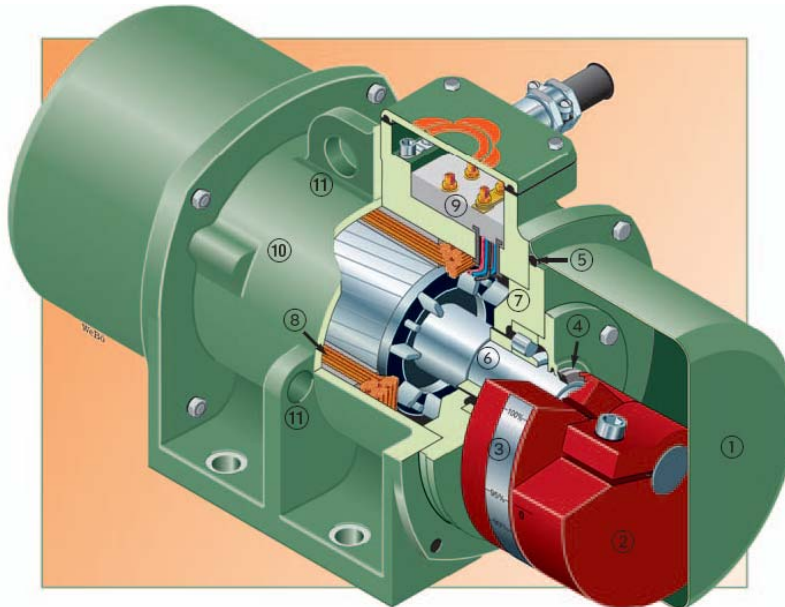
Producción de la planta.	60	Toneladas / hora
Caudal de los gases.	17.50	m <sup>3</sup> / Hr.
Presión estática.	325	mmca
No de mangas.	48	unidad
Potencia del extractor.	40	HP.

## F.9. Compresor.

Rendimiento l / s.	Potencia Del motor.  (Kw.)	Capacidad De aceite.  Litros	Niveles De ruido.  dBa (abierto/ cerrado)	Salida de aire.  Rosca RP (abierto/ cerrado)	Dimensiones.			Peso.
					Longitud (abierto/ cerrado)	Anchura (abierto/ cerrado)	Altura (abierto/ cerrado)	Kg. (abierto/ cerrado)
10 bar								
9	4	3	66		680	470	1050	152

## F.10. Motovibrador.

Por la tanto la potencia del motor es de 1.4 Kw., transformándolo a HP es igual a:



1. Tapa de protección estampada.
2. Solamente el contrapeso interno gira; el externo es fijo para su seguridad.
3. Escala grabada legibles para ajuste de los contrapesos. Cada graduación = 5%.
4. Veda de eje por medio de anillo en V y ranuras con engrase.
5. Veda de tapas por medio de anillos de silicona protección 100% contra polvos y humedad.
6. Rodamientos con incremento de capacidad de carga y de mayor altura de pista  
Lubricación permanente, libre de mantenimiento
7. Cuerpo de los rodamientos en acero macizo para transición de fuerza centrífuga.
8. Componentes eléctricos sobredimensionados. rodamiento especial protegido contra vibraciones.
9. Elemento de suspensión fundido incorporado para facilitar el izamiento y el montaje en cualquier posición.
10. Terminal eléctrico fundido incorporado para los servicios pesados. A prueba de polvo y agua.
11. Cuerpo fundido totalmente vedado y a prueba de vibraciones.

No de polos	4
Velocidad	1750 rpm.
Torque	200 kgcm.
Fuerza centrifuga	33.97
Potencia	1.4 Kw.
Corriente nominal	3.32 Amp.
Factor de potencia,	0.87
Corriente de arranque	9.1 Amp.

## **F.11. Caldera de aceite térmico.**

Caldera para aceite térmico de 350.000 Kcal. /hora tipo monoblock. Cuerpo de acero al carbono soldado eléctricamente, y hogar. Serpentina de tubo sin costura ASTM A53 sch 40 diámetro 1 1/2". La circulación de aceite térmico se realiza por medio de una bomba tipo centrífuga, con motor eléctrico tráfico de 3 HP 2800 RPM, y cañerías sección constante diámetro 2". El circuito posee válvulas de maniobra que permiten: recirculación solo por caldera, purga de aire rápida, cierre de mandada y retorno, remoción de filtro y bomba con mínima pérdida de fluido, y cierre de tanque de expansión. Cuenta con evacuador de gases constante y filtro de fluido. El quemador es de tipo automático, funcionamiento a gas oil, tipo on - off, con ventilador y bomba de gas oil incorporados. Programador con control de llama y encendido automático. El equipo lleva filtro para gas oil. El circuito eléctrico está alojado en gabinete estanco, contactores, protecciones y botoneras. Elementos de control y seguridad.

## **F.12. Tanque de asfalto.**

Tanque térmico de 40.000 litros para almacenamiento y calentamiento de asfalto de sección circular, construido en chapa de 4.75mm de espesor en laterales y 6.35mm en las tapas, soldado eléctricamente con costura interior y exterior, reforzado interiormente para evitar deformaciones durante los traslados. El sistema de calentamiento está compuesto por una serpentina de tubo de acero sin costura de 2" de diámetro montada en caja tipo túnel. Aislamiento térmico en lana de vidrio de 50mm de espesor y forrado en chapa de hierro de 1.8mm de espesor. Respiradero en la parte superior, boca paso de hombre e inspección dos bocas de carga, conducto de descarga de 3" de diámetro con su respectiva válvula de salida calefaccionada por aceite térmico, termómetro para control de temperatura de asfalto de 0 a 300°C, escalera y plataforma de operación.

## Apéndice G: Cargas y factores de demanda.

El tipo de carga que predomina en el diseño es del tipo inductiva esto producto de que cada elemento de la planta de asfalto es accionado por medio de un motor. El tipo de motor elegido para llevar a cabo esta tarea es del tipo corriente alterna, trifásico, rotor tipo jaula de ardilla clase B.

Los motores eléctricos de corriente alterna. Los motores trifásicos se usan para accionar maquinas – herramientas, bombas, elevadores, ventiladores, sopladores y muchas otras maquinas.

De acuerdo con el tipo de rotor, los motores trifásicos de inducción se construyen básicamente de dos tipos:

- De jaula de ardilla.
- De rotor devanado.

De estos dos tipos, el de jaula de ardilla es el más usado.

El motor de rotor jaula de ardilla.

Para distinguir entre diversos tipos disponibles, la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) ha desarrollado un sistema de identificación con letras en la cual cada tipo de motor comercial de inducción de jaula de ardilla se fabrica de acuerdo con determinada norma de diseño y se coloca en determinada clase, identificada con una letra.

Las propiedades de la construcción eléctrica y mecánica del rotor, en las cinco clases NEMA de motores de inducción de jaula de ardilla, se resume en la siguiente tabla:

<b>Clase NEMA</b>	<b>Par de arranque (# de veces el nominal)</b>	<b>Corriente de Arranque</b>	<b>Regulación de Velocidad (%)</b>	<b>Nombre de clase Del motor</b>
A	1.5-1.75	5-7	2-4	Normal De propósito general De doble jaula alto par De alto par alta resistencia De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque.
B	1.4-1.6	4.5-5	3.5	
C	2-2.5	3.5-5	4-5	
D	2.5-3.0	3-8	5-8 , 8-13	
F	1.25	2-4	mayor de 5	

## Motores de inducción de jaula de ardilla clase B.

A los motores de clase B se les llama motores de propósito general. Las corrientes de arranque varían entre 4 y 5 veces la corriente nominal, en los tamaños mayores de 10 HP se usa arranque a voltaje reducido. Los motores de clase B se prefieren sobre los de la clase A para tamaños mayores. Las aplicaciones típicas comprenden las bombas centrífugas de impulsión, las máquinas herramientas y los sopladores.

### G.1. Cuadro general de cargas.

#### G.1.1. Balanceo de cargas.

Cada uno de los motores empleados es de tipo trifásico y cuentan con protección individual localizada en el centro de control de motores (como se detallara mas adelante), por lo tanto se vuelve innecesaria la utilización de un tablero general de circuitos, dejando el balanceo en las fases de la siguiente forma.

CARGA TOTAL INSTALADA (KW)	CORRIENTE TOTAL (A)	POTENCIA QUE TOMA P/FASE (KW)		
		FASE "A"	FASE "B"	FASE "C"
541.168	632.2	208.9	208.9	208.9

### G.2. Instalaciones de fuerza motriz.

Los circuitos de fuerza motriz son aquellos que proveen energía eléctrica para el accionamiento de motores de potencias relativamente altas, siendo generalmente del tipo trifásico. El comportamiento dinámico del conjunto motor-maquina accionada está regido por la siguiente ecuación diferencial:

$$T_m - T_r = J \frac{d\omega}{dt}.$$

Donde:

$T_m$  = es el par motor,

$T_r$  = el par resistente,

$J$  = es el momento de inercia del conjunto motor-maquina accionada y

$\omega$  = es la velocidad angular de dicho conjunto.

Por lo tanto, para que el conjunto comience a girar se necesita que el par motor supere al par resistente, de manera de generar una aceleración angular de arranque. El proceso de arranque finaliza cuando se equilibra el par motor con el par resistente, estabilizándose la velocidad de giro del motor. Este mayor par de arranque generalmente está asociado a una

mayor corriente de arranque, la que no debe superar determinado límite por el calentamiento de los conductores involucrados.

De esta forma, se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente.

El estudio del arranque de los motores tiene una gran importancia práctica, ya que la elección correcta de las características de los motores eléctricos y arrancadores a instalar están basados en el conocimiento de las particularidades de éste régimen transitorio.

La corriente de arranque generalmente resulta mayor que la nominal, pudiendo llegar a provocar perturbaciones en la red de suministro. Estas perturbaciones incluyen principalmente las caídas de tensión, que pueden afectar el funcionamiento de otros elementos conectados a la misma, lo que resulta crítico en las instalaciones con muchos motores que realizan arranques frecuentes.

La máxima caída de tensión admisible para el caso de los motores es del 5% durante la operación normal y del 15 % para el arranque.

Los dispositivos de arranque pueden ser de operación manual o por contactores. Estos últimos permiten efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina del contactor), lo que facilita el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.

### **G.3. Métodos de arranque de los motores asíncronos trifásicos.**

Los problemas generados en el arranque de motores eléctricos de CA, se resumen en tres aspectos: Gran consumo de corriente, alto par y sobrecalentamiento del motor. Los motores de corriente alterna con rotor en jaula de ardilla se pueden poner en marcha mediante los métodos de arranque directo o a tensión reducida.

#### **G.3.1. Método directo.**

Se dice que un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar. En el instante de cerrar el contactor del estator, el motor desarrolla el máximo par de arranque y la corriente queda limitada solamente por la impedancia del motor. A medida que el motor acelera, el deslizamiento y la corriente disminuyen hasta que se alcanza la velocidad nominal.

El tiempo que se necesita para ello depende de la carga impuesta a la maquina, de su inercia y de su fricción. La carga de arranque no afecta al valor de la corriente de arranque sino simplemente a su duración.

Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se produzca una caída de tensión.

La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal.

Cuando un motor de jaula se conecta directamente a la línea en vacío, según su potencia, puede adquirir la velocidad nominal en un segundo. Cuando la maquina arranca con carga de poca inercia, el tiempo de arranque del mismo motor podría aumentar a 5 ó 10 segundos.

### G.3.2. Arranque con reducción de tensión.

Este método se utiliza para motores que no necesiten un gran par de arranque. El método consiste en producir en el momento del arranque una tensión menor que la nominal en los embobinados del motor. Al reducirse la tensión se reduce proporcionalmente la corriente, la intensidad del campo magnético y el par motriz.

Cuando se use un arranque con reducción de tensión, el par de arranque del motor se reducirá según la siguiente fórmula:

$$T_{ST} = LRT \times \left( \frac{I_{ST}}{LRC} \right)^2$$

Donde:

- $T_{ST}$  = Par de arranque.
- $I_{ST}$  = Corriente de arranque.
- $LRC$  = Corriente de rotor bloqueado.
- $LRT$  = Par de rotor bloqueado.

La corriente de arranque sólo se puede reducir hasta el punto donde el par de arranque sea aún superior al requerido por la carga. Entre los métodos de arranque por tensión reducida más utilizados se encuentran: el de arrancador estrella-delta, arrancador por autotransformador y arrancador por variación de resistencias.

### G.3.3. Arranque por cambio de la conexión de los devanados inductores en el momento del arranque. Arranque estrella-delta.

Este método de arranque se puede aplicar tanto a motores de rotor devanado como a motores de rotor en jaula de ardilla, la única condición que debe de cumplir el motor para que pueda aplicársele es que tenga acceso completo a los devanados del estator (6 bornes de conexión). El arranque estrella-delta es el procedimiento más empleado para el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple y su precio es reducido.



El método consiste en aplicar en el arranque la tensión nominal del motor en la conexión delta cuando éste está conectado en estrella, con lo que la tensión de alimentación se reduce en  $\sqrt{3}$  y el par de arranque en  $1/3$ . Una vez que el motor ha empezado a girar se conmuta la conexión de los devanados a delta, con lo que se le aplica la tensión nominal de alimentación. La conmutación generalmente se hace en forma automática luego de transcurrido un lapso (que puede regularse) en el que el motor alcanza determinada velocidad (se aconseja no pasar de la conexión estrella a la conexión delta hasta que el motor no haya adquirido, al menos, una velocidad del 80% de la nominal).

Algunas indicaciones que se deben tener en cuenta sobre el punto de conmutación son: el pico de corriente que toma el motor al conectar a plena tensión (etapa delta) debe ser el menor posible; por ello, la conmutación debe efectuarse cuando el motor esté cercano a su velocidad nominal, es decir cuando la corriente de arranque baje prácticamente a su valor normal en la etapa de estrella. Habitualmente, un arranque normal puede durar hasta 10 segundos, si supera los 12 segundos se debe consultar al proveedor del equipo. Si no se cumple con lo anterior, el pico de corriente que se produce al pasar a la etapa delta es muy alto, perjudicando a los contactores, al motor y a la máquina accionada. El efecto es similar al de un arranque directo.

La corriente de arranque se reduce en  $1/\sqrt{3} \cong 0.6$  en relación con la corriente de arranque directo.

Este método presenta los siguientes inconvenientes:

- Disminuye el par de arranque al disminuir la tensión de alimentación en un factor de  $1/3$ .
- El motor se deja de alimentar durante el cambio de la conexión de estrella a delta en los devanados del estator.
- Aumenta el tiempo de arranque.

La transición estrella/delta aumenta el stress mecánico y eléctrico y puede producir averías. Los cambios se producen debido a que el motor está en movimiento y al desconectarse la alimentación hace que el motor actúe como un generador con tensión de salida, que puede ser de la misma amplitud que la de red. Esta tensión está aún presente cuando se reconecta el motor en delta.

#### **G.3.4. Método de arranque por autotransformador.**

Este método utiliza un autotransformador para reducir la tensión en el momento del arranque, intercalado entre la red y el motor. En la primera posición de arranque se aplica al motor la tensión reducida del autotransformador y una vez el motor en las proximidades de su velocidad de régimen se le conecta a la plena tensión de la red quedando el autotransformador fuera de servicio.

En el arranque con autotransformador la tensión sigue aún aplicándose por tramos. Este proceso suele hacerse en dos o tres pasos con tensiones no inferiores al 40%, 65% y 75% de la tensión nominal de alimentación del motor. En la tabla adjunta se muestran los diferentes

valores de la tensión del primer punto, así como la corriente absorbida y el par generado por el motor en el primer punto de arranque con autotransformador para los casos de 2 y de 3 puntos de arranque.

Número de ptos de arranque	Tensión en el motor con el primer pto.	Corriente absorbida por el motor con el primer pto.	Par de arranque en el primer pto.
2	65% de $V_{\text{línea}}$	42% de $I_{\text{arranque directo}}$	42% del par
3	55% de $V_{\text{línea}}$	30% de $I_{\text{arranque directo}}$	30% del par

Este método de arranque presenta los siguientes inconvenientes:

- Disminuye el par de arranque al disminuir la tensión de alimentación en un factor de  $x^2$ , siendo  $x$  el factor de reducción de la tensión de alimentación
- El motor se deja de alimentar durante el cambio de una tensión a otra.
- Aumenta el tiempo de arranque.

Un número limitado de los escalones de tensión de salida limitan las posibilidades de seleccionar la corriente de arranque ideal.

Las conmutaciones de las etapas se realizan bruscamente, produciendo en algunas ocasiones daños perjudiciales al sistema mecánico o a la máquina accionada. Por ejemplo, desgaste prematuro en los acoplamientos (correas, cadenas, engranajes o embragues de acoplamiento) o en casos extremos roturas por fatiga del eje o rodamientos del motor, producidos por los grandes esfuerzos realizados en el momento del arranque.

### G.3.5 Arranque por variación de la resistencia del rotor.

Este método de arranque sólo se puede aplicar a motores de rotor devanado. Al introducir una resistencia adicional en el devanado del rotor, se disminuye la corriente de arranque con relación a la corriente absorbida por el método de arranque directo.

Se trata de conectar a las bobinas del rotor unas resistencias en serie y cortocircuitadas a su salida. Inicialmente se introduce una resistencia adicional que hace el par de arranque máximo. Posteriormente, se va reduciendo la resistencia adicional hasta cero.

Este método presenta los siguientes inconvenientes:

- El motor se deja de alimentar durante el cambio de una tensión a otra.
- Aumenta el tiempo de arranque.
- Es un método caro puesto que los motores de rotor devanado son más caros que los de jaula de ardilla.
- Aumentan las pérdidas debido a la potencia disipada en la resistencia adicional.

### G.3.6. Arranque por variación de la resistencia del estator.

Este método de arranque consiste en conectar el motor a la línea mediante una resistencia en serie en cada una de las fases. Las resistencias se pueden graduar en secciones para limitar la corriente de arranque a un valor pretendido según las normas de la compañía y el par que necesita la máquina de carga.

Con este método la corriente de arranque es proporcional a la reducción de tensión y el par lo es al cuadrado de la tensión. Por lo tanto si se compara el funcionamiento del motor de otra clase con resistencias de arranque para el 65 % de tensión, la corriente de arranque sería:

- **5 veces la corriente nominal.**
- **93 % del par nominal.**

Este ejemplo muestra claramente que el efecto de las resistencias de arranque en el arranque del estator es de aumentar la corriente de arranque, para un mismo par con respecto a la absorbida con la conexión estrella - delta o con autotransformador. Sin embrago, tiene una ventaja y es que evita los transitorios de corriente, porque el motor no se desconecta de la línea durante el periodo de arranque.

El arranque mediante resistencias proporciona una aceleración suave puesto que la velocidad del motor aumenta a medida que disminuye la corriente y se reduce la caída de tensión en las resistencias, aumentando, por tanto, la tensión en los terminales del motor y aumentando el par a medida que el motor acelera.

Cuando la resistencia tiene varios terminales se puede elegir el par de arranque mediante la posición del selector de las resistencias.

### G.3.7. Selección del método de arranque para motores de jaula.

El método más sencillo y seguro de arranque de un motor normal trifásico de jaula es el directo, que debe emplearse siempre que sea posible. Solamente debe emplearse el arranque a tensión reducida cuando no se pueda obtener de otra manera las características referidas. La otra posibilidad muy usada es el arranque estrella - delta, excepto para los motores de 150 a 200 HP para los que se recomienda el arranque autotransformador.

Dimensionamiento de la alimentación de motores.

A continuación se describen los criterios para realizar el dimensionamiento de una salida destinada a la alimentación de un motor eléctrico, así como las recomendaciones para su correcta ejecución.

Es conveniente aclarar que dimensionar un circuito implica básicamente determinar la sección de los conductores del mismo a corriente nominal y los dispositivos de protección

correspondientes. En el caso más general, para el dimensionamiento de los conductores eléctricos se debe considerar las etapas que se presentan a continuación:

- Definir la tensión nominal de aplicación.
- Determinar la sección del conductor por el criterio de "capacidad de conducción de corriente".
- Verificar la sección del conductor por el criterio de "corriente de cortocircuito".
- Verificar la sección del conductor por el criterio de "caída de tensión".

En particular, el cálculo del ramal alimentador de fuerza motriz es similar al correspondiente a cualquier línea seccional, por lo tanto será necesario conocer la corriente nominal (que se obtiene de la potencia del motor y de la tensión de servicio) y la longitud del recorrido de los conductores. Se determina la sección de los conductores a corriente nominal y se verifica principalmente que la caída de tensión se encuentre dentro de los valores exigidos por la reglamentación que es del 3% del punto de alimentación al punto más distante de la instalación.

La elección para nuestra Planta de Asfalto es como sigue:

Nombre del equipo.	HP	Tipo de arranque	Tipo de motor
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	2	pleno voltaje	A
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	2	pleno voltaje	A
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	2	pleno voltaje	A
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	5	pleno voltaje	A
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	10	pleno voltaje	A
<b>MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1</b>	<b>30</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
<b>MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2</b>	<b>30</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
<b>MOTOR DE VENTILADOR</b>	<b>75</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	2	pleno voltaje	A
MOTOR DE CANGILONES	10	pleno voltaje	A
<b>MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS</b>	<b>30</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
<b>MOTOR DE MEZCLADOR 1</b>	<b>100</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
<b>MOTOR DE MEZCLADOR 2</b>	<b>100</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	5	pleno voltaje	A
MOTOR BOMBA DE ACEITE	5	pleno voltaje	A
<b>MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS Y HUMEDAD</b>	<b>40</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
<b>MOTOR QUEMADOR</b>	<b>30</b>	<b>voltaje reducido</b>	<b>B</b>
COMPRESOR DE AIRE	5	pleno voltaje	A
MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	pleno voltaje	A
MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	pleno voltaje	A
MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	pleno voltaje	A

## G.4. Motores y circuitos derivados.

Debido a la cantidad de motores y a los elementos que conforman un circuito derivado completo, se vuelve poco práctico repetir el mismo procedimiento para cada uno de ellos, de esta forma se presenta a modo de ejemplo el siguiente motor al cual se le obtendrán las características principales de cada uno de los elementos que conforman el circuito derivado.

<b>MOTOR DEL MEZCLADOR 1</b>		
CAPACIDAD	100	HP
CORRIENTE NOMINAL (dato de tabla)	124	A
CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO (dato de placa)	758	A

### G.4.1. Selección del calibre del conductor del circuito derivado del motor.

Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no menor a 125% de la corriente eléctrica nominal (de plena carga).

$$I = 1.25I_{PC}$$

$$I = 1.25 \times 155 = 193.75 \text{ Amp}$$

De la **Tabla G.4.** De capacidad de corriente del conductor (THW) se elige el calibre 3/0 que tiene una capacidad de conducción de 200 A.

**TABLA G.4. DE CAPACIDADES DE CONDUCCION DE CORRIENTE PARA CABLE DE COBRE VINICON\* LS DE ALTA CAPACIDAD, DE TIPO THW / THHW**

Calibre AWG o KCM	Área de la sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Cables de un conductor: Aislados (0 – 2000 V), instalados al aire. Temperatura ambiente 30°C			No mas de 3 cables de un conductor aislados (0 – 2000 V) en tubería, o cable de 3 conductores o directamente enterrados. Temperatura ambiente de 30°C		
		75°C	90°C	105°C	75°C	90°C	105°C
14	2.082	30	40	20	20	25	30
12	3.307	35	48	25	25	30	35
10	5.260	50	65	35	35	40	45
8	8.367	70	90	50	50	55	60
6	13.300	95	115	65	65	75	85
4	21.150	125	155	85	85	95	105
3	26.070	145	180	100	100	110	125
2	33.620	170	210	115	115	130	145
1	42.410	195	245	130	130	150	165
1/0	53.480	230	290	150	150	170	188
2/0	67.430	265	335	175	175	195	215
3/0	85.010	310	390	200	200	225	245
4/0	107.200	360	450	230	230	260	285
250	126.700	405	505	255	255	290	320
300	152.000	445	565	285	285	320	355
350	177.300	505	635	310	310	350	388
400	202.700	545	685	335	335	380	420
500	253.400	620	780	380	380	430	477
600	304.000	690	870	420	420	475	525
750	380.000	785	985	475	475	535	590
1000	506.700	953	1 175	545	545	615	680

#### G.4.2. Protección del circuito derivado.

El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, deben cumplir con:

- Debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.
- Capacidad nominal o de ajuste.

Para el motor jaula de ardilla clase B, la corriente de arranque varía entre 4 y 5 veces la corriente nominal. Tomando un valor de 6 se tiene lo siguiente:

$$I = 6I_{PC}$$
$$I = 6 \times 124 \times 0.65 = 483.6 \text{ Amp}$$

El factor de 0.65 se debe a que este motor cuenta con arranque a voltaje reducido. Por lo tanto el valor de disparo del elemento de protección será a partir de 483.6 A

#### G.4.3. Protección del Motor (sobrecarga).

Cada motor de servicio continuo de más de 746 W (1HP) debe protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:

- 1) Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente eléctrica del motor.

La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:

MOTORES CON FACTOR DE SERVICIO INDICADO NO MENOR A 1.15	125%
Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor a 40°C	125%
Todos los demás motores	115%

- 2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para este uso con el motor que protege, debe prevenir los daños por sobrecalentamiento del motor, así como por fallas del arranque. La corriente eléctrica de disparo de la protección térmica del motor no debe exceder los siguientes valores en por ciento sobre los valores de corriente eléctrica a plena carga de los motores que se indican en la **Tabla G.5.:**

<b>Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de CA a 480V</b>				
<b>Capacidad del motor</b>		<b>Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)</b>		
<b>HP</b>	<b>KW</b>	<b>Factor de potencia</b>		
		<b>100%</b>	<b>90%</b>	<b>80%</b>
2	1.492	3.4	3.74	4.25
3	2.238	4.8	5.28	6
5	3.73	7.6	8.36	9.5
7.5	5.595	11	12.1	13.75
10	7.46	14	15.4	17.5
15	11.19	21	23.1	26.25
20	14.92	27	29.7	33.75
25	18.65	34	37.4	42.5
30	22.38	40	44	50
40	29.84	52	57.2	65
50	37.3	65	71.5	81.25
60	44.76	77	84.7	96.25
75	55.95	96	105.6	120
100	74.6	124	136.4	155
125	93.25	156	171.6	195
150	111.9	180	198	225
200	149.2	240	264	300
250	186.5	302	332.2	377.5
300	223.8	361	397.1	451.25
350	261.1	414	455.4	517.5
400	298.4	477	524.7	596.25
450	335.7	515	566.5	643.75
500	373	590	649	737.5

MOTOR A CARGA PLENA CUYA CORRIENTE ELÉCTRICA SEA MENOR 9 A	170%
Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación entre 9.1 y 20 A	156%
Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación mayor a 20 A	140%



La protección será a distancia por lo tanto:

$$I_{\text{elementotérmico}} = 1.25I_{PC}$$

$$I_{\text{elementotérmico}} = 1.25 \times 124 = 155 \text{ Amp}$$

#### G.4.4. Capacidad de medio de desconexión.

Los medios de desconexión para circuitos de motores de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, deben tener una capacidad nominal no menor a 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

$$I = 1.15I_{PC}$$

$$I = 1.15 \times 124 = 142.6 \text{ Amp}$$

La capacidad mínima nominal del elemento de desconexión debe ser de 142.6 A

Debido a que los valores obtenidos son de tipo teórico resultado de valores tomados de tablas que se incluyen en la Norma Oficial Mexicana. Para algunos elementos no se cuenta con los valores exactos por lo tanto se toma el valor aproximado proporcionado por los fabricantes.

Así los resultados obtenidos para nuestro motor del mezclador son:

<b>MOTOR MEZCLADOR 1</b>		
<b>CAPACIDAD</b>	100	HP
<b>CORRIENTE NOMINAL</b>	124	A
<b>CALIBRE DEL CONDUCTOR POR FASE</b>	3/0	AWG
<b>PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO</b>	483.6	A
<b>CAPACIDAD MINIMA NOMINAL DEL ELEMENTO DE DESCONEXION</b>	150	A
<b>PROTECCION DEL MOTOR POR SOBRECARGA</b>	160	A

Aplicando el mismo proceso a cada uno de los motores, se obtienen los resultados que se muestran a continuación.

	Seleccionado (HP)	Protección contra sobrecarga	Protección contra cortocircuito y falla a tierra (circuito derivado)	corriente a rotor bloqueado	capacidad nominal mínima del elemento de desconexión (A)	%X"d" reactancia subtransitoria en los motores de inducción	Icc del motor
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	5	9.5	45.6	48	8.74	15.83	48
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	7.5	13.75	66	66.5	12.65	16.54	66.5
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1	30	50	156	227	46	17.62	227
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2	30	50	156	227	46	17.62	227
MOTOR DE VENTILADOR	75	120	374.4	567	110.4	16.93	567
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DE CANGILONES	7.5	13.75	66	66.5	12.65	16.54	66.5
MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS	30	50	156	227	46	17.62	227
MOTOR DE MEZCLADOR 1	100	155	483.6	758	142.6	16.36	758
MOTOR DE MEZCLADOR 2	100	155	483.6	758	142.6	16.36	758
MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	5	9.5	45.6	48	8.74	15.83	48
MOTOR BOMBA DE ACEITE	5	9.5	45.6	48	8.74	15.83	48
MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS Y HUMEDAD	40	65	202.8	303.2	59.8	17.15	303.2
MOTOR QUEMADOR	30	50	156	227	46	17.62	227
COMPRESOR DE AIRE	5	9.5	45.6	48	8.74	15.83	48
MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22
MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	4.25	20.4	22	3.91	15.45	22

## G.4. Cédula del cable y Conduit.

La cedula del cable es seleccionado conforme a las tablas proporcionada a la NOM-001-SEDE-1999-INSTALACIONES ELECTRICAS, en la tabla G.4.3 se tiene la corriente nominal conforma a los HP de cada motor conforme a cada factor de potencia, y en base a este factor se le da un margen de 1.25 para poder obtener así la ampacidad, que en base a este dato y con forme a la tabla G.4.1, siendo un cable THW se escoge el calibre conforma a la capacidad de conducción del cable .Además conforme a la tabla G.4.2. Se mostrará el número de conductores permitido en el tubo metálico y no deberá superar el por ciento especificado en la tabla y este se hará referencia en el diagrama unifilar la cédula del cable y el conduit. En resumen en la tabla G.4.4 esta en resumen los valores obtenidos,

**Tabla G.4.1**

Capacidad de conducción de corriente(A) THW	
Ampacidad	Calibre
20	14
25	12
35	10
50	8
65	6
85	4
100	3
115	2
130	1
150	1/0
175	2/0
200	3/0
230	4/0
255	250
285	300
310	350
335	400
380	500
420	600
460	700
475	750
490	800
520	900
545	1000
590	1250
625	1500
650	1750
665	2000

**Número máximo de conductores en tubo conduit metálico semipesado**

AWG	DIAMETRO NOMINAL EN MM									
	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
2	1	1	3	5	5	12	17	26	35	45
1		1	1	4	4	8	12	18	25	32
1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
2/0	0	1	1	3	3	6	9	13	18	23
3/0	0	1	1	2	2	5	7	11	15	20
4/0	0	1	1	1	1	4	6	9	13	16
250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

**Tabla G.4.2.**

**Tabla G.4.3**

	Seleccionado (HP)	Consumo In @ fp=100	Consumo In @ fp=80	Ampacidad del conductor fp =80	Calibre del conductor por fase*
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	5	7.6	9.5	11.875	12
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	7.5	11	13.75	17.1875	12
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1	30	40	50	62.5	6
MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2	30	40	50	62.5	6
MOTOR DE VENTILADOR	75	96	120	150	1/0
MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DE CANGILONES	7.5	11	13.75	17.1875	12
MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS	30	40	50	62.5	6
MOTOR DE MEZCLADOR 1	100	124	155	193.75	3/0
MOTOR DE MEZCLADOR 2	100	124	155	193.75	3/0
MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	5	7.6	9.5	11.875	12
MOTOR BOMBA DE ACEITE	5	7.6	9.5	11.875	12
MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS U HUMEDAD	40	52	65	81.25	2
MOTOR QUEMADOR	30	40	50	62.5	6
COMPRESOR DE AIRE	5	7.6	9.5	11.875	12
MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	3.4	4.25	5.3125	12
MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	3.4	4.25	5.3125	12

**TABLA G.4.4.**

Capacidad del motor		Corriente Eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a. a 460V			ampacidad del conductor		
HP	KW	Factor de potencia			Factor de potencia	I = 1.25 * In	
		100%	90%	80%		100%	90%
<b>2</b>	<b>1.492</b>	<b>3.4</b>	<b>3.74</b>	<b>4.25</b>	<b>4.25</b>	<b>4.675</b>	<b>5.3125</b>
3	2.238	4.8	5.28	6	6	6.6	7.5
<b>5</b>	<b>3.730</b>	<b>7.6</b>	<b>8.36</b>	<b>9.5</b>	<b>9.5</b>	<b>10.45</b>	<b>11.875</b>
7-1/2	27798.198	11	12.1	13.75	13.75	15.125	17.1875
10	7.460	14	15.4	17.5	17.5	19.25	21.875
<b>15</b>	<b>11.190</b>	<b>21</b>	<b>23.1</b>	<b>26.25</b>	<b>26.25</b>	<b>28.875</b>	<b>32.8125</b>
20	14.920	27	29.7	33.75	33.75	37.125	42.1875
<b>25</b>	<b>18.650</b>	<b>34</b>	<b>37.4</b>	<b>42.5</b>	<b>42.5</b>	<b>46.75</b>	<b>53.125</b>
<b>30</b>	<b>22.380</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>62.5</b>
40	29.840	52	57.2	65	65	71.5	81.25
50	37.300	65	71.5	81.25	81.25	89.375	101.5625
60	44.760	77	84.7	96.25	96.25	105.875	120.3125
<b>75</b>	<b>55.950</b>	<b>96</b>	<b>105.6</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>132</b>	<b>150</b>
100	74.600	124	136.4	155	155	170.5	193.75
125	93.250	156	171.6	195	195	214.5	243.75
150	111.900	180	198	225	225	247.5	281.25
<b>200</b>	<b>149.200</b>	<b>240</b>	<b>264</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>330</b>	<b>375</b>
<b>250</b>	<b>186.50</b>	<b>302</b>	<b>332.2</b>	<b>377.5</b>	<b>377.5</b>	<b>415.25</b>	<b>471.875</b>
300	223.800	361	397.1	451.25	451.25	496.375	564.0625
350	261.100	414	455.4	517.5	517.5	569.25	646.875
400	298.400	477	524.7	596.25	596.25	655.875	745.3125
450	335.700	515	566.5	643.75	643.75	708.125	804.6875
500	373.000	590	649	737.5	737.5	811.25	921.875

## G.5. Diagrama unifilar.

## **G.6. Circuito de control de motores a voltaje pleno, a voltaje reducido, celdas de peso y shutters.**

En el desarrollo de los circuitos de control están relacionados con la descripción funcional (APENDICE E) el cual muestra a partir de que botón es pulsado y la acción que es tomada, esta acción ya se describió previamente, aquí solo se muestra el circuito de control.

Para poder desarrollar este circuito primeramente se eligió que motores son controlados a pleno voltaje y cuales a voltaje reducido (por medio de autotransformador), esto es conforme a su potencia e inercia (previamente escrito en este apéndice). Así también se mostraran el control de las válvulas para el accionamiento de los shutters, tanto para las tolvas y celdas de peso.

Este tipo de control es manual a base de botoneras.



# Apéndice H: Estudio de Corto Circuito y Protección de Sistemas Industriales.

En los problemas de diseño de instalaciones eléctricas se requiere conocer los valores de las corrientes de cortocircuito para distintas aplicaciones como son: el diseño de la protección, la determinación de las características de los equipos de protección y el diseño de las redes de tierra entre otros.

Cuando ocurre un cortocircuito, se presentan situaciones inconvenientes que se manifiestan con distintos fenómenos, como son:

1. En el punto de la falla se puede presentar un fenómeno de arco eléctrico o fusión de los metales mismos.
2. Las corrientes de cortocircuito circulan de las fuentes (alimentación de la red y maquinas rotatorias) hacia el punto de la falla.
3. Todas las componentes de la instalación por donde circulan las corrientes de cortocircuito se ven sujetas a esfuerzos térmicos y dinámicos, estos varían con el cuadrado de la corriente ( $I^2$ ) y de la duración de la misma (seg.).
4. Las caídas de voltaje en el sistema están en proporción a la magnitud de las corrientes de cortocircuito. La caída de voltaje máximo se presenta en el punto de ocurrencia de la falla (es prácticamente cero para el valor máximo de falla).

## H.1. Fuentes de cortocircuito.

Cuando se hace un estudio para determinar la magnitud de las corrientes de cortocircuito, es muy importante que se consideren todas las fuentes de cortocircuito y que las características de las impedancias de estas sean conocidas. Las fuentes de cortocircuito son principalmente las siguientes:

1. Los generadores.
2. Los motores síncronos.
3. Los motores de inducción.
4. La compañía suministradora de energía eléctrica.

Las suposiciones más usuales en el estudio de cortocircuito.

En la mayoría de estudios se hacen algunas simplificaciones basados en ciertas suposiciones como las siguientes:

- ❖ El voltaje equivalente de Thevenin en el punto de la falla se puede tomar como 1 pu o 100% del voltaje nominal.
- ❖ La capacidad en KVA de los transformadores autoenfriados, debe ser la base para el cálculo de la corriente a plena carga, a menos que se indique lo contrario.

- ❖ Se pueden despreciar las corrientes de prefalla y las componentes armónicas de las corrientes de cortocircuito.
- ❖ Todas las cargas dinámicas se consideran que están en operación cuando ocurre la falla.
- ❖ Los motores de inducción pequeños se pueden despreciar por su poca aportación a la falla.
- ❖ Despreciando la componente resistiva de la impedancia equivalente de Thevenin resulta un estudio de cortocircuito más conservador, que si se incluyera.

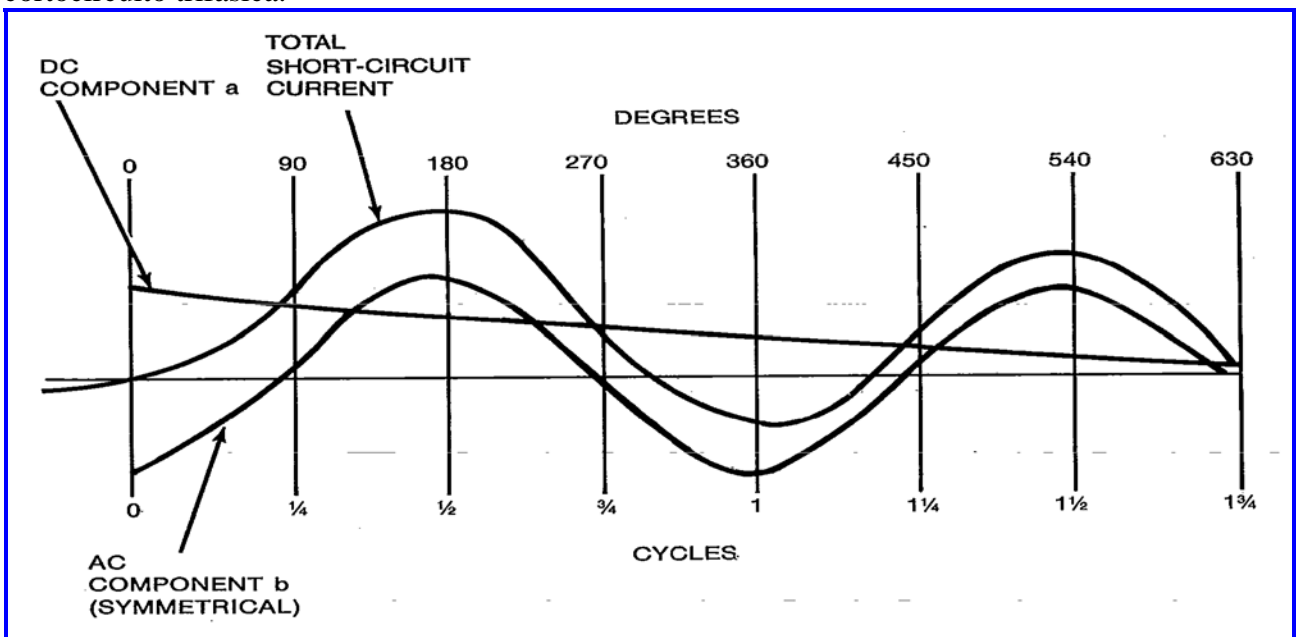
### Los tipos de falla y el concepto de asimetría.

En los sistemas eléctricos, analíticamente, para los estudios de cortocircuito se consideran los siguientes tipos de fallas:

- Cortocircuito trifásico.
- Cortocircuito entre fases.
- Cortocircuito de fase a tierra.
- Cortocircuito de dos fases a tierra.

El cortocircuito mas común es el de fase a tierra o monofásico, representando aproximadamente 85% del total de las fallas. La falla trifásica representa el caso más severo para todo equipo eléctrico, y es por esta razón que las normas eléctricas establecen que para probar un equipo contra cortocircuito se utilice una falla trifásica, ya que es la única que se considera por ser la que somete al equipo al mayor esfuerzo.

En las instalaciones industriales para determinar la capacidad interruptiva de los dispositivos de protección se debe tomar en cuenta la asimetría de la onda de corriente de cortocircuito trifásica.



La simetría o asimetría de la corriente de cortocircuito depende principalmente de los siguientes factores:

- a) El instante en que se produce la falla con relación a la onda de voltaje del sistema.
- b) La relación de la reactancia a la resistencia del sistema en el punto de la falla (X/R).

La onda de corriente es completamente asimétrica cuando la falla se produce en el momento en que la onda de voltaje se encuentra en su máximo punto, y es completamente simétrica cuando en el momento de la falla la onda de voltaje pasa por su cero.

El efecto de asimetría en una instalación industrial siempre esta presente en mayor o menor grado, y se manifiesta en un incremento en el valor de la corriente de cortocircuito simétrico, expresándose por un factor de asimetría (FA):

$$I_{CCAS} = FA \times I_{CCS}$$

Donde:

$I_{CCAS}$  = Corriente de cortocircuito asimétrica.

$I_{CCS}$  = Corriente de cortocircuito simétrica.

FA = Factor de asimetría.

La corriente de cortocircuito simétrica se obtiene de los métodos conocidos de cálculo de cortocircuito. El factor de asimetría (FA) depende básicamente de la relación X/R en el punto de la falla de la instalación.

Estos factores, aplicados a fusibles e interruptores en bajo voltaje, ayudan a calcular la capacidad interruptiva del primer ciclo en estos equipos.

## **H.2. Capacidades interruptivas para fusibles e interruptores de bajo voltaje.**

Para fusibles e interruptores en baja tensión, por lo general, solo se considera el primer ciclo de la corriente de cortocircuito, por lo que la reactancia subtransitoria es la única que se usa para los generadores y para los motores (suponiendo que se conozca este dato); suposición que no siempre es valida para motores de baja tensión.

Cuando la contribución a la falla del motor equivalente en baja tensión no se puede calcular, debido a la falta de datos, se puede usar la siguiente regla:

$I_m = 5 \times$  (Suma de las corrientes nominales de los motores conectados al bus fallado).

Para los cálculos de cortocircuito que permitan dimensionar la potencia de los interruptores de baja tensión, no se requiere considerar la relación X/R. La corriente de cortocircuito

simétrica (subtransitoria) se puede usar directamente, ya que se dispone de amplios márgenes en las capacidades comerciales de los interruptores; sin embargo, existen algunas excepciones que se indican a continuación:

1. Generación local al voltaje de los interruptores, en capacidades mayores de 500 KVA.
2. Transformadores tipo seco o cargas, en tamaños de 250 KVA y mayores.
3. Cualquier tipo de transformador de 2500 KVA o mayor.
4. La red eléctrica del sistema de alimentación.
5. Transformadores con impedancias superiores a los voltajes normalizados.
6. Reactores limitadores de corriente al voltaje del interruptor sobre el lado de la fuente.
7. Buses ducto limitadores de corriente al voltaje del interruptor sobre el lado de la fuente.

En el caso de los fusibles, se puede tener, ya sea la corriente simétrica a la capacidad de corriente total. Si el fusible se dimensiona sobre la base de la corriente total, se especifica un factor de multiplicación, de acuerdo a lo siguiente:

- Factor de multiplicación: 1.55 en la mayoría de los casos.
- Factor de multiplicación: 1.20 para casos especiales.

Los casos especiales son:

1. Los cortocircuitos en redes de distribución.
2. Los fusibles de potencia.

Los casos especiales se aplican solo si se consideran distantes de la generación, la relación X/R es menor que 4 y la tensión del sistema de 15 KV o menor.

### **H.3. Protección de sistemas industriales.**

Uno de los aspectos importantes en el diseño de sistemas eléctricos, que tiene relación con la continuidad del servicio, es la selección y coordinación de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de sus principales componentes, como de los bienes y las personas que van a relacionarse con ella.

Estas componentes a proteger son las siguientes:

- Motores eléctricos.
- Transformadores de potencia.
- Cables de potencia.

Los dispositivos de protección con los que se protegen estos componentes son:

- Fusibles.
- Interruptores termomagnéticos y Electromagnéticos.
- Relevadores de sobrecorriente.

Los elementos de protección permiten detectar condiciones anormales definidas e interrumpir la alimentación eléctrica al circuito bajo falla. Para la selección de dichos elementos se deben considerar los siguientes parámetros característicos:

- **Tensión nominal del circuito a proteger:** La tensión nominal no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito eléctrico.
- **Cantidad de polos:** Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares, de acuerdo al circuito involucrado.
- **Corriente nominal:** Es la corriente que soporta en forma ininterrumpida con una temperatura ambiente de hasta 30 °C.
- **Corriente de cortocircuito:** La capacidad de ruptura del interruptor deberá ser mayor o al menos igual a la corriente de cortocircuito presunta o calculada en el punto a proteger.

En las instalaciones donde la corriente de cortocircuito exceda la capacidad de interrupción del elemento de protección, deberá considerarse el uso asociado al mismo de limitadores de corriente para reducir la magnitud y duración de la corriente de cortocircuito.

### H.3.1. Protección de motores eléctricos.

Los aspectos importantes a considerar en la selección de las características de la protección de los motores eléctricos se obtienen de la llamada curva del perfil de corrientes para motor eléctrico, en donde aparecen los siguientes conceptos:

- a) Corriente a plena carga.
- b) Corriente de magnetización.
- c) Corriente a rotor bloqueado.
- d) Tiempo de aceleración.
- e) Tiempo de atascamiento.

Para la protección de los motores se emplean:

- Fusibles.
- Interruptores termomagnéticos, electromagnéticos o de estado sólido.
- Relés térmicos (relevadores de sobrecorriente).

La actuación de cualquiera de estos elementos obedece a una banda (dependiendo la operación de la temperatura ambiente y del estado de carga previo) que está acotada por una curva de funcionamiento de mínima y otra de máxima.

### **H.3.1.1. Fusibles.**

Para la selección de los fusibles puede emplearse una tabla que da la intensidad de los mismos en función de la intensidad de los motores a plena carga. Así mismo, hay que tener en cuenta que los fusibles deberán poseer una característica de fusión del tipo AM, con una característica especialmente "retardada". Estos fusibles se usan especialmente para la protección de motores asíncronos con rotor en jaula, debido a que soportan los picos de corriente que estos absorben en el arranque.

Como su operación depende de la generación de calor por efecto Joule, se obtiene una característica de fusión intensidad-tiempo del tipo inversamente proporcional, de manera que ante una elevada corriente opera en un tiempo muy reducido, y ante una corriente ligeramente superior a la nominal opera en un tiempo mas prolongado.

### **H.3.1.2. Relés térmicos.**

Los relés térmicos (o simplemente térmicos) constituyen un método indirecto de protección ya que operan en función de la corriente que el motor está tomando de la red. En base a ella evalúa un determinado estado de calentamiento de los arrollamientos del motor.

El relé térmico es un excelente medio de protección, pero no protege al motor cuando el calentamiento de éste se produce por causas ajenas a la corriente que está tomando de la red. En esos casos, se recomienda el uso de sensores en los bobinados del motor, capaces de medir exactamente la temperatura interna del mismo y de un equipo que analice el estado de temperatura del motor y decida en consecuencia. En el caso particular de falta de fase, el motor se calienta y hay un aumento en el consumo de corriente, lo cuál hace actuar al térmico.

Las curvas de desconexión del térmico deben seguir lo más cerca posible las variaciones de la corriente que éste toma de la red. Cuanto mayor es esta corriente más rápido actúan estos relés (característica de tiempo inverso como los fusibles).

### **H.3.1.3. Interruptores termomagnéticos.**

Generalmente, los interruptores automáticos combinan varios sistemas de protección en un solo aparato. Los más utilizados son los termomagnéticos. Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

Mecánicamente, estos interruptores disponen de desconexión libre, es decir, que cuando se produce una desconexión, ya sea por sobrecarga o cortocircuito, el aparato desconecta aunque se sujete la manecilla de conexión. Para los bipolares o tripolares, cuando una fase es afectada la desconexión se efectúa simultáneamente en todos los polos mediante transmisión interna. Para evitar la destrucción de alguno de los elementos de la instalación

se puede efectuar una combinación de dispositivos para aprovechar las bondades de cada uno de ellos.

### H.3.4. Protección de cables de potencia.

Los cables de potencia se deben proteger en forma semejante a la protección de un transformador de potencia; es decir, se obtienen los puntos para trazar su curva de daño, y a partir de esta, la curva del dispositivo de protección usado debe quedar debajo. Para trazar la curva de daño del cable, se usa la información proporcionada por el fabricante, o en su defecto, se aplican las siguientes formulas:

$$\text{Para conductores de cobre:} \quad \left( \frac{I}{CM} \right)^2 (t) fac = 0.0297 \text{Log}_{10} \left[ \frac{(t_f + 253)}{(t_o + 234.5)} \right]$$

$$\text{Para conductores de aluminio:} \quad \left( \frac{I}{CM} \right)^2 (t) fac = 0.0125 \text{Log}_{10} \left[ \frac{(t_f + 228.1)}{(t_o + 228.1)} \right]$$

Donde:

- I = Corriente que circula por el conductor (A).
- CM = Sección o calibre del conductor en circular mil.
- t = Tiempo en que circula la corriente (seg.).
- t<sub>o</sub> = Temperatura inicial antes de un cambio de corriente (°C).
- t<sub>f</sub> = Temperatura final de un cambio de corriente (°C)
- fac = Relación del efecto piel o superficial o relación de C.A. a C.D.

Por lo general, la curva de daño de un cable de potencia se traza para dos valores o puntos de referencia: t = 10 seg., y t = 0.1 seg., conocida el área de un conductor en CM, que se ha determinado previamente de acuerdo a los procedimientos de calculo por ampacidad y por caída de voltaje, el valor de la corriente en función del tiempo, a partir de las expresiones anteriores, es:

$$\text{Para cobre:} \quad I = \sqrt{\frac{0.0297}{t \times fac} \log_{10} \frac{t_f + 234.5}{t_o + 234.5}} \times CM$$

$$\text{Para aluminio:} \quad I = \sqrt{\frac{0.0125}{t \times fac} \log_{10} \frac{t_f + 228.1}{t_o + 228.1}} \times CM$$

### H.3.5. Protección de los transformadores de potencia.

Los transformadores de potencia aparecen en los sistemas industriales en la subestación principal o primaria, o bien, en las subestaciones secundarias. Se aplica normalmente la protección contra sobrecorriente, y dependiendo de la capacidad, se puede aplicar también la protección diferencial.

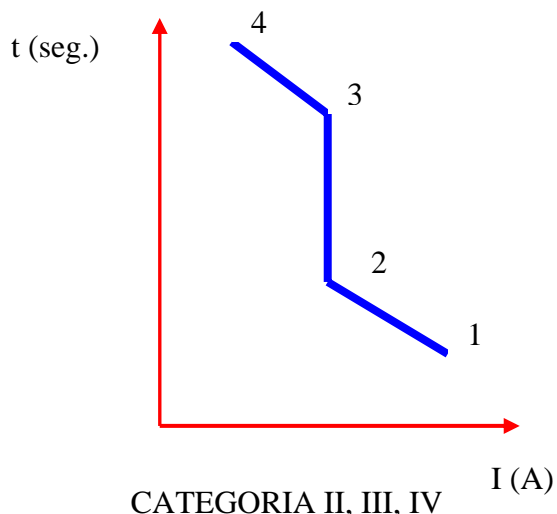
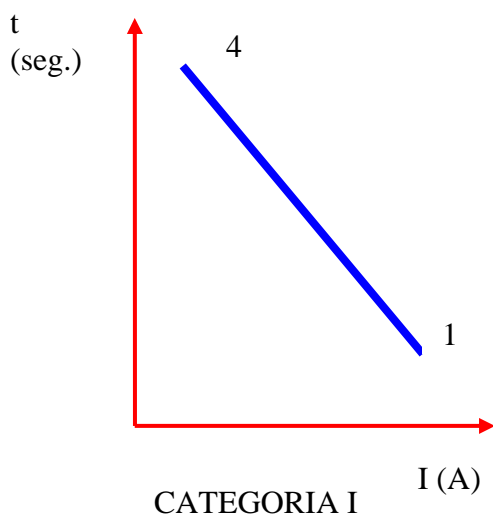
Para aplicar la protección contra sobrecorriente, se establece una diferencia por nivel de voltaje en los devanados del transformador, de modo que en tensiones de 600 V o menores, se aplican los conceptos para instalaciones eléctricas dadas en la norma NOM – SPE001 – 1999 y para tensiones mayores se aplica la norma ANSI / IEEE 657.13.

### H.3.5.1 Curva ANSI.

Esta curva representa la máxima capacidad que puede soportar un transformador sin sufrir daño, cuando sea sometido a un esfuerzo mecánico y térmico ocasionado por una corriente de cortocircuito. Para trazar esta curva ANSI es necesario clasificar los transformadores por categorías, como se muestra en la **Tabla H.1**.

CATEGORIAS DE TRANSFORMADORES KVA NOM. DE PLACA		
CATEGORIA	MONOFASICOS	TRIFASICOS
I	5 – 500	15 – 500
II	501 – 1667	501 – 5 000
III	1668 – 10 000	5 001 – 30 000
IV	Arriba de 10 000	Arriba de 30 000

Las formas de las curvas ANSI para cada una de estas categorías son las siguientes:





Los números sobre las curvas se conocen como puntos ANSI y se deben calcular de acuerdo a lo indicado en la **Tabla H.2**.

<b>PUNTOS DE LA CURVA ANSI</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>CATEGORIA DEL TRANSFORMADOR</b>	<b>TIEMPO (SEG)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>
1	I	$1250/Z_t^2$	$FA \times I_{pc}/Z_t$
	II	2	$FA \times I_{pc}/Z_t$
	III, IV	2	
2	II	4.08	$FA \times 0.7 \frac{I_{pc}}{Z_t}$
	III, IV	8.0	
3	II	$2551(Z_t^2)$	$FA \times 0.7 \frac{I_{pc}}{Z_t}$
	III, IV		
4	I, II, III, IV	50	$5I_{pc} \times FA$

Donde:

$Z_t$  = Impedancia del transformador en p.u. en base a los KVA con enfriamiento básico (OA)

$Z_s$  = Impedancia del transformador en p.u. en base a los KVA con enfriamiento básico (OA)

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga del transformador calculada con la potencia básica (OA)

$FA$  = Factor ANSI que depende de la conexión (para transformadores trifásicos).

Cuando se calculan los puntos ANSI, de acuerdo a las expresiones de la Tabla H.2, se debe verificar que la impedancia de los transformadores ( $Z_t$ ) no sea menos que la indicada en la **Tabla H. 3**.

<b>IMPEDANCIAS MÍNIMAS</b>		
<b>MONOFASICO KVA</b>	<b>TRIFASICO KVA</b>	<b>IMPEDANCIA MINIMA <math>Z_t</math> EN PU EN BASE A LOS KVA DEL TRANSFORMADOR</b>
5 – 25	15 – 75	0.025
37.5 – 100	112.5 – 300	0.0286
167 - 500	500>	0.04

Además, dependiendo de la conexión del transformador, se aplica el llamado FACTOR ANSI (FA), dada en la **Tabla H.4**.

<b>FACTORES ANSI (FA)</b>	
<b>CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR</b>	<b>FACTOR ANSI</b>
Delta – Delta	0.87
Delta – Estrella aterrizada	0.58
Delta – Estrella	1
Estrella aterrizada – Estrella	1
Estrella – Estrella	1
Estrella – Delta	1
Estrella aterrizada - Delta	0.58

### H.3.5.2 Límites NEC (National Electric Code).

El NEC proporciona los límites máximos requeridos para la protección contra sobrecorriente de transformadores. En la **Tabla H.5**. Se resumen estos límites expresados en por ciento, tomando como base la corriente nominal del transformador.

<b>LIMITES NEC</b>						
	<b>PRIMARIO</b>			<b>SECUNDARIO</b>		
Impedancia del Transform. (Z%)	Voltaje (V)	Ajuste del Interruptor (% Ipc)	Capacidad fusible % Ipc.	Ajuste del interrup. % Ipc	Capac. fusible % Ipc	Interruptor o fusible % Ipc
TODAS	Arriba de 600 V	250	250	-----	-----	-----
Z<6		600	300	300	200	125
6<Z <=10		400	300	250	250	125
TODAS	600 V o menos	125	125	-----	-----	-----
Z<= 6		250	250	-----	-----	125
		600	600	-----	-----	*
		400	400	-----	-----	*

----- Significa que no lleva protección.

\* Protección térmica coordinada.

### H.3.5.3 Capacidad de Sobrecarga.

La capacidad de sobrecarga de un transformador es la potencia adicional que puede absorber y que depende de sus factores de elevación de temperatura y de enfriamiento. Esta capacidad se obtiene multiplicando la corriente a plena carga ( $I_{pc}$ ) por los factores de temperatura, que son valores de diseño, y en forma indicativa se dan en la **Tabla H.6**.

<b>CAPACIDAD DE SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES</b>					
<b>TIPO DE TRANSFORMADOR</b>	<b>CAPACIDAD KVA</b>	<b>ENFRIAMIENTO</b>		<b>TEMPERATURA</b>	
		<b>TIPO</b>	<b>FACTOR</b>	<b>ELEVACION</b>	<b>FACTOR</b>
Seco	<2500	AA	1	150 °C	1
Centro de carga	<2500	OA	1	55/ 65 °C	1.12
				65 °C	1
	<500	FA	1	55/ 65 °C	1.12
				65 °C	1
	>500	FA	1.15	55/ 65 °C	1.12
	<2000			65 °C	1
	>2000	FA	1.25	55/ 65 °C	1.12
	<2500			65 °C	1
Subestación primaria		OA	1	55/ 65 °C	1.12
				65 °C	1
		FA	1.33	55/ 65 °C	1.12
				55 °C	1
		FOA	1.67	55/ 65 °C	1.12
				55 °C	1

AA = Enfriamiento por aire.

FA = Enfriamiento por circulación forzada de aire.

OA = Enfriamiento por aceite y aire.

FOA = Enfriamiento por aceite y aire con circulación forzada de aceite.

#### H.5.3.4. Punto de Magnetización.

Este es una aproximación de efecto que produce la corriente de magnetización en el transformador, este punto es variable y depende principalmente del magnetismo residual y del punto de la onda del voltaje de energización aplicado cuando se energiza el transformador. La corriente de magnetización de un transformador se considera como un múltiplo de la corriente nominal, que varía de acuerdo con la capacidad nominal del mismo, como se indica en la **Tabla H.7**. El tiempo de duración de la corriente de magnetización es siempre de 0.10 seg.

<b>MULTIPLoS PARA CORRIENTE DE MAGNETIZACION</b>	
<b><i>CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR KVA</i></b>	<b><i>MULTIPLo DE LA CORRIENTE NOMINAL (<i>I<sub>pc</sub></i>)</i></b>
$\leq 1500$	8
$1500 < KVA < 3750$	10
$3750 < KVA$	12

#### H.6. Cortocircuito (Capacidades de interrupción de los elementos de protección)

Para realizar el estudio de cortocircuito se debe contar con una representación simplificada del sistema bajo estudio (diagrama unificar), donde se indique las principales características de los elementos que lo conforman.

Existen diversos métodos por los cuales se puede obtener el valor del cortocircuito, sin embargo el más utilizado y que se usará en este estudio es el método en por unidad.

Tomando como base de potencia la capacidad del transformador y como base de voltaje la proporcionada por el secundario del transformador.

$$S_B = 1000 \text{ [KVA ]}$$

$$V_B = 480 \text{ [V ]}$$

$$I_B = \frac{1000}{\sqrt{3} (0.48)} = 1203 \text{ [A ]}$$

Debido a que generalmente el valor de la resistencia es muy pequeño en comparación con el de la reactancia, se acepta  $Z \cong X$

Para el sistema.

$$P_{cc} = 100[MVA]$$

$$\bar{S}_{cc} = \frac{100000}{1000} = 100$$

$$\bar{X}_{sist} = \frac{1}{100} = 0.01$$

Para el transformador .

$$KVA = 1000$$

$$X\% = 5.5^*$$

$$\bar{X}_t = \frac{5.5}{100} = 0.055$$

Motores, tomando el conjunto se estima una  $X = 0.25$  , referida a la potencia total del conjunto

$$484 [HP] = 484 [KVA]$$

$$\bar{X}_m = \frac{0.25(1000)}{484} = 0.517$$

## H.7. Diagrama de impedancias.

$$\bar{X}_{tot} = \frac{0.065(0.517)}{0.065 + 0.517} = 0.05774$$

$$\bar{I}_{cc} = \frac{1}{0.05774} = 17.319$$

Corriente de corto circuito simétrico.

$$I_{cc} = \bar{I}_{cc} \times I_B = 17.319(1203) = 20834[A]$$

$$KVAcc = \sqrt{3}VI_{cc} = \sqrt{3}(0.48)(20834) = 17321[KVA]$$

Valor máximo o de choque.

$$I_{ch} = 1.8\sqrt{2}I_{cc} = 1.8\sqrt{2}(20834) = 53035[A]$$

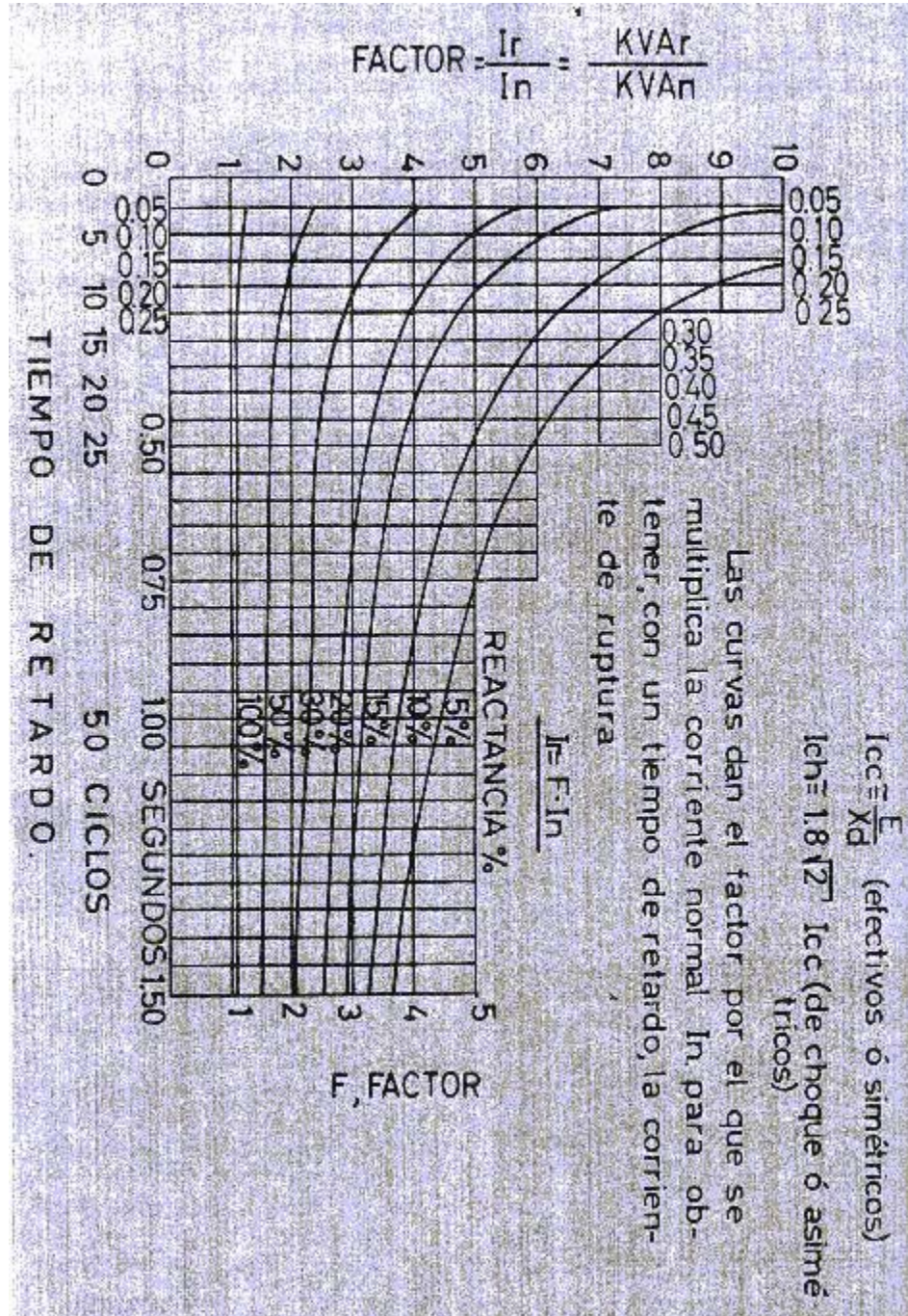
Para obtener la capacidad interruptiva de los elementos de protección.

$$\bar{X}_{tot} = 0.05774 \Rightarrow X_{tot}\% = 5.774$$

Con ayuda de la **Grafica 1** y suponiendo que los elementos de protección se encuentran ajustados a un tiempo de retardo de 0.2 seg. Se tiene un factor F de aprox. 8.5, por lo tanto:

Capacidad de ruptura.

$$= I_r = 8.5 I_B = 8.5(1203) = 10225.5[A]$$



## H.8.Coordinación de protecciones.

### H.8.1 Coordinación de protección del motor y su circuito derivado.

Para la coordinación de protecciones tomaremos el motor de mayo caballaje, que en nuestro caso es de 100 Hp con los siguientes datos:

MOTOR			tiempo	corriente
100	HP		0	0
480	V		0.1	867.152
124	Inom.		0.2	492.7
758	lrb		5	488.15
10	tac[s]		8	483.6
1334.08	Imag(0.1 seg)		10	124
483.6	larr		12	124
492.7	larr2		13	124
867.152	Imag2		14	124
418.795	Inom1		15	124

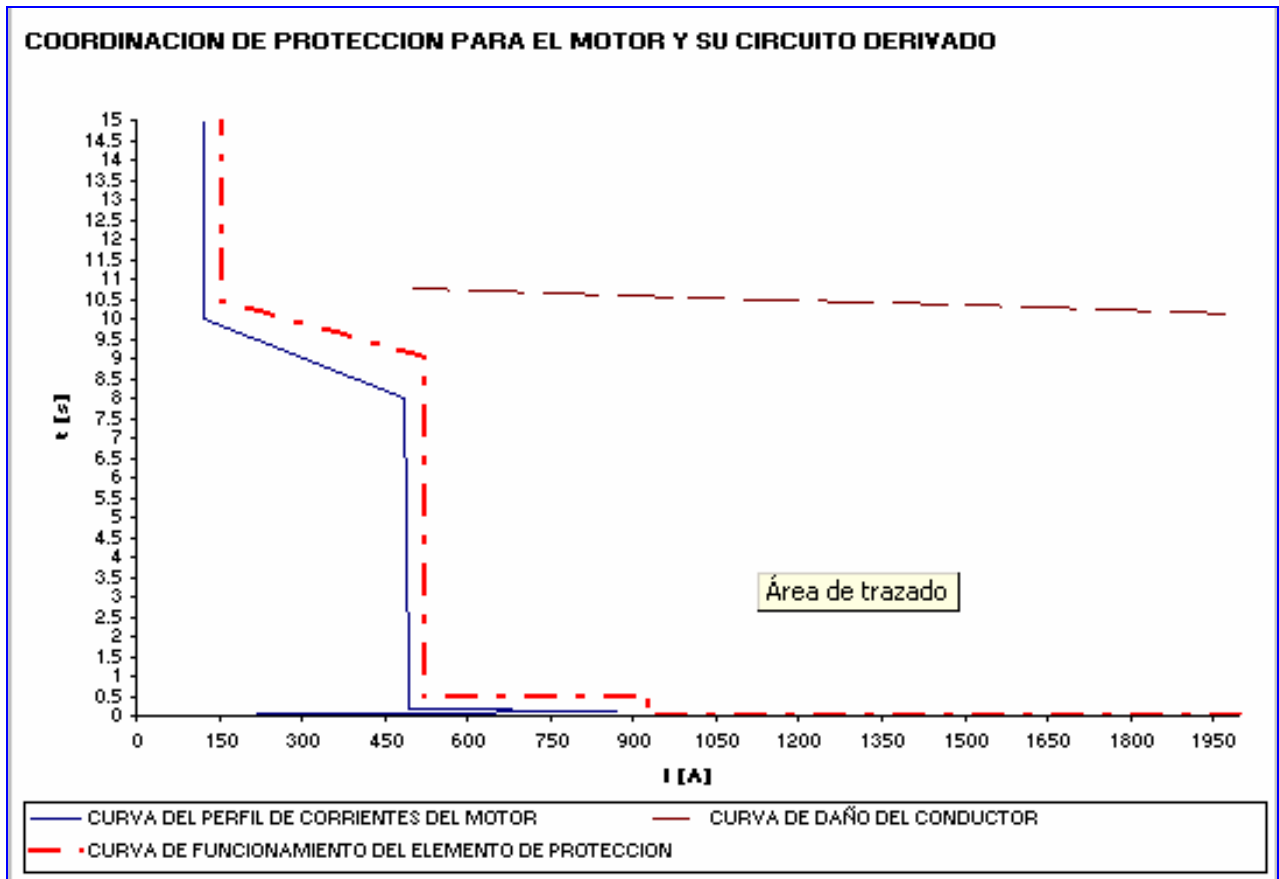
Utilizando un cable que soporte la capacidad de corriente, que previamente seleccionado fue del calibre 3/0.

3/0	AWG
200	Inom
75	to[°C]
150	tf[°C]
1.3	fac
10	t[s]
0.1	t[s]

Y su protección termomagnética:

124	In
155	I1
525	larr
930	lcc

Obteniendo la siguiente gráfica:



El cual la gráfica nos muestra como esta bien protegido el motor, así como la protección no se accionara al arranque, y el conductor seleccionado, también esta protegido y fuera de rango para un posible daño.



## H.8.2 Coordinación de protección del transformador y el CCM.

A continuación se dará la curva de protección del transformador y el CCM, tomando los datos ya previamente calculados en sus apéndices correspondientes.

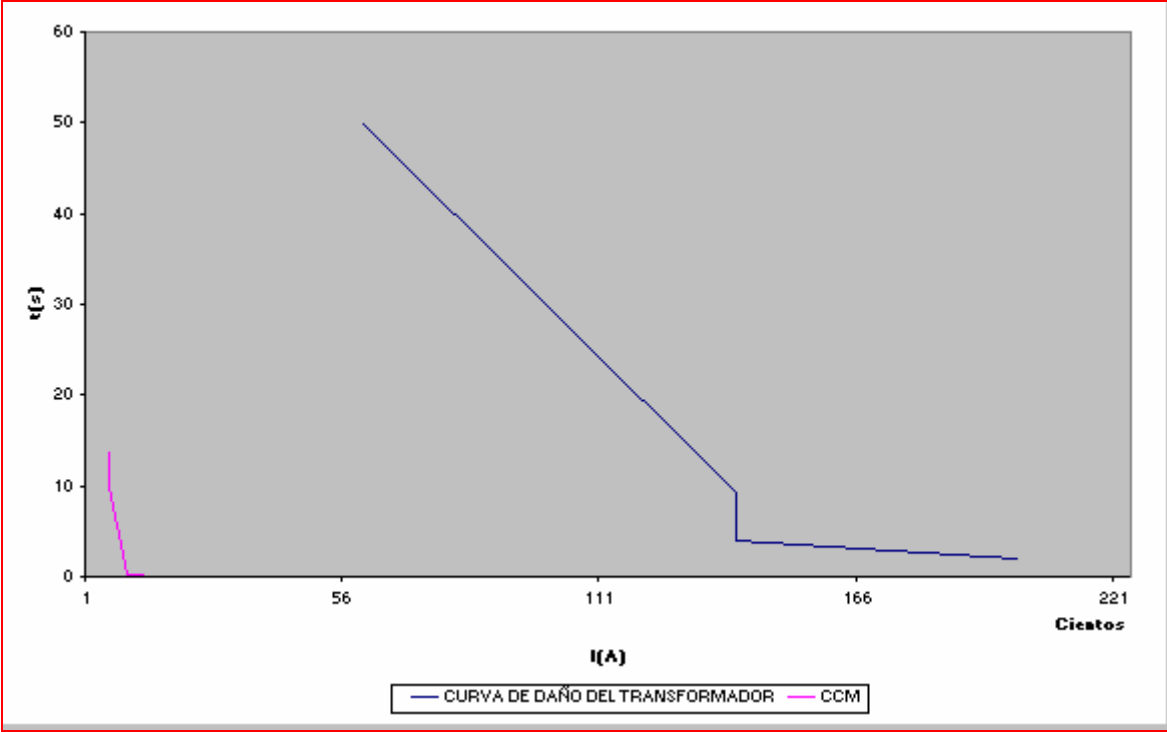
Del CCM.

CCM	
632.2	ln (A)
991.8	larr
1745.568	Imag

Del transformador:

TRANSFORMADOR		
	CORRIENTE	TIEMPO
PUNTO 1	20047	2
PUNTO 2	14033	4.08
PUNTO 3	14033	9.18
PUNTO 4	6014	50

### Curva de daño del transformador.



Por lo que respecta a la gráfica obtenida podemos observar que esta sobrada la protección del transformador con respecto al CCM.

## I. REGULACION DE VOLTAJE.

### I.1. Motores operando a corriente nominal.

CASO 1: Con todos los motores operando a corriente nominal.

Corriente total utilizada por los motores:

$$I_{MTOT} = 632.2[A]$$

$$\bar{I}_{mtot} = \frac{632.2}{1203} = 0.526$$

$$\Delta \bar{V} = \bar{I}_{mtot} \times \bar{X}_{sist} = 0.526 \times 0.065 = 0.03419$$

$$\bar{V} = 1 - 0.03419 = 0.9658$$

$$\%R = \frac{1 - 0.9658}{0.9658} \times 100 = 3.54\%$$

3.54% < 5%, Como lo establece la norma, por lo tanto se cumple la regulación con todos los motores operando a corriente nominal.

### I.2. Motores operando a corriente nominal y arranque del motor mayor.

CASO 2: Con motores operando a corriente nominal y arranque del motor mayor.

	$P = 100 [HP]$
Motor mayor	$I_{nom} = 124 [A]$ $I_{arr} = 483.6 [A]$
Otros motores	$I_{om} = 508.2 [A]$

$$\text{Corriente total} \quad I_{tot} = 483.6 + 508.2 = 991.8 [A]$$

$$\bar{I}_{tot} = \frac{991.8}{1203} = 0.8244$$

$$\Delta \bar{V} = 0.8244 \times 0.065 = 0.05358$$

$$\bar{V} = 1 - 0.05358 = 0.9464$$

$$\%R = \frac{1 - 0.9464}{0.9464} \times 100 = 5.66\%$$

**5.66% < 15%, Como lo establece la norma para el arranque de motores.**

Y también se muestra en las tablas anexas las caídas de voltaje deben de ser menor del 5%.

Nombre del equipo		MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1			
TAG		SILO1.MOT4.			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A1	A2	A3
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2			
TAG		SILO2.MOT5.			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A4	A5	A6
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3			
TAG		SILO3.MOT6.			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A7	A8	A9
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4			
TAG		SILO123.MOT7.			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A10	A11	A12
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA				
TAG	BT.INCLI1.MOT8.				
Calibre del conductor	#12				
Resistencia del conductor	6.5 [Ohm/km]				
Número del circuito		A1	A2	A3	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo	MOTOR SECADOR ROTATORIO 1				
TAG	SEC.ROT1.MO9,				
Calibre del conductor	#6				
Resistencia del conductor	1.61 [Ohm/km]				
Número del circuito		A10	A11	A12	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0805	0.0805	0.0805
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.2576	0.2576	0.2576
Voltaje		V	0.2576	0.2576	0.2576
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo	MOTOR SECADOR ROTATORIO 2				
TAG	SEC.ROT2.MOT10,				
Calibre del conductor	#6				
Resistencia del conductor	1.61 [Ohm/km]				
Número del circuito		A10	A11	A12	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0805	0.0805	0.0805
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.2576	0.2576	0.2576
Voltaje		V	0.2576	0.2576	0.2576
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo	MOTOR DEL VENTILADOR				
TAG	VENT,MOT11,				
Calibre del conductor	#1/0				
Resistencia del conductor	0.4 [Ohm/km]				
Número del circuito		A10	A11	A12	
	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.02	0.02	0.02
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.064	0.064	0.064
Voltaje		V	0.064	0.064	0.064
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR BANDA TRANSPORTADORA 5			
TAG		SEC.ROT1,BT,MOT13,			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A10	A11	A12
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE CANGILON			
TAG		CANG1, MOT14.			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A10	A11	A12
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE MESA VIBRATORIA			
TAG		MV1.MOT15.			
Calibre del conductor		#6			
Resistencia del conductor		1.61 [Ohm/km]			
Número del circuito			A10	A11	A12
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0805	0.0805	0.0805
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.2576	0.2576	0.2576
Voltaje		V	0.2576	0.2576	0.2576
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		MOTOR DE MEZCLADOR			
TAG		MEZCL1,MOT116,			
Calibre del conductor		#3/0			
Resistencia del conductor		0.252 [Ohm/km]			
Número del circuito			A10	A11	A12
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0126	0.0126	0.0126
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.04032	0.04032	0.04032
Voltaje		V	0.04032	0.04032	0.04032
Aceptado			Sí	Sí	Sí

Nombre del equipo		<b>MOTOR DE MEZCLADOR</b>			
TAG		<b>MEZCL1,MOT17.</b>			
Calibre del conductor		<b>#3/0</b>			
Resistencia del conductor		<b>0.252 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0126	0.0126	0.0126
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.04032	0.04032	0.04032
Voltaje		V	0.04032	0.04032	0.04032
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO</b>			
TAG		<b>BOM.ASF.MOT01.</b>			
Calibre del conductor		<b>#12</b>			
Resistencia del conductor		<b>6.5 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR DE BOMBA DE ACEITE CALIENTE</b>			
TAG		<b>BOM.AC.MOT03.</b>			
Calibre del conductor		<b>#12</b>			
Resistencia del conductor		<b>6.5 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR COLECTOR DE POLVO Y DE VAPOR</b>			
TAG		<b>COLEC.POLV.MOT18.</b>			
Calibre del conductor		<b>#2</b>			
Resistencia del conductor		<b>0.636 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0318	0.0318	0.0318
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.10176	0.10176	0.10176
Voltaje		V	0.10176	0.10176	0.10176
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>



Nombre del equipo		<b>MOTOR DEL QUEMADOR</b>			
TAG		<b>QMDR.MOT12,</b>			
Calibre del conductor		<b>#6</b>			
Resistencia del conductor		<b>1.61 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.0805	0.0805	0.0805
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	0.2576	0.2576	0.2576
Voltaje		V	0.2576	0.2576	0.2576
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR DEL COMPRESOR</b>			
TAG		<b>COMP.MOT02,</b>			
Calibre del conductor		<b>#12</b>			
Resistencia del conductor		<b>6.5 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A10</b>	<b>A11</b>	<b>A12</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR DEL VIBRADOR</b>			
TAG		<b>SILO1,VIB1,MOT19,</b>			
Calibre del conductor		<b>#12</b>			
Resistencia del conductor		<b>6.5 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		<b>MOTOR DEL VIBRADOR</b>			
TAG		<b>SILO2, VIB2, MOT20.</b>			
Calibre del conductor		<b>#12</b>			
Resistencia del conductor		<b>6.5 [Ohm/km]</b>			
Número del circuito			<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>

Nombre del equipo		MOTOR DEL VIBRADOR			
TAG		SILO3,VIB3,MOT21			
Calibre del conductor		#12			
Resistencia del conductor		6.5 [Ohm/km]			
Número del circuito			A1	A2	A3
		Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Corriente	I	(A)	3.2	3.2	3.2
Longitud	L	(m)	25	25	25
Resistencia	R	( $\Omega$ )	0.325	0.325	0.325
Dif de voltaje	$\Delta V$	V	1.04	1.04	1.04
Voltaje		V	1.04	1.04	1.04
Aceptado			Sí	Sí	Sí

# Apéndice J: Los conductores mínimos para protección a tierra.

## J.1. Conductores mínimos para protección a tierra.

Los armazones de los motores portátiles que funcionen a más de 150 V con respecto a tierra deben ser resguardados o puestos a tierra, conforme a NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas. Cuando el alambrado a motores fijos se ha hecho dentro de canalizaciones metálicas o utilizando cables con cubierta metálica deben instalarse cajas de conexiones para alojar las terminales del motor. Siempre que los conductores terminales que van al motor sean cable tipo AC, cordón armado o conductores trenzados dentro de tubos conduit, metálicos flexibles herméticos a los líquidos, metálicos tipo pesado semipesado o ligero de tamaño nominal no menor a 10mm., conectándose la armadura del cable o la canalización, tanto la caja como el motor. Cuando se utilicen conductores trenzados protegido como se especifica antes, no deben ser tamaño nominal mayor de 5,260 mm<sup>2</sup> (10 AWG).

## APENDICE K. AREAS CLASIFICADAS.

Los ambientes se clasifican dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables o de polvos, fibras o combustibles que puedan estar presentes. Así como de a la posibilidad de que se encuentren en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles. Dentro de la NOM-001-SEDE-1999 maneja tres áreas clasificadas, pero solamente haremos mención a la de nuestro interés.

El área clasificada es:

Clase I, Grupo D: atmósferas tales como acetona, amoniaco, benceno, butano, etanol, Gasolina, hexano, metanol, gas natural, nafta, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

Dentro de la Clase I, División 2. Es aquella donde se manejan o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar sólo en casos de ruptura accidental, avería de los recipientes o del sistema. A partir de este momento solo se hará mención de Clase I División 2.

La temperatura clase I, no deben exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se vaya encontrar en el área.

Números de identificación.

Temperatura Máxima	Número de identificación
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

Debido a que no existe una relación consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, ambas propiedades son requisitos independientes.

## **K.1. Transformadores y capacitores.**

Deben de cumplir con las secciones 450-21 a 450-27, que mencionan que transformadores de tipo seco instalados dentro de interiores mayores a 112,5 kVA, se deben de instalar en un cuarto de transformadores resistente al fuego.

## **K.2. Medidores, instrumentos y relés.**

Los gabinetes incluyen (1) envolventes a prueba de explosión, y (2) envolventes purgados y presurizados.

### **K.2.1. Contactos, resistencias y equipo similar.**

Incluyen (1) envolventes a prueba de explosión, y (2) envolventes purgados y presurizados.

### **K.2.2. Sin contactos de cierre de apertura.**

Los devanados de los transformadores, las bobinas a la intemperie, los solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura pueden estar en envolventes de uso general.

### **K.2.3. Fusibles.**

Los fusibles para protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos, no sujetos a sobrecarga bajo uso normal, pueden montarse en envolventes de uso general, si cada fusible es precedido por un desconectador debe cumplir con envolventes a prueba de explosión.

## **K.3. Métodos de alambrado.**

El método empleado debe de ser en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, envolventes de canalizaciones prealambradas selladas, ductos metálicos sellados. Las terminales de los motores se deben de usar accesorios metálicos flexibles, tubo conduit metálico flexibles con accesorios aprobados, tubo conduit metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios adecuados, tubo conduit no metálico flexible a prueba de líquidos aprobados, cordón flexibles aprobado para uso extra rudo, el cordón debe de tener un conductor adicional para puesta a tierra.

## **K.4. Sellado y drenado.**

El sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las áreas I y II pero debe estar diseñado e instalado de tal forma que se minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit dentro del área división 2, y se comuniquen por el tubo más allá del sello. Se debe de usar tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado entre el sello y el punto y se debe de usar una conexión roscada en el sello. No debe haber unión, caja o accesorio en el tubo a excepción de las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello, entre el sello y el punto en el que el tubo sale de un área peligrosa División 2.

## **K.5. Desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.**

Tipo requerido. Los medios de desconexión, controladores de motores e interruptores automáticos, destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal deben estar aprobados con un ensamble completo para una clase 1 a menos que se instale en envoltorio de uso general y (1). La interrupción de la corriente eléctrica se haga dentro de una cámara herméticamente sellada que impida la entrada de gases o vapores; (2) los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 cm. Para los de potencia, y 2.5 cm. para los de control.

## **K.6. Transformadores de control y resistencia.**

Deben de cumplir con lo siguiente:

### **K.6.1. Mecanismo de desconexión.**

Deben de cumplir con el punto 5 antes mencionado.

### **K.6.2. Bobinas y devanados.**

Se permite el uso de gabinetes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

### **K.6.3. Resistencias.**

Las resistencias deben proveerse en envoltorio aprobadas para clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda el 80% de la temperatura de ignición del vapor o gas involucrado o que se hayan sido aprobadas y encontradas incapaces de incendiar al gas o vapor.

## **K.7. Motores y generadores.**

Los motores y generadores y demás maquinaria a eléctricas rotativas en las que se utilicen contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión centrífuga o de otros tipos (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobrecalentamiento de motor), o dispositivos resistores integrados al motor,

## **K.8. Luminarias.**

Deben de cumplir con lo siguiente:

### **K.8.1. Equipo portátil de iluminación.**

Tener marcada la potencia máxima de la lámpara para las cuales son aprobadas; las luminarias portátiles deben aprobarse específicamente como in ensablaje completo para su uso.

### **K. 9.Receptáculos y clavijas.**

Deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y debe estar aprobado para esta área

### **K.10. Aislamiento de conductores.**

Cuando los vapores o líquidos condensados puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores, o entren en contacto con él, dicho aislamiento debe ser aprobado para dichas condiciones, o estar protegidos por una cubierta de plomo u otros dispositivos aprobados.

### **K.11. Partes vivas.**

No debe de haber partes eléctricamente vivas al descubierto.

### **K.12. Puesta a tierra.**

Puentado. Para propósito de puentado no se debe depender de contactos con conector, tuerca y contratuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, envolventes y similares que intervengan entre las áreas I y el punto de puesto a tierra para el equipo de acometida o el punto de puesto a tierra de un sistema derivado separadamente.

Tipos de conductores para puesta a tierra de equipo.

Cuando se utilice tubo conduit metálico flexible o metálico hermético a los líquidos como se permite, y se depende de ellos para completar una trayectoria exclusiva para puesta a tierra de equipo, deben ser instalados con puentes de unión internos o externos en paralelo con cada tubo conduit. Este se puede suprimir bajo las siguientes condiciones:

1. La carga no sea carga de potencia.
2. La protección contra sobrecorriente en el circuito se limite a 10 A o menos.

### **K.13. Apartarrayos.**

Los apartarrayos no deben provocar arcos, tales como el varistor de óxido metálico tipo sellado, y los capacitares para protección de picos deben ser del tipo diseñado para ese uso específico.

# APENDICE L: SELECCIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) Y SU ESPECIFICACION.

Para elegir correctamente un sistema de control de motores eléctricos se debe tener en cuenta los siguientes factores:

1. La carga, es decir la maquina o equipo que va a mover el motor.
2. El motor, es cual de los motores conocidos desempeñara mejor su función.
3. El control, medios para que el motor arranque, ajuste su velocidad y pare.
4. El costo. Si este justifica el equipo elegido para el desempeño de su trabajo y si los costos de mantenimiento y conservación son adecuados para el lugar en que se instale.

En la **Tabla L.1** están las maquinas o cargas típicas.

<b>MAQUINAS O CARGAS TIPICAS</b>			
<b>MAQUINA</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Par de Arranque</b>	<b>Carga</b>
AGITADORES	Constante	Normal	Fija
BOMBAS CENTRIFUGAS	Constante	Normal	Fija
BOMBAS DE EMBOLO	Constante	Normal	Intermitente
CIZALLAS	Constante	Bajo	Intermitente
COMPRESORAS	Constante	Alto	Intermitente
ELEVADORES	Variable	Alto	Variable
ESMERILES	Constante	Bajo	Intermitente
FRESADORAS	Múltiple	Bajo	Fija
GRÚAS	Múltiple	Alto	Intermitente
LAVADORAS INDUSTRIALES	Constante	Normal	Intermitente
MARTINETES	Constante	Normal	Intermitente
MOLINOS LAMINACIÓN	Múltiple	Normal	Variable
MONTACARGAS	Múltiple	Alto	Intermitente
PRENSAS IMPRENTA	Múltiple	Normal	Variable
PRENSAS ROTATIVAS	Múltiple	Alto	Fija
QUEBRADORAS	Constante	Normal	Variable
REFRIGERADORES	Constante	Normal	Intermitente
INDUSTRIALES			
SIERRAS	Múltiple	Bajo	Fija
TALADROS	Múltiple	Bajo	Fija
TORNOS	Múltiple	Bajo	Fija
TRANSPORTADORES	Constante	Alto	Fija
TRAPICHES	Múltiple	Alto	Variable
TROQUELES	Constante	Normal	Fija
VÁLVULAS	Constante	Normal	Fija
VENTILADORES			
INDUSTRIALES	Constante	Normal	Fija



Un centro de control de motores es esencialmente un tablero que se usa en primer término para montar las componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados. El número de secciones en un centro de control de motores, depende del espacio que tome cada una de sus componentes.

El centro de control de motores ofrece las siguientes ventajas:

1. Aleja los aparatos de control de lugares peligrosos.
2. Menor costo de instalación.
3. Centraliza el equipo en un lugar adecuado: seco, sin polvo, sin vapores y alejado de la gente no autorizada para su manejo.
4. El mantenimiento y conservación se facilita en gran medida.

## **L.1. Especificaciones del CCM.**

### **L.1.1. Gabinetes.**

Los gabinetes son cajas metálicas que tienen por objeto montar los aparatos de control y protección de varios motores, guardarlos contra golpes accidentales, de uso indebido y del medio ambiente. Los gabinetes son de tipo autosoportado, para colocarse en el piso.

Se construyen en secciones modulares para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidos entre sí forman un solo conjunto. Las dimensiones normales de cada sección son: 235 cm. de alto (90" aprox.), 55cm. de ancho (20" aprox.) y 50cm. de fondo (20" aprox.).

Cada sección tiene un máximo de seis compartimentos, en su frente llevan puertas a manera de permitir el acceso al equipo para su conexión y servicio. El espacio disponible para el montaje de equipos es de 72". Cada uno de estos compartimentos son cajas que pueden enchufarse y extraerse independientemente para modificar o reparar los aparatos.

### **L.1.2. Arrancadores.**

Un arrancador es un aparato que conecta y desconecta eléctricamente repetidas veces un motor eléctrico y además lo protege de sobrecargas o de una falla en las líneas que lo perjudique. El arrancador se compone de dos partes principales: un contactor y un relevador.

El contactor magnético es la parte que efectúa, la conexión o desconexión y el relevador, que generalmente es térmico, es la parte que protege al motor de sobrecargas o falla en la continuidad eléctrica de las líneas.

El arrancador magnético ofrece varias ventajas entre ellas la posibilidad de que sea actuado automáticamente por determinadas señales como son: nivel de líquidos, presión, velocidad, luz, temperatura etc.

Las cualidades que debe tener un arrancador son las siguientes:

- 1) Que los contactos principales no se peguen ni se piquen por efecto de los arcos.
- 2) Que por efecto de la corriente alterna, que en cada ciclo pasa dos veces por cero, no se abra el electroimán o haga el ruido característico.
- 3) Que la bobina de operación y los contactos sean fácilmente removibles, sin necesidad de quitar el aparato o desconectar los conductores principales.
- 4) Que el relevador pueda ajustarse en un rango del 85 al 115% de su ajuste nominal.
- 5) Que el relevador una vez que actué, se mantenga abierto, para dar una protección efectiva.
- 6) Que sean intercambiables por su tamaño físico, al tamaño superior, para permitir aumento de capacidad en el motor.

### L.1.3. Interruptores.

Los interruptores en combinación con los arrancadores constituyen un sistema completo de control y protección de un motor. El interruptor tiene como función dar energía al circuito o retirarla en caso de avería en el arrancador o en el motor y proteger el arrancador y las líneas conductoras que alimentan de energía eléctrica del arrancador al motor, por sobrecarga excesiva o cortocircuito.

En los centros de control para motores, los interruptores más usuales son los de tipo termomagnético, tanto por su alta capacidad interruptiva como por su eficiencia de operación y su pequeño tamaño que permite acomodarse fácilmente en sus compartimentos.

La **Tabla L.2.** Indica los tamaños combinados de interruptores y arrancadores para diferentes tamaños y de motores trifásicos más usuales.

**TAMAÑOS COMBINADOS DE INTERRUPTORES Y ARRANCADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MOTORES TRIFASICOS**

Capacidad Máxima		Corr. Nom, Amps	Interruptor		Arrancador Tamaño	Conductor (AWG o MCM)	Diam. Tubo	
			Amp.	Marco			mm	Pulg.
HP	V							
¼	220	1	15	TE	00	14	13	½
½	220	2	15	TE	00	14	13	½
¾	220	2.8	15	TE	00	14	13	½
1	220	3.5	15	TE	00	14	13	½
	440	1.8	15	TEF	00	14	13	½
1 ½	220	5	15	TE	00	14	13	½
	440	2.5	15	TEF	00	14	13	½
2	220	6.5	20	TE	00	14	13	½
	440	3.3	15	TEF	00	14	13	½
3	220	9	30	TE	0	14	13	½
	440	4.5	15	TEF	0	14	13	½
5	220	15	30	TE	1	12	13	½
	440	7.5	20	TEF	0	14	13	½
7 ½	220	22	50	TE	1	10	19	¾
	440	11	20	TEF	1	14	13	½
10	220	27	50	TE	2	10	19	¾
	440	14	30	TEF	1	12	13	½
15	220	40	70	TE	2	8	19	¾
	440	20	30	TEF	2	10	19	¾
20	220	52	100	TE	3	6	25	1
	440	26	50	TEF	2	8	19	¾
25	220	64	100	TE	3	4	32	1 ¼
	440	32	50	TEF	2	8	19	¾
30	220	78	125	TFJ	3	2	32	1 ¼
	440	39	70	TEF	3	8	19	¾
40	220	104	200	TFJ	4	0	51	2
	440	52	100	TEF	3	6	25	1
50	220	125	200	TFJ	4	0	51	2
	440	63	100	TEF	3	4	32	1 ¼
60	220	150	225	TFJ	5	3/0	51	2
	440	75	125	TFJ	4	2	32	1 ¼
75	220	185	300	TJJ	5	4/0	64	2 ½
	440	93	150	TFJ	4	2	32	1 ¼
100	220	246	400	TJJ	5	300 MCM	64	2 ½
	440	123	200	TFJ	4	0	51	2
125	220	310	400	TJJ	-----	-----	-----	2
	440	155	225	TFJ	5	3/0	51	
150	220	360	600	TKM	-----	-----	-----	2 ½
	440	180	300	TJJ	5	4/0	64	
200	220	480	800	TKM	-----	-----	-----	2 ½
	440	240	400	TJJ	5	300 MCM	64	

#### L.1.4. Botones de control.

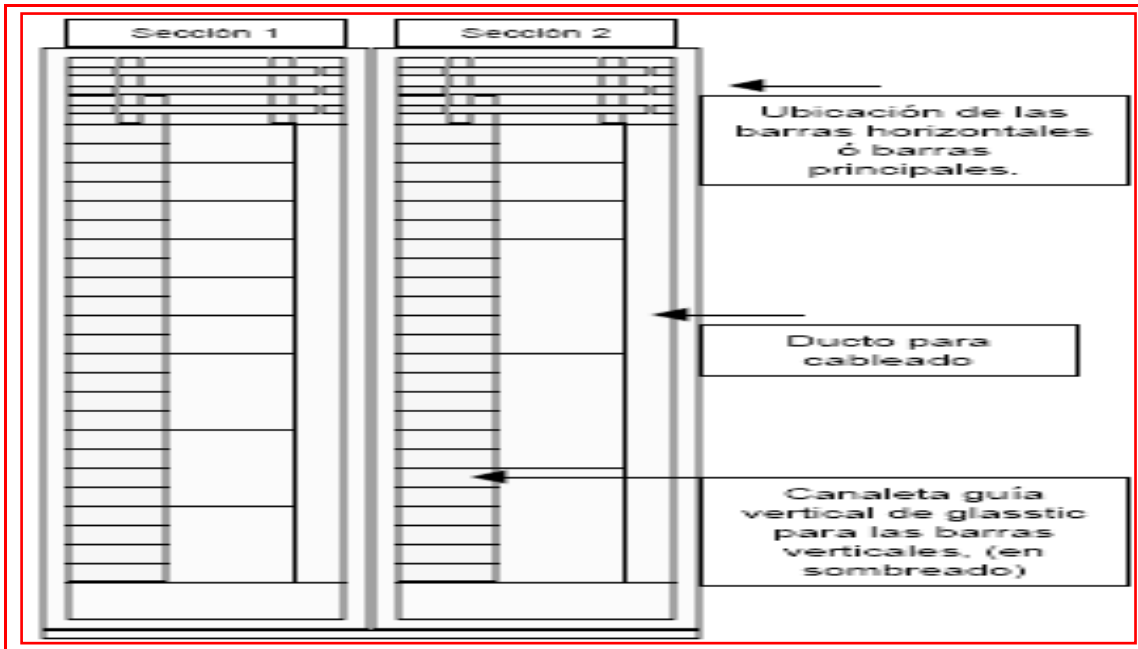
Estos pequeños aparatos son indispensables para el control magnético manual de los motores. Pueden clasificarse de una manera general por su función, su capacidad y su comodidad de manejo. Por su función son: contacto momentáneo y de contacto permanente. Por su capacidad hay de dos clases: para uso normal, hasta de 30 A y uso rudo hasta de 60 A. La **Tabla L.3.** Muestra la capacidad de los botones operadores manuales.

CAPACIDAD DE LOS BOTONES OPERADORES MANUALES					
Tipo	Volts (Máx.)	AMPERES			
		Continuos	Contacto Momentáneo	Apertura	
				CA	CC
Miniturizado	130	5	30	30	1.10
Uso Normal	130	10	30	30	1.10
	250	10	20	20	0.55
	480	10	7.5	7.5	0.20
Uso Rudo	130	10	60	60	2.20
	250	10	30	30	1.10
	480	10	15	15	0.40

Para el control de un motor, se usan dos botones, uno de arranque y otro de paro. Además debe haber dos protecciones: por sobrecarga y bajo voltaje.

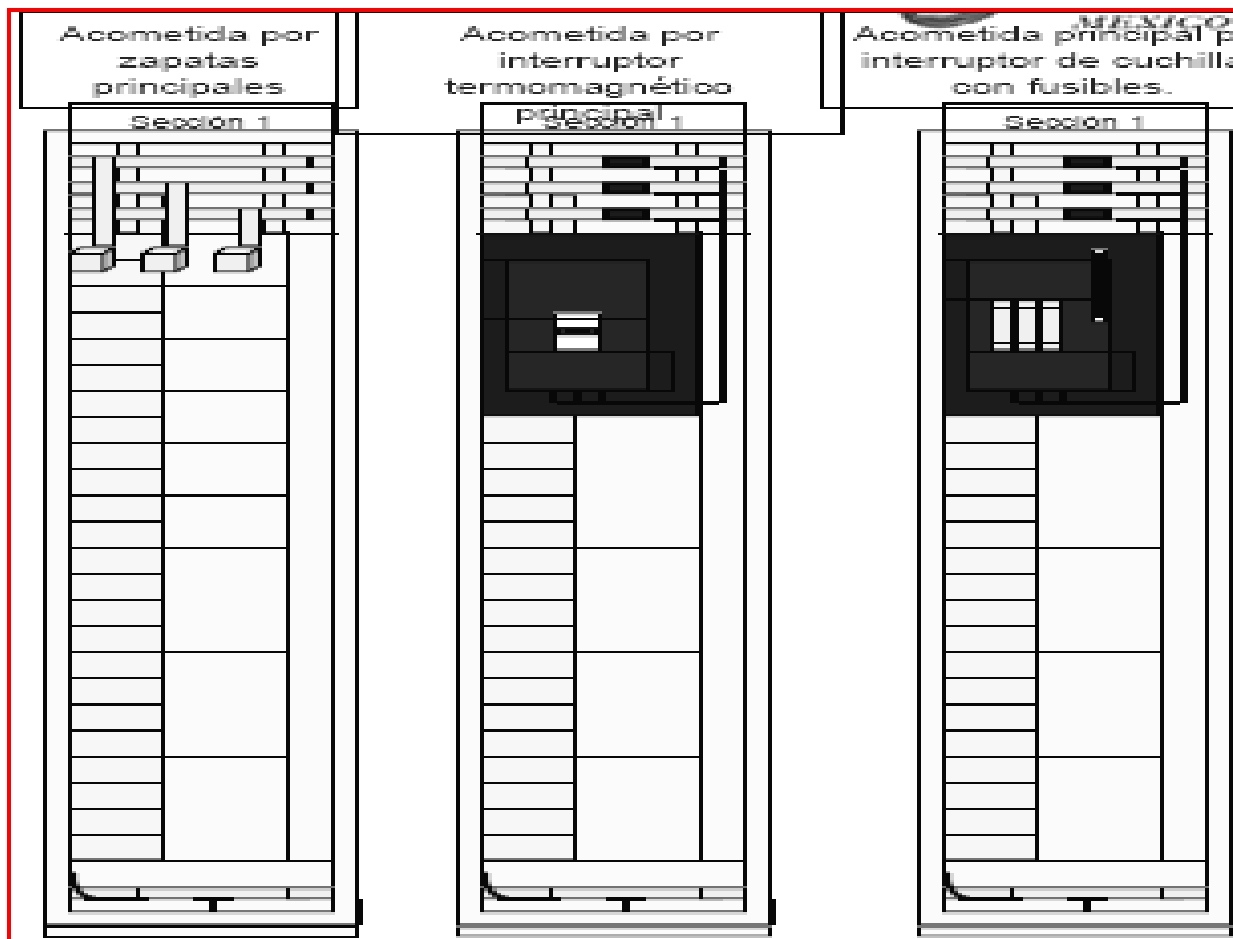
#### L.1.5. Barras principales (horizontales).

Actúan como un bus principal de alimentación con capacidad de expansión. Es fabricado como estándar en barras de 1/4" x 1 1/2" ó 2" en cobre electrolítico, estañado o como opción plateado.



### L.1.6. Acometida principal.

Es el medio por el cual se recibe la tensión de suministro y se protege a los componentes del tablero. Se tienen tres posibilidades de implementar la acometida principal: mediante zapatas, interruptor termomagnético, ó interruptor de fusibles. Cuando el interruptor principal es mayor a 600 A, este ocupará toda una sección completa para su instalación.



### L.1.7 Barras secundarias (verticales).

Funcionan como una extensión del bus principal, para hacer llegar la tensión de suministro a los equipos que se instalan en los cubículos del CCM. Son fabricadas como estándar en barras de 1/4" x 1" ó 2" en cobre electrolítico, estañado o como opción plateado.

### L.1.8. Barra de tierra (horizontal y vertical).

Permiten conectar el tablero, mediante zapatas, al sistema de tierras de la red eléctrica instalada. Son fabricadas como estándar en barras de 1/4" x 1" ó 2" en cobre electrolítico y estañado.

### L.1.9 Clasificación.

Se pueden especificar en **Clases** y **Tipos**.

Clases: Forma de interconexión de las unidades.

Tipos: Suministro y localización de las tablillas terminales.

## **Clases I y II.**

### **Clase I.**

Formado por unidades combinadas alimentadoras y otros arreglos, sin interconexiones entre ellas, por lo que no requiere ingeniería de control.

### **Clase II.**

Formado por unidades combinadas alimentadoras y otros arreglos que integran sistemas de control, con interconexiones entre unidades.

## **Tipos A, B, y C**

### **Tipo A.**

Sin tablillas terminales. El usuario conecta directamente a los aparatos de cada unidad.

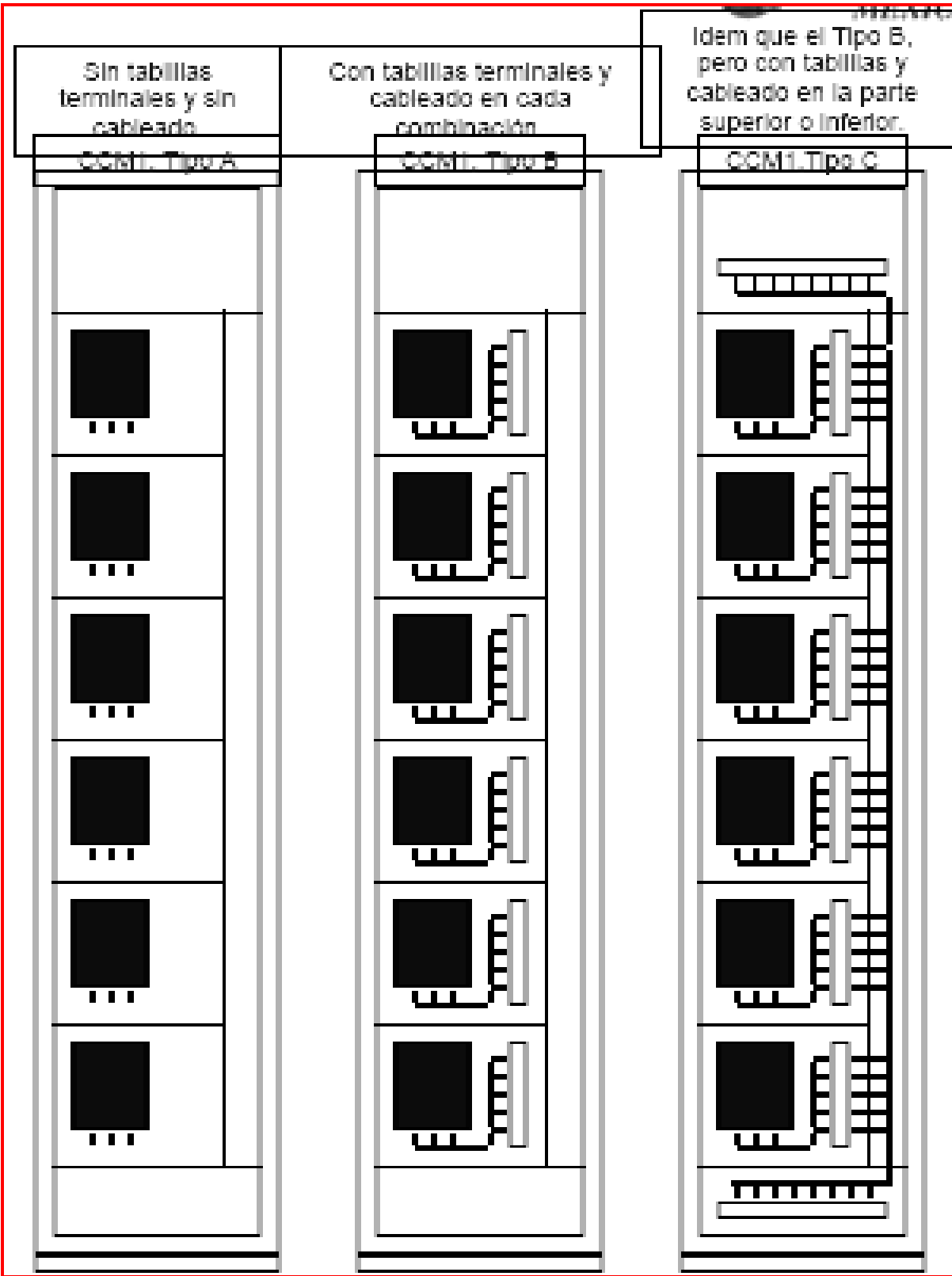
### **Tipo B.**

Con tablillas terminales por unidad para conexiones de control y conexiones de carga hasta un máximo de 100 A. El usuario conecta a las tablillas terminales de cada unidad, las cuales pueden estar en la parte móvil o fija de las mismas de acuerdo al tipo.

### **Tipo C.**

Igual que el Tipo B y adicionalmente tablillas maestras (por sección) para conexiones de control y conexiones de carga hasta un máximo de 100 A. El usuario conecta a las tablillas maestras de cada sección, las cuales pueden estar situadas en la parte superior o inferior de la misma.

Los CCM's se pueden fabricar en cualquier combinación, excepto Clase II Tipo A.





## L.2. Diseño del centro de Control de Motores.

Para diseñar el centro de control de motores, se debe tomar en consideración la siguiente información:

### L.2.1. Calculo de las componentes del alimentador.

El método de cálculo de las componentes del alimentador, es el mismo que se usa para calcular las componentes del circuito derivado de un motor.

a) La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador se calcula con 1.25 veces la corriente a plena carga del motor de mayor capacidad, mas la suma de las corrientes a plena carga de los motores restantes.

$$I_A = 1.25 I_{PCM.MAYOR} + \sum I_{PCOtrosmotores}$$
$$I_A = 1.25 \times 155 + 635.3 = 829 \text{ Amp}$$

Por lo tanto la barra horizontal (alimentador principal) para el CCM deberá poder transmitir la cantidad de 829 A.

b) El dispositivo de protección del alimentador, para protegerlo contra cortocircuito y fallas a tierra, se calcula agregando la suma de las cargas adicionales a la corriente máxima para el dispositivo de protección del motor contra cortocircuito o falla a tierra, que se obtiene de la tabla correspondiente para el motor mayor.

$$I = 483.6 + 508.2 = 991.8 \text{ Amp}$$

Este será el valor máximo de ajuste.

1. Elaborar una lista de los motores, cuyo control estará contenido en el CCM indicando para cada motor.

- Potencia en HP o KW.
- Voltaje de operación (V).
- Corriente nominal a plena carga (A).
- Forma de arranque, tensión plena (TC) o tensión reducida (TR)
- Si tiene movimiento reversible (R) o no reversible (NR)
- Control por botones en el mismo (BC) o fuera de el (BF)
- Piloto (P) o sin el (SP).

Motor	Descripción	HP	V	I(A)	I (A)	TP/TR	R/NR	BC/BF	P/SP
1	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 1	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
2	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 2	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
3	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 3	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
4	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 4	5	440	7.6	9.5	TC	NR	BC	P
5	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA INCLINADA	7.5	440	11	13.75	TC	NR	BC	P
6	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 1	30	440	40	50	TR	NR	BC	P
7	MOTOR DE SECADOR ROTATORIO 2	30	440	40	50	TR	NR	BC	P
8	MOTOR DE VENTILADOR	75	440	96	120	TR	NR	BC	P
9	MOTOR DE BANDA TRANSPORTADORA 5	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
10	MOTOR DE CANGILONES	7.5	440	11	13.75	TC	NR	BC	P
11	MOTOR DE BANDAS VIBRATORIAS	30	440	40	50	TR	NR	BC	P
12	MOTOR DE MEZCLADOR 1	100	440	124	155	TR	NR	BC	P
13	MOTOR DE MEZCLADOR 2	100	440	124	155	TR	NR	BC	P
14	MOTOR DE BOMBA DE ASFALTO	5	440	7.6	9.5	TC	NR	BC	P
15	MOTOR BOMBA DE ACEITE	5	440	7.6	9.5	TC	NR	BC	P
16	MOTOR DE COLECTOR DE POLVOS U HUMEDAD	40	440	52	65	TR	NR	BC	P
17	MOTOR QUEMADOR	30	440	40	50	TR	NR	BC	P
18	COMPRESOR DE AIRE	5	440	7.6	9.5	TC	NR	BC	P
19	MOTOR DEL VIBRADOR 1	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
20	MOTOR DEL VIBRADOR 2	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
21	MOTOR DEL VIBRADOR 3	2	440	3.4	4.25	TC	NR	BC	P
	<b>TOTAL</b>	<b>484</b>		<b>632.2</b>	<b>790.3</b>				

2. Elaborar un diagrama unifilar simplificado de las conexiones de los motores, indicando la información principal referente a cada uno.

- Tomando como referencia los tamaños normalizados (**Tabla**), para centros de control de motores, se puede hacer un arreglo preliminar de la disposición de sus componentes, de acuerdo con el diagrama unifilar y considerando ampliaciones futuras. Acomódense los interruptores generales, que normalmente quedan arriba a la izquierda donde se hace la acometida al CCM; después cada una de las combinaciones (interruptor-arrancador), procurando que las más pequeñas queden arriba y las más grandes abajo.

<b>Espacios Necesarios CCM</b>						
<i>Equipo</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Capacidades Máximas</i>		<i>Espacios Frontales</i>		
		<i>220 V</i>	<i>440 V</i>	<i>Ancho</i>	<i>Espacio</i>	<i>Alto</i>
Interruptor TM	-----x	100 A	100 A	55 cm.	1	32 cm.
	-----x	225 A	225 A	55 cm.	2	64 cm.
	-----x	400 A	400 A	55 cm.	2	64 cm.
	-----x	600 A	600 A	55 cm.	2	64 cm.
	-----x	800 A	800 A	55 cm.	2	64 cm.
	-----x	1000 A	1000 A	55 cm.	2	64 cm.
Combinación tensión completa arrancador interruptor	1	7 1/2 HP	10 HP	55 cm.	1	32 cm.
	2	15 HP	25 HP	55 cm.	1	32 cm.
	3	30 HP	50 HP	55 cm.	2	64 cm.
	4	50 HP	100 HP	55 cm.	3	96 cm.
	5 x	100 HP	200 HP	55 cm.	4	128 cm.
Combinación reversible arrancador interruptor	1	7 1/2 HP	10 HP	55 cm.	2	64 cm.
	2	15 HP	25 HP	55 cm.	3	96 cm.
	3	30 HP	50 HP	55 cm.	4	128 cm.
	4	50 HP	100 HP	55 cm.	4	128 cm.
	5 x	100 HP	200 HP	55 cm.	6	192 cm.
Combinación tensión reducida arrancador interruptor	2 x	15 HP	25 HP	55 cm.	4	128 cm.
	3 x	30 HP	50 HP	55 cm.	5	160 cm.
	4 x	50 HP	100 HP	55 cm.	6	192 cm.
	5 x	100 HP	200 HP	75 cm.	6	192 cm.

## **L.3 Hoja de especificaciones del Centro de Control de Motores (CCM)**

### **GUIA DE USO.**

#### **L.3.1.1. Alcance.**

Esta compañía proporcionar las especificaciones necesarias para el ensamblaje del interruptor para 1000v, con arranque de motores y interruptores de seguridad, incluyendo necesariamente buses eléctricos y todo el equipo es de tipo freno neumático, conveniente solo para uso en seco, en áreas no peligrosas. Los equipos son enchufables.

#### **L.3.1.2. Aplicaciones.**

Se proporcionan las especificaciones requeridas para y con motor de arranque e interruptores de seguridad, incluyendo necesariamente barras colectoras.

Esta especificación intenta ser usada en todas las instalaciones de la compañía IEC y en todas las zonas geográficas. Da los básicos requerimientos, reúne las necesidades filosóficas básicas de seguridad de las compañías, y asegurar razonablemente la calidad e integridad del equipo. En todas las regiones, el uso atenerse a ambos básicos requerimientos en esto o suministrar un gobierno local de códigos y estándares. Utilizando el mejor instrumento.

#### **L.3.1.3. Beneficios.**

El uso de esta guía para los MCC obtendrá suministrar los siguientes beneficios:

- Garantizar que el equipo cumpla con los básicos procedimientos básicos de seguridad de la compañía y su filosofía.
- Minimiza tiempos de entrega y esfuerzo de ingeniería para ambos lados y cuando el fabricante usado pre- aprobación o guía del fabricante.
- Minimiza costos debido a estandarizaciones.

#### **L.3.1.4. Principios.**

El principio central sobre el cual esta basada esta guía es en establecer especificaciones que necesitan calidad u resistencia para dirigir la industria, mientras mantenga los principios de seguridad de la compañía.

Siguiendo los mínimos requerimientos y reflexionando los principios básicos.

- Garantizar que las estructuras básicas y componentes puedan resistir a los esfuerzos mecánicos y eléctricos de rutina presentes en el ambiente industrial.
- Proporcionar para una “doble acción” antes que un individuo pueda contactar voltajes letales (como tal incluye puerta con interlocks, precauciones extras y barreras mínimas para voltajes expuestos no desenergizados para unidades desconectadas)

### **L.3.1.5. Obtenciones Prácticas.**

Estas especificaciones serán utilizadas para “pre-calificar” por el proveedor. Si un pedido es hecho en existencia sin un precio seguro desde un “pre-aprobación” o “guía” del proveedor, la orden necesita solo la referencia SE39B en las especificaciones y tener una copia completa de la lista de opciones de los MCC estandarizada.

### **L.3.1.6. Documentación requerida.**

En adición para la documentación estandarizada del paquete según CE, especial requerimientos también serán documentados. Aprobación de dibujos, material, listas de partes, serán obligatorias (ver adjunto lista de opciones de MCC)

## **L.3.2. Requerimientos.**

### **L.3.2. construcción general**

#### **L.3.2.1. Atributos.**

Centro de control de motores será pre-ensamblado por grupos de motores controlados y o alimentados con los siguientes atributos:

- Serán diseñados como unidades enchufables.
- Contienen una barra integrada.
- Esta completamente encerrada.
- Fácil instalación.
- Tiene compartimientos seccionables.
- Es conveniente para ampliaciones laterales y colocados una al lado de otra (o de espalda).

#### **L.3.2.1.2. Cumplimiento para directivas europeos.**

El MCC y todos sus componentes tendrán una marca CE. El MCC cumplirá con la EMC y las Directiva de Bajo Voltaje, para lo cual el vendedor tiene que proporcionar una declaración de conformidad. Cuando el comprador termina de solicitar los M, con la maquinaria y los MCC estos serán operados y accesibles por los operadores. El vendedor suministrara un IIA de declaración de conformidad de acuerdo con la directiva de la maquinaria CE.

#### **L.3.2.1.3. Temperatura.**

La temperatura ambiente del lugar donde el equipo será instalado es de 35° C por 24 horas en promedio con una máxima de 40° C. El montaje de los componentes de las unidades enchufables será de acuerdo a las instrucciones de montaje de estos componentes para evitar un calentamiento por disipación de calor interno, con respecto a la temperatura ambiente.

#### **L.3.2.1.4. Separación interna.**

La entrada principal, los compartimientos de las barras, los compartimientos del cableado y las unidades enchufables serán encerradas y esencialmente aisladas una del otro. La separación de los compartimientos será acordado por IEC 60439.1 forma 4. Las secciones verticales no tendrán salida

(por ventilación o cableado) con la superficie de el compartimiento de las barras o secciones adyacentes.

#### **L.3.2.1.5. Dispositivos de sujeción.**

Los dispositivos terminales de sujeción, los sujetadores que montan la barra, y todos los sujetadores del cableado en todas las partes del MCC, serán adecuados para que haya una continuidad de corriente en todas las partes.

#### **L.3.2.1.6. Soportes y alineamientos de las unidades enchufables.**

Un método de alineamiento para instalar unidades de arranque y conexiones para las fuentes de poder, es requerida que se suministre un medio en la estructura estacionaria para soportar y alinear las unidades enchufables durante su eliminación o reemplazamiento, esto hará físicamente imposible ocasionar una falla debido a un desalineamiento durante la instalación.

#### **L.3.2.1.7. Mantenimiento.**

Los buses (horizontal y vertical) estarán libres de mantenimiento por el tiempo de vida del MCC. El diseño de las otras partes del MCC apunta a un mínimo mantenimiento durante el tiempo de vida del MCC. Reparar o reemplazar todas las partes eléctricas (incluye buses y soportes) será posible cuando el centro de control de motores este instalado contra el muro o espalda – contra espalda (acceso solo de frente). El cambio rápido no excederá las 4 horas de un defecto de la sección vertical del MCC en caso de daños eléctricos.

#### **L.3.2.1.8. Protección de partes energizadas.**

Las partes vivas estarán inherentemente inaccesibles, cuando las unidades enchufables son extraídas. La barrera proporcionara para separar el compartimiento del bus desde el espacio del cable, la parte superior, inferior, y los lados de cada sección. Cada barrera será adecuada para prevenir accidentes por contacto y comunicación restringida de una unidad enchufables originando un arco en el compartimiento del bus o unidades enchufables adyacentes. Algunas cubiertas de protección de partes vivas extraíbles estarán etiquetadas con la etiqueta de “peligro”.

#### **L.3.2.1.9. Secuencia de fase u espacio.**

La secuencia de fase para un bus, terminales y componentes era”L1, L2, L3, NEUTRO”  
De izquierda a derecha, de arriba hacia a bajo, de adelante hacia atrás, enfrente del MCC.  
El espacio entre las fases y fase a tierra no será menor a 10mm.

#### **L.3.2.1.10. Contener arqueo.**

Para proporcionar pruebas al personal de seguridad, el MCC se han hechos pruebas bajo condiciones internas de arqueo por fallas de acuerdo a IEC 61641 arriba del valor de 50kA de corriente de arqueo a en 300ms 690v. Basado sobre un arqueo incondicional libre. Un arqueo golpeará sobre el suministro del lado de los fusibles o circuito interruptor en cada uno de los compartimientos. Sin tener en cuenta el nivel de aislamiento.

El siguiente criterio tiene que ser considerado como mínimo para la protección:

- Las puertas y cubiertas aseguradas correctamente no se abren.
- Partes, puede causar peligro al no desprenderse.
- El arqueo no puede causar orificios en el exterior del gabinete.
- El arreglo vertical de los indicadores no puede encenderse
- El circuito protector del conductor (sistema a tierra) para las partes tangibles del gabinete debe ser eficaz.
- La unidad enchufable en el cual ocurrió un arqueo, de ser todavía retractable sin desenergizar el sistema del bus.
- Un arqueo en una unidad enchufable no viajara al sistema del bus, ni a unidades adyacentes o al compartimiento del cable.
- Un arqueo en el sistema de bus ni viajara a la unidad enchufable.

Los indicadores horizontales y verticales son colocados a 10mm de frente del MCC. El indicador horizontal esta incluido en la prueba y no puede encenderse. El peso de la máquina usado en los indicadores tiene que ser de 40 gram /m<sup>2</sup> .Las puertas del compartimiento del cable permanecerán abiertas y el indicador tiene que ser puesto verticalmente desde la parte superior a la inferior a lo largo con las conexiones de la terminales a una distancia cero de el cubículo de la pared.

#### **L.3.2.1.11. Sistema de tierra.**

El sistema de tierra en un MCC estará separado el neutro de la tierra (tierra física).

#### **L.3.2.1.12. Tipos de sobrevoltaje.**

El MCC, las estructuras y todos los componentes usados, están a prueba para soportar 8KV impulso de sobrevoltaje.

### **L.3.2.2. Estructura.**

#### **L.3.2.2.1. Estructura libre de alabeo.**

La estructura permanecerá libre sobre un plano horizontal, el ensamble estará libre de influir en la operación por un plano alabeado

#### **L.3.2.2.2. Disposición para adición de futuras secciones.**

Disposiciones, incluyendo extensiones para bus, se fabricara para futuras adiciones estructuras en ambos extremos. El acceso para empalmarlos será a través de placa(s) extraíbles sin interferir con los cables o en la entrada del conducto del cable en el conduit.

#### **L.3.2.2.3. Base de la cubierta.**

La base de la cubierta para soportar el MCC por requerimiento en la lista de opciones del MCC y atornillar la estructura para el MCC. La cubierta será de 100mm de alto.

### **L.2.3. Puertas y cubiertas.**

#### **L.3.2.3.1. Cumplimiento de las especificaciones estándar.**

Los requerimientos de las puertas y cubiertas se encontrarán en el IEC 60439-1, y serán fabricadas para suministrar rigidez para la operación del interruptor y cierre del pestillo. Así como resistencia para una falla por arco.

#### **L.3.2.3.2. Interlocks de las puertas y palancas.**

Para las especificaciones del interlocks de las puertas y operación de la palanca, referirse a la sección. 5.7 y 5.8.respectivamente.

#### **L.3.2.4. Compartimiento del cable.**

##### **L.3.2.4.1. Tamaño.**

El compartimiento será del tamaño adecuado para acomodar cables salientes pero, en todo caso será un mínimo de 300mm de ancho y 300mm de profundo.

##### **L.3.2.4.2. Acceso al compartimiento del cable.**

Acceso al compartimiento de los cables será posible destapando el compartimiento y sacando las unidades enchufables.

##### **L.3.2.4.3. Conexión de terminales y cable.**

Las conexiones de los cables y las terminales serán IP2X para prevenir contacto accidental con algún componente de la línea

##### **L.3.2.4.4. Unidades adicionales no permitidas.**

En la sección vertical, donde el interruptor principal o las unidades enchufables grandes son instalados sin compartimiento de cable, la instalación de unidades enchufables pequeñas en las mismas secciones verticales no es permitida.

##### **L.3.2.4.5. Entrada de cables y alambres.**

Los cables o alambres pueden entrar desde la parte superior o inferior.

##### **L.3.2.4.6. Cubierta.**

La cubierta superior del compartimiento del cable estará separada del resto de la cubierta inferior para facilitar el removimiento para ser taladrado para la entrada del conduit, abrazaderas del cable y otros accesos.

##### **L.3.2.4.7. Conexión de la placa cable gland.**



Cable gland será solidamente conectado a el bus principal de tierra cuando los cables de entrada estén aterrizados a través del cable gland (solamente U: K) el espesor de la placa gland será de 3 mm mínimo.

#### **L.3.2.4.8. Fijación.**

El compartimiento debe acomodarse para fijar los cables salientes. (Cables de control, así como cables del motor) sobre una barra horizontal en U.

#### **L.3.2.4.9. Requisitos de la prueba de arqueo.**

Ver sección 2.1.10

#### **L.3.2.5. Pintura.**

El acabado será estándar para los vendedores.

#### **L.3.2.6. Tratamiento del filo metálico.**

El filo metálico en las estructuras, en el compartimiento del cable y dentro de las unidades enchufables, es tratado para prevenir alguna lesión al personal o daño a los alambres. Todos los filos metálicos estarán libre de filos puntiagudos o protegidos por una pintura sólida (capa) o una tira de plástico en el filo.

### **L.3. BARRAS.**

#### **L.3.3.1. Barra horizontal.**

La barra principal serán 4 polos y sus capacidades serán 1000amperes. Si se requiere mayor capacidad, esta será especificada en las Listas de opciones del MCC (ver adjunto lista de opciones MCC. Item3.1). La barra principal será aislada con pintura epóxica y resistirá 3KV a prueba de voltaje.

#### **L.3.3.2. Barra vertical**

La barra vertical será de 4 polos y serán de una capacidad cuyas dimensiones sean capaces de soportar la magnitud máxima de amperaje conectado en cada sección vertical. La barra principal será aislada con pintura epóxica y resistirá 3KV a prueba de voltaje.

#### **L.3.3.3. Barra de tierra.**

El MCC esta diseñado y construido para asegurar adecuadamente las unidades individuales a tierra.

#### **L.3.3.3.1. Barra horizontal de tierra**

Una barra horizontal de tierra estará garantizando ininterrumpidamente a través de cada sección vertical.

#### **L.3.3.3.2. Barra vertical de tierra.**

Una barra vertical desnuda de cobre para tierra estará suministrada en el compartimiento del cable de cada sección vertical es decir esta equipado para las unidades enchufables. Esta barra será conectada a la barra horizontal de tierra en cada sección y adecuada al tamaño para la capacidad del CCM.

#### **L.3.3.4. Blindaje.**

EL blindaje será estándar.

#### **L.3.3.5. Material de la barra.**

Todas las barras de los buses serán de cobre.

#### **L.3.3.6. Capacidad de corriente de falla.**

Todas las barras se reforzaran adecuadamente para soportar una corriente de falla máxima de 100kA y 50kA para un segundo a menos de que se especifique lo contrario.

#### **L.3.3.7. Espacio de la barra y aislamiento.**

El espacio de la barra del bus y las chapas, ambos el horizontal y el vertical, no será menor que el especificado en el IEC.

#### **L.3.3.8. Shutters.**

Los shutters estarán provistos sobre la conexión de toda la barra vertical. El shutters será de una construcción rígida para limitar el recorrido de los arcos y la entrada de gases calientes en los compartimientos adyacentes.

### **L.3.4. Líneas principales y de carga, interruptor principal y cableado.**

#### **L.3.4.1. Conexiones de la línea de entrada.**

El suministro será hecho para conectar la línea de entrada desde encima o debajo para dispositivo de desconexión principal usando zapatas tipo compresión como se identifica en las opciones de lista del MCC.

La fijación de estos cables estarán sobre las barras horizontales en U El enchufe del accesorio para la zapata será adecuado para soportar, sin distorsión la visibilidad, sin imponer alguna fuerza sobre la entrada de los cables. Las zapatas son de doble salida. En la sección de entrada, el suficiente espacio

será proporcionado para separar adecuadamente los conductores individuales de una fase de la parte para la terminación en las terminales de entrada.

### **L.3.4.2. desconexión de dispositivos de entrada principal.**

La desconexión de dispositivos de entrada principal será por un interruptor automático de potencia o un tipo de interruptor desconectador de carga para soportar un posible arqueo por falla.

#### **L.3.4.2.1. Interruptor de entrada principal**

Un interruptor de entrada principal será conformado con las capacidades de la sección 8. Esto es, en todos los tamaños será conectado solidamente en las terminales de la carga y será 4 polos. Toda operación será a puerta cerrada.

#### **L.3.4.2.2. Entrada principal del interruptor automático.**

La entrada principal de un interruptor automático de acuerdo a las capacidades de la sección 10. Toda operación es a puerta cerrada. Los shutters serán suministrados al conector de la barra.

### **L.3.5. Tipos de unidades enchufables.**

#### **L.3.5.1.1. Montaje de unidades de arranque de motores.**

Las unidades de arranque de motores consiste en:

- Un interruptor automático de fusible de potencia según con la sección 8 o un interruptor desconectador de acuerdo con la sección 8, integrado con fusibles de acuerdo con la sección 9. los fusibles son para desenergizar cuando el interruptor este en la posición OFF. Si en los dato de la placa especifica un interruptor automático de acuerdo a la sección 10 puede reemplazarse el interruptor y los fusibles.
- Un contacto de acuerdo a la sección 11.
- Un relevador de sobrecorriente térmico de acuerdo a la sección 12.

La unidad es de 3 polos. El neutro puede ser usado para el circuito de control de potencia. Los tipos de arrancadores son DOL de 0.04KW a 160KW, inverso de 0.06kw a 2.2 Kw., 2 velocidades de 0.75kw a 22 Kw. y arrancadores estrella – delta de 30 Kw. a 160kw.

#### **L.3.5.1.2. Montaje de unidades alimentadoras.**

Las unidades alimentadoras consisten en un interruptor desconectador de acuerdo con la sección 8. Integrado con fusibles de acuerdo con la sección 9. Los fusibles están desergenzados cuando el interruptor esta en la posición de OFF. Si la lamina de datos especifica un interruptor automático de acuerdo a la sección7. Pueden remplazarse el interruptor y los fusibles. Las unidades 4 – postes están dentro o fuera, pero si no esta el neutro, el interruptor ni los fusibles. El rango del alimentador puede ser de 2A a 400A

### **L.3.5.1.3. Control de alimentación**

El control de alimentación consiste en:

- Un interruptor desconector de acuerdo a la sección 8. integrado con fusibles de acuerdo con la sección 9. Los fusibles son de energizar con el interruptor en la posición OFF. Si la hoja de datos de las especificaciones del circuito interruptor de acuerdo a la sección 10 puede ser reemplazada por un interruptor y fusibles.
- Un contactor de acuerdo a la sección 11. La unidad es de 4 polos dentro y fuera, pero el neutro no es un interruptor ni fusible. El neutro puede ser usado para energizar el circuito de control. Control de alimentación tiene un rango de 2A a 250 A.

### **L.3.5.2. Detalle de las unidades enchufables.**

Las unidades enchufables estarán fabricadas para proporcionar rigidez para insertar y extraer las unidades así como contener fallas por arco. No sucederá peligro para las unidades ni los contactores si las unidades son accidentalmente insertadas erróneamente.

### **L.3.5.3. Temperatura.**

Todo aislamiento (incluyendo la que esta sobre el cable) y todos los componentes en las unidades será seleccionado para temperatura ambiente de operación en el cuarto a 35° C y no exceder la relación máxima de la temperatura de operación de estos componentes de este tipo de aislamiento.

### **L.3.5.4. Cableado.**

Todo el cableado será negro.

### **L.3.5.5 Conexiones y terminaciones.**

#### **L.3.5.5.1. Conexión stab-in.**

La construcción asegurara el contacto mecánico y eléctrico para el bus de tierra para toda carga y condiciones de fallas clasificadas, dentro del grado de la falla del dispositivo protector aplicable. Los contactos serán construidos para engranar adecuadamente en el bus de tierra y en algunas condiciones posibles de inserción dentro de la unidad enchufable. La separación de las piezas energizadas del montaje del contacto estará de acuerdo.

#### **L.3.5.5.2. Conexión a tierra.**

Las unidades enchufables estarán separadas y propiamente aterrizadas a tierra para asegurarlas adecuadamente, seguro de equipo a tierra de acuerdo a IEC 60439-1.

#### **L.3.5.5.3. Carga y cableado del control.**

Carga y control de cableado de algunas unidades para salir al compartimiento del cable será extraído sin desenergizar las unidades adyacentes en la parte superior o inferior. El cableado de control externo

será conectado a la unidad enchufable a través de un bloque e terminales de multi-enchufables. Cada bloque de terminales será capaz de aceptar un mínimo de 2 cables.

### **L.3.5.6 Instalación y extraer.**

#### **L.3.5.6.1. Cambio de unidades enchufables.**

Cuando se cambie las unidades enchufables el personal no estará expuesto a las partes energizadas, con la ayuda de un shutter para cubrir todas las aberturas del bus vertical cuando se quita una unidad enchufable.

Cuando una unidad a sido insertada, el shutter permitirá que el aislamiento del contacto. Los plugs tipo push para la cubierta aislada del contacto de apertura no será aceptada, en la inserción de alguna unidad enchufable, la conexión efectiva a tierra será hecha antes de una conexión viva.

#### **L.3.5.6.2. Carga y control del alambrado.**

El cableado de control o carga desde alguna unidad enchufable, el compartimiento será removido cuando se haya desenergizado unidades adyacentes.

#### **L.3.5.6.3. Ciclos de operación.**

Las unidades enchufables soportará por lo menos 1000 ciclos mecánicos de conexión / desconexión bajo condiciones de servicio completas.

### **L.3.5.7. Dispositivos de seguridad.**

Cada puerta de las unidad enchufable tendría un dispositivo de seguridad mecánicamente que no pueda abrirse a menos que la manija que opera la desconexión sea movida en la posición de OFF.

Cada unidad enchufable será equipada con un dispositivo de seguridad mecánico que asegurará lo siguiente.

- Una unidad aislada con un fusible desconectador (o interruptor automático) en la posición de “on” (cierre) no puede ser insertada dentro de la estructura vertical y hacer contacto con el bus vertical.
- Las unidades enchufables en la posición de insertar no puede aislarse de la palanca de operación en la posición “on” (cerrado)
- Cuando una unidad enchufable es desconectada está siendo bloqueada-off. ésto no es posible para reemplazar la unidad enchufable con otra unidad que pueda encenderse o crear condiciones inseguras.
- Una unidad enchufable está siendo bloqueada-off no puede extraerse de la estructura del MCC.

### **L.3.5.8. Operación de desconexión de la palanca.**

#### **L.3.5.8.1 Indicador de la palanca.**

La operación de la palanca será claramente indicado si esta en la posición de abierto o desconectado con “on” o “off”, donde los interruptores son usados como una desconexión,

### **L.3.5.8.2 Capacidad de bloqueo de la palanca**

El medio confiable y seguro estará proporcionado para bloquear la unidad desconectadota enchufable operando la palanca en la posición de “off” con un mínimo de 3 padlock estándares, cualquiera que prevenga la operación de la palanca. Esto será posible colocar los bloqueos solo después del mecanismo del interruptor haya operado adecuadamente.

### **L.3.5.8.3. Ajuste de bloqueo.**

La palanca de mando de la desconexión de la unidad enchufable, puertas con interlock, y mecanismo de bloqueo, será arreglado, de modo que el medio de ajuste de la desconexión será imposible mientras una o más bloques estén instalados. Esto es permisible para una puerta del compartimiento que sea suficientemente capaz de abrirse de modo que el bloqueo este instalado mientras siga siendo imposible para operar el dispositivo de desconexión.

### **L.3.5.8.4 Cierre de puerta.**

Esto será posible para cerrar la puerta de la unidad enchufable si la palanca demando del interruptor desconectador esta en posición “on” o “off”. Sin embargo, No será posible cerrar la puerta cuando la palanca este en una posición que no corresponde a la posición del mango para la operación de la desconexión.

### **L.3.5.8.5 unidades reemplazables.**

Cuando una unidad enchufable es desconectada existe un locked-off, esto no hará posible el reemplazo de esta unidad con otra unidad enchufable ya que puede interrumpir la conexión y crear condiciones peligrosas.

## **L.3.6. Circuito de control.**

### **L.3.6.1. Nivel de voltaje.**

El nivel del voltaje del circuito de control será como especifica la Lista de Opciones del MCC.

### **L.3.6.2. Circuito de control de potencia.**

#### **L.3.6.2.1 Potencia.**

El circuito de control de potencia estará enlazado o centralizado como especifica sobre la lista de opciones del MCC.

#### **L.3.6.2.2. Potencia enlazada.**

El circuito de control de una unidad enchufable es energizada por conexión al neutro o por un transformador de control o por suministro de energía en DC. Las dos, la conexión de la fase, así como el transformador, estarán adentro de la unidad enchufable.

### **L.3.6.2.3. Potencia centralizada.**

Control de circuito de potencia centralizado puede ser usado por más unidades enchufables. Por conexión de fase a neutro o por un transformador de control o por un suministro de potencia central de potencia en DC. Todo estará sobre una locación central en la estructura del MCC.

### **L.3.6.3. El transformador del circuito de control.**

El transformador del circuito de control será de tipo de aislado, de tipo continuo, será de tamaño de manufactura estándar a menos que se especifique lo contrario en la orden individual. En la lista de opciones del MCC, ítem. 6.3 indicadas las necesidades del transformador. El transformador de control tendrá una terminal de bajo- voltaje puesto a tierra en la unidad de la montura., a menos que se especifique lo contrario. Todos los terminales de componente primarios sin toma a tierra estarán cortocircuitados o protegidos por un pequeño circuito automático. Las terminales secundarias estarán cortocircuitadas al secundario del transformador de corriente.

### **L.3.6.4. Circuito de protección.**

#### **L.3.6.4.1. Clasificación de fusibles.**

La clasificación del cortocircuito del MCB, fusibles y portafusibles control de circuitos interruptores será de acuerdo con la sección 3.6

#### **L.3.6.4.2. Coordinación.**

La protección de una unidad central de potencia será tal que una falla en una de las unidades enchufable no resulte en cierre de otras unidades enchufables.

## **L.3.7. CONTROL**

### **L.3.7.1. Tipos de control.**

Son tres opciones para el control de los MCC, control a distancia convencional, control local o control de comunicación electrónico. Las opciones se determinan por la manera de comunicación del CCR. El tipo de control será especificado en las Listas de opciones del MCC (ver adjunto lista de opciones MCC. Item7.1).

### **L.3.7.2. Control remoto convencional.**

Las unidades del MCC consisten en separar los componentes como CB o fusibles, contactos, control de relevadores, unidades de protección, etc. Estos componentes necesitan control multi-centrales de cableado para el CCR, con separación central por cada función de control como son ON, OFF, TRIP, RUN STANBY, etc.

### **L.3.7.3. Control local convencional.**

El MCC es arreglado como en el punto 7.2, pero el control es por pushbuttons, indicadores de luz y amperímetros como se especifica en el frente de cada unidad. Las lámparas estarán agrupadas o LED'S de alta intensidad.

#### **L.3.7.4. Control de comunicación electrónica con el bus.**

Las unidades del MCC consiste en limitar el número de componentes como CB o fusibles, contactor y control / unidades de protección. El control / unidad de protección tienen un bus de comunicación para el CCR para control de todas las funciones y condiciones de operación. El bus de comunicación es de seguridad AS-I categoría de clase 4 de acuerdo a EN 954-1

#### **L.3.8. Interruptor desconectador de la ruptura de carga.**

##### **L.3.8.1. Características requeridas.**

###### **L.3.8.1.1. Construcción del interruptor.**

La construcción del interruptor será el adecuado para resistir servicio continuo, con capacidad interruptiva completa de rotor-bloqueado., de acuerdo con IEC.

###### **L.3.8.1.2. Capacidad del interruptor.**

El interruptor tendrá la capacidad de llevar, sin requerimientos para servicio, la energía de falla y térmica requerida para operar y liberar al fusible de la corriente-limitadora de el máximo valor de las unidades enchufables. Como se muestra en las de las curvas de protección del IEC.

###### **L.3.8.1.3. Desconectar el interlock.**

La desconexión será imposible cerrarse, excepto por vencer el interlock, cuando el compartimiento de enfrente de la unidad enchufable este abierta.

###### **L.3.8.1.4. Inaccesibilidad de las terminales / contactos.**

La línea terminal del interruptor desconectador y la línea que contacta los elementos de el interruptor será inaccesible para tocarse excepto por extraer un aislador.

###### **L.3.8.1.5. Desconectar la apertura del contacto del interruptor del cierre.**

Para Desconectar los contactos del interruptor será obligatorio abrirlos en la posición OFF. Todo cierre de interruptores será de acuerdo con IEC

###### **L.3.8.1.6 Ciclos de operación.**

El interruptor, incluyendo operación del equipo soportará por lo menos 2000 interrupciones ON /OFF



## **L.3.9. Portafusibles y fusibles.**

### **L.3.9.1. Capacidad de corriente.**

El portafusible tendrá momentáneamente la capacidad de corriente en exceso del posible corto circuito tanto como permita el fusible.

### **L.3.9.2. Especificación del fusible.**

Los portafusibles y fusibles serán de acuerdo a OEC 60269-1, tipo cuchilla o BS88 con spot GE Rojo fusibles tipo para UK. Los fusibles tienen características G de acuerdo a IEC 60269-1. Los fusibles tipo cuchilla serán proporcionados con una placa metálica aislada removible y un indicador sobre el aislamiento. El tipo de fusible produce bajas pérdidas.

### **L.3.9.3. Portafusibles.**

La presión del resorte del portafusibles será ejercida por un resorte auxiliar, en el cual no llevará corriente y estará hecho de un material donde la temperatura no afectara al encontrarse una falla debido a la operación o en la operación normal de carga total.

## **L.3.10. Interruptores automáticos.**

### **L.3.10.1 Clasificación de interruptores automáticos.**

Si el tipo de combinación para de los arrancadores es de interruptor automático o unidades desconectadas bifurcadas(o ambas), serán especificadas cada dispositivo, o donde la combinación de los dispositivos sea aplicable. Será clasificado la interrupción de máxima falla de corriente En otro sitio en estas especificaciones (ver sección 3.6) los interruptores automáticos serán de acuerdo a IEC60

### **L.3.10.2. Operación manual del interruptor.**

Esta no será posible de cerrar el interruptor manualmente en operación accidentalmente cuando la cubierta del compartimiento este abierta.

### **L.3.10.3. Terminales.**

Las terminales estarán guardadas por una conveniente barrera, para prevenir arcos eléctricos o contactos accidentales con dedos o herramientas durante su mantenimiento, ver también 3.8.

### **L.3.10.4. Sujetadores internos de ensamblaje.**

La puesta de los sujetadores internos de ensamblaje serán especificados por los dispositivos de manufactura (tuercas, tornillos, etc.)

### **L.3.10.5. Sujetadores internos de ensamblaje.**

El Interruptor, incluyendo equipo de operación resistirá menos de 2000 eventos interruptor on/ interruptor off.

### **L.3.11. Contactores.**

#### **L.3.11.1 Partes resistentes a la corrosión.**

La construcción general de los materiales estará asegurada de la corrosión.

La construcción general de materiales será resistente a la corrosión de todas las partes por debajo de la contaminación atmosférica apacible

#### **L.3.11.2. Contactores auto- limpieza.**

La operación será tal que los contactores estarán guardados de la contaminación atmosférica.

#### **L.3.11.3. Fácil ensamble / desamble.**

El ensamble y desamble de los contactores movibles o fijos, será razonablemente fácil y no requiere de herramienta especial

#### **L.3.11.4. contactores aprobados por la IEC.**

Los contadores serán seleccionados e instalados de acuerdo a la guía del IEC y estará proporcionado con terminales de tornillo para los contactores principales así como los contactores auxiliares.

#### **L.3.11.5. Tamaño y espacio de los contactores.**

El tamaño del contactor dependerá del tipo de operación, lo cual incluye arrancadores para motores jaula de ardilla interruptores de apagado de motores mientras esta corriendo. El tamaño mínimo del contactor será de AC3 + 15% AC4 por 300K de operación arriba de 110KW. Arriba de 11 KW el tamaño será de ac3+155 AC4 por 10k de operación. El espacio del contactor sobrepasara 6mm por debajo de 63A y 8mm por encima de 63A, para asegurar un espacio seguro de contacto. Para protección del personal. Para operación reversible o estrella – delta, el intelocking eléctrico y mecánico de los contactores será proporcionado (referencia IEC60947)

#### **L.3.11.6 Coordinación de fusibles, contactores y relevadores.**

La coordinación de la combinación de fusibles, circuitos interruptores, contactores, relevadores de sobrecorriente térmico será diseñada conociendo los requerimientos de IEC60947-4-1 tipo2.

## **L.3.12. relevador de sobrecorriente**

### **L.3.12.1. Relevador tipo “convencional”.**

A menos que se especifique lo contrario el relevador de sobrecorriente estándar será un dispositivo de disparo bimetalico. Para más aplicaciones criticas, las protecciones de sobrecorrientes tendrán que ser electrónicos. Basado sobre programa en un modelo de motor con corriente de fase a la entrada. El uso de un sensor de temperatura como el termistor, podría ser una opción, dependiendo de las especificaciones del motor y puede ser requerida para EX motors, todas las unidades de protección serán ajustables para 3-polos. Y un compensador de temperatura ambiente, con protección a fallas de fase. Todos los relevadores térmicos serán adecuadamente certificados por protección de Ex (e) motor.

### **L.3.12.2. Reajuste manual del relevador de sobrecorriente.**

El relevador de sobrecorriente será equipado para que pueda ser reajustado manualmente, el reajuste manual puede ser completado con la puerta cerrada.

### **L.3.12.3. Fijar corriente.**

Para fijar los elementos de sobrecorriente, normalmente se indican en la operación de corriente del motor.

### **L.3.12.4. Tiempo de arranque.**

Los elementos de sobrecorriente estándar serán convenientes para tiempos de arranque de aproximadamente 3 segundos en 5 períodos de la corriente de carga total.

El diseño especial de un arranque largo, usando un relevador de protección electrónica, será disponible para arranque de en tiempos de 20 segundos en 7 períodos de la corriente de carga total.

### **L.3.12.5. protección contra choque y aislamiento.**

Presionar el botón de reajuste de sobrecorriente sobre la cubierta de la unidad enchufable. No abierto el circuito de control. La parte accesible para tocar el reset de salto de los elementos de sobrecorriente calientes, no estarán expuestas al operador para un choque eléctrico. Algunos aislamientos eléctricos usados serán mecánicamente adecuados para resistir la instalación y la operación. El mecanismo por el cual el reset de sobrecorriente actuara será incapaz de iniciar una falla de fase –a tierra a través de deformaciones, torceduras, incorrecto ensamblaje, rotura u otros medios similares.

## **L.3.13. Control / unidades de protección.**

Control / unidades de protección tendrán las siguientes funciones.

- Protección de sobrecorrientes térmico puesto sobre el motor.
- Protección de temperatura por termistor.
- Protección contra fallas a tierra residual.
- Control ON/OFF.

- Protección contra fallas de fase.

### **L.3.14. Rearranque automático de motores.**

Una facilidad de recomenzar automáticamente será proporcionada para recomenzar el motor después de que el voltaje se baje hasta 3s.

### **L.3.15. Espacio para la calefacción.**

La ventilación esta especificada en la Lista de Opciones del MCC. Los siguientes requerimientos se aplicaran (ver adjunto Lista de Opciones del MCC, artículo 15)

La ventilación será de 27 watts por metro cuadrado (2.5 watts por pie cuadrado) de la superficie exterior del centro de control (no incluye cara interna), será ubicado en el fondo de la parte trasera de cada sección vertical.

### **L.3.16. Envió y marca.**

#### **L.3.16.1. Identificación.**

El vendedor identificará cada envió con la siguiente información:

- Proyecto número.
- Número de orden.
- Item número.
- Número de CCM.
- Sitio.
- Número EN.

#### **L.3.16.2 Preparación.**

Cada flota de ensamblaje estará montada sobre una conveniente rampa rígida de descarga para manejarla con una grúa o montacargas y protegido a corto- plazo por una envoltura impermeable

#### **L.3.16.3. Placa.**

El MCC estará provisto con una placa grabada montada encima en la entrada del interruptor. La placa estará hecha de material laminado blanco teniendo el grabado con letras negras. La placa llevara la siguiente información:

- Número del MCC.
- Número del FAA.
- Número de proyecto.
- Número de pedido.
- Número de regencia del vendedor.

Las dimensiones de la placa serán especificadas de acuerdo a la Lista de opciones del MCC. El montaje de la placa utilizará remaches de plástico. Una unidad de placa será suministrada para el vendedor con la siguiente información por compartimento:

- Descripción de carga.

➤ Número del artículo fabricado.

## APENDICE M: SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACION ELECTRICA Y SU ESPECIFICACION.

### M.1.Subestaciones Unitarias Compactas.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías ministradoras de energía proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instaladas forman un solo conjunto. Cada sección o parte cumple una función; mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

**ACOMETIDA.** Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía, se hace la medición del consumo.

**VERIFICACIÓN DE MEDIDORES.** Es la sección que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la compañía suministradora. La sección de verificación cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan previamente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

**INTERRUPTORES.** Esta sección tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir, ya sea manual o automáticamente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser voluntaria para ampliaciones, reparaciones o en accidentes, o bien puede ser automática por sobrecargas o cortos circuitos que pueden ser dañinos para los transformadores y el resto del equipo.

**DESCONECTADORES.** Los desconectadores, son para abrir un circuito, con fines de separarlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecarga ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con carga, por eso, antes de abrir un desconectador, hay que quitar la carga.

**FUSIBLES.** Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecarga, se usan los fusibles.

**ESPACIOS LIBRES.** Estos son gabinetes vacíos o que en algunas ocasiones se dejan instaladas las barras alimentadoras. Se usan, cuando dos o más transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en futuro se desee montar.

**TRANSFORMADORES.** Como su nombre lo indica es la sección donde se convierte la energía suministrada en alta tensión a baja tensión por medio del uso de un transformador, utilizable en los aparatos de consumo, 440, 220 ó 127 Volts.

### **M.1.1. Clasificación general de subestaciones compactas.**

Las subestaciones compactas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

**INTERIOR.** Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrican con lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

**EXTERIOR (O INTEMPERIE).** Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control

**FRECUENCIA.** Pueden ser de 50 o 60 Hz.

**TENSIONES.** Las tensiones a las que tienden a normalizar las compañías ministradoras son 13 KV y 23 KV; sin embargo aún hay otras muchas tensiones (o voltajes).

**CAPACIDADES.** Las capacidades de las subestaciones son de una manera normalizada de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, y 1000 KVA.

### **M.1.2. Cálculo de los componentes de la instalación eléctrica.**

A continuación se presenta la forma de obtener los valores nominales de los dispositivos que conforman la instalación eléctrica conforme a lo establecido anteriormente y que cumplen con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana vigente (NOM – 001 – SEDE 1999 Instalaciones Eléctricas (utilización))

De forma general se establecen las siguientes condiciones:

1. Todos los motores que conforman este estudio son trifásicos de inducción tipo de rotor jaula de ardilla clase B, 4 polos, 1800 RPM, factor de servicio 1.15, aislamiento clase F.
2. Los motores con capacidad mayor a 10 HP serán accionados por medio de arranque a voltaje reducido por autotransformador.
3. El tipo de conductor a utilizar en los circuitos derivados será de cobre con aislamiento THW.
4. La temperatura ambiente de operación, no será superior a los 30° C.
5. El voltaje de operación nominal de todos los motores es de 480 V.

6. Todos los cálculos en los cuales se utiliza el valor de la corriente nominal serán tomados de la columna correspondiente al factor de potencia del 80%, excepto para las protecciones.
7. Para la protección de los motores y de sus circuitos derivados contra sobrecargas y cortocircuito, se emplearán interruptores termomagnéticos.
8. Debido a que se cuenta con un amplia gama de valores comerciales para los distintos elementos eléctricos, se ha preferido proporcionar los valores necesarios que se deben conocer para la elección de los mismos en vez de enfocarnos a una marca determinada.

## M.2. Cálculo de la subestación.

Para proyectar una subestación eléctrica se deben de analizar ciertas consideraciones técnicas como son: lugar de emplazamiento, tipo, características del equipo necesario (mecánico y luminoso), aumento a futuro y economía.

1. Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación como se tenga pensada.
2. Ponga en el diagrama los datos de suministro de la compañía suministradora y los valores normales del equipo.
3. Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con rectángulos cada grupo (**Tabla M.1.**). Ponga una letra y un número, si el mismo equipo se repite.

COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACIÓN COMPACTA.			
COMPONENTE	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cía. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACIÓN DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACI). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deja libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40 °C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

4. Con los datos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la **Tabla M.2.**

<b>DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.</b>						
<b>GABINETE</b>	<b>DIMENSIONES EN CENTÍMETROS</b>					
	<b>2.4 a 15 KV.</b>			<b>HASTA 25 KV.</b>		
	<b>a</b> <b>ALTO</b>	<b>b</b> <b>ANCHO</b>	<b>c</b> <b>FONDO</b>	<b>a</b> <b>ALTO</b>	<b>b</b> <b>ANCHO</b>	<b>c</b> <b>FONDO</b>
A	240	110	120	260	200	200
B	240	150	120	260	150	200
C	240	130	120	260	150	200
D	240	110 <sup>&gt;</sup>	120	260	150	200
E	240	110	120	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	<b>TRANSFORMADORES</b>					
45-112.5 KVA MÁXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MÁXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MÁXIMO	180	180	200	230	190	260

5. Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. En la **TABLA M.1.** esta el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan.

### **M.3. Selección del transformador.**

Una correcta selección del transformador permite:

- Limitar el cortocircuito.
- Determinar la caída de voltaje o regulación.

Para calcular la capacidad del transformador, se toma como base la capacidad total de la carga a instalar.

Para proyectar el incremento a futuro se toma el valor del 20% de la capacidad real instalada, como una constante muy utilizada en cuestión de diseño, ya que es generalmente a este valor que se requiere una menor inversión en el cambio de protecciones. En el caso de utilizar un



valor mayor sería necesario una renovación completa de la instalación eléctrica. Por otra parte, se toma el valor del 0.85 para el factor de potencia, debido a que este es un valor representativo en la industria, además de que con este valor se proyecta un sobre dimensionamiento adecuado debido a pérdidas eléctricas.

Tomando en cuenta estas consideraciones se tiene que el transformador a elegir debe tener una capacidad mayor a 875.073 KVA, los valores de los transformadores, al igual que el de la mayoría de los equipos eléctricos, se encuentran normalizados y para la elección del mismo es necesario conocer el voltaje del lado de alta tensión y el voltaje en el lado de baja tensión.

Conocemos el valor de la tensión requerida del lado de alta tensión (23 KV), así como el valor del lado de baja tensión (480/220), la capacidad requerida en la subestación (875.073 KVA). Con estos valores y con ayuda de la **Tabla M.3**. Se tiene que el transformador seleccionado tendrá una capacidad de 1000 KVA.

### SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA SUBESTACION

KVA	VOLTS A.T.	DIMENSIONES						
		A	B	C	D	E	Aceite Lts.	Peso Total
15	13,200	720	880	1050	720	300	180	230
30		890	1010	1060	800	360	200	330
45		1110	1010	1090	850	400	220	363
75		1290	995	1090	850	40	250	630
112.5		1419	1095	1199	935	484	275	693
150		1500	1145	1200	1010	600	303	741
225		1750	1060	1200	990	550	567	1387
300		1890	1190	1420	1110	550	600	1799
500		1960	1470	1280	1140	560	636	2093
750		2390	1620	1600	1400	800	982	3228
1000		2180	1490	1350	1300	750	1034	3466
1500		2750	1750	1570	1480	850	1200	4340

15	23,000	1107	919	975	702	388	170	369
30		1218	1011	1073	773	427	187	406
45		1340	1112	1180	850	470	206	447
75		1474	1223	1298	935	517	226	492
112.5		1640	1070	1510	860	470	249	820
150		1800	1145	1330	1020	600	360	1015
225		1800	1230	1360	1030	630	434	1264
300		1890	1280	1450	1110	650	630	1830
500		2079	1408	1595	1221	715	693	2013
750		2400	1620	1600	1400	800	1000	3550
<b>1000</b>		<b>2640</b>	<b>1782</b>	<b>1760</b>	<b>1540</b>	<b>880</b>	<b>1100</b>	<b>3905</b>
1500		3036	2049	2024	1771	1012	1265	4491

15	34,500	1235	1143	1135	900	403	201	308
30		1345	1253	1245	925	519	252	585
45		1447	1355	1350	930	526	386	715
75		1415	1295	990	1030	523	392	830
112.5		1547	1380	1247	1030	626	430	998
		1550	1480	1347	1225	728	493	1215
150		1660	1590	1258	1324	739	498	1230
225		1772	1598	1360	1335	745	540	1380
300		1895	1630	1497	1345	748	699	2350
500		2340	1640	1610	1350	750	1200	3200
750		2396	1800	1580	1410	732	1359	3981

		2499	1905	1690	1505	765	1455	5250
1500								

### M.3.1 Protección del Transformador.

Acorde con la norma los transformadores deberán poseer protección contra sobrecorriente en el primario y en el secundario, de corriente nominal o ajuste de disparo tal que se abran a un valor no superior al de la corriente nominal del transformador, tal como lo establece la tabla siguiente.

Corriente Nominal máxima o ajuste de disparo de protección contra sobrecorriente tensión secundaria menor de 600V		
Impedancia nominal del transformador	Ajuste del fusible primario	Ajuste del interruptor automático o corriente nominal del fusible en el secundario
Hasta 10 %	300%	125%

De esta forma los valores de ajuste quedan de la siguiente manera:

Corriente del Transformador			
Corriente Nominal (A)		Ajuste de la Protección (A)	
$I_p =$	25.10	$I_{pp} =$	75.31
$I_s =$	1202.81	$I_{ps} =$	1503.52

# APENDICE N: INSTRUMENTACIÓN.

## N.1. El compresor.

Es una máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Comparados con turbosoplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión.

### N.1.1. Clasificación de los compresores.

- Compresores Alternativos o de Embolo
  - Monofásico.
  - Bifásico.
  - De una Etapa.
  - De varias Etapas.
- Compresores Rotativos o Centrífugos.
- Compresor de Paleta Deslizantes.
- Compresor de Lóbulos.
- Compresor de Tornillos.

### N.1.2. Funcionamiento de los tres tipos principales de compresores y sus aplicaciones.

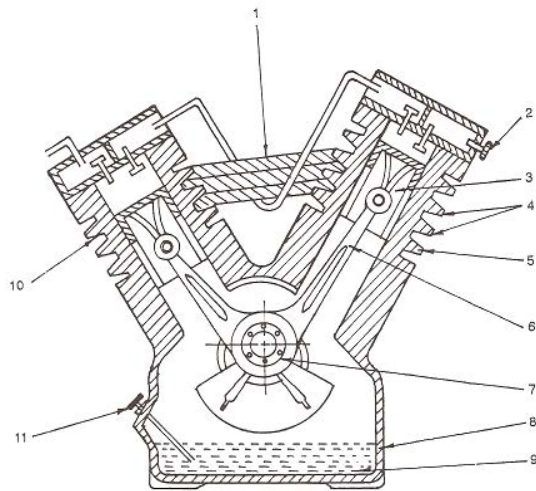
#### N.1.2.1. Principios de trabajo de los compresores de pistón.

El compresor de pistón es uno de los más antiguos diseños de compresor, pero sigue siendo el más versátil y muy eficaz. Este tipo de compresor mueve un pistón hacia delante en un cilindro mediante una varilla de conexión y un cigüeñal. Si sólo se usa un lado del pistón para la compresión, se describe como una acción única. Si se utilizan ambos lados del pistón: la partes superior e inferior, es de doble acción.

La versatilidad de los compresores de pistón no tiene límites. Permite comprimir tanto aire como gases, con muy pocas modificaciones. El compresor de pistón es el único diseño capaz de comprimir aire y gas a altas presiones, como las aplicaciones de aire respirable.

La configuración de un compresor de pistón puede ser de un único cilindro para baja presión y bajo volumen, hasta una configuración de varias etapas capaz de comprimir a muy altas presiones. En estos compresores, el aire se comprime por etapas, aumentando la presión antes de entrar en la siguiente etapa para comprimir aire incluso a alta presión.

## Vista esquemática de un compresor recíprocante de aire de dos etapas.



1. Elementos del enfriador.
2. Filtro de la succión.
3. Pistón.
4. Aletas.
5. Cilindro de la primera etapa.
6. Biela.
7. Manivela y cigüeñal.
8. Cárter.
9. Aceite.
10. Cilindro de la segunda etapa.
11. Varilla de medición del nivel de aceite y filtro de éste.

### **Capacidades de compresión:**

La gama de pistón de CompAir opera entre 0,75 a 420 Kw. (1 a 563 CV) produciendo presiones de trabajo de 1,5 a 414 bar (21 a 6.004 psi.).

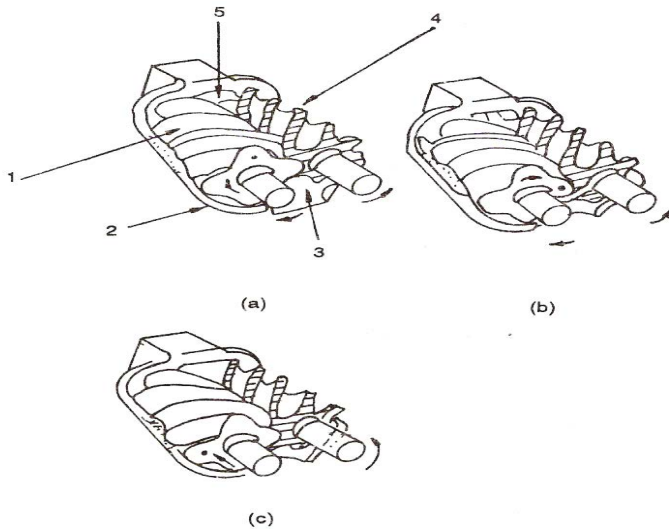
### **Tipos característicos de aplicaciones:**

Compresión de gas (CNG, nitrógeno, gas inserte, gases de vertidos) Alta presión (aire respirable para cilindros de equipos de buceo, prospecciones sísmicas, circuitos de inyección de aire) Embotellado PET, arranque de motores y servicios industriales

### **N.1.2.2. Principios de funcionamiento de un compresor de tornillo rotatorio.**

El compresor de tornillo es un compresor de desplazamiento con pistones en un formato de tornillo; este es el tipo de compresor predominante en uso en la actualidad. Las piezas principales del elemento de compresión de tornillo comprenden rotores machos y hembras que se mueven unos hacia otros mientras se reduce el volumen entre ellos y el alojamiento. La relación de presión de un tornillo depende de la longitud y perfil de dicho tornillo y de la forma del puerto de descarga.

## Ciclo de trabajo del compresor de tornillo rotatorio



a) Admisión.

b) Compresión.

c) Descarga.

1. Rotor macho.
2. Cilindro.
3. Lumbreira de admisión
4. Rotor hembra.
5. Descarga.

El tornillo no está equipado con ninguna válvula y no existen fuerzas mecánicas para crear ningún desequilibrio. Por tanto, puede trabajar a altas velocidades de eje y combinar un gran caudal con unas dimensiones exteriores reducidas

### ***Capacidades de compresión:***

La gama de tornillo rotatorio de CompAir opera entre 4 y a 250 Kw. (5 a 535 CV), produciendo presiones de trabajo de 5 a 13 bar (72 a 188 psi).

### ***Tipos característicos de aplicaciones:***

Comestibles y bebidas, elaboración Militar, aeroespacial, automoción Industrial, electrónica, fabricación, petroquímica Médica, hospitales, farmacéutica.

### **N.1.2.3. Principios de funcionamiento de un compresor de paletas rotatorio.**

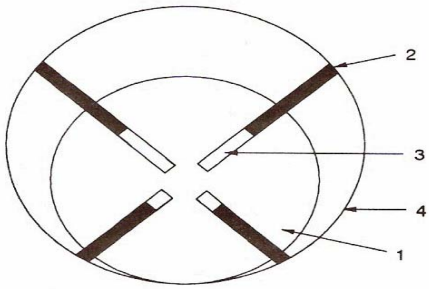
El compresor de paletas, basado en una tecnología tradicional y experimentada, se mueve a una velocidad muy baja (1450 RPM), lo que le otorga una fiabilidad sin precedentes. El rotor, la única pieza en movimiento constante, dispone de una serie de ranuras con paletas deslizantes que se desplazan sobre una capa de aceite.

El rotor gira en el interior de un estator cilíndrico. Durante la rotación, la fuerza centrífuga extrae las paletas de las ranuras para formar células individuales de compresión. La rotación reduce el volumen de la célula y aumenta la presión del aire.

El calor que genera la compresión se controla mediante la inyección de aceite a presión.

El aire a alta presión se descarga a través del puerto de salida con los restos de aceite eliminados por el separador de aceite final.

### Esquema del compresor de aire de paletas rotatorias.



1. Bloque del rotor.
2. Paleta
3. ranura de la paleta.
4. Bloque del cilindro.

### *Capacidades de compresión:*

Los compresores de paletas de CompAir operan entre 1,1 y 75 Kw. (de 1,5 a 100 CV), produciendo presiones de trabajo de 7 a 8 y 10 bar (101 a 145 psi).

### *Aplicaciones características:*

OEM, impresión, sistemas neumáticos, laboratorios, odontología, instrumentos, herramientas de maquinaria, embalaje, robótica.

## **N.2. Control neumático (shutters, válvulas).**

En el control neumático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. La válvula se compone básicamente del cuerpo y del servomotor.

### *Válvulas de corredera.*

En estas válvulas, los diversos orificios se unen o cierran por medio de una corredera de émbolo, una corredera longitudinal de émbolo o una corredera giratoria.

### *Válvula de corredera longitudinal de émbolo.*

El elemento de mando de esta válvula es un émbolo que realiza un desplazamiento longitudinal y une o separa al mismo tiempo los correspondientes conductos. La fuerza de accionamiento es reducida, porque no hay que vencer una resistencia de presión de aire o de muelle (como en el principio de bola o de junta de disco). Las válvulas de corredera longitudinal pueden accionarse manualmente o mediante medios mecánicos, eléctricos o

neumáticos. Estos tipos de accionamiento también pueden emplearse para reposicionar la válvula a su posición inicial. La carrera es mucho mayor que en las válvulas de asiento plano.

Los accionamientos comprenden dos mecanismos, el de mando y el de retorno, que pueden ser distintos o iguales. Los retornos pueden ser automáticos, entrando en función al cesar la acción contraria.

Se debe tener siempre presente que, para cambiar el estado de un distribuidor, es preciso que se ejerza una acción en un solo extremo del distribuidor. Esta observación es muy importante en el caso de trabajar con distribuidores de doble accionamiento piloto, pues en ellos por error de diseño, puede darse el caso de que tenga presión piloto en los dos extremos, lo que inutiliza el circuito.

Dentro de las válvulas de corredera se suelen incluir las válvulas de:

- Accionamiento mecánicos que son necesarios en todas aquellas partes en las que la válvula deba ser accionada mediante un órgano mecánico del equipó.
- Accionamiento por fuerza muscular ya que por medio de este mando es posible supeditar una acción neumática a lo ordenado por el operario que se encarga de accionarla. Entre estos casos figuran todos los que son realizados con la mano o con el pie.
- Accionamiento neumático, estos utilizan aire a presión, se utilizan en accionamientos a distancia. También puede realizarse por impulso del aire a presión accionamiento o pilotaje positivo- o por reducción de la presión- accionamiento o pilotaje negativo.
- Accionamiento eléctrico por medio de este mando se subordina una acción neumática por el paso de la corriente a través de un electroimán. En el accionamiento eléctrico de una válvula, la longitud de la línea de mando es independiente de la completa eficiencia del funcionamiento, pudiendo preverse líneas de mando de varios centenares de metros. Los tiempos de mando son muy cortos.

Cuando se utilizan válvulas de cuatro vías y dos posiciones el actuador no puede ser pistón de simple efecto, es forzoso utilizar el cilindro de doble efecto:

Para una operación adecuada de los sistemas neumáticos, se debe suministrar aire seco y limpio y por esta razón a la tubería de distribución debe estar separada de los sistemas de aire de la planta. El sistema ideal debe tener, por separado, sus compresoras y receptores de aire y algún tipo de unidad regeneradora deshidratadora. El instrumento de control de tipo neumático es quizá, entre todos los tipos de instrumentos, el más resistente al trato inadecuado. El desarrollo de dichos instrumentos toma como base la confiabilidad, la simplicidad, la adaptabilidad y la operación.

<b>Tipos De control Neumático</b>	{	Control de dos posiciones (conectar y desconectar). Control proporcional (Banda proporcional). Control proporcional con reajuste (reset). Control proporcional con reajuste y acción anticipada (reset-rate).
-------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



En el control neumático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. La válvula se compone básicamente del cuerpo y del servomotor.

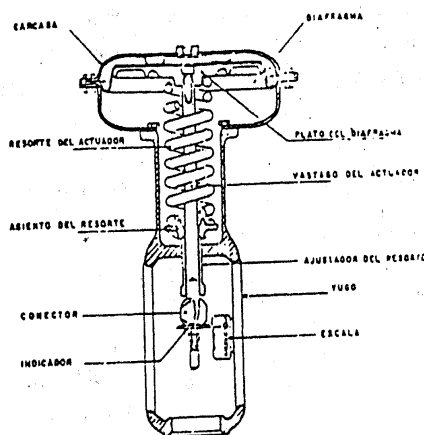
### Válvula de control.

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

#### N.2.1. Partes de la válvula de control.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

**Actuador:** El actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuación. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la figura. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lb. / pulg., en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lb. / pulg<sup>2</sup>, produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.



**Actuador de una válvula de control.**

**Cuerpo de la válvula:** Este está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Está unido por medio de un vástago al actuador.

## N.2.2. Categorías de válvulas.

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los cambiantes requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han desarrollado nuevos materiales. Todos los tipos de válvulas recaen en nueve categorías: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio).

Estas categorías básicas se describen a continuación. Sería imposible mencionar todas las características de cada tipo de válvula que se fabrica y no se ha intentado hacerlo. Más bien se presenta una descripción general de cada tipo en un formato general, se dan recomendaciones para servicio, aplicaciones, ventajas, desventajas y otra información útil para el lector.

Tipos de Válvulas.	}	Válvula de globo.
		Válvula de ángulo.
		Válvula de tres vías.
		Válvula de jaula.
		Válvula de compuerta.
		Válvula en Y.
		Válvula de cuerpo partido.
		Válvula saunders.
		Válvula de compresión.
		Válvula de obturador excéntrico rotativo.
		Válvula de obturador cilíndrico excéntrico.
		Válvula de mariposa.
		Válvula de bola.
		Válvula de orificio ajustable.
Válvula de flujo axial.		

### VÁLVULA DE MARIPOSA.

Son el equipo necesario para la descarga de tolvas que contengan material en polvo.

#### Características:

- Cuerpo externo fabricado en aluminio fundido.
- Disco de hierro colado o recubierto de poliuretano.
- Sello de neopreno.
- Accionamiento manual, neumático o eléctrico
- Fabricado con una brida para conexión flexible o dos bridas para acoplamiento rígido.

### VÁLVULA DE GUILLOTINA.

Sirve para colocarse en la descarga de silos o tolvas para todo tipo de material

Tienen los siguientes beneficios:

- Simples y económicas por el número de sus componentes.
- Larga duración.
- Construcción refinada.

## **Características.**

- Cuchilla resistente para trabajo pesado.
- Contacto libre de fricción.
- No requiere sellos laterales adicionales.
- Calidad para alimento seco.
- A prueba de polvo.
- Accionamiento manual, neumático y eléctrico.
- Con actuador montado dentro del cuerpo de la válvula.

## **VÁLVULA DE TRES VIAS.**

Este tipo de válvula se emplea generalmente para mezclar fluidos o bien para derivar de un flujo de entrada, dos de salida (válvulas divisoras), Estas válvulas intervienen típicamente en el control de temperatura de intercambiadores de calor.

- Medidas desde 1/2" hasta 12".
- Presiones ANSI desde 150 hasta 300.
- Temperatura desde -20°F hasta 932°F (-28 °C hasta 500 °C).

El sistema de asfalto líquido puede incluir una bomba encaquetada de desplazamiento positivo con válvula de alivio. La bomba es movida por un motor AC a través de un Inversor de frecuencia variable completamente digital. Una válvula de tres vías encaquetada es utilizada para inyectar el flujo de asfalto en el momento apropiado durante el inicio del ciclo de mezcla y para desviarlo de regreso a la recirculación durante el terminado de dicho ciclo. Una segunda bomba encaquetada no propulsada, es utilizada con un tacómetro óptico y funciona como un flujómetro de asfalto. Este método altamente preciso de medición elimina la fragilidad asociada con los métodos basados en engranes. Un termocople sellado en línea provee a la computadora de la planta con la información necesaria para realizar la corrección necesaria en el volumen

## **VÁLVULA SAUNDERS.**

En la válvula Saunders, el obturador es una membrana flexible que a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo cerrando así el paso del fluido. La válvula se caracteriza por que el cuerpo puede revestirse de goma o de plástico para trabajar con fluidos agresivos. Tiene la desventaja de que el servomotor de accionamiento debe ser muy potente. Se utiliza principalmente en procesos químicos difíciles, en particular en el manejo de fluidos negros o agresivos o bien conteniendo sólidos en suspensión.

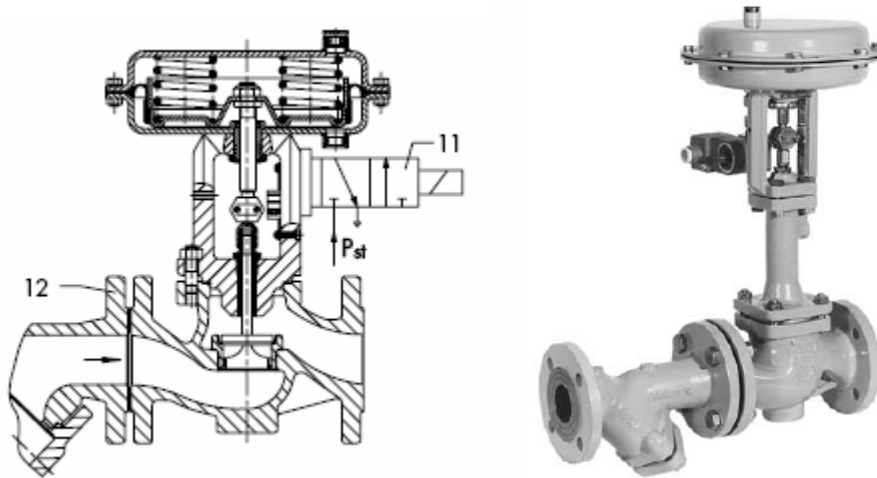
### **N.2.4. Válvula de seguridad para combustible.**

#### **N.2.4.1. Aplicación.**

Válvula de regulación y de cierre de seguridad para instalaciones de combustión con combustibles líquidos

### N.2.4.2. Principio de funcionamiento.

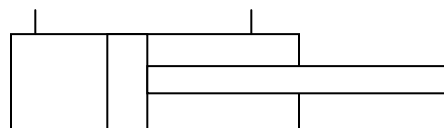
El fluido circula a través del filtro (12) y de la válvula en el sentido que indica la flecha. El vástago del obturador, en la ejecución estándar, se cierra al exterior por una empaquetadura de anillos en V de PTFE con resorte, en la ejecución con fuelle metálico mediante el fuelle y una empaquetadura de seguridad adicional. A través de la conexión de control se comprueba la estanqueidad del fuelle. La presión de mando  $p_{st}$  actúa en la válvula piloto (11), cuya electroválvula está conectada al circuito de mando de seguridad (conmutador 14) de la instalación de combustión. En funcionamiento, la electroválvula está activada y la presión de mando  $p_{st}$  actúa en la membrana a través de la conexión 1. En caso de fallo de la energía auxiliar o de una anomalía LA electroválvula conmuta y se desairea la cámara de la membrana a través de la conexión 3. Por la fuerza de los resortes del accionamiento la válvula de control cierra en menos de un segundo. Independientemente del circuito de mando de seguridad eléctrico, La válvula de control cierra en caso de fallo del aire de alimentación.



En la planta de asfalto, de tipo discontinúa y mezcla en caliente utilizaremos en diferentes puntos las válvulas.

### N.2.4.3. Cilindro de doble efecto.

Con este actuador el trabajo se desarrolla en las dos carreras de salida y retroceso, dado que la presión de aire se aplica alternativamente a los lados opuestos del émbolo. El impulso disponible en la carrera de retroceso es menor debido a que el área efectiva del embolo es mas pequeña, pero se trata solo de una consideración si el cilindro tiene que mover la misma carga en los dos sentidos.

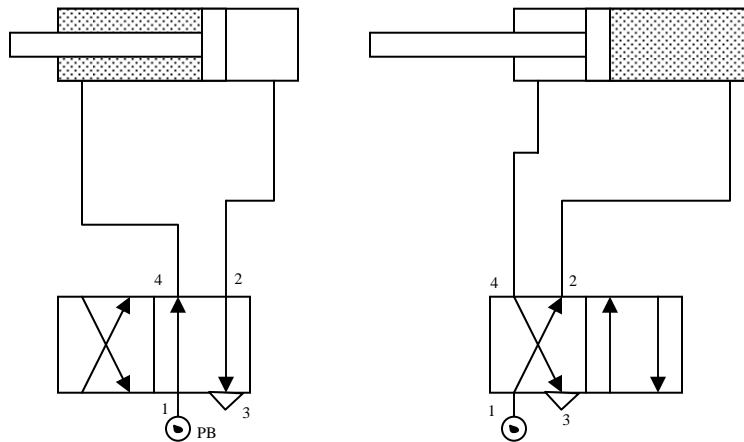


**Pistón de doble efecto.**



**Shutter.**

Utilizando una válvula de cuatro vías y dos posiciones para accionar el pistón de doble efecto se podría representar con el siguiente diagrama:



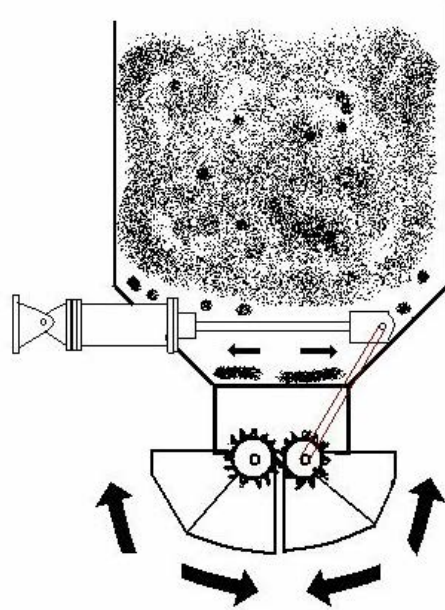
En el diagrama A se le imprime la presión en (1) y se transmite a la salida (4) y el vástago del cilindro permanece atrás en reposo; mientras para que esto ocurra, el aire de la cámara trasera del cilindro deberá ser desalojado a la atmósfera a través de los orificios (2) y (3).

En el diagrama B se muestra la otra posición de la válvula en este caso es la conexión (1) que se comunica con (2) haciendo avanzar al embolo de cilindro, para que esto sea posible el aire de la cámara delantera debe ser desalojado al exterior a través de la vía formada por los orificios (4) y (3).

En otras palabras cuando la válvula se encuentre como en el diagrama A la compuerta abrirá y cuando se encuentre en la posición del diagrama B la compuerta de la tolva estará cerrando.

Este tipo de abertura y cierre es por movimiento lineal, La abertura se realiza de manera lenta el primer tercio del recorrido de la abertura y el resto se realiza rápidamente, esto para evitar una brusca caída del material al dispositivo receptor, que en éste caso son las basculas de pesaje, hasta la apertura máxima. El movimiento de cierre siempre debe realizarse rápidamente.

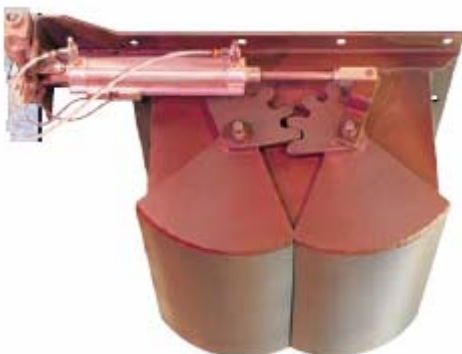
El tipo de válvula que usaremos para esta etapa del proceso válvula tipo almeja accionada por solenoide.

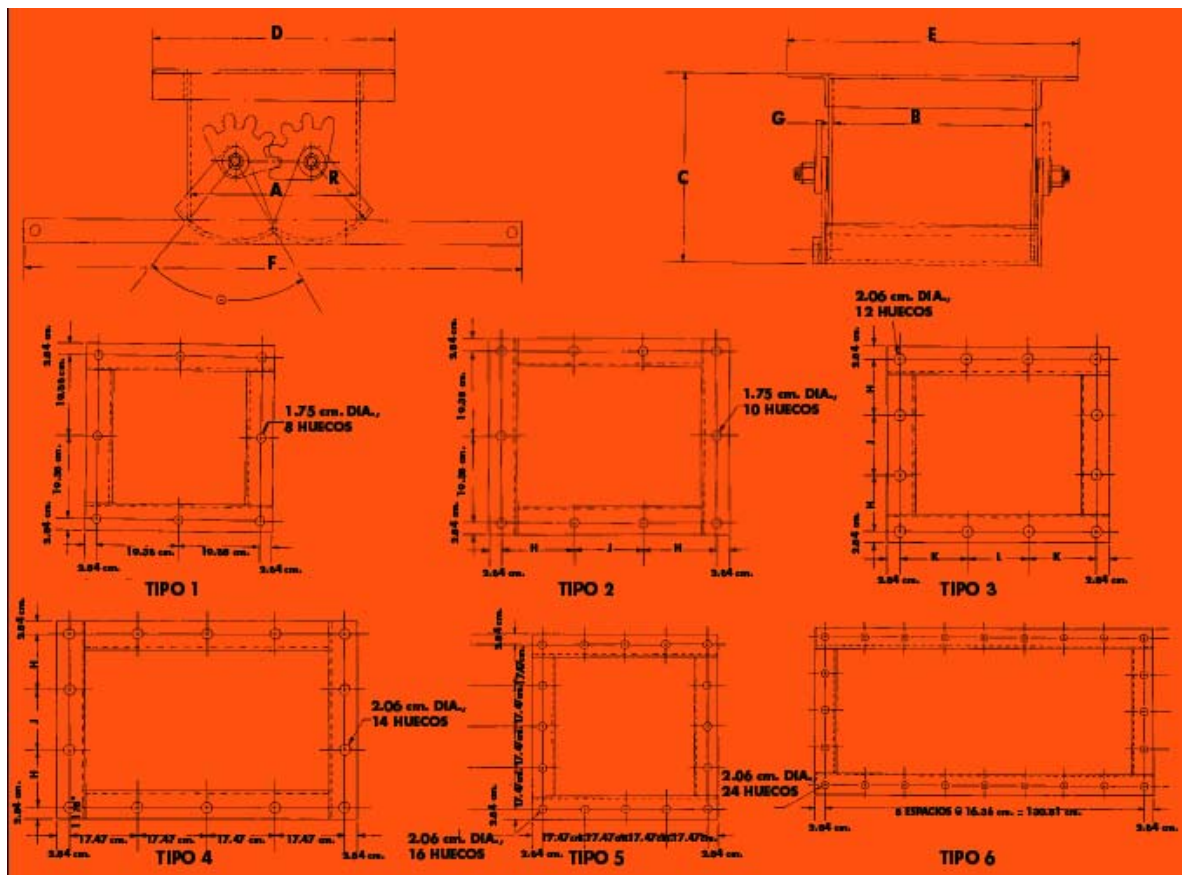


Sistema para descarga de áridos calientes con válvula de almeja.

#### N.2.5. Shutters.

Las tolvas de compuerta son todas soldadas en acero grueso y pesado con refuerzos de ángulo. Compuertas están balanceadas para abrirse y cerrarse fácilmente y son reemplazables. Cada tolva de compuerta recibe dos manos de pintura esmalte industrial. Cualquier modelo de tolvas de compuerta puede ser adaptado fácilmente a operación eléctrica. Cilindros neumáticos o hidráulicos proveen operación simple y control de remoto en situaciones de distancia. Igualmente construcción en acero inoxidable es disponible.



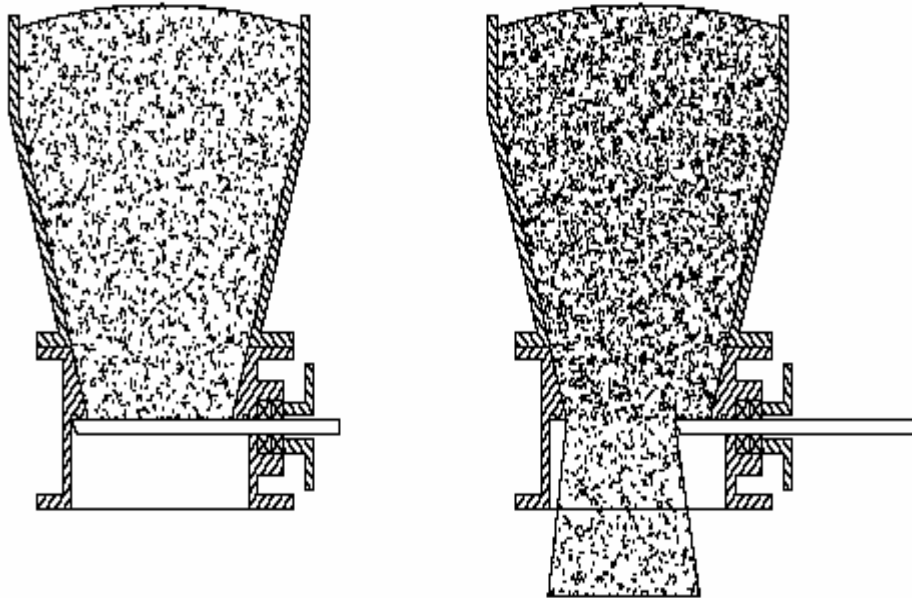


TAMAÑO DE VÁLVULA									TIPO DE CERROJO	DIMENSIONES EN CENTIMETROS		
A	B	C	D	E	F	G	H	J		R	K	L
30.5	30.5	29.2	44.5	44.5	91.4	0.64			1	14.0		
30.5	40.6	29.2	44.5	54.6	91.4	0.64	16.5	15.9	2	14.0		
30.5	45.7	29.2	44.5	59.7	91.4	0.64	18.1	17.8	2	16.5		
35.6	35.6	33.3	50.2	50.2	96.5	0.95	15.2	14.0	3	16.5	15.2	14.0
35.6	45.7	33.3	50.2	60.3	96.5	0.95	18.4	17.8	3	16.5	15.2	14.0
38.1	38.1	36.2	52.7	52.7	99.1	0.95	15.2	16.5	3	16.5	15.2	16.5
38.1	50.8	36.2	52.7	65.4	99.1	0.95	20.3	19.1	3	16.5	12.7	16.5
38.1	61.0	36.2	52.7	75.6	99.1	0.95	15.2	16.5	4	16.5		
40.6	40.6	36.8	55.2	55.2	101.6	0.95	16.5	16.5	3	19.7	16.5	16.5
40.6	50.8	36.8	55.2	65.4	101.6	0.95	20.3	19.1	3	19.7	16.5	16.5
45.7	45.7	38.1	60.3	60.3	106.7	0.95	18.4	17.8	3	21.6	18.4	17.8
45.7	61.0	38.1	60.3	75.6	106.7	0.95	18.4	17.8	4	21.6		
50.8	50.8	43.2	65.4	65.4	111.8	0.95	20.3	19.1	3	22.9	20.3	19.1
51.0	61.0	46.4	75.6	75.6	121.9	0.95			5	26.0		
51.0	121.9	46.4	75.6	136.5	121.9	1.27			6	26.0		

### Válvulas bajo tolva o silo.

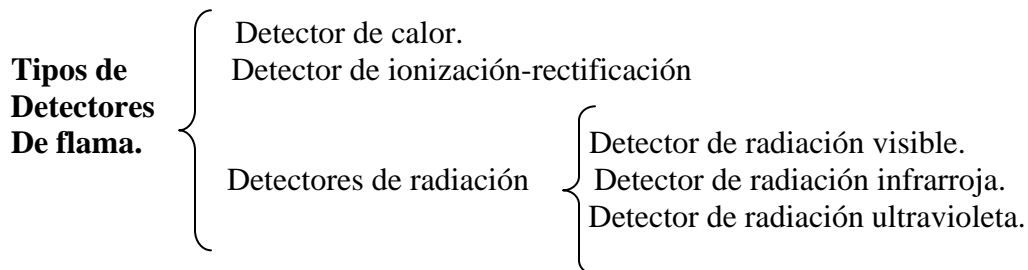
Merecen especial mención los montajes en salidas de tolvas o silos, donde las presiones son relativamente bajas, y la válvula se utiliza para cierre de salidas. En estos casos cobra mayor

importancia la limpieza de las guías de la tajadera, para lo cual la montaremos tal como se ve en la siguiente figura: Conviene recordar que no necesariamente coincide el sentido del flujo con el sentido de la presión.



### N.3. Detector de Flama y BMS (Burner Management System).

La detección de la flama en la industria es muy importante desde el punto de vista de seguridad. Los quemadores de gas o de fuel-oil utilizados en los hornos, en los secadores y en las calderas de vapor, necesitan para que su funcionamiento sea correcto que la flama producida por el combustible sea estable y de calidad y que se mantenga en estas condiciones mientras el quemador este en marcha. Ante un fallo en la flama, el sistema de protección debe actuar inmediatamente excitando el circuito de enclavamiento provisto en la instalación para que el conjunto “caiga” en seguridad, y evite la entrada de combustible sin quemar eliminando así el peligro de su eventual encendido y explosión subsiguiente.





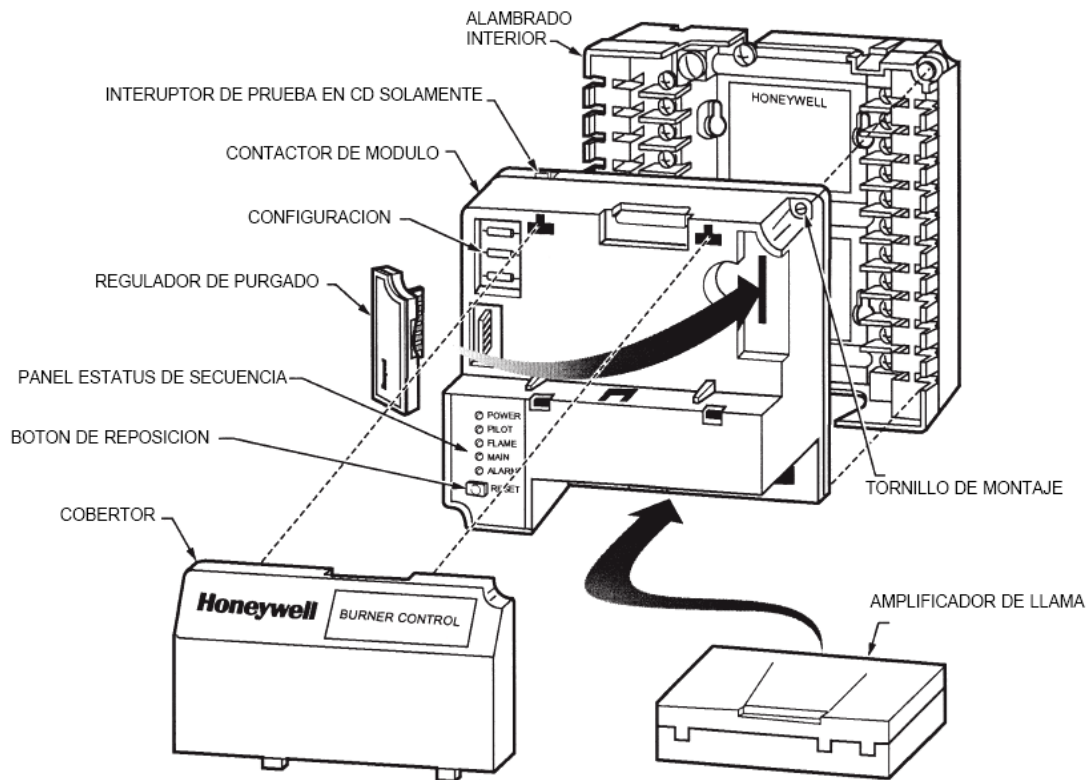
### N.3.1. Controles interconectados del quemador.

Los controles interconectados del quemador ejecutan dos funciones:

1. Probar que la condición para la combustión esta establecida y que el quemador esta listo para hacer encendido.
2. Probar que la condición esta satisfactoria para que el quemador opere continuamente Los interconectados incluyen el interruptor de presión del combustible, y el control de aire para la combustión (interruptor de la fluidez del aire)

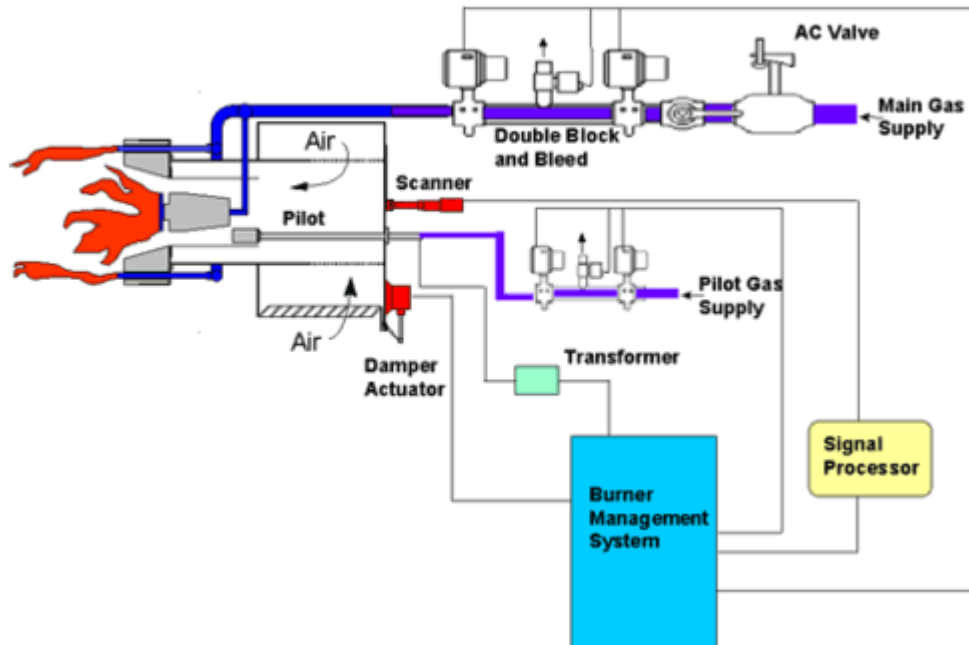
### N.3.2. Controles de proporción de llama.

La mayoría de los quemadores comerciales e industriales tienen los medios de verificar la proporción de llama de acuerdo a la demanda de la carga. Esto es llevado a cabo eléctricamente, modulando la proporción de llama a como el sistema demande cambios. Cuando los controles de la proporción de llama proveen el tipo de modulación, garantizan el inicio de una baja proporción de llama requerida para un encendido suave.



### N.3.3. Sistema del quemador.

Medidas de Seguridad del Horno.



Como con cualquier proceso industrial, la seguridad es una preocupación importante, especialmente con usos de Burner/boiler (quemadores). La pieza central de cualquier sistema de la seguridad de Burner/boiler es el explorador de la llama. El párrafo siguiente describe detalladamente la secuencia del Light-off de una hornilla y explica el papel del explorador de la llama.

1. El sistema de gerencia de la hornilla (BMS), que incluye el procesador del explorador y de la señal, se acciona para arriba. Una vez que se seleccione un combustible y se presiona la tecla de partida de la hornilla, el BMS enciende el ventilador y abre el apagador del ventilador para comenzar el proceso de la purgación del aire. El ciclo de la purgación ha terminado una vez, las impulsiones de BMS el apagador del aire a la posición del Light-off. Éste es típicamente 20-25% de la entrada máxima del calor de la hornilla.
2. El BMS entonces energiza un transformador conectado con el electrodo experimental, de tal modo haciéndolo comenzar a chispear. En el mismo tiempo, el BMS comprueba la presión experimental de la fuente de gas de asegurarse de que la entrada apropiada del calor sea entregada al piloto. Entonces, el BMS abre las dos válvulas de cierre

experimentales del gas y cierra la válvula de respiradero experimental del gas (este sistema es también sabe como bloque y corrimiento dobles).

3. A este punto, el piloto debe ser encendido y el explorador debe recibir una señal de la llama de la llama experimental. Si el explorador no toma esta señal dentro de un segundo ensayo 10 para la ignición, el BMS cerrará las válvulas de cierre experimentales del gas, desenergiza el transformador, y termina la secuencia del start-up.
4. Si la llama experimental "es vista" por el explorador, los ingresos de BMS para comprobar los dispositivos de seguridad siguientes: Pérdida de ventilador de la identificación, pérdida de ventilador del FD, circulación de aire baja, exceso de presión del horno, pérdida de llama experimental, alta presión de gas de la hornilla, presión de la combustión de gas baja de la hornilla. Si se prueban todos los dispositivos de seguridad, el BMS después abre las válvulas de cierre principales del gas y cierra la válvula de respiradero principal del gas.
5. Después de un segundo ensayo cinco para la ignición, se desenergiza el electrodo experimental, las válvulas de cierre experimentales del gas son cerradas, y se abre la válvula de respiradero experimental del gas. Si el explorador continúa recibiendo una señal fuerte de la llama de la hornilla principal, el sistema entonces será lanzado para la modulación. Si el explorador no puede tomar una señal de la llama de la hornilla principal, las válvulas de cierre principales del gas son cerradas y la válvula de respiradero abierta. En este caso, la secuencia entera del light-off debe ser recomenzada.

El programador en todo momento esta sentando la presencia de flama, y en cualquier momento la flama se apagara el programador cerrara la válvula de seguridad y accionara una alarma.

Los equipos ocupados para la instrumentación y control del horno son:

### **Programador (protector).**

Funciona como detector de flama, recibe la señal por medio de un amplificador de estado sólido el cual esta conectado a una fotocelda.

Este dispositivo esta registrando a cada momento la presencia de flama. Al no detectar flama puede:

- Desenergizar las válvulas de gas en un tiempo de retardo de 4 segundos.
- Accionar una alarma.



*Protector de AA SWP. C. H*

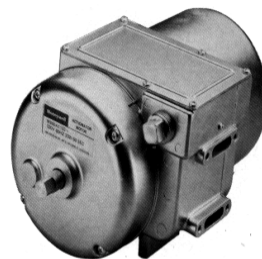
### **Fotocelda detectora de flama.**



*Minipeper Flame Detector C7035A*

Este dispositivo esta conectado al programador, se puede emplear también un sensor ultravioleta ajustable, pero este tiene un alto costo y en el procesos solo se necesita detecta si existe o no la flama

### **Actuador.**



*Actionator*

Este va acoplado directamente a las válvulas que están montadas en la tubería de gas.

## Controlador digital.

Este instrumento es el encargado de la regulación de temperatura. Recibe una señal de un sensor de temperatura, controlando a su vez una válvula.

Este se ajusta a la temperatura requerida



*UDC 2000 Mini-Pro  
Universal Digital Controller*

## Detector Radiomático de Temperatura.



*Radiamatic Temperature Detector*

Detecta la temperatura en el horno por medio de la radiación emitida por el metal. Este dispositivo va conectado al controlador

## N.4.Detector de presión.

### N.4.1. Instrumento de medición de presión.

La presión queda determinada por la razón de una fuerza al área sobre la que actúa la fuerza. Así, si una fuerza  $F$  actúa sobre una superficie  $A$ , la presión  $P$  queda estrictamente definida por la razón  $P = F / A$ . Dado que tanto la fuerza como el área son de naturaleza vectorial, la presión es una magnitud escalar (es decir, sólo tiene magnitud, no dirección).

#### N.4.1.1. Manómetro diferencial.

Este tipo de manómetro por ser de presión diferencial, es adecuado para la medida y control de la presión diferencial de aire o gases no corrosivos

Especialmente indicado para instalaciones con filtros de mangas o cartuchos, controla la diferencia de presión entre la cámara limpia y la cámara sucia para optimizar la limpieza con el consiguiente ahorro de aire.



#### Especificaciones.

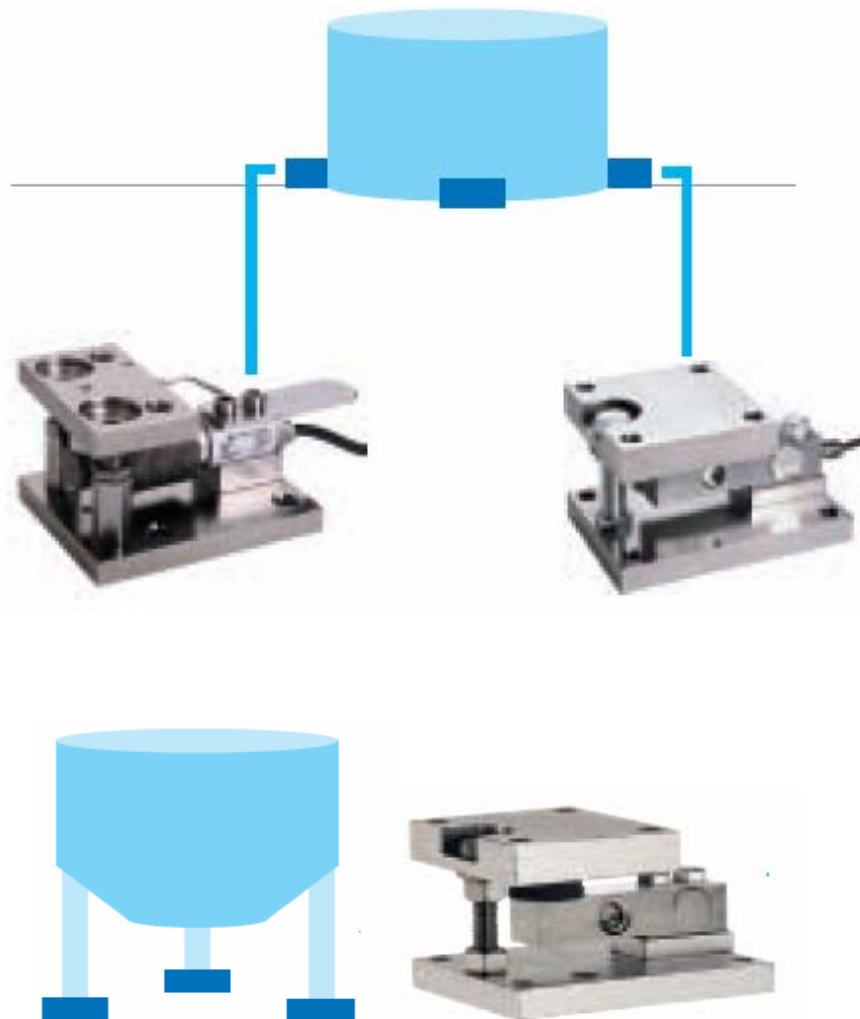
- Alimentación de CA: 24, 110, 230 Vca, 50 ó 60 Hz.
- Alimentación Vcc: 24.
- Rango de medida: 0-500 mm. H<sub>2</sub>O.
- Contactos relés salida máx. .230 Vca, 0.5 A.
- Consumo máx.: 4 VA.
- Temp. Ambiente -6 a 60 C.
- Salida 4 a 20 mA (Carga máx. 500 ohms).
- Indicación 4 dígitos de 15 mm.
- Caja de PBT. IP.65 (122 x 120 x 55 mm.).
- Bornes conexionado máx. 2.5. mm<sup>2</sup>.
- Racor de conexión para tubo de 6 x 8 mm.

## N.5. Sistema de pesado.

### N.5.1. Módulos de peso.

Los módulos de peso son usados para convertir un tanque u otra estructura en una báscula. Le permiten hacer del pesaje exacto una parte integral de su operación. Las aplicaciones típicas son los contenedores usados para el almacenamiento y procesamiento, transportadores, maquinaria OEM y la conversión de básculas mecánicas.

Los módulos de peso le permiten añadir opciones de pesaje a su proceso convirtiendo un tanque o cualquier otra estructura en una báscula. Están diseñados para las aplicaciones estáticas tales como tanques, tolvas, mezcladoras y otras naves usadas para llenar, dosificar o mezclar ingredientes. Estos módulos de peso pueden también ser usados para convertir básculas mecánicas para el pesaje electrónico. Están disponibles en capacidades de 250 lbs a 45.000 lbs (220 Kg. a 20.412 Kg.).



Los módulos de peso de tensión son para aplicaciones que requieren que un tanque, tolva u otra estructura quede suspendido. Son suficientemente durables para soportar ambientes industriales exigentes. Una tira de conexión protege la celda de carga contra daño eléctrico.



Características y ventajas.

- Los módulos auto-contenidos no requieren verificación externa de cargas laterales
- Los gatos de tornillo le permiten el fácil acceso a las celdas de carga
- Protección integrada contra volcaduras
- Los diseños de plato superior le permiten la expansión y la contracción térmica
- Acero al carbono pintado en epoxi o acero inoxidable
- Celdas de carga de acero inoxidable herméticamente selladas
- Caja de unión NEMA 4X en acero inoxidable
- NIST Clase III 3000d y 5000d
- OIML C3 R60 3000d



## **N.6. Controles de nivel de tolvas.**

### **N.6.1. Control de nivel de tolvas.**

#### **Medición de líquidos y sólidos sin contacto con condiciones de proceso adversas Principio de medición:**

El sistema de antenas emite y recibe las microondas ultracortas que se reflejan en la superficie del producto. Las señales se transmiten a la velocidad de la luz, siendo el tiempo entre la emisión y la recepción de las mismas proporcional al nivel de llenado del recipiente. Gracias al procedimiento de propagación especialmente desarrollado para tal fin, se pueden medir de forma fiable y exacta incluso intervalos de tiempo extremadamente cortos. Los sensores de radar funcionan con poca potencia en las bandas de frecuencia C y K.

Gracias a la más reciente tecnología de microcontroladores y el software ECHOFOX probado, el sistema es capaz de reconocer fiablemente la señal correcta, suprimiendo los ecos falsos para medir el nivel de llenado con gran precisión. Para medir y visualizar el valor proporcional del nivel de llenado, simplemente hay que introducir las dimensiones del recipiente. No es necesario realizar ningún ajuste con el recipiente vacío y lleno.

#### **No le afecta la temperatura ni la presión.**

La temperatura ambiente y la presión prácticamente no afectan la propagación de las microondas, de manera que los sensores de radar son ideales para el uso en las condiciones más adversas de proceso. Las mediciones de radar se pueden realizar en condiciones de vacío y hasta una presión de 160 bares, en un rango de temperaturas de -40...400°C.

#### **No le afectan las características del producto.**

Las mediciones se realizan con un nivel de precisión continuo, independientemente de las variaciones de la composición del producto y en cada producto nuevo, sin que sea necesario ajustar el sensor.

#### **Rangos de frecuencias para todo tipo de aplicación.**

Los sensores de radar se suministran con dos rangos de frecuencias diferentes, con lo que son ideales para un amplio rango de aplicaciones. Los sensores para la banda K funcionan en el rango de frecuencias superior a 20 GHz, con lo que se pueden utilizar antenas de muy pequeñas dimensiones y conexiones de proceso compactos. Gracias al alto nivel de enfoque de señales, se obtiene un muy alto nivel de precisión de medición. Los sensores para la banda C se caracterizan por la baja frecuencia de 6 GHz. En la mayoría de los casos, se pueden realizar mediciones exactas, independientemente del diseño de la antena, las adherencias y la formación de espuma en el producto.

**Categoría:** Medida

El es el radar que tiene la potencia y la frecuencia más elevada (24 GHz). Este radar tiene las prestaciones necesarias para medir nivel de sólidos como, cemento, polvos de plástico, áridos, cenizas, grano, así como líquidos de muy baja constante dieléctrica como disolventes, aceites, etc. La alta frecuencia de funcionamiento le permite usar una antena más pequeña y tener un ángulo de obertura muy estrecho.

### **Características.**

Medición de nivel de sólidos y líquidos 45 m.

Temperaturas: de proceso 200°C, 250°C / ambiente 65°C.

Presión: hasta 40 bar.

Señal de 24 GHz.

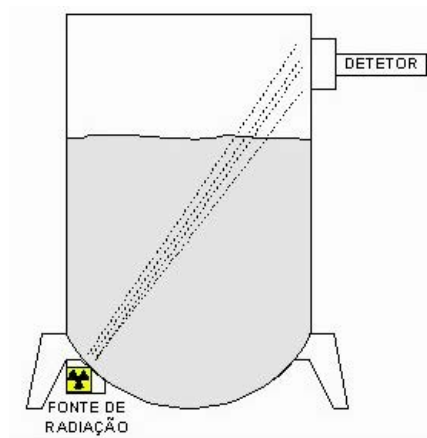
Salidas 4-20 mA y HART (Profibus PA opcional).

Antena de polipropileno de construcción completamente.

Estanca y muy resistente a los fluidos agresivos.

Caja de aluminio de protección IP67.

Montaje muy sencillo mediante bridas.



## **N.7. Detectores de temperatura.**

### **N.7.1. Introducción.**

La temperatura es difícil de medir con exactitud aún en circunstancias óptimas, y en las condiciones de prueba en entornos reales es aún más difícil. Entendiendo las ventajas y los inconvenientes de los diversos enfoques que existen para medir la temperatura, resultará más fácil evitar los problemas y obtener mejores resultados.

## N.7.2. Conceptos básicos de transductores de temperatura.

Los transductores eléctricos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

- Variación de resistencia en un conductor (sondas de resistencia).
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores).
- Fem. creada en la unión de dos metales distintos (termopares).
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación).

Los metales puros tienen un coeficiente de resistencia de temperatura positivo bastante constante. El coeficiente de resistencia de temperatura, generalmente llamado coeficiente de temperatura es la razón de cambio de resistencia al cambio de temperatura. Un coeficiente positivo significa que la resistencia aumenta a medida que aumenta la temperatura. Si el coeficiente es constante, significa que el factor de proporcionalidad entre la resistencia y la temperatura es constante y que la resistencia y la temperatura se graficarán en una línea recta.

	RTD	Termistor	Sensor de IC	Termopar
<b>Ventajas</b>	Más estable. Más preciso. Más lineal que Los Termopares.	Alto rendimiento Rápido Medida de dos hilos	El más lineal El de más alto rendimiento Económico	Autoalimentado Robusto Económico Amplia variedad de formas físicas. Amplia gama de temperaturas
<b>Desventajas</b>	Caro. Lento. Precisa fuente de Alimentación. Pequeño cambio De resistencia. Medida de 4 hilos Autocalentable	No lineal. Rango de Temperaturas Limitado. Frágil. Precisa fuente de Alimentación. Autocalentable	Limitado a < 250 °C Precisa fuente de alimentación Lento Autocalentable Configuraciones limitadas	No lineal Baja tensión Precisa referencia El menos estable El menos sensible

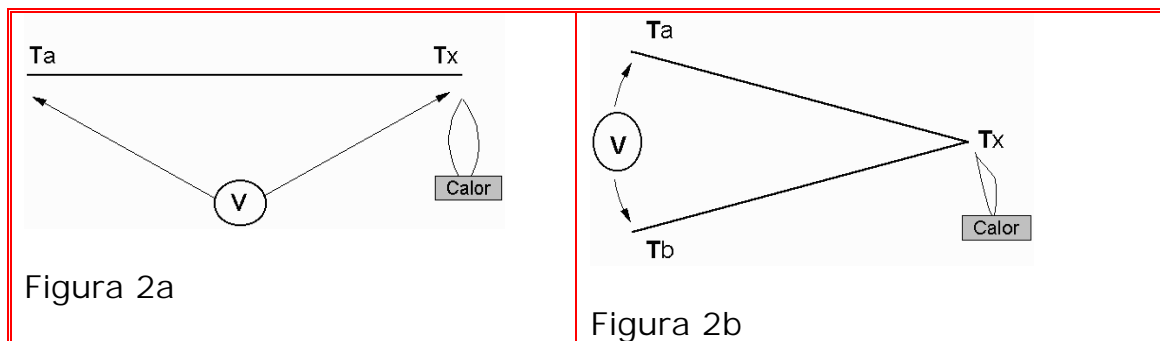
Un análisis más detallado de cada uno de estos cuatro tipos nos ayudará a entender las diferencias.

## N.7.3. Tipos de transductores de temperatura.

### N.7.3.1. Cómo funcionan los Termopares.

El comportamiento de un termopar se basa en la teoría del gradiente, según la cual los propios hilos constituyen el sensor. La Figura 2A ilustra este concepto. Cuando se calienta uno de los extremos de un hilo, le produce una tensión que es una función del (A) el gradiente de temperatura desde uno de los extremos del hilo al otro, y (B) el coeficiente de Seebeck, una constante de proporcionalidad que varía de un metal a otro.

Un termopar se compone sencillamente de dos hilos de diferentes metales unidos en un extremo y abiertos en el otro (Figura 2b). La tensión que pasa por el extremo abierto es una función tanto de la temperatura de la unión como de los metales utilizados en los dos hilos. Todos los pares de metales distintos presentan esta tensión, denominada tensión de Seebeck en honor a su descubridor, Thomas Seebeck.



En pequeñas gamas de temperaturas, los coeficientes de Seebeck de los dos hilos son constantes y la tensión de Seebeck es, por consiguiente, proporcional, pero en gamas más grandes, el propio coeficiente de Seebeck es una función de la temperatura, convirtiendo la tensión de Seebeck en no lineal. Como consecuencia, las tensiones del termopar también tienden a ser no lineales.

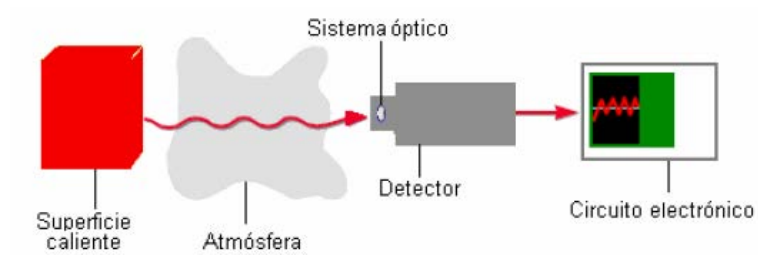
### N.7.3.2. Pirometría de Radiación.

En aplicaciones industriales y de investigación es necesario a menudo medir la temperatura de un objeto desde una cierta distancia sin hacer contacto; por ejemplo, cuando el objeto está en movimiento, como en una línea de montaje; cuando está muy caliente, como dentro de un horno o cuando es inaccesible. El método usado para efectuar estas mediciones de temperatura a distancia es conocido como Pirometría de radiación. Todos los objetos a temperatura por encima del cero absoluto emiten radiación electromagnética en función de la temperatura. La cantidad de radiación electromagnética depende de la temperatura del cuerpo, a mayor temperatura mas intensa es la radiación

### N.7.3.3. Operación.

El sistema óptico del termómetro de radiación recolecta parte de la radiación proveniente de una muestra de la superficie y la dirige al detector. El cual la convierte en una señal eléctrica.

El circuito electrónico convierte la señal eléctrica a una correspondiente a la temperatura de la superficie.



Los termómetros de radiación se clasifican de acuerdo a su principio de medición:

- Pirómetro de radiación parcial o pirómetros ópticos,
- Pirómetro de radiación total.

#### **N.7.3.4. Pirómetros de radiación parcial o pirómetros ópticos.**

Son los instrumentos que miden la temperatura de un cuerpo en función de la radiación luminosa que éste emite. Determinan la temperatura de una superficie en base a la ley de radiación de Planck considerando un valor de longitud de onda de la radiación emitida por la superficie.

#### **N.7.3.5. Pirómetros de radiación total.**

Son los que miden la temperatura captando toda o una gran parte de la radiación emitida por el cuerpo.

### N.7.3.6. Aplicaciones.

El pirómetro de radiación se puede recomendar en lugar del termoelectrico en los casos siguientes:

- donde un par termoelectrico sería envenenado por la atmósfera de horno,
- para la medida de temperaturas de superficies,
- para medir temperaturas de objetos que se muevan,
- para medir temperaturas superiores a la amplitud de los termopares
- cuando se requiere gran velocidad de respuesta a los cambios de temperatura
- donde las condiciones mecánicas (vibraciones, choques, etc.) acorten la vida de un par termoelectrico caliente.

### N.7.3.7. Emisividad.

La medida de la característica relativa del cuerpo para medir energía radiante recibe el nombre de coeficiente de emisión o emisividad. Es decir, la relación entre la radiancia de la superficie y la radiancia de un cuerpo negro que se encuentran a la misma temperatura.



### Sensor de temperatura:

Uso: Medición continúa de temperatura. Ambiente agresivo con requerimiento de alta precisión.

Fluidos: Gases y Líquidos.

Conexión a proceso, tubo de protección y extensión: en acero inoxidable 316.

Rango de medición: -50 a 200°C (400°C bajo pedido).

Señal de salida 4-20mA.

Alimentación 10 a 30 Vcc.

Protección IP65.

Múltiples longitudes de inserción: De 50 a 200mm.

Stock en diferentes rangos y dimensiones.

# APENDICE O. CONTROL.

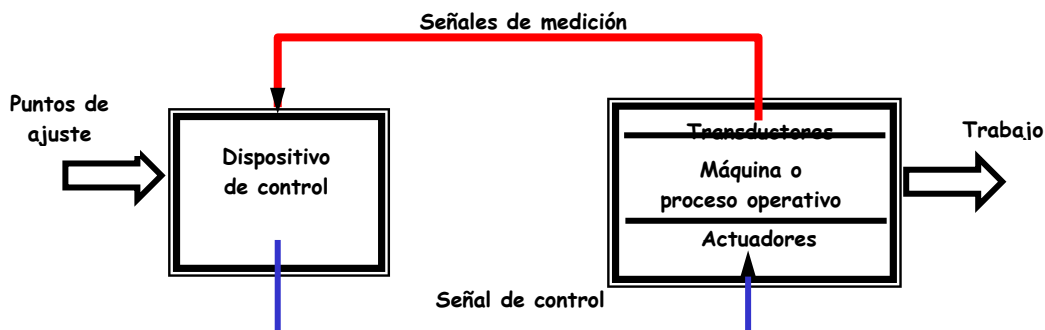
## O.1. Descripción del PLC.

**Módulo Sensor de temperatura.** Recibe la diferencia de potencial en los extremos de un termopar (dispositivo que produce variaciones de voltaje conforme cambia su temperatura), posteriormente convertida la señal analógica a digital por medio de un ADC serial, y envía una señal de aviso al PLC cuando el calentador llegó a la temperatura establecida en nuestro display.

**Módulo Sensor de peso.** Una celda de carga (dispositivo que varía su resistencia, y a la vez, varía el voltaje por medio de un puente de Winstone, al hacerse presente un esfuerzo en la misma) es la encargada de fijar el peso deseado del producto a empaquetar, por medio de un ADC serial, entre la celda y el PLC.

Cabe señalar, que el PLC es el dispositivo maestro, ya que es el encargado de activar los actuadores (motor, electroválvulas, etc.). Por esta razón, todos los elementos antes mencionados están en una constante comunicación con el PLC, pero es este último el que dirige todos los movimientos finales de la máquina. El uso de los módulos antes mencionados, se justifica con la premisa de que el PLC utilizado no maneja entradas analógicas, por esta razón, el tratamiento de las señales analógicas es efectuado por los PIC's enviando solamente señales digitales al PLC cuando estos alcanzan el valor establecido.

Todo sistema automático por simple que éste sea se basa en el concepto de bucle o lazo, el cual se entiende como un circuito cerrado, que se describe en la siguiente figura:



### O.1.1. Arquitectura de un Controlador Lógico Programable.

#### **Dispositivos de entrada.**

Los dispositivos más comunes son:

- Pushbuttons.
- Selector Switches.
- Limit Switches.
- Level Switches.
- Photoelectric Sensors.
- Proximity Sensors.
- Motor Starter Contacts.
- Relay Contacts.

Estos elementos se pueden manejar en

- 120/230 VCA.
- 24 VCD.

#### **Dispositivos de salida.**

Como elementos de salida podemos mencionar a los siguientes:

- Valves.
- Motor Starters.
- Solenoids.
- Control Relays.
- Alarms.
- Lights.
- Fans.
- Horns.

De igual forma las alimentaciones se presentan con la siguiente clasificación:

- Relés.
  - 120 VCA/VCD
  - 240 VCA
  - 24 VCA/VCD
- Triac.
  - 120/230 VCA
- Transistor MOSFET.
  - 24 VCD



## O.1.2. Estructura General.

El PLC por sus características especiales de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Sus reducidas dimensiones, la extrema facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie en cualquier tipo de procesos, a continuación se realiza un análisis de acuerdo a su estructura externa e interna.

### **Estructura externa.**

El término estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido, etc. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- **Estructura compacta.**
- **Estructura modular.**

### **Estructura compacta.**

Este tipo de PLC se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

### **Estructura modular.**

La estructura de estos PLC's se divide en módulos o partes cada una con funciones específicas. Aquí cabe mencionar las diferencias entre lo que denominaremos estructura americana y europea:

- **Estructura americana.** Se caracteriza por separar las E/S del resto del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria del usuario o de programa y fuente de alimentación, y en forma separada las unidades de E/S en los bloques o tarjetas necesarias.
- **Estructura europea.** En este caso existe un módulo para cada función, la unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción de los mismos se hace bien sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

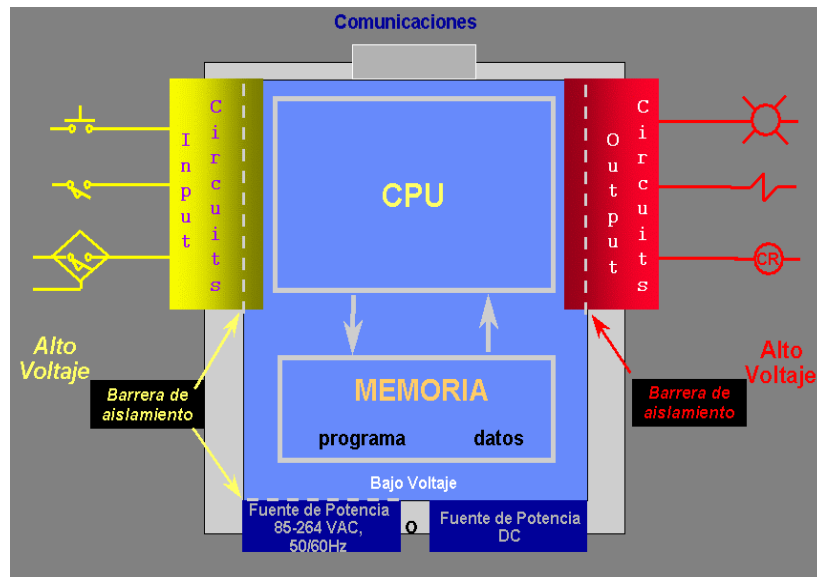
La clasificación de los PLC's en cuanto a su tamaño se realiza en función del número de sus entradas-salidas.

- Pico: Menor de 20 E/S
- Micro: Menor de 32 E/S
- Pequeño: Menor de 128 E/S
- Medio: Menor de 1024 E/S
- Grande: Mayor de 1024 E/S

### O.1.3. Estructura Interna.

Los PLC's se componen esencialmente de los siguientes bloques:

- La sección de entradas.
- La unidad central de procesos o CPU.
- La sección de salidas.
- La fuente de poder.
- La batería.
- La memoria.
- El puerto de comunicaciones.



A continuación se da una breve descripción de cada una de las secciones:

**Sección de entradas.** Mediante una interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para el CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o transductores, esto es pulsadores, finales de carrera, sensores, etc., también tiene la misión de proteger a los circuitos electrónicos internos del PLC, realizando una separación eléctrica entre éstos y los transductores.

**La unidad central de proceso (CPU).** Es la inteligencia del sistema, ya que mediante la interpretación de las instrucciones del programa de usuario y en función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas. Realiza las Operaciones aritméticas/lógicas y coordina la comunicación requerida entre los diversos circuitos, entre otras funciones.

**La sección de salidas.** Mediante una interfaz, trabaja de forma inversa a la de entradas, decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y las envía hacia los dispositivos de salida o actuadores, como lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc.

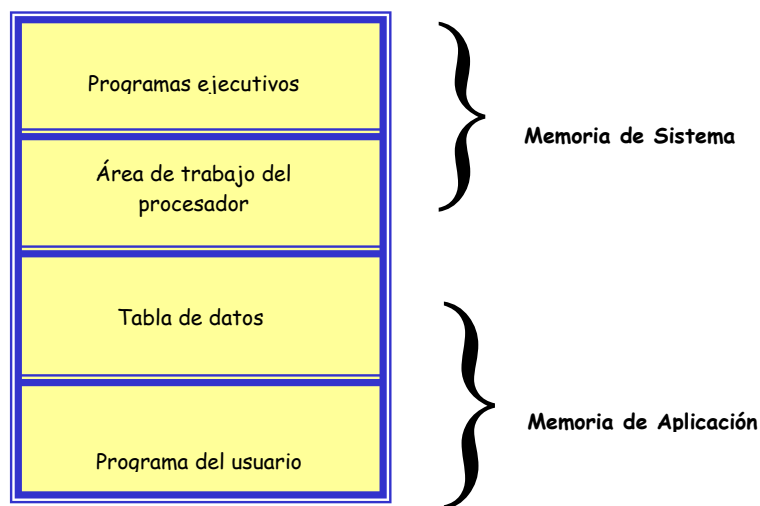
**Fuente de poder.** Proporciona energía (CD) a los circuitos electrónicos que conforman al controlador. Su entrada puede ser CA o CD, con valores de voltaje típicos como 220 VCA, 115 VCA, 24 VCD ó 12 VCD.

**Batería.** Mantiene energizada la memoria RAM que almacena el programa mientras el PLC permanece desenergizado. El PLC, con batería, generalmente puede mantener el programa durante alrededor de tres meses. La vida útil de la batería, varía de 1 a 3 años. En aquellos PLC's que contienen memoria no volátil (ROM o de cualquier otro tipo), la batería no es indispensable.

**Memoria.** Almacena el programa de la aplicación. Esta puede ser de tipo volátil o no volátil (RAM o ROM).

En general, todos los PLC's tienen organizada su memoria de la siguiente manera:

- Programas ejecutivos.
- Área de trabajo del procesador.
- Tabla de datos.
- Memoria para el programa del usuario.



### Especificaciones.

El especificar las características de un PLC de acuerdo a las necesidades particulares de aplicación es muy importante, por lo que se deben considerar los siguientes aspectos:

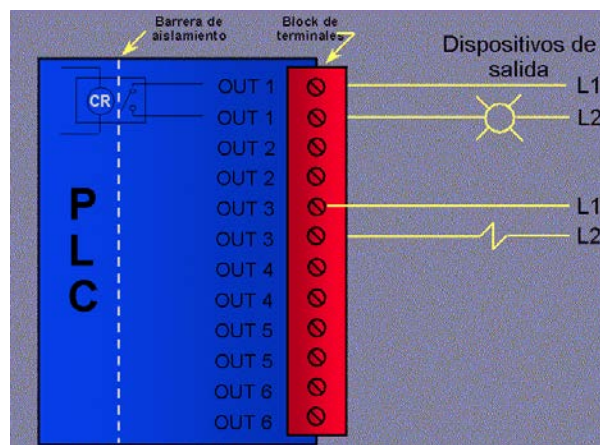
- Voltaje de alimentación.
- Lógica Positiva o Negativa.
- Corriente de consumo.
- Fuente de poder externa.
- Lenguaje de programación.
- Dimensiones.
- Número de entradas y salidas integradas o por modulo.
- Tipo de especificaciones de los módulos Analógicas, Digitales o específicas.
- Máximo número de entradas y salidas.

- Direcciones de Bits de entrada, salida, temporizadores y contadores.
- Datos de memoria (tipo y tamaño).
- Tipo de puerto de comunicaciones y protocolo.
- Dispositivos y software aceptado para interfaz HIM y para programación.

#### O.1.4. Alambrado para los módulos E/S digitales.

Los módulos E/S, típicos: de lógica negativa y positiva, tienen diversas variantes entre los disponibles comerciales, además de que los dispositivos primarios, así como aquellos que se interconectan con el módulo de salida del PLC, son ofertados en sus versiones NPN y PNP, de manera que es necesario conocer las diferencias a fin de determinar la forma correcta de alambrado.

Los métodos de alambrado, son idénticos en un nivel general, sin embargo, para aquellos basados en dispositivos electrónicos, se recomienda usar supresores de picos cuando se les acoplan cargas inductivas. Estos pueden ser de diversos tipos: diodo, circuito RC, etc. Generalmente, el manual correspondiente al módulo de salida del PLC utilizado recomienda, de acuerdo al circuito interno del PLC, algún tipo de supresor a utilizar.



Un módulo de salidas de tipo relevador puede ser alambrado para CA ó CD, dentro de las especificaciones correspondientes. En el caso de alamarlo para CD, los dispositivos finales pueden ser polarizados, ya sea directa ó inversamente. Pero además, podemos permitir que el común de estos dispositivos sea el polo positivo ó el negativo de la fuente. Aquí la diferencia entre los módulos de lógica positiva y negativa. Los módulos de lógica positiva, conmutan al dispositivo final, por medio de interrumpir o no interrumpir el polo positivo de la fuente. También se conoce como de tipo “surtidor” o “source”. Los módulos de salida de lógica negativa, hacen conmutar al dispositivo final, por medio de interrumpir o no interrumpir el polo negativo de la fuente. También se conocen como de tipo “drenador” o “sink”.

### O.1.5. Métodos de Programación.

El PLC puede ser programado, usando diferentes lenguajes. Estos, difieren de acuerdo a las características particulares de cada modelo de PLC con que se trabaja, pero se pueden mencionar los siguientes:

- Programación en Lista de Instrucciones.
- Programación en Diagrama de Escalera.
- Programación por Grafcet (Grafico Funcional de Control de Etapas y Transiciones).

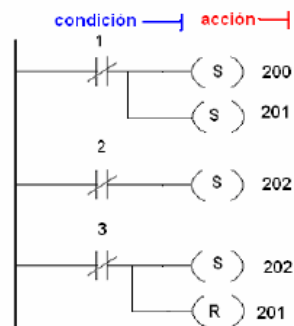
#### O.1.5.1. Programación en lista de instrucciones.

Es una representación nemotécnica de las instrucciones, enlistadas en secuencia y que permiten, sin necesidad de una interfaz gráfica, el acceso a la programación del dispositivo, pero se presenta un alto nivel de complejidad.

No	Instrucción	Dirección	Datos	Descripción	Observaciones
1	LD	X0		PB1, arranque de motor 1	
2	OR	Y0		ST1, arrancador de motor 1	Bomba P1
3	AND	X1		PB2, paro de motor 1	Bomba P1
4	OUT	Y0		ST1, arrancador de motor 1	Bomba P1
5	LD	Y0		ST1, arrancador de motor 1	Bomba P1
6	T	01	50	Retardo para arranque de motor 2	
....	....	....	...	.....	.....
n	END			Fin del Programa	

#### O.1.5.2. Programación en diagrama de Escalera.

Este es el método más usual, diseñado para permitir una programación de manera sencilla basada en símbolos y esquemas, se basa en símbolos del diagrama de control electromecánico.



#### O.1.5.3. Programación con Grafcet.

El GRAFCET (Grphe Fonctionnel de Commande Etape/Transition), es un método inventado en Europa en 1979 por un equipo de la AFCET (French Association for Economical and

Applied Cybernetics) que por medio de un método gráfico describe las instrucciones de cualquier automatización. Las principales ventajas del GRAFCET son:

- Programación compacta y rápida. Comparado con los métodos tradicionales tales como diagramas de escalera es más corto y conciso. En la mayor parte de casos, una página de GRAFCET equivale de 5 a 15 páginas de diagramas de escalera.
- Especificación completa de la automatización. Permite escribir información relacionada en la misma página y evita la búsqueda de referencias cruzadas. Se combina en una misma página diferentes funciones.

## O.2. Programación del PLC para la Planta de Asfalto.

Primeramente se darán nuevos nombres o TAG a los equipos para identificarlos dentro del PLC, esto es debido a que solo los primeros diez caracteres serán aceptados y también los espacios en blanco entre las letras no será aceptados y serán automáticamente convertidos al carácter guión bajo “\_”.

TAG DEL PLC	NOMBRE DEL EQUIPO	TAG
M01	bomba de aceite	BOMB.ACT.MOT01.
M02	compresor de aire	COMP.MOT02.
M03	bomba de asfalto	BOMB.ASF1.MOT03.
M04	motor banda transportadora silo1	SILO1.MOT04.
M05	motor banda transportadora silo2	SILO2.MOT05.
M06	motor banda transportadora silo3	SILO3.MOT06.
M07	motor banda transportadora mayor	SILO123.MOT07.
M08	motor banda transportadora inclinada	BT.INCL1.MOT08.
M09	motor secador1	SEC.ROT1.MOT09.
M10	motor secador2	SEC.ROT1.MOT10.
M11	motor ventilador	VENT01.MOT11
M12	motor quemador	SPDR, QMDR.MOT, 12.
M13	motor banda transportadora 4	SEC.ROT1.BT04.MOT13.
M14	motor cangilones	CANG1.MOT14.
M15	motor vibrador	MV01.MOT15,
M16	motor mezclador	MEZCL01.MOT16,
M17	motor mezclador	MEZCL01.MOT17
M18	motor colector de polvos	COL.POLV1.MOT18,
M19	motor vibrador silo1	SILO1.VIB1.MOT19.
M20	motor vibrador silo2	SILO2.VIB2.MOT20.
M21	motor vibradorsilo3	SILO3.VIB3.MOT21.
T1	termómetro registra la temperatura del aceite	T1
Hotoil	calentador de aceite	
Shut1	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut2	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut3	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut4	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut5	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut6	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut7	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut8	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.
Shut9	Shutter de tolva 1	SILO01.SHUT01.

**NÚMERO DE ENTRADAS.**

Número	TAG	NOMBRE
1	PREPARAR	botón contacto momentáneo manda a prepara la planta de asfalto
2	ARRANQUE	botón contacto momentáneo manda arrancar todos los motores
3	PRODUCCIÓN	botón contacto sostenido manda abrir shut1,2,3, comienza la producción
4	MEZCLAR	botón pulsador manda a mezclar el asfalto con los pétreos
5	CAMION	sensor, detecta la presencia del camión
6	APAGAR	botón contacto momentáneo manda a apagar la planta de asfalto
7	EMERGENCIA	botón contacto momentáneo manda un paro de emergencia
8	T1	termómetro registra la temperatura del aceite
9	SC1	protección contra sobrecarga M01
10	SC2	protección contra sobrecarga M02
11	SC3	protección contra sobrecarga M03
12	SC4	protección contra sobrecarga M04
13	SC5	protección contra sobrecarga M05
14	SC6	protección contra sobrecarga M06
15	SC7	protección contra sobrecarga M07
16	SC8	protección contra sobrecarga M08
17	SC9	protección contra sobrecarga M09
18	SC10	protección contra sobrecarga M10
19	SC11	protección contra sobrecarga M11
20	SC12	protección contra sobrecarga M12
21	SC13	protección contra sobrecarga M13
22	SC14	protección contra sobrecarga M14
23	SC15	protección contra sobrecarga M15
24	SC16	protección contra sobrecarga M16
25	SC17	protección contra sobrecarga M17
26	SC18	protección contra sobrecarga M18
27	SC19	protección contra sobrecarga M19
28	SC20	protección contra sobrecarga M20
29	SC21	protección contra sobrecarga M21
30	SENSOR 01	sensor de nivel tolva 4
31	SENSOR 02	sensor de nivel tolva 5
32	SENSOR 03	sensor de nivel tolva 6
33	CP 0	celda de peso 0 para arena
34	CP 1	celda de peso 1 para grava
35	CP 2	celda de peso 2 para gravilla
36	CP 3	celda de peso 3 para asfalto caliente
37	SC BMS	Protección del BMS



## NÚMERO DE SALIDAS.

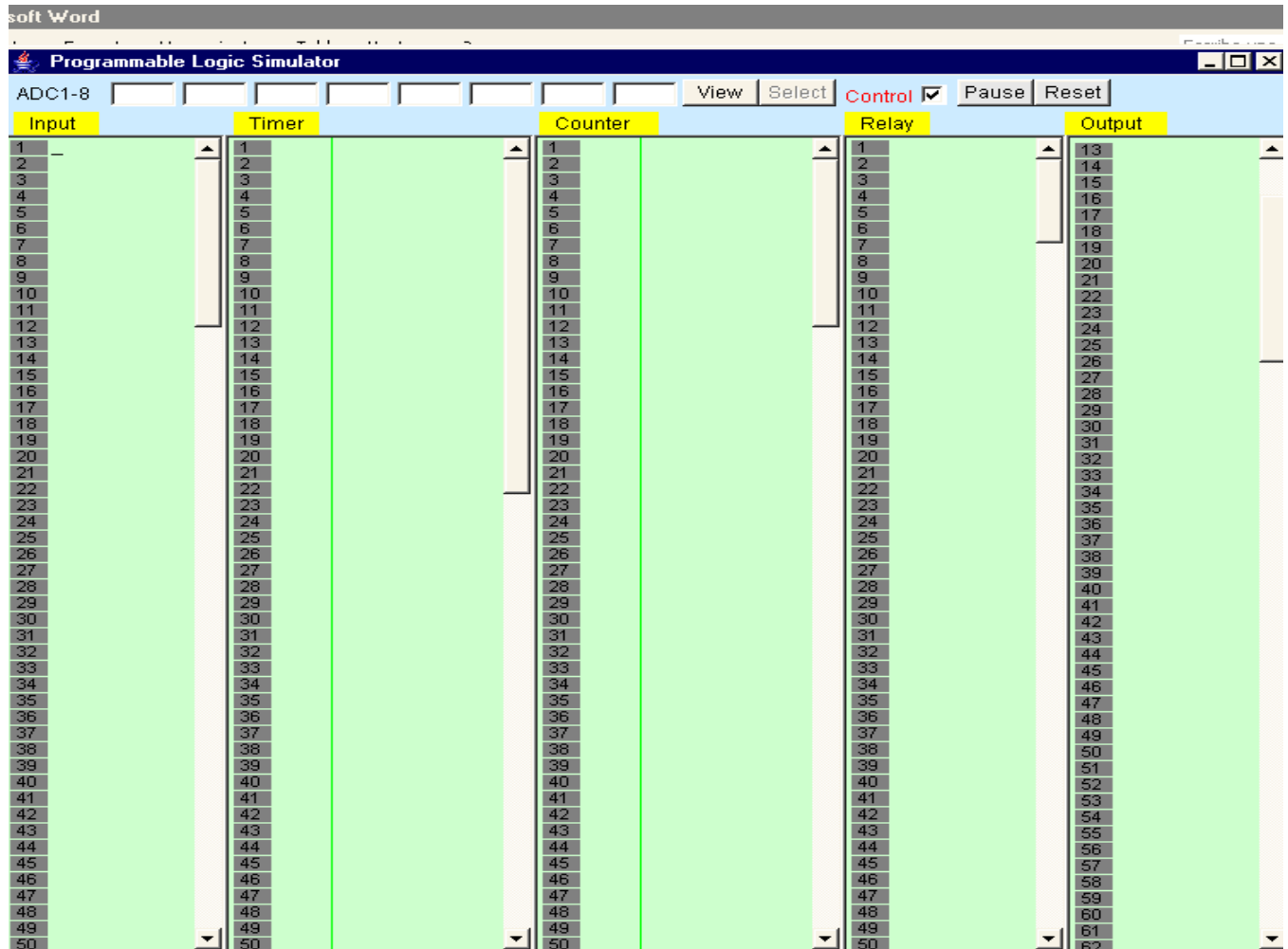
NÚMERO	TAG DEL PLC	NOMBRE
1	READY	lámpara piloto roja, se acción el botón preparar
2	START	lámpara piloto roja, se acción el botón arranque
3	NORMAL	lámpara piloto roja, se acción el botón producción
4	STOP	lámpara piloto roja, se acción el botón apagar
5	EMERGENCY	lámpara piloto roja, se acción el botón de emergencia
6	FALLA READY	lámpara piloto amarillo hubo falla en los motores01,02,0,3
7	EXIT START	lámpara piloto roja, motores 04-17prendieron correctamente
8	FALLA START	lámpara piloto amarillo hubo falla en los motores 04 al 17
9	PESAJE	lámpara piloto azul sensores 1,2,3 indican que puede empezar el pesaje
10	ASFALTO	lámpara piloto verde esta abierta la válvula del asfalto
11	READYMIX	lámpara piloto verde se termino de pesar, listo para comenzar a mezclar
12	END PRODUC	lámpara piloto verde, se termino el mezclado se encuentra en tolva09
13	FALLAVIBCO	lámpara piloto amarilla, falla en motores 18 al 21
14	M01	bomba de aceite
15	M02	compresor de aire
16	M03	bomba de asfalto
17	M04	motor banda transportadora silo1
18	M05	motor banda transportadora silo2
19	M06	motor banda transportadora silo3
20	M07	motor banda transportadora mayor
21	M08	motor banda transportadora inclinada
22	M09	motor secador1
23	M10	motor secador2
24	M11	motor ventilador
25	M12	motor quemador
26	M13	motor banda transportadora 4
27	M14	motor cangilones
28	M15	motor vibrador
29	M16	motor mezclador
30	M17	motor mezclador
31	M18	motor colector de polvos
32	M19	motor vibrador silo1
33	M20	motor vibrador silo2
34	M21	motor vibradorsilo3
35	Hotoil	calentador de aceite
36	Shut1	Shutter de tolva 1
37	Shut2	Shutter de tolva 2
38	Shut3	Shutter de tolva 3
39	Shut4	Shutter de tolva 4
40	Shut5	Shutter de tolva 5
41	Shut6	Shutter de tolva 6
42	Shut7	Shutter de tolva 7
43	Shut8	Shutter de tolva 8
44	Shut9	Shutter de tolva 9
45	BMS	Lámpara piloto rojo, se encendió el BMS

## TIMERS

NÚMERO	TAG	NOMBRE	TIEMPO
1	tim1	M17	
2	tim2	M16	
3	tim3	M15	
4	tim4	M14	
5	tim5	M13	
6	tim6	M12	
7	tim7	M11	
8	tim8	M10	
9	tim9	M09	
10	tim10	M08	
11	tim11	M07	
12	tim12	tiempo de encendido de producción	
13	tim14	tiempo de apagado	
14	tim15	tiempo de apagado M07	
15	tim16	tiempo de apagado M08	
16	tim17	tiempo de apagado M09	
17	tim18	tiempo de apagado M10	
18	tim19	tiempo de apagado M11	
19	tim20	tiempo de apagado M12	
20	tim21	tiempo de apagado M13	
21	tim22	tiempo de apagado M14	
22	tim23	tiempo de apagado M15	
23	tim24	tiempo de apagado M16	
24	tim25	tiempo de apagado M17	
25	tim26	tiempo de apagado M04.M05.M06	
26	tim27	tiempo de apagado m02	
27	timmix	tiempo de mezclado	
28	tvaciado	tiempo de vaciado a mezcladora	
29	tcamion	tiempo de apertura shut09	
30	tdeposito	tiempo de vaciado a shut09	

La pantalla del simulador del PLC se comprende de 5 columnas:

- Primera columna, Entradas.
- Segunda Columna, Timers.
- Tercera columna. Contador/ secuenciador.
- Cuarta columna, Relevadores y,
- Quinta columna, Salidas.



El control de la planta será semiautomático ya que será accionado por partes, la secuencia sucederá como se menciono anteriormente:

1. Ready to operate.
2. Start.
3. Normal operate.
4. Shutdown.
5. Emergency shutdown.

A continuación se detallaran las secuencias y de cómo va ir operando el PLC.

### O.3. LISTO PARA OPERAR (Ready to operate).

Prepara a la Planta de Asfalto para que se encuentre en condiciones de arrancar los motores.

Condiciones iniciales supuestas: Silos llenos.

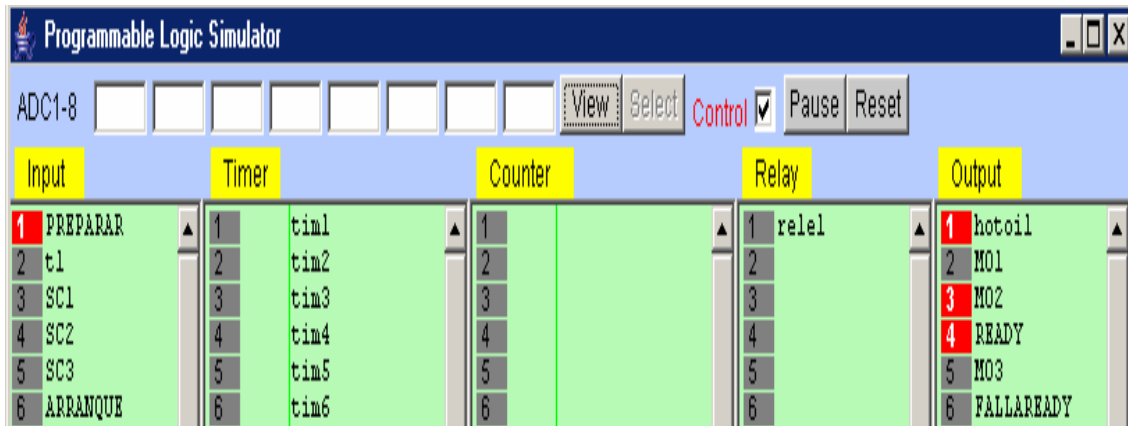
Chapopote: Frió.

Verificado que todos los shutters están cerrados.

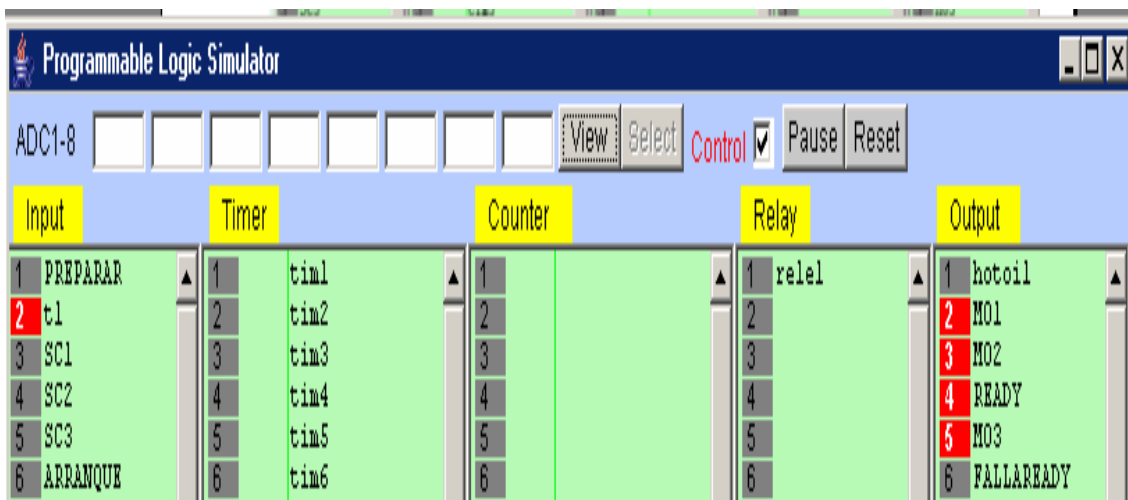
O.3.1.El operador pone los siguientes selectores en la posición RUN:

<b>SELECTOR (TAG).</b>	<b>MOTOR (TAG).</b>
SILO1.MOT04.SEL04	SILO1.MOT04.
SILO2.MOT05.SEL05.	SILO2.MOT05.
SILO3.MOT06.SEL06.	SILO3.MOT06.
SILO123.MOT07.SEL07.	SILO123.MOT07.
BT.INCL1.MOT08.SEL08.	BT.INCL1.MOT08.
SEC.ROT1.MOT09.SEL09.	SEC.ROT1.MOT09.
SEC.ROT1.MOT10.SEL10.	SEC.ROT1.MOT10.
VENT01.MOT11.SEL11.	VENT01.MOT11
SEC.ROT1.BT04.MOT13.SEL12.	SEC.ROT1.BT04.MOT13
CANG1.MOT14.SEL13.	CANG1.MOT14.
MV01.MOT15.SEL15.	MV01.MOT15,
MEZCL01.MOT16.SEL16. MEZCL01.MOT17.SEL17.	MEZCL01.MOT16, MEZCL01.MOT17
BOMB.ASF1.MOT03.SEL03.	BOMB.ASF1.MOT03
BOMB.ACT.MOT01.SEL01.	BOMB.ACT.MOT01
COL.POLV1.MOT18.SEL18.	COL.POLV1.MOT18,
SPDR.QMDR.MOT.12.SEL12.	SPDR. QMDR..MOT.12.
COMP.MOT02.SEL02.	COMP.MOT02.
SILO1.VIB1.MOT19.SEL19.	SILO1.VIB1.MOT19.
SILO2.VIB2.MOT20.SEL20.	SILO2.VIB2.MOT20.
SILO3.VIB3.MOT21.SEL21.	SILO3.VIB3.MOT21.

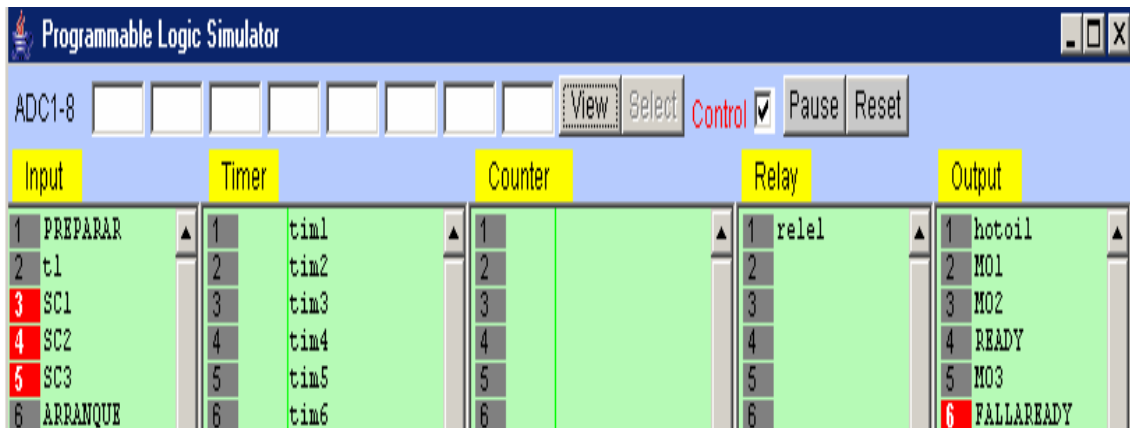
**O.3.2.** El operador entra en la consola del operador, “saca la pantalla READY TO OPERATE” y en ella da el comando “PREPARAR” a la estación de botones “01-00-00-00-00” (software). De esta manera el PLC manda encender el calentador de aceite, manda arrancar el motor No2, COMP.MOT02. (M02), y enciende la luz piloto roja “READY”, a través de la señal preparar (1234PBS) (botón pulsador). Al encender la luz piloto indica que esta lista la primera etapa del funcionamiento de la Planta de Asfalto.



**O.3.3.** Seguidamente el operador entra en la consola del operador “saca la pantalla del sensor de temperatura t1” y en ella da el comando “on” a la estación de botones”002-000-000-000-000” el cual prende el sensor y cuando t1 llega a la temperatura adecuada apaga al calentador de aceite y se encienden los motor No1 BOMB.ACT.MOT01 (M01), y el motor No3 BOMB.ASF1.MOT03. (M03), como t1 representa un sensor de temperatura, ésta va a estar variando ya que al apagarse el calentador, el aceite comenzará a enfriarse, el sensor se apagará y este encenderá nuevamente el calentador, esto no tendrá efecto alguno sobre el funcionamiento de los motores, como al arranque; por lo consiguiente el calentador estará encendiéndose y apagando constantemente, según lo detecte el sensor de temperatura.



**O.3.4.** Si existe alguna falla en el motor No.1. (BOMB.ACT.MOT01.), motor No.2. (COMP.MOT02.) o el motor No.3. (BOMB.ASF1.MOT03.) se accionan SC1 o SC2 o SC3 o los tres al mismo tiempo, mandando la señal “OFF” a todas las salidas hasta ahora accionadas y se enciende la alarma (luz piloto amarilla) “FALLAREADY” que indica que hay una falla en la primer etapa y las salidas no volverán a encenderse “ON” hasta que se corrija la falla y se presione nuevamente el botón de “PREPARAR” (regresar a paso número O.2.1 del Ready to operate).



**O.3.5.** Para poder continuar no debe de haber ningún tipo de falla en la primera etapa, para proseguir con la siguiente etapa START.

## O.4. ARRANQUE (start).

**O.4.1.** El operador entra en la consola del operador y saca la pantalla “START” y en ella da el comando “ARRANQUE” a la estación de botones (botón pulsador) “006-000-000-000-000” (software), se encienden los motor No. 4. (SILO1.MOT04), el motor No.5. (SILO2.MOT05). y el motor No. 6. (SILO3.MOT06), esto es debido a que como son motores pequeños no habrá problema con la corriente de arranque, y se encienden los motores del No .7 al No .17, además comienza el primer timer (tim1), controlando los tiempos de arranque.

Y una terminado de encender los motores el PLC manda también a encender el BMS (Burner Management System, siglas en inglés), una vez accionado y uno hubo ningún tipo falla al encender el quemador se enciende la luz piloto roja “BMS”

De igual forma que el Ready to operate se enciende la salida “START” que indica que ésta en marcha la segunda etapa.

Se muestra la tabla de cómo secuencialmente se van ir accionando las salidas a cada motor y el tiempo de arranque en cada caso, ya que como se ha mencionado en capítulos anteriores el arranque de motores es de dos formas voltaje pleno y a voltaje reducido (auto transformador), dependiendo de la corriente que se consuma al arranque. Y una vez terminada la secuencia de encendido de motores se accionará la luz piloto roja “EXIT START”, el cual confirmará que no hubo ningún problema al arranque.

TAG DEL PLC	TAG ( MOTOR)	TIMER NÚMERO	TIEMPO (SEGUNDOS)
M07	SILO123.MOT07.	T11	
M08	BT.INCL1.MOT08.	T10	
M09	SEC.ROT1.MOT09.	T9	
M10	SEC.ROT1.MOT10.	T8	
M11	VENT01.MOT11	T7	
M12	SPDR, QMDR.MOT,12.	T6	
M13	SEC.ROT1.BT04.MOT13.	T5	
M14	CANG1.MOT14.	T4	
M15	MV01.MOT15,	T3	
M16	MEZCL01.MOT16,	T2	
M17	MEZCL01.MOT17	T1	

MOTORES 4, 5, 6.

Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1 2	1	1 relel	1 hotoil
2 t1	2	2	2	2 M01
3 SC1	3	3	3	3 M02
4 SC2	4	4	4	4 READY
5 SC3	5	5	5	5 M03
6 ARRANQUE	6	6	6	6 FALLAREADY
7 SC4	7	7	7	7 START
8 SC5	8	8	8	8 M04
9 SC6	9	9	9	9 M05
10 SC7	10	10	10	10 M06
11 SC8	11	11	11	11 M07

MOTORES 7 AL 17. Y BMS

Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1 0	1	1 relel	1 hotoil
2 t1	2 0	2	2	2 M01
3 SC1	3 0	3	3	3 M02
4 SC2	4 0	4	4	4 READY
5 SC3	5 0	5	5	5 M03
6 ARRANQUE	6 0	6	6	6 FALLAREADY
7 SC4	7 0	7	7	7 START
8 SC5	8 0	8	8	8 M04
9 SC6	9 0	9	9	9 M05
10 SC7	10 0	10	10	10 M06
11 SC8	11 0	11	11	11 M07
12 SC9	12	12	12	12 M08
13 SC10	13	13	13	13 M09
14 SC11	14	14	14	14 M10
15 SC12	15	15	15	15 M11
16 SC13	16	16	16	16 M12
17 SC14	17	17	17	17 M13
18 SC15	18	18	18	18 M14
19 SC16	19	19	19	19 M15
20 SC17	20	20	20	20 M16
21 SC18	21	21	21	21 M17
22 SC19	22	22	22	22 M18
23 SC20	23	23	23	23 M19
24 SC21	24	24	24	24 M20
25 SC_BMS	25	25	25	25 M21
26 PRODUCCION	26	26	26	26 BMS
27 sensor_01	27	27	27	27 EXIT_START
28 sensor_02	28	28	28	28 FALLA_START

O.4.2. Si se presenta alguna falla en alguno de los motores en la etapa de “START”, se apagan los motores involucrados en la etapa de “START”, y se enciende la lámpara piloto amarilla “FALLAMOTORES”, y los motores no volverán a encender hasta que se remueva la falla, una vez removida la falla se comienza con el paso O2.1 de la etapa de “START”.



Programmable Logic Simulator						
ADC1-8		View Select		Control <input checked="" type="checkbox"/>	Pause Reset	
Input	Timer	Counter	Relay	Output		
1	PREPARAR	1	0	tim1	1	hotoil
2	t1	2	0	tim2	2	M01
3	SC1	3	0	tim3	3	M02
4	SC2	4	0	tim4	4	READY
5	SC3	5	0	tim5	5	M03
6	ARRANQUE	6	0	tim6	6	FALLAREADY
7	SC4	7	0	tim7	7	START
8	SC5	8	0	tim8	8	M04
9	SC6	9	0	tim9	9	M05
10	SC7	10	0	tim10	10	M06
11	SC8	11	0	tim11	11	M07
12	SC9	12	0	tim12	12	M08
13	SC10	13	0		13	M09
14	SC11	14	0	tim14	14	M10
15	SC12	15	0	tim15	15	M11
16	SC13	16	0	tim16	16	M12
17	SC14	17	0	tim17	17	M13
18	SC15	18	0	tim18	18	M14
19	SC16	19	0	tim19	19	M15
20	SC17	20	0	tim20	20	M16
21	SC18	21	0	tim21	21	M17
22	SC19	22	0	tim22	22	M18
23	SC20	23	0	tim23	23	M19
24	SC21	24	0	tim24	24	M20
25	SC BMS	25	0	tim25	25	M21
26	PRODUCCION	26	0	tim26	26	BMS
27	sensor_01	27	0	tim27	27	EXIT_START
28	sensor_02	28	0	timmix	28	FALLSTART

O.4.4. Para proseguir con la siguiente etapa no debe de haber ninguna falla tanto en “READY”, como en “START”, una vez cumplida esta etapa seguimos a “NORMAL OPERATE”.

## O.5. OPERACIÓN NORMAL (Normal Operate).

Normal operate consiste en la producción del cemento asfáltico.

O.5.1. El operador entra en la consola del operador y saca la pantalla “NORMAL OPERATE” y en ella da el comando “PRODUCCIÓN” a la estación de botones (botón sostenido) “025-000-000-000-000” (software), Mandando encender los motores No19 SILO1.VIB1.MOT19. (M19), motor No20 SILO2.VIB2.MOT20. (M20) y motor No21. SILO3.VIB3.MOT21. (M21), y seguidamente abre las compuertas de las tolvas No1 SILO1.SHUT01(shut1), TOLVA No2 SILO2.SHUT02.(shut2) y TOLVA No3 SILO3.SHUT03(shut3), en una cantidad del 40% de su apertura para una cantidad de sesenta toneladas por hora, encendiendo la salida (luz piloto roja) “NORMAL” indicando que ha comenzado la tercera etapa.

The screenshot shows a 'Programmable Logic Simulator' window with a control panel. The panel is divided into five columns: Input, Timer, Counter, Relay, and Output. Each column contains a list of 45 items, numbered 1 to 45. The 'Input' column lists various sensors and control buttons. The 'Timer' column lists 26 timers (tim1 to tim26) and two other variables (timmix, tvaciado). The 'Counter' column lists 45 counters (1 to 45). The 'Relay' column lists 30 relays (rele1 to shut9). The 'Output' column lists 45 outputs (hotoil, M01 to M21, BMS, EXIT\_START, FALLA\_START, NORMAL, shut1 to shut9, pesaje, asfalto, READYMIX, ENDPRODUC, FALLAVIBCO, STOP, EMERGENCY). The 'Control' checkbox is checked, and the 'View' and 'Select' buttons are visible. The 'Pause' and 'Reset' buttons are also present.

Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1 0 tim1	1	1 rele1	1 hotoil
2 t1	2 0 tim2	2	2	2 M01
3 SC1	3 0 tim3	3	3	3 M02
4 SC2	4 0 tim4	4	4	4 READY
5 SC3	5 0 tim5	5	5	5 M03
6 ARRANQUE	6 0 tim6	6	6	6 FALLAREADY
7 SC4	7 0 tim7	7	7	7 START
8 SC5	8 0 tim8	8	8	8 M04
9 SC6	9 0 tim9	9	9	9 M05
10 SC7	10 0 tim10	10	10	10 M06
11 SC8	11 0 tim11	11	11	11 M07
12 SC9	12 0 tim12	12	12	12 M08
13 SC10	13	13	13	13 M09
14 SC11	14 tim14	14	14	14 M10
15 SC12	15 tim15	15	15	15 M11
16 SC13	16 tim16	16	16	16 M12
17 SC14	17 tim17	17	17	17 M13
18 SC15	18 tim18	18	18	18 M14
19 SC16	19 tim19	19	19	19 M15
20 SC17	20 tim20	20	20	20 M16
21 SC18	21 tim21	21	21	21 M17
22 SC19	22 tim22	22	22	22 M18
23 SC20	23 tim23	23	23	23 M19
24 SC21	24 tim24	24	24	24 M20
25 SC BMS	25 tim25	25	25	25 M21
26 PRODUCCION	26 tim26	26	26	26 BMS
27 sensor_01	27 tim27	27	27	27 EXIT_START
28 sensor_02	28 timmix	28	28	28 FALLA_START
29 sensor_03	29 tvaciado	29	29	29 NORMAL
30 cp_0	30 tcamion	30	30	30 shut1
31 cp_1	31	31	31	31 shut2
32 cp_2	32	32	32	32 shut3
33 cp_3	33	33	33	33 pesaje
34 mezclar	34	34	34	34 shut4
35 camion	35	35	35	35 shut5
36 APAGAR	36	36	36	36 shut6
37 EMERGENCIA	37	37	37	37 asfalto
38	38	38	38	38 READYMIX
39	39	39	39	39 shut7
40	40	40	40	40 shut8
41	41	41	41	41 ENDPRODUC
42	42	42	42	42 shut9
43	43	43	43	43 FALLAVIBCO
44	44	44	44	44 STOP
45	45	45	45	45 EMERGENCY

**O.5.2.** Pasando aproximadamente 4 minutos el material cribado empieza a almacenarse en el depósito D1 (SILO4.), D2 (SILO5), D3 (SILO6), el cual es detectado por los sensores de nivel. Para D1 (sensor 01), D2 (sensor 02) D3 (sensor 03), una vez que los tres sensores marquen que los depósitos están llenos, enciende la luz piloto azul “PESAJE” el cual indicará que esta lista la etapa para comenzar los “batches”.

25	PRODUCCION	25	tim25	25	25	25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26	26	26	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27	27	27	FALLASTART
28	sensor_03	28	timmix	28	28	28	NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29	29	29	shut1
30	cp_1	30	tcamion	30	30	30	shut2
31	cp_2	31		31	31	31	shut3
32	cp_3	32		32	32	32	pesaje
33	mezclar	33		33	33	33	shut4
34	camion	34		34	34	34	shut5
35	APAGAR	35		35	35	35	shut6
36	EMERGENCIA	36		36	36	36	asfalto
37		37		37	37	37	READYMIX
38		38		38	38	38	shut7
39		39		39	39	39	shut8
40		40		40	40	40	ENDPRODUC
41		41		41	41	41	shut9
42		42		42	42	42	FALLAVIBCO
43		43		43	43	43	STOP
44		44		44	44	44	EMERGENCY

**O.5.3.** En ésta etapa la operación será manual, el operador será el encargado de hacer los “batches”, o sea hará la toma de las cuatro lecturas, que son para la arena, grava, gravilla y el asfalto líquido ya previamente calentado, que a continuación se dará el procedimiento así como de las cantidades necesarias para realizar la mezcla:

#### O.5.3.1. Carga de la grava.

El operador abre el shutter SILO4.SHUT4 (shut4.). A través de la pantalla SCALE, oprimiendo el botón pulsador “cp 0”, lo que dejará caer grava a la bascula y se encenderá la luz piloto “shut 4”, y mantendrá operado este shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C1 (1690 kilos) según la fórmula. Al llegar a esta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de desenergizar a la bobina 11 del shutter SILO4.SHUT4 (shut4.) y apagará la luz piloto “shut 4”.

25	PRODUCCION	25	tim25	25	25	25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26	26	26	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27	27	27	FALLASTART
28	sensor_03	28	timmix	28	28	28	NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29	29	29	shut1
30	cp_1	30	tcamion	30	30	30	shut2
31	cp_2	31		31	31	31	shut3
32	cp_3	32		32	32	32	pesaje
33	mezclar	33		33	33	33	shut4
34	camion	34		34	34	34	shut5
35	APAGAR	35		35	35	35	shut6
36	EMERGENCIA	36		36	36	36	asfalto
37		37		37	37	37	READYMIX
38		38		38	38	38	shut7
39		39		39	39	39	shut8
40		40		40	40	40	ENDPRODUC
41		41		41	41	41	shut9
42		42		42	42	42	FALLAVIBCO
43		43		43	43	43	STOP
44		44		44	44	44	EMERGENCY

### O.5.3.2. Carga de la gravilla.

El operador abre el shutter SILO5.SHUT5 (shut 5). A través de la pantalla SCALE, oprimiendo el botón “cp 1”, lo que dejará caer grava a la báscula y se encenderá la luz piloto “shut 5”, y mantendrá operado este shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C2 (2253 kilos) según la fórmula. Al llegar a esta cantidad deja de oprimir el botón el cual mandará la señal de cierre a la bobina 22 del shutter SILO5.SHUT5 (shut 5) y se apagará la luz piloto “shut 5”.

25	PRODUCCION	25	tim25	25		25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26		26	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27		27	FALLASTART
28	sensor_03	28	timmix	28		28	NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29		29	shut1
30	cp_1	30	tcamion	30		30	shut2
31	cp_2	31		31		31	shut3
32	cp_3	32		32		32	pesaje
33	mezclar	33		33		33	shut4
34	camion	34		34		34	shut5
35	APAGAR	35		35		35	shut6
36	EMERGENCIA	36		36		36	asfalto
37		37		37		37	READYMIX
38		38		38		38	shut7
39		39		39		39	shut8
40		40		40		40	ENDPRODUC
41		41		41		41	shut9
42		42		42		42	FALLAVIBCO
43		43		43		43	STOP
44		44		44		44	EMERGENCY

### O.5.3.3. Carga de la arena.

El operador abre el shutter SILO6.SHUT6. (shut 6) a través de la pantalla SCALE, oprimiendo el botón pulsador “cp 2”, lo que dejará caer grava a la báscula y encenderá la luz piloto “shut 6”, y mantendrá operado este shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C3 (1690 kilos) según la fórmula. Al llegar a esta cantidad deja de oprimir, el cual mandará la señal de desenergizar a la bobina 33 del shutter SILO6.SHUT6. (Shut 6) y se apaga la luz piloto “shut 6”.

25	PRODUCCION	25	tim25	25		25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26	sensor_01	26	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27	sensor_02	27	FALLASTART
28	sensor_03	28	timmix	28	sensor_03	28	NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29	cp_0	29	shut1
30	cp_1	30	tcamion	30	cp_1	30	shut2
31	cp_2	31		31	cp_2	31	shut3
32	cp_3	32		32	cp_3	32	pesaje
33	mezclar	33		33	mezclar	33	shut4
34	camion	34		34	camion	34	shut5
35	APAGAR	35		35	APAGAR	35	shut6
36	EMERGENCIA	36		36	EMERGENCIA	36	asfalto
37		37		37		37	READYMIX
38		38		38		38	shut7
39		39		39		39	shut8
40		40		40		40	ENDPRODUC
41		41		41		41	shut9
42		42		42		42	FALLAVIBCO
43		43		43		43	STOP
44		44		44		44	EMERGENCY

### O.5.3.4. Carga del chapopote.

El operador abre la válvula (asfalto 01) a través de la pantalla SCALE, oprimiendo el botón pulsador “cp 2”, lo que dejara salir el asfalto previamente ya calentado a la bascula y encenderá la luz piloto “asfalto”, y mantendrá operado este shutter en posición abierta hasta que llegue a la cantidad C4 (3950.5 kilos) según la fórmula. Al llegar a esta cantidad deja de

oprimir, el cual mandará la señal de desenergizar a la bobina 44 de la válvula (asfalto 01) y se apaga la luz piloto “asfalto”.

25	PRODUCCION	25	tim25	25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26	26 EXIT START
27	sensor_02	27	tim27	27	27 FALLSTART
28	sensor_03	28	timmix	28	28 NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29	29 shut1
30	cp_1	30	tcamion	30	30 shut2
31	cp_2	31		31	31 shut3
32	cp_3	32		32	32 pesaje
33	mezclar	33		33	33 shut4
34	camion	34		34	34 shut5
35	APAGAR	35		35	35 shut6
36	EMERGENCIA	36		36	36 asfalto
37		37		37	37 READYMIX
38		38		38	38 shut7
39		39		39	39 shut8
40		40		40	40 ENDPRODUC
41		41		41	41 shut9
42		42		42	42 FALLAVIBCO
43		43		43	43 STOP
44		44		44	44 EMERGENCY

Una vez terminado el pesaje de la arena, grava, gravilla y asfalto, se encenderá la lámpara piloto azul “READYMIX” la cuál estará indicando que esta lista para comenzar la mezcla.

#### O.5.4. Mezclado.

O.5.4.1. El operador entra en la consola del operador y saca la pantalla “mezclar” y en ella da el comando “mezclar” a la estación de botones (botón sostenido) “034-000-000-000-000” (software), Mandando a abrir el shutter SILO7.SHUT7. (Shut 7), se enciende el timer (timmix),

25	PRODUCCION	25	tim25	25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26	26 EXIT START
27	sensor_02	27	tim27	27	27 FALLSTART
28	sensor_03	28	42 timmix	28	28 NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29	29 shut1
30	cp_1	30	tcamion	30	30 shut2
31	cp_2	31		31	31 shut3
32	cp_3	32		32	32 pesaje
33	mezclar	33		33	33 shut4
34	camion	34		34	34 shut5
35	APAGAR	35		35	35 shut6
36	EMERGENCIA	36		36	36 asfalto
37		37		37	37 READYMIX
38		38		38	38 shut7
39		39		39	39 shut8
40		40		40	40 ENDPRODUC
41		41		41	41 shut9
42		42		42	42 FALLAVIBCO
43		43		43	43 STOP
44		44		44	44 EMERGENCY

### O.5.5. Almacenado en caliente.

Una vez que termina el timer “timmix” el PLC manda a cerrar el shutter SILO7.SHUT7. (Shut 7). Y se manda abrir el shutter SILO8.SHUT8. (Shut 8). Se enciende el timer “tvaciado” y el cemento asfáltico comienza a caer el silo de almacenado en caliente.

25	PRODUCCION	25	tim25	25		25	M21
26	sensor_01	26	tim26	26		26	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27		27	FALLASTART
28	sensor_03	28	0	28	timmix	28	NORMAL
29	cp_0	29	55	29	tvaciado	29	shut1
30	cp_1	30		30	tcamion	30	shut2
31	cp_2	31		31		31	shut3
32	cp_3	32		32		32	pesaje
33	mezclar	33		33		33	shut4
34	camion	34		34		34	shut5
35	APAGAR	35		35		35	shut6
36	EMERGENCIA	36		36		36	asfalto
37		37		37		37	READYMIX
38		38		38		38	shut7
39		39		39		39	shut8
40		40		40		40	ENDPRODUC
41		41		41		41	shut9
42		42		42		42	FALLAVIBCO
43		43		43		43	STOP
44		44		44		44	EMERGENCY

Una vez que termina el timer “tvaciado” se cierra el shutter SILO8.SHUT8. (Shut 8) y enciende la lámpara piloto azul “END PRODUC” el cual indica que a terminado el proceso de la fabricación del Cemento Asfáltico, y el camión puede pasar por el para transportarlo al lugar de entrega.

Cuando se ha cerrado el SILO7.SHUT7. (Shut 7). Se comienza con el proceso de pesado.

### O.5.6. Vaciado.

Hay un sensor de presencia el cual detecta la presencia del camión cuando se coloca por debajo del SILO9.SHUT9. (Shut 9). El cual se acciona cuando el camión esta en posición entonces manda abrir el SILO9.SHUT9. (Shut 9). Se acciona el timer “camión” y una vez que haya terminado el vaciado el PLC manda a cerrar el SILO9.SHUT9. (Shut 9). Y cuando el camión se retire de abajo del SILO9.SHUT9. (Shut 9). Se apaga el sensor de presencia “camión”

25	PRODUCCION	25	tim25	25		31	M21
26	sensor_01	26	tim26	26		32	EXIT_START
27	sensor_02	27	tim27	27		33	FALLASTART
28	sensor_03	28	timmix	28		34	NORMAL
29	cp_0	29	tvaciado	29		35	shut1
30	cp_1	30	6	30	tcamion	36	shut2
31	cp_2	31		31		37	shut3
32	cp_3	32		32		38	pesaje
33	mezclar	33		33		39	shut4
34	camion	34		34		40	shut5
35	APAGAR	35		35		41	shut6
36	EMERGENCIA	36		36		42	asfalto
37		37		37		43	READYMIX
38		38		38		44	shut7
39		39		39		45	shut8
40		40		40		46	ENDPRODUC
41		41		41		47	shut9
42		42		42		48	FALLAVIBCO
43		43		43		49	STOP
44		44		44		50	EMERGENCY

## O.6. CIERRE (Shutdown).

En esta etapa se apagan todos los motores en secuencia conforme se prendieron.

El operador entra en la consola del operador y saca la pantalla “STOP” y en ella da el comando “OFF” a la estación de botones (otro botón pulsador) “037-000-000-000” (software),

Mandando a cerrar primeramente los shutter: shutter01 SILO01.SHUT01 (shut1), SILO02.SHUT02 (shut02), SILO03.SHUT03. (shut3). Seguidamente el PLC acciona el TIMER de cierre, dándole un tiempo para que todo el pétreo restante sea transportado hasta el final del proceso. Y se apague el quemador.

Una vez terminado el proceso se comienza a apagar los motores como se muestra en la tabla

TAG DEL PLC	TAG ( MOTOR)	TIMER NÚMERO	TIEMPO (SEGUNDOS)
M07	SILO123.MOT07.	T11	
M08	BT.INCL1.MOT08.	T10	
M09	SEC.ROT1.MOT09.	T9	
M10	SEC.ROT1.MOT10.	T8	
M11	VENT01.MOT11	T7	
M12	SPDR, QMDR.MOT, 12.	T6	
M13	SEC.ROT1.BT04.MOT13.	T5	
M14	CANG1.MOT14.	T4	
M15	MV01.MOT15,	T3	
M16	MEZCL01.MOT16,	T2	
M17	MEZCL01.MOT17	T1	

Programmable Logic Simulator				
ADC-8				
View Select Control <input checked="" type="checkbox"/> Pause Reset				
Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1 0	tim1	1 relel	1 hotoil
2 t1	2 0	tim2	2	2 M01
3 SC1	3 0	tim3	3	3 M02
4 SC2	4 0	tim4	4	4 READY
5 SC3	5 0	tim5	5	5 M03
6 ARRANQUE	6 0	tim6	6	6 FALLAREADY
7 SC4	7 0	tim7	7	7 START
8 SC5	8 0	tim8	8	8 M04
9 SC6	9 0	tim9	9	9 M05
10 SC7	10 0	tim10	10	10 M06
11 SC8	11 0	tim11	11	11 M07
12 SC9	12 0	tim12	12	12 M08
13 SC10	13	13	13	13 M09
14 SC11	14 0	tim14	14	14 M10
15 SC12	15 13	tim15	15	15 M11
16 SC13	16 23	tim16	16	16 M12
17 SC14	17 33	tim17	17	17 M13
18 SC15	18 43	tim18	18	18 M14
19 SC16	19 53	tim19	19	19 M15
20 SC17	20 63	tim20	20	20 M16
21 SC18	21 73	tim21	21	21 M17
22 SC19	22 83	tim22	22	22 M18
23 SC20	23 93	tim23	23	23 M19
24 SC21	24 103	tim24	24	24 M20
25 SC_BMS	25 113	tim25	25	25 M21
26 PRODUCCION	26 123	tim26	26	26 BMS
27 sensor_01	27 133	tim27	27	27 EXIT START
28 sensor_02	28	timmix	28	28 FALLSTART
29 sensor_03	29	tvaciado	29	29 NORMAL
30 cp_0	30	tcamion	30	30 shut1
31 cp_1	31		31	31 shut2
32 cp_2	32		32	32 shut3
33 cp_3	33		33	33 pesaje
34 mezclar	34		34	34 shut4
35 camion	35		35	35 shut5
36 APAGAR	36		36	36 shut6
37 EMERGENCIA	37		37	37 asfalto
38	38		38	38 READYMIX
39	39		39	39 shut7
40	40		40	40 shut8
41	41		41	41 ENDPRODUC
42	42		42	42 shut9
43	43		43	43 FALLAVIBCO
44	44		44	44 STOP
45	45		45	45 EMERGENCY

Programmable Logic Simulator				
ADC-8				
View Select Control <input checked="" type="checkbox"/> Pause Reset				
Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1	tim1	1 relel	1 hotoil
2 t1	2	tim2	2	2 M01
3 SC1	3	tim3	3	3 M02
4 SC2	4	tim4	4	4 READY
5 SC3	5	tim5	5	5 M03
6 ARRANQUE	6	tim6	6	6 FALLAREADY
7 SC4	7	tim7	7	7 START
8 SC5	8	tim8	8	8 M04
9 SC6	9	tim9	9	9 M05
10 SC7	10	tim10	10	10 M06
11 SC8	11	tim11	11	11 M07
12 SC9	12	tim12	12	12 M08
13 SC10	13	13	13	13 M09
14 SC11	14	tim14	14	14 M10
15 SC12	15	tim15	15	15 M11
16 SC13	16	tim16	16	16 M12
17 SC14	17	tim17	17	17 M13
18 SC15	18	tim18	18	18 M14
19 SC16	19	tim19	19	19 M15
20 SC17	20	tim20	20	20 M16
21 SC18	21	tim21	21	21 M17
22 SC19	22	tim22	22	22 M18
23 SC20	23	tim23	23	23 M19
24 SC21	24	tim24	24	24 M20
25 SC_BMS	25	tim25	25	25 M21
26 PRODUCCION	26	tim26	26	26 BMS
27 sensor_01	27	tim27	27	27 EXIT START
28 sensor_02	28	timmix	28	28 FALLSTART
29 sensor_03	29	tvaciado	29	29 NORMAL
30 cp_0	30	tcamion	30	30 shut1
31 cp_1	31		31	31 shut2
32 cp_2	32		32	32 shut3
33 cp_3	33		33	33 pesaje
34 mezclar	34		34	34 shut4
35 camion	35		35	35 shut5
36 APAGAR	36		36	36 shut6
37 EMERGENCIA	37		37	37 asfalto
38	38		38	38 READYMIX
39	39		39	39 shut7
40	40		40	40 shut8
41	41		41	41 ENDPRODUC
42	42		42	42 shut9
43	43		43	43 FALLAVIBCO
44	44		44	44 STOP
45	45		45	45 EMERGENCY



## O.7. PARO DE EMERGENCIA (Emergency shutdown).

Condiciones: falla tipo eléctrica.

Si llega existir alguna falla de tipo eléctrica como:

- falla en algún motor.
- Sobrecorriente.
- Sobrevoltaje.
- Se accione alguna protección cuando ya la planta de asfalto se encuentre operando en condiciones normales.
- O algún accidente.

El PLC manda todas las salidas a “OFF” al mismo tiempo provocando que se apaguen todos los motores del No1 al No. 21.

TAG DEL PLC	NOMBRE DEL EQUIPO	TAG
M01	bomba de aceite	BOMB.ACT.MOT01.
M02	compresor de aire	COMP.MOT02
M03	bomba de asfalto	BOMB.ASF1.MOT03.
M04	motor banda transportadora silo1	SILO1.MOT04.
M05	motor banda transportadora silo2	SILO2.MOT05.
M06	motor banda transportadora silo3	SILO3.MOT06.
M07	motor banda transportadora mayor	SILO123.MOT07.
M08	motor banda transportadora inclinada	BT.INCL1.MOT08.
M09	motor secador1	SEC.ROT1.MOT09.
M10	motor secador2	SEC.ROT1.MOT10.
M11	motor ventilador	VENT01.MOT11
M12	motor quemador	SPDR, QMDR.MOT, 12.
M13	motor banda transportadora 4	SEC.ROT1.BT04.MOT13.
M14	motor cangilones	CANG1.MOT14.
M15	motor vibrador	MV01.MOT15,
M16	motor mezclador	MEZCL01.MOT16,
M17	motor mezclador	MEZCL01.MOT17
M18	motor colector de polvos	OL.POLV1.MOT18,
M19	motor vibrador silo1	SILO1.VIB1.MOT19.
M20	motor vibrador silo2	SILO2.VIB2.MOT20.
M21	motor vibrador silo3	SILO3.VIB3.MOT21.

Los shutters se cierran.

Shut1	Shutter de tolva 1
Shut2	Shutter de tolva 2
Shut3	Shutter de tolva 3

Los shutters se abren.

Shut4	Shutter de tolva 4
Shut5	Shutter de tolva 5
Shut6	Shutter de tolva 6
Shut7	Shutter de tolva 7
Shut8	Shutter de tolva 8
Shut9	Shutter de tolva 9

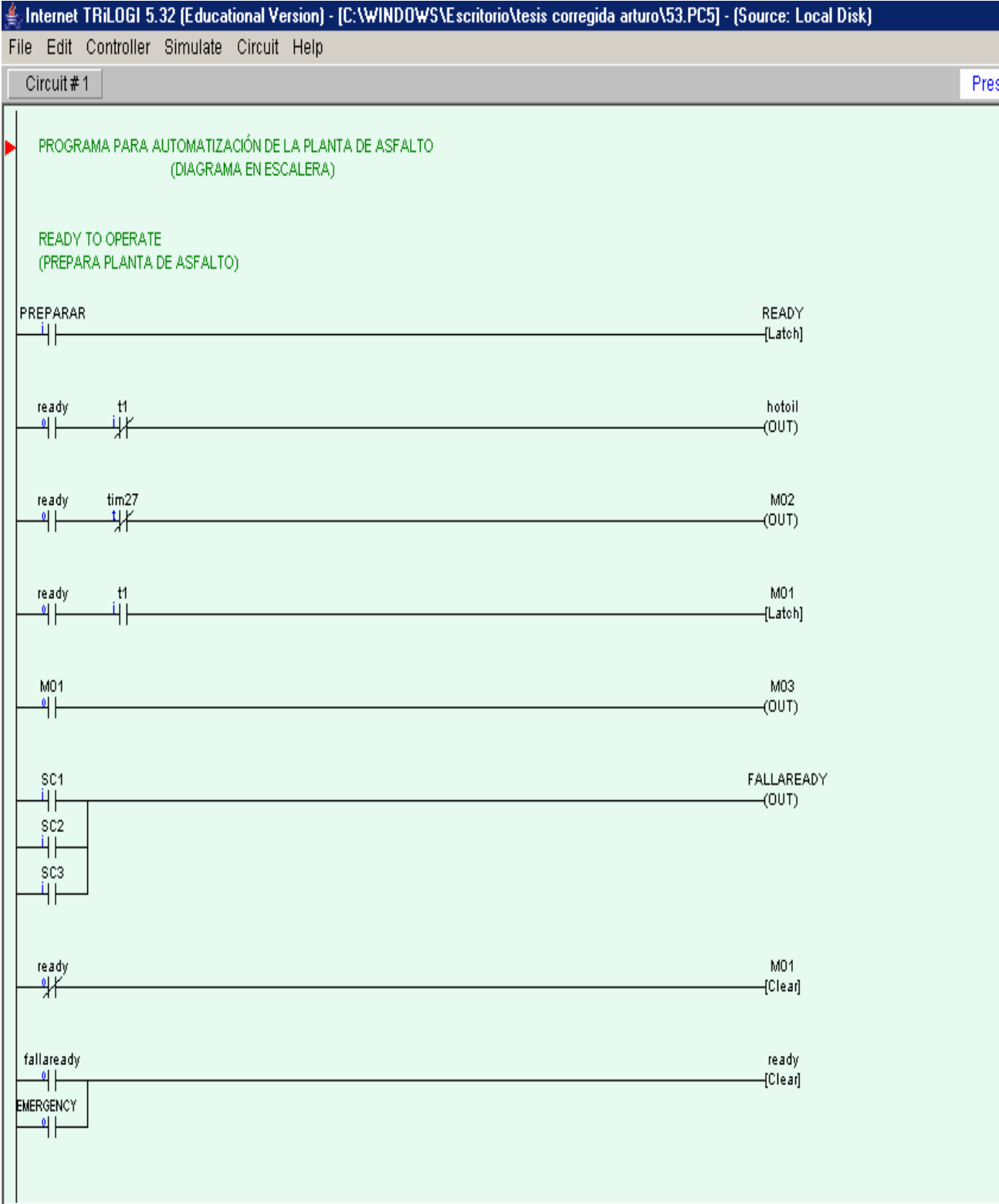
Programmable Logic Simulator

ADC1-8         View Select Control  Pause Reset

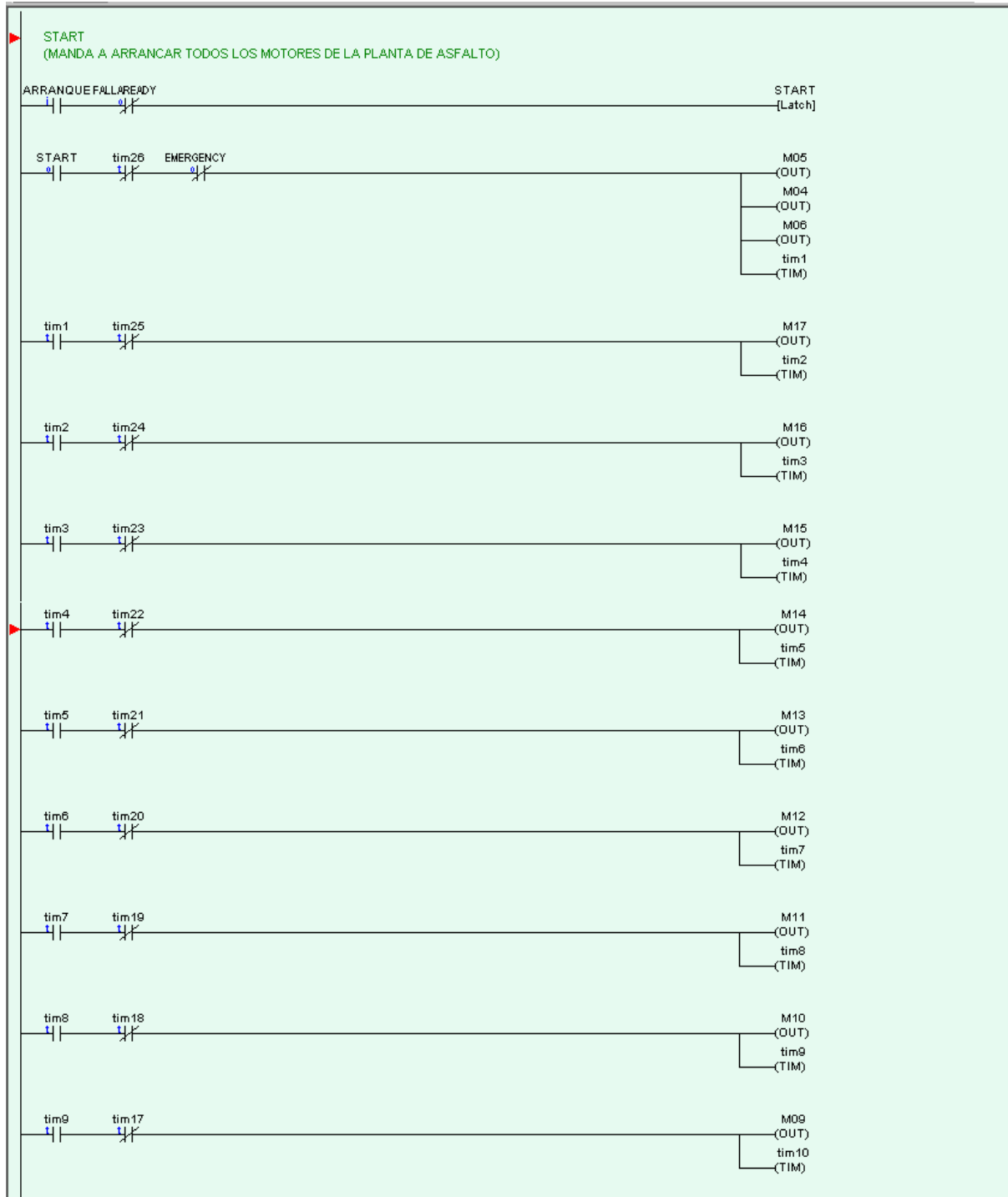
Input	Timer	Counter	Relay	Output
1 PREPARAR	1 tim1	1	1 rele1	1 hotoil
2 t1	2 tim2	2	2	2 MO1
3 SC1	3 tim3	3	3	3 MO2
4 SC2	4 tim4	4	4	4 READY
5 SC3	5 tim5	5	5	5 MO3
6 ARRANQUE	6 tim6	6	6	6 FALL&READY
7 SC4	7 tim7	7	7	7 START
8 SC5	8 tim8	8	8	8 MO4
9 SC6	9 tim9	9	9	9 MO5
10 SC7	10 tim10	10	10	10 MO6
11 SC8	11 tim11	11	11	11 MO7
12 SC9	12 tim12	12	12	12 MO8
13 SC10		13	13	13 MO9
14 SC11	14 tim14	14	14	14 M10
15 SC12	15 tim15	15	15	15 M11
16 SC13	16 tim16	16	16	16 M12
17 SC14	17 tim17	17	17	17 M13
18 SC15	18 tim18	18	18	18 M14
19 SC16	19 tim19	19	19	19 M15
20 SC17	20 tim20	20	20	20 M16
21 SC18	21 tim21	21	21	21 M17
22 SC19	22 tim22	22	22	22 M18
23 SC20	23 tim23	23	23	23 M19
24 SC21	24 tim24	24	24	24 M20
25 SC BMS	25 tim25	25	25	25 M21
26 PRODUCCION	26 tim26	26	26	26 BMS
27 sensor_01	27 tim27	27	27	27 EXIT START
28 sensor_02	28 0 timmix	28	28	28 FALL&START
29 sensor_03	29 0 tvaciado	29	29	29 NORMAL
30 cp_0	30 0 tcamion	30	30	30 shut1
31 cp_1	31	31	31	31 shut2
32 cp_2	32	32	32	32 shut3
33 cp_3	33	33	33	33 pesaje
34 mezclar	34	34	34	34 shut4
35 camion	35	35	35	35 shut5
36 APAGAR	36	36	36	36 shut6
37 EMERGENCIA	37	37	37	37 asfalto
38	38	38	38	38 READYMIX
39	39	39	39	39 shut7
40	40	40	40	40 shut8
41	41	41	41	41 ENDPRODUC
42	42	42	42	42 shut9
43	43	43	43	43 FALL&VIBCO
44	44	44	44	44 STOP
45	45	45	45	45 EMERGENCY

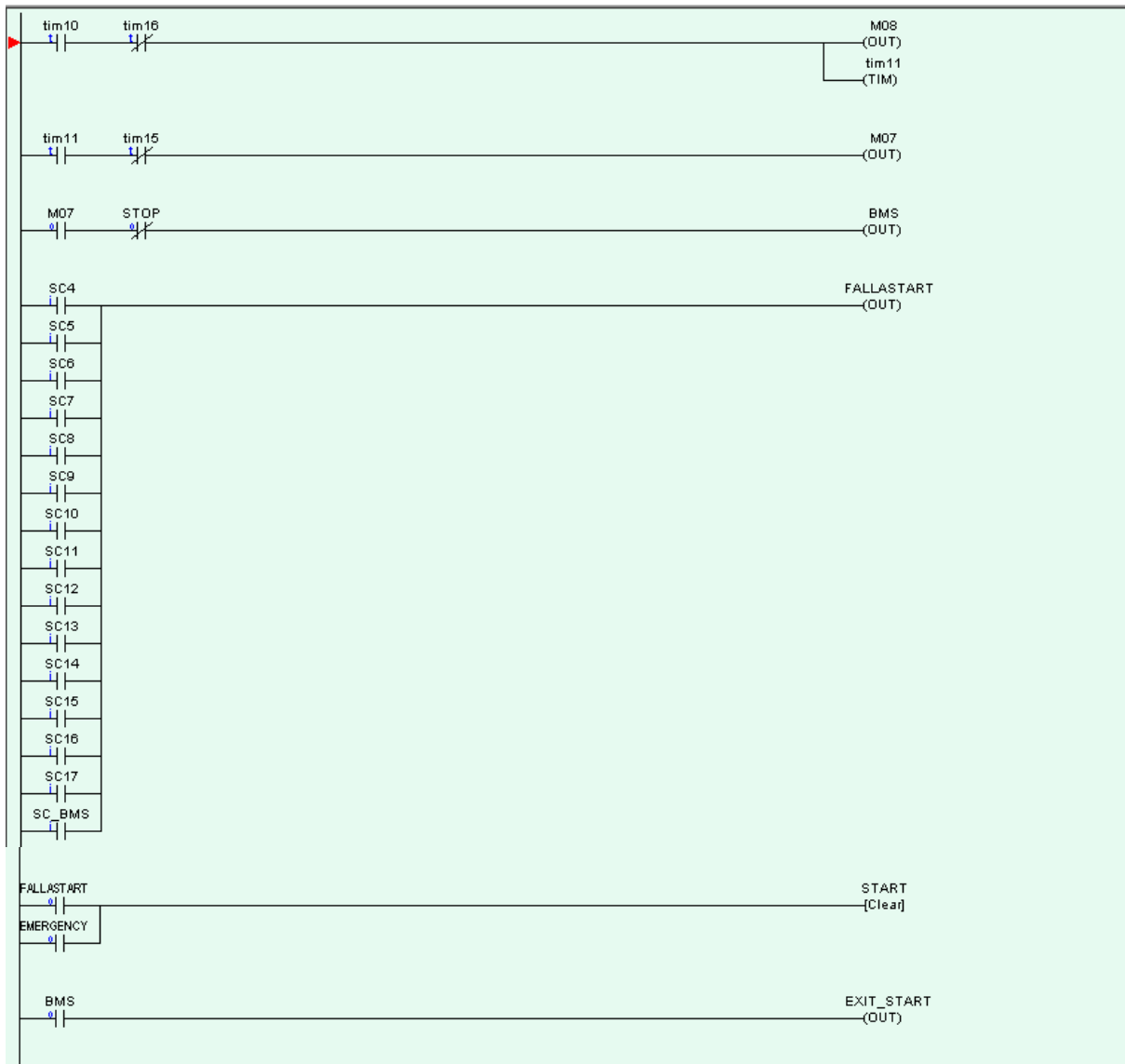
# O.8. Diagrama en escalera del PLC.

## O.8.1. Diagrama en escalera. LISTO PARA OPERAR (ready to operate).

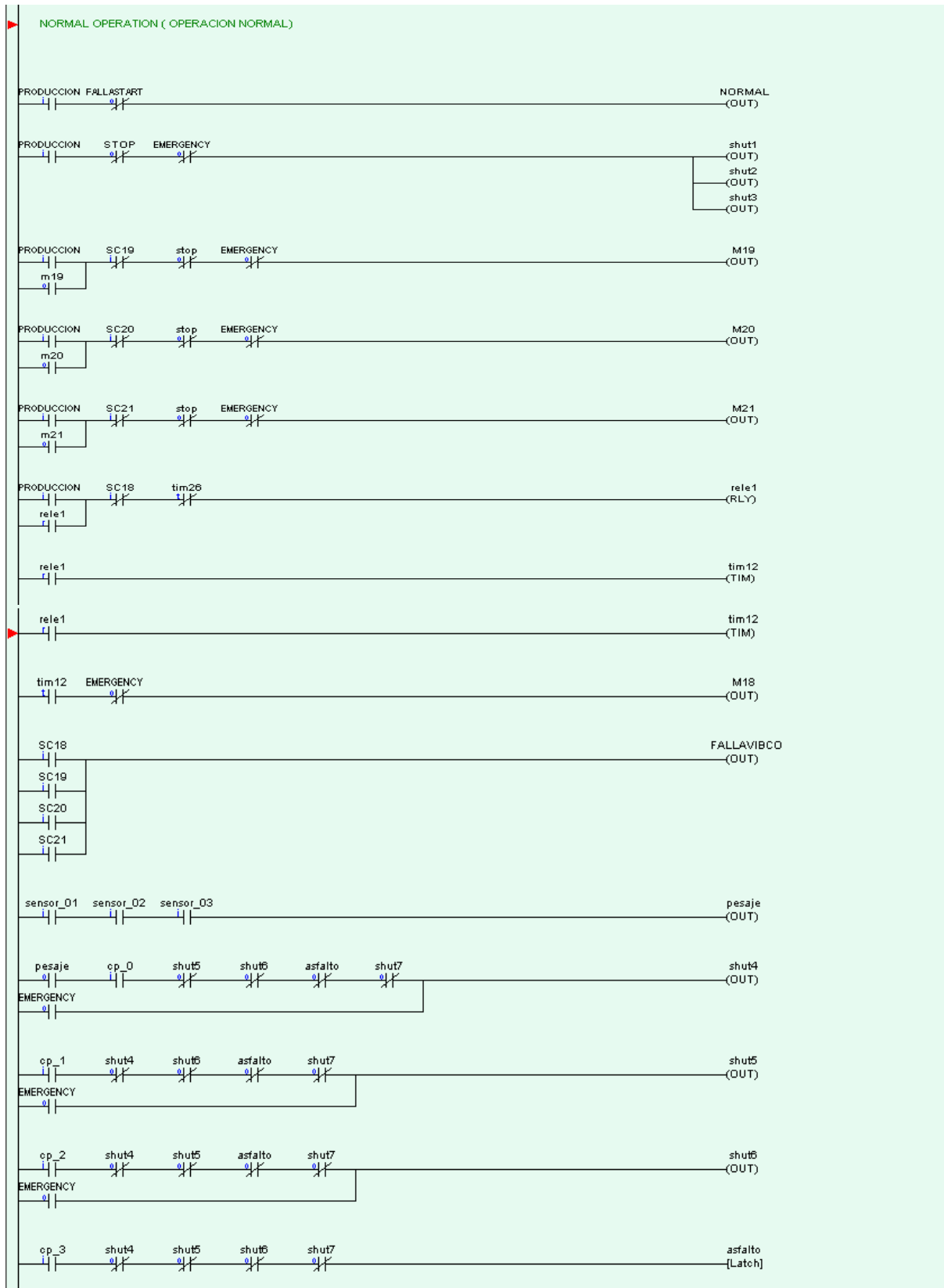


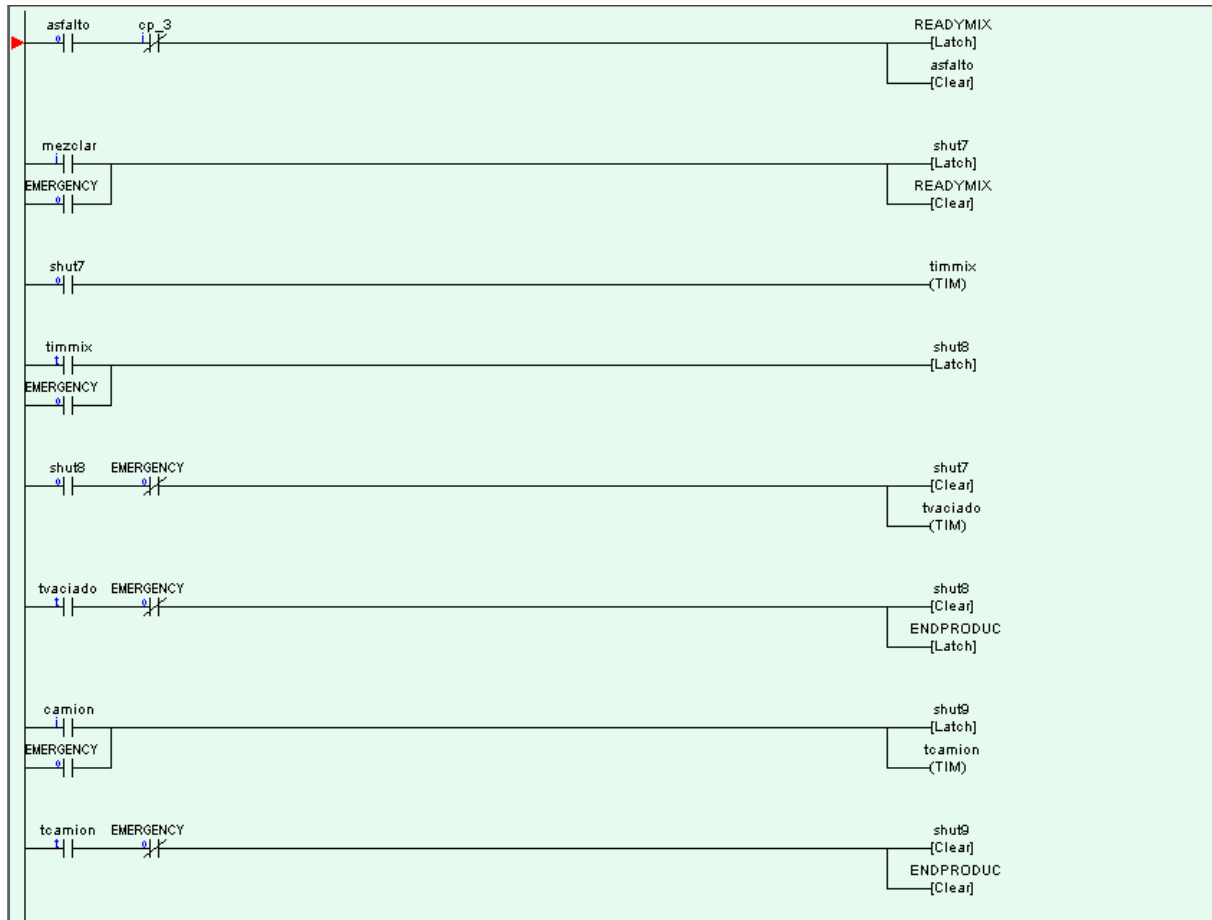
## O.8.2. Diagrama en escalera. ARRANQUE (start).



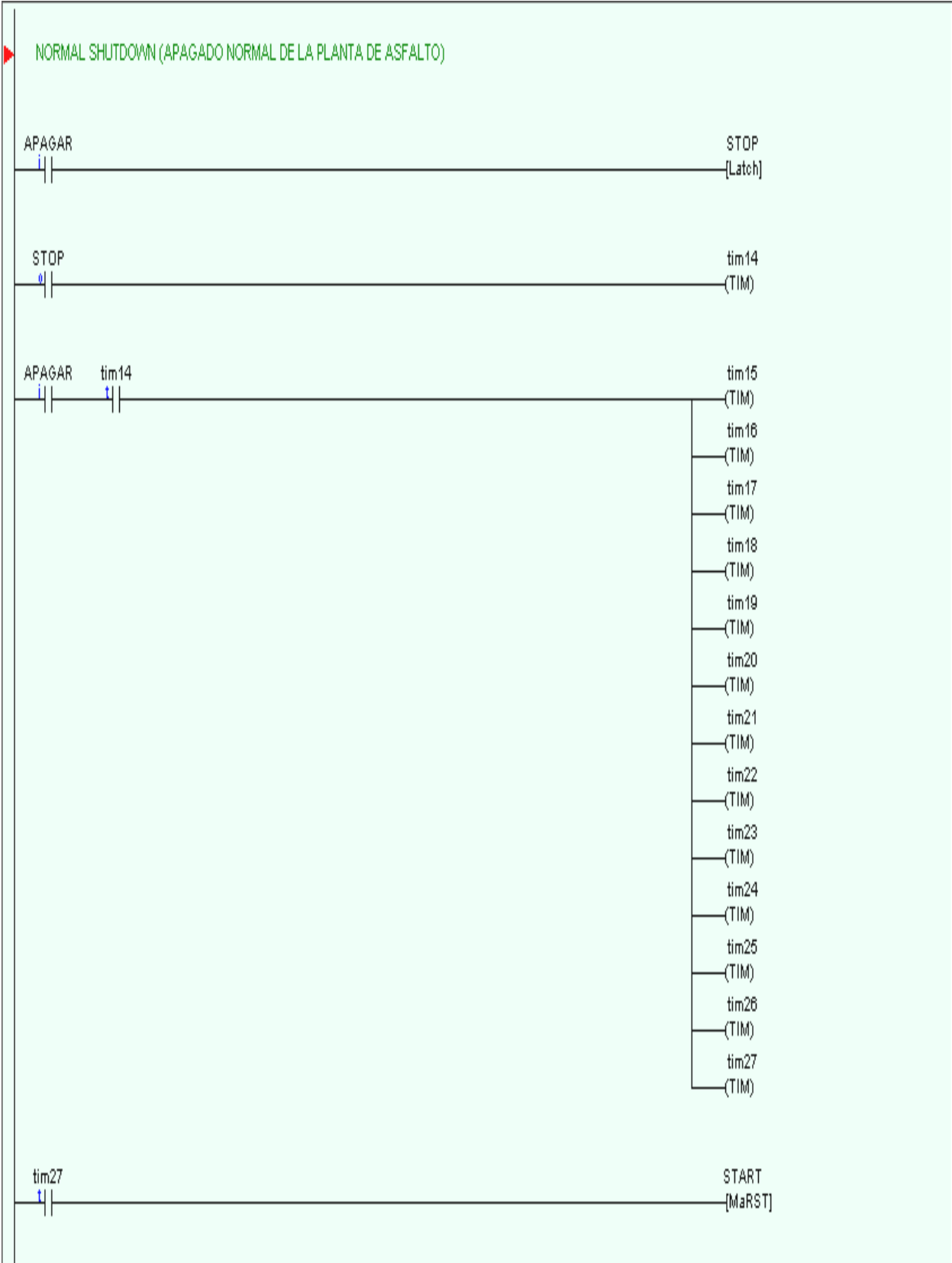


### O.8.3. Diagrama en escalera. OPERACIÓN NORMAL (normal operation).



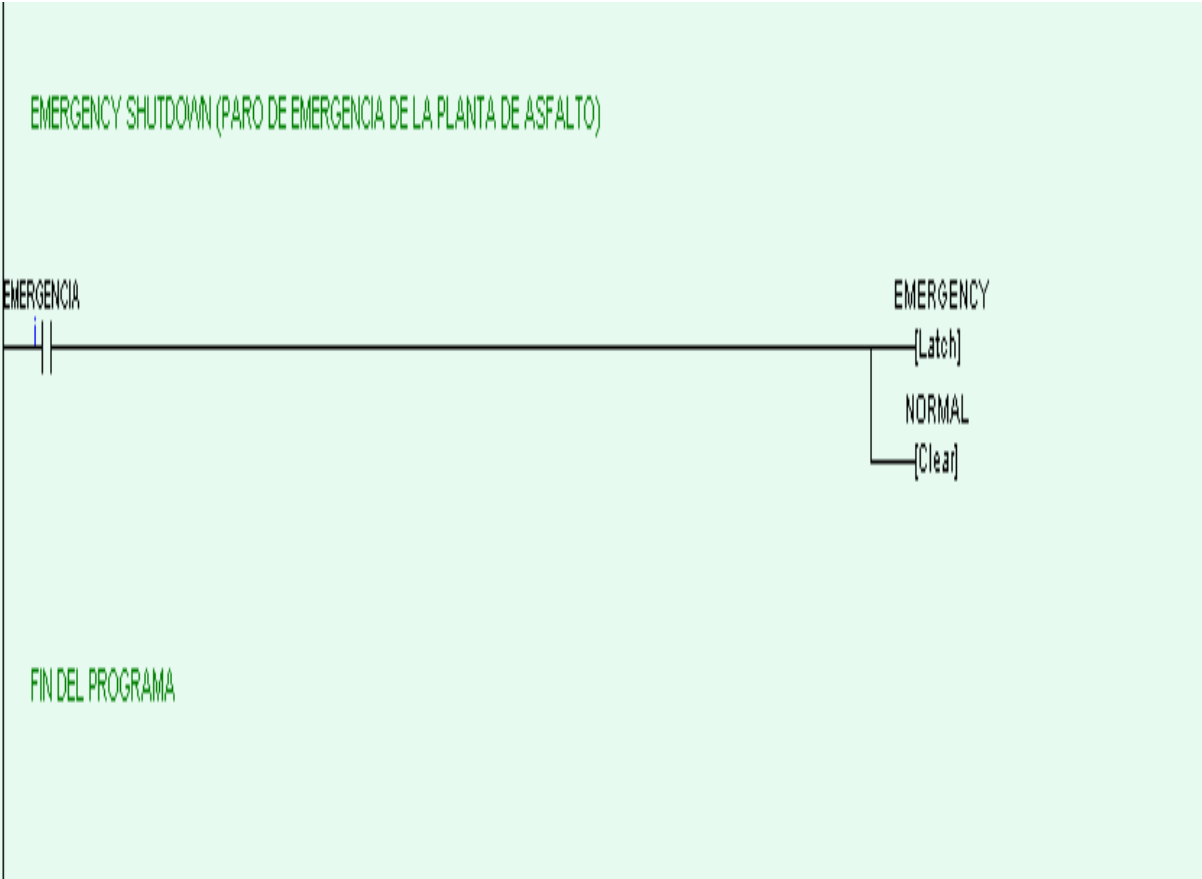


O.8.4. Diagrama en escalera. CIERRE NORMAL (normal shutdown).





O.8.5. Diagrama en escalera. PARO DE EMERGENCIA (emergency shutdown).



## O.9. Especificaciones mínimas del PLC.

<b>TIPO</b>	<b>FX2N-128M.</b>
<b>ENTRADAS Y SALIDAS</b>	
Número de entradas	64
Número de salidas digitales	64
Salidas digitales	RELE, TRANSISTOR.
Tiempo de ciclo	0.08μS/INSTRUCCIÓN LOGICA
Memoria de usuario	8000 PASOS PROGRAMA PLC( RAM INTERNA)
Corriente mínima para un “1” lógico.	4.5/3.5 mA.
Corriente máxima para un “0” lógico.	1.5 mA.
Resolución analógica	8,12 Y 16 BITS
<b>DATOS ELECTRICOS</b>	
Red primaria	100-240 V, AC 24 V DC
Frecuencia en c.a.	50/60 (+- 10%) HZ.
Potencia máx. aparente de entrada	100 VA
Tiempo admisible de fallo momentáneo de corriente.	10 ms.
Alimentación de servicio externo.	460 mA.
<b>DATOS MECANICOS.</b>	
Medidas	350X90X87 mm.
peso	1.8 Kg.

# P. APENDICE VARIOS.

## P.1.CABLE.

Cables trifásicos tipo THW-LS/THWW-LS	
VINILAT <sup>®</sup> AS Trifásico alta seguridad	
<b>DESCRIPCIÓN</b> Los cables VINILAT AS TRIFÁSICOS ALTA SEGURIDAD están formados por tres conductores de cobre electrolítico suave de alta pureza, con cableado concéntrico clase B.  El aislamiento individual de los conductores es un compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC) de formulación exclusiva, resistente a la propagación de incendio, con características de baja emisión de humos y gas ácido. Los conductores se reúnen bajo una cubierta exterior de PVC de las mismas características del aislante, en color negro, además de ser resistente a los rayos solares. El cable puede llevar un conductor de tierra, desnudo o aislado de sección transversal igual o reducida respecto al de los conductores de las fases. Estos cables pueden ser fabricados con dos, cuatro o más conductores.	-Es resistente al calor, humedad, aceites y agentes químicos. -Buena resistencia mecánica y a la abrasión.
<b>TENSIÓN DE OPERACIÓN</b> 600 V máximo.	
<b>TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR</b> 60°C en aceite 75°C en locales mojados. 90°C en locales secos.	
<b>GAMA DE CALIBRES</b> 14 AWG al 750 kCM.	
<b>PRESENTACIÓN</b> En carretes de 500 m.	
<b>CONSTRUCCIÓN</b> 1.Cables de cobre suave. 2.Aislamiento de PVC. 3.Relleno. 4.Cubierta de PVC.	
<b>ESPECIFICACIONES</b> NOM-063-SCFI NMX-J-010	
<b>APLICACIONES</b> En la distribución de energía eléctrica en instalaciones eléctricas industriales y grandes edificios. Pueden ser instalados en conduits, ductos subterráneos, charolas o al aire libre.	
<b>VENTAJAS DE USO</b> -Su característica antifuego contribuye a lograr instalaciones seguras y confiables, ya que en caso de incendio se elimina el riesgo de que éste se propague. -En caso de incendio, su característica de baja emisión de humos y gas ácido ayuda considerablemente a la visibilidad para el desalojo de las personas del lugar y lograr la ubicación y consecuente extinción de la fuente de incendio. -En caso de incendio, su característica de reducida emisión de humos y gas ácido, disminuye el riesgo de que las personas sufran intoxicaciones y reduce el daño al equipo.	

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Conductor			Diámetro exterior aproximado	Peso aproximado
Calibre AWG o kCM	Area de la sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Diámetro nominal mm		
14	2.08	1.9	10.0	160
12	3.31	2.4	11.0	210
10	5.26	3.0	13.0	290
8	8.37	3.8	17.0	470
6	13.3	4.7	20.0	700
4	21.2	6.0	24.0	1045
2	33.6	7.5	27.0	1490
1/0	53.5	9.5	34.0	2300
2/0	67.4	10.6	36.0	2780
3/0	85.0	11.9	39.0	3375
4/0	107	13.4	42.0	4115
250	127	14.6	48.0	5070
300	152	16.0	51.0	5915
350	177	17.3	54.0	6755
400	203	18.5	56.0	7580
500	253	20.7	61.0	9230
600	304	22.7	67.0	11065
750	380	25.3	74.0	13790

## Cable Armatat<sup>MR</sup> trifásico PVC/PVC

ARMALAT<sup>MR</sup> trifásico PVC/PVC

### DESCRIPCIÓN

Los cables ARMALAT TRIFASICOS están formados por tres conductores de cobre electrolítico suave de alta pureza con cableado concéntrico clase B.

El aislamiento individual de los conductores es un compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC). Los tres conductores aislados se cablean junto con un conductor de tierra de cobre desnudo y rellenos adecuados en caso que se requieran, y sobre el reunido se aplica una cinta reunidora, una armadura engargolada de acero galvanizado o aluminio.

En caso que se requiera, se aplica una cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC) en color negro. Puede ser fabricada en otros colores.

### ESPECIFICACIONES

ICEA S-95-658.  
UL 1569.

### APLICACIONES

Instalaciones eléctricas industriales en baja tensión y alimentación en general a máquinas y herramientas, aún en lugares peligrosos (Clase I División 2, Clase II División 2 y Clase III Divisiones 1 y 2), de acuerdo a NOM-001-SEDE.

### TENSIÓN DE OPERACIÓN

600 V máximo.

### TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR

90°C en ambiente seco.  
60°C en ambiente húmedo y en aceite.

### VENTAJAS DE USO

- Rapidez y facilidad de instalación, ya que se elimina el uso de tubería conduit.
- Gran flexibilidad de la armadura que permite librar fácilmente obstrucciones y cambios de dirección.
- La estructura de la armadura metálica provee al cable de una mayor resistencia al impacto y a la abrasión.
- Gran resistencia a efectos corrosivos en ambientes salinos.
- El aislamiento es no propagador de incendio, con una mínima emisión de humos densos y oscuros, tóxicos y corrosivos en caso de incendio.

-Cuando se requiera, se puede aplicar una cubierta de PVC con las mismas características que el aislamiento.

-El conductor de tierra provee un buen medio para la conexión de tierra de los equipos.

### GAMA DE CALIBRES

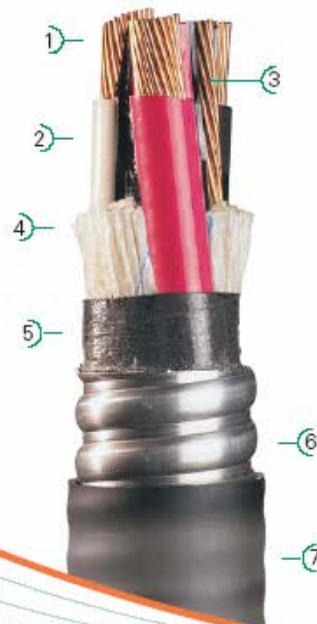
10 AWG a 2 AWG.

### PRESENTACIÓN

En carretes.

### CONSTRUCCIÓN

1. Tres conductores de cobre suave.
2. Aislamiento de PVC.
3. Conductor de tierra de cobre suave desnudo.
4. Rellenos (opcionales).
5. Cinta reunidora.
6. Armadura engargolada de acero galvanizado o aluminio.
7. Cubierta de PVC antifuego (opcional).



## CARACTERISTICAS GENERALES

Calibre AWG o kCM	Area mm <sup>2</sup>	Diámetro nominal del conductor mm	Espesor nominal del aislamiento mm	Calibre del conductor de tierra AWG	Area del conductor de tierra mm <sup>2</sup>	Diámetro nominal			Peso aproximado	
						Bajo armadura mm	Sobre armadura mm	Total mm	Armadura aluminio kg/km	Armadura acero kg/km
10	5.26	2.95	1.14	10	5.26	12.0	17.3	19.8	590	769
8	8.37	3.71	1.52	10	5.26	15.3	22.7	25.2	723	943
6	13.3	4.67	1.52	8	8.37	17.4	24.8	27.3	987	1287
4	21.2	5.89	1.52	8	8.37	20.0	27.4	29.9	1300	1695
2	33.6	7.42	1.52	6	13.3	23.3	30.7	33.2	1787	2330

## Cable control PVC-PVC baja emisión de humos

CONTROLAT <sup>M.R.</sup> cable control PVC-PVC 600 V

### Descripción

EL CABLE CONTROL PVC-PVC BAJA EMISIÓN DE HUMOS 600 V se fabrica con conductores de cobre electrolítico suave de alta pureza en forma de cables concéntricos. El aislamiento individual de los conductores es un compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC), no propagador de incendio, de baja emisión de humos y gas ácido.

Los conductores se reúnen bajo una cubierta exterior formada por un compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC), no propagador de incendio, de baja emisión de humos y gas ácido, en color negro, aunque se pueden manejar otros colores de cubierta a pedido especial.

Los cables pueden ser surtidos con blindaje electrostático de cualquiera de estos tipos: cinta de poliéster con recubrimiento de aluminio en una de sus caras, más conductor de drene; malla de alambres de cobre estañado o sin estañar; o cinta de cobre. También pueden ser fabricados con armadura engargolada de aluminio o de acero galvanizado.

### Especificaciones

CFE E0000-20, NMX-J-300 (tipo D), NOM-063-SCFI (tipo D), ICEA S-73-532.

### Aplicaciones

En la operación, protección, señalización y control de equipo eléctrico desde un punto remoto. Pueden ser instalados en charolas, trincheras o tubería.

### Ventajas de uso

- Son fáciles de instalar por ser flexibles y ligeros.
- La fácil identificación de los conductores ahorra tiempo en la conexión.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Resistente al ataque de agentes químicos como grasas, aceites, álcalis y ácidos.
- Su característica antifuego contribuye a lograr instalaciones seguras y confiables, ya que en caso de incendio se elimina el riesgo de que éste se propague (NMX-J-093).

-En caso de incendio su característica de baja emisión de humos oscuros ayuda a la visibilidad lo que facilita el desalojo del lugar y la ubicación y consecuente extinción de la fuente de incendio.

-En caso de incendio, su baja emisión de humos y gas ácido reduce el riesgo de daños a los equipos y a la salud de las personas.

### Tensión máxima de operación

600 V

### Temperatura máxima de operación

75°C

### Gama de calibres

16 al 10 AWG

### Presentación

En carretes.

### Construcción

1. Cables de cobre.
2. Aislamiento de PVC.
3. Cubierta de PVC.



**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Calibre del conductor AWG	Área de la sección transversal mm <sup>2</sup>	Número de conductores	Espesor de la cubierta exterior mm	Diámetro exterior aproximado mm	Peso aproximado kg/km
		7	1.14	11.5	216
		8	1.14	12.2	252
16	1.31	9	1.52	14.2	305
		10	1.52	15.3	323
		2	1.14	10.8	143
		3	1.14	11.8	188
		4	1.14	12.3	234
		5	1.52	14.3	299
		6	1.52	15.5	351
14	2.08	7	1.52	16.0	381
		8	1.52	17.1	445
		9	1.52	18.4	512
		10	1.52	20.0	535
		11	1.52	20.4	564
		12	1.52	20.4	610
		19	2.03	24.7	972
		2	1.14	11.8	181
		3	1.14	12.3	240
		4	1.52	14.2	328
		5	1.52	15.9	369
		6	1.52	17.3	449
12	3.31	7	1.52	17.9	495
		8	1.52	18.7	557
		9	1.52	20.1	665
		10	2.03	22.4	758
		11	2.03	22.8	809
		12	2.03	23.1	863
		19	2.03	27.0	1208
		2	1.14	14.0	242
		3	1.52	14.7	339
		4	1.52	15.7	433
		5	1.52	17.7	509
		6	1.52	18.3	584
10	5.26	7	1.52	18.9	665
		8	1.52	21.8	802
		9	2.03	22.8	893
		10	2.03	25.5	1035
		11	2.03	25.9	1067
		12	2.03	26.2	1173
		19	2.03	30.3	1731



## Cable control Armatat <sup>M.R.</sup> PVC-PVC 600 V

Cable control ARMALAT <sup>M.R.</sup> PVC-PVC 600 V

### Descripción

El CABLE CONTROL ARMALAT <sup>M.R.</sup> PVC-PVC 600 V se fabrica con conductores de cobre electrolítico suave de alta pureza, en forma de cables concéntricos.

El aislamiento individual de los conductores es un compuesto termoplástico a base de policloruro de vinilo (PVC). Los conductores aislados son cableados con un conductor de tierra de cobre suave desnudo.

Sobre el reunido se aplica una cinta reunidora, una armadura engargolada de acero galvanizado o aluminio y, opcionalmente, una cubierta exterior de PVC.

### Especificaciones

ICEA-S-73-532.

### Aplicaciones

Telecomando en equipo de medición, protección y control en general, en centrales eléctricas e industriales donde se requiera un alto grado de resistencia a la flama y dentro de lugares peligrosos (Clase I División 2, Clase II División 2 y Clase III Divisiones 1 y 2) de acuerdo a la NOM-001-SEDE.

### Ventajas de uso

- Resistente a la propagación de incendios según norma IEEE-383.
- Fácil identificación de conductores.
- Rapidez y facilidad de instalación, ya que se elimina el uso de tubería conduit.
- Gran flexibilidad de la armadura que permite librar fácilmente obstrucciones y cambio de dirección.
- La estructura de la armadura metálica provee al cable de una mayor resistencia al impacto y a la abrasión.
- Gran resistencia a efectos corrosivos en ambientes salinos.
- Cubierta de PVC no propagador del incendio, con una mínima emisión de humos oscuros, tóxicos y corrosivos.
- El conductor de tierra provee un buen medio para la conexión a tierra de los equipos.

### Tensión máxima de operación

600 V

### Temperatura máxima en el conductor

Ambiente seco 90°C

Ambiente húmedo 75°C

### Construcción

1. Conductores de cobre suave.
2. Aislamiento de PVC.
3. Conductor de tierra de cobre suave desnudo.
4. Cinta reunidora.
5. Armadura engargolada de acero galvanizado o aluminio.
6. Cubierta de PVC antifuego en colores (opcional).

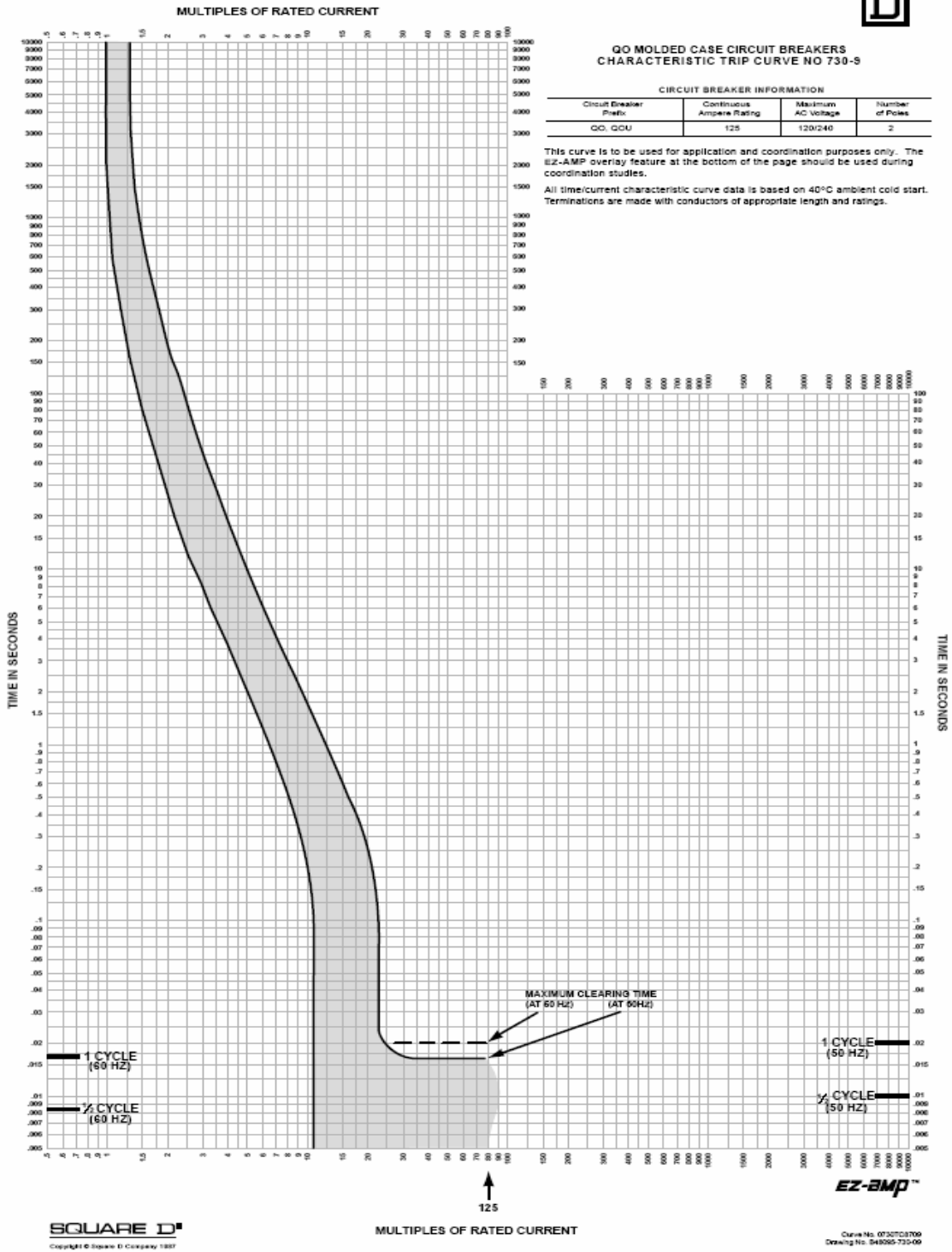


## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Calibre AWG	Área de la sección transversal mm <sup>2</sup>	Diámetro nominal del conductor mm	Número de conductores	Espesor nominal del aislamiento mm	Calibre del conductor de tierra AWG
14	2.08	1.9	6	1.14	14
14	2.08	1.9	8	1.14	14
12	3.31	2.4	5	1.14	12
12	3.31	2.4	7	1.14	12
12	3.31	2.4	9	1.14	12
12	3.31	2.4	12	1.14	12

Calibre AWG	Área del conductor de tierra mm <sup>2</sup>	Diámetro nominal			Peso aproximado	
		Bajo armadura mm	Sobre armadura mm	Total sobre cubierta mm	Armadura aluminio kg/km	Armadura acero kg/km
14	2.08	13.1	20.5	23.0	510	690
14	2.08	15.6	23.0	25.6	645	850
12	3.31	14.5	21.9	24.5	605	800
12	3.31	15.9	23.3	25.9	720	925
12	3.31	18.1	26.5	29.1	1005	1250
12	3.31	21.2	27.6	30.2	1215	1470

# P.2. CURVA DE INTERRUPTORES.





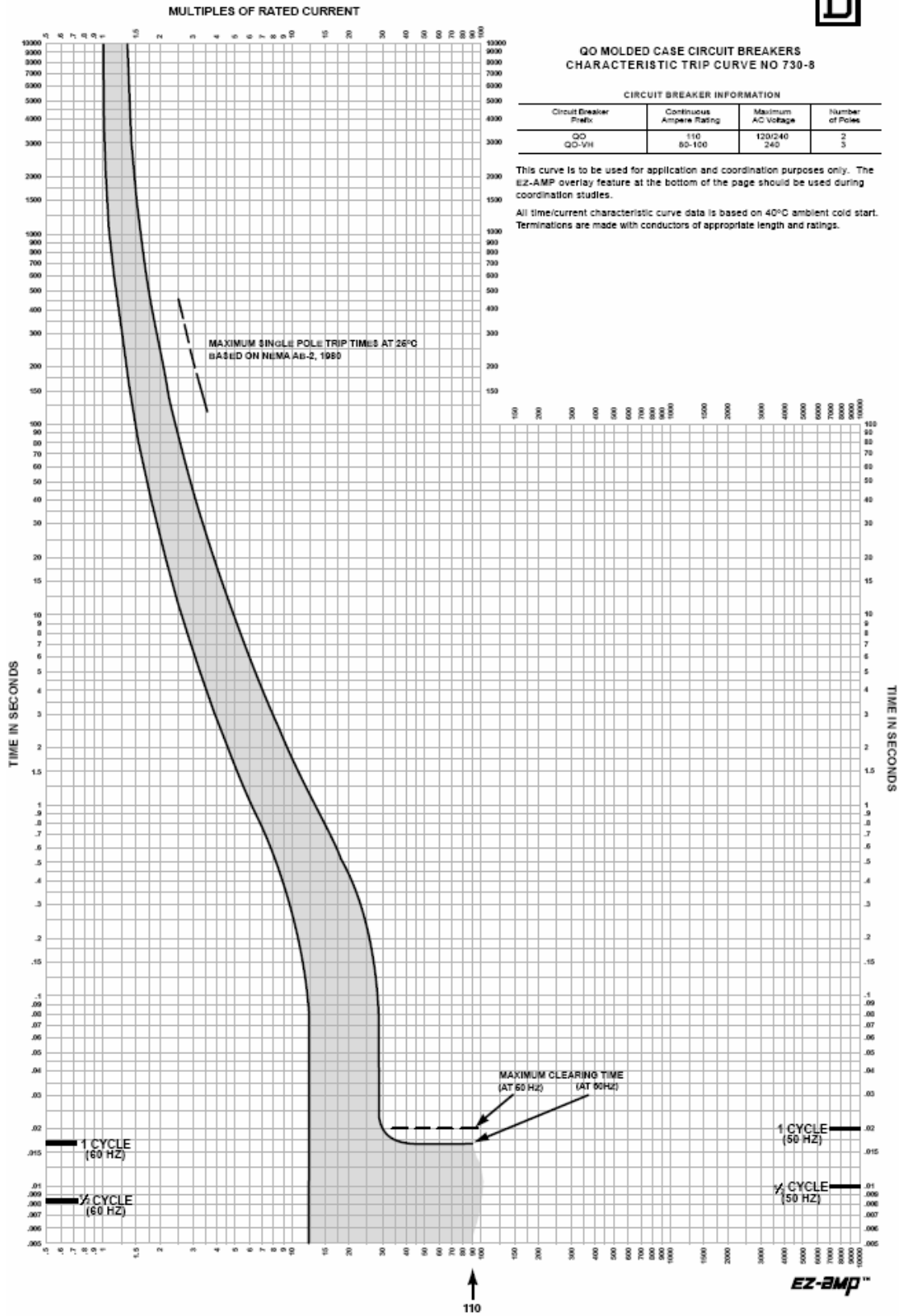
**QO MOLDED CASE CIRCUIT BREAKERS  
CHARACTERISTIC TRIP CURVE NO 730-8**

**CIRCUIT BREAKER INFORMATION**

Circuit Breaker Prefix	Continuous Ampere Rating	Maximum AC Voltage	Number of Poles
QO	110	120/240	2
QO-VH	95-100	240	3

This curve is to be used for application and coordination purposes only. The EZ-AMP overlay feature at the bottom of the page should be used during coordination studies.

All time/current characteristic curve data is based on 40°C ambient cold start. Terminations are made with conductors of appropriate length and ratings.



**SQUARE D**  
© 1993 Square D

**MULTIPLES OF RATED CURRENT**  
Drawing No. 846065-730-08

June, 1993

Order No. 87307C12038595  
(Replaces 87307C6706)

**EZ-BMP™**



MULTIPLES OF RATED CURRENT

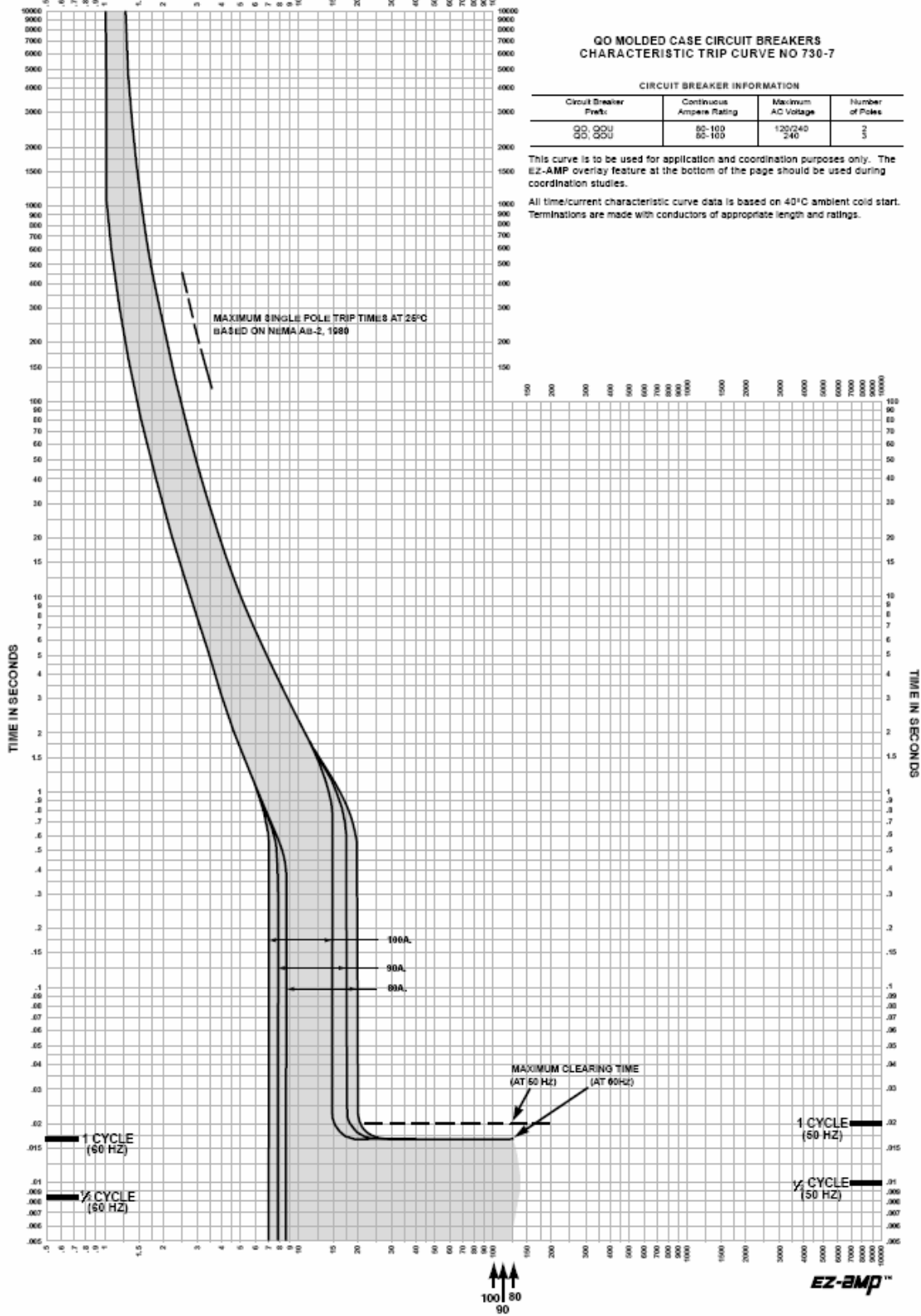
QO MOLDED CASE CIRCUIT BREAKERS  
CHARACTERISTIC TRIP CURVE NO 730-7

CIRCUIT BREAKER INFORMATION

Circuit Breaker Frame	Continuous Ampere Rating	Maximum AC Voltage	Number of Poles
QO, QOU	85-100	125/240	3
QOU, QOU	85-100	240	3

This curve is to be used for application and coordination purposes only. The EZ-BMP overlay feature at the bottom of the page should be used during coordination studies.

All time/current characteristic curve data is based on 40°C ambient cold start. Terminations are made with conductors of appropriate length and ratings.



SQUARE D  
Copyright © Square D Company 1987

MULTIPLES OF RATED CURRENT

EZ-BMP™

Curve No. 730-7  
5-87 Replaces Curve No. 730-7 dated 5/85



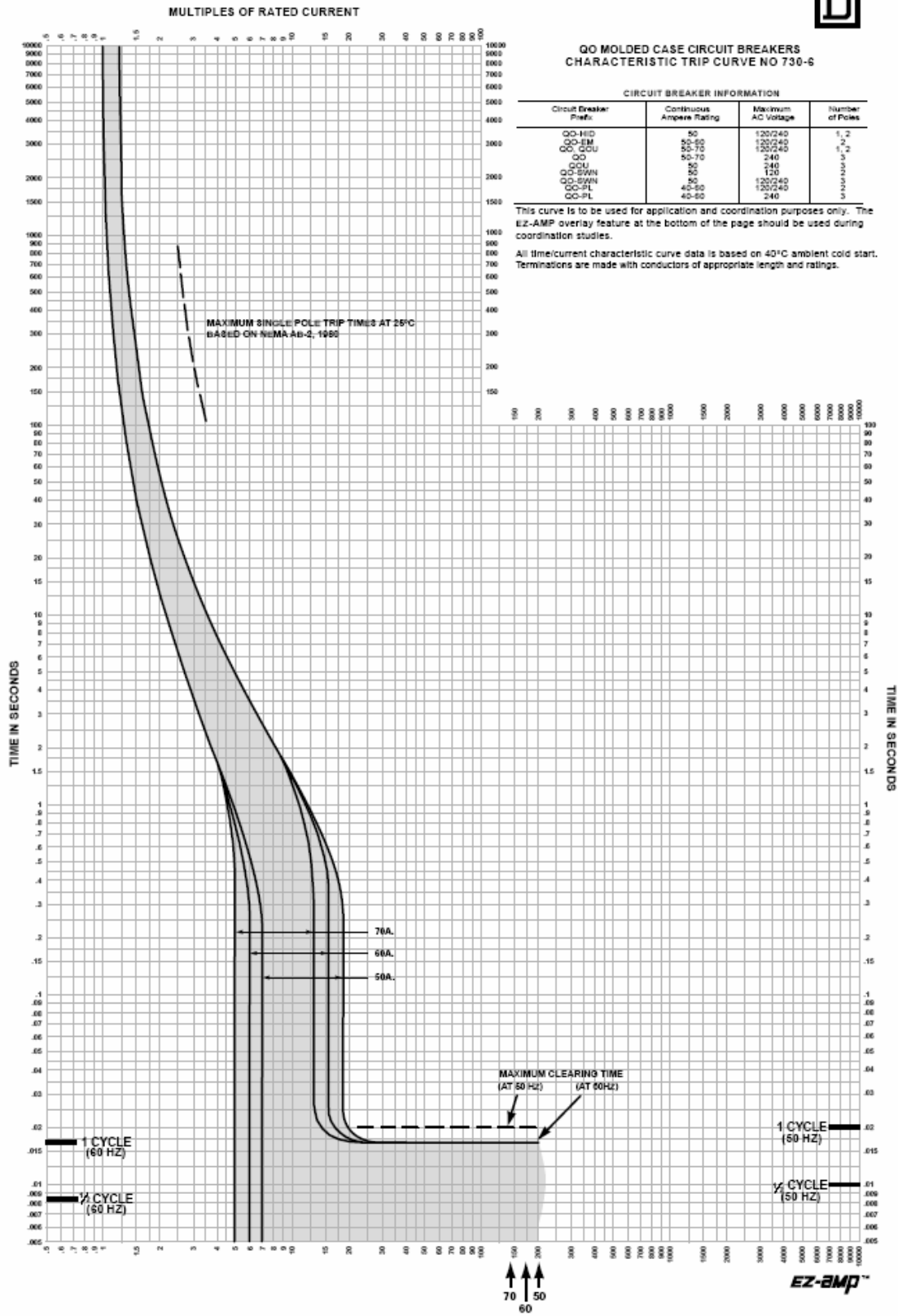
**QO MOLDED CASE CIRCUIT BREAKERS  
CHARACTERISTIC TRIP CURVE NO 730-6**

**CIRCUIT BREAKER INFORMATION**

Circuit Breaker Prefix	Continuous Ampere Rating	Maximum AC Voltage	Number of Poles
QO-HED	50	120/240	1, 2
QO-EM	50-50	120/240	1, 2
QO-QOU	50-70	120/240	1, 2
QO	50-70	240	1, 2
QOU	50	240	1, 2
QO-EWN	50	120	1, 2
QO-EWN	50	120/240	1, 2
QO-PL	40-50	120/240	1, 2
QO-PL	40-50	240	1, 2

This curve is to be used for application and coordination purposes only. The EZ-AMP overlay feature at the bottom of the page should be used during coordination studies.

All time/current characteristic curve data is based on 40°C ambient cold start. Terminations are made with conductors of appropriate length and ratings.





MULTIPLES OF RATED CURRENT

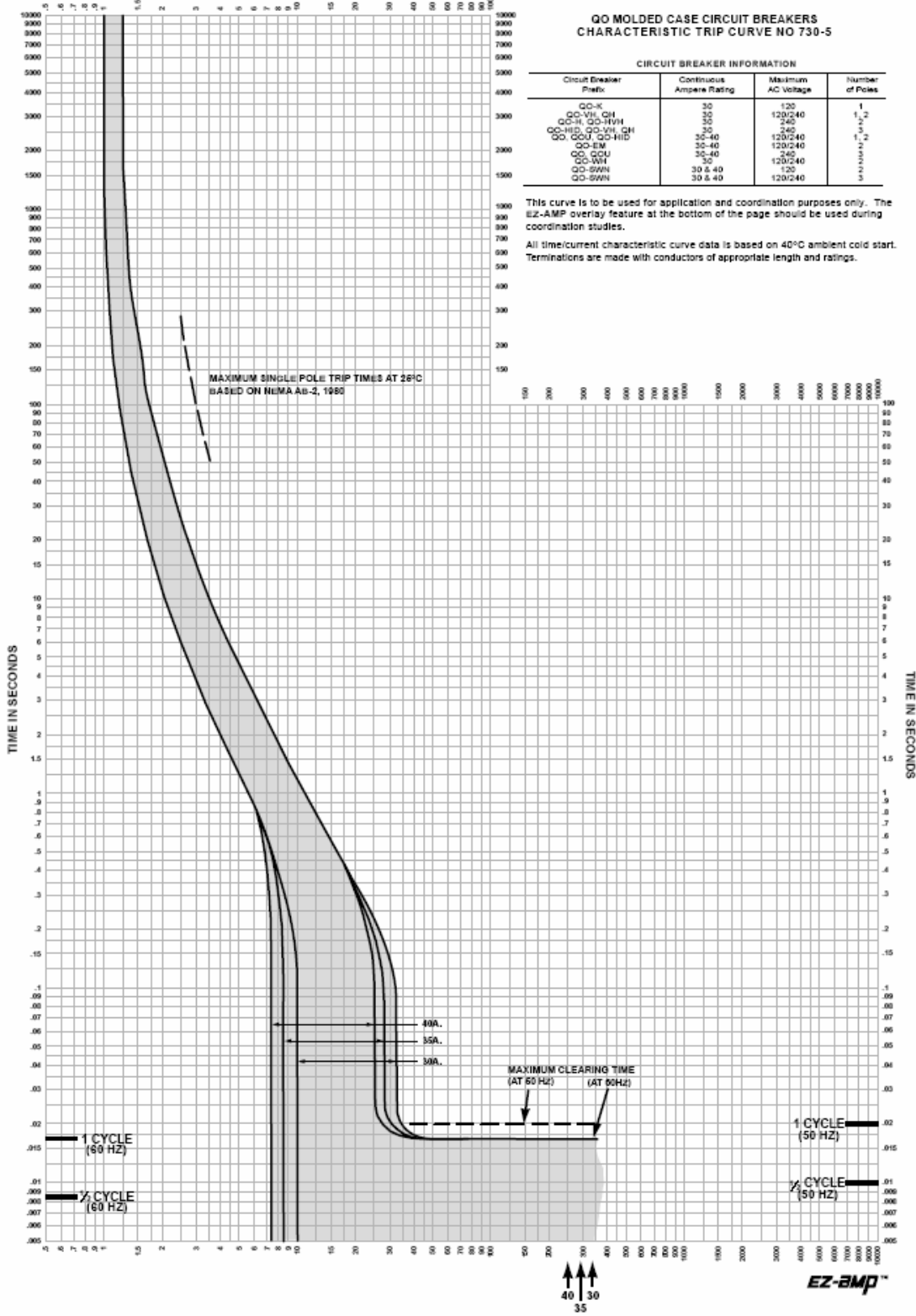
**QO MOLDED CASE CIRCUIT BREAKERS  
CHARACTERISTIC TRIP CURVE NO 730-5**

**CIRCUIT BREAKER INFORMATION**

Circuit Breaker Prefix	Continuous Ampere Rating	Maximum AC Voltage	Number of Poles
QO-K	30	120	1
QO-VH, QH	30	120/240	1, 2
QO-H, QO-RVH	30	240	1, 2
QO-HFD, QO-VH, QH	30	240	1, 2
QO, QOU, QO-HFD	30-40	120/240	1, 2
QO-EM	30-40	120/240	1, 2
QO, QOU	30-40	240	1, 2
QO-WH	30	120/240	1, 2
QO-SWN	30 & 40	120	3
QO-SWN	30 & 40	120/240	3

This curve is to be used for application and coordination purposes only. The EZ-AMP overlay feature at the bottom of the page should be used during coordination studies.

All time/current characteristic curve data is based on 40°C ambient cold start. Terminations are made with conductors of appropriate length and ratings.



**SQUARE D**  
Copyright © Square D Company 1987

MULTIPLES OF RATED CURRENT

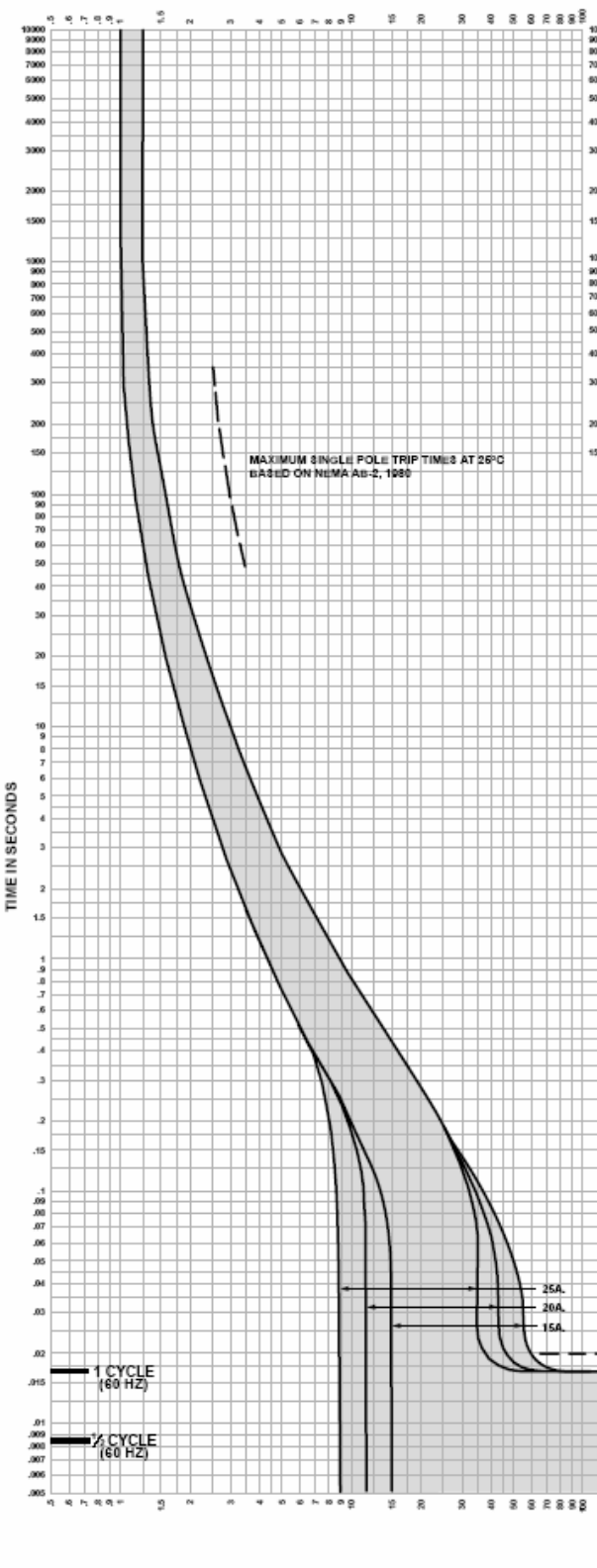
40  
35  
30

**EZ-BMP™**

Curve No. 0230TC0705  
Drawing No. B40065-730-05



MULTIPLES OF RATED CURRENT

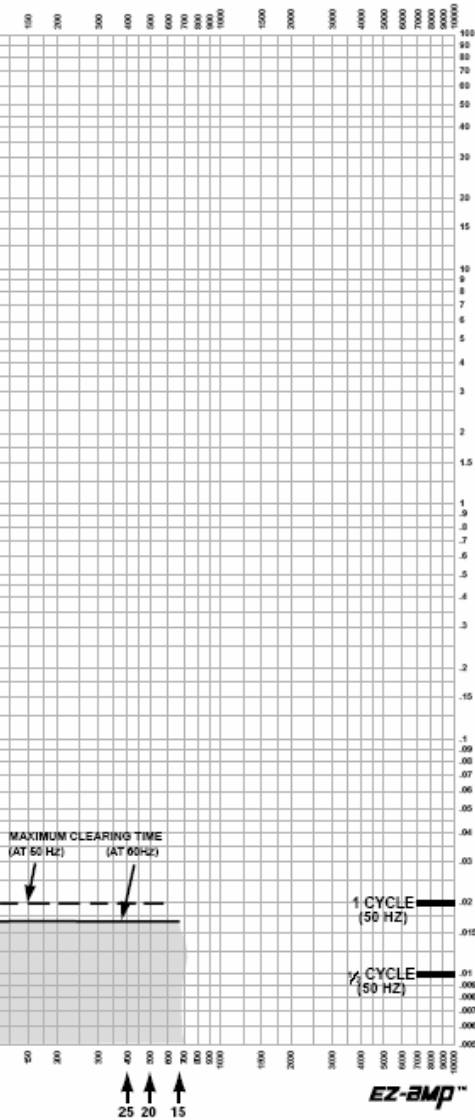


QO MOLDED CASE CIRCUIT BREAKERS  
CHARACTERISTIC TRIP CURVE NO 730-4

CIRCUIT BREAKER INFORMATION

Circuit Breaker Type	Continuous Ampere Rating	Maximum AC Voltage	Number of Poles
QO-K	25	120	1
QO-H, QO-HVH	15 - 25	240	1
QO-HM, QO-HID, QO-EM	15 & 20	120/240	1
QO, QCU, QO-HID, QO-EM	15 & 20	120/240	2
QO-VH, QH	15 & 20	120/240	2
QO, QCU, QO-HID, QO-VH, QH	15 & 20	240	2
QO, QCU, QO-HID, QO-VH, QH	15 & 20	120/240	3
QO, QCU, QO-HID, QO-VH, QH	15 - 25	240	3
QO, QCU, QO-HID, QO-VH, QH	15 - 25	120/240	3
QO-SWH	15 - 25	120	3
QO-SWH	15 - 25	120/240	3
QO-PL	25	120/240	3
QO-PL	25	240	3

This curve is to be used for application and coordination purposes only. The EZ-AMP overlay feature at the bottom of the page should be used during coordination studies.  
All time-current characteristic curve data is based on 40°C ambient cold start. Terminations are made with conductors of appropriate length and ratings.





# DX-E y DX™

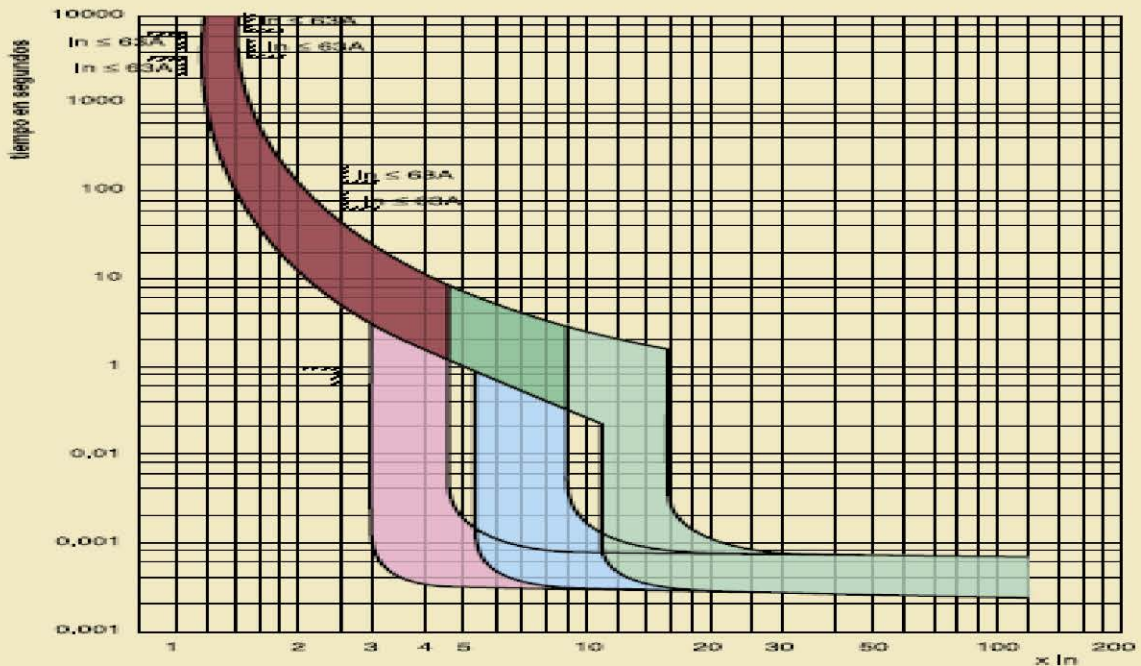
## Interruptores termomagnéticos

### Tipos de curvas de disparo según IEC - 60898

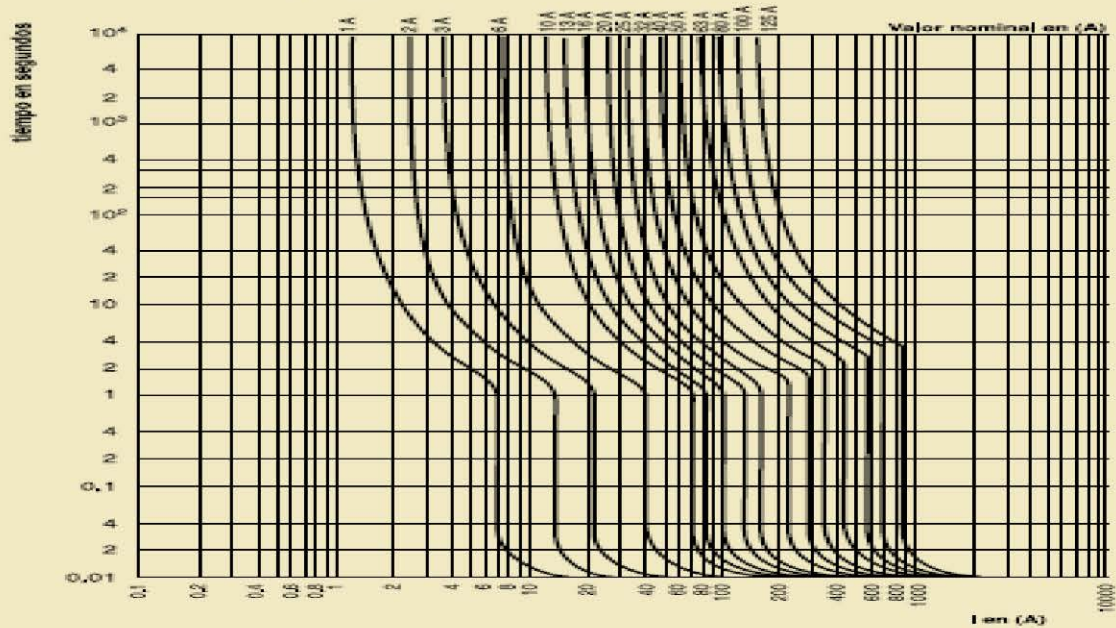
Curva B: Disparo magnético ente 3 y 5 veces la corriente nominal

Curva C: Disparo magnético ente 5 y 10 veces la corriente nominal

Curva D: Disparo magnético ente 10 y 20 veces la corriente nominal



### Curvas tiempo / corriente tipo C



# DX™ Interruptores Termomagnéticos

Características técnicas

## ■ Límites de selectividad cartucho fusible / DX™

Cartucho fusible situado aguas arriba

Interruptor termomagnético situado aguas abajo	Tipo gG									Tipo aM								
	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	160 A	125 A
DX Curva C	0,5 a 6 A	1600	1900	2500	4000	4600	11000	25000	T	1000	1300	2100	3200	6200	15000	25000	25000	T
	8 A	1600	1900	2500	4000	4600	11000	25000	T	1000	1300	2100	3200	6200	15000	25000	25000	T
	10 A		1600	2200	3200	3600	7000	11000	20000		1100	1700	2500	5000	7800	1200	2500	T
	13 A		1600	2200	3200	3600	7000	11000	20000		1100	1700	2500	5000	7800	1200	2500	T
	16 A		1400	1800	2600	3000	5600	8000	15000		1000	1400	2100	4000	6000	9000	2100	T
	20 A		1200	1500	2200	2500	4600	6300	10000			1300	1800	3400	5100	7000	14000	2000
	25 A			1300	2000	2200	4100	5500	8000			1100	1600	3000	4500	6000	9300	1400
	32 A			1200	1700	1900	3500	4500	7000				1300	2400	3800	5000	7700	10000
	40 A				1700	1700	3000	4000	5000					2100	3100	4200	6400	8000
	50 A					1600	2600	3500	4500					2000	2900	3700	6000	7000
	63 A						2400	3300	4500						2800	3500	5500	7000
	80 A							3000	6000	8000						3000	5000	6000
	180 A								4000	5000							4000	5000
	125 A									4000								

## ■ Coordinación de cartuchos fusibles y de termomagnéticos DX

En red trifásica (+N) 400/415 V<sub>N</sub>

Interruptor termomagnético situado aguas abajo	Cartuchos fusibles situados aguas arriba tipo gG	
	20 a 50 A	63 a 160 A
DX [6 000] - 10 kA Curva C	1 a 40 A	100
	50 a 125 A	100

Tensión nominal / Frecuencia nominal: 230/400 V<sub>N</sub> 50/60 Hz  
Tensión máxima de utilización: 240/415 V<sub>N</sub> (+/-10%)  
Tensión máxima de utilización en corriente continua: 80 V por polo  
Tensión de aislamiento: U<sub>e</sub> = 500 V<sub>N</sub>

## ■ Capacidad interruptiva en corriente continua (kA)

según IEC 60497-2	Icu	tensión	1P	2P	3P
		48 V	6	6	
Ics*	110 V		6	6	
	48 V	100%	100%		
	110 V		100%	100%	

\* en % de Icu

Notas:

1. Los DX-E/ DX pueden garantizar la protección de líneas alimentadas con corriente continua con la condición de no sobrepasar 80 V<sub>N</sub> por polo. Para tensiones superiores a 80 V<sub>N</sub> utilizar multipolares y conectar los polos en serie

2. Aguas arriba: Protección primaria (primer nivel) o principal  
Aguas abajo: Protección secundaria (segundo nivel) o ramal

En red trifásica (+N) 230/240 V<sub>N</sub> según IEC 60947-2

Interruptor termomagnético situado aguas abajo	Cartuchos fusibles situados aguas arriba tipo gG	
	20 a 50 A	63 a 160 A
DX [6 000] - 10 kA Curva C	1 a 40 A	100
	50 a 125 A	100

## ■ Características de los DX

Número de polos	1P	2P	3P
Corriente asignada I <sub>n</sub> a 30°C (A)	1/2/6/10	2/6/10	2/6/10
Calibres	16/20/25/32 40/50/63 100/125	16/20/25/32 40/50/63/80 100/125	16/20/25/32 40/50/63/80
Tipo de curva	C	C	C
Tensión nominal (con tolerancia normalizada)	230/400 V	400 V	400 V
Frecuencia nominal	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Tensión de empleo (50/60 Hz) +/- 10 %	240/415 V	415 V	415 V
Capacidad interruptiva I <sub>cn</sub> 50/60 Hz según EN 60898	en red 127/230 V 6 000 A	6 000 A	6 000 A
Capacidad interruptiva I <sub>cu</sub> 50/60 Hz según IEC 60947-2	en red 230/400 V 6 000 A	6 000 A	6 000 A
Capacidad interruptiva I <sub>cu</sub> 50/60 Hz según IEC 60947-2	en red 127/230 V 10 kA	Curva C: I <sub>n</sub> ≤ 32A: 25 kA I <sub>n</sub> > 32A: 20 kA	Curva C: I <sub>n</sub> ≤ 32A: 25 kA I <sub>n</sub> > 32A: 20 kA
Capacidad interruptiva I <sub>cu</sub> 50/60 Hz según IEC 60947-2	en red 230/400 V 10 kA	10 kA	10 kA
Capacidad interruptiva de servicio I <sub>cs</sub> según IEC 60947-2 (% I <sub>cu</sub> )	100%	100%	100%
Tensión asignada de aislamiento U <sub>i</sub> (grado de contaminación 2)	500 V	500 V	500 V
Tensión asignada de comportamiento a los choques U <sub>imp</sub>	6 kV	6 kV	6 kV
Resistencia (ciclos de maniobra)	mecánica 20 000 eléctrica 10 000	20 000 10 000	20 000 10 000
Comportamiento dieléctrico entre 0 y 2 000 m	20 500 V	20 500 V	20 500 V
Mando a distancia		si	si
Bloque diferencial adaptable		si	si
Temperatura de funcionamiento	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C

## P.3. MODULOS DE PESO.

# 0958 FLEXMOUNT®

Weigh Modules

### Load Cell Specifications

<b>Model Number</b>	743, 744, 745
<b>Capacities</b>	250, 500, 1250, 2500, 5000, 10,000, 20,000, 30,000, 45,000 lb (220, 550, 1100, 2200, 4400, 9072, 13,608, 20,412 kg)
<b>Sensing Method</b>	Cantilever bending beam (250-10K) Cantilever shear beam (20K-45K)
<b>Material</b>	Stainless steel alloy
<b>Sealing Method</b>	Hermetic for 500 lb to 45K (IP68 rating) Potting compound for 250 lb (IP65 rating)
<b>Rated Output</b>	2 mV/V
<b>Combined Error</b>	0.02% of rated capacity
<b>Zero Balance</b>	± 0.02 mV/V
<b>Bridge Resistance</b>	Input = 385 ohms; Output = 350 ohms (250-10K) Input = 380 ohms; Output = 350 ohms (20K-30K) Input = 2200 ohms; Output = 2000 ohms (45K)
<b>Maximum Excitation</b>	15 VDC or VAC rms
<b>Cable Length</b>	15 feet / 4.6 meters (250 to 5K) 30 feet / 9.1 meters (10K-45K)
<b>Approvals</b>	NTEP Certified to CIII 5000 divisions, CC #92-108/#88-008 OIML Certified to R-60 C3, TC2154/TC2977 Factory Mutual entity hazardous area approval (USA) ATEX hazardous area approval (Europe) CE declaration of conformity (Europe)



### Mounting Hardware

<b>Suspension Type</b>	■ Sliding top plate; load pin made of hardened 17-4 stainless steel.
<b>Anti-Lift Method</b>	■ Hold-down bolt assembly, independent of load cell.
<b>Mounting Plate Material</b>	■ Carbon steel or stainless steel.
<b>Load Cell Removal</b>	■ Relieve force from top plate.

### Features

### Benefits

<b>Self-Aligning Suspension</b>	■ Accurate, repeatable weighments. ■ Compensates for thermal movement.
<b>Robust Design</b>	■ Self-checking; no check rods required. ■ Withstands 100% rated capacity in all directions.

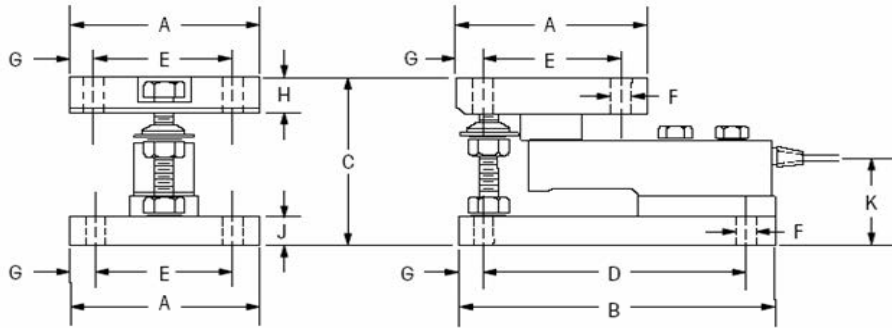
Contact your local METTLER TOLEDO authorized distributor or sales office for more information.

# 0958 FLEXMOUNT®

Weigh Modules

## Dimensions

Capacity	250-5000 lb (220-2200 kg)		10,000 lb (4400 kg)		20,000-30,000 lb (9072-13,608 kg)		45,000 lb (20,412 kg)	
	inches	mm	inches	mm	inches	mm	inches	mm
A	4.5	114	6	152	8	203	9	229
B	7	178	9.25	235	14	356	16	406
C	4.125	105	5.375	137	7.5	191	9	229
D	6	152	7.25	184	12	305	13.5	343
E	3.5	88.9	4	102	6	152	6.5	165
F	0.4375	11.1	0.6875	17.5	0.8125	20.6	1.125	28.6
G	0.5	12.7	1	25.4	1	25.4	1.25	31.8
H	1	25.4	1.25	31.8	1.75	44.5	2	50.8
J	0.75	19.1	1	25.4	1.75	44.5	2	50.8
K	2	50.8	2.5625	65.1	3.8125	96.8	4.5	114



# 0978 Tension Mount

## Weigh Modules

### Load Cell Specifications

Model Number	736
Capacities	50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 3000, 5000 10,000 lb (25, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 kg)
Sensing Method	Tension "S" bending beam
Material	Stainless steel
Sealing Method	Potting compound (IP65 rating)
Rated Output	2 mV/V
Combined Error	0.03% of rated capacity
Zero Balance	± 1.0% of rated capacity
Bridge Resistance	Input = 350 ohms; Output = 350 ohms
Maximum Excitation	20 VDC or VAC rms
Cable Length	25 feet / 7.6 meters
Approvals	NTEP Certified to CIII 3000 divisions, CC #91-090 OIML Certified to R-60 C3, TC2826 Factory Mutual entity hazardous area approval (USA) ATEX hazardous area approval (Europe) CE declaration of conformity (Europe)



### Mounting Hardware

Suspension Type	■ Self-aligning, spherical rod end bearing.
Mounting Hardware	■ Nickel-plated steel, electroless.

### Features

### Benefits

Mounting Hardware	■ Accurate, repeatable weightings; measures only vertical loads.
Universal Mounting	■ Easy to install; adapts to tanks of any size or shape.
Bonding Strap	■ Protects load cells from electrical surges.

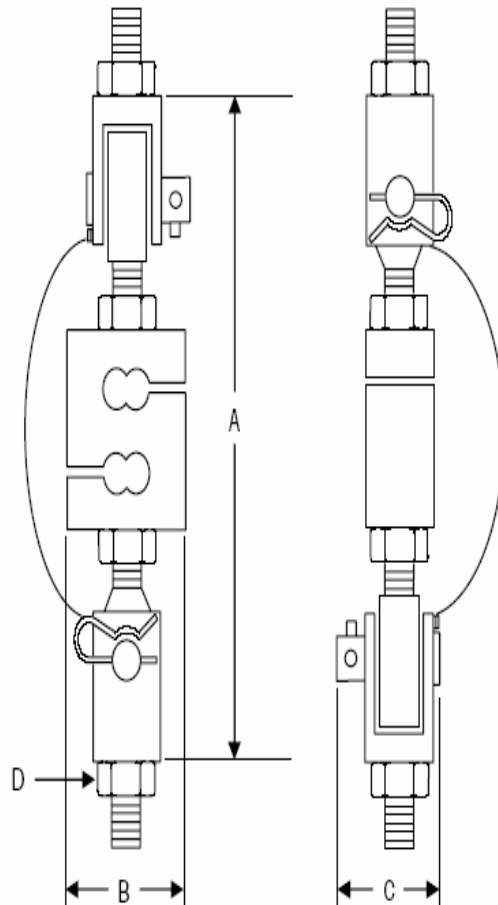
Contact your local **METTLER TOLEDO** authorized distributor or sales office for more information.

# 0978 Tension Mount

## Weigh Modules

### Dimensions

Capacity	50-300 lb	500-3000 lb	5000 lb	10,000 lb	25-100 kg	200-1000 kg	2000 kg	5000 kg
Unit of Measure	inches	inches	inches	inches	mm	mm	mm	mm
A	7.63	10.56	12.63	12.63	180	250	450	450
B	2.00	2.25	2.75	3.00	51	57	70	76
C	1.38	1.88	2.75	2.75	32	49	83	83
D	3/8-16	3/4-10	1-8	1-8	M8x1.25	M12x1.75	M24x2	M24x2



# Transmisor de peso inteligente IND130

Conectividad digital entre su sensor de pesaje y su PLC/PC

Especificaciones				
Dimensiones	Caja	Altura	Ancho	Profundidad
	Tipo panel	4.1" (103 mm)	2.0" (50 mm)	4.9" (125 mm)
	Tipo sin acabado	3.3" (85 mm)	5.0" (128 mm)	9.6" (243 mm)
Peso	0.75 lb / 0.3 kg (versión panel)		3.25 lb / 1.6 kg (versión sin acabado)	
Protección ambiental	IP20 (versión panel), IP65 (versión sin acabado)			
Construcción	Policarbonato reforzado con fibra (versión panel) Acero inoxidable (versión sin acabado)			
Montura	Riel DIN 35 mm (versión panel) o montable en pared (versión sin acabado)			
Alimentación eléctrica	Suministro eléctrico 24 VDC, 17 vatios, UL Clase 2 o LPS			
Entrada de la celda de carga	Excitación: Celdas de 5 VDC, 4 - 350 ohmios Rango de la celda de carga: 2 ó 3 mV/V, seleccionable con un puente Rango de ajuste del intervalo: 25% a 105% de la capacidad de la celda @ 2 mV/V Rango de ajuste a cero: 0 a 100% de la salida de la celda de carga @ 2 mV/V			
Tasa de actualización	A/D >300 veces por segundo; 20 por segundo para las comunicaciones serial y PLC			
Resolución	Salida máxima: 10 000			
Entradas discretas/ salidas/puntos de ajuste	1 Entrada (30 V, 10 mA), 2 Salidas (30 V, 30 mA), todas ópticamente aisladas, 1 punto de ajuste programable			
Salidas digitales	PROFIBUS L2 DP, A-B RIO, DeviceNet*, RS-232			
Calibración	Calibración tradicional con pesos o CalFREE™			
Temperatura de operación	-10°C a 40°C (14°F a 104°F)			
Indicadores LED	4 LED: Cero tolerancia, punto de ajuste, reporte de error, estado			
Aprobaciones de agencias	Aprobación de seguridad UL1950			



Versión panel



Versión sin acabado

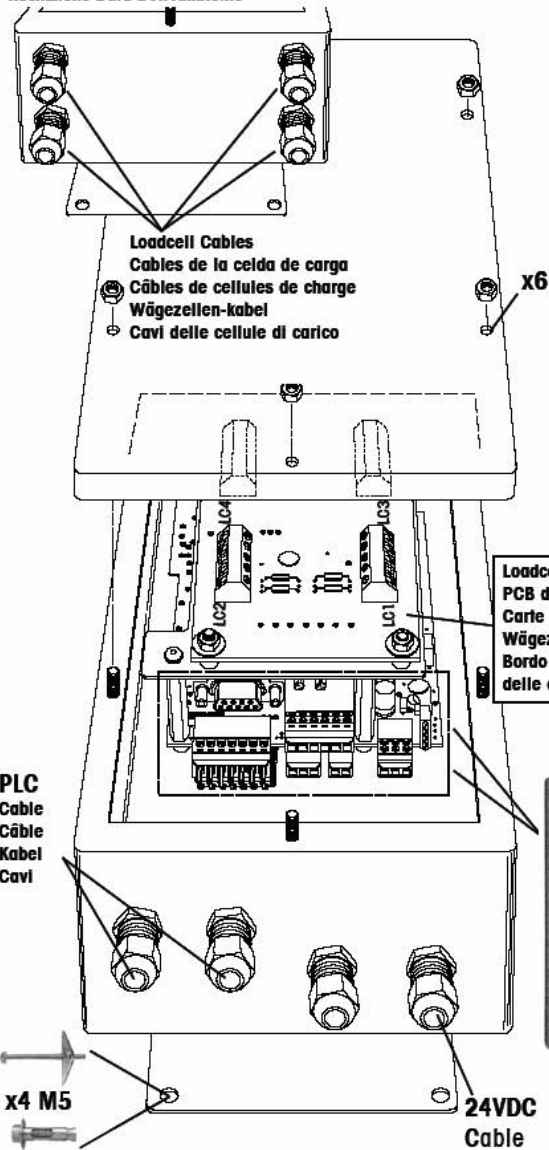
Características	Beneficios
Diseño eficiente	Proporciona un alto valor en aplicaciones donde no se necesita una pantalla local dedicada
CalFREE™	Permite que las básculas sean calibradas sin pesos de prueba
Conectividad con los estándares de la industria	Las salidas PROFIBUS, Allen-Bradley RIO, DeviceNet* y RS-232 permiten una integración fácil a los PLC y a las PC.
Integración fácil	Montura de riel DIN, alimentación eléctrica de 24 VDC, conectores pequeños y removibles del tipo plug-in. La caja sin acabado incluye una tarjeta de adición para la celdas de carga; soporta el montaje de aparatos electrónicos a la báscula.
Entradas de sensores remotos	Compensadas para la resistencia del cable de la celda de carga y permitir el uso con una barrera de seguridad intrínseca
Filtrado digital	Mayor exactitud a lo largo de todo el rango de pesaje y en aplicaciones con vibración.
Alimentación eléctrica / señales IO aisladas	Una mayor robustez lleva a un mayor tiempo de actividad del sistema
Diseño probado	Los aparatos electrónicos y el software están basados en un diseño probado que incrementa la confiabilidad y el tiempo de actividad
Aprobaciones globales	Proporciona la aceptación del producto en los mercados locales

\*Cuando se utilice con el módulo DeviveNet Bridge (DNB)

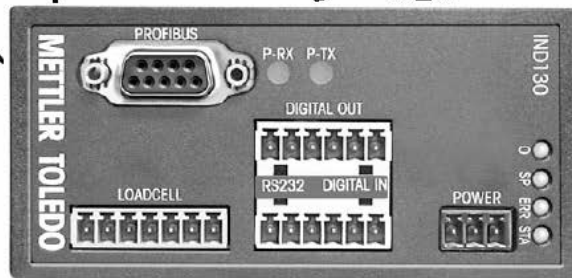
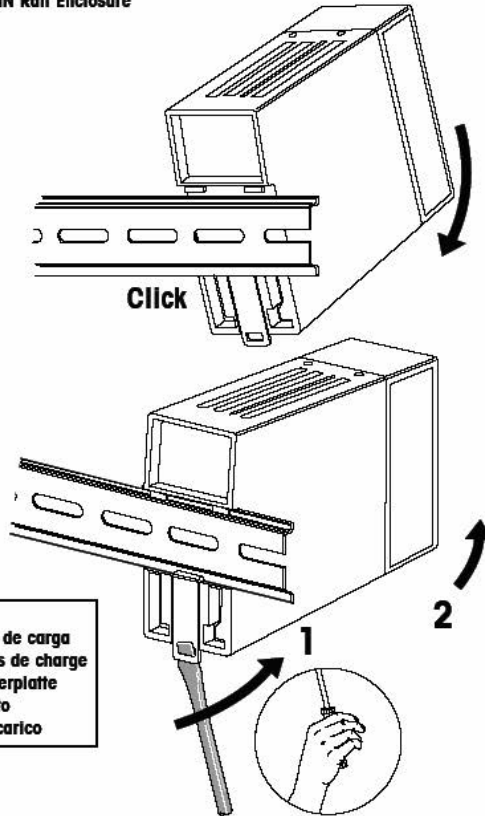
Contacte a su oficina de ventas local de METTLER TOLEDO® o a un distribuidor autorizado para información adicional.

...as especificaciones pueden ser cambiadas sin notificación previa.  
©2005 Mettler-Toledo, Inc.  
METTLER TOLEDO es una marca comercial registrada de Mettler-Toledo, Inc.  
**17249000A**

Harsh Environment Enclosure / L'enceinte pour environnements hostiles  
 Caja para Entornos Hostiles / Gehäuse für raue Umgebungen  
 Recinzione Dura Dell'Ambiente

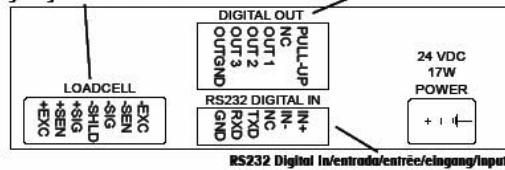


DIN Rail Enclosure

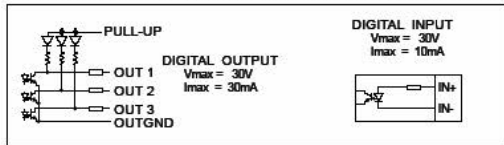


Loadcell/celda de carga/cellules de charge/Wägezellen/cellule di carico

Digital Out/salida/rendement/ausgang/uscita



Schematics / Diagramas esquemáticos / Schémas / Diagramme / Schemi



Mettler-Toledo, Inc.  
 P/N: A17249300A  
 2/05



A17249300A

## P.4. SENSOR DE NIVEL.



## Ultrasónico • Amplificador incorporado

### Sensor de nivel de tanques

# UA-11

Detector de nivel de tanques sin contacto

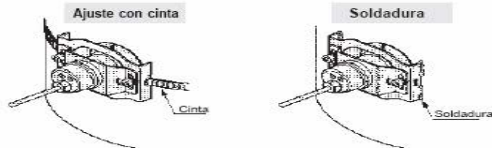
#### 1 Regulación sencilla, programación por autoaprendizaje

El UA-11 detecta el nivel de líquido interno desde el exterior del tanque, con lo cual se preserva el contenido del mismo intacto.  
Ventajoso para tanques higiénicos que almacenen líquidos corrosivos o puros en las industrias de la alimentación, médica y farmacéutica.



#### 2 Instalación fácil sobre la pared del tanque

No es necesario practicar agujeros en la pared para instalar el UA-11. El montaje se realiza por medio de una cinta metálica ajustada alrededor del tanque o por medio del soporte soldado a la superficie del mismo.



#### 3 No requiere controlador

Como el amplificador del sensor está incorporado, no se necesita un controlador adicional. El cable de salida incorporado de 5m de longitud puede ser extendido hasta los 100m.

Modelo No.	UA-11
Tanque aplicable(*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dímetro Tanque(*2) <math>\varnothing 300</math> a <math>\varnothing 3.000</math>mm</li> <li>Ancho Pared(*2) 6mm o menor</li> <li>Material Metal (acero inoxidable, acero, etc.)</li> <li>Contenido Agua o similares (excluyendo burbujas)</li> <li>Tensión de alimentación 12 a 24 V DC <math>\pm 10\%</math></li> <li>Salida Transistor NPN colector abierto</li> <li>Tiempo de respuesta(*3) Aprox. 5ms en tanque de 3.000mm de diámetro con agua</li> <li>Protección IP67 (IEC)</li> </ul>

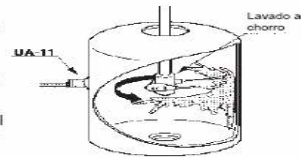
- (\*)1: El UA-11 no puede ser usado con los siguientes tipos de tanques:
- Un tanque con múltiples capas, tales como los que poseen una cubierta térmica aisladora para mantener frío o calor.
  - Un tanque con tubería, con aletas, agitador, varilla agitadora o zaranda interna, que obstruya la propagación de sonido.
  - Un tanque que contenga revestimiento interior de resina.
  - Un tanque con líquidos altamente viscosos, o que posea granos, burbujas o capas de ingredientes diferentes.
- (\*)2: El diámetro de tanque aplicable y el espesor de pared pueden variar según el contenido o la forma del tanque.
- (\*)3: El tiempo de respuesta varía según el tiempo de propagación dentro del tanque.
- (\*)4: No está incluida la escuadra de montaje con el UA-11. Por favor ordenarla separadamente.



CE Marked  
Conforming to EMC directive

#### 4 Fácil limpieza dentro del tanque sin desarme

No hay necesidad de remover el UA-11 para el lavado interno debido a la instalación externa. Su sólida estructura también asegura su utilización a la intemperie gracias al grado de protección IP-67.



#### 5 Desconexión de señal

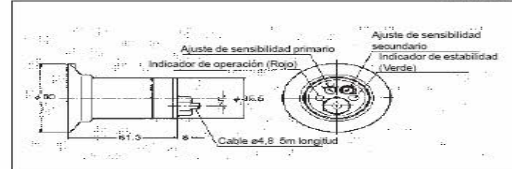
Al accionar la función desconexión de señal se silencia el UA-11, interrumpiéndose la emisión de sonido. Esto es útil para controlar la operabilidad o para prevenir las interferencias en una aplicación con múltiples sensores.

#### 6 Dos indicadores brillantes en la parte posterior

Las condiciones de operación se revelan de un vistazo, mediante el led rojo indicador de operación y el led verde indicador de estabilidad.



Unidades: mm



## 6. Conclusiones.

### 6.1. Conclusiones.

Los proyectos de ingeniería, dependiendo de su complejidad, suelen dividirse en varias etapas. Tradicionalmente estas etapas se llaman ingeniería conceptual, ingeniería básica e ingeniería de detalle. Este modelo del desarrollo de un proyecto está enfocado en el proyecto, en su concepción, en su diseño.

En algunas compañías, al parecer las más avanzadas, los proyectos de plantas industriales reciben el nombre de FEL y PDB. El acrónimo de FEL viene del inglés, Front End Loading. El término PDB viene de Production Design Basis. Aun cuando esto tenga una traducción conceptual de “cargar en la parte de enfrente” a un proyecto, el término viene de los Benchmarks –o estudios comparativos- relacionados con proyectos a nivel de las industrias de clase mundial, elaborados por compañías como IPA (Independent Project Analysis) o Solomon. Estas compañías, al comparar proyectos de características similares, buscan determinar cuáles son los aspectos que definen la excelencia en proyectos de tipo industrial y su construcción, mas en términos de negocio que en términos de proyecto de ingeniería. Así, la etapa de FEL, suele dividirse en FEL1, FEL 2, FEL3, correspondiendo en primer lugar a la definición del tamaño y la tecnología para producir el producto adecuado, con la tecnología que lo haga competitivo, en el tamaño que demanda el mercado. El FEL2 suele enfocarse en definir el lugar y los elementos de logística que permiten asegurar, desde un aspecto macroeconómico (a nivel de empresa) que los costos de producción y distribución aprovechan al máximo los aspectos externos que permiten a la empresa asegurar que el producto en cuestión serán los que permitan producir, en el mediano y largo plazo, el producto con costo mínimo.

El FEL3, etapa a la que corresponde esta tesis, en forma simple corresponde a lo que tradicionalmente se conoce como Ingeniería Básica, mas que a FEL3, ya que FEL3 debe terminar con un estimado de costo para construcción dentro del +/-5% del costo. Este es el aspecto más importante, ya que determinará la viabilidad económica del proyecto, y es, para la gente que aprueba un proyecto, el último momento en el que participan, aprobando principalmente los dineros a invertir. Corresponde al equipo de proyecto demostrar que todos los aspectos del proyecto han sido considerados. Algunas compañías estructuran esta autorización en una secuencia de “gatekeepings” o revisiones del proyecto, a la que se invita a diversos especialistas, que buscan garantizar que el proyecto es el adecuado, que no acumulará “liabilities” o responsabilidades legales en la perspectiva del tiempo. Así suele tenerse una revisión tecnológica, donde se busca garantizar que se cuenta con la mejor tecnología (o forma de hacer las cosas) que tenga una ventaja competitiva con respecto a la competencia. Se suele tener un “gatekeeping” que demuestre que se utilizan equipos que hacen un uso efectivo de la tecnología. Otro “gatekeeping” trata de revisar que la tecnología propuesta es ambientalmente apropiada, no sólo para las condiciones actuales, sino para el futuro previsible.

Esta tesis se enfoca en el diseño de una planta de asfalto, y, ciertamente a lo largo del proyecto de tesis, escasamente se arañan los aspectos anteriores. Vale la pena compartir que, al ir desarrollando, nos percatamos de la competencia internacional en los fabricantes de plantas de

asfalto, en la que es notable el empuje de las plantas de manufactura china. ¿Competiría nuestro proyecto con una planta diseñada en términos industriales? Muy probablemente no. Es hasta el final del proyecto de tesis que se piensa en términos económicos. Después de construir la primera, tal vez estaríamos en la condición de empezar un proceso de mejora continua en la que eventualmente pudiéramos competir.

Los objetivos de la tesis van más en el sentido de mostrar al estudiante de ingeniería eléctrica la importancia de la interrelación de disciplinas para alcanzar un objetivo industrial factible.

Es un poco como la fábula sufí de cuando varios ciegos describen su experiencia de lo que es un elefante: “es como un tubo”, “es como un techo”. De igual manera el ingeniero químico o el ingeniero mecánico que define el proyecto en tal forma que suele ser ininteligible para el ingeniero eléctrico y viceversa.

En ese sentido la tesis busca ampliar los horizontes del ingeniero eléctrico para descubrir la profunda aportación de otras disciplinas a un proyecto industrial. Igualmente importante es el ayudar a ingenieros eléctricos de generaciones posteriores a descubrir nuevos horizontes en la aplicación de sus conocimientos, ya que el ingeniero eléctrico, con muy poco esfuerzo adicional puede conseguir agregar valor al asumir el rol de definir y diseñar la instrumentación y el control de la planta.

Para una tesis a nivel de licenciatura esperamos poder afirmar que mostrar el objetivo de revisar los aspectos de tecnología e interrelación con otras disciplinas se cumple con cierta amplitud. Descubrir, al terminar, que siguen existiendo aspectos básicos a considerar en el ciclo de diseño de una instalación, como el económico de la tecnología y de la construcción, es reconocer que así es el ciclo del conocimiento y el aprendizaje.... siempre estamos empezando.

## 7. Bibliografía.

### 7.1. Bibliografía.

“NOM-001-SEDE-1999  
INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACIÓN).”  
Secretaría de energía.  
Primera edición, 2001.

“Fundamentos de Control de Motores Eléctricos en la Industria”  
Enríquez Harper.  
Editorial LIMUSA.  
2002.  
México. D.F.

“Control de Motores Eléctricos en la Industria”  
Enríquez Harper.  
Editorial LIMUSA.  
2002.  
México. D.F

[www.siemens.com.mx](http://www.siemens.com.mx)

[www.squared.com.mx](http://www.squared.com.mx).