



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS  
NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y  
CONTROL INDUSTRIAL

TEMA

"DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DEL TALLER DE CONSTRUCCIONES  
MECÁNICAS VIRE DE LA CIUDAD DE LOJA"

INFORME TÉCNICO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD

**AUTOR:**

Amable Leonardo Valdez Medina

**DIRECTOR:**

Ing. Jaime Medardo Larriva Vélez Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2010

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Jaime Medardo Larriva Vélez Mg. Sc.,  
**DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO**

### **CERTIFICA:**

Que el trabajo de investigación denominado "**DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL TALLER DE CONSTRUCCIONES MECÁNICAS VIRE DE LA CIUDAD DE LOJA**", ubicado en las calles Ramón Pinto y Colón de esta ciudad, desarrollado por el señor Amable Leonardo Valdez Medina, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, ha sido realizado bajo mi dirección, mismo que cumple con los requisitos de grado exigidos en las Normas de Graduación, por lo que autorizo su presentación y defensa ante el tribunal de grado.

Loja, Noviembre de 2010

Ing. Jaime Medardo Larriva Vélez Mg. Sc.  
**DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO**

## **AUTORÍA**

Los conceptos, opiniones, ideas, cálculos y resultados del presente proyecto de investigación son de responsabilidad del autor.

Amable Leonardo Valdez Medina

## **AGRADECIMIENTO**

Extiendo mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, Las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, de manera especial a los docentes, quienes con su reconocida capacidad profesional orientaron con sus conocimientos para hacer posible la culminación de este objetivo propuesto.

De la misma manera hago llegar el agradecimiento al Ingeniero Jaime Larriva Vélez, quien compartió sus sabios conocimientos profesionales para el desarrollo de este trabajo.

Dejo constancia de reconocimiento y gratitud a todos y cada una de las personas que con especial generosidad contribuyeron para así llegar al término de esta meta.

## **EL AUTOR**

## DEDICATORIA

*A mis padres y hermanos  
por el apoyo brindado  
al culminar un paso más  
muy importante en mi  
Formación personal y profesional.*

**Leonardo Valdez**

## **RESUMEN**

\* Análisis del actual funcionamiento del taller en vista al aprovechamiento de la maquinaria y de la conveniencia de la buena instalación eléctrica.

\* Propuesta de mejoramiento de la instalación eléctrica para el aprovechamiento de la maquinaria.

La técnica que se utilizó en el trabajo de investigación fue la observación en el mes de abril de 2009.

- ❖ Respetando las normas para instalaciones eléctricas residenciales e industriales se realizó cálculos para establecer: calibre de conductores, protección de circuitos, caída de voltaje y control de cargas de taller.
  
- ❖ En base al estudio realizado se propone una propuesta alternativa a las instalaciones eléctricas del taller para un mejor aprovechamiento de la máquinas, por lo que las instalaciones deben ser realizadas con su respectivo número de conductor tomando en cuenta: la carga a utilizar, capacidad de conducción de corriente, caídas de voltaje, y dispositivos de protección lo que permitirá obtener una instalación segura y eficiente.

## **SUMMARY**

\*Analysis of current the operations of the workshop in view of the use machinery and the desirability of good electrical installation.

\*Proposal for improving the electrical system for the use of machinery.

The technique used in the research was the observation in April 2009.

- ❖ Respecting the standards for residential and industrial electrical installations are carried out calculations to establish: the caliber of drivers, protection circuits, voltage drop an load control workshop.
- ❖ Based on the proposes an alternative to electrical workshop facilities for better utilization of the machines, so that the facilities must be made with their respective numbers of drivers taking into account: the burden to use, capacity driving current, voltage drops, protective devices which will produce a safe and efficient.

## ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDOS          | PÁG. |
|---------------------|------|
| Portada .....       | i    |
| Certificación ..... | ii   |
| Autoría .....       | iii  |
| Agradecimiento..... | iv   |
| Dedicatoria.....    | v    |
| Índice .....        | vi   |

## ESQUEMA

|  |    |
|--|----|
| <b>I. Tema</b> .....   | 9  |
| <b>II. Introducción</b> .....  | 10 |
| <b>III. Descripción Técnica y Utilidad</b> .....   | 11 |
| 3.1 Área.....  | 11 |
| 3.2 Instalaciones Eléctricas.....  | 11 |
| 3.3 Instalaciones Eléctricas dentro del taller .....   | 12 |
| 3.4 Cargas .....   | 12 |
| 3.5 Cuadro de carga actual instalada en el taller .....  | 13 |
| 3.6 Historial de consumo .....   | 13 |
| 3.7 Diagrama unifilar actual .....   | 14 |
| <b>IV. Metodología</b> .....   | 15 |
| 4.1 Método para instalación eléctrica de motores .....   | 15 |
| 4.2 Corrección del factor de potencia .....  | 18 |
| 4.3 Método para el cálculo de iluminación.....   | 19 |
| 4.4 Cálculo del centro de carga.....   | 21 |
| 4.5 Ubicación del centro de carga.....   | 22 |
| 4.6 Cálculo lumínico del taller.....   | 23 |
| 4.7 Cálculo de sección de conductores y protecciones de los circuitos<br>de iluminación y fuerza del taller..... | 25 |
| 4.8 Cálculo para la selección de conductor y protecciones de las<br>máquinas del eléctricas del taller .....     | 28 |
| 4.9 Cálculo para determinar la capacidad de condensadores para cada<br>máquina .....                             | 32 |



|  |    |
|--|----|
| 4.10 Cálculo para la selección del conductor y protección de los circuitos alimentadores a sub tableros .....                              | 34 |
| 4.11 Cálculo para la selección del conductor de línea general del taller   | 37 |
| 4.12 Potencia total instalada .....  | 37 |
| <b>V. Resultados</b> .....   | 39 |
| 5.1.1 Caída de tensión circuito (iluminación y fuerza) № 1 .....   | 39 |
| 5.1.2 Caída de tensión circuito de (iluminación) № 2 .....   | 40 |
| 5.1.3 Caída de tensión circuito (fuerza) № 2 .....   | 41 |
| 5.1.4 Caída de tensión circuito de (iluminación) № 3 .....   | 42 |
| 5.1.5 Caída de tensión circuito de (fuerza) № 3 .....  | 43 |
| 5.1.6 Caída de tensión circuito de (fuerza) № 4 .....  | 44 |
| 5.1.7 Caída de tensión circuito de (fuerza) № 4 .....  | 45 |
| 5.2.1 Control de cargas individual (STD-1) .....   | 46 |
| 5.2.2 Control de cargas individual (STD-2) .....   | 47 |
| 5.2.3 Control de cargas individual (STD-3) .....   | 47 |
| 5.3.1 Protección del sub-tablero STD-1 .....   | 48 |
| 5.3.2 Protección del sub-tablero STD-2 .....   | 49 |
| 5.3.3 Protección del sub-tablero de distribución STD-3.....  | 49 |
| 5.3.4 Cuadro de cargas instaladas en el taller (máquinas).....   | 50 |
| 5.3.5 Corrección del factor de potencia para cada máquina.....   | 51 |
| 5.3.6 Equilibrio de cargas .....   | 52 |
| 5.3.7 Iluminación requerida en cada zona del taller .....  | 53 |
| <b>VI. Conclusiones</b> .....  | 54 |
| <b>VII. Recomendaciones</b> .....  | 55 |
| <b>VIII. Bibliografía</b> .....  | 56 |
| <b>IX. Anexos</b> .....  | 57 |
| <b>Anexo 1</b> Tabla. 1 Niveles de iluminación aconsejados para interiores.  | 57 |
| <b>Anexo 2</b> Tabla.2 Factores de utilización (u) de algunas luminarias.....  | 58 |
| <b>Anexo 3</b> Tabla. 3 Factores de mantenimiento con relación al tipo de luminaria .....  | 59 |
| <b>Anexo 4</b> Tabla. 4 Cables de cobre tipo TW-600V-60°C.....   | 60 |
| <b>Anexo 5</b> Tabla. 5 Dimensionamiento de alimentadores valores de $K_{VA-M}$ para conductores de cobre para 1% de caída de tensión..... | 61 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 6</b> Tabla. 6 Relés térmicos.....                                 | 62 |
| <b>Anexo 7</b> Tabla 7. Número máximo de conductores en tubos o ductos .    | 63 |
| <b>Anexo 8</b> Tablas de potencia reactiva para condensadores .....         | 64 |
| <b>Anexo 9</b> Costos .....   | 65 |
| <b>Anexo 10</b> Fotos de algunas maquinas del taller .....                  | 66 |
| <b>Anexo 11</b> Plano actual del taller.....                                | 67 |
| <b>Anexo 12</b> Plano de circuitos de fuerza e iluminación (propuesta)..... | 68 |
| <b>Anexo 12</b> Plano de circuitos de fuerza e iluminación (propuesta)..... | 69 |

## **I. TEMA**

**" DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
DEL TALLER DE CONSTRUCCIONES MECÁNICAS VIRE  
DE LA CIUDAD DE LOJA "**

## II. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Loja y el Área de la Energía, las industrias y los Recursos Naturales no Renovables con su carrera en Tecnología Eléctrica y Control Industrial mediante la formulación de proyectos hace posible su vinculación con la sociedad como un aporte para el desarrollo.

La electricidad es una de las formas de energía que más ventajas y comodidades aporta a los seres humanos en la actualidad, el hombre ha utilizado este medio para hacer que su trabajo sea más fácil y contribuir al desarrollo de los pueblos aprovechando las diferentes tecnologías que se desprenden de este campo tan amplio y que día a día se van innovando.

Con el paso del tiempo se han inventado diferentes máquinas eléctricas las cuales reemplazan y perfeccionan la manufactura del hombre. Sabiendo que cada uno de estas máquinas requiere de energía eléctrica para su funcionamiento me he propuesto ejecutar el *"DIAGNOSTICO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL TALLER DE CONSTRUCCIONES MECANICAS VIRE DE LA CIUDAD DE LOJA"* y así conocer si las instalaciones eléctricas se realizaron bajo métodos y normas establecidas para baja tensión, para el eficiente funcionamiento de las máquinas como la seguridad de quienes las operan teniendo en cuenta el uso de normas de seguridad industrial para circuitos a 220V y 110 V que permiten prevenir accidentes, como también mejorar los niveles de producción y eficiencia en dichos circuitos.

El presente trabajo investigativo pretende dar un diagnóstico de dichas instalaciones, apoyado en los referentes teóricos y metodológicos adquiridos en módulos precedentes como también colaborar de alguna manera con la solución de las falencias que se presenten en el mismo. Teniendo como objetivos:

- Análisis del actual funcionamiento del taller en vista al aprovechamiento de la maquinaria y de la conveniencia de la buena instalación eléctrica.
- Propuesta de mejoramiento de la instalación eléctrica para el aprovechamiento de la maquinaria.

### III. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

#### 3.1 ÁREA.

El taller se encuentra ubicado en las calles Ramón Pinto y Colon de la ciudad de Loja cuenta con un área de construcción de 229,7 m<sup>2</sup> este taller tiene la categoría industrial artesanal, cuya carga instalada es de 77,7 KW, dedicada a la construcción de piezas mecánicas la cual aporta al desarrollo del cantón Loja y provincia.

#### 3.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

La alimentación de energía eléctrica se la hace a través de las redes de distribución eléctrica que alimentan al sector por medio de un banco de transformadores conectados en estrella (**Y-Y**) del cual se toma una fracción de la potencia total, este banco tienen las siguientes características:

##### Número de transformador = 251

|                  |                    |                         |
|------------------|--------------------|-------------------------|
| Fases: 1         | Potencia: 37,5 KVA | Marca: General Electric |
| Volt. AT →       | KV1 AT = 13.2 KV   | KV2 AT = 7.62 KV        |
| Volt. BT →       | V1 BT = 240 V      | v2 BT = 120 V           |
| Taps N°: 5       | Porcentaje: 2,5 %  | Posición: 3             |
| Impedancia: 1.95 |                    |                         |

##### Número de transformador = 829

|                  |                    |                  |
|------------------|--------------------|------------------|
| Fases: 1         | Potencia: 37,5 KVA | Marca: Ecuatran  |
| Volt. AT →       | KV1 AT = 13.2 KV   | KV2 AT = 7.62 KV |
| Volt. BT →       | V1 BT = 240 V      | V2 BT = 120 V    |
| Taps N°: 5       | Porcentaje: 2,5 %  | Posición: 3      |
| Impedancia: 2.50 |                    |                  |

##### Número de transformador = 9603

|                      |                    |                  |
|----------------------|--------------------|------------------|
| Fases: 1             | Potencia: 37,5 KVA | Marca: Siemens   |
| Volt. AT →           | KV1 AT = 13.2 KV   | KV2 AT = 7.62 KV |
| Volt. BT →           | V1 BT = 240 V      | V2 BT = 120 V    |
| Taps N°: 5           | Porcentaje: 2,5 %  | Posición: 3      |
| Impedancia en %: 2.6 |                    |                  |

La alimentación se la efectuado mediante la Red de B.T de la EERSSA en una extensión de 75 m, utilizando conductor cable ACSR # 1/0 (fases) y conductor cable

ACSR # 2 (neutro), se estima una  $\Delta V$  del 1 % asta el poste adyacente al taller. **ACOMETIDA.**- se ha realizado mediante una acometida aérea en una distancia de 13 m utilizando conductores cableados 3x AWG # 6 (cuádruplex) hasta (medidor) de las siguientes características:

Medidor 3 x 127/220 5(100) A 60Hz CL. 1(2Var)

### 3.3 INSTALACIONES DENTRO DEL TALLER.

Los circuitos de iluminación se han realizado mediante conductor 2 x AWG # 12, 2 x AWG # 14, gemelo para alimentar las luminarias existiendo 5 circuitos que se conecta mediante derivaciones, (sistema monofásico), utilizando luminarias fluorescentes de 20W y 40W. También se observa circuitos monofásico de fuerza realizados con conductor gemelo 2 x AWG# 18, 2 x AWG # 12 que son utilizados para alimentar maquinas eléctricas de baja potencia.

Las instalaciones para los motores se ha realizado mediante cuatro conductores TW # 8 tres fases y un neutro que a su paso se van conectando las diferentes máquinas utilizando conductor 3 x AWG # 8, 3 x AGW # 10 flexible, existiendo breaker o swich de cuchillas antes de cada máquina como dispositivos de protección.

Estas instalaciones cuentan con un breaker principal de protección de 100 A tripolar ubicado en la caja del medidor.

### 3.4 CARGAS.

| CONCEPTO       | POTENCIA (HP) | POTENCIA (KW) | TENSIÓN (V) | CORRIENTE (A) | F.P  | FRECUENCIA (Hz) | VELOCIDAD (RPM) |
|----------------|---------------|---------------|-------------|---------------|------|-----------------|-----------------|
| Fresadora      | 5.5           |               | 220         | 15            | 0.8  | 60              |                 |
| Sierra         | 3/4           |               | 110/220     | 14/7          | 0.8  | 60              | 110             |
| Torno          | 4             |               | 220         | 11            | 0.8  | 60              |                 |
| Compresor      |               | 1.5           | 220/230     | 6,4/3,7       | 0.8  | 60              | 1410            |
| Soldadora      |               | 10.3          | 220         | 46            | -    | 60              |                 |
| Compresor      | 6.5           |               | 230         | 15            |      | 60              | 3450            |
| Taladro        | 1/2           |               | 110/220     | 8/4           | 0.8  | 60              | 1720            |
| Soldadora      | 7             |               | 220         | 31            | -    | 60              |                 |
| Torno          | 7             |               | 220         | 20            | 0.8  | 60              |                 |
| Fresadora      |               | 4.2           | 220         | 13,8          | 0.85 | 60              |                 |
| Torno          | 7             |               | 220         | 20            | 0.8  | 60              |                 |
| Soldadora      |               | 13.3          | 220         | 35            | -    | 60              | 3455            |
| Prensa         | 5             |               | 250         | 15            | 0.8  | 60              |                 |
| Esmeril        | 1             |               | 120         | 7.77          | 0.8  | 60              |                 |
| Taladro        | 1             |               | 110/220     | 7.77          | 0.8  | 60              | 1720            |
| Soldadora      |               | 9.24          | 220         | 42            | -    | 60              |                 |
| C. iluminación |               | 1.2           | 120         |               |      |                 |                 |
| C. Fuerza      |               | 2.64          | 120         |               |      |                 |                 |

### 3.5 CUADRO DE CARGA ACTUAL INSTALADA EN EL TALLER

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Total máquinas                    | 73.86 KW       |
| Total circuitos de iluminación    | 1.2 KW         |
| Total circuitos de tomacorrientes | 2.64 KW        |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>77.7 KW</b> |

### 3.6 HISTORIAL DE CONSUMO.

| HISTORIAL DE CONSUMO EN (kWh) |                                     |            |                 |               |                        |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------|-----------------|---------------|------------------------|
| Número Medidor                | Tarifa                              | Mes        | Año (2009-2010) | Consumo (KWh) | PROMEDIO MENSUAL (KWh) |
| 32144                         | Industrial con Demanda Baja Tensión | JUNIO      | 2009            | 1127          | 1139                   |
|                               |                                     | JULIO      | 2009            | 1137          |                        |
|                               |                                     | AGOSTO     | 2009            | 1206          |                        |
|                               |                                     | SEPTIEMBRE | 2009            | 1405          |                        |
|                               |                                     | OCTUBRE    | 2009            | 1217          |                        |
|                               |                                     | NOVIEMBRE  | 2009            | 1175          |                        |
|                               |                                     | DICIEMBRE  | 2009            | 982           |                        |
|                               |                                     | ENERO      | 2009            | 934           |                        |
|                               |                                     | FEBRERO    | 2010            | 981           |                        |
|                               |                                     | MARZO      | 2010            | 1402          |                        |
|                               |                                     | ABRIL      | 2010            | 1002          |                        |
|                               |                                     | MAYO       | 2010            | 1102          |                        |
| <b>TOTAL</b>                  |                                     |            |                 | <b>13670</b>  |                        |

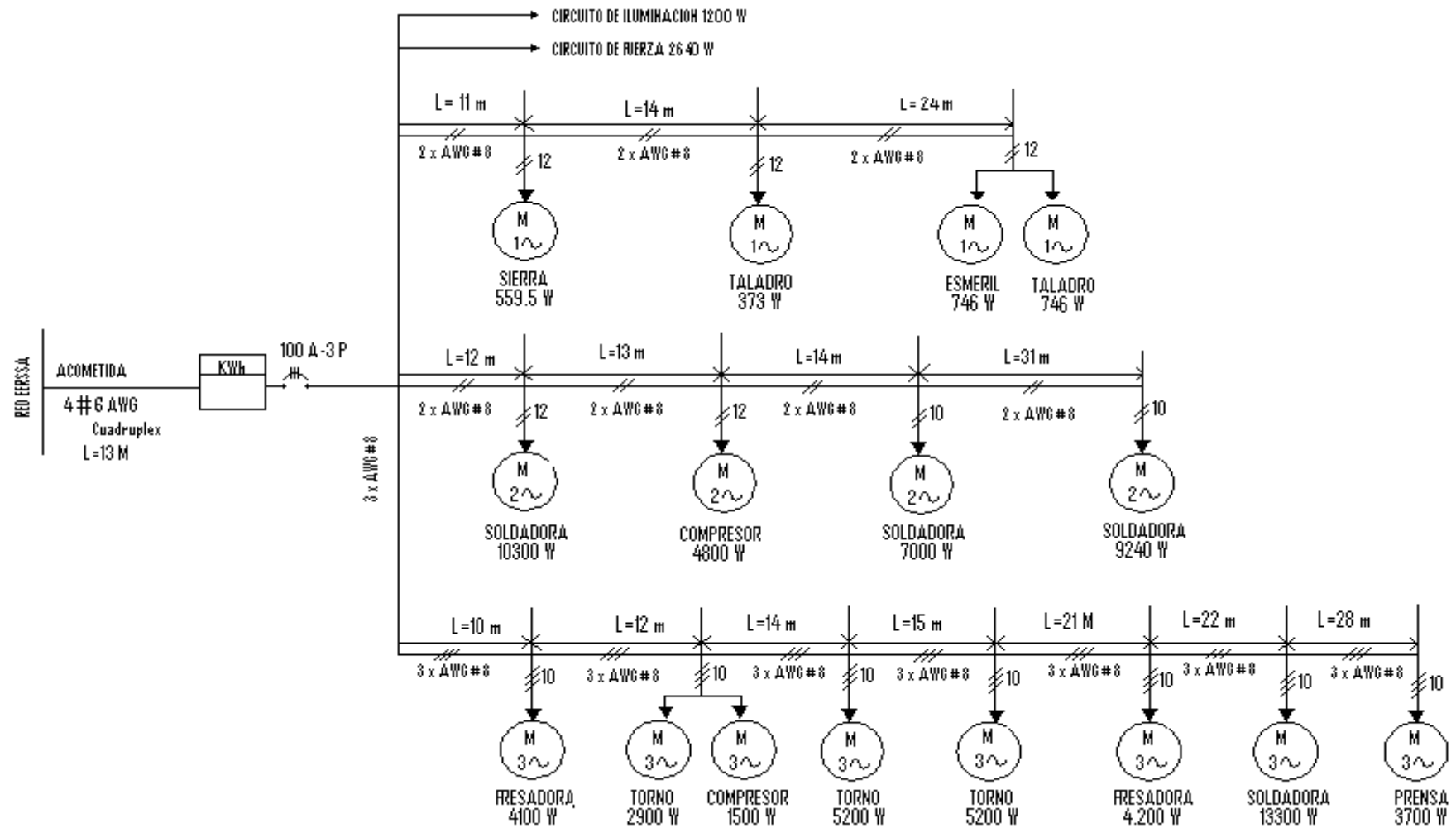
Demanda promedio mensual máxima en KW

| Demanda Promedio (KWh)/mes | Horas al mes (8x20) | TOTAL KWh/día | Factor de consumo | Demanda(máxima) KW/mes |
|----------------------------|---------------------|---------------|-------------------|------------------------|
| 1139                       | 160 h               | 7.118         | 0.416             | 17.1 KW                |

Demanda promedio mensual máxima en (VA)

| Demanda en(KW) | Factor de potencia | Demanda máxima en (VA) |
|----------------|--------------------|------------------------|
| 17.1           | 0.8                | 21.3                   |

### 3.7 DIAGRAMA UNIFILAR ACTUAL.





## IV. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para realizar el presente proyecto y fundamentándome en los procedimientos que recomienda la investigación científica, se aplicó el método descriptivo y la técnica de la observación que me permitió realizar la descripción de la instalación eléctrica, dispositivos de protección como también las características eléctricas de las máquinas, calibres de conductores y niveles de tensión.

También fue necesario recurrir a diferentes fuentes bibliográficas, utilizando: libros, folletos, internet, con los cuales se estructuró el marco referencial y que luego fue ordenada de la forma más adecuada.

Una vez realizado el levantamiento del plano se rediseñó los circuitos de iluminación y fuerza, para lo cual se realizó los siguientes cálculos:

- Cálculo del centro de carga
- Cálculo lumínico
- Cálculo para selección de conductores y protecciones
- Cálculo de caída de tensión
- Cálculo para corrección de factor de potencia

Cálculos que fueron realizados apoyados en referentes teóricos, métodos y normas para instalaciones eléctricas residenciales e industriales.

### 4.1 MÉTODO PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MOTORES.

Para describir los elementos de la instalación de un motor es conveniente tener en cuenta los siguientes conceptos:

**Corriente nominal de un motor:** se denomina corriente nominal a la corriente que demanda cuando está trabajando a la plena carga (potencia nominal)

**Corriente de arranque de un motor:** es la corriente que demanda cuando se pone en operación y su valor es considerablemente mayor que la corriente nominal

La corriente de arranque de un motor depende de la reactancia del motor (inductiva)

**Alimentador.-** El alimentador es el conductor que alimenta al grupo de motores y su calibre se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I = 1.25I_{pc} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

$$1.25 = \text{constante}$$

$$I_{pc} = \text{corriente a plena carga}$$

$$\sum I_{pc} = \text{suma de las corrientes plena carga de los motores}$$

**Protección del alimentador.-** el objeto es proteger al conductor contra sobrecarga ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos. Se debe calcular tomando en cuenta la corriente de arranque del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los demás motores su fórmula es la siguiente:

$$I = I_{\text{arranque}} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

**Circuitos derivados.-** son los conductores que alimentan a los motores y van desde el tablero de distribución o del alimentador a cada motor.

Estos conductores se los calcula para una sobrecarga de 25% de manera que el calibre del circuito derivado se calcula con una corriente.

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

**Protección del conductor.-** se la hace por medio de fusibles o interruptores automáticos se debe calcular con la corriente de arranque o corriente de cortocircuito. El objeto es proteger al conductor no al motor y debe permitir el arranque del motor sin desconectarse. Se selecciona de acuerdo a las tablas proporcionadas por los fabricantes.

**Protección del motor.-** para evitar que el motor se sobrecalienta permitiéndose solamente una sobrecarga del 25% de manera que la corriente seleccionada sea el 25% mayor que la nominal

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

### **Cálculo de la sección del conductor.**

Para la correcta selección de un conductor eléctrico deben considerarse varios factores, a saber:

- El valor máximo del voltaje que se aplicará
- La capacidad de conducción de corriente eléctrica
- El valor máximo de la caída de tensión

El cálculo del conductor debe efectuarse de dos maneras: por corriente y por caída de tensión. El resultado del cálculo que arroje el conductor de mayor sección transversal será el que se seleccione, respetando las caídas de tensión permitidas para instalaciones eléctricas.

#### ***Cálculo de sección del conductor a través de la impedancia del conductor***

Teniendo en cuenta la intensidad de plena carga por el factor de sobrecarga

$$I = 1.25 \times I_{pc} \text{ se recurre a la tabla \# 4 ver (anexo 4)}$$

Teniendo en cuenta el conductor que designa la intensidad se observa en la segunda tabla la reactancia del conductor en ohm/m, este resultado se lo multiplica por la distancia que se encuentra el motor alimentado, encontrando la resistencia del conductor

$$R = d \times \text{impedancia}$$

Se calcula la caída del voltaje y se la compara con la norma establecida

$\Delta V = R \times I_{pc} \times \sqrt{3}$  = a la norma establecida y si no se cumple se aumenta el conductor hasta que llegue a valores iguales o menores de preferencia

Este método es aplicado en sistemas monofásicos de 3 hilos y trifásicos.

#### ***Cálculo de la sección del conductor a través de KVAM***

Teniendo en cuenta la intensidad de plena carga por el factor de sobrecarga

$$I = 1.25 \times I_{pc} \text{ se recurre a las tabla \# 5 ver (anexo 5)}$$

Teniendo en cuenta el conductor que designa la intensidad se observa en la segunda tabla KVAM del conductor y se calcula en % del voltaje mínimo permisible para instalación de motores atreves de la siguiente fórmula.

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA motor} \times d}{\text{KVAM conductor}} \text{KVAM del conductor}$$

Este método es aplicado **en sistemas monofásicos de 3 hilos**

### *Cálculo de la sección del conductor a través de la resistividad del conductor*

Para sistema monofásico  $\Delta V = I \times R_L$

$$\Delta V = I \times 2L \times \rho/s$$

Donde:

$\Delta V$  = caída de tensión

I = intensidad

2L = longitud

$\rho$  = resistividad del conductor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

s = sección

Fórmula para cálculo de caída de tensión  $\Delta V = I \times 2L \times R_c$

## **4.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA**

Las instalaciones industriales suele utilizar normalmente receptores de tipo inductivo, como por ejemplo, motores, lámparas de descarga (fluorescentes, vapor de mercurio, vapor de sodio etc.), transformadores, electroimanes, etc. Para compensar la energía reactiva producida por estos elementos utilizaremos un condensador O varios) acoplados en batería. De tal forma que el coseno  $\phi$  final obtenido sea próximo a la unidad. Por las mismas razones que se mejora el factor de potencia en las redes de C.A monofásicas, también se lleva acabo en las redes trifásicas. La corrección se lleva acabo mediante baterías de condensadores conectados en estrella o en triangulo que se acoplan en derivación a la red eléctrica a compensar. La forma más habitual de compensar la energía reactiva es mediante baterías automáticas trifásicas de condensadores.

Los condensadores compensan parte de la energía reactiva de las bobinas. Hay que pensar que en el instante en que las bobinas descargan su energía reactiva, los condensadores se cargan con la misma. El siguiente cuarto de ciclo, los condensadores devuelven esta energía acumulada a las bobinas para que puedan desarrollar los campos electromagnéticos. De esta forma se evita que parte de la energía reactiva de las bobinas tenga que fluir constantemente por los conductores de la línea, desde el generador hasta las mismas y viceversa

$$Q_c = P(\tan\phi) - P(\tan\phi')$$

**DONDE:**

$Q_c$  = Potencia de los condensadores para la corrección VAR

$P$  = Potencia de la carga W

$\tan\phi$  = Tangente del ángulo del  $\phi$  máquina

$\tan\phi'$  = Tangente del ángulo del  $\phi$  propuesto para la corrección

Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,83 = 33,9°

Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,92 = 23,07°

### 4.3 MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA ILUMINACIÓN

Para el método de instalaciones interiores se adopta el método de flujo total.

**E:** Iluminación media, que se proyecta realizar en (lux)

**$\Phi$ :** Flujo luminoso, total emitido exclusivamente por las lámparas para obtener la iluminación deseada.

**S:** Superficie total del local en  $m^2$ .

**$\mu$ :** Factor de utilización, obtenido experimentalmente en locales normalizados utilizando luminarias de características fotométricas similares a las que se piensa emplear. Dicho factor depende de:

- Del sistema de iluminación.
- De las características de la luminaria.
- Del índice **K** del local.
- Del factor de reflexión de techo y paredes.

El factor de utilización lo proporcionan unas tablas destinadas al efecto.

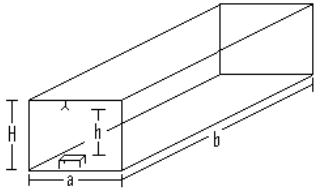
**K** = índice del local:

**a** = toma la consideración del ancho y

**b** = la profundidad del local en cuestión

**h** = altura de las luminarias o las lámparas respecto al plano de trabajo

**m** = los valores se expresan en metros.



\* Para distribuciones con luz directa, semidirecta y mixta el índice del local se calcula con la siguiente fórmula

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

- Para distribuciones con luz semidirecta e indirecta es necesario tomar en cuenta la altura del local H respecto al plano de trabajo.

$$K = \frac{3a \times b}{2H(a + b)}$$

**m: Factor de mantenimiento.** Tiene en cuenta la depreciación de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas, varían según las condiciones ambientales y la forma como se efectúa el mantenimiento.

La fórmula básica para el cálculo del flujo luminoso total necesario para la iluminación de un local teniendo en cuenta todos los factores que acabamos de describir es la siguiente.

$$\Phi = \frac{E \times S}{\mu \times m}$$

Donde:  $\Phi$  = flujo en lúmenes

$E$  = índice del local

$S$  = Superficie del local

$\mu$  = Factor de utilización

$m$  = Tipo de mantenimiento

Llamando flujo luminoso emitido por cada una de las lámparas se puede deducir, el número de lámparas necesarias para obtener el nivel de iluminación deseado.

$$\eta = \frac{\Phi}{\Phi_l}$$

### Fórmulas para distribución de las lámparas

Distancia de lámpara a lámpara a lo largo (1')

$$1' = \frac{L}{\# L}$$

Distancia de la pared a la primera lámpara a lo largo (1/2')

$$1/2' = \frac{1'}{2}$$

Distancia de lámpara a lámpara a lo ancho (A')

$$A' = \frac{A}{2}$$

Distancia de la pared a la primera lámpara al o ancho (A'/2)

$$A = \frac{A'}{2}$$

#### 4.4 CÁLCULO DEL CENTRO DE CARGA:

Para realizar una correcta instalación de todos los motores de cualquier industria se debe en primer lugar hacer el cálculo del centro de carga, para que haya un mejor funcionamiento del mismo. Este cálculo se lo realiza en el sistema de coordenadas X – Y; para lo cual utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$Lx = \frac{P1x + P2x + \dots + Pnx}{P1 + P2 + \dots + PnX}$$

$$Ly = \frac{P1y + P2y + \dots + Pny}{P1 + P2 + \dots + Pn}$$

**Donde:** P = Potencia del motor en Hp o KW

X = Distancia en el eje de coordenadas X

Y = Distancia en el eje de coordenadas Y

**Reemplazando los datos tenemos:**

$$Lx = \frac{4.1(1.7)+0.55(1)+2.9(1)+1.5(1)+10.3(2.1)+4.8(2.7)+0.37(3.6)+7(4.3)+5.2(6.2)}{4.4+0.55+2.9+1.5+10.3+4.8+0.37+7+5.2}$$

$$= \frac{4.2(6.7)+5.2(7.7)+13.3(12)+3.7(11.9)+0.74(12.7)+0.74(12.7)+9.24(12.7)}{4.2+5.2+13.3+3.7+0.74+0.74+9.24}$$

$$Lx = \frac{517.02 \text{ KWm}}{73.86 \text{ KW}}$$

$$Lx = 7 \text{ m}$$

$$Ly = \frac{4.1(6.3)+0.55(10.2)+2.9(14.2)+1.5(15.3)+10.3(9.1)+4.8(10.2)+0.37(10.2)}{4.4+0.55+2.9+1.5+10.3+4.8+0.37+7+5.2}$$

$$= \frac{7(10.2)+5.2(9.2)+4.2(10.8)+5.2(14.7)+13.3(10.2)+3.7(3)+0.74(8.3)+0.74(7.2)+9.24(1.4)}{4.2+5.2+13.3+3.7+0.74+0.74+9.24}$$

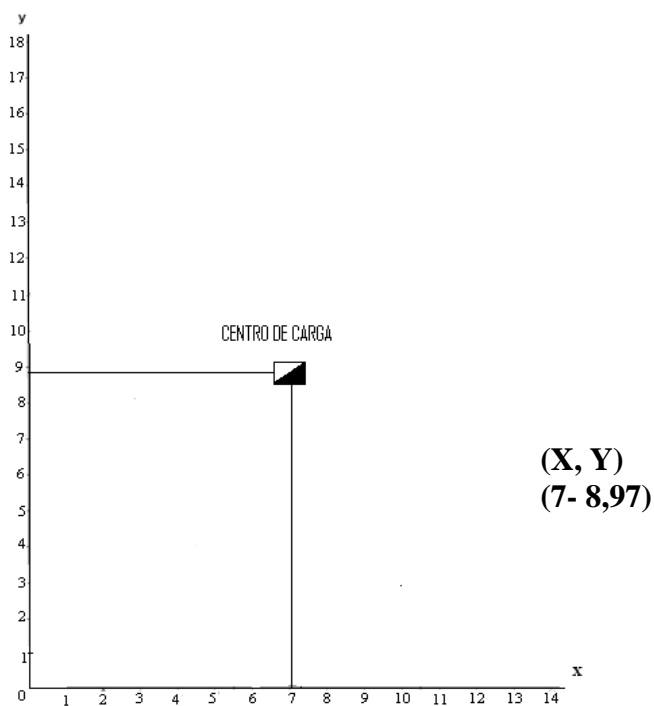
$$Ly = \frac{662.68 \text{ KWm}}{73.86 \text{ KW}}$$

$$Ly = 8.97 \text{ m}$$

Una vez determinados los valores en las coordenadas X (7 m); y, Y (8.97 m) procedemos a hacer el respectivo plano del centro de carga que debería tener el taller:

**CARGA INSTALADA=77.7KW**

#### 4.5 UBICACIÓN PROYECTADA DEL CENTRO DE CARGA





## 4.6 CÁLCULOS LUMÍNICOS DEL TALLER

Para la realizar estos cálculos se dividió en zonas el taller

### ZONA # 2

Se desea iluminar las máquinas de torno, fresadora, taladro de mesa.

Las características son las siguientes:

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Altura de trabajo                     | 1,20 m |
| Luminarias suspendidas desde el techo | 0.20 m |
| Altura del piso al techo              | 2,65 m |

Entonces:

$$h = \text{altura del techo} - (\text{altura trabajo} + \text{distacia del techo a la luminaria})$$

$$h = 2,65 \text{ m} - (1,20 \text{ m} + 0.2 \text{ m}) = 1,25 \text{ m}$$

El nivel de iluminación requerido para industrias metalúrgicas (general) es de 500 lux ver tabla # 1 (anexo 1)

$$E = 500 \text{ lux}$$

La superficie del local es de:

$$\text{Ancho} = 4.08 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 10.83 \text{ m}$$

$$S = a \times b$$

$$S = 4.08 \text{ m} \times 10.83 \text{ m}$$

$$S = 44.1 \text{ m}^2$$

Índice del local

$$K = \frac{a \times b}{h(a+b)} \quad K = \frac{4.08 \text{ m} \times 10.83 \text{ m}}{1.25 \text{ m} (4.08 \text{ m} + 10.83 \text{ m})} \quad K = \frac{44.1 \text{ m}^2}{18.6 \text{ m}^2} = 2.3$$

Coeficiente de reflexión de techo y paredes ver la tabla # 2 (anexo2)

**Paredes 50% y techo 30%**

Tipo de lámpara

Suspendida con reflector sin difusor, iluminación directa

40 W → 2500 lm → Φ1 ver tabla # 3 (anexo 3)

**Factor de utilización μ**

Dado mediante tabla # 2 (anexo 2) teniendo en cuenta el índice del local K

$$\mu = 0.63$$

**El tipo de mantenimiento m**

Dado mediante tabla # 3 (anexo 3)

$m = 0.65$  se toma este valor porque el mantenimiento es medio.

**CÁLCULO DEL FLUJO TOTAL  $\Phi$  (Lm)**

El flujo total en lúmenes se lo adquiere de acuerdo a la fórmula:

$$\Phi = \frac{E \times S}{\mu \times m} \quad \Phi = \frac{500 \text{ lux} \times 44.1 \text{ m}^2}{0.63 \times 0.65} \quad \Phi = \frac{22050 \text{ lm}}{0.40} \quad \Phi = 55125 \text{ lm}$$

**CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS**

El número de lámparas se lo calcula por la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{\Phi}{\Phi_1}$$

$$\eta = \frac{55125 \text{ lm}}{2500 \text{ lm}}$$

$$\eta = 22 \text{ lámparas de } 40 \text{ W}$$

**DISTRIBUCIÓN DE LAS LÁMPARAS**

Distancia de lámpara a lámpara a lo largo (1')

$$1' = \frac{L}{\# L} = \frac{10.83 \text{ m}}{6} = 1.8 \text{ m}$$

Distancia de la pared a la primera lámpara a lo largo (1/2')

$$1/2' = \frac{1'}{2} = \frac{1.8 \text{ m}}{2} = 0.90 \text{ m}$$

Distancia de lámpara a lámpara a lo ancho (A')

$$A' = \frac{A}{2} = \frac{4.08 \text{ m}}{2} = 2.04 \text{ m}$$

Distancia de la pared a la primera lámpara al o ancho (A'/2)

$$A = \frac{A'}{2} = \frac{2.04 \text{ m}}{2} = 1.02 \text{ m}$$

Para las dimensiones de esta zona y mejor distribución de las luminarias es de 6 por fila. Se utilizara 24 lámparas de 2 x 40 W.

La distribución de las lámparas se observa en el Anexo 12 (plano lamina 2/3)

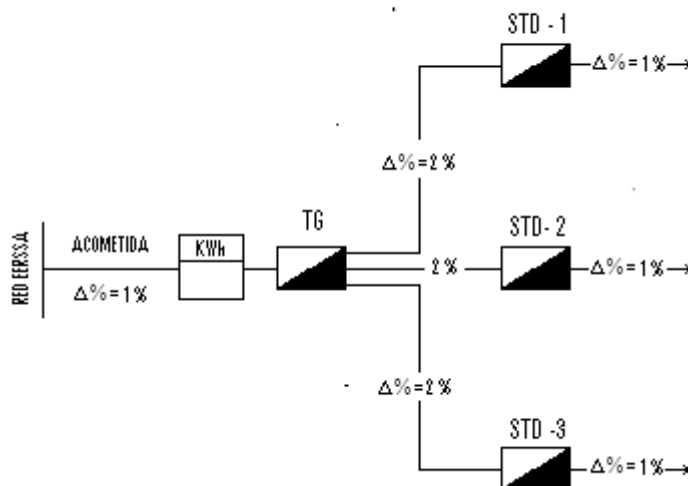
#### 4.7 CÁLCULO PARA SECCIÓN DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DEL TALLER

Para realizar los siguientes cálculos se tomo en cuenta la siguiente tabla para la caída de tensión admisible en instalaciones eléctricas

| Tabla de caídas de tensión en el taller   |                              |            |
|---|------------------------------|------------|
| TRAMO                                     | CAIDA ADMISIBLE $\Delta V\%$ | VALOR (V)  |
| Transformador $\rightarrow$ contador      | 1 %                          | 2.2 V      |
| Tablero general $\rightarrow$ subtableros | 2 %                          | 4.4 V      |
| Subtableros $\rightarrow$ máquinas        | 1 %                          | 2.2 V      |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>4 %</b>                   | <b>8 V</b> |

##### DIAGRAMA UNIFILAR

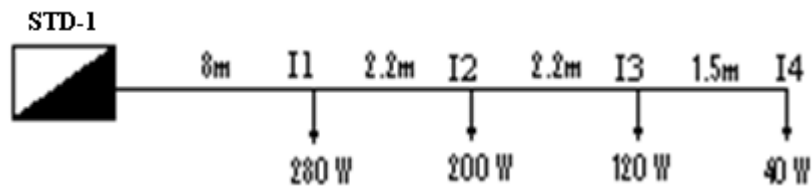
Esquema de distribución de caída de tensión aplicado a los cálculos



Cálculo realizado tomando en cuenta la constante de resistencia del conductor número 12 y 14 para caída de tensión en cada tramo.

| Calibre          | constante          |
|------------------|--------------------|
| <b>AWG o MCM</b> | $\Omega/m$         |
| 14 Solido        | 0.0086 $\Omega/m$  |
| 12 Solido        | 0.00521 $\Omega/m$ |

### Circuito de iluminación № 1



$$It = \frac{PT}{V}$$

$$It = \frac{280W}{120V} = 2,33 \text{ A} \# 14 \text{ AWG} \rightarrow (\text{Ver anexo 4})$$

#### Intensidad por cada tramo

$$I = \frac{P1}{V}$$

$$I1 = \frac{280W}{120V} = 2,33 \text{ A}$$

$$I2 = \frac{200W}{120V} = 1,66 \text{ A}$$

$$I3 = \frac{120W}{120V} = 1 \text{ A}$$

$$I4 = \frac{40W}{120V} = 0,33 \text{ A}$$

#### Caída de tensión por cada tramo

$$\Delta V = I \times 2L \times Rc$$

**Donde:**

$\Delta V$  = Caída de tensión

$I$  = Intensidad de corriente

$2$  = Constante

$L$  = Longitud expresada en metros

$Rc$  = Resistencia del conductor

$$\Delta V1 = 2,33 \text{ A} \times 2(8 \text{ m}) \times 0,0086 \Omega/m$$

$$\Delta V1 = 0,32 \text{ V}$$

$$\Delta V3 = 1 \text{ A} \times 2(2,2 \text{ m}) \times 0,0086 \Omega/m$$

$$\Delta V3 = 0,037 \text{ V}$$

$$\Delta V2 = 1,66 \text{ A} \times 2(2,2 \text{ m}) \times 0,0086 \Omega/m$$

$$\Delta V2 = 0,062 \text{ V}$$

$$\Delta V4 = 0,33 \text{ A} \times 2(1,4 \text{ m}) \times 0,0086 \Omega/m$$

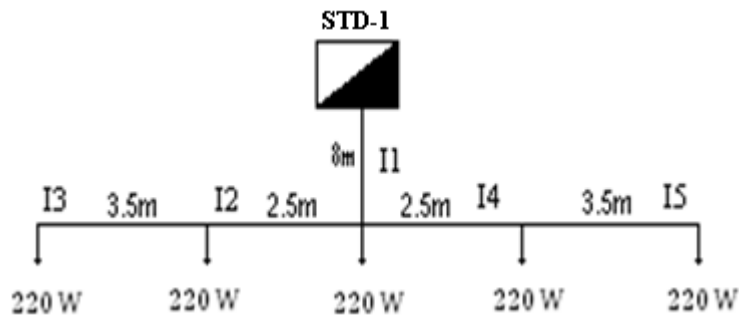
$$\Delta V4 = 0,008 \text{ V}$$

$$\Delta VT = \Delta V1 + \Delta V2 + \Delta V3 + \Delta V4$$

$$\Delta VT = 0,32 + 0,062 + 0,037 + 0,008$$

$$\Delta VT = 0,42 \text{ V}$$

### Circuito de tomacorrientes N° 1



$$I_t = \frac{PT}{V}$$

$$I_t = \frac{1100 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 9.1 \text{ A} \# 12 \text{ AWG} \rightarrow (\text{Ver anexo 4})$$

**Breaker** de protección **1P – 15A** ver cuadro de control de cargas individual STD-1

#### Intensidad por cada tramo

$$I_1 = \frac{P_1}{V}$$

$$I_1 = \frac{1100 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 9,1 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{440 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 3,6 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{440 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 3,6 \text{ A}$$

$$I_5 = \frac{220 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 1,8 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{220 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 1,8 \text{ A}$$

#### Caída de tensión por cada tramo

$$\Delta V = I \times 2L \times R_c$$

$$\Delta V_1 = 9 \text{ A} \times 2(8 \text{ m}) \times 0.00521 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V_1 = 0,75 \text{ V}$$

$$\Delta V_5 = 1,8 \text{ A} \times 2(3,5 \text{ m}) \times 0.00521 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V_5 = 0,065 \text{ V}$$

$$\Delta V_2 = 3,6 \text{ A} \times 2(2,3 \text{ m}) \times 0.00521 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V_2 = 0,08 \text{ V}$$

$$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \Delta V_4 + \Delta V_5$$

$$\Delta V_T = 0,75 + 0,08 + 0,06 + 0,0 + 0,065$$

$$\Delta V_3 = 1,8 \text{ A} \times 2(3,5 \text{ m}) \times 0.00521 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V_3 = 0,06 \text{ V}$$

$$\Delta V_T = 1 \text{ V}$$

$$\Delta V_4 = 3,6 \text{ A} \times 2(2,3 \text{ m}) \times 0.00521 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V_4 = 0,08 \text{ V}$$

## 4.8 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE CONDUCTOR Y PROTECCIONES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS DEL TALLER

### Fresadora

5.5 Hp → 4103 W

Cos φ = 0.83

### Cálculo de potencias

$$\text{coseno } \varphi = \frac{P}{S} \quad S = \frac{P}{\varphi} \quad S = \frac{4103W}{0.83} = 4943 VA = 4.94KVA$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad Q = \sqrt{4943.3^2 - 4103^2} = 2757.1 VAR$$

### Cálculo de intensidades

$$I_{pc} = \frac{S}{VL\sqrt{3}} \quad I_{pc} = \frac{4943.3VA}{220V\sqrt{3}} = 12.97 A$$

### Cálculo del conductor de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente.

$$I = I_{pc} (1.25) \quad I = 12.97A (1.25) = 16.21 A \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) se escoge un conductor AWG –TW # 12

Se recurre a la tabla # 5 (anexo 5) para observar el KVAM del conductor seleccionado

12 AWG → para 220V → 79 KVAM

$$\Delta V\% \frac{KVAM \text{ motor}}{KVAM \text{ conductor \#12}} \quad \Delta V\% \frac{4.94KVA \times 7.5 m}{79KVAM} \quad \Delta V\% \frac{37.05 KVAM}{79KVAM} = 0.46\%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 12

## PROTECCIONES

$$\begin{aligned} \text{Disyuntor } I &= I_{pc} \times 1.5 \\ &= 12,97 A \times 1.5 \\ &= 19.45 A \rightarrow 20 \text{ Amp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relé } I &= I_{pc} \times 1.25 \\ &= 12,97 A \times 1.25 \\ &= 16.21 A \rightarrow \text{RTH-20 regulable (14 – 26) Amp} \end{aligned}$$

Número de conductores por tubería conduit (anexo 7)

Utilizaremos según la tabla # 7 una tubería de ½”

**Sierra**

3/4 HP → 559.5 W → sistema monofásico

$\cos \varphi = 0.8$

**Cálculo de potencias**

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad S = \frac{P}{\varphi} \quad S = \frac{559.5W}{0.8} = 699.4 \text{ VA} = 0.699 \text{ KVA}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad Q = \sqrt{699.6^2 - 559.5^2} = 420 \text{ VAR}$$

**Cálculo de intensidades**

$$I_{pc} = \frac{S}{V_L} \quad I_{pc} = \frac{699.4VA}{120V} = 3.5 \text{ A}$$

**Cálculo del conductor de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente.**

$$I = I_{pc} (1.25) \quad I = 3.5 \text{ A} (1.25) = 4.37 \text{ A} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) se escoge un conductor AWG –TW # 18

De acuerdo a normas para las instalaciones de motores se tomara en cuenta conductores desde el calibre # 12 en adelante y no inferior como en este caso.

Se recurre a la tabla # 5 (anexo 5) para observar la reactancia del conductor # 12 seleccionado

$$\Delta V = I \times 2L \times R_c$$

$$\Delta V = 4,37 \text{ A} \times 2(9 \text{ m}) \times 0,0061 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V = 0,47 \text{ V} = 0,39 \%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 12

**PROTECCIONES**

$$\begin{aligned} \text{Disyuntor } I &= I_{pc} \times 1.5 \\ &= 3.5 \text{ A} \times 1.5 \\ &= 5.25 \text{ A} \rightarrow 15 \text{ Amp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relé } I &= I_{pc} \times 1.25 \\ &= 3.5 \text{ A} \times 1.25 \\ &= 4.37 \text{ A} \rightarrow \text{RTH-5 regulable (4 – 6) Amp} \end{aligned}$$

Número de conductores por tubería conduit (anexo 7)

Utilizaremos según la tabla # 7 una tubería de ½

## Soldadora

Sistema Bifásico

9.3HP → 7 KW

Cálculo de intensidad

$$I_{pc} = \frac{P}{V_L} = \frac{7000 \text{ W}}{220} = 31 \text{ A}$$

Cálculo del conductor de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente.

$$I = I_{pc} (1.25) \quad I = 31 \text{ A} (1.25) = 38.7 \text{ A} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) se escoge un conductor AWG –TW # 10

Se recurre a la tabla # 5 (anexo 5) para observar la reactancia del conductor # 10 seleccionado

$$\Delta V = I \times 2L \times R_c$$

$$\Delta V = 38.7 \text{ A} \times 2(4 \text{ m}) \times 0,0038 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V = 1.1 \text{ V} = 0,53 \%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 10

## PROTECCIÓN

$$\begin{aligned} \text{Disyuntor } I &= I_{pc} \times 1.5 \times \text{factor de multiplicación} \\ &= 31 \text{ A} \times 1.5 \times 0.55 \\ &= 25.5 \text{ A} \rightarrow 30 \text{ A} \end{aligned}$$

Número de conductores por tubería conduit (anexo 7)

Utilizaremos según la tabla # 7 una tubería de ¾"



## Compresor

6.5 HP → 4.8KW → 4800 W sistema bifásico

$\cos \varphi = 0.8$

### Cálculo de potencias

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad S = \frac{P}{\varphi} \quad S = \frac{4800 \text{ W}}{0.8} = 6000 \text{ VA} = 6 \text{ KVA}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad Q = \sqrt{6000^2 - 4800^2} = 3600 \text{ VAR}$$

### Cálculo de intensidades

$$I_{pc} = \frac{S}{VL} \quad I_{pc} = \frac{6000 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 27 \text{ A}$$

Cálculo del conductor de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente.

$$I = I_{pc} (1.25) \quad I = 27 \text{ A} (1.25) = 33.7 \text{ A} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo 4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 se escoge un conductor AWG –TW # 10 (anexo 4)

Se recurre a la tabla # 5 para observar la reactancia del conductor # 10 seleccionado (anexo 5)

$$\Delta V = I \times 2L \times R_c$$

$$\Delta V = 33,7 \text{ A} \times 2(9 \text{ m}) \times 0,0038 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V = 1.5 \text{ V} = 0,68 \%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 10

## PROTECCIONES

$$\begin{aligned} \text{Disyuntor } I &= I_{pc} \times 1.5 \\ &= 27 \text{ A} \times 1.5 \\ &= 40.5 \text{ A} \rightarrow 50 \text{ Amp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relé } I &= I_{pc} \times 1.25 \\ &= 27 \text{ A} \times 1.25 \\ &= 33.7 \text{ A} \rightarrow \text{RTH-5 regulable (30 – 40) A} \end{aligned}$$

Número de conductores por tubería conduit (anexo 7)

Utilizaremos según la tabla # 7 una tubería de ¾"

## 4.9 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LOS CONDENSADORES POR CADA MÁQUINA.

La corrección se realizó para cada máquina reduciendo a un factor de potencia  $\varphi = 0.92$ . Normalizado por la EERSSA

### ESQUEMAS DE CONEXIÓN DE CONDENSADORES

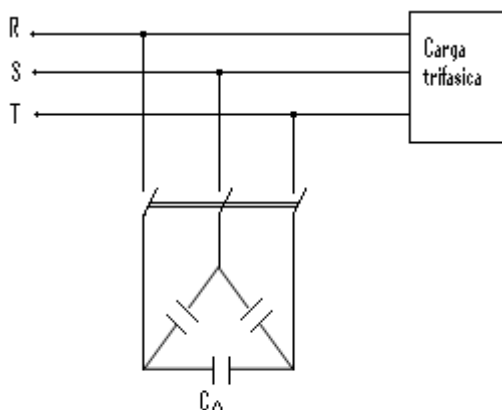


Figura 1. Batería de condensadores en triángulo para corrección del factor de potencia

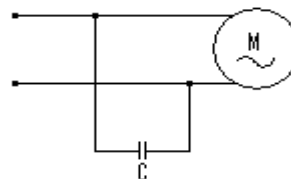


Figura 2. Corrección del factor de potencia (monofásico)

### CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Fresadora (trifásica)

Potencia = 4.1 KW

Ángulo correspondiente a  $\cos\varphi 0,83 = 33,9^\circ$

Ángulo correspondiente a  $\cos\varphi 0,92 = 23,07^\circ$

$$Q_c = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

$$Q_c = 4100 \text{ W} (\tan 33.9^\circ - \tan 23,07^\circ)$$

$Q_c = 1008.82 \text{ VAR} = 1 \text{ (kVar)}$  ver tabla # 2 (anexo 8) en la actualidad los condensadores se los adquiere de acuerdo a la potencia reactiva y no así por la capacidad

La potencia de cada una de las fases de la batería de condensadores será la tercera parte de la total.

$$Q_c = \frac{1008.82}{3} = 336.2 \text{ VAR}$$

La corriente de cada condensador la calculamos partiendo de esta potencia y de que el condensador está sometido a la tensión de línea conectado en triángulo

$$I_c = \frac{Q_c}{V} = \frac{336.2 \text{ VAR}}{220 \text{ V}} = 1,52 \text{ A}$$

Cálculo de la reactancia del condensador.

$$X_c = \frac{V}{I_c} = \frac{220 \text{ V}}{1,52 \text{ A}} = 144 \Omega$$

Cálculo de la capacidad del condensador.

$$C = \frac{1}{2 \pi f X_c} = \frac{1}{2 \pi \times 60 \text{ Hz} \times 144 \Omega} = 18.4 \mu\text{f}$$

### **CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Compresor (bifásico)**

**Potencia = 4.8 KW**

*Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,8 = 36,86°*

*Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,92 = 23,07°*

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

$$Q_c = 4800 \text{ W} (\tan 36,86^\circ - \tan 23,07^\circ)$$

$$Q_c = 1554 \text{ VAR} = 1.5 \text{ (kVar)} \text{ ver tabla \# 1 (anexo 8)}$$

La corriente del condensador la calculamos partiendo de esta potencia reactiva.

$$I_c = \frac{Q_c}{V} = \frac{1554 \text{ VAR}}{220 \text{ V}} = 7 \text{ A}$$

### **CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Sierra (monofásica)**

**Potencia = 0.5595 KW**

*Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,8 = 36,86°*

Ángulo correspondiente a  $\cos\phi$  0,92 = 23,07°

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

$$Q_c = 559.5 \text{ W} (\tan 36,86^\circ - \tan 23,07^\circ)$$

$$Q_c = 181.17 \text{ VAR} = 0.18 \text{ (kVar)}$$

La corriente del condensador la calculamos partiendo de esta potencia reactiva.

$$I_c = \frac{Q_c}{V} = \frac{181.17 \text{ VAR}}{120 \text{ V}} = 1.5 \text{ A}$$

#### 4.10 CÁLCULO PARA LA SELECCIÓN DEL CONDUCTOR Y PROTECCIÓN DE CIRCUITOS ALIMENTADORES A SUBTABLEROS

##### *Cálculo para el conductor alimentador y protección del STD-1*

Cálculo realizado en función del funcionamiento con un factor de simultaneidad de 0.60 (F.S)

Sumatoria de potencias

$$S = \frac{P}{\phi} = \frac{10284,5 \text{ W}}{0.8} = 12855 \text{ VA}$$

$$12855 \text{ VA} \times 0.60 = 7713 \text{ VA}$$

$$I_c = \frac{S}{V} = \frac{7713 \text{ VA}}{120 \text{ V}} = 64 \text{ A} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo4) para 64 A se escoge un conductor AWG –TW # 6 (anexo 4)

$$\Delta V = I \times 2L \times R_c$$

$$\Delta V = 64 \text{ A} \times 2(10.07\text{m}) \times 0,00153 \Omega/\text{m}$$

$$\Delta V = 1.95 \text{ V} = 1,6 \%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 4

## PROTECCIÓN

Para la protección del alimentador se estima una demanda de 6377 W obtenida al multiplicar por factores de utilización para cada circuito, (Ver **CUADRO Nº 1** CONTROL DE CARGAS DEL SUBTABLERO # 2) expuesto en la parte de resultados

$$S = \frac{P}{\phi} = \frac{6377 \text{ W}}{0.85} = 7502 \text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{7502 \text{ VA}}{120 \text{ V}} = 62.5 \text{ A} \rightarrow 70 \text{ Amp}$$

### *Cálculo para el conductor alimentador y protección del STD-2*

Cálculo realizado en función del funcionamiento con un factor de simultaneidad de 0.60 como también se multiplicara por un factor de utilización de 0.8

$$S = \frac{P}{\phi} = \frac{31540 \text{ W}}{0.8} = 39452 \text{ VA}$$

$$39452 \text{ VA} \times 0.60 = 23655 \text{ VA}$$

$$I_c = \frac{S}{V_L} = \frac{23655 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 107 \text{ A} \times 0.8 = 85 \text{ A} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) para 85A se escoge un conductor AWG -TW # 4

Se sobredimensiono este conductor debido a que se instalaran máquinas de soldar debido a que su potencia fluctúa.

Se recurre a la tabla para observar el KVAM del conductor seleccionado (anexo5)

4 AWG  $\rightarrow$  para 220V  $\rightarrow$  501KVAM

$$\Delta V\% = \frac{KVAM \times L}{KVAM \text{ conductor \#4}} \quad \Delta V\% = \frac{23.6 \text{ KVA} \times 10.07\text{m}}{501KVAM} \quad \Delta V\% = \frac{237.6 \text{ KVAM}}{501KVAM} = 0.47\%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 4

## PROTECCIÓN

Para la protección del alimentador se estima una demanda de 14329 W obtenida al multiplicar por factores de utilización para cada máquina, (Ver **CUADRO Nº 2 CONTROL DE CARGAS DEL SUBTABLERO # 2**) expuesto en la parte resultados.

$$I = 14329 \text{ W} / 220 = 65 \text{ A}$$

$$I = 70 \text{ Amp}$$

### *Cálculo para el conductor alimentador y protección del STD-3*

Cálculo realizado mediante la  $I_{pc} \times 1,25$  del motor mayor mas sumatoria de las corrientes de lo otros motores.

$$I = 1.25 I_{pc} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

$$I = 1,25 \times 27 \text{ A} + \sum 12,97 + 3,5 + 9,78 + 4,92 + 3,88 + 17,13 + 13 + 17,13 + 12,23 + 7,77 + 7,77$$

$$I = 33,75 \text{ A} + 110,08 \text{ A}$$

$$I = \mathbf{143,83 \text{ Amp.}}$$

Esta intensidad se multiplica por un factor de simultaneidad de 0,60 ya que todas las máquinas no funcionan en el mismo instante.

$$I = 143,83 \text{ A} \times 0,60 \Rightarrow \mathbf{86 \text{ Amp}} \rightarrow \text{Tabla 4 (anexo4)}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) para 86 A se escoge un conductor AWG –TW # 4

Se recurre a la tabla para observar el KVAM del conductor seleccionado (anexo5)

$$4 \text{ AWG} \rightarrow \text{para } 220 \text{ V} \rightarrow 501 \text{ KVAM}$$

$$S = \frac{P}{\phi} \quad S = \frac{30850 \text{ W}}{0.92} = 33532.6 \text{ VA} = 33.5 \text{ KVA}$$

$$\Delta V\% = \frac{KVAM \times L}{KVAM \text{ conductor \#4}} \quad \Delta V\% = \frac{33.5 \text{ KVAM} \times 12 \text{ m}}{501 \text{ KVAM}} \quad \Delta V\% = \frac{402 \text{ KVAM}}{501 \text{ KVAM}} = 0.8 \%$$

La caída es menor a la admisible entonces se hará la conexión con el conductor # 4

## PROTECCIÓN

Para la protección del alimentador se estima una demanda de 30850 W obtenida al multiplicar por factores de utilización para cada máquina, (Ver **CUADRO Nº 3 CONTROL DE CARGAS DEL SUBTABLERO # 2**) expuesto en la sección de resultados

$$I = \frac{30850 \text{ W}}{220 \sqrt{3}} = 81 \text{ A}$$

$$I = 90 \text{ Amp}$$

### 4.11 CÁLCULO PARA EL CONDUCTOR DE LÍNEA GENERAL DEL TALLER

#### 4.12 POTENCIA TOTAL INSTALADA.

La potencia total se la obtiene mediante la sumatoria de todas las potencias activas P (W) y las potencias reactivas Q (VAR), esta potencia es la total instalada en el taller, por lo tanto es la potencia aparente S (VA) la misma que se la multiplicara por un factor de utilización de 0.8 y de simultaneidad de 0.55 con la cual se calculará el conductor de acometida para el suministro de la energía eléctrica.

$$ST = \sqrt{\sum P^2 + Q^2}$$

| Total de la suma de las potencias     |   |
|---------------------------------------|---|
| Potencia activa<br><b>P = 82349 W</b> | Potencia reactiva<br><b>Q = 24287 VAR</b> |

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$ST = \sqrt{(82349 \text{ W})^2 + (24787 \text{ VAR})^2}$$

$$ST = 78530 \text{ VA}$$

$$ST \Rightarrow 78,5 \text{ KVA}$$

78530 VA x 0.8 F.de utilización = 62824 VA

62824 VA x 0.55 F. Simultaneidad = 34553 VA

$$I = \frac{S}{V_L \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{34553 \text{ VA}}{220 \sqrt{3}}$$

$$I = 90 \text{ Amp}$$

Observando los datos en la tabla # 4 (anexo 4) para 90 A se escoge un conductor

AWG –TW # 2 AWG (anexo1)

2 AWG → para 220V → 784 KVAM

Se recurre a la tabla para observar el KVAM del conductor seleccionado (anexo 5)

$$\Delta V\% = \frac{\text{KVA-m}}{\text{KVAM conductor \#2}} \quad \Delta V\% = \frac{34.5 \text{ KVA} \times 13\text{m}}{784\text{KVAM}}$$

$$\Delta V\% = \frac{448.5 \text{ KVA M}}{784\text{KVAM}} = 0.5 \%$$

La caída es menor a la admisible por lo tanto se hará la conexión con el conductor # 2 para la acometida

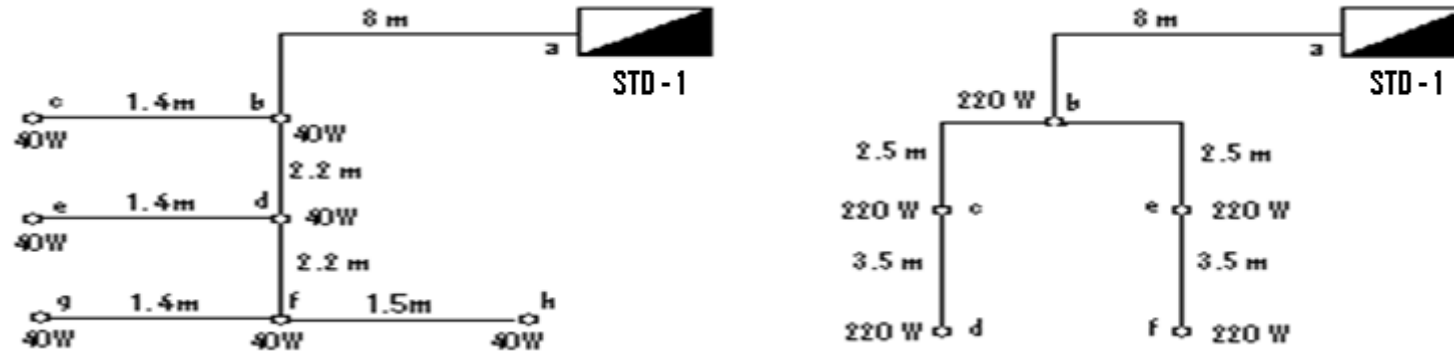
NOTA:

- Se ha realizado un ejemplo por cada uno de los cálculos, todos los demás se exponen mediante tablas en la parte destinada a resultados.



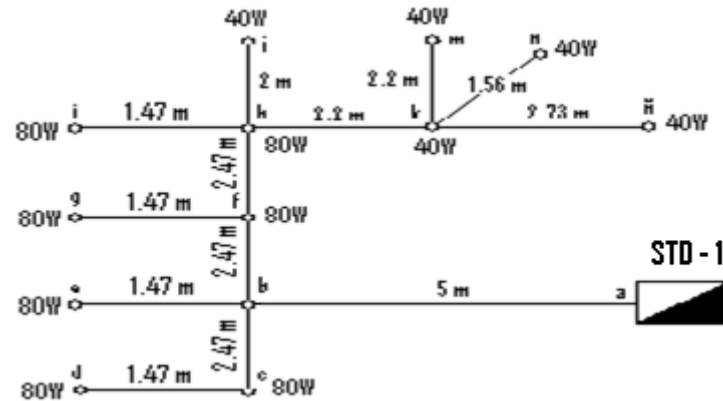
## V. RESULTADOS

### 5.1.1 Caída de tensión en circuito de iluminación y fuerza № 1 del subtablero # 1



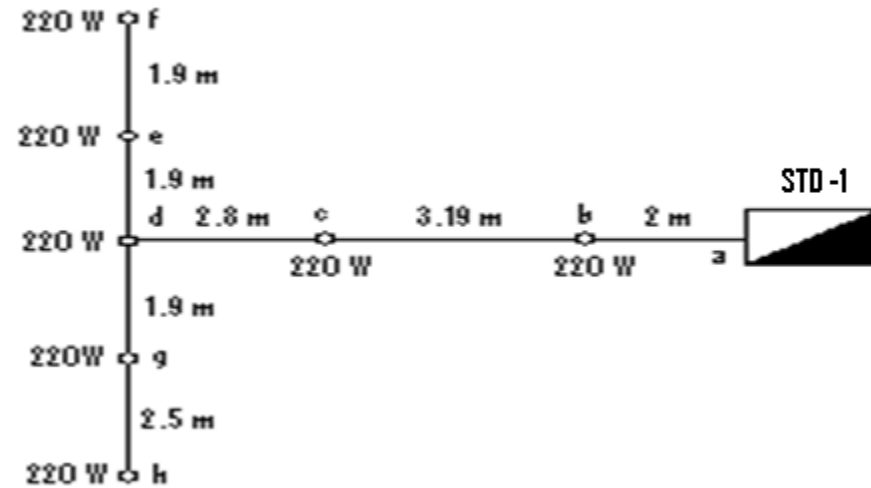
| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV    | PROTECCIÓN (a) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|-------|----------------|
| 1                    | a-b   | 280       | 120         | 2.33          | 16            | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.32  | 15             |
| 2                    | b-d   | 200       | 120         | 1.66          | 4.4           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.62  |                |
| 3                    | d-f   | 120       | 120         | 1             | 4.4           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.037 |                |
| 4                    | f-h   | 40        | 120         | 0.33          | 3             | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.008 |                |
| TOTAL                |       | 280       | 120         | 2.33          |               |       |                         |        | 0.42  |                |
| CIRCUITO FUERZA      | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV    |                |
| 1                    | a-b   | 1100      | 120         | 9.1           | 16            | 12    | 0.7                     | 0.0052 | 0.75  |                |
| 2                    | b-c   | 440       | 120         | 3.6           | 2.3           | 12    | 0.7                     | 0.0052 | 0.13  |                |
| 3                    | c-d   | 220       | 120         | 1.8           | 3.5           | 12    | 0.7                     | 0.0052 | 0.37  |                |
| 4                    | b-e   | 440       | 120         | 3.6           | 2.3           | 12    | 0.7                     | 0.0052 | 0.13  |                |
| 5                    | e-f   | 220       | 120         | 1.8           | 3.5           | 12    | 0.7                     | 0.0052 | 0.37  |                |
| TOTAL                |       | 1100      | 120         | 9.1           |               |       |                         |        | 1.03  |                |

### 5.1.2 Caída de tensión circuito de iluminación № 2 del sub tablero # 1



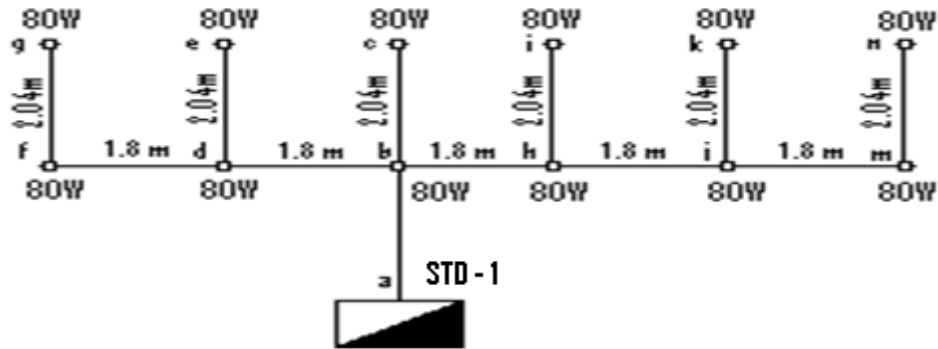
| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV    | PROTECCIÓN (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|-------|----------------|
| 1                    | a-b   | 840       | 120         | 7             | 10            | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.60  | 15             |
| 2                    | b-c   | 80        | 120         | 0.66          | 2.94          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.01  |                |
| 3                    | c-d   | 80        | 120         | 0.66          | 2.94          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.01  |                |
| 4                    | b-e   | 80        | 120         | 0.66          | 2.94          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.01  |                |
| 5                    | b-f   | 520       | 120         | 4.33          | 4.48          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.16  |                |
| 6                    | f-g   | 80        | 120         | 0.66          | 2.94          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.01  |                |
| 7                    | f-h   | 360       | 120         | 3             | 4.48          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.11  |                |
| 8                    | h-i   | 80        | 120         | 0.66          | 2.94          | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.02  |                |
| 9                    | h-j   | 40        | 120         | 0.33          | 4             | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.01  |                |
| 10                   | h-k   | 160       | 120         | 1.33          | 4.4           | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.50  |                |
| 11                   | k-m   | 40        | 120         | 0.33          | 4.4           | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.01  |                |
| 12                   | k-n   | 40        | 120         | 0.33          | 3             | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.008 |                |
| 13                   | k-ñ   | 40        | 120         | 0.33          | 5.46          | 14    | 0.4                     | 0.0086 | 0.015 |                |
| TOTAL                |       | 840       | 120         | 7             |               |       |                         |        | 1.45  |                |

### 5.1.3 Caída de tensión circuito de fuerza № 2 del sub tablero # 1



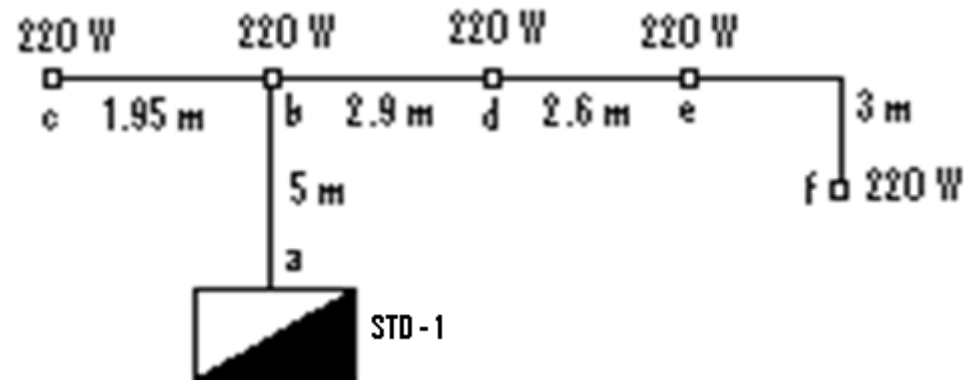
| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV   | PROTECCION (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|------|----------------|
| 1                    | a-b   | 1540      | 120         | 12.8          | 4             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.26 | 15             |
| 2                    | b-c   | 1320      | 120         | 11            | 6.38          | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.36 |                |
| 3                    | c-d   | 1100      | 120         | 9             | 5.6           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.26 |                |
| 4                    | d-e   | 440       | 120         | 3.6           | 3.8           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.07 |                |
| 5                    | e-f   | 220       | 120         | 1.8           | 3.8           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.03 |                |
| 6                    | d-g   | 440       | 120         | 3.6           | 3.8           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.07 |                |
| 7                    | g-f   | 220       | 120         | 1.8           | 5             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.04 |                |
| TOTAL                |       | 1540      | 120         | 12.8          |               |       |                         |        | 1.09 |                |

### 5.1.4 Caída de tensión circuito de iluminación № 3 del sub tablero # 1



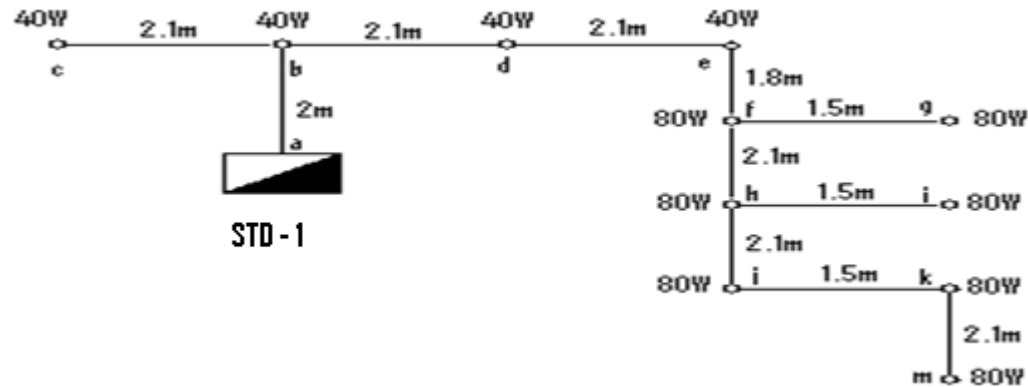
| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV    | PROTECCIÓN (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|-------|----------------|
| 1                    | a-b   | 960       | 120         | 8             | 6             | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.412 | 15             |
| 2                    | b-c   | 80        | 120         | 0.66          | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.020 |                |
| 3                    | b-d   | 320       | 120         | 2.66          | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.082 |                |
| 4                    | d-e   | 80        | 120         | 0.66          | 4.08          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.023 |                |
| 5                    | d-f   | 160       | 120         | 1.33          | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.041 |                |
| 6                    | f-g   | 80        | 120         | 0.66          | 4.08          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.023 |                |
| 7                    | b-h   | 480       | 120         | 4             | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.123 |                |
| 8                    | h-i   | 80        | 120         | 0.66          | 4.08          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.023 |                |
| 9                    | h-j   | 320       | 120         | 2.66          | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.020 |                |
| 10                   | j-k   | 80        | 120         | 0.66          | 4.08          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.023 |                |
| 11                   | j-m   | 160       | 120         | 1.33          | 3.6           | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.041 |                |
| 12                   | m-n   | 80        | 120         | 0.66          | 4.08          | 14    | 1                       | 0.0086 | 0.023 |                |
| TOTAL                |       | 960       | 120         | 8             |               |       |                         |        | 0.854 |                |

### 5.1.5 Caída de tensión circuito de fuerza № 3 del sub tablero # 1



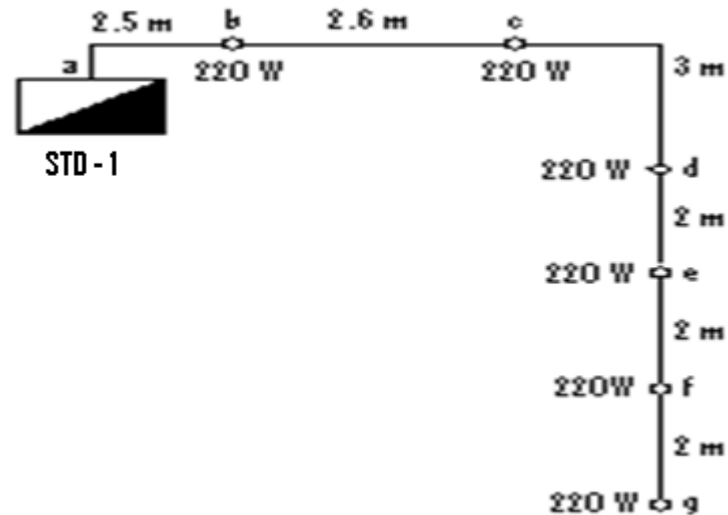
| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV    | PROTECCIÓN (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|-------|----------------|
| 1                    | a-b   | 1100      | 120         | 9             | 10            | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.468 | 15             |
| 2                    | b-c   | 220       | 120         | 1.8           | 3.9           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.036 |                |
| 3                    | b-d   | 660       | 120         | 5.5           | 5.8           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.165 |                |
| 4                    | d-e   | 440       | 120         | 3.6           | 5.2           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.097 |                |
| 5                    | e-f   | 220       | 120         | 1.8           | 6             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.056 |                |
| TOTAL                |       | 1100      | 120         | 9             |               |       |                         |        | 0.832 |                |

### 5.1.6 Caída de tensión circuito de iluminación № 4 del sub tablero # 1



| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV   | PROTECCIÓN (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|------|----------------|
| 1                    | a-b   | 720       | 120         | 6             | 4             | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.31 | 15             |
| 2                    | b-c   | 40        | 120         | 0.33          | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.32 |                |
| 3                    | b-d   | 640       | 120         | 5.3           | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.29 |                |
| 4                    | d-e   | 600       | 120         | 5             | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.27 |                |
| 5                    | e-f   | 560       | 120         | 4.6           | 3.6           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.21 |                |
| 6                    | f-g   | 80        | 120         | 0.66          | 3             | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.02 |                |
| 7                    | f-h   | 400       | 120         | 3.33          | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.18 |                |
| 8                    | h-i   | 80        | 120         | 0.66          | 3             | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.02 |                |
| 9                    | h-j   | 240       | 120         | 2             | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.1  |                |
| 10                   | j-k   | 160       | 120         | 1.33          | 3             | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.05 |                |
| 11                   | k-m   | 80        | 120         | 0.66          | 4.2           | 14    | 0.7                     | 0.0086 | 0.03 |                |
| TOTAL                |       | 720       | 120         | 6             |               |       |                         |        | 1.8  |                |

### 5.1.7 Caída de tensión circuito de fuerza № 4 del sub tablero # 1



| CIRCUITO ILUMINACIÓN | TRAMO | CARGA (W) | VOLTAJE (V) | CORRIENTE (A) | DISTANCIA (m) | AWG # | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | Rc Ω/m | ΔV   | PROTECCIÓN (A) |
|----------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------------------|--------|------|----------------|
| 1                    | a-b   | 1320      | 120         | 11            | 5             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.28 | 15             |
| 2                    | b-c   | 1100      | 120         | 9.1           | 5.2           | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.24 |                |
| 3                    | c-d   | 880       | 120         | 7.3           | 6             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.22 |                |
| 4                    | d-e   | 660       | 120         | 5.5           | 4             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.11 |                |
| 5                    | e-f   | 440       | 120         | 3.6           | 4             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.07 |                |
| 6                    | f-g   | 220       | 120         | 1.8           | 4             | 12    | 0.35                    | 0.0052 | 0.03 |                |
| TOTAL                |       | 1320      | 120         | 12            |               |       |                         |        | 0.98 |                |

### 5.2.1 CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL (STD - 1)

| CUADRO DE CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL SUB TABLERO # 1 |                         |        |                         |                       |        |                             |                 |                             |                                      |                                   |
|--|-------------------------|--------|-------------------------|-----------------------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Circuito<br>№  | Utilización             | Puntos | Carga<br>puntual<br>(w) | Carga<br>total<br>(w) | TOTAL  | Factor<br>de<br>utilización | $\Delta V$<br>% | Calibre<br>Conductor<br>AWG | <b>BREAKER<br/>DE<br/>PROTECCIÓN</b> | Diámetro<br>tubería<br>(pulgadas) |
| 1  | Iluminación<br>y Fuerza | 7      | 40 W                    | 280 W                 | 1380 W | 1                           | 0.35 %          | 14                          | 1P -15 A                             | 1/2"                              |
|  |                         | 5      | 220 W                   | 1100 W                |        |                             | 0.8 %           | 12                          |                                      |                                   |
| 2  | Iluminación             | 5      | 40 W                    | 200 W                 | 840 W  | 1                           | 1.2 %           | 14                          | 1P -15 A                             | 1/2"                              |
|  |                         | 8      | 80 W                    | 640 W                 |        |                             |                 |                             |                                      |                                   |
| 3  | Iluminación             | 12     | 80 W                    | 960 W                 | 960 W  | 1                           | 0.7 %           | 14                          | 1P -15 A                             | 1/2"                              |
| 4  | Iluminación             | 4      | 40 W                    | 160 W                 | 720 W  | 1                           | 1.5 %           | 14                          | 1P-15 A                              | 1/2"                              |
|  |                         | 7      | 80 W                    | 560 W                 |        |                             |                 |                             |                                      |                                   |
| 2  | Fuerza                  | 7      | 220 W                   | 1540 W                | 539 W  | 0.35                        | 0.9 %           | 12                          | 1P -15 A                             | 1/2"                              |
| 3  | Fuerza                  | 5      | 220 W                   | 1100 W                | 385 W  | 0.35                        | 0.6 %           | 12                          | 1P -15 A                             | 1/2"                              |
| 4  | Fuerza                  | 6      | 220 W                   | 1320 W                | 462 W  | 0.35                        | 0.8 %           | 12                          | 1P- 15 A                             | 1/2"                              |
| 5  | SIERRA                  | 1      | 559.5W                  | 559.5W                | 195,8W | 0.35                        | 0.39 %          | 12                          | 1P-15 A                              | 1/2"                              |
| 6  | TALADRO                 | 1      | 373W                    | 373W                  | 149,2W | 0.40                        | 0.24 %          | 12                          | 1P-15 A                              | 1/2"                              |
| 7  | ESMERIL                 | 1      | 746W                    | 746W                  | 373W   | 0.50                        | 0.49 %          | 10                          | 1P-15 A                              | 3/4"                              |
| 8  | TALADRO                 | 1      | 746W                    | 746W                  | 373W   | 0.50                        | 0.52 %          | 10                          | 1P-15 A                              | 3/4"                              |



### 5.2.2 CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL (STD – 2)

| CUADRO DE CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL SUB TABLERO # 2 |             |                         |                             |                       |                 |                             |                                      |                                   |
|--|-------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Circuito<br>Nº   | Utilización | Carga<br>puntual<br>(W) | Factor<br>de<br>utilización | CARGA<br>TOTAL<br>(W) | $\Delta V$<br>% | Calibre<br>Conductor<br>AWG | <b>BREAKER<br/>DE<br/>PROTECCIÓN</b> | Diámetro<br>tubería<br>(pulgadas) |
| 9  | SOLDADORA   | 10300 W                 | 0.35                        | 3065 W                | 0.45 %          | 10                          | 2P-40 A                              | 3/4"                              |
| 10   | COMPRESOR   | 4800 W                  | 0.35                        | 1680 W                | 0.5 %           | 10                          | 2P-50 A                              | 3/4"                              |
| 11   | SOLDADORA   | 7000 W                  | 0.50                        | 3500 W                | 0.29 %          | 10                          | 2P-30 A                              | 3/4"                              |
| 12   | SOLDADORA   | 9240 W                  | 0.60                        | 5544 W                | 0.43 %          | 8                           | 2P-40 A                              | 3/4"                              |

### 5.2.3 CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL (STD – 3)

| CUADRO DE CONTROL DE CARGAS INDIVIDUAL SUB TABLERO # 3 |             |                         |                          |                    |                 |                             |                                      |                                   |
|--|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Circuito<br>Nº   | Utilización | Carga<br>puntual<br>(W) | Factor de<br>utilización | CARGA TOTAL<br>(W) | $\Delta V$<br>% | Calibre<br>Conductor<br>AWG | <b>BREAKER<br/>DE<br/>PROTECCIÓN</b> | Diámetro<br>tubería<br>(pulgadas) |
| 13   | FRESADORA   | 4100 W                  | 0.75                     | 3075 W             | 0.46 %          | 12                          | 3P-20 A                              | 1/2"                              |
| 14   | TORNO       | 2900 W                  | 1                        | 2900 W             | 0.47 %          | 12                          | 3P-20 A                              | 1/2"                              |
| 15   | COMPRESOR   | 1500 W                  | 0.65                     | 975 W              | 0.26 %          | 12                          | 3P-15 A                              | 1/2"                              |
| 16   | TORNO       | 5200 W                  | 1                        | 5200 W             | 0.20 %          | 10                          | 3P-30 A                              | 3/4"                              |
| 17   | FRESADORA   | 4200 W                  | 0.75                     | 3150 W             | 0.25 %          | 12                          | 3P-20 A                              | 1/2"                              |
| 18   | TORNO       | 5200 W                  | 1                        | 5200 W             | 0.36 %          | 10                          | 3P-30 A                              | 3/4"                              |
| 19   | SOLDADORA   | 13300 W                 | 0.50                     | 6650 W             | 0.54 %          | 8                           | 3P-60 A                              | 3/4"                              |
| 20   | PRENSA      | 3700 W                  | 1                        | 3750 W             | 0.39 %          | 10                          | 3P-20 A                              | 3/4"                              |

### 5.3.1 PROTECCIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (STD – 1)

| CUADRO N° 1 DE CONTROL DE CARGAS DEL SUB TABLERO # 1 |                      |        |                   |             |          |                       |         |                  |
|--|----------------------|--------|-------------------|-------------|----------|-----------------------|---------|------------------|
| Circuito N°  | Utilización          | Puntos | Carga puntual (w) | Carga total | Breaker  | Factor de utilización | TOTAL   | BREAKER STD-1    |
| 1  | Iluminación y Fuerza | 7      | 40 W              | 280 W       | 1P -15 A | 1                     | 1380 W  | <b>1P - 70 A</b> |
|  |                      | 5      | 220 W             | 1100 W      |          |                       |         |                  |
| 2  | Iluminación          | 5      | 40 W              | 200 W       | 1P -15 A | 1                     | 840 W   |                  |
|  |                      | 8      | 80 W              | 640 W       |          |                       |         |                  |
| 3  | Iluminación          | 12     | 80 W              | 960 W       | 1P -15 A | 1                     | 960 W   |                  |
| 4  | Iluminación          | 4      | 40 W              | 160 W       | 1P-15 A  | 1                     | 720 W   |                  |
|  |                      | 7      | 80 W              | 560 W       |          |                       |         |                  |
| 2  | Fuerza               | 7      | 220 W             | 1540 W      | 1P -15 A | 0.35                  | 539 W   |                  |
| 3  | Fuerza               | 5      | 220 W             | 1100 W      | 1P -15 A | 0.35                  | 385 W   |                  |
| 4  | Fuerza               | 6      | 220 W             | 1320 W      | 1P- 15 A | 0.35                  | 462 W   |                  |
| 5  | SIERRA               | 1      | 559.5W            | 559,5 W     | 1P-15 A  | 0.35                  | 195,8 W |                  |
| 6  | TALADRO              | 1      | 373W              | 373 W       | 1P-15 A  | 0.40                  | 149,2 W |                  |
| 7  | ESMERIL              | 1      | 746W              | 746 W       | 1P-15 A  | 0.50                  | 373 W   |                  |
| 8  | TALADRO              | 1      | 746W              | 746 W       | 1P-15 A  | 0.50                  | 373 W   |                  |
|  |                      |        |                   | 10284,5 W   |          |                       | 6377 W  |                  |

### 5.3.2 PROTECCIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (STD – 2)

| CUADRO Nº 2 CONTROL DE CARGAS DEL SUBTABLERO # 2 |             |                   |                       |                 |         |                  |
|--|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------|---------|------------------|
| Circuito Nº                                      | Utilización | Carga puntual (W) | Factor de utilización | CARGA TOTAL (W) | Breaker | BREAKER STD-2    |
| 9  | SOLDADORA   | 10300 W           | 0.35                  | 3065 W          | 2P-40 A | <b>2P - 70 A</b> |
| 10   | COMPRESOR   | 4800 W            | 0.35                  | 1680 W          | 2P-50 A |                  |
| 11   | SOLDADORA   | 7000 W            | 0.50                  | 3500 W          | 2P-30 A |                  |
| 12   | SOLDADORA   | 9240 W            | 0.60                  | 5544 W          | 2P-40 A |                  |
|  |             | 31340 W           |                       | 14329 W         |         |                  |

### 5.3.3 PROTECCIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (STD – 3)

| CUADRO Nº 3 CONTROL DE CARGAS DEL SUB TABLERO # 3 |             |                   |                       |                 |         |                 |
|---|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------|---------|-----------------|
| Circuito Nº                                       | Utilización | Carga puntual (W) | Factor de utilización | CARGA TOTAL (W) | Breaker | BREAKER STD-3   |
| 13  | FRESADORA   | 4100 W            | 0.75                  | 3075 W          | 3P-20 A | <b>3P -90 A</b> |
| 14  | TORNO       | 2900 W            | 1                     | 2900 W          | 3P-20 A |                 |
| 15  | COMPRESOR   | 1500 W            | 0.65                  | 975 W           | 3P-15 A |                 |
| 16  | TORNO       | 5200 W            | 1                     | 5200 W          | 3P-30 A |                 |
| 17  | FRESADORA   | 4200 W            | 0.75                  | 3150 W          | 3P-20 A |                 |
| 18  | TORNO       | 5200 W            | 1                     | 5200 W          | 3P-30 A |                 |
| 19  | SOLDADORA   | 13300 W           | 0.50                  | 6650 W          | 3P-60 A |                 |
| 20  | PRENSA      | 3700 W            | 1                     | 3700 W          | 3P-20 A |                 |
|   |             | 40100 W           |                       | 30850 W         |         |                 |

### 5.3.4 CUADRO DE CARGAS INSTALADAS EN EL TALLER

| CUADRO DE RESUMEN DE CARGAS DEL TALLER ( MÁQUINAS) |             |                     |       |        |       |                 |                          |                      |                        |              |        |        |                       |                  |
|--|-------------|---------------------|-------|--------|-------|-----------------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------|--------|--------|-----------------------|------------------|
| Nº M   | DESCRIPCIÓN | P <sub>N</sub> (KW) | Fases | VN (V) | Cos φ | I <sub>pc</sub> | I <sub>pc</sub> x1,5 (A) | Protección disyuntor | I <sub>pc</sub> x 1,25 | Relé Térmico | L (m ) | ΔV (%) | Calibre Conductor AWG | Diámetro Tubería |
| M1   | Fresadora   | 4.1                 | 3     | 220    | 0.92  | 12.9            | 19,45                    | 3P x 20 A            | 16,2                   | 14-26 A      | 7.5    | 0.46 % | # 12                  | 1/2"             |
| M2   | Sierra      | 0.5595              | 1     | 120    | 0.92  | 3,5             | 5.25                     | 1 P x15 A            | 4,37                   | 4-6 A        | 9      | 0.39 % | # 12                  | 1/2"             |
| M3   | Torno       | 2.9                 | 3     | 220    | 0.92  | 9.78            | 4.67                     | 3P x 20 A            | 12,22                  | 9-16 A       | 10     | 0.47 % | # 12                  | 1/2"             |
| M4   | Compresor   | 1.5                 | 3     | 220    | 0.92  | 4.92            | 7,38                     | 3p x 15 A            | 6,15                   | 5,5-10,5     | 11     | 0.26 % | # 12                  | 1/2"             |
| M5   | Soldadora   | 10.3                | 3     | 220    | -     | 25.3            | 37.9                     | 2P x 40 A            | -                      | -            | 5      | 0.45 % | # 10                  | 3/4"             |
| M6   | Compresor   | 4.8                 | 2     | 220    | 0.92  | 27              | 40,5                     | 2P x 50 A            | 33,7                   | 30-40 A      | 5      | 0.5 %  | # 10                  | 3/4 "            |
| M7   | Taladro     | 0.373               | 1     | 120    | 0.92  | 3.88            | 5,82                     | 1P x 15 A            | 4,87                   | 4-6 A        | 5      | 0.24 % | # 12                  | 1/2"             |
| M8   | Soldadora   | 7                   | 2     | 220    | -     | 17,05           | 25,5                     | 2P x 30 A            | -                      | -            | 4      | 0.53 % | # 10                  | 3/4"             |
| M9   | Torno       | 5.2                 | 3     | 220    | 0.92  | 17,13           | 25,7                     | 3P x 30 A            | 21,41                  | 14-26 A      | 4      | 0.20 % | # 10                  | 3/4"             |
| M10  | Fresadora   | 4.2                 | 3     | 220    | 0.92  | 13              | 19,5                     | 3P x 20 A            | 16,25                  | 14-26 A      | 4      | 0.25 % | # 12                  | 1/2"             |
| M11  | Torno       | 5.2                 | 3     | 220    | 0.92  | 17,13           | 25,7                     | 3P x 30 A            | 21,41                  | 14-26 A      | 7      | 0.36 % | # 10                  | 3/4"             |
| M12  | Soldadora   | 13.3                | 3     | 220    | -     | 35              | 52,5                     | 2P x 60 A            |                        | -            | 6.5    | 0.54 % | # 8                   | 3/4"             |
| M13  | Prensa      | 3.7                 | 3     | 220    | 0.92  | 12,23           | 18,35                    | 3P x 20A             | 19,29                  | 9-16 A       | 10.5   | 0.39%  | # 10                  | 3/4"             |
| M14  | Esmeril     | 0.746               | 1     | 120    | 0.92  | 7,77            | 11.7                     | 1P x 15 A            | 9.71                   | 9-16 A       | 8      | 0.49 % | # 10                  | 3/4"             |
| M15  | Taladro     | 0.746               | 1     | 120    | 0.92  | 7,77            | 11,7                     | 1P x 15 A            | 9,71                   | 9-16 A       | 9      | 0.52 % | # 10                  | 3/4"             |
| M16  | Soldadora   | 9.24                | 3     | 220    | -     | 23,1            | 34,6                     | 2P x 40 A            | -                      | -            | 7      | 0.48 % | # 8                   | 3/4"             |



## 5.3.6 EQUILIBRIO DE CARGAS

| CUADRO DE EQUILIBRIO DE CARGAS EN FASES EN EL TALLER |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        |
|--|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Fase A   |                         |                        | Fase B              |                         |                        | Fase C              |                         |                        | NEUTRO              |                         |                        |
| Potencia activa (W)                                  | Potencia reactiva (VAR) | Potencia aparente (VA) | Potencia activa (W) | Potencia reactiva (VAR) | Potencia aparente (VA) | Potencia activa (W) | Potencia reactiva (VAR) | Potencia aparente (VA) | Potencia activa (W) | Potencia reactiva (VAR) | Potencia aparente (VA) |
| 4100 W   | 2757.1 VAR              | 4939 VA                | 4100 W              | 2757.1 VAR              | 4939 VA                | 4100 W              | 2757.1 VAR              | 4939 VA                |                     |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        | 559.5 W             | 420 VAR                 | 669.4 VA               |
| 2900 W   | 2238 VAR                | 3730 VA                | 2900 W              | 2238 VAR                | 3730 VA                | 2900 W              | 2238 VAR                | 3730 VA                |                     |                         |                        |
| 1500 W   | 1125 VAR                | 1875 VA                | 1500 W              | 1125 VAR                | 1875 VA                | 1500 W              | 1125 VAR                | 1875 VA                |                     |                         |                        |
| 10300 W  |                         |                        | 10300 W             |                         |                        | 10300 W             |                         |                        |                     |                         |                        |
|  |                         |                        | 4800 W              | 3600 VAR                | 6000 VA                |                     |                         |                        |                     |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        | 373 W               | 279.6 VAR               | 466.2 VA               |
|  |                         |                        |                     |                         |                        | 7000 W              |                         |                        |                     |                         |                        |
| 5200 W   | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              | 5200 W              | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              | 5200 W              | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              |                     |                         |                        |
| 4200 W   | 2602 VAR                | 4941 VA                | 4200 W              | 2602 VAR                | 4941 VA                | 4200 W              | 2602 VAR                | 4941 VA                |                     |                         |                        |
| 5200 W   | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              | 5200 W              | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              | 5200 W              | 3915.6 VAR              | 6527.5 VA              |                     |                         |                        |
| 13300 W  |                         |                        | 13300 W             |                         |                        | 13300 W             |                         |                        |                     |                         |                        |
| 3700 W   | 2797.5 VAR              | 4662.5 VA              | 3700 W              | 2797.5 VAR              | 4662.5 VA              | 3700 W              | 2797.5 VAR              | 4662.5 VA              |                     |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        | 746 W               | 559.5 VAR               | 932.5 VA               |
|  |                         |                        | 746 W               | 559.5 VAR               | 932.5 VA               |                     |                         |                        | 746 W               | 559.5 VAR               | 932.5 VA               |
| 9240 W   |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        |
|  |                         |                        | 1380 W              |                         |                        |                     |                         |                        | 1380 W              |                         |                        |
| 1320 W   |                         |                        |                     |                         |                        |                     |                         |                        | 1320 W              |                         |                        |
|  |                         |                        | 1540 W              |                         |                        |                     |                         |                        | 1540 W              |                         |                        |
|  |                         |                        | 1100 W              |                         |                        |                     |                         |                        | 1100 W              |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        | 840 W               |                         |                        | 840 W               |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        | 960 W               |                         |                        | 960 W               |                         |                        |
|  |                         |                        |                     |                         |                        | 720 W               |                         |                        | 720 W               |                         |                        |
| <b>60960 W</b>                                       | <b>19350.VAR</b>        | <b>33202.5 VA</b>      | <b>59966 W</b>      | <b>23510.3 VAR</b>      | <b>40135 VA</b>        | <b>59920 W</b>      | <b>9350.8 VAR</b>       | <b>33202.5 VA</b>      | <b>7860W</b>        | <b>1818.6 VAR</b>       | <b>3000.6 VA</b>       |

### 5.3.7 ILUMINACIÓN REQUERIDA EN CADA ZONA DEL TALLER

| <b>CUADRO DE ILUMINACION REQUERIDA EN CADA ZONA DEL TALLER</b> |   |                 |                 |                           |                 |                 |                 |                         |                                |                              |                         |                                |                              |
|--|---|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <b>Concepto</b>  | <b>Sección<br/><i>m</i><sup>2</sup></b> | <b>Colores</b>  |                 | <b><i>E</i><br/>(lux)</b> | <b><i>K</i></b> | <b><i>u</i></b> | <b><i>m</i></b> | <b><i>h</i><br/>(m)</b> | <b><i>Q1</i><br/>(Lúmenes)</b> | <b>Tipo de<br/>Luminaria</b> | <b><i>P</i><br/>(W)</b> | <b><i>Q2</i><br/>(Lúmenes)</b> | <b><i>η</i><br/>Lámparas</b> |
|  |   | <b>Paredes</b>  | <b>Techo</b>    |                           |                 |                 |                 |                         |                                |                              |                         |                                |                              |
| OFICINA  | 18.48                                   | Blanco<br>hueso | Blanco<br>Hueso | 200                       | 1.19            | 0.40            | 0.65            | 1.65                    | 14215                          | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 6                            |
| ZONA 1   | 28.61                                   | Blanco<br>hueso | Blanco<br>Hueso | 500                       | 1.8             | 0.60            | 0.65            | 1.25                    | 36679                          | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 16                           |
| ZONA 2   | 44.1                                    | Blanco<br>hueso | Blanco<br>Hueso | 500                       | 2.3             | 0.63            | 0.65            | 1.25                    | 55125                          | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 24                           |
| ZONA 3   | 25.41                                   | Blanco          | Blanco<br>Hueso | 500                       | 1.77            | 0.58            | 0.65            | 1.25                    | 33700                          | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 14                           |
| ZONA 4   | 29.68                                   | Blanco<br>hueso | Blanco<br>Hueso | 200                       | 2               | 0.60            | 0.65            | 1.25                    | 15222.5                        | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 3                            |
| ZONA 5   | 4.42                                    | Blanco<br>hueso | Blanco<br>Hueso | 75                        | 0.48            | 0.37            | 0.65            | 2.45                    | 1628                           | Fluorescente                 | 40                      | 2500                           | 1                            |

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ Respetando normas para instalaciones eléctricas residenciales e industriales se realizó cálculos para establecer: calibre de conductores, protección de circuitos, caída de voltaje y control de cargas del taller, los mismos que no son iguales a los que están en la actualidad instalados.
- ❖ Recurriendo a métodos de iluminación se mejoró la existente tomando en cuenta el nivel requerido para cada zona y actividad a desarrollar mejorando así las condiciones de trabajo del taller.
- ❖ La potencia aparente inicial sin corrección es 34532 VA, con la corrección del factor de potencia será 30028 VA.

Demanda: 27.6 (KW)

$$S = \frac{27626 \text{ W}}{0.8} = 34532 \text{ VA}$$

$$S = \frac{27626 \text{ W}}{0.92} = 30028 \text{ VA}$$

- ❖ En base al estudio realizado se propone una alternativa a las instalaciones eléctricas del taller para un mejor aprovechamiento de las máquinas por lo que las instalaciones deben ser realizadas con su respectivo número de conductor tomando en cuenta: la carga a utilizar, capacidad de conducción de corriente, caídas de voltaje y dispositivos de protección lo que permitirá tener una instalación segura y eficiente.



## VII. RECOMENDACIONES

- Cada máquina eléctrica deberá alimentarse mediante circuito derivado, utilizando tubo conduit el mismo que permitirá transportar los conductores y evitar algún esfuerzo mecánico.
- Utilizar los niveles de iluminación requerido según el área y actividad a desarrollar lo que permitirá mejorar las condiciones de trabajo y productividad.
- La sección mínima de los conductores a utilizar no deberá ser menor al calibre # 14 para circuitos de alumbrado, y para circuitos de fuerza se debe utilizar el calibre # 12.
- Para la instalación de motores se realizará a partir del conductor # 12 y para circuitos que alimenten aparatos de más de tres amperes y no inferior a este conductor y los sugeridos que se exponen en la propuesta de este proyecto.
- Los motores deberán protegerse con guarda motores y de esta manera evitar daño en los mismos ya que los breakers solo protegen de cortocircuitos.
- Que al utilizar un Sistema Trifásico se debe tratar de equilibrar las fases para no sobrecargar ninguna de ellas.
- Se debe instalar un interruptor termo magnético (breaker) antes de cada tablero de distribución para una mejor protección de los tableros y de la instalación en si, cualquier cambio de los dispositivos de protección deberá sustituirse con otro de similares características, como también realizar mantenimiento preventivo periódico de los diferentes dispositivos así como de las conexiones de la instalación ya que con el paso del tiempo suelen deteriorarse
- Para la ubicación de los sub tableros se debe acondicionar el lugar donde se instalarán mediante obra de construcción civil.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

### Libros:

A.DÄSCHLER., M .JERANDENAUD. 1973. “Electrotecnia Leyes Generales y Máquinas”  
Madrid, Editorial Blume 363 p.

CASTERFRANCHI, 1971. Giuseppe. Instalaciones Eléctricas. Editorial Gustavo Gil S.A.  
3a. ed. Barcelona, 322 p.

RAMIREZ VASQUEZ José, 1963 Luminotecnia, en Enciclopedia CEAC de Electricidad,  
XI, Barcelona 1972; J. W. Favie y otros, Alumbrado, Madrid, 235 p.

RAMIREZ VASQUEZ José. 1965. Curso de iluminación fluorescente, Barcelona, 226 p

RAMIREZ VASQUEZ José, 1980. “Instalaciones Eléctricas Interiores”. Tomo 1 CEAC.  
Barcelona, 224 p.

SANCHO, Pablo M., 1972. Esquemas Eléctricos Industriales de Trabajo y de Mando de  
Motores Asíncronos Trifásicos Automatización de Circuitos Industriales, Compañía  
Editorial Continental S.A., 15 p.

TABOADA J A., 1967. Manual Osram, Madrid 1970; J. BOUD, Técnica Moderna de  
Iluminación del Hogar, Madrid, 325 p.

### Tesis:

BENAVIDES A. Edison, CUENCA B., Manuel; CHALAN J., Byron  
GARROCHAMBA., 2002. Luis “Diseño y Construcción de Circuitos de Iluminación  
y fuerza del taller de Metalurgia”. TEMA DE TESIS. 6, 11, 13, 14 p.

### Sitios Web:

[http://www.monografias.comsearch:%20 circuitos trifásicos](http://www.monografias.comsearch:%20circuitos%20trifasicos) jueves 03 junio 2010

<http://www.Trifasicos.com>, viernes 07 mayo 2010

[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingeniería/23510/cap02/02 04 01. HTML](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/23510/cap02/02_04_01.HTML),  
miércoles 08 de junio 2010

## IX. ANEXOS

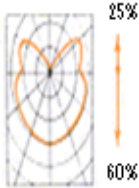

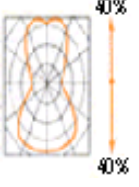

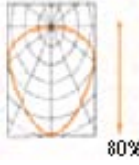

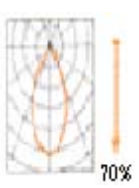

## Anexo 1

TABLA. 1 NIVELES DE ILUMINACIÓN ACONSEJADOS PARA INTERIORES

| TIPO DE TRABAJO                |   | ILUMINACIÓN<br>GENERAL<br>+<br>SUPLEMENTARIA (LX) |
|--------------------------------|---|---|
| <b>OFICINA</b>                 | Salas de dibujo   | <b>750 – 1500</b>                                 |
|                                | Locales donde se realiza un trabajo Continuo (mecnografía, lectura, escritura, etc.).                 | <b>400 – 800</b>                                  |
|                                | Locales donde el trabajo no se desarrolla en forma continuada (escaleras , pasillos, salas de espera) | <b>75 – 150</b>                                   |
|                                | Iluminación general   | <b>100 -- 200</b>                                 |
| <b>ESCUELAS</b>                | Aulas de enseñanza  | <b>250 – 500</b>                                  |
|                                | Aulas de dibujo y trabajos manuales   | <b>400 – 800</b>                                  |
| <b>INDUSTRIA</b>               | <i>General</i>  | <b>150 -- 200</b>                                 |
|                                | <i>Altísima precisión</i> (relojes, instrumentos pequeños, grabados, etc.)                            | <b>2500 – 5000</b>                                |
|                                | <i>Alta precisión</i> (ajuste, torneado de precisión)   | <b>500 - 1000 – 2000</b>                          |
|                                | <i>Normal</i> (trabajos de taller, montaje, etc.)   | <b>400 – 800</b>                                  |
|                                | <i>Pesada</i> (forjado, laminado, etc.)   | <b>150 – 200 - 300</b>                            |
| <b>LOCALES<br/>COMERCIALES</b> | Salas de venta y exposición de grandes almacenes  | <b>500 – 1000</b>                                 |
|                                | Interiores de tiendas   | <b>250 – 500</b>                                  |
|                                | Escaparates de grandes centros comerciales  | <b>1000 – 2000</b>                                |
|                                | Escaparates de otros establecimientos   | <b>500 – 1000</b>                                 |
| <b>VIVIENDAS</b>               | <i>Sala de estar</i>  |   |
|                                | - Iluminación general   | <b>50 – 100</b>                                   |
|                                | - Iluminación local   | <b>500 – 1000</b>                                 |
|                                | <i>Cocina:</i>  |   |
|                                | - Iluminación general   | <b>125 – 250</b>                                  |
|                                | - iluminación local   |   |
| <i>dormitorios , baños:</i>    |   |   |
| - Iluminación general          | <b>50 – 100</b>   |   |
| - iluminación local            | <b>250 – 500</b>  |   |
|                                | pasillos, escaleras, garaje, desvanes, sótanos, etc.  | <b>50 – 100</b>                                   |

## Anexo 2

TABLA. 2 FACTOR DE UTILIZACIÓN (u) DE ALGUNAS LUMINARIAS

| TIPO DE ILUMINACIÓN  | LUMINARIAS   | ÍNDICE DEL LOCAL K | TECHO   |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|--------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
|  |  |                    | 75 %    |      |      | 50 % |      |      | 30 % |      |
|  |  |                    | PAREDES |      |      |      |      |      |      |      |
|  |  |                    | 50%     | 30%  | 10%  | 50%  | 30%  | 10%  | 30%  | 10%  |
| SEMIDIRECTA<br> | ZOCALO SOLO O CON CUBIERTA DIFUSORA<br> | 0.50 ÷ 0.70        | 0.28    | 0.22 | 0.18 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.20 | 0.17 |
|  |  | 0.70 ÷ 0.90        | 0.35    | 0.29 | 0.25 | 0.33 | 0.27 | 0.24 | 0.26 | 0.24 |
|  |  | 0.90 ÷ 1.10        | 0.39    | 0.33 | 0.30 | 0.37 | 0.32 | 0.28 | 0.30 | 0.27 |
|  |  | 1.10 ÷ 1.40        | 0.45    | 0.38 | 0.33 | 0.40 | 0.36 | 0.32 | 0.33 | 0.30 |
|  |  | 1.40 ÷ 1.75        | 0.49    | 0.42 | 0.37 | 0.43 | 0.39 | 0.34 | 0.37 | 0.33 |
|  |  | 1.75 ÷ 2.25        | 0.56    | 0.50 | 0.44 | 0.49 | 0.44 | 0.40 | 0.42 | 0.38 |
|  |  | 2.25 ÷ 2.75        | 0.60    | 0.55 | 0.50 | 0.53 | 0.48 | 0.44 | 0.47 | 0.44 |
|  |  | 2.75 ÷ 3.50        | 0.64    | 0.59 | 0.54 | 0.56 | 0.51 | 0.47 | 0.50 | 0.57 |
|  |  | 3.50 ÷ 4.50        | 0.68    | 0.62 | 0.59 | 0.61 | 0.56 | 0.53 | 0.54 | 0.52 |
| 4.50 ÷ 6.50  | 0.70   | 0.65               | 0.62    | 0.65 | 0.62 | 0.60 | 0.58 | 0.58 |      |      |
| MIXTAS<br>    | DIFUSORES<br>                         | 0.50 ÷ 0.70        | 0.26    | 0.23 | 0.21 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.17 |
|  |  | 0.70 ÷ 0.90        | 0.32    | 0.29 | 0.27 | 0.28 | 0.26 | 0.24 | 0.23 | 0.21 |
|  |  | 0.90 ÷ 1.10        | 0.37    | 0.33 | 0.31 | 0.31 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | 0.24 |
|  |  | 1.10 ÷ 1.40        | 0.40    | 0.36 | 0.34 | 0.34 | 0.31 | 0.30 | 0.28 | 0.26 |
|  |  | 1.40 ÷ 1.75        | 0.42    | 0.39 | 0.36 | 0.36 | 0.33 | 0.32 | 0.30 | 0.28 |
|  |  | 1.75 ÷ 2.25        | 0.46    | 0.43 | 0.40 | 0.41 | 0.38 | 0.35 | 0.32 | 0.30 |
|  |  | 2.25 ÷ 2.75        | 0.50    | 0.46 | 0.43 | 0.44 | 0.40 | 0.39 | 0.34 | 0.33 |
|  |  | 2.75 ÷ 3.50        | 0.52    | 0.48 | 0.45 | 0.46 | 0.44 | 0.41 | 0.37 | 0.36 |
|  |  | 3.50 ÷ 4.50        | 0.55    | 0.52 | 0.49 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.39 | 0.38 |
| 4.50 ÷ 6.50  | 0.57   | 0.54               | 0.51    | 0.49 | 0.47 | 0.46 | 0.42 | 0.41 |      |      |
| DIRECTA<br>   | REFLECTORES DE HAZ AMPLIO<br>         | 0.50 ÷ 0.70        | 0.38    | 0.32 | 0.28 | 0.37 | 0.32 | 0.28 | 0.31 | 0.28 |
|  |  | 0.70 ÷ 0.90        | 0.46    | 0.42 | 0.38 | 0.46 | 0.41 | 0.38 | 0.41 | 0.38 |
|  |  | 0.90 ÷ 1.10        | 0.50    | 0.46 | 0.43 | 0.50 | 0.46 | 0.43 | 0.46 | 0.43 |
|  |  | 1.10 ÷ 1.40        | 0.54    | 0.50 | 0.48 | 0.53 | 0.50 | 0.47 | 0.49 | 0.47 |
|  |  | 1.40 ÷ 1.75        | 0.58    | 0.54 | 0.51 | 0.56 | 0.53 | 0.50 | 0.52 | 0.50 |
|  |  | 1.75 ÷ 2.25        | 0.62    | 0.59 | 0.56 | 0.60 | 0.58 | 0.56 | 0.58 | 0.56 |
|  |  | 2.25 ÷ 2.75        | 0.67    | 0.64 | 0.61 | 0.65 | 0.63 | 0.61 | 0.62 | 0.61 |
|  |  | 2.75 ÷ 3.50        | 0.69    | 0.66 | 0.63 | 0.67 | 0.65 | 0.63 | 0.64 | 0.62 |
|  |  | 3.50 ÷ 4.50        | 0.72    | 0.70 | 0.67 | 0.70 | 0.68 | 0.66 | 0.67 | 0.66 |
| 4.50 ÷ 6.50  | 0.74   | 0.71               | 0.69    | 0.72 | 0.70 | 0.68 | 0.69 | 0.67 |      |      |
| DIRECTA<br>   | REFLECTORES DE HAZ MEDIO<br>          | 0.50 ÷ 0.70        | 0.35    | 0.32 | 0.30 | 0.35 | 0.32 | 0.30 | 0.32 | 0.30 |
|  |  | 0.70 ÷ 0.90        | 0.43    | 0.39 | 0.37 | 0.42 | 0.39 | 0.37 | 0.39 | 0.37 |
|  |  | 0.90 ÷ 1.10        | 0.48    | 0.45 | 0.42 | 0.47 | 0.44 | 0.42 | 0.43 | 0.41 |
|  |  | 1.10 ÷ 1.40        | 0.53    | 0.50 | 0.47 | 0.52 | 0.49 | 0.47 | 0.48 | 0.46 |
|  |  | 1.40 ÷ 1.75        | 0.57    | 0.53 | 0.50 | 0.55 | 0.52 | 0.50 | 0.52 | 0.50 |
|  |  | 1.75 ÷ 2.25        | 0.61    | 0.57 | 0.55 | 0.59 | 0.57 | 0.54 | 0.56 | 0.54 |
|  |  | 2.25 ÷ 2.75        | 0.64    | 0.61 | 0.59 | 0.62 | 0.60 | 0.58 | 0.59 | 0.57 |
|  |  | 2.75 ÷ 3.50        | 0.66    | 0.63 | 0.61 | 0.63 | 0.61 | 0.60 | 0.61 | 0.59 |
|  |  | 3.50 ÷ 4.50        | 0.68    | 0.66 | 0.63 | 0.66 | 0.64 | 0.63 | 0.63 | 0.62 |
| 4.50 ÷ 6.50  | 0.69   | 0.67               | 0.66    | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.65 | 0.63 |      |      |

## Anexo 3

**TABLA. 3** FACTORES DE MANTENIMIENTO CON RELACIÓN AL TIPO DE LUMINARIA

| TIPO DE MANTENIMIENTO   | FACTORES DE MANTENIMIENTO CON RELACION AL TIPO DE LUMINARIA |                                  |                                  |                                  |
|---|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|   | <i>FLUORECENTE TUBULAR</i>                                  | <i>FLUORECENTE TUBULAR</i>       | <i>FLUORECENTE TUBULAR</i>       | <i>INCANDESCENTE</i>             |
|   | <i>SIN REFLECTOR SIN DIFUSOR</i>                            | <i>CON REFLECTOR SIN DIFUSOR</i> | <i>CON REFLECTOR CON DIFUSOR</i> | <i>CON REFLECTOR SIN DIFUSOR</i> |
| <b>BUENO</b>  | 0.80  | 0.75                             | 0.75                             | 0.75                             |
| <b>MEDIO</b>  | 0.70  | 0.65                             | 0.70                             | 0.65                             |
| <b>REGULAR</b>  | 0.60  | 0.55                             | 0.65                             | 0.55                             |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS FLUORECENTES E INCANDESCENTES     |   |                                  |                                  |                                  |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS <u>LÁMPARAS FLUORECENTES</u>               |   |                                  |                                  |                                  |
| POTENCA NOMINAL (W)   | POTENCIA INCLUIDALA REACTANCIA                              | FLUJO LUMINOSO $\Phi$ (LM)       | RENDIMIENTO/W                    |                                  |
| 20 W  | 29  | 1080                             | 37.2                             |                                  |
| 40 W  | 50  | 2500                             | 50                               |                                  |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS DE <u>INCANDESCENCIA NORMALES</u> |   |                                  |                                  |                                  |
| POTENCA NOMINAL (W)   | FLUJO LUMINOSO $\Phi$ L Lm (127V)                           | EFICIENCIA LUMINOSA (Lm/w)       |                                  |                                  |
| 40 W  | 420   | 10.8                             |                                  |                                  |
| 60 W  | 750   | 12.5                             |                                  |                                  |
| 100 W   | 1380  | 13.8                             |                                  |                                  |

## Anexo 4

TABLA. 4 CABLES DE COBRE TIPO TW – 600 V – 60°C

| CONDUCTOR      |                    |                     |                 | Espesor de Aislamiento | Diámetro Exterior Aproximado | Peso Total Aproximado | CAPACIDAD  |     | Longitud Normal empaque |
|----------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------|-----|-------------------------|
| Calibre        | Sección Aproximada | Diámetro Aproximada | Peso Aproximado |                        |                              |                       | *          | **  |                         |
| AWG o MCM      | mm                 | mm                  | Kg/Km           | mm <sup>2</sup>        | mm                           | Kg/Km                 | Amp        | Amp | mtrs                    |
| <b>18 Sol.</b> | 0.8                | 1.02                | 7.32            | 0.76                   | 2.54                         | 13.7                  | <b>6</b>   | -   | 100                     |
| 16 “           | 1.3                | 1.29                | 11.62           | 0.76                   | 2.81                         | 19.0                  | <b>8</b>   | -   | “                       |
| 14 “           | 2.1                | 1.63                | 18.55           | 0.76                   | 3.15                         | 27.1                  | <b>15</b>  | 20  | “                       |
| 12 “           | 3.3                | 2.05                | 29.34           | 0.76                   | 3.57                         | 39.3                  | <b>20</b>  | 25  | “                       |
| 10 “           | 5.3                | 2.59                | 46.84           | 0.76                   | 4.11                         | 58.7                  | <b>30</b>  | 40  | “                       |
| 8 “            | 8.4                | 3.26                | 74.20           | 1.14                   | 5.54                         | 97.5                  | <b>40</b>  | 60  | “                       |
| 6 “            | 13.3               | 4.11                | 118.20          | 1.52                   | 7.15                         | 158.1                 | <b>55</b>  | 80  | “                       |
| <b>8 7h</b>    | 8.4                | 3.69                | 75.85           | 1.14                   | 5.97                         | 104.4                 | <b>40</b>  | 60  | “                       |
| 6 “            | 13.3               | 4.65                | 120.60          | 1.52                   | 7.69                         | 169.5                 | <b>55</b>  | 80  | “                       |
| 4 “            | 21.1               | 5.88                | 190.58          | 1.52                   | 8.92                         | 250.2                 | <b>70</b>  | 105 | “                       |
| 2 “            | 33.6               | 7.41                | 302.66          | 1.52                   | 10.45                        | 377.5                 | <b>95</b>  | 140 | “                       |
| 1/0 “          | 53.5               | 9.36                | 485.01          | 2.03                   | 13.42                        | 603.0                 | <b>125</b> | 195 | “                       |
| 2/0 “          | 67.4               | 10.50               | 611.40          | 2.03                   | 14.56                        | 744.0                 | <b>145</b> | 225 | “                       |
| 3/0 “          | 85.0               | 11.79               | 771.0           | 2.03                   | 15.85                        | 920.9                 | <b>165</b> | 260 | “                       |
| 4/0 “          | 107.2              | 13.26               | 972.3           | 2.03                   | 17.32                        | 1143.0                | <b>195</b> | 300 | “                       |
| <b>1/0 19h</b> | 53.5               | 9.45                | 484.90          | 2.03                   | 13.61                        | 598.5                 | <b>125</b> | 195 | “                       |
| 2/0 “          | 67.4               | 10.60               | 611.40          | 2.03                   | 14.66                        | 739.0                 | <b>145</b> | 295 | “                       |
| 3/0 “          | 85.0               | 11.95               | 771.00          | 2.03                   | 16.01                        | 918.0                 | <b>165</b> | 260 | “                       |
| 4/0 “          | 107.2              | 13.40               | 972.30          | 2.03                   | 17.46                        | 1135.7                | <b>195</b> | 300 | “                       |
| 250 7h         | 126.6              | 14.62               | 1157.90         | 2.41                   | 19.44                        | 1362.3                | <b>215</b> | 340 | “                       |
| 300 “          | 152.0              | 16.00               | 1389.50         | 2.41                   | 20.82                        | 1613.3                | <b>240</b> | 375 | “                       |
| 350 “          | 177.4              | 17.30               | 1622.00         | 2.41                   | 22.12                        | 1864.4                | <b>260</b> | 420 | “                       |
| 400 “          | 207.7              | 18.49               | 1853.00         | 2.41                   | 23.31                        | 2112.8                | <b>280</b> | 455 | “                       |
| 500 “          | 253.4              | 20.65               | 2316.00         | 2.41                   | 25.47                        | 2608.0                | <b>320</b> | 515 | “                       |
| 600 “          | 304.0              | 22.63               | 2787.00         | 2.79                   | 28.21                        | 3148.1                | <b>355</b> | 575 | “                       |
| <b>600 61h</b> | 304.0              | 22.68               | 2787.00         | 2.79                   | 28.26                        | 3148.1                | <b>355</b> | 575 | “                       |
| 700 “          | 354.7              | 24.48               | 3442.00         | 2.79                   | 30.06                        | 3641.0                | <b>385</b> | 630 | “                       |
| 750 “          | 380.0              | 25.35               | 3474.00         | 2.79                   | 30.93                        | 3888.0                | <b>400</b> | 655 | “                       |
| 800 “          | 405.4              | 26.17               | 3705.00         | 2.79                   | 31.75                        | 4134.0                | <b>410</b> | 680 | “                       |
| 1000 “         | 506.7              | 29.26               | 4632.00         | 2.79                   | 34.84                        | 5117.0                | <b>455</b> | 730 | “                       |

## Anexo 5

TABLA. 5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES.- Dimensionamiento de alimentadores

VALORES DE Kva-m PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS (CU) PARA 1% DE CAIDA DE TENSIÓN

|            |            | Monofásico tres hilos |                        |        |                        |                        |        | TRIFÁSICOS             |        |                        |        |                        |        |                        |        |
|------------|------------|-----------------------|------------------------|--------|------------------------|------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------|--------|
| IMPEDANCIA |            | 220                   |                        | 240    | 440                    |                        | 220    |                        | 380    |                        | 440    |                        | 520    |                        |        |
| MINIMA     | MAXIMA     | CALIBRE               | KVA-M PARA 220 VOLTIOS |        | KVA-M PARA 240 VOLTIOS | KVA-M PARA 440 VOLTIOS |        | KVA-M PARA 220 VOLTIOS |        | KVA-M PARA 380 VOLTIOS |        | KVA-M PARA 420 VOLTIOS |        | KVA-M PARA 520 VOLTIOS |        |
|            |            | AWG<br>MCM            | MINIMA                 | MÁXIMA | MÁXIMA                 | MINIMA                 | MÁXIMA | MINIMA                 | MÁXIMA | MINIMA                 | MÁXIMA | MINIMA                 | MÁXIMA | MINIMA                 | MÁXIMA |
| Ohms/m     | Ohms/m     |                       |                        |        |                        |                        |        |                        |        |                        |        |                        |        |                        |        |
| 0.00613517 | 0.00613517 | 12                    | 39                     | 39     | 47                     | 158                    | 158    | 79                     | 79     | 235                    | 235    | 316                    | 136    | 441                    | 441    |
| 0.00387139 | 0.00387139 | 10                    | 63                     | 63     | 74                     | 250                    | 250    | 125                    | 125    | 373                    | 373    | 500                    | 500    | 698                    | 698    |
| 0.00243251 | 0.00243231 | 8                     | 99                     | 99     | 118                    | 398                    | 398    | 199                    | 199    | 594                    | 594    | 796                    | 796    | 1112                   | 1112   |
| 0.00153122 | 0.00153272 | 6                     | 158                    | 158    | 188                    | 632                    | 632    | 316                    | 316    | 493                    | 492    | 1264                   | 1263   | 1766                   | 1764   |
| 0.00096567 | 0.00097195 | 4                     | 251                    | 249    | 296                    | 1002                   | 996    | 501                    | 498    | 1495                   | 1486   | 2005                   | 1992   | 2800                   | 2782   |
| 0.0007573  | 0.00076511 | 3                     | 320                    | 316    | 376                    | 1278                   | 1265   | 639                    | 633    | 1907                   | 1887   | 2556                   | 2530   | 3571                   | 3534   |
| 0.00061772 | 0.00062705 | 2                     | 392                    | 386    | 459                    | 1567                   | 1544   | 784                    | 772    | 2338                   | 2303   | 3134                   | 3087   | 4377                   | 4312   |
| 0.00049257 | 0.00050423 | 1                     | 491                    | 480    | 571                    | 1965                   | 1920   | 983                    | 960    | 2932                   | 2864   | 3930                   | 3840   | 5490                   | 5363   |
| 0.00039659 | 0.00041187 | 1/0                   | 610                    | 588    | 699                    | 2441                   | 2350   | 1220                   | 1175   | 3641                   | 3506   | 4882                   | 4700   | 6818                   | 6565   |
| 0.00031957 | 0.00033746 | 2/0                   | 757                    | 717    | 853                    | 3029                   | 2868   | 1515                   | 1434   | 4519                   | 4279   | 6058                   | 5737   | 8461                   | 8013   |
| 0.0002602  | 0.00028308 | 3/0                   | 930                    | 855    | 1017                   | 3720                   | 3419   | 1860                   | 1710   | 5550                   | 5101   | 7440                   | 6839   | 10392                  | 9552   |
| 0.00021424 | 0.00024085 | 4/0                   | 1130                   | ###    | 1196                   | 4518                   | 4019   | 2259                   | 2010   | 6740                   | 5996   | 9037                   | 8038   | 12622                  | 11227  |
| 0.0001885  | 0.00021827 | 250                   | 1284                   | ###    | 1319                   | 5135                   | 4435   | 2568                   | 2217   | 7661                   | 6616   | 10271                  | 8870   | 14345                  | 12388  |
| 0.00016423 | 0.00019929 | 300                   | 1474                   | ###    | 1445                   | 5894                   | 4857   | 2947                   | 2429   | 8793                   | 7246   | 11789                  | 9715   | 16465                  | 13568  |
| 0.00014912 | 0.00018446 | 350                   | 1623                   | ###    | 1561                   | 6491                   | 5248   | 3246                   | 2624   | 9683                   | 7828   | 12982                  | 10496  | 18132                  | 14659  |
| 0.00013832 | 0.00017315 | 400                   | 1750                   | ###    | 1663                   | 6998                   | 5590   | 3499                   | 2795   | 10440                  | 8340   | 13997                  | 11181  | 19549                  | 15616  |
| 0.00012807 | 0.0001587  | 450                   | 1890                   | ###    | 1815                   | 7558                   | 6100   | 3779                   | 3050   | 11275                  | 9099   | 15116                  | 12199  | 21113                  | 17038  |
| 0.00012207 | 0.00015398 | 500                   | 1983                   | ###    | 1871                   | 7930                   | 6290   | 3965                   | 3145   | 11830                  | 9383   | 15860                  | 12580  | 22152                  | 17571  |
| 0.00011723 | 0.00015009 | 550                   | 2064                   | ###    | 1919                   | 8257                   | 6449   | 4128                   | 3225   | 12317                  | 9621   | 16514                  | 12899  | 23065                  | 18016  |
| 0.00011366 | 0.0001415  | 600                   | 2129                   | ###    | 2035                   | 8517                   | 6841   | 4258                   | 3420   | 12705                  | 10205  | 17033                  | 13682  | 23790                  | 19109  |

## Anexo 6

**TABLA. 6 DE RELÉS TÉRMICOS**  
**RELÉS TÉRMICOS AGUT, MODELOS RTH**

| Tipo   | Regulación  |   |
|--|---|---|
| RTH - 0,2  | 0,16 – 0,25                                       |   |
| RTH - 0,22   | 0,25 – 0,40                                       |   |
| RTH - 0,5  | 0,40 – 0,65                                       |   |
| RTH - 0,8  | 0,65 – 1  |   |
| RTH - 1,2  | 1 – 1,6   |   |
| RTH - 2  | 1,6 – 2,5   |   |
| RTH - 3,2  | 2,5 – 4   |   |
| RTH - 5  | 4 – 6,5   |   |
| RTH - 8  | 5,5 – 10,5  |   |
| RTH - 12   | 9 – 16  |   |
| RTH - 20   | 14 – 26   |   |
| <b>RELÉ TÉRMICO DE PROTECCIÓN</b>                  |   |   |
| <b>TIPO MR</b><br>MARGENES<br>DE REGULACIÓN<br>(A) | <b>TIPO M</b><br>MARGENES<br>DE REGULACIÓN<br>(A) | <b>TIPO TMP</b><br>MARGENES<br>DE REGULACIÓN<br>(A) |
| 7,8 – 11,6   |   |   |
|  |   | 9,2 – 16  |
|  |   | 14,5 -25  |
|  |   | 14,5 - 25   |
|  |   | 25 - 35   |
|  |   | 35 -50  |
|  | 49 -50  |   |
|  | 60 -78  |   |
|  | 78 -100   |   |
|  | 100 -120  |   |
|  |   | 115 -161  |
|  |   | 115 - 161   |
|  |   | 150 -210  |



## Anexo 7

**TABLA. 7 NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBOS O CONDUCTOS**

| Tamaño<br>AWG o MCM | Número máximo de conductores en tubos o conductos |    |    |      |      |    |      |     |      |     |     |     |
|---------------------|---|----|----|------|------|----|------|-----|------|-----|-----|-----|
|                     | ½"  | ¾" | 1" | 1 ¼" | 1 ½" | 2" | 2 ½" | 3"  | 3 ½" | 4"  | 5"  | 6"  |
| 18                  | 7   | 12 | 20 | 35   | 49   | 80 | 115  | 176 |      |     |     |     |
| 16                  | 6   | 10 | 17 | 30   | 41   | 68 | 98   | 150 |      |     |     |     |
| 14                  | 4   | 6  | 10 | 18   | 25   | 41 | 58   | 90  | 121  | 155 |     |     |
| 12                  | 3   | 5  | 8  | 15   | 21   | 64 | 50   | 76  | 103  | 132 | 208 |     |
| 10                  | 1   | 4  | 7  | 13   | 17   | 29 | 41   | 64  | 83   | 110 | 173 |     |
| 8                   | 1   | 3  | 4  | 7    | 10   | 17 | 25   | 38  | 52   | 67  | 105 | 152 |
| 6                   | 1   | 1  | 3  | 4    | 6    | 10 | 15   | 23  | 32   | 41  | 64  | 93  |
| 4                   | 1   | 1  | 1  | 3    | 5    | 8  | 12   | 18  | 24   | 31  | 49  | 72  |
| 3                   |   | 1  | 1  | 3    | 4    | 7  | 10   | 16  | 21   | 28  | 44  | 63  |
| 2                   |   | 1  | 1  | 3    | 3    | 6  | 9    | 14  | 19   | 24  | 38  | 55  |
| 1                   |   | 1  | 1  | 1    | 3    | 4  | 7    | 10  | 14   | 18  | 29  | 42  |
| 0                   |   |    | 1  | 1    | 2    | 4  | 6    | 9   | 12   | 16  | 25  | 37  |
| 00                  |   |    | 1  | 1    | 1    | 3  | 5    | 8   | 11   | 14  | 22  | 32  |
| 000                 |   |    | 1  | 1    | 1    | 3  | 4    | 7   | 9    | 12  | 19  | 27  |
| 0000                |   |    |    | 1    | 1    | 2  | 3    | 6   | 8    | 10  | 16  | 23  |
| 250                 |   |    |    | 1    | 1    | 1  | 3    | 5   | 6    | 8   | 13  | 19  |
| 300                 |   |    |    | 1    | 1    | 1  | 3    | 4   | 5    | 7   | 11  | 16  |
| 350                 |   |    |    | 1    | 1    | 1  | 1    | 3   | 5    | 6   | 10  | 15  |
| 400                 |   |    |    |      | 1    | 1  | 1    | 3   | 4    | 6   | 9   | 13  |
| 500                 |   |    |    |      | 1    | 1  | 1    | 3   | 4    | 5   | 8   | 11  |
| 600                 |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 3    | 4   | 6   | 9   |
| 700                 |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 3    | 3   | 6   | 8   |
| 750                 |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 3    | 3   | 5   | 8   |
| 800                 |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 2    | 3   | 5   | 7   |
| 900                 |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 1    | 3   | 4   | 7   |
| 1000                |   |    |    |      |      | 1  | 1    | 1   | 1    | 3   | 4   | 6   |
| 1250                |   |    |    |      |      |    | 1    | 1   | 1    | 1   | 3   | 5   |
| 1500                |   |    |    |      |      |    |      | 1   | 1    | 1   | 3   | 4   |
| 1750                |   |    |    |      |      |    |      | 1   | 1    | 1   | 2   | 4   |

## Anexo 8

**TABLA.1** Unidad Capacitiva Monofásica – UCW 220 Volts

Potencias UCW - 60Hz (1)

| Tensión (Vca) | Potencia reactivas (kVar) | Capacitancia (µF) | Referencia | Resistor de descarga <sup>(2)</sup><br>30s,1/10 UN | Tamaño | Peso (kg) |
|---------------|---------------------------|-------------------|------------|--|--------|-----------|
| 220           | 0,83                      | 45,5              | UCW 0,8V25 | 270 kΩ/3W  | 2      | 0,32      |
|               | 1,67                      | 91,5              | UCW 1,6V25 | 150 kΩ/3W  | 2      | 0,32      |
|               | 2,50                      | 137               | UCW 2,5V25 | 82 kΩ/3W   | 4      | 0,46      |
|               | 3,33                      | 182,5             | UCW 3,3V25 | 56 kΩ/3W   | 4      | 0,46      |

**TABLA.2** Unidad Capacitiva Trifásica - UCWT 220 - 380 Volts

Potencias UCWT - 60Hz (1)

| Tensión (Vca) | Potencia reactivas (kVar) | Capacitores (µF) (Conexión) | Referencia  | Corriente nominal (A) | Fusible gL/gG (A) <sup>(2)</sup> | Cable (mm <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> | Tamaño | Peso (kg) |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|--|--------|-----------|
| 220           | 0,50                      | 9,1                         | UCWT0,5V25  | 1,31                  | 10                               | 1,5  | 4      | 0,54      |
|               | 0,75                      | 13,7                        | UCWT0,75V25 | 1,97                  | 16                               | 1,5  | 5      | 0,54      |
|               | 1,00                      | 18,3                        | UCWT1V25    | 2,62                  | 20                               | 2,5  | 6      | 0,54      |
|               | 1,50                      | 27,4                        | UCWT1,5V25  | 3,94                  | 25                               | 2,5  | 6      | 0,53      |
|               | 2,00                      | 36,6                        | UCWT2V25    | 5,25                  | 30                               | 4,0  | 7      | 0,54      |
|               | 2,50                      | 45,7                        | UCWT2,5V25  | 6,56                  | 35                               | 6,0  | 7      | 0,69      |
|               | 3,00                      | 54,8                        | UCWT3V25    | 7,87                  | 50                               | 6  | 8      | 0,69      |
|               | 5,00                      | 91,4                        | UCWT5V25    | 13,1                  | 50                               | 10   | 8      | 1,37      |
|               | 7,50                      | 137,1                       | UCWT7,5V25  | 19,7                  | 63                               | 10   | 8      | 1,75      |
|               | 10,00                     | 182,8                       | UCWT10V25   | 26,3                  | 63                               | 10   | 8      | 1,72      |
|               | 12,5                      | 228,3                       | UCWT12,5V25 | 32,8                  | 2                                | 1,5  | 4      | 2,0       |
| 15            | 274                       | UCWT15V25                   | 39,4        | 2                     | 1,5                              | 4  | 2,0    |           |
| 380           | 0,50                      | 3,1                         | UCWT0,5V40  | 0,76                  | 2                                | 1,5  | 4      | 0,54      |
|               | 0,75                      | 4,6                         | UCWT0,75V40 | 1,14                  | 4                                | 1,5  | 4      | 0,54      |
|               | 1,00                      | 6,1                         | UCWT1V40    | 1,52                  | 4                                | 1,5  | 4      | 0,54      |
|               | 1,50                      | 9,2                         | UCWT1,5V40  | 2,28                  | 6                                | 1,5  | 4      | 0,53      |
|               | 2,00                      | 12,3                        | UCWT2V40    | 3,03                  | 6                                | 1,5  | 4      | 0,53      |
|               | 2,50                      | 15,3                        | UCWT2,5V40  | 3,8                   | 10                               | 1,5  | 5      | 0,53      |
|               | 3,00                      | 18,4                        | UCWT3V40    | 4,56                  | 16                               | 1,5  | 6      | 0,53      |
|               | 5,00                      | 30,6                        | UCWT5V40    | 7,6                   | 25                               | 2,5  | 6      | 0,68      |
|               | 7,50                      | 45,9                        | UCWT7,5V40  | 11,4                  | 30                               | 4,0  | 7      | 1,37      |
|               | 10,00                     | 61,3                        | UCWT10V40   | 15,2                  | 35                               | 4,0  | 7      | 1,38      |
|               | 12,50                     | 76,6                        | UCWT12,5V40 | 19,0                  | 35                               | 6  | 8      | 1,71      |
|               | 15,00                     | 91,9                        | UCWT15V40   | 22,8                  | 50                               | 6  | 8      | 1,75      |
|               | 17,5                      | 107,1                       | UCWT17,5V40 | 26,6                  | 50                               | 10   | 8      | 2,0       |
|               | 20                        | 122,4                       | UCWT20V40   | 30,4                  | 63                               | 10   | 8      | 2,0       |
|               | 22,5                      | 137,7                       | UCWT22,5V40 | 34,2                  | 2                                | 1,5  | 4      | 2,0       |
| 25            | 153,1                     | UCWT25V40                   | 38,0        | 2                     | 1,5                              | 4  | 2,0    |           |

## Anexo 9

| <b>RECURSOS O PRESUPUESTO</b> |                                |                 |                         |                    |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| <b>MATERIALES</b>             |                                |                 |                         |                    |
| <b>ITEM</b>                   | <b>Denominación</b>            | <b>Cantidad</b> | <b>Valor/ unitarios</b> | <b>Valor total</b> |
| 01                            | conductor# 4 AWG               | 50 m            | 3.00 c/m                | 150.00             |
| 02                            | conductor# 6 AWG               | 28 m            | 2.00 c/m                | 56.00              |
| 03                            | conductor# 8 AWG               | 32 m            | 1.30 c/m                | 46.00              |
| 04                            | conductor# 10 AWG              | 157 m           | 0.80 c/m                | 125.00             |
| 05                            | conductor# 12 AWG              | 120 m           | 0.50 c/m                | 60.00              |
| 06                            | conductor# 14 AWG              | 170 m           | 0.35 c/m                | 59.00              |
| 07                            | Tubo conduit 3/4"              | 66m             | 5.60 c/m                | 369.60             |
| 08                            | Tubo conduit 1/2"              | 108m            | 3.00 c/m                | 324.00             |
| 09                            | Tablero general                | 1               | 36.00 c/u               | 36.00              |
| 10                            | Tablero 1 monofásico           | 1               | 30.00                   | 30.00              |
| 11                            | Tablero 2 bifásico             | 1               | 15.00                   | 15.00              |
| 12                            | Tablero trifásico              | 1               | 50.00                   | 50.00              |
| 13                            | Breaker monopolar15 A          | 11              | 6.50                    | 71.00              |
| 14                            | Breaker bipolar30 A            | 1               | 13.00                   | 13.00              |
| 15                            | Breaker bipolar40 A            | 2               | 13.00                   | 26.00              |
| 16                            | Breaker bipolar 50 A           | 1               | 13.00                   | 13.00              |
| 17                            | Breaker tripolar20 A           | 4               | 13.00                   | 52.00              |
| 18                            | Breaker tripolar15 A           | 1               | 5.00                    | 5.00               |
| 19                            | Breaker tripolar60 A           | 1               | 5.00                    | 6.00               |
| 20                            | Breaker monopolar70 A          | 1               | 6.00                    | 6.00               |
| 21                            | Breaker bipolar 70 A           | 1               | 13.00                   | 6.00               |
| 22                            | Breaker tripolar90 A           | 1               | 17.00                   | 17.00              |
| 23                            | Cajetín octogonal profundo     | 43              | 0.40                    | 18.49              |
| 24                            | Cajetín rectangular profundo   | 34              | 0.40                    | 13.60              |
| 25                            | Cinta aislante                 | 10              | 0.90                    | 9.00               |
| 26                            | Tomacorrientes 120 V           | 22              | 2.20                    | 48.40              |
| 27                            | Tomacorrientes 220 V           | 4               | 6.50                    | 26.00              |
| 28                            | Manguera de 2"                 | 14              | 0.75                    | 10.50              |
| 29                            | Manguera 1 1/2 "               | 15              | 0.65                    | 9.75               |
| 30                            | Lámparas fluorescentes1 x 40 W | 5               | 10.50                   | 52.50              |
| 31                            | Lámparas fluorescentes 2x 40 W | 36              | 26.00                   | 936.00             |
| 32                            | Lámparas incandescentes 40 W   | 2               | 0.70                    | 1.40               |
| 33                            | Interruptor simple             | 9               | 1.50                    | 13.00              |
| 34                            | Interruptor doble              | 2               | 2.20                    | 4.40               |
| 35                            | Interruptor triple             | 1               | 3.90                    | 3.90               |
|                               |                                |                 | <b>Total</b>            | <b>\$ 2681.94</b>  |

**COSTO DE MANO DE OBRA**

| <b>ITEM</b> | <b>Descripción</b>                             | <b>Cantidad</b> | <b>Valor/.unitarios</b> | <b>Valor total</b> |
|-------------|--|-----------------|-------------------------|--------------------|
| 1           | Colocación de tablero s                        | 4               | 10.00 c/u               | 40.00              |
| 2           | Montaje de tubería<br>Para iluminación         | 83.14 m         | 2.50 c/m                | 207.85             |
| 3           | Colocación de conductores<br>y luminarias      | 42puntos        | 1.10 c/m                | 46.20              |
| 4           | Montaje de tubería para<br>circuitos de fuerza | 188.3 m         | 2.50 c/m                | 470.75             |
| 5           | Colocación de conductores<br>y tomacorrientes  | 22 puntos       | 6.00 c/p                | 132.00             |
| 6           | Colocación de protecciones                     | 26 puntos       | 5.00 c/p                | 130.00             |
| 7           | <b>Asesoría técnica</b>                        |                 | <b>TOTAL</b>            | <b>\$ 1026.80</b>  |

## Anexo 10

### FOTOS DE ALGUNAS DE LAS MAQUINAS DEL TALLER



**Foto 1. TORNO Y FRESADORA**



**Foto 2. PRENSA**



**Foto 3. FRESADORA**



**Foto 4. TORNO**



**Foto 5. SOLDADORA**



**Foto 6. COMPRESOR**



**Foto 7. TALAD**