



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍAS EN ELÉCTRICIDAD,  
ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES (PROTEL)**

**TESIS DE GRADO**

**“INCREMENTO DE CARGA DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE LA COMPAÑÍA SAILORPAINT S.A.”**

**Previa a la obtención del Título de:  
Tecnólogo en Electricidad y Controles Industriales**

**Presentado por:**

**BYRON GABRIEL SOLANO ORRALA  
RODI VICENTE RODRÍGUEZ GUERRERO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2013 - 2014**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍAS EN ELÉCTRICIDAD,  
ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES (PROTEL)**

**TESIS DE GRADO**

**“INCREMENTO DE CARGA DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE LA COMPAÑÍA SAILORPAINT S.A.”**

**Previa a la obtención del Título de:**

**Tecnólogo en Electricidad y Controles Industriales**

**Presentado por:**

**BYRON GABRIEL SOLANO ORRALA  
RODI VICENTE RODRÍGUEZ GUERRERO**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2013-2014**

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

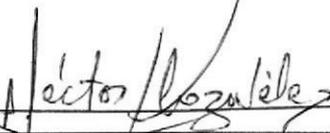
**PRESIDENTE**



---

Lcdo. Camilo Arellano.

**DIRECTOR DE TESIS**



---

Ing. Héctor Plaza V.

**VOCAL PRINCIPAL**



---

Ing. Edison López S.

## DECLARACIÓN EXPRESA

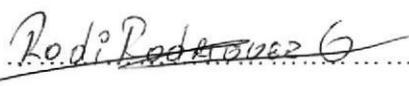
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

Reglamento de Graduación de ESPOL



.....

Byron Gabriel Solano Orrala



.....

Rodi Vicente Rodríguez Guerrero

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, profesores y amigos, que me ayudaron a realizar y culminar este proyecto con mucho éxito, en especial a mis padres Francisco Solano y Nelly Orrala, que estuvieron siempre dándome ánimo para poder seguir adelante a pesar de los muchos problemas que siempre surgían.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y en especial a mis padres y familiares, que sin nada a cambio me estuvieron apoyando siempre en las buenas y malas ocasiones.



## **AGRADECIMIENTO**

Al término de mi carrera universitaria y convertido en un novel profesional, quiero expresar mi eterno agradecimiento a Dios, por sus bendiciones, su amor y su protección divina que iluminaron mi inteligencia, dándome la sabiduría suficiente con la que superé todos los obstáculos que entorpecían mi camino al éxito, a mis padres, por su responsabilidad, apoyo y confianza en mí y, finalmente a mis profesores que con sus sabias enseñanzas supieron conducirme al logro de mis aspiraciones educativas.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis con la que culmino el anhelado deseo de recibirme como un profesional, después de muchos esfuerzos y sacrificios la dedico a mis queridos padres, hermana y hermanos, que de una u otra forma contribuyeron con su respaldo y solidaridad en todo sentido, para que yo pueda actuar en el cumplimiento de mi rol como estudiante, sin ninguna preocupación que no sea, el anhelo ferviente de alcanzar el éxito que ahora disfruto junto a los que bien me quieren. Indudablemente nada de esto hubiera sido posible sin el amor y las bendiciones de Dios nuestro señor.

---

## INCREMENTO DE CARGA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA COMPAÑÍA SAILORPAINT S.A.

---

1

### 1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DONDE SE EJECUTARÁ EL PROYECTO. \_\_\_\_\_ 1

- 1.1 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LAS ACTUALES INSTALACIONES. \_\_\_\_\_ 1
- 1.2 REDISEÑO ELÉCTRICO Y CÁLCULO DE LA DEMANDA. \_\_\_\_\_ 2
- 1.3 DISEÑO DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS. \_\_\_\_\_ 5
- 1.4 DIBUJO DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS \_\_\_\_\_ 6

---

2

### 2. DESMONTAJES DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL. \_\_\_\_\_ 6

- 2.1 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR \_\_\_\_\_ 7

---

3

### 3. MONTAJE DE LAS NUEVAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ACUERDO AL NUEVO DISEÑO ELÉCTRICO. \_\_\_\_\_ 9

- 3.1 UBICACIÓN DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES \_\_\_\_\_ 9
- 3.2 CONSTRUCCIÓN DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES \_\_\_\_\_ 10
- 3.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA \_\_\_\_\_ 12
  - 3.3.1 ¿CÓMO SE DEBE SELECCIONAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA? 13
  - 3.3.2 VENTAJAS DE LA SOLDADURA EXOTÉRMICA \_\_\_\_\_ 14
  - 3.3.3 PROCESO DE UNA SOLDADURA EXOTÉRMICA \_\_\_\_\_ 14
- 3.4 CABLEADO DE SISTEMA TRIFÁSICO DE TRASFORMADORES \_\_\_\_\_ 17
- 3.5 CONSTRUCCIÓN DE TODO EL RECORRIDO DE ELECTRO CANAL Y DE  
TUBERÍAS. \_\_\_\_\_ 22
  - 3.5.1 ELECCIÓN DEL DISEÑO DEL ELECTRO CANAL. \_\_\_\_\_ 22
  - 3.5.2 ELECCIÓN DEL METAL Y ACABADO. \_\_\_\_\_ 23
  - 3.5.3 TIPO DE CARGA Y ESPACIO. \_\_\_\_\_ 23
  - 3.5.4 PROFUNDIDAD DE CARGA. \_\_\_\_\_ 23
  - 3.5.5 ANCHO DE LA BANDEJA \_\_\_\_\_ 24



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

3.6 CABLEADO ELÉCTRICO	26
3.7 CONEXIÓN DE LOS MOTORES.	28
3.7.1 ESQUEMA DE CONTROL DE VARIADORES DE FRECUENCIA	32
3.8 PRUEBAS DE OPERATIVIDAD.	35

---

*4*

<b>4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN</b>	<b>36</b>
--------------------------------------	-----------

---

*A*

<b>ANEXOS</b>	<b>38</b>
---------------	-----------

---

*B*

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>37</b>
---------------------	-----------

## **1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DONDE SE EJECUTARÁ EL PROYECTO.**

La empresa SAILORPAINT S.A se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil Parroquia Tarqui, lotización Industrial INMACONSA calles pechiche y Tecas, manzana 19 solar # 21; desarrollará en un lapso de 4 semanas la OBRA de Ampliación eléctrica de las instalaciones donde se fabrican pinturas:

- ♣ Marinas & Industrial
- ♣ Petroquímicas
- ♣ Arquitectónica
- ♣ De Tráfico

En la actualidad los equipos y máquinas representan un carga monofásica de 9.67KW y 123.01 KW de demanda trifásica, aunque es preciso acotar que no todos los paneles tienen el mismo tiempo de operación. La carga está acoplada a un banco de transformadores de 25 KVA conectado en estrella abierto – triángulo abierto.

El montaje eléctrico actual no se encuentra acorde con las Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad (NATSIM) que establece la Empresa Eléctrica, motivo por el cual amerita un cambio total de todas las instalaciones existentes.

### **1.1. LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LAS ACTUALES INSTALACIONES.**

Al momento de realizar la inspección respectiva se observó que el área de transformadores está compuesta por 2 transformadores de 25 KVA conectados en estrella abierto – triángulo abierto de donde salen los terminales hasta un medidor CL200 120-480V.4W-Y-60HZ que a su vez distribuye el fluido eléctrico al breaker principal de 3P 175 Amp, que da el suministro a:

- ♣ El tablero de distribución principal que está compuesto de un breaker de 3P 150 Amp.
- ♣ Un breaker de 3p 70 Amp., que protege el sistema de bombas contra incendio
- ♣ Un breaker de 3P 60Amp., para sistema contra incendio (control).

El tablero de distribución principal está compuesto de:

- ♣ Un breaker de 3P 60Amp que abastece a la guardianía, 2 de 2P 30amp para los toma corrientes y el laboratorio respectivamente.
- ♣ Un breaker GE de 3P 100Amp que va a un centro de carga GE del cual salen:
  - 3 Breaker 3P 50 amp para motor 3, motor 4, motor 5
  - 2 Breaker de 3P 20amp para motor 1 y 2

Lo descrito anteriormente se ve reflejado en el plano eléctrico que se encuentra en el Anexo A, B y C.

## **1.2. REDISEÑO ELÉCTRICO Y CÁLCULO DE LA DEMANDA.**

Como ya se constató el estado de la empresa los cambios son muchos, empezando por la acometida en alta tensión y cuarto de transformadores.

Empezaremos por el banco de transformadores, llevando la acometida aislada en forma subterránea desde la red de 13KV existente, en el poste más cercano con estructura para la línea que pasa de 13.8KV. Se instalará una nueva estructura para las 3 cajas porta fusibles y 3 pararrayos para la debida protección de sobre voltaje y sobre corriente, acompañada de la acometida de alta tensión que consta de 3 cables #2 AWG con aislamiento para 15KV y 1 neutro #4 AWG los cuales pasarán por una tubería metálica rígida subterránea de 4" la cual llega al cuarto de transformadores de 3x50KVA.

El cuarto de transformadores adecuado siguiendo las normas que especifica el NATSIM consta de tres transformadores monofásicos de 50KVA los cuales serán conectados en estrella- delta aterrizado del tipo convencional.

Para los alimentadores principales en baja tensión, se instalará una parrilla metálica construida en un ángulo de 1"x1/4" la cual recoge los alimentadores que salen de los bornes del secundario del transformador, y que se dirigirán al tablero de distribución principal, el cual estará compuesto de un breaker de 3P 500 Amp., para esto usaremos conductor de cobre 2x3#250 MCM con aislamiento TW y un neutro #4/0 THNN.

Cálculo de la demanda:

**PANEL PD1**

iluminación y tomacorriente 2.400 W

computadora 400 W

refrigeradora 600 W

aire acondicionado 1.200 W

**POTENCIA INSTALADA** 4.600 W

1,500 W al 100% 1.500 W

3,100W al 30% 930 W

**POTENCIA DIVERSIFICADA** 2.430 W

**PANEL PD2 = PD3**

iluminación y tomacorriente 6.400 W

computadora 600 W

extractores 2.100 W

aire acondicionado 3.000 W

**POTENCIA INSTALADA** 12.100 W

4.000 w al 100% 4.000 W

8.100 w al 40% 3.240 W

**POTENCIA DIVERSIFICADA** 7240 W

**CENTRO DE CARGA CCM1**

motor 1 1 HP - 3 $\square$  828,88 W

motor 2	1 HP - 3□	828,88	W
motor 3	1 HP - 3□	2.486,66	W
motor 4	15 HP - 3□	12.433,33	W
motor 5	15 HP - 3□	12.433,33	W
motor 6	20 HP - 3□	16.577,70	W
motor 7	10 HP - 3□	8.288,88	W
motor 8	7,5 HP - 3□	6.216,66	W
MOTOR 9	10 HP - 3□	8.288,88	W
motor 10	3 HP - 3□	2.486,66	W
<b>CARGA INSTALADA TRIFÁSICA</b>			<b>70.869,86</b> W

factor de potencia 0,90  
factor de simulación de carga trifásica 80%  
voltaje de operación 120/240v

**DEMANDA ESTIMADA CCM1 = 0 KW monofásico + 56,70 Kw trifásico**  
 $I_{DIY} = 1,25 * 151,55 = 189,44 \text{ A}$   
**DISYUNTOR = 3P 200A**

**CENTRO DE CARGA**

**CCM2**

motor 1	40 HP - 3□	33.155,55	W
motor 2	40 HP - 3□	33.155,55	W
motor 3	20 HP - 3□	16.577,77	W

**CARGA INSTALADA TRIFÁSICA** **82.888,87** W

factor de potencia 0,90  
factor de simulación de carga trifásica 80%  
voltaje de operación 120/240v



## CÁLCULO DE BANCO DE TRASFORMADORES

A= Transformador Mayor =  $2/3$  (carga monofásica) +  $1/3$  (carga trifásica)

B = C= Transformador Menor  $1/3$  (carga monofásica) +  $1/3$  (carga trifásica)

carga monofásica total            8,7

carga trifásica total                123,01

factor potencia                      0,9

$A=2/3 * 8,70 + 1/3 * 123,01 = 5,80 + 41,00 = 46,80$  KW

transformador mayor =  $46,80/0,9 = 52,00$  KVA

$B = C= 1/3 * 8,70 + 1/3 * 123,01 = 43,90$  KW

transformadores memore =  $43,90 / 0,9 = 48,78$  KVA

De acuerdo a los cálculos obtenemos un banco de transformador compuesto por 3 de 50Kva.

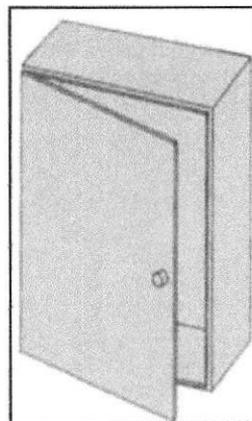
### 1.3.DISEÑO DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.

Los aspectos fundamentales que definen y califican un tablero para uso en una instalación eléctrica son:

- ♣ Seguridad de quien lo opera,
- ♣ Continuidad del servicio,
- ♣ Funcionalidad eléctrica y mecánica,
- ♣ Solidez estructural,
- ♣ Intercambiabilidad de sus componentes,
- ♣ Terminación superficial,
- ♣ Grado de protección mecánica

Estas son las características más importantes en el diseño del tablero eléctrico. En cada caso las normas respectivas recomiendan o especifican las pautas de diseño y prueba para garantizar niveles satisfactorios de seguridad y calidad.

Basados en los puntos mencionados, se trabaja en el diseño de cada tablero de distribución, estos serán construidos en plancha de hierro (1.2mm de espesor) normal



con recubrimiento de pintura dieléctrica, las medidas que rigen para cada tablero están dadas en alto, ancho y profundidad, por lo tanto para obtener dichas medidas se tiene que bosquejar lo que se pretende instalar en dicho tablero, para lo cual debemos saber cada medida de los equipos a usar y colocarlos en el orden más adecuado según conexión, maniobrabilidad y visualización, respetando espacios requeridos en cada elemento que se desea instalar.

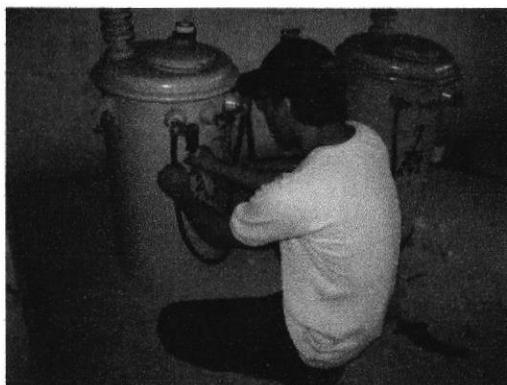
#### **1.4.DIBUJO DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS.**

Dichos planos se basan según los cálculos efectuados y del levantamiento eléctrico que se efectuó, por lo tanto serán dibujados en base a los criterios eléctricos y símbolos según el código eléctrico vigente. (Ver anexos A y B)

### **2. DESMONTAJES DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.**

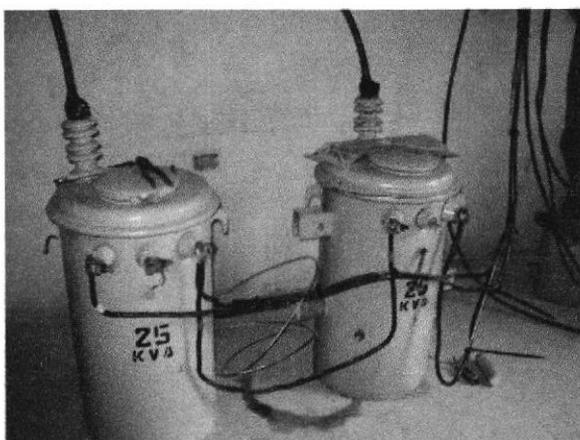
La segunda etapa del plan de trabajo consiste en desmontar cada uno de los equipos que están sujetos a cambios, basándonos en el diseño de los planos eléctricos y de los tableros presentados anteriormente.

Antes de iniciar el desmontaje, debemos cerciorarnos que las máquinas no estén operando y que los breaker de los tableros principales se encuentren en la posición OFF. Posteriormente se bajan las velas de los transformadores, las cuales se encuentran ubicadas en el poste de la empresa eléctrica, es preciso aterrizar el banco de transformadores para evitar una carga estática acumulada en los mismos. Inmediatamente se procede a desconectar los conductores del primario y secundario de los transformadores, con la finalidad de poderlos transportar al cuarto donde funcionarán provisionalmente. Una vez que se han tomado las medidas de seguridad necesarias y los equipos fueron transportados, se realiza el sistema de tuberías que trasladarán los conductores de alto voltaje, para



protegerlos y evitar que se produzca un posible contacto con el personal que está laborando e incluso servirá en la prevención de un posible corto circuito.

Culminado el proceso de traslado se procede con la re conexión de la configuración delta abierto que estaba funcionando, al igual de los conductores que distribuyen la energía en las distintas áreas de la empresa.



## 2.1 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

A continuación se detallan los materiales indispensables para efectuar el incremento de carga de las instalaciones eléctricas de la compañía Sailorpaint S.A.”

- ❖ 66 CAJAS PVC OCTOGONALES
- ❖ 47 CAJAS RECTANGULARES PVC
- ❖ 8 CAJAS RECTANGULARES EMT
- ❖ 3 CAJAS EMT OCTAGONALES
- ❖ 3CAJAS EMT 30X25X20cm
- ❖ 8 CAJAS PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES
- ❖ 17 LÁMPARAS DE 110V
- ❖ 1 LÁMPARA DE POSTE 220V
- ❖ 1 CENTRO DE CARGA DE 125A 8/16 ESPACIOS
- ❖ 1 CAJA CON AISLADORES DE CERÁMICA 40X25mm

- ❖ 1 CAJA CON UNIONES EMT ¾" 35 UNIDADES
- ❖ 1 CAJA CON TORNILLOS (VARIOS)
- ❖ 100(Aprox.) TACO FISHER F8
- ❖ INTERRUPTORES
- ❖ TORNILLOS AUTOPERFORANTES ½"
- ❖ 11 CAJAS 4X4 EMT
- ❖ 4 TUBOS DE 4" RÍGIDA
- ❖ 18 TUBOS PVC ½"
- ❖ 11 TUBOS PVC ¾"
- ❖ 13 TUBOS PVC 1"
- ❖ 2 TUBOS PVC 3"
- ❖ 2 TUBOS EMT 4"
- ❖ 1 TUBO EMT 3"
- ❖ 5 TUBOS EMT ½"
- ❖ 23 TUBOS EMT ¾"
- ❖ 7 TUBOS EMT 1"
- ❖ 1 TUBO DE LÁMPARA PARA POSTE
- ❖ 3 CAJAS DE PASO 20X20X10cm
- ❖ 6 UNIONES EMT 4"
- ❖ 120 UNIONES EMT ½"
- ❖ 73 CODOS PVC ½"
- ❖ 19 CODOS PVC ½"
- ❖ 12 CODOS PVC ¾"
- ❖ 1 CODO PVC 2"
- ❖ 10 CODOS EMT ¾"
- ❖ 13 CODOS EMT ½"
- ❖ 3 GRAPAS DE 1¼"
- ❖ 12 GRAPAS EMT 2"
- ❖ 10 GRAPAS EMT 1½"
- ❖ 38 GRAPAS EMT ¾"
- ❖ 38 GRAPAS EMT 1"
- ❖ 7 GRAPAS EMT ½"
- ❖ 6 VARILLAS CU 5/8" X 1800mm 12μ
- ❖ 1 CONECTOR EMT 1¼"
- ❖ 10 CONECTORES Rommel ½"



SECRETARÍA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

- ❖ 9 CONECTORES PVC ½"
- ❖ 18 CONECTORES EMT 1"
- ❖ 8 CONECTORES EMT ¾"
- ❖ 267 CONECTORES EMT ½"
- ❖ 3 ROLLOS THHN SÓLIDO #12
- ❖ 1½ ROLLO THHN FLEXIBLE #12
- ❖ 1 ROLLO THWN FLEXIBLE #12
- ❖ 1 ROLLO TW SÓLIDO #14
- ❖ 1½ ROLLO TW SÓLIDO #10
- ❖ ½ ROLLO THHN SÓLIDO #10
- ❖ 1 ROLLO THWN SÓLIDO #14
- ❖ PEDAZOS DE CABLES #10 Y # 12 SÓLIDOS
- ❖ 10mts # 2/0 TTV
- ❖ CABLE THHN 2/0 20mt
- ❖ 3 TERMINALES TIPO "H"

### **3. MONTAJE DE LAS NUEVAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ACUERDO AL NUEVO DISEÑO ELÉCTRICO.**

Según el estudio de normas (NATSIM) que exige la empresa eléctrica, para las nuevas instalaciones se procede hacer los respectivos cambios en el cuarto de transformadores, iluminación de la planta (fluorescentes normales y reflectores de 220 v) y un pequeño mantenimiento de las maquinas existentes, siguiendo un orden cronológico. Es preciso señalar que fue necesario solicitar en la empresa eléctrica el permiso para los cambios respectivos.

#### **3.1 UBICACIÓN DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES**

El cuarto de transformadores estará ubicado al nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública, de manera que permita al personal de la Empresa realizar inspecciones o reparaciones de emergencia a los transformadores.

Por razones de seguridad, no se permitirá la ubicación total, ni parcial, de cuartos eléctricos o cuartos de transformadores sobre losas de cisternas, ni junto a depósitos de combustibles.

El cuarto deberá tener ventilación adecuada para mantener en su interior una temperatura que no exceda de 40°C, disipando las pérdidas del transformador a plena carga, sin ocasionar la disminución de la capacidad nominal del mismo.

El área mínima rectangular y libre de los cuartos de transformadores, será de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>DIMENSIONES DEL CUARTO</b>	<b>CAPACIDAD TRANSFORMADORES MONOFASICOS</b>
	(1 solo transformador monofásico)
2.0 x 2.5m	100 kVA
	(1 sólo transformador monofásico)
3.0 x 2.5m	Hasta 150 kVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
4.0 x 3.0m	Hasta 300 kVA (Banco de 3 transformadores)
5.0 x 3.5m	Hasta 750 kVA (Banco de 3 transformadores)
6.0 x 3.5m	Hasta 1,000 kVA (Banco de 3 transformadores)

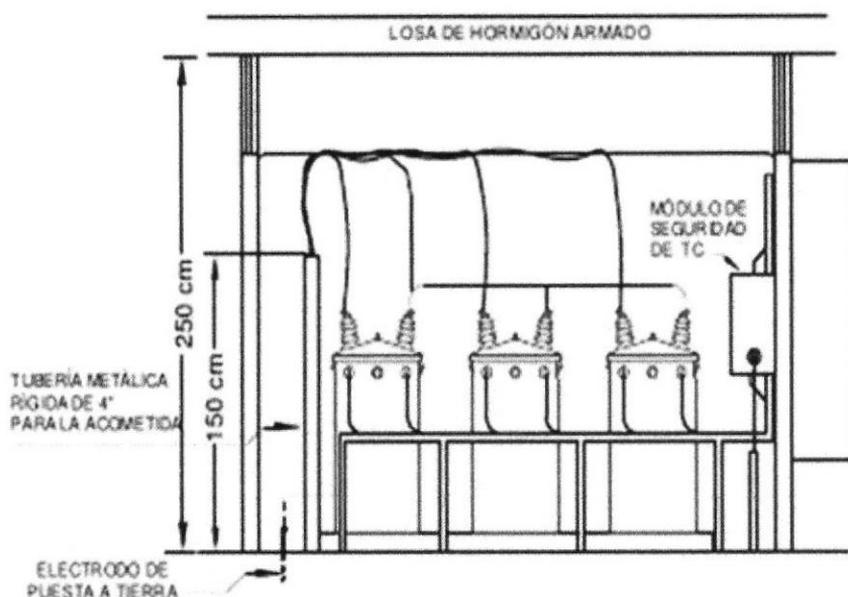
### **3.2 CONSTRUCCIÓN DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES**

Si la demanda total de un inmueble excede a 30KW el proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado a alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores particulares, con sus respectivos equipos de protección y accesorios.

Por razones de seguridad, los cuartos de transformadores son de acceso restringido a personal no calificado y no podrán ser utilizados para ningún otro fin que no sea el de alojar a los transformadores.

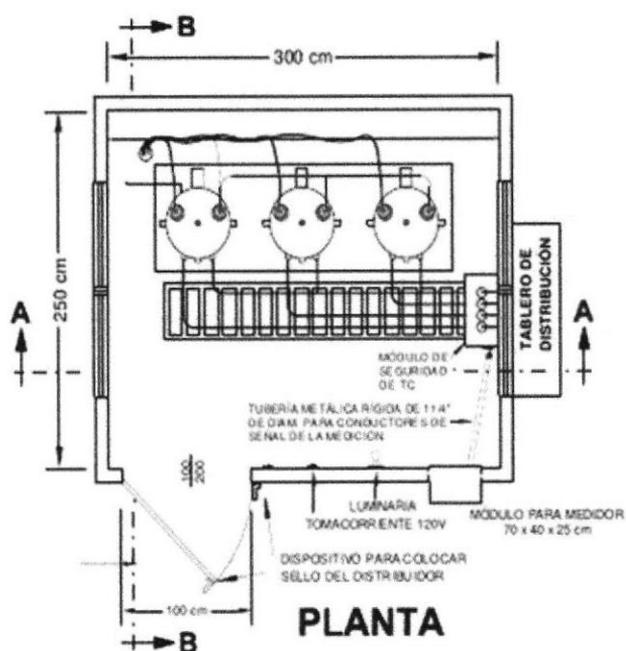
Cuando sea necesario realizar trabajos de mantenimiento dentro del cuarto de transformadores, en el que se encuentren instalados equipos de medición y/o distribución de esta Empresa, el Ingeniero Eléctrico a cargo de dichos trabajos, deberá solicitar con al menos 48 horas de anticipación y por escrito al Departamento de Distribución la autorización correspondiente.

El cuarto de transformadores será construido con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado. Los cuartos de transformadores, por razones de seguridad deberán tener una losa superior de hormigón, ubicada a una altura libre mínima de **2,5 mts.** Diseñada para soportar una carga máxima de acuerdo a su utilización. Ver figura.



Para evitar la corrosión de la base de los transformadores, se deberá construir sobre el piso una base de hormigón de por lo menos 10cm de espesor, diseñada para soportar los transformadores.

La canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tuberías metálica rígida, aprobada para uso eléctrico con un diámetro mínimo de 3" para sistemas monofásicos, y de 4" para sistemas trifásicos.

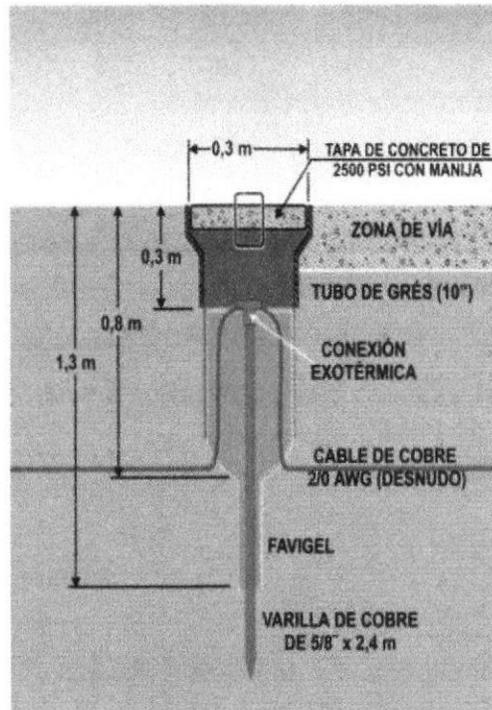


### 3.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecto a tierra, producto por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio. Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios como pueden ser:

- ♣ Los neutros de los transformadores, que lo precisan en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- ♣ El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- ♣ Los circuitos de baja tensión de transformadores de medida.

- ♣ Los limitadores, descargadores, auto válvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- ♣ Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra



**MALLAS DE TIERRA.** Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí.

**CONEXIÓN A TIERRA.** Es la conexión eléctrica entre una malla o electrodo en tierra y una parte exterior. Las partes de conexiones a tierra no aisladas y enterradas, se consideran como parte de la malla de electrodo.

### 3.3.1 ¿CÓMO SE DEBE SELECCIONAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA?

**Orden de importancia.** - Se debe conceder la máxima importancia a la seguridad del personal. Ante una pequeña descarga, existe la posibilidad de muerte, pues solo se requieren 100mV y 100mA bajo ciertas condiciones para que cualquiera sufra una letal electrocución.

**Aplicaciones.** Del punto anterior deriva que se requieran tierra para el neutro; tierra de cero lógico, tierra para masas, tierra de pararrayos; y tierra eléctrica en tableros. De modo que aunque se mencionan distintas tierras, en realidad se trata de que todas estas necesidades imperativas de tierra, estén en la misma referencia.

**Cálculo del sistema.** Un sistema de puesta a tierra que cumpla con las normas, debe ser calculado para disipar todo tipo de descargas, puesto que debe soportar descargas atmosféricas, también debe ser capaz de soportar las fallas.

**Soldadura exotérmica.** Exotérmico es un término químico, que describe una reacción química que desprende calor a medida que se lleva a cabo la reacción.

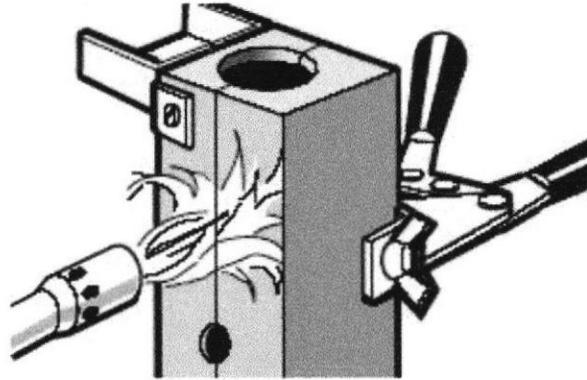
### **3.3.2 VENTAJAS DE LA SOLDADURA EXOTÉRMICA**

Cuando se realizan conexiones eléctricas mediante soldadura exotérmica y son efectuadas debidamente, presentarán propiedades eléctricas muy similares a las conexiones soldadas.

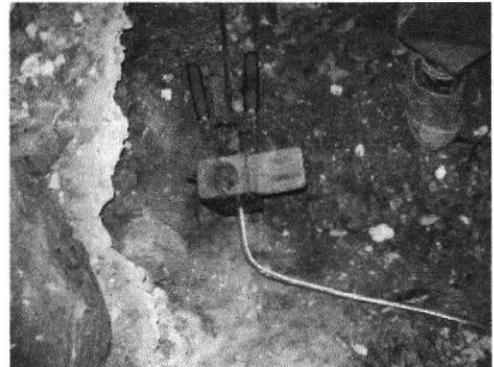
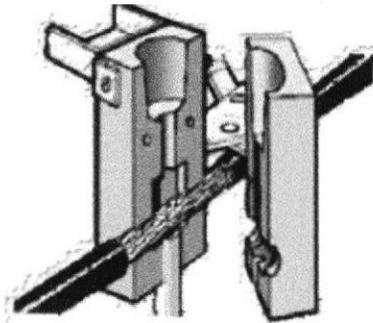
Debido a que este proceso es una soldadura molecular, cuyo material utilizado tiene el mismo punto de fusión de cobre, y cuando la soldadura está terminada su sección transversal, es dos veces mayor que la de los conductores que están siendo empalmados, esto nos ofrece grandes ventajas tanto económicas así como técnicas.

### **3.3.3 PROCESO DE UNA SOLDADURA EXOTÉRMICA**

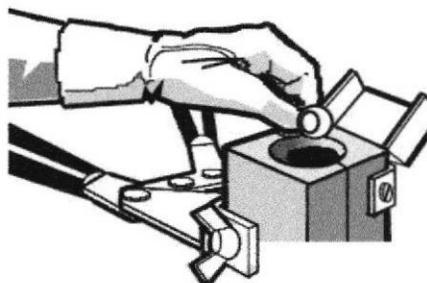
Si el cable dispone de aislamiento, eliminarlo en una longitud de 15 cm., utilizando la herramienta apropiada, cepillar las partes metálicas a soldar para eliminar todo resto de óxido o suciedad. Antes de realizar la primera soldadura, es imprescindible precalentar el molde con una llama durante unos minutos. De esta forma, se eliminará cualquier humedad existente en el molde y se evitara las soldaduras porosas.



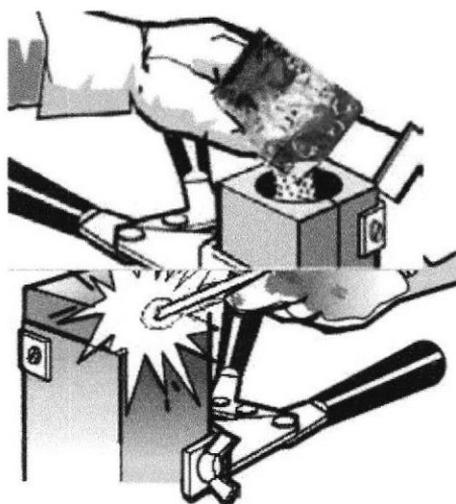
Abrir el molde separando los mangos del alicate, para la colocación de los cables, barras u otros elementos a soldar dentro del molde.



Cerrar el alicate del molde y bloquearlo en dicha posición para evitar fugas de metal fundido durante el proceso de soldadura. Colocar el disco metálico adecuado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obturar el orificio decolada.

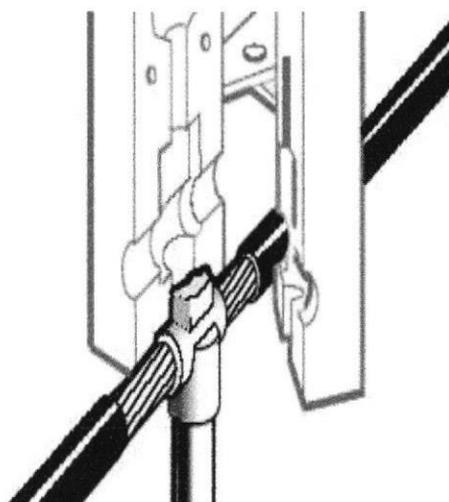


Abrir el cartucho recomendado para el tipo de conexión a realizar y vaciar el contenido de polvo para soldadura en el crisol o cámara de reacción del molde.

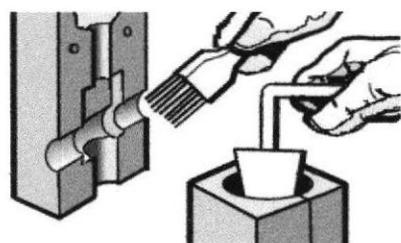


Cerrar la tapa del molde. Accionar el fósforo e introducirlo a la cámara de reacción del molde. Esperar unos momentos mientras se desarrolla la reacción provocada por la reducción del óxido de cobre por el aluminio.

Esperar unos minutos antes de proceder a abrir el molde. Abrir completamente para poder extraer la soldadura. Durante esta operación tenga un especial cuidado en no dañar el molde de grafito.



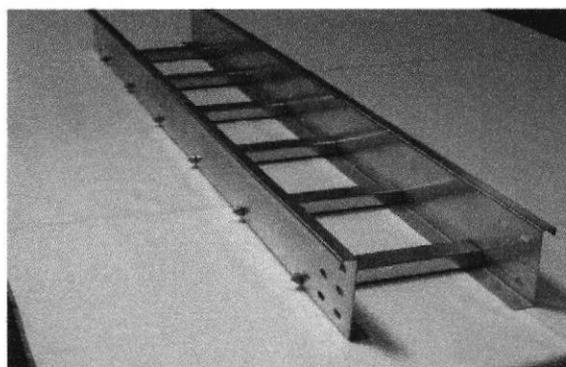
Elimine la escoria de la tolva del orificio de colada y la tapa del molde con el rascador de moldes. Limpiar los restos de suciedad de la cámara de soldadura con una brocha, si el molde se mantiene todavía caliente, puede hacer una nueva soldadura sin precalentarlo.



### 3.4 CABLEADO DE SISTEMA TRIFÁSICO DE TRANSFORMADORES

Para proceder al cableado de los transformadores debemos construir el sistema de parrilla que soportarán los conductores que van a conectar el sistema, para este caso tenemos varias maneras de realizar este tipo de soporte:

- ❖ Puede ser construida por electro canal tipo escalera galvanizado empernado (medidas 40x15 x240 cm) con soportes de chanel, para anclarlos al piso, y mediante esto llevar los conductores al TDP (tablero de distribución principal).



- ❖ También tenemos el sistema construido por ángulos y platinas que se usa más frecuentemente por lo que su construcción es más barata y para un futuro mantenimiento es más factible poder hacerlo.



Como ya hemos mencionado los sistemas posibles, para éste proyecto elegimos el segundo, el soporte de los cables de los trasformadores fueron contruidos en ángulos y platinas, todo esto hasta llegar a el TDP (tablero de distribución principal).

Terminado el soporte y considerados todos los parámetros de construcción del cuarto de trasformadores, con sus respectivas medidas y con la construcción del sistema de puesta a tierra, procedemos a trasladar los 3 trasformadores de 50KVA nuevos que se adquirieron con anticipación y serán conectados en un sistema de estrella-delta ( $Y-\Delta$ ) que se detallará a continuación.

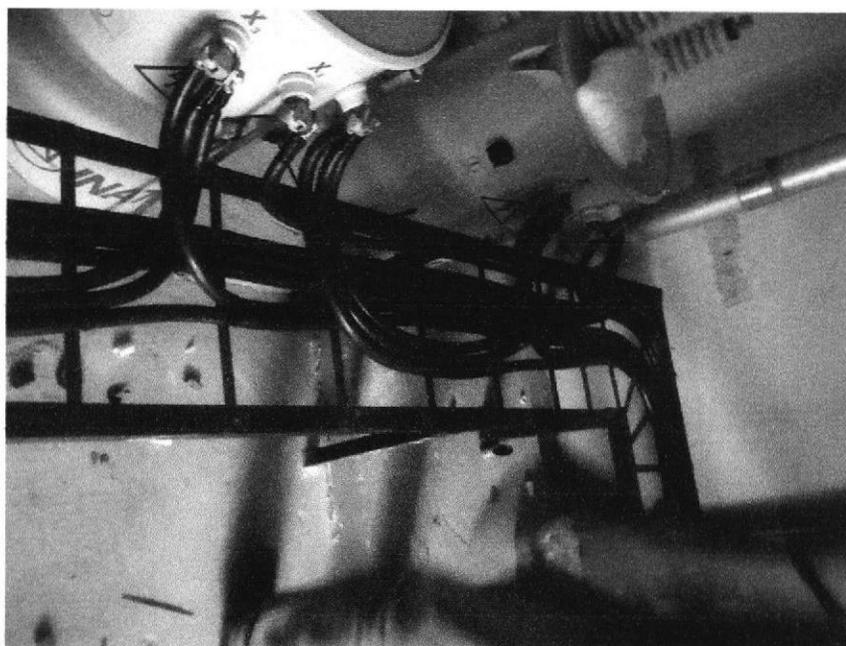
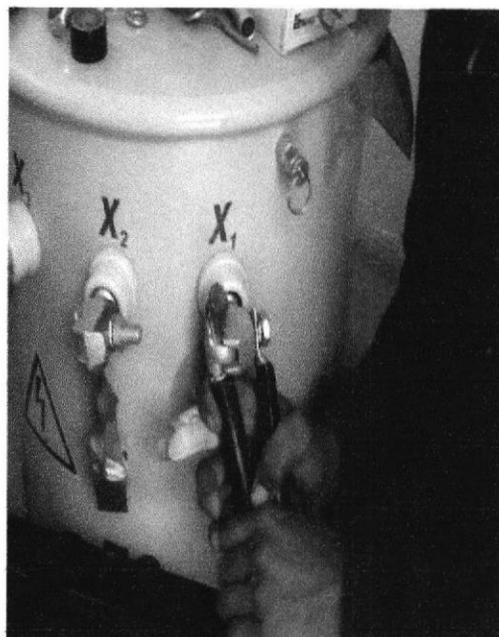


Para iniciar este tipo de conexión de transformadores (estrella-delta) tenemos que proceder a verificar que las bobinas del secundario este conectadas en serie (X1,X2,X3) para evitar algún percance en el sistema que se está armando, por lo que si no se tiene dicha precaución, podemos dañar los transformadores y por ende el sistema trifásico de los transformadores no funcionaría, cabe recalcar que antes de que se realice la compra, el proveedor debe saber la configuración de la conexión que se va a realizar, para que ellos realicen la configuración interna correspondiente y las pruebas de funcionamiento salgan exitosas y así evitar que los transformadores sean abiertos en el lugar de trabajo y no perder la garantía que el fabricante brinda.

Verificado lo anterior procedemos con la medición de los conductores que llegan al disyuntor de 500 Amp del tablero de distribución principal, según los cálculos de la demanda se obtuvo que el conductor a usar es de calibre 250kcm pero serán 2 por fase, este calibre es para las respectivas líneas de los transformadores R, S, T (L1, L2, L3) y para el neutro (N) usaremos un calibre 4/0, pero al igual que las líneas de fase serán 2 conductores.



Una vez que hemos obtenido las medidas del cable (mejor maniobrabilidad y un buen funcionamiento), un conductor súper flex, se inicia el cableado de los transformadores, machinando las puntas del conductor con el terminal de compresión y la machinadora hidráulica con la medida correspondiente, y así poder determinar la mejor manera de conectar los terminales del secundario, por lo que es un poco complicado unir determinados puntos de los transformadores con más de 4 conductores, se debe usar criterio eléctrico y estética, para hacer dichas combinaciones como se muestra en la gráfica de conexión de transformadores.

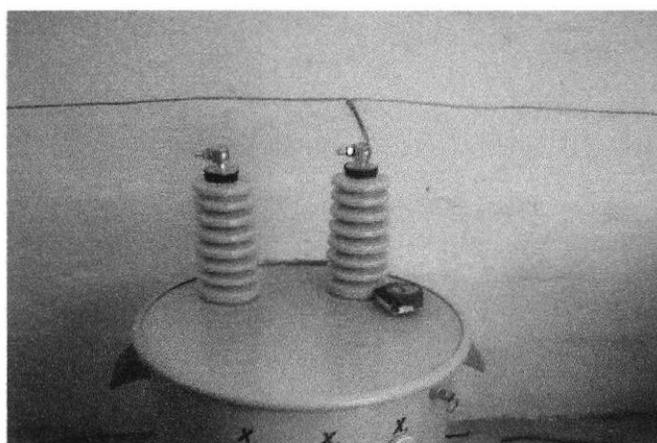


Cabe recalcar que cada transformador debe estar aterrizado al igual que el punto de donde estamos sacando el neutro para formar el 120 para el sistema de distribución.

Realizadas las conexiones de los secundarios de los transformadores, hay que preparar las instalaciones para la acometida de la empresa eléctrica, empezando por colocar el cable tensor a lo largo del cuarto de transformadores con todos los accesorios que este lleva tal como muestra la figura.



También debemos tener en cuenta que este tensor debe estar aterrizado con el sistema de puesta a tierra. En los primarios de cada transformador debemos unir las X2 para formar la estrella del sistema como se muestra en la figura, esto se realiza con un conductor de cobre sólido #8 AWG.



### **3.5 CONSTRUCCIÓN DE TODO EL RECORRIDO DE ELECTRO CANAL Y DE TUBERÍAS.**

Las bandejas portacable o más conocida como electro canal es una estructura tipo puente que lleva cables eléctricos y de datos durante todo un proyecto, está disponible en una gran variedad de materiales y con diseños finales correspondientes a la ubicación, carga y requisitos estéticos.

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) fija las normas para la construcción, pruebas e instalación de bandejas porta cables metálicas, todas las bandejas deben cumplir o satisfacer las normas NEMA.

Para poder elegir el mejor electro canal en su forma y materia, se debe considerar varios aspectos.

#### **3.5.1 ELECCIÓN DEL DISEÑO DEL ELECTRO CANAL.**

- ♣ **Tipo Escalera.-** Usada en aplicaciones con espacios intermedios a lo largo del soporte.
- ♣ **Tipo Ducto Perforado.-** Características de la parte inferior ventilada. Usado en aplicaciones en las que se genera calor moderado.
- ♣ **Tipo Ducto Sólido.-** Típicamente usada en lugares que se genera poco calor, como proyectos de telecomunicaciones y eléctricos.
- ♣ **Tipo Bandejas de Aluminio.-** Para aplicaciones de trabajo ligero donde se requiere instalaciones rápidas.
- ♣ **Tipo Malla de Cable.-** Para voltaje bajo, telecomunicación, y cables de fibra óptica soportados en cortos espacios.

### 3.5.2 ELECCIÓN DEL METAL Y ACABADO.

- ♣ **Aluminio.-** Resistente a la corrosión. De bajo peso, usado en exteriores o al aire libre.
- ♣ **Acero Galvanizado en caliente luego de su fabricación.-** Principalmente para aplicaciones al aire libre, porque provee excelente protección a la intemperie.
- ♣ **Acero inoxidable.-** Inherentemente, resistente a la corrosión, pero demasiado caro.

### 3.5.3 TIPO DE CARGA Y ESPACIO.

Podemos tener una referencia a las "NEMA Class" ésta designación define la capacidad de carga y las distancias de los espacios de los soportes en un sistema de bandejas porta cables.

### 3.5.4 PROFUNDIDAD DE CARGA.

Nos indica la capacidad de carga de los cables, que van a pasar por los electro canales tal como se muestra en la tabla según las normas nema.

ALTURA LATERAL (mm) h			DESIGNACION NEMA	CAPACIDAD DE CARGA
NOMINAL	REAL	UTIL		
50	50mm	35mm	8A	74 Kg/m (50 lb/ft)
80	80mm	65mm	8B	100 Kg/m (75 lb/ft)
100	100mm	85mm	8C	148 Kg/m (100 lb/ft)
150	150mm	135mm	12C	148 Kg/m (100 lb/ft)

CON SOPORTES CADA 2.40 MTRS

### 3.5.5 ANCHO DE LA BANDEJA

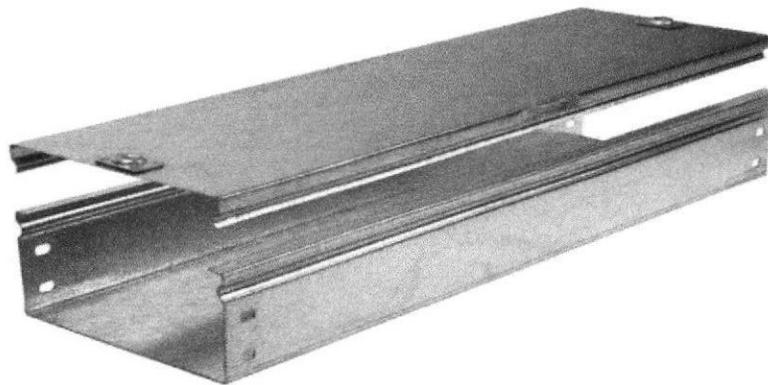
Este es el ancho nominal interior o área transversal interna de las bandejas disponibles para cables. De acuerdo a los requerimientos del usuario se pueden tener diferentes anchos de bandeja.

ANCHO DE SECCIONES		
ANCHO	(mm)	(pulgadas)
W1	75	3
W2	100	4
W3	150	6
W4	200	8
W5	225	9
W6	300	12
W7	400	16
W8	450	18
W9	500	20
W10	600	24
W11	700	28
W12	750	30
W13	800	32
W14	900	36

Si consideramos los puntos anteriores la mejor elección de los electro canales a usar son los de DUCTO CERRADO TIPO CLIP – DOBLADA Y TROQUELADA EN LÁMINA DE ACERO PREGALVANIZADO, que son fabricadas a partir de láminas de acero pre galvanizado ASTM A593 Gr 60, pintado al horno ASTM A123 mediante procesos de troquelado y doblado, son de uso industrial en interiores y ambientes no corrosivos.

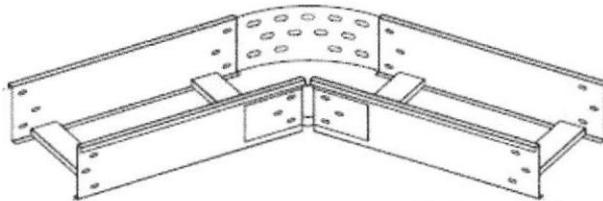
Acero Inoxidable AISI 304 de uso industrial en exterior y ambientes exigidos.

Pueden ser lisas, con embutidos para darle rigidez con tapa a presión, las dimensiones de las bandejas varían de acuerdo a la cantidad de cables que se quieran instalar.

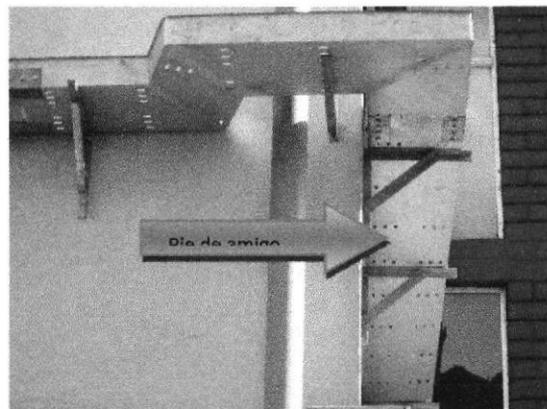
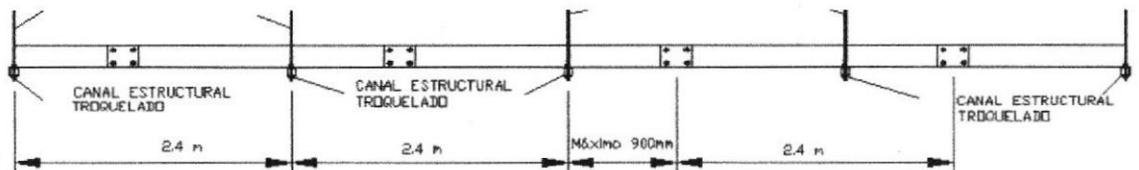


Considerando los puntos de elección de materiales y de construcción, el recorrido eléctrico se basa en electro canal tipo bandeja con tapa, por lo que nos brinda una mayor seguridad de protección contra el tipo de ambiente en el que se va a trabajar, las medidas a usar son de 15x30x240cm (alto, ancho, profundidad) con los accesorios correspondientes.

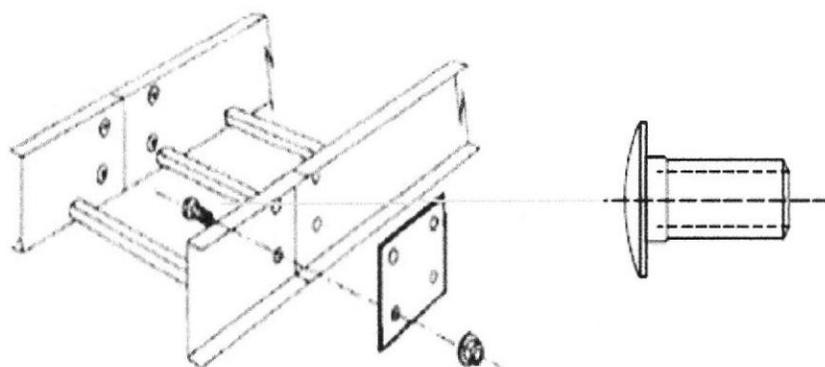
Para el punto de accesorios, hay dos maneras de fabricación, es decir se los puede conseguir en un taller o bien por nuestra propia cuenta para poder construirlo, en este caso solo usaremos codos como se muestra en la figura.



Una vez que ya tenemos todos los accesorios y toda las canaletas que se van a usar según el recorrido y el diseño, procedemos a colocar el soporte que en este caso serán unos pie de amigo, según las distancia que se crea conveniente, en este caso se usará las distancia que marca la figura siguiendo normas INEM.



Con la conclusión de las instalaciones de los pies de amigo procedemos a colocar todos los electros canales y los accesorios correspondientes con sus respectivas uniones.



### 3.6 CABLEADO ELÉCTRICO

Antes de que se proceda a realizar los distintos puntos de luz y del tendido eléctrico, debemos tomar en cuenta las principales fallas identificadas de los cableados comunes en ambientes críticos:

**Falla de polvo higroscópico:** materiales sólidos en suspensión, pueden depositarse en las superficies de las placas de circuito impreso o en los contactos, formando un puente entre los dos conductores y causando corto circuito.

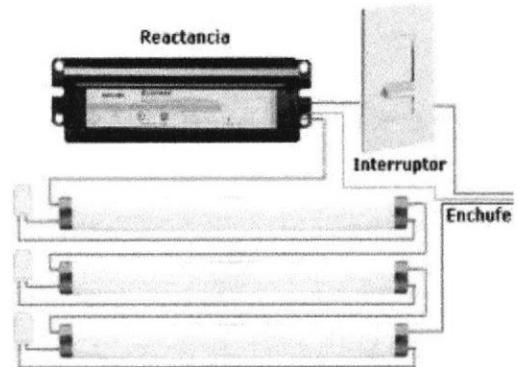
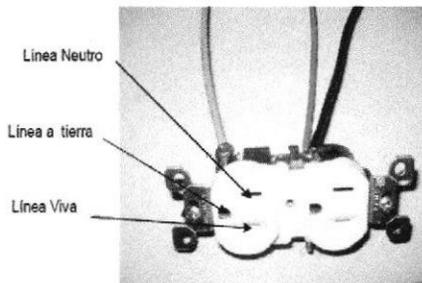
**Oxidación:** humedad elevada daña los contactos, causando varios tipos de corrosión en los contactos que pueden llevar a fallas en el sistema.

**Fatiga:** con la presencia de partículas en las áreas de contacto, las capas de metales preciosos pueden sufrir deterioro durante los procesos de conexión.

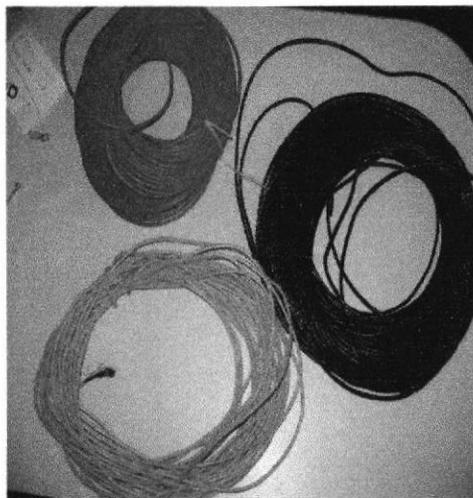
**Desconexión:** ambientes con vibración pueden dañar los contactos de los conectores, causando pérdidas de las señales de comunicación.

Tomando en cuenta lo anterior comenzamos a realizar el cableado con un conductor eléctrico tipo GPT 12 AWG, diferenciándose las fases y la línea a tierra con los colores rojo (línea viva), negro (línea neutro) y amarillo (línea a tierra), de

acuerdo a las normas del Código Eléctrico Nacional, y a la vez empezar a pasar los conductores principales para cada tablero.



**Conductor eléctrico GPT 12 AWG.-** Son los que servirá como medio para llevar la energía hacia los tomacorrientes. Según las normas se usarán los colores rojo, negro y amarillo de uso interior, aislamiento 0.6/1KV. Conductor de cobre electrolítico blando, aislamiento de polivinilo. Temperatura de servicio: 60 °C. Voltaje y Corriente de servicio: 300 V y 20 A máximo respectivamente.



Para el cableado de los variadores, se tomó en cuenta que cada uno de estos salgan a un tablero pequeño ubicado cerca del punto donde se encuentra los variadores, y así poder tener un poco de libertad en el tablero de distribución principal, para en un futuro poder ampliar más la carga sin cambiar el tablero principal, por lo que si se hace, todos los variadores y arranques de motores más los distintos puntos de

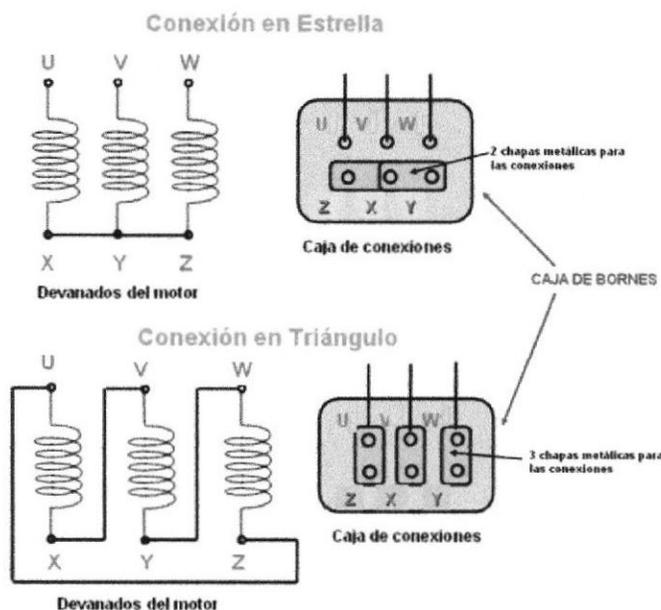
luz y de toma corriente lleguen a el tablero principal, este se encontraría demasiado sobre cargado y sería demasiado grande y en un futuro será complicado emplear la carga.

Por lo tanto se determina los conductores según la carga de cada tablero que va a alojar la acometida de los variadores, todas estas acometida pasaran a través del recorrido de electro canal ya antes instalados.

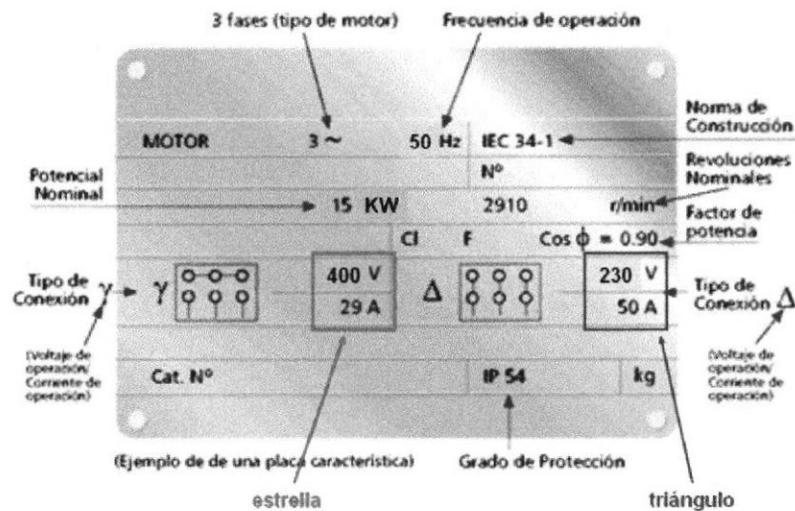
Hay que tomar en cuenta que los conductores que lleguen a los breaker de cada tablero, deben estar bien conectados para evitar sobre calentamiento del cable y un posible corto circuito, y que el breaker esté en perfecto estado sin que se produzca una falla en el mismo.

### 3.7 CONEXIÓN DE LOS MOTORES.

Los motores trifásicos presentan lógicamente tres devanados (tres impedancias) y seis bornes. Los fabricantes, para facilitar las conexiones (sobretudo el triángulo), disponen en la caja de bornes una colocación especial de estos. Tal como se observa en la figura.

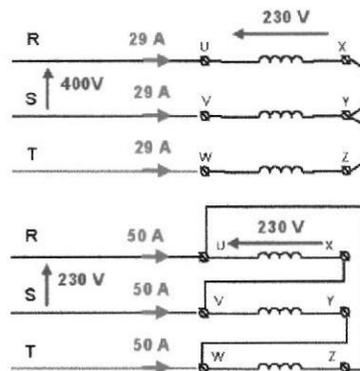


Podemos ver la placa de características técnicas de un motor trifásico. Se observa que la potencia, velocidad y frecuencia nominales son 15 (Kw), 2910 (rpm) y 50 (Hz) respectivamente.



Estos valores dependen de la conexión de los devanados del motor, por lo tanto podemos ver las tensiones y corrientes nominales a 400(V), 29 (A) en conexión estrella y 230 (V), 50 (A) en conexión triángulo. Los motores y las cargas trifásicas en general, son flexibles y pueden conectarse a redes con distinta tensión de línea, sin más, que variar la conexión.

En la figura puedes ver dibujadas ambas conexiones; observa que la tensión nominal de cada devanado es 230 (V), tanto en estrella como en triángulo y que este valor no se puede superar, sino el motor sufrirá calentamientos excesivos.



En vista de estas características, si vamos a conectar los motores en una instalación de 400 V (de línea), debemos hacerlo en estrella y consumirá 29 (A) nominales de corriente de línea. Si posteriormente tenemos que trasladarlo a una instalación de 230 V (de línea), el motor funcionará sin perder ninguna de sus prestaciones, pero debe conectarse en triángulo absorbiendo 50 (A) nominales de corriente de línea.

Como en ambos casos se trata de un motor de 15 (Kw), bajo una red de menos tensión, consume más intensidad nominal (en triángulo). Normalmente en la mayoría de placas de características, la tensión y corriente nominales vienen indicadas.

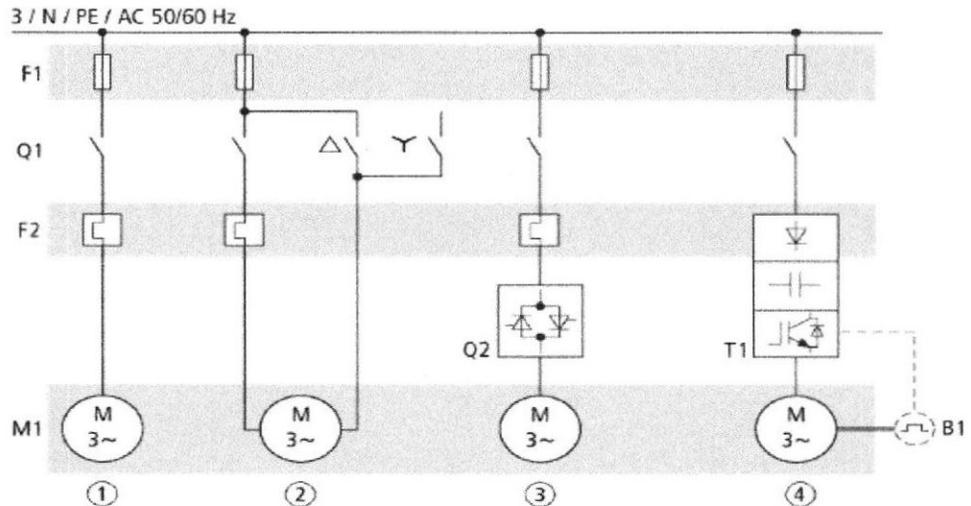
La configuración que mencionamos es para un arranque directo, pero existen más formas de conexión de estos motores:

1. **Arranque directo.**
2. **Arranque estrella-triángulo**, el arranque más conocido y utilizado.
3. **Arrancador suave** El arranque continuo y sin picos. Una alternativa moderna al arranque estrella-triángulo.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

4. **Convertidor de frecuencia** Arranque controlado y continuo del motor con par nominal de la carga. Los convertidores de frecuencia también permiten el control de la velocidad y cuenta con una electrónica para la protección del motor. Dependiendo de las características, también podemos controlar el posicionamiento del motor usando un generador de pulsos.



Por el proceso de producción de la empresa Sailorpaint, los motores deben funcionar a baja velocidad ya que estos, deben agitar la mezcla de productos químicos para la preparación de pintura y, esta agitación debe ser suave para no provocar salpicaduras y menos que se produzca espuma por una agitación muy brusca, cuidando también que los operadores no sufran accidentes.

Entonces, el arranque conveniente para estos puntos mencionados, es el de convertidores de frecuencia, por lo que funciona como un convertidor de energía de la alimentación de un motor.

El convertidor, obtiene la corriente activa desde la red eléctrica a través del rectificador y, suministra al motor corriente activa - reactiva a través del inversor.

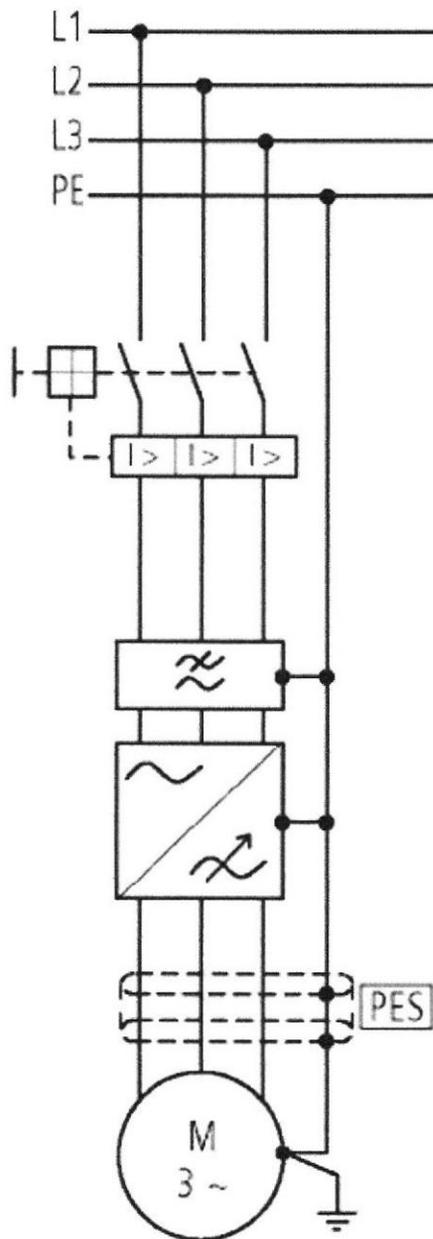
La potencia reactiva necesaria para el funcionamiento del motor, es proporcionada por los condensadores del circuito intermedio en cuanto a la red eléctrica se refiere, el convertidor de frecuencia se comporta prácticamente como una carga resistiva ( $\cos \phi \sim 1$ ).

### 3.7.1 ESQUEMA DE CONTROL DE VARIADORES DE FRECUENCIA

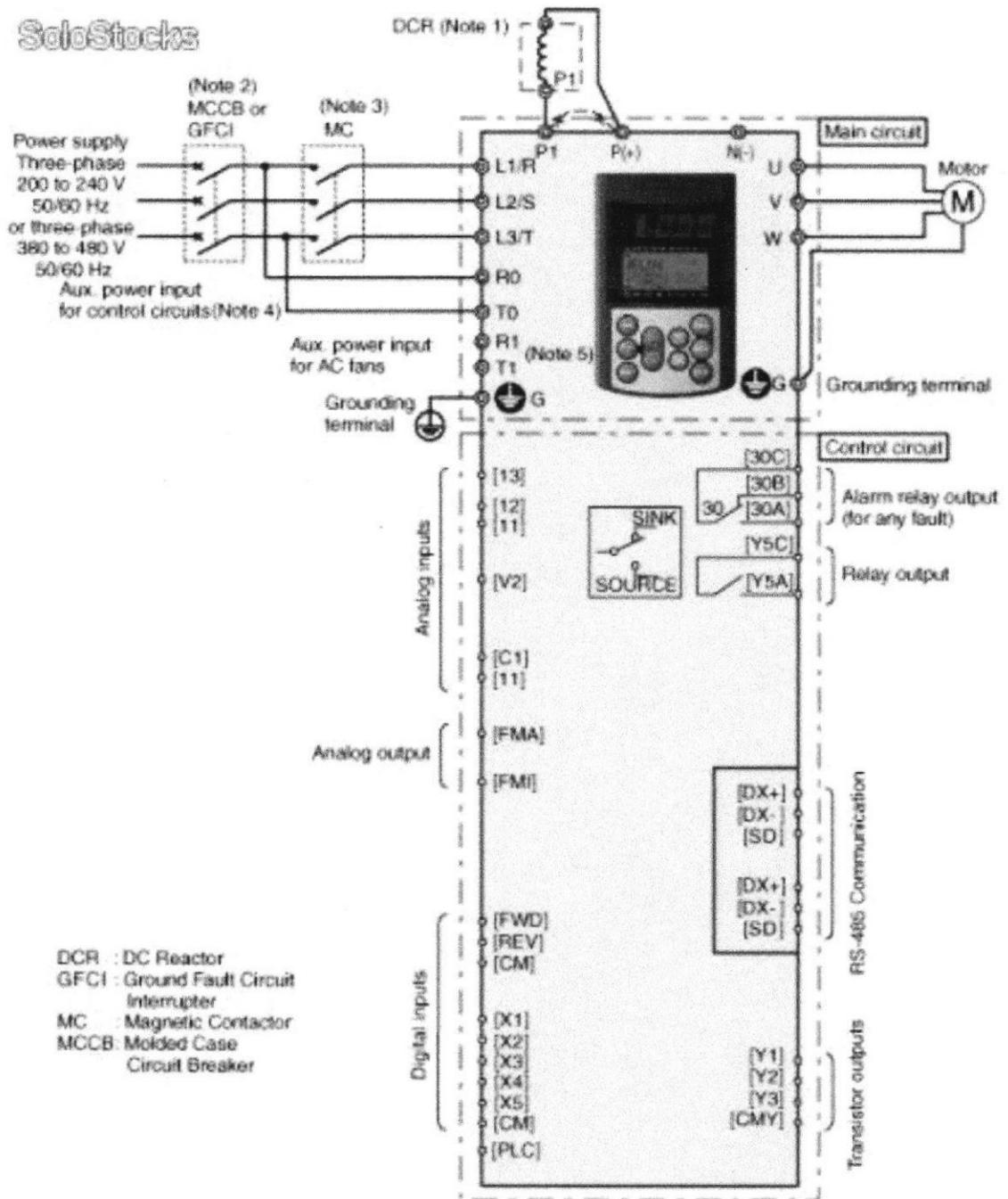
Sabiendo el proceso de producción se empieza a calibrar y a conectar los motores, pero previamente debemos montar lo equipos de protección con sus respectivos accesorios y botoneras para el control respectivo.



Debemos aclarar, que no todos los variadores de frecuencia tiene la misma configuración en su programa, al introducir los parámetros de funcionamiento y sus puntos de conexión del control, todo esto depende del fabricante, por lo tanto presentamos solo el esquema de fuerza ya que no varía.



SoloStocks



### 3.8 PRUEBAS DE OPERATIVIDAD.

Como hemos terminados el cuarto de transformadores debemos hacer las respectivas pruebas de funcionamiento, es decir tomar las respectivas mediciones con el multímetro para poder así evaluar cada una de las líneas, por lo que al momento de conectar al sistema una de ellas pudo a verse cruzado, y esto causaría un problema en los motores o en el sistema de control de los mismos, el orden debe ser R, S, T. Esto lo logramos midiendo el voltaje y tomando en cuenta la referencia de la línea de fuerza, sabiendo que la línea de fuerza esta en medio, o simplemente midiendo continuidad con referencia a las líneas del breaker principal, que es el que tiene el orden "R" Amarillo "S" Azul "T" rojo, los colores representan una identidad, es decir un nivel de voltaje, los colores cambian dependiendo del nivel de voltaje.

- amarillo, azul, rojo 220V



Si ya las pruebas de los transformadores están correctas y no hay ninguna novedad, se comienzan las pruebas de motores con sus respectivos arranques y giros, midiendo el amperaje de consumo del motor al arranque y compararlo con el amperaje que muestra la placa del motor. Si se tiene el Megger se puede meggar los motores y estaría muy bien, para así poder tener un valor exacto y en qué condiciones están los motores operando.

#### 4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Si bien hemos terminado el proyecto con mucho éxito, cabe recalcar que la experiencia en el montaje de todo sistema eléctrico es un poco compleja y, no siempre encontraremos lo mismo en cada remodelación o ampliación, por lo tanto, esto es una pequeña guía y demostración para realizar este tipo de trabajo.

Recomendamos siempre estar abastecidos de productos de última tecnología, para así poder realizar un trabajo de calidad y brindar un servicio eficaz y eficiente al cliente.



## BIBLIOGRAFÍA

<http://www.domme.cl/malla-a-tierra/>

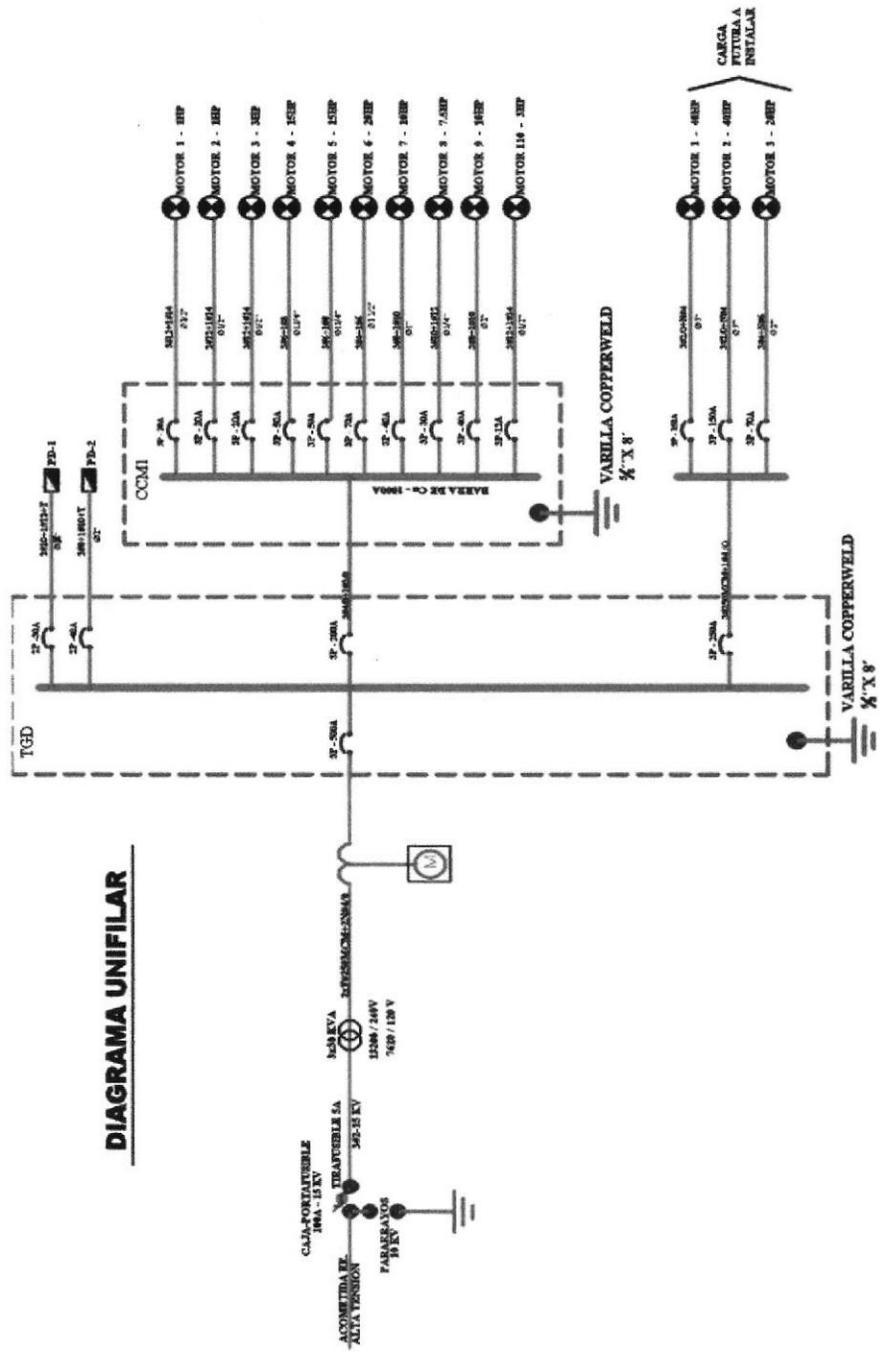
<http://www.slideshare.net/albertama/natsim-2012-13326343>

<http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>

<http://es.scribd.com/doc/50241896/MANUAL-TECNICO-INSTALACIONES-ELECTRICAS-INDUSTRIALES>

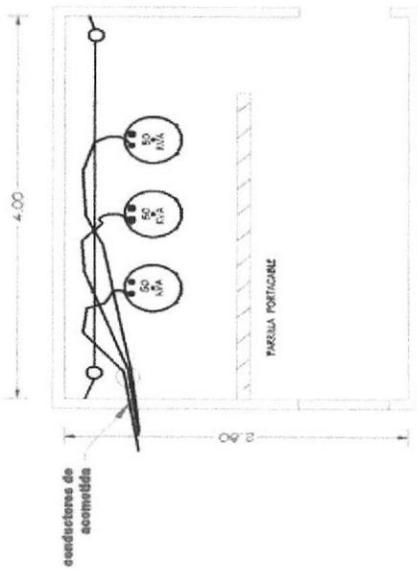


# ANEXO A



# ANEXO B

## TRANSFORMADORES



PLANTA.-

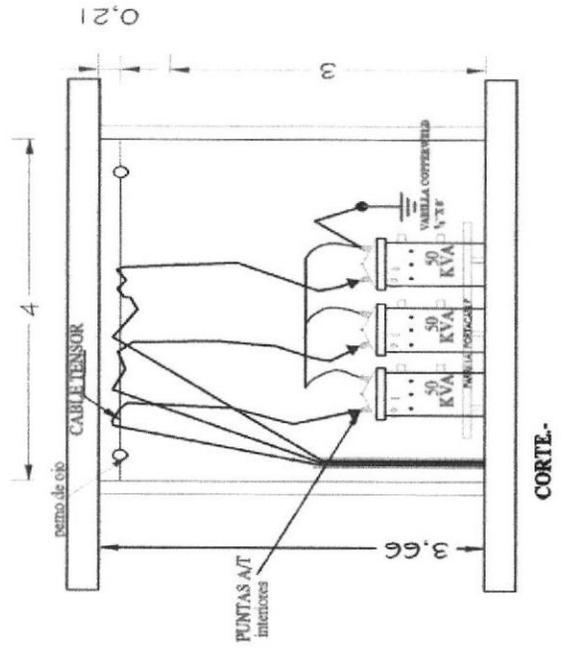
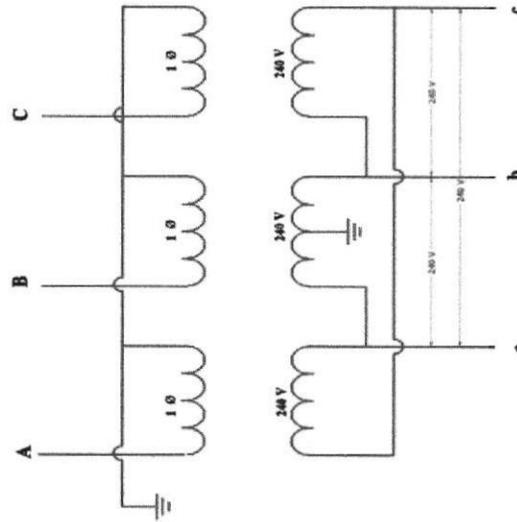


DIAGRAMA DE CONEXION



## ANEXO C

PLANILLA DE PANELES Y CIRCUITOS RAMALES								
PANEL	CIRCUITOS RAMALES		DISYUNTOR				DUCTO	SERVICIOS
	NOMBRE	CONDUCTOR	VOLTIOS	FASES	AMPERIOS	POLOS		
PD - 1 Ø 3/4" 2#10+1#12 Ø 3/4 " 1Ø - 3h 120-240V PLANTA BAJA	AI-1	2#42 TW	120	A	20	1	Ø1/2"	Alumbrado: cuarto transformadores, cocina Planta Alta Laboratorio, Bodega
	AI-2	2#12 TW	120	B	20	1	Ø1/2"	
	TI-1	2#12-1#14	120	A	20	1	Ø1/2"	Tomacorriente: cocina Planta Alta Laboratorio, Bodega
	TI-2	2#12+1#14	120	B	20	1	Ø1/2"	
	TI-3	2#12-1#14	120	A	20	1	Ø1/2"	Laboratorio
TI-4	2#12+1#14	120	B	20	1	Ø1/2"	Refrigeradora	
TI-5	2#10+1#12	220	AB	30	2	Ø3/4"	Aire acondicionado Laboratorio	
PD - 2 Ø 3/4" 2#10+1#12 Ø 3/4 " 1Ø - 3h 120-240V PLANTA BAJA	AI-1	2#12 TW	120	B	20	1	Ø1/2"	Alumbrado: Oficinas
	AI-2	2#12 TW	120	C	20	1	Ø1/2"	Ingreso, Hall
	AI-3	2#12 TW	120	B	20	1	Ø1/2"	Area de trabajo
	AI-4	2#12 TW	120	C	20	1	Ø1/2"	Area de trabajo
	AI-5	2#10 TW	220	BC	30	2	Ø3/4"	Exteriores, Patio
	TI-1	2#12+1#14	120	C	20	1	Ø1/2"	Tomacorriente: Oficina
	TI-2	2#12+1#14	120	B	20	1	Ø1/2"	Oficina
	TI-3	2#12+1#14	120	C	20	1	Ø1/2"	Area de trabajo
	TI-4	2#12+1#14	120	B	20	1	Ø1/2"	Area de trabajo
	TI-5	2#12+1#14	120	C	20	1	Ø1/2"	Refrigeradora
	TI-6	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Aire acondicionado Oficina
	TI-7	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Aire acondicionado Oficina
TI-8	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Aire acondicionado Oficina	
TI-9	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Extractor de aire	
TI-10	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Extractor de aire	
TI-11	2#10+1#12	220	BC	30	2	Ø3/4"	Extractor de aire	
TI-12	2#12+1#14	220	BC	20	2	Ø1/2"	Bomba de agua	

CARGA DE DEMANDA DE MOTORES								
PANEL	CIRCUITO	DISYUNTOR	FASE	CONDUCTOR	PUNTO	POTENCIA	I	U S O
						INSTALADA	NOMINAL	
CCM1	C1-1	3P - 20	ABC	12	1	1 HP	2.49	MEZCLADORA Motor 1
	C1-2	3P - 20	ABC	12	1	1 HP	2.49	MEZCLADORA Motor 2
	C1-3	3P - 20	ABC	12	1	3 HP	7.04	MEZCLADORA Motor 3
	C1-4	3P - 50	ABC	06	1	15 HP	36.00	MEZCLADORA Motor 4
	C1-5	3P - 50	ABC	06	1	15 HP	36.00	MEZCLADORA Motor 5
	C1-6	3P - 70	ABC	04	1	20 HP	49.70	MEZCLADORA Motor 6
	C1-7	3P - 40	ABC	08	1	10 HP	25.00	MEZCLADORA Motor 7
	C1-8	3P - 30	ABC	10	1	7.5 HP	18.70	MEZCLADORA Motor 8
	C1-9	3P - 40	ABC	08	1	10 HP	25.00	MOLINO Motor 9
	C1-10	3P - 20	ABC	12	1	3 HP	7.04	BOMBA CIRCULAR Motor 10
CCM2	C2-1	3P - 150	ABC	2/0	1	40 HP	99.70	MEZCLADORA Motor 1
	C2-2	3P - 150	ABC	2/0	1	40 HP	99.70	MEZCLADORA Motor 2
	C2-3	3P - 70	ABC	04	1	20 HP	49.70	MEZCLADORA Motor 3

# DETALLE ACOMETIDA EN ALTA TENSION

