

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**INSTALACION ELECTRICA DE LA FABRICA DE  
ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

**Roko Miguel Ángel Jalsovec Oviedo**

**Promoción 1978-II**

**LIMA-PERÚ**

**1987**

Con todo Cariño

a mis padres

ROKO JALSOVEC KOZOL

MARIA O. de JALSOVEC

I.- I N T R O D U C C I O N

- SITUACION DE LA FABRICA
- DESCRIPCION DEL PROCESO
- ALCANCES

I.-

## INTRODUCCION

### 1.-Situación de la fábrica

Debido al crecimiento poblacional, las áreas industriales tradicionales, representadas por las curtiembres, Leche Gloria, Molinería SID-SUR, Tejidos "San Antonio", entre otros; han quedado encerrados prácticamente dentro del casco urbano de la ciudad, haciéndose cada vez más notorio los inconvenientes de su ubicación, por sus efectos contaminantes cada vez más agudos en el resto de la ciudad y en el sector agropecuario; es por ello que a partir de la década del 60, se intensifica el proceso de industrialización, propiciada con la creación de los Parques Industriales, que tuvo la de desarrollo de Arequipa

Es a través de la Ex-Junta de Rehabilitación y Desarrollo de Arequipa (JRDA), que en 1964 se pone en --marcha el Parque Industrial de Arequipa, instalándose en ella 35 industrias que se caracterizan por procesar mayormente materia prima importada y atender las necesidades de un mercado más amplio nacional y extranjero utilizando tecnologías avanzadas y escasa

mano de obra.

En la actualidad la 1ra. y 2da. etapa del Parque Industrial "El Palomar", comprende un área de 51.8 Hectáreas, existiendo 39 lotes industriales ocupados íntegramente, de los cuales son:

- 24 Industrias productivas de bienes de consumo
- 9 Productoras de bienes intermedios
- 1 de bienes de Capital
- 1 Planta de Taller de Servicios
- 1 Centro de investigación de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- 1 Centro de Capacitación SENATI y
- 1 Local perteneciente a la Asociación de Industriales del Parque Industrial "El Palomar".

En la actualidad se encuentran bastante avanzados -- los trabajos de nuevas empresas Industriales de la 3ra. etapa del Parque Industrial de Arequipa iniciada en 1975 la cual alberga a 13 nuevas Industrias sobre un área total de 13.45 Hectáreas y dentro de estas nuevas industrias se encuentra ubicada la fábrica de Alambres y Derivados S.A. como se indica en el plano N° 6 .

## 2.-Descripción del proceso

La presente fábrica se encargará de la trefilación - del alambroón para obtener alambres de diferentes diámetros, también en la fabricación de clavos, torni-

llos, alambre de púas, grampas, tachuelas, cadenas y mallas; a su vez va a poseer una línea de galvanizado.

### 3.-Alcances

El presente proyecto comprende lo siguiente:

- Ubicación de la sub-estación de distribución.
- Diseño de la red de distribución secundaria.
- Diseño y cálculo de los tableros de distribución - para alumbrado interior, exterior y fuerza.
- Diseño y cálculo de los alimentadores.
- Selección del equipo electromecánico de medición.
- Ubicación de la instalación de tubería (sin alumbrado) para los intercomunicadores desde la central hasta cada una de las salidas.

II.- ESTUDIO DE LA CARGA  
ELECTRICA

- RELACIONES DEL EQUIPO EMPLEADO
- FACTORES
- SUMINISTRO ELECTRICO
- ILUMINACION

II.-

ESTUDIO DE LA CARGA ELECTRICA

1.-Relaciones del equipo empleado y factores

En la nave I tenemos:

- Trefiladora vertical N°1

Motor 3Ø  
1450 r.p.m.  
PI = 40 HP  
fd = 0.9  
MD = 36 HP

- Trefiladora vertical N°2

Motor 3Ø  
1450 r.p.m.  
PI = 40 HP  
fd = 0.9  
MD = 36 HP

- Trefiladora vertical N°3

Motor 3Ø  
1450 r.p.m.  
PI = 40 HP  
fd = 0.9  
MD = 36 HP



- Trefiladora horizontal N<sup>o</sup>1

Motor 3 $\phi$  ...  
965 r.p.m.  
PI = 30 HP  
fd = 0.9  
MD = 27 HP

- Trefiladora horizontal N<sup>o</sup>2

Motor 3 $\phi$   
965 r.p.m.  
PI = 30 HP  
fd = 0.9  
MD = 27 HP

- Para el horno de foso

Motor 3 $\phi$   
1400 r.p.m.  
PI = 4 HP  
fd = 0.9  
MD = 3.6 HP

En la' nave II tenemos:

- Enderezadora para  $\phi$  3/8"

Motor 3 $\phi$   
1440 r.p.m.  
PI = 25 HP  
fd = 0.8  
MD = 20 HP

- Enderezadora para  $\phi$  3/16"

Motor 3 $\phi$

1440 r.p.m.

PI = 10 HP

fd = 0.8

MD = 8 HP

- Dos máquinas para fabricar clavos:

La V 17 R

Motor 3 $\phi$

1450 r.p.m.

PI = 5.5 HP

fd = 0.9

MD = 4.95 HP

La V 20 R

Motor 3 $\phi$

1450 r.p.m.

PI = 7.5 HP

fd = 0.9

MD = 6.75 HP

- Máquina para fabricar grampas

Motor 3 $\phi$

960 r.p.m.

PI = 5.5 HP

fd = 0.9

MD = 4.95 HP

- Máquina para fabricar tachuelas

Motor 3 $\phi$

960 r.p.m.

PI = 5.5 HP

fd = 0.9

MD = 4.95 HP

En la nave III tenemos:

- Línea de galvanizado

Dos resistencias para calentar el petróleo

PI = 16 HP

fd = 0.5

MD = 8 HP

Bomba para refrigerar

Motor 1Ø

460 r.p.m.

PI = 5 HP

fd = 0.9

MD = 4.5 HP

Dos bombas para la cuba de decapado

Motor 1Ø

460 r.p.m.

PI = 10 HP

fd = 0.5

MD = 5 HP

Para la cuba de mordiente

Dos resistencias

PI = 32 HP

fd = 0.5

MD = 16 HP

Una bomba

Motor 1Ø

460 r.p.m.

PI = 5 HP

fd = 0.9

MD = 4.5 HP

Un ventilador para la cámara de secado

Motor 1 $\emptyset$   
460 r.p.m.  
PI = 3 HP  
fd = 0.9  
MD = 2.7 HP

Para el horno de galvanizado

Dos resistencias para calentar el combustible

PI = 16 HP  
fd = 0.5  
MD = 8 HP

Dos ventiladores

Motor 1 $\emptyset$   
460 r.p.m.  
PI = 24 HP  
fd = 0.5  
MD = 12 HP

En la nave IV tenemos:

- Una máquina automática para fabricar mallas

Motor 3 $\emptyset$   
960 r.p.m.  
PI = 7.5 HP  
fd = 0.9  
MD = 6.75 HP

- Torno revolver copiador

Motor 3 $\emptyset$   
1450 r.p.m.

PI = 5.5 HP  
fd = 0.9  
MD = 4.95 HP

- Máquina de soldar cadenas

PI = 60 HP  
fd = 0.9  
MD = 54 HP

- Máquina para fabricar alambre de púas

Motor 3 $\phi$   
1450 r.p.m.  
PI = 5.5 HP  
fd = 0.9  
MD = 4.95 HP

Todos los motores son de 380 V,  $\cos \phi = 0.8$  y clase de aislamiento B.

Adicionalmente dentro de las cuatro naves existen las siguientes máquinas:

- 6 Esmeriles portátiles

Voltaje : 220 V                      r.p.m. : 4800  
Amperaje : 5.7 A                       $\cos \phi$  : 0.8  
Potencia : 1 KW                      fd : 0.2  
Máxima Demanda Total : 1.2 KW

- 6 Soldadoras eléctricas marca ESAB

Voltaje : 220 V  
Amperaje : 250 A                       $\cos \phi$  : 0.65  
Potencia : 36 KW                      fd : 0.2  
Máxima Demanda Total : 43.2 KW

- Una Afiladora

Voltaje : 220 V                    r.p.m. : 2750  
Amperaje : 2.6 A                    cos  $\phi$  : 0.8  
Potencia : 0.55 KW                fd : 0.2  
Máxima Demanda : 0.11 KW

- Una sierra Electro-Mecánica

Voltaje : 220 V                    r.p.m. : 660  
Amperaje : 2.6 A                    cos  $\phi$  : 0.8  
Potencia : 0.55 KW                fd : 0.2  
Máxima Demanda : 0.11 KW

- Un Tambor de Pulir

Voltaje : 220 V                    r.p.m. : 660  
Amperaje : 2.6 A                    cos  $\phi$  : 0.8  
Potencia : 0.55 KW                fd : 0.2  
Máxima Demanda : 0.11 KW

- Un Taladro de Pedestal

Voltaje : 220 V                    r.p.m. : 75 a 1250  
Amperaje : 12/7 A                    cos  $\phi$  : 0.8  
Potencia : 2.5/1.3 KW              fd : 0.2  
Máxima Demanda : 0.5 KW

Dentro de los baños tenemos cuatro calentadores eléctricos BRYANT

Voltaje : 220 V                    Amperaje : 27.27 A  
Potencia : 6 KW                    fd : 0.2  
Máxima Demanda Total : 4.8 KW

Según Normas CEI, la clase de aislamiento "B" comprende los materiales ó materiales asociados tales como: micas fibra de vidrio, amianto, etc. Conjuntamente aglomera-

dos convenientes. De otros materiales, o materiales asociados, que no son de ningún modo obligatoriamente inorgánicos, pueden estar comprendidos en esta clase si la experiencia o las muestras de los ensayos reconocidos, son capaces de funcionar a las temperaturas de la clase F.

#### Clasificación de Aislantes

- Clase A:

Aislante: sustancias orgánicas por ejemplo, algodón, seda, papel y análogos.

Tratamiento: impregnado (1)

Temperatura permanente permisible, en el punto más caliente: 105 °C.

- Clase A<sub>0</sub>:

Aislante: sustancias orgánicas por ejemplo algodón, seda, papel y análogos, así como esmalte para hilos.

Tratamiento: bajo aceite.

Temperatura permanente permisible, en el punto más caliente: 115 °C.

- Clase E:

Aislante: folios sintéticos resistentes al calor, papel con laca, esmalte para hilos.

Tratamiento: no impregnado.

Temperatura permanente permisible, en el punto más ca  
liente: 120 °C.

- Clase E:

Aislante: papel.

Tratamiento: impregnado (1).

Temperatura permanente permisible, en el punto más ca  
liente: 120 °C.

- Clase B:

Aislante: sustancias inorgánicas por ejemplo mica, -  
asbesto, productos a base de vidrio y materiales mine  
rales parecidos.

Tratamiento: impregnado (1), (por ejemplo, con silico  
nas modificadas con sustancias orgánicas sintéticas)

Temperatura permanente permisible, en el punto más ca  
liente: 155 °C.

### 3.-Suministro Eléctrico

El suministro de energía eléctrica será provisto por -  
la Sociedad Eléctrica de Arequipa S.A., desde Chilina  
atravez de una línea de transmisión a 10KV que llega a  
una sub-estación distribuidora en el Parque Industrial  
y de la celda N° 3 tomamos para nuestra sub-estación;  
siéndo la acometida subterránea mediante un conductor  
tripolar de 350 mm<sup>2</sup> NYY existiéndo una distancia de 25  
m desde la sub-estación hasta la línea de 10 KV, como  
se muestra en el plano N° 1.



#### 4.-Iluminación

##### Iluminación Interior

En la iluminación interior se ha utilizado el método de los lúmenes, el cual básicamente consiste en:

- Seleccionar el nivel de iluminación "E"
- Seleccionar el tipo de lámpara a usarse
- Determinar el coeficiente de utilización: Fu
- Estimar el factor de mantenimiento: Fm
- Calcular el número de lámparas y luminarias
- Determinar el emplazamiento de las luminarias

Los niveles de iluminación han sido fijados teniendo en cuenta las características del trabajo a efectuarse, el espacio que se ilumina y el tipo de estructura del techo; a partir del cual, se ha seleccionado la lámpara a usarse, de acuerdo a las ventajas ofrecidas por los diferentes tipos de lámparas que existen en el mercado.

Las luminarias han sido seleccionadas teniendo en cuenta su doble función, una de proteger a la lámpara de agentes exteriores y otra, redistribuir el flujo luminoso emitida por ésta. De esta manera se han seleccionado lámparas fluorescentes tubulares, debido a su alta eficiencia y larga vida.

Las luminarias requeridas se dispondrán en líneas -- continuas o discontinuas con el fin de lograr un grado de uniformidad de la iluminación aceptable en el

plano de trabajo.

La distribución de las luminarias para la iluminación interior se muestra en los planos N° 8, 9, 10.

### Iluminación Exterior

Para efectos del cálculo de la iluminación exterior, se ha efectuado un análisis del tipo económico, en el cual se ha considerado tres tipos de fuentes luminosas: Luz mixta, fluorescentes y vapor de mercurio; siendo las características principales las siguientes:

Flujo Luminoso (Lúmenes)	Lámpara			Luminaria		
	Tipo	Potencia	Vida útil	Tipo	Fm.	Fu.
5500	Luz mixta	250	3000	MRM-83	0.76	0.35
6400	Fluorescente	2x40	8000	HFEJ/2x40	0.77	0.17
6250	Vapor Mercurio	160	12000	RLM-A3	0.76	0.35

Utilizando el método de punto a punto (método de los 9 puntos) y la curva isolux de la lámpara de Luz Mixta de 160 W (modelo RLM-Asimétrico), se han obtenido 26 luminarias, espaciadas como se muestra en el plano N° 7.

### Comparación Económica

Para este caso se ha tomado en cuenta el estudio realizado por el Ingeniero R. Borasino en su tesis titulada "Alumbrado Público, aplicación al distrito de San Isidro"; resultando que es más económico la utilización de las lámparas de Luz mixta de 160 W con su luminaria correspondiente; mostradas en el plano N° 2-4

### Anotaciones

(1) : La substancia impregnante debe ser adecuada, a efectos de la temperatura a la correspondiente clase de material. Además, debe poseer buenas propiedades aislantes, recubrir completamente las fibras, o componentes y ser adherente en relación con aquellas substancias y con los conductores.

Al evaporarse el diluyente, o por otras causas, no deben producirse cavidades. El aislamiento puede considerarse impregnado si el aire entre fibras o componentes ha sido reemplazado totalmente por el impregnante.

### Especificaciones de las Luminarias.-

- A-1 Fluorescente circular (Protector cuadrado)
- A-2 Fluorescente circular (Protector circular)
- A-3 Fluorescente largos (Protector largo, al raz del--techo)
- A-4 Luz Mixta (RLM- Asimétrico)
- A-5 Luz Mixta (RLM- Domo)
- A-6 Spot Light
- A-7 Farol
- A-8 Fluorecestes largos (Protector sobresaliente)
- A-9 Reflectores

OFICINAS NAVE I

Ambiente	L x A	Altura Diseño	Nivel "E"	Indice Local	Luminaria	Fu	Fm	Flujo Luminoso	Nº de Luminarias	Nº de Lámparas
Servicio Social	13.20	2.25	300	I	A-8	0.29	0.60	23,957	4	8.8
Relaciones Industriales	41.44	2.25	300	I	A-8	0.29	0.60	20,762	4	7.7
Baño Obreros	17.60	2.25	100	H	A-2	0.35	0.65	8,143	4	4.6
Vestuarios	31.68	2.25	100	G	A-1	0.42	0.65	12,215	6	5.0
Porteria	10.92	2.25	200	I	A-8	0.29	0.60	13,212	2	4.8
Control de Balanza	5.88	2.25	200	J	A-8	0.22	0.60	9,378	2	3.5

OFICINAS NAVE IV

Ambiente	L x A	Altura Diseño	Nivel "E"	Indice Local	Luminaria	Fu	Fm	Flujo Luminoso	Nº de Luminarias	Nº de Lámparas
Comedor Empleados	76.80	2.25	200	E	A-5	0.61	0.65	40,778	5	5.8
Comedor Obreros	89.44	2.25	200	E	A-5	0.61	0.65	47,489	6	6.7
Baño Obreros	8.80	2.25	100	J	A-2	0.21	0.65	6,786	3	3.8

OFICINAS NAVE II y III

Ambiente	L x A	Altura Diseño	Nivel "E"	Indice Local	Luminaria	Fu	Fm	Flujo luminoso	Nº de Luminarias	Nº de Lámparas
Departamento Administra tivo y Hall	38.08	2.25	300	G	A-3	0.37	0.60	54,167	9	20.0
Secretaría de Gerencia	8.80	2.25	300	J	A-3	0.22	0.60	21,053	4	7.8
Gerencia	16.00	2.25	300	I	A-3	0.29	0.60	29,038	4	9.5
Baño Gerencia	2.88	2.25	100	J	A-2	0.21	0.65	2,221	1	1.2
Pasadizo	12.24	2.25	200	J	A-3	0.22	0.60	19,521	3	7.2
Baño hombres	5.72	2.25	100	J	A-2	0.21	0.65	4,411	2	2.5
Baño mujeres	5.72	2.25	100	J	A-2	0.21	0.65	4,411	2	2.5
Baño Obreros	16.80	2.25	100	I	A-2	0.30	0.65	9,068	4	5.2
Oficina técnica	14.00	2.25	300	I	A-8	0.29	0.60	25,403	4	9.4
Baño Ofic. técnica	2.80	2.25	100	J	A-2	0.21	0.65	2,159	1	1.2
Sub-Estación	12.32	2.25	500	I	A-4	0.36	0.65	27,710	4	3.9
Almacén General	26.88	2.25	200	G	A-5	0.49	0.65	17,768	3	2.6
Taller Mec. y Elec.	48.18	2.25	500	F	A-5	0.54	0.65	72,245	10	10.3

Para las cuatro naves tenemos:

Ambiente	L x A	Altura Diseño	Nivel "E"	Indice Local	Luminaria	Fu	Fm	Flujo Luminoso	Nº de Luminarias	Nº de Lámparas
Nave I	1056	5	300	C	A-5	0.68	0.65	754,465	26	28
Nave II	924	5	300	C	A-5	0.68	0.65	660,157	22	24
Nave III	748	5	300	D	A-5	0.64	0.65	559,078	18	18
Nave IV	748	5	300	D	A-5	0.65	0.65	559,078	18	18

CUADROS RESUMEN DE FUERZA

Para 380 V y n=0.9

Descripción	P.I. (HP)	cos $\phi$	KW <sub>ef</sub> HPx0.746xn	I <sub>N</sub> (Amp)	f.d.	D.M. (KW)	D.M.T. (KW)
NAVE I	40.0	0.8	26.86	98.15	0.9	24.17	
	40.0	0.8	26.86	98.15	0.9	24.17	
	40.0	0.8	26.86	98.15	0.9	24.17	
	30.0	0.8	20.14	73.62	0.9	18.13	
	30.0	0.8	20.14	73.62	0.9	18.13	
	4.0	0.8	2.69	9.82	0.9	2.42	
NAVE II	25.0	0.8	16.78	61.35	0.8	13.42	
	10.0	0.8	6.71	24.54	0.8	5.37	
	5.5	0.8	3.69	13.50	0.9	3.32	
	5.5	0.8	3.69	13.50	0.9	3.32	
	5.5	0.8	3.69	13.50	0.9	3.32	
	7.5	0.8	5.04	18.41	0.9	4.53	
NAVE III	32.0	0.8	21.48	78.53	0.5	10.74	
	24.0	0.8	16.11	58.89	0.5	8.06	
	16.0	0.8	10.74	39.24	0.5	5.37	
	16.0	0.8	10.74	39.24	0.5	5.37	
	10.0	0.8	6.71	24.54	0.5	3.36	
	5.0	0.8	3.36	12.27	0.9	3.02	
	5.0	0.8	3.36	12.27	0.9	3.02	
	3.0	0.8	2.01	7.36	0.9	1.81	
NAVE IV	60.0	0.8	40.28	147.24	0.9	132.52	
	7.5	0.8	5.04	18.41	0.9	4.54	
	5.5	0.8	3.69	13.50	0.9	3.32	
	5.5	0.8	3.69	13.50	0.9	3.32	328.92
34 Tomacorrientes	12.24	0.8	9.13	30.00	0.2	1.83	62.22
							391.14

Para 220V y n=0.9

Descripción	P.I. (HP)	cos $\phi$	KW <sub>of</sub> HPx0.746xn	I <sub>N</sub> (Amp)	f.d.	D.M. (KW)	D.M.T. (KW)
6 Esmeriles	1.34	0.80	0.90	5.7	0.2	0.18	1.08
6 Soldadoras	48.26	0.65	32.40	251.7	0.2	6.48	38.48
1 Afiladora	0.74	0.80	0.50	3.1	0.2	0.10	0.10
1 Sierra	0.74	0.80	0.50	3.1	0.2	0.10	0.10
1 Pulidora	0.74	0.80	0.50	3.1	0.2	0.10	0.10
1 Taladro	3.35	0.80	2.25	14.2	0.2	0.45	0.45
4 Calentadores	8.05	--	5.40	27.27	0.2	1.08	4.32
90 Tomacorrientes	1.42	0.80	1.06	6.0	0.2	0.21	18.90
							60.69

Iluminación

Descripción	# de Lámparas	Potencia (W)	P.I. (W)	fd	D.M. (W)
NAVE I	28	1000	28,000	0.5	14,000
NAVE II	24	1000	24,000	0.5	12,000
NAVE III	18	1000	18,000	0.5	9,000
NAVE IV	18	1000	18,000	0.5	9,000
Oficinas nave I	30	40	1,200	0.4	480
	4	32	128	0.4	51
Oficinas nave II y nave III	17	160	2,720	0.5	1,360
	48	40	1,920	0.4	768
	10	32	320	0.4	128
Oficinas nave IV	11	160	1,760	0.4	704
	3	32	96	0.4	38
Iluminación exterior	26	160	4,160	0.5	2,080
	18	50	900	0.5	450
	4	100	400	0.5	200
	5	1000	5,000	0.5	2,500
					52,759



CUADRO RESUMEN TOTAL

	P.I. (KW)	D.M. (KW)
FUERZA 380 V	633.10	391.14
FUERZA 220 V	345.52	60.09
ILUMINACION	106.60	52.76
	1085.22	504.59

$$KVA = \frac{D.M.}{\cos\phi} = \frac{504.59}{0.8} = 630.73$$

$$KVAR = \sqrt{630.73^2 - 504.59^2} = 378.43$$

Se desea tener un  $\cos \phi_1 = 0.99$

$$KVA_1 = \frac{D.M.}{\cos \phi_1} = \frac{504.59}{0.99} = 509.69$$

$$KVAR_1 = \sqrt{509.69^2 - 504.59^2} = 71.90$$

$$KVAR_T = KVAR - KVAR_1 = 378.43 - 71.90 = 306.53$$

Por lo tanto: Hay que comprar un banco de condensadores cuya capacidad sea de 300 KVAR

Conformados por condensadores de las siguientes capaci-

- dades:
- 2 de 10 kVAR
  - 2 de 15 kVAR
  - 1 de 100 kVAR
  - 1 de 150 kVAR

esto permite cubrir todos los requerimientos de potencia reactiva, según el diagrama de carga como se muestra en la tabla adjunta.

ΔW	COS ψ	KV <sub>max</sub>	ΔV <sub>max1</sub>	ΔV <sub>max</sub>	CONDENSADORES EN SERVICIO
15	0.65	17.5	2.13	15.37	3
30	0.9	14.53	4.27	10.25	1
50	0.8	37.5	7.12	30.37	3 + 4
440	0.8	330	62.7	267.3	5 + 6 + 3
450	0.8	337.5	64.12	273.37	1 + 2 + 5 + 6
470	0.8	367.5	69.02	297.67	3 + 4 + 5 + 6
505	0.8	370.5	71.76	306.54	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6

PROTECCION DE MOTORES DE 380 V,  $\cos\phi=0.8$

DESCRIPCION	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE (FUSIBLE-AMP)	MEDIO DE DESCONEXION (SECCIONADOR-HP)	DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE		CONTROL DEL MOTOR (CONTACTOR-VEI)
			SERVICIO CONTINUO	* RELE TERMICO	
TREFILADORA VERTICAL N°1	80	40	69		380 - 80
TREFILADORA VERTICAL N°2	80	40	69		380 - 80
TREFILADORA VERTICAL N°3	80	40	69		380 - 80
TREFILADORA HORIZONTAL N°1	60	30	51.7		380 - 60
TREFILADORA HORIZONTAL N°2	60	30	51.7		380 - 60
HOBNO DE FOSO	10	4	6.1		380 - 12
ENDEREZADORA PARA $\phi$ 3/8"	60	25	42.5		380 - 60
ENDEREZADORA PARA $\phi$ 3/16"	20	10	16.4		380 - 23
MAQUINA PARA CLAVOS: V1TR	12	5.5	10		380 - 12
MAQUINA PARA CLAVOS: V2OR	15	7.5	14.9		380 - 15
MAQUINA PARA GRAMPAS	12	5.5	10		380 - 12
MAQUINA PARA TACHUELAS	12	5.5	10		380 - 12
MAQUINA PARA MALLAS	15	7.5	14.9		380 - 15
TICERO COPIADOR	12	5.5	10		380 - 12
MAQUINA PARA ALAMBRE DE FUAS	12	5.5	10		380 - 12

NOTA:

Los fusibles son de tipo instantáneo.

\* LOS VALORES INDICADOS DEBEN ESTAR COMPRENDIDOS EN EL RANGO DEL RELE TÉRMICO

### III.- D I S E Ñ O D E L P R O Y E C T O

- ALIMENTACION Y TABLEROS

- SUB-ESTACION

- SISTEMAS AUXILIARES

- FACILIDADES PARA LA COMUNICACION

### 1.-Alimentación

La sección de los conductores de los alimentadores - ha sido calculada en base a los requerimientos de Máxima Demanda de la fábrica de Alambres y Derivados - S.A., respectivamente.

El cálculo de los alimentadores ha sido efectuado -- considerándo un 25% más de reserva, asignándole un - límite de caída de tensión del 3%, de esta forma la máxima caída de tensión que podríamos tener en los - sub-tableros sería del 6%.

Los circuitos internos han sido previstos bajo la hi pótesis de que la máxima caída de tensión en ellas - fuese del 2%, de esta forma los equipos estarían re- cibiéndolo en el caso más desfavorable energía con una caída de tensión del 8%.

Si el porcentaje anterior persistiese por un número cercano al 60% de horas diarias, se tendrá que modi- ficar la relación de transformación mediante el taps respectivo para obtener el suministro con 5% más de tensión. En tal caso, la máxima caída de tensión se

vería reducida al 3%, valor bastante aceptable.

NAVE I

a) Según tabla 3A - XVII - 1

40 HP            60 Amp.

30 HP            45 Amp.

4 HP             7 Amp.

I) Alimentador A - 1.-

b) Protección del Alimentador A - 1

1) Por capacidad de corriente:

Alimentador A - 1 =  $1.25 \times 45 + 45 = 101.25$  Amp.

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 1 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3}^2}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 101.25 \times 14 = 5.66 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 8 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 1 AWG Tipo TW

c) Dispositivo de protección del alimentador A - 1

$$\text{Protección de A - 1} = \alpha \times I_{NM} + \sum I_N$$

donde  $I_{NM}$  = Corriente nominal del mayor motor

Según código eléctrico del Perú le corresponde a

$\alpha = 95\%$  (art. 17 - 11)

Protección de A-1 =  $0.95 \times 45 + 45 = 87.75$  Amp.

Valor normalizado = 90 Amp.

II) Alimentador B - 1.-

a) Protección del Alimentador B - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador B-1} = 1.25 \times 7 = 8.75 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 14 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 8.75 \times 5 = 0.1779 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 24 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 14 AWG tipo TW

b) Dispositivo de protección del alimentador B - 1

$$\text{Protección de B-1} = \alpha \times I_{NM} + \sum I_N$$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a  
 $\alpha = 200\%$

$$\text{Protección de B-1} = 2 \times 7 = 14 \text{ Amp.}$$

Valor normalizado = 15 Amp.

### III) Alimentador C - 1.-

a) Protección del Alimentador C - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador C-1} = 1.25 \times 60 + 60 + 60 = 195 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 4/0 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 195 \times 27.5 = 21.44 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 4 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4/0 AWG Tipo TW

b) Dispositivo de protección del alimentador C - 1

$$\text{Protección de C - 1} = \alpha \times I_{NM} + \Sigma I_N$$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a

$$\alpha = 95\%$$

$$\text{Protección de C-1} = 0.95 \times 60 + 60 + 60 = 177 \text{ Amp.}$$

$$\text{Valor normalizado} = 175 \text{ Amp.}$$

IV) Alimentador D - 1.-

a) Protección del Alimentador D - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador D-1} = \frac{22,448}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 65.45 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el

Nº 4 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 65.45 \times 10 = 4.52 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el

Nº 10 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4 AWG Tipo TW

V) Alimentador E - 1.-

a) Protección del Alimentador E - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador E-1} = \frac{40,760}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 68.80 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el

Nº 4 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 68.80 \times 70 = 19.26 \text{ mm}^2$$



De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 4 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4 AWG Tipo TW

VI) Alimentador F - 1.-

a) Protección del Alimentador F - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador F-1} = \frac{50950}{3 \times 380 \times 0.9} = 86.01 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 2 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 86.01 \times 60 = 20.63 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 4 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 2 AWG Tipo TW

VII) Alimentador G - 1.-

a) Protección del Alimentador G - 1

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador G-1} = \frac{23,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 81.64 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 2 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 81.64 \times 5 = 2.82 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 12 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 2 AWG Tipo TW

VIII) Protección del Alimentador 1.

1) Por capacidad de corriente:

$$\begin{aligned} \text{Alimentador 1} &= 101.25 + 8.75 + 195 + 65.45 + \\ &+ 68.80 + 86.01 + 81.64 = \end{aligned}$$

$$\text{Alimentador 1} = 606.9 \text{ Amp.}$$

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el cable NYY de 2x120 mm<sup>2</sup> por fase.

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 606.9 \times 48 = 116.47 \text{ mm}^2$$

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el cable NYY de 120 mm<sup>2</sup> por fase.

Por lo tanto se utilizará el cable NYY de 2x120 mm<sup>2</sup> por fase.

NAVE II y III

a) Según tabla 3A - XVII - 1

24 HP	37 Amp.
16 HP	23 Amp.
25 HP	37 Amp.
7.5HP	13 Amp.
5.5HP	8.7Amp.
10 HP	16 Amp.

I) Alimentador A - 2.-

b) Protección del Alimentador A - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\begin{aligned} \text{Alimentador A-2} &= 1.25 \times 37 + 37 + 23 + 13 + 23 \\ &+ 8.7 = 150.95 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 3/0 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 150.95 \times 24 = 14.48 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 4 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 3/0 AWG Tipo TW

b) Dispositivo de protección del Alimentador A - 2  
Protección de A-2 =  $\alpha \times I_{NM} + \sum I_N$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a  
 $\alpha = 140\%$

$$\text{Protección de A-2} = 1.4 \times 37 + 37 + 23 + 13 + 23 + 8.7 = 156.5 \text{ Amp.}$$

Valor normalizado = 175 Amp.

## II) Alimentador B - 2.-

a) Protección del Alimentador B - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador B-2} = 1.25 \times 16 + 8.7 + 8.7 = 37.4 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 8 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 37.4 \times 24 = 3.59 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 10 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 8 AWG Tipo TW

b) Dispositivo de protección del Alimentador B - 2

$$\text{Protección de B-2} = \alpha \times I_{NM} + \Sigma I_N$$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a  $\alpha = 140\%$

$$\text{Protección de B-2} = 1.4 \times 16 + 8.7 + 8.7 = 39.8 \text{ Amp.}$$

Valor normalizado = 40 Amp.

### III) Alimentador C - 2.-

a) Protección del Alimentador C - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador C-2} = \frac{50,950}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 86.01 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el N° 2 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \ell}{\Delta V} I_L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 86.01 \times 75 = 25.79 \text{ Amp.}$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el N° 2 AWG

Por lo tanto se utilizará el N° 2 AWG Tipo TW

### IV) Alimentador D - 2.-

a) Protección del Alimentador D - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador D-2} = \frac{40,760}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 68.81 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el N° 4 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \ell}{\Delta V} I_L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 68.81 \times 42 = 11.56 \text{ Amp.}$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 6 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4 AWG Tipo TW

V) Alimentador E - 2.-

a) Protección del Alimentador E - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador E-2} = \frac{91,710}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 154.82 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 3/0 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 154.82 \times 54 = 33.43 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 2 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 3/0 AWG Tipo TW

VI) Alimentador F - 2.-

a) Protección del Alimentador F - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador F-2} = \frac{18,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 52.49 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 6 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 52.49 \times 20 = 7.25 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 8 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 6 AWG Tipo TW

VII) Alimentador G - 2.-

a) Protección del Alimentador G - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador G-2} = \frac{24,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 69.98 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el

Nº 4 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 69.98 \times 28 = 13.53 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el

Nº 6 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4 AWG Tipo TW

VIII) Alimentador H - 2.-

a) Protección del Alimentador H - 2

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador H-2} = \frac{37,960}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 110.69 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el

Nº 1 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 110.69 \times 9 = 6.88 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el

Nº 8 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 1 AWG Tipo TW

IX) Protección del Alimentador 2.-

1) Por capacidad de corriente:

$$\begin{aligned} \text{Alimentador 2} &= 150.95 + 37.4 + 86.01 + 68.81 + \\ &154.82 + 52.49 + 69.98 + 110.69 = \end{aligned}$$

Alimentador 2= 731. Amp.

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el cable NYY de 2x150 mm<sup>2</sup> por fase.

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 731.15 \times 8 = 23.39 \text{ mm}^2$$

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el cable NYY de 25 mm<sup>2</sup> por fase.

Por lo tanto se utilizará el cable NYY de 2x150 mm<sup>2</sup> por fase.

#### NAVE IV

I) Alimentador A - 3.-

a) Protección del Alimentador A - 3

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador A-3} = 1.25 \times 87 + 13 + 8.7 = 130.45 \text{ Amp}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el N<sup>o</sup> 2/0 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 130.45 \times 42 = 21.90 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el N<sup>o</sup> 4 AWG

Por lo tanto se utilizará el N<sup>o</sup> 2/0 AWG Tipo TW

b) Dispositivo de protección del Alimentador A - 3

$$\text{Protección de A-3} = \alpha \times I_{NM} + \Sigma I_N$$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a  $\alpha = 110\%$

Protección de A-3 =  $1.1 \times 87 + 13 + 8.7 = 117.4$  Amp.

Valor normalizado = 125 Amp.

II) Alimentador B - 3.-

a) Protección del Alimentador B - 3

1) Por capacidad de corriente:

Alimentador B-3 =  $1.25 \times 13 = 16.25$  Amp.

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 12 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} I L = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 16.25 \times 18 = 1.17 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 16 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 12 AWG Tipo TW

b) Dispositivo de protección del Alimentador B - 3

Protección de B-3 =  $\alpha \times I_{NM} + \Sigma I_N$

Según código eléctrico del Perú le corresponde a  
 $\alpha = 140\%$

Protección de B-3 =  $1.4 \times 13 = 18.2$  Amp.

Valor normalizado = 20 Amp.

III) Alimentador C - 3.-

a) Protección del Alimentador C - 3

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador C-3} = \frac{50,950}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 86.01 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 2 AWG



2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 17.6} 86.01 \times 65 = 22.35 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 2 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 2 AWG Tipo TW

IV) Alimentador D - 3.-

a) Protección del Alimentador D - 3

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador D-3} = \frac{30,570}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 89.14 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 2 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 89.14 \times 50 = 30.78 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 2 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 2 AWG Tipo TW

V) Alimentador E - 3.-

a) Protección del Alimentador E - 3

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador E-3} = \frac{21,660}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 63.16 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 4 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 63.16 \times 12 = 5.23 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 10 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 4 AWG Tipo TW

VI) Alimentador F - 3.-

a) Protección del Alimentador F - 3

1) Por capacidad de corriente:

$$\text{Alimentador F-3} = \frac{18,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 52.49 \text{ Amp.}$$

Según tabla 2A - VII - 1 le corresponde el  
Nº 6 AWG

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 4.4} 52.49 \times 5 = 1.81 \text{ mm}^2$$

De la tabla IB - IV - 2 le corresponde el  
Nº 14 AWG

Por lo tanto se utilizará el Nº 6 AWG Tipo TW

VII) Protección del Alimentador 3.-

1) Por capacidad de corriente:

$$\begin{aligned} \text{Alimentador 3} &= 130.45 + 16.25 + 86.01 + 89.14 + \\ &63.16 + 52.49 = 437.5 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el  
cable NYY de 200 mm<sup>2</sup> por fase.

2) Por caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \rho}{\Delta V} IL = \frac{\sqrt{3}}{57 \times 7.6} 437.5 \times 36 = 62.97 \text{ mm}^2$$

Según tabla catálogo Indeco le corresponde el  
cable NYY de 70 mm<sup>2</sup> por fase.

Por lo tanto se utilizará el cable NYY de 200 mm<sup>2</sup>  
por fase.

CUADRO RESUMEN DE ALIMENTADORES

Descripción	P.I. (KW)	L m	S (mm <sup>2</sup> ) por fase	V %	P %
Alimentador 1	340	48	2x120	0.99	1.6
Alimentador 2	410	8	2x150	0.16	0.5
Alimentador 3	245	36	200	0.63	1.1

2.-Tableros

La disposición y ubicación de los tableros y alimentadores se muestra en los planos N° 8, 9 y 10.

3.-Sub Estación

Selección del Sistema de Distribución Primario a emplear.

Con respecto a los Sistemas de Distribución a emplear, existen diversidad de sistemas alimentadores cuyos méritos - relativos a cada uno de ellos los califican para cada tipo de instalación a ejecutar y en conclusión, la mayoría de ellos - no pasan a ser sistemas puramente teóricos debido a los altos costos de instalación.

Así mismo consideramos que las más importantes características de un sistema de distribución que deben ser consideradas cuando se selecciona uno de los varios sistemas y son, a saber :

- a) Seguridad
- b) Capacidad
- c) Flexibilidad
- d) Accesibilidad
- e) Continuidad del servicio
- f) Regulación
- g) Costo de operación y mantenimiento
- h) Inversión inicial.

I - Sistema de Red Radial Simple.

Características:

- Recibe la potencia a la tensión de suministro, en este caso 10.0 Kv. en una Sub-Estación, la cual reduce la tensión al nivel de utilización o consumo que sería 0.38 Kv.
- Los alimentadores de baja tensión van desde las barras de la Sub-Estación a los interruptores y tableros.
- Cada alimentador se conecta a la Sub-Estación a través de un interruptor
- Se usan circuitos relativamente pequeños para distribuir la potencia a las cargas, desde el montaje de los interruptores y tableros.
- Toda la carga se sirve desde una misma fuente y debido a esto se tendrá ventajas de la diversidad en cuanto al número de cargas, con lo cual se logra minimizar la capacidad del transformador instalado.
- La regulación del sistema y su eficiencia son pobres - debido a que los alimentadores son a baja tensión y de fuente única.
- El costo del circuito alimentador a baja tensión y el conjunto de los interruptores de potencia son altos, cuando los alimentadores son largos y la carga de punta es del orden de 1 MVA.
- En caso de falla en la Sub-Estación o en el transformador de la Sub-Estación, se interrumpirá el servicio a todas las cargas.
- Una falla en el circuito alimentador de baja tensión - interrumpirá el servicio a todas las cargas que alimenta dicho alimentador.

La selección dada anteriormente se ha basado en términos generales en el criterio Técnico-Económico y es así que se han definido las tres condiciones básicas para la instalación del sistema de distribución primario, y que son:

- A - Continuidad de Servicio.
- B - Regulación y
- C - Costo de Inversión.

Por lo tanto, el criterio técnico debe cumplir básicamente - las dos primeras condiciones, es decir:

- Garantizar la continuidad de Servicio:

Debe diseñarse el edificio de las Sub-Estaciones de tal manera de otorgar adecuada ventilación a los equipos electromecánicos que se instalarán y evitar de esta forma recalentamientos excesivos que pueden comprometer los aislamientos de los equipos.

Así mismo debe instalarse equipo eléctrico seleccionado de acuerdo a las normas dictadas por el Código Eléctrico del Perú a fin de garantizar un servicio adecuado.

- Regulación de la Tensión.

La elección de la sección de los cables troncales debe ser tal que asegure una mínima caída de tensión en toda su longitud, de tal forma de garantizar que cada equipo reciba el voltaje adecuado para que de esta manera se tenga un funcionamiento óptimo.

### 3.2. Diseño de la Sub-Estación de transformación

#### 3.2.1. Generalidades.

Como se ha mencionado anteriormente, hemos previsto la utilización de una Sub-Estación de Transformación para la alimentación de las tres alimentadores.

- Selección del Seccionador Fusible.

Conocida la capacidad nominal de los transformadores se procederá del modo que a continuación se indica :

$$I_N = \frac{\text{Potencia Instalada}}{\sqrt{3} \times V_N} = \frac{630 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 13.8 \text{ Kv.}}$$

$$I_N = 36.4 \text{ Amperios}$$

Considerando 25 % de sobrecarga  $I_D = 45.5$  Amperios.

Condiciones de operación:

- Tensión nominal : 15 Kv., 50 Hz.
- Corriente nominal: 60 Amp.
- Tipo : Unipolar con fusible para montaje interior.
- Fabricante : Norsk Elektrisek & Brown Boveri  
Maniobrable mediante pértiga de alta tensión.

3.2.3. Diseño del edificio.

Con relación al diseño del edificio, se ha tenido en cuenta que se instalarán los siguientes equipos;

- a) Celda de llegada para 10.0 Kv., en la cual se encuentra instalado un disyuntor para la protección de todo el sistema.
- b) Transformador de 630 KVA. provisto con bornes laterales para instalación directa a la celda de llegada y al tablero de baja tensión.
- c) Tablero de distribución en baja tensión.

El equipo a instalarse en su conjunto forma una Sub-Estacion del tipo integral, las misma que tiene las siguientes ventajas

- Forman un conjunto compacto y homogéneo.
- No requieren local especial.
- Son particularmente económicas debido a que requieren poco espacio y mínimo tiempo para su instalación.

- No exigen complicados canales de ventilación.
- Pueden instalarse en interiores y exteriores.
- Ofrecen alta seguridad de servicio.

#### Transformador.

Tendrá las siguientes características:

- Potencia : 630 kVA
- Tensión primario: 10,000 V 5%
- Tensión secundario: 380 V
- Frecuencia: 50 c/s
- Grupo de conexión: DY 5 , con neutro a tierra
- Tipo de aislamiento y ventilación: en aceite, ON

#### Ventilación de la sub-estación

El resinto donde estará ubicado el transformador tiene las siguientes dimensiones: largo metros, ancho: metros, alto: 2.40 metros.

Se ha considerado una ventana en la parte superior de la pared lateral, pero al mismo tiempo se diseñará un sistema de ventilación forzado mediante el empleo de un ventilador pequeño.

Para el diseño en referencia procedemos de la siguiente forma:

- Capacidad del transformador: 630 kVA
  - Pérdidas totales (proporcionado por los fabricantes): 8.2 kW. (P<sub>0</sub>).
  - Diferencia de temperaturas entre el nivel superior e inferior del transformador: 15 °C (T<sub>u</sub>: Calentamiento de la columna de aire).
  - Flujo de aire en el lugar: 4 m<sup>3</sup>/min (q<sub>unitario</sub>/kW).
- Luego tenemos:

Flujo total de aire para el total de pérdidas del transformador:

$$Q_{total} = P_0 \times Q_{unitario} \dots (1)$$

$$Q_{total} = 8,2 \text{ kW} \times \frac{4 \text{ m}^3}{\text{min}} \cdot \frac{\text{KW}}{\text{min}} = 57.4 \text{ m}^3/\text{min}.$$

Cálculo de H (altura de la columna de aire caliente entre el punto medio del transformador y el punto de salida en metros)

$$H = \frac{13.2 P_o^2 \times R}{T_u^3 \times A_o^2} \dots (2)$$

De donde :  $P_o$  = Pérdidas totales del transformador en KW.

$T_u$  = Calentamiento de la columna de aire, en °C.

$R$  = Resistencia al flujo de aire entre la entrada y salida.

$A_o$  = Sección del canal de entrada ( $m^2$ ).

Reemplazando valores en la expresión (2) se tiene :

$$H = \frac{13.2 \times 8.2^2 \times 2}{12^3 \times 0.40^2} = 6.4 \text{ metros}$$

Menos la diferencia de 2.3 metros del local, representa 4.1 metros, altura que será suministrada mediante el empleo de ventiladores. Esta altura representa 0.17 mm, de altura de agua, también asumiendo una presión dinámica que corresponde al aire en movimiento del orden de 4 mm. de altura de agua, mediante el uso de filtros se incrementa la presión en 0.1 mm. de altura de agua.

Luego tenemos :

$P$  = Presión estática + Presión dinámica +  $P$  filtros

$P = 0.17 + 4.0 + 0.1 = 4.2 \text{ mm. de altura de agua.}$

De la expresión (1) :

$$Q = 57.4 \text{ m}^3/\text{minuto}$$

Para el cálculo de la potencia del ventilador emplearemos la expresión siguiente :

$$N = \frac{Q \times P}{6100 \times U} \dots (3)$$



U = eficiencia del ventilador: 0.2

Reemplazando valores en la expresión (3) :

$$N = \frac{57.4 \text{ m}^3/\text{min.} \times 4.2 \text{ mm. de altura de agua}}{6100 \times 0.2}$$

$$N = 0.22 \text{ KW.}$$

Finalmente seleccionamos 1 motores de 1/4 HP., con las siguientes características :

Potencia = 1/4 HP.

Tensión = 230 voltios

Velocidad = 1725 RPM.

Fases = 1  $\phi$  ; Frecuencia = 50 Hz.

Diseño del Equipo Electromecánico de alta y baja - tensión.

Se ha previsto que cada una de las Sub-Estaciones de transformación del tipo integral, estará equipada de la siguiente manera :

a) Celda de llegada.

1. Caja terminal de llegada de cable de 10.0 Kv.
2. Disyuntor de entrada de 10.0 Kv.
3. Aisladores y barras.

b) Celda de salida.

1. Interruptor principal de baja tensión (0.38 Kv.)
2. Interruptores secundarios de baja tensión (0.38 Kv.)
3. Tablero de medición, control y protección.

Equipo Electromecánico de Alta Tensión.

1. Celda de llegada; Es la celda donde se recibe el cable alimentador

y tiene las siguientes dimensiones :

- Largo : 1000 mm.
- Profundidad : 1200 mm.
- Altura : 2200 mm.

1.A. Selección de los Elementos de Protección.

Del cálculo de la corriente de diseño y del -  
cálculo de la corriente de cortocircuito en este nivel de ten-  
sión se procederá a seleccionar estos equipos.  
Brevemente calcularemos la corriente de cortocircuito median-  
te la expresión que se muestra :

$$I_K = \frac{N_K}{\sqrt{3} \times V_N} \dots (1)$$

- De donde :  $N_K$  : Nivel de cortocircuito = 200 MVA  
 $I_K$  : Corriente de cortocircuito (KA).  
 $V_N$  : Nivel de tensión = 10.0 Kv.

Luego reemplazando valores :

$$I_K = \frac{200 \text{ MVA.}}{\sqrt{3} \times 10.0 \text{ Kv.}} = 16.73 \text{ KA.}$$

También se calculará la corriente de choque :

$$I_{KS} = \tau \sqrt{2} \times I_K \dots (2)$$

De donde :

$$\begin{aligned} I_{KS} &= \text{Corriente de choque (KA)} \\ \tau &= f(R/X) \approx 1.2 \text{ para cables de 350 MCM.} \\ I_{KS} &= 1.2 \times \sqrt{2} \times 16.73 \text{ KA.} \\ I_{KS} &= 29.39 \text{ KA.} \end{aligned}$$

Conocidos estos parámetros de diseño se dimensionarán los e-  
quipos de la manera siguiente :

- Disyuntor : Tensión nominal = 15 Kv., 50 Hz.  
Corriente nominal = 40 Amperios  
Tipo : Tipo cuchilla montaje interior accionado  
manualmente mediante palanca.  
Corriente dinámica : 50 KA

### 1.B. Cálculo de las barras de Alta Tensión.

Se ha seleccionado electroductos de cobre electrolítico de sección circular, tipo extrapesado, por las siguientes razones :

- Poseen una mejor distribución de la corriente.
- Se reduce el efecto superficial (Skin), disminuyendo así la resistencia efectiva del electroducto, aumentando la capacidad de corriente.
- Posee una máxima resistencia mecánica para una sección equivalente, lo cual permite el aumento de las distancias entre los apoyos.

- Según normas DIN-40500

Barra de cobre con sección circular.

Diámetro externo (d) = 20 mm.

Espesor (S) = 4 mm<sup>2</sup>.

Sección neta (a) = 201 mm<sup>2</sup>.

Capacidad (Amp.) = 480

Peso (Kg/m.) = 1.79

Material : EC-F30

Momento resistente: ( $w_r$ ) = 0.684 cm<sup>3</sup>.

Momento de inercia: (J) = 0.284 cm<sup>4</sup>.

Seguidamente se procederá a hacer unos cálculos de esfuerzos máximos entre barras y obtener el coeficiente de seguridad en el diseño.

a) Distancia mínima entre barras.

$$10 \text{ cm.} + 1 \text{ cm/Kv.} = 10 + 13.8 = 23.8 \text{ cm.}$$

Se ha considerado 25 cm. (d).

b) Separación entre puntos de apoyo: 100 cm. (L).

c) Esfuerzo electrodinámico entre barras:

La fuerza de flexión entre electroductos, para casos de fallas, está dada por la siguiente relación :

$$F = 2.04 \times I_{KS}^2 \times \frac{L}{d} \text{ (Kg.)} \dots (1)$$

donde :

$I_{KS}$  = Corriente de choque: 23.39 KA.

d = Separación entre barras : 25 cm.

L = Distancia entre apoyos : 100 cm.

$$F = 2,04 \times (23.39)^2 \times \frac{1.00}{25} = 65.77 \text{ Kg.}$$

Suponiendo al electroducto como una viga con carga uniformemente distribuída, su momento flector será :

$$M_b = \frac{F \times L}{16} \text{ (Kg-cm) } \dots (2)$$

$$M_b = \frac{65.77 \times 100}{16} = 411.06 \text{ Kg-cm.}$$

La carga admisible para el cobre ( $K_{cu}$ ) está entre 1000 y 1200 Kg/cm<sup>2</sup>.

El momento resistente será :

$$W_b = \frac{M_b}{K_{cu}} = \frac{411.06}{1200} = 0.3426 \text{ cm}^3. \dots (a)$$

De los datos:  $W_r = 0.684 \text{ cm}^3. \dots (b)$

Luego dividiendo (b) entre (a), el coeficiente de seguridad será :

$$\frac{W_r}{W_b} = \frac{0.684}{0.3426} = 1.9968$$

Coeficiente de seguridad = 1.9968

### 1.C. Selección de los aisladores portabarras.

Según normas DIN los valores límites elásticos de las barras conductoras consideradas son :

Barra de 201 mm<sup>2</sup>, 480 Amperios.

- Valor mínimo elástico :  $\sigma_{02} = 2500 \text{ Kg/cm}^2$ .

- Valor máximo elástico :  $\sigma'_{02} = 3400 \text{ Kg/cm}^2$ .

- Momento resistente :  $W_r = 0.684 \text{ cm}^3$ .

Para el cálculo de la fuerza (Fd) que somete a un esfuerzo de rotura, compresión o tracción de los aisladores, tenemos que considerar el esfuerzo entre electroductos ( $\sigma$ ).

$$\sigma = \frac{F.L}{12 W_r} \dots (1)$$

Reemplazando valores :

$$\sigma = \frac{65.77 \times 100}{12 \times 0.684} = 801.29 \text{ Kg/cm}^2.$$

Como :  $\sigma < 0.8 \cdot 10^2$

Entonces :  $F_d = F \times \frac{0.8 \cdot \sigma \cdot 10^2}{\sigma} = 223.3 \text{ Kg.}$

Finalmente, se tiene que el aislador portabarra seleccionado tendrá las siguientes características :

Tensión nominal : 15 Kv.

Tipo : cónico, concéntrico de porcelana.

Fuerza resistente al esfuerzo de rotura : 250 Kg.

Clase: C-DIN 48102.

Para montaje interior, ver figura # 9.

#### 1.D. Análisis de posible resonancia.

Existirá resonancia u oscilación mecánica de los electroductos si: la frecuencia propia de los bornes es muy cercana a:  $50 \pm 10 \%$  ciclos/seg. ó a 120 ciclos/seg. y se deduce de la siguiente fórmula :

$$F = \frac{112}{L^2} \times \sqrt{\frac{E \cdot J}{G}} \dots (1)$$

Donde :

E = Módulo de elasticidad de la barra de cobre:

$$1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2.$$

J = Momento de inercia referente al eje del conductor perpendicular al plano de oscilación:  $0.884 \text{ cm}^4$ .

G = 0.0179 Kg/cm,

L = 100 cm.

$$F = \frac{112}{(100)^2} \times \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 0.084}{0.0179}} = 88 \text{ Hertz.}$$

Comparando el resultado con el enunciado no hay peligro, ya que está fuera del rango de resonancia.

1.E. Esfuerzo Térmico.

Se analizará el esfuerzo térmico a que estarán sometidas las barras de cobre mediante la expresión siguiente:

$$\theta = \frac{K}{q} \times I_K^2 (t + \Delta t) \dots (1)$$

Donde :  $\theta$  = Sobre-elevación de la temperatura en las barras (°C).

$K_{cu}$  = Constante del material, cobre: 0.0058

$q$  = Sección neta: 201 mm<sup>2</sup>.

$I_K$  = Corriente de cortocircuito: 16.73 KA.

$t$  = Tiempo de regulación del relé más el tiempo de apertura del interruptor : 2.0 seg.

$I_{KS}$  = Corriente de choque : 28.39 KA.

Luego :

$$\Delta t = \left( \frac{I_{KS}}{I_K} \right)^2 \times T = \left( \frac{28.39}{16.73} \right)^2 \times 0.2 = 0.58 \text{ seg.}$$

Reemplazando valores en la expresión (1) :

$$\theta = \frac{0.0058}{(201)^2} \times (16730)^2 \times (2.0 + 0.58)$$

$$\theta = 103.7 \text{ °C}$$

Para el cobre se considera una sobre-elevación máxima de temperatura de 200 °C, por lo tanto el resultado satisface la condición.

### 3.2.6.2. Equipo Electromecánico de baja tensión.

Previamente al diseño y selección de los equipos electromecánicos de baja tensión, será necesario hacer el cálculo respectivo de la corriente de cortocircuito en el nivel de 0.38 Kv.,

#### - Cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

$$N_N = 630 \text{ KVA.}$$

$$V_K = 5.7 \% \quad \text{Tensión de cortocircuito.}$$

Luego :

$$Z_T = \frac{V_K}{100} \times \frac{V_N^2}{N_N} \dots\dots (1)$$

Donde :  $Z_m$  = Impedancia del transformador referido al lado de A.T.

$V_N$  = Tensión nominal, lado de A.T.

$N_N$  = Potencia nominal del transformador.

$$Z_T = \frac{5}{100} \times \frac{(10.0 \times 10^3)^2}{630 \times 10^3} = 7.93 \text{ Ohms.}$$

La impedancia de la línea hasta la barra de A.T. será :

$$Z_L = \frac{V_N}{\sqrt{3} \times I_K} = \frac{10.0 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 16.73 \times 10^3} = 0.35 \text{ Ohms.}$$

Luego la impedancia total de la línea y del transformador que se opone al cortocircuito será :

$$Z_{\text{Total}} = Z_T + Z_L = 8.28 \text{ Ohms.}$$

Así pues, la corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se calculará de la forma siguiente

$$I_{K_{A.T.}} = \frac{V_{N.L.T.}}{\sqrt{3} \times Z_{Total}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 8.28} = 1101.9 \text{ Amperios}$$

$$I_{K_{A.T.}} = 1.10 \text{ KA.}$$

Finalmente la corriente de cortocircuito en el lado de baja - tensión será :

$$I_{K_{B.T.}} = I_{K_{A.T.}} \times \frac{V_{H.A.T.}}{V_{H.B.T.}} = 1101.9 \times \frac{10.0}{7.38} = 28,994 \text{ Amp.}$$

$$I_{K_{B.T.}} = 28.99 \text{ KA.}$$

A partir de este resultado calcularemos la corriente de choque, valor muy importante para el diseño de las barras de B.T.

$$I_{KS} = \tau \times \sqrt{2} \times I_{K_{B.T.}}$$

Donde :  $\tau = f(R/X) = 1.2$

$$I_{KS} = 49.2 \text{ KA.}$$

Seguidamente se procederá a dimensionar los equipos eléctricos correspondientes a la celda de salida. (Tablero de Baja Tensión 0.38 Kv.).

### 1. Dimensionamiento del interruptor principal de B.T.

$$I_N = \frac{630}{\sqrt{3} \times 0.38} = 958 \text{ Amperios}$$

y se tendrán las siguientes especificaciones y características :



C U A D R O N ° 5

CARGAS ADMISIBLES PARA BARRAS RECTANGULARES DE COBRE

DIMENSIONES mm	SECCION mm <sup>2</sup>	PESO Kg/m.	INTENSIDAD		
			1 BARRA AMPERIOS	2 BARRAS AMPERIOS	3 BARRAS AMPERIOS
50 x 5	250	2.23	620	1100	1550
50 x 10	500	4.45	920	1620	2200
60 x 5	300	2.67	750	1300	1800
60 x 10	600	5.34	1100	1860	2500
80 x 5	400	3.56	950	1650	2200
80 x 10	800	7.12	1400	2300	3100
100 x 5	500	4.45	1100	2000	2800
100 x 10	1000	8.90	1700	2700	3600
120 x 10	1200	10.68	2000	3200	4200
160 x 10	1600	14.25	2600	3900	5200

Interruptor automático tripolar  
Tipo : 30 W/MO-3000  
Tensión nominal : 600 voltios  
Corriente nominal : 1000 amperios  
Capacidad de corte : 100 KA.  
Fabricante : General Electric.

2. Dimensionamiento de las barras colectoras del tablero de distribución.

la selección más adecuada es :

1 Barras de cobre de 100 x 5 mm., la cual verificaremos a continuación;

- Sección :  $500 \text{ mm}^2$  - 1100 Amperios.
- Valor mínimo elástico :  $\sigma_{02} = 1500 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Valor máximo elástico :  $\sigma'_{02} = 2700 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Momento Resistente :  $W_r = 16.7 \text{ cm}^3$ .
- Momento de Inercia :  $J = 83.3 \text{ cm}^4$ .
- Esfuerzo entre conductores:  $\sigma = 0.8 \times \sigma'_{02} = 2160 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Corriente de cortocircuito: 28.99 KA.
- Corriente de choque : 49.2 KA

La fuerza de flexión entre electroductos principales (de dos fases diferentes) será

$$F_R = 2.04 \times (49.2)^2 \times \frac{0.7}{10} = 345.7 \text{ Kg.}$$

Considerando a la barra como una viga con carga uniformemente distribuida, su momento flector será :

$$M_b = \frac{F_R \times L}{16} = \frac{345.7 \times 70}{16} = 1,512.4 \text{ Kg-cm.}$$

$$W_b = \frac{M_b}{K_{cu}} = \frac{1512.4}{1200} = 1.26 \text{ cm}^3$$

El coeficiente de seguridad será :

$$\frac{W_r}{W_b} = \frac{16.7}{1.26} = 13.25$$

A - Análisis de posible resonancia

$$F = \frac{112}{L^2} \times \sqrt{\frac{E \times J}{G}}$$
$$F = \frac{112}{70^2} \times \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 166.6}{0.0899}} = 1100 \text{ ciclos/segundo}$$

Por lo tanto no hay peligro de resonancia.

B - Esfuerzo Térmico .

Se analizará mediante la siguiente fórmula :

$$\theta = \frac{K}{q} \times I_K^2 \times (t + \Delta t) \quad (^\circ\text{C})$$

Donde :  $\theta$  = Sobre-elevación de la temperatura en las barras en  $^\circ\text{C}$ .

K = Constante del material, cobre: 0.0058

q = Sección: 500 mm<sup>2</sup>.

I<sub>K</sub> = Corriente del cortocircuito estacionario:  
49.2 KA.

t = Tiempo de regulación de relé más el tiempo de apertura del interruptor: 2.0 segundos.

Reemplazando valores :

$$\theta = \frac{0.0058}{500} \times (49200)^2 \times (2.0 + \left(\frac{49.2}{20.99}\right)^2 \times 0.2)$$

$$\theta = 16.17 \text{ }^\circ\text{C} \ll 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

C - Esfuerzo en los aisladores portabarras.

- Considerando la fuerza entre conductores principales entre fases tenemos :

$$\sigma = \frac{345.7 \times 70}{12 \times 16.7} = 120.75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Luego : } \sigma = 0.8 \times \sigma'_{02} = 2160 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces: La fuerza (Fd) que somete a un esfuerzo de rotura, compresión o tracción a los aisladores será:

$$F_d = \frac{0.8 \sigma'_{02}}{\sigma} \times F_R = 6183 \text{ Kg.}$$

#### 4.-Sistemas Auxiliares

Se preveerá 3 sirenas de alarma ubicadas una en la nave I, la segunda en la nave II y la tercera en la nave IV; además se tendran 12 extinguidores los que estarán ubicados tanto en las oficinas como dentro de las naves.

#### 5.-Facilidades para la comunicación

Se preveerá  $\phi$  3/4" tipo SLL para las oficinas y  $\phi$  1" tipo SLL para la acometida, según se indica en el plano n<sup>o</sup> 7.

IV.- E S P E C I F I C A C I O N E S  
T E C N I C A S D E E Q U I P O S ,  
M A T E R I A L E S Y D E  
M O N T A J E

#### 4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y DEL MONTAJE.

##### 4.1. Especificaciones Técnicas de Materiales.

###### Electroductos metálicos rígidos.

Todas las tuberías para las instalaciones tanto interiores como exteriores en edificios industriales, serán de fierro galvanizado rígido, tipo pesado, según el standard americano, de 3 metros de longitud, roscado en ambos extremos y tiene las siguientes características, las mismas que se muestran en el cuadro # 7 adjunto.

###### ACCESORIOS.

###### - Contratuercas (Lock-nut).

Son de acero estampado y se usan al exterior de las cajas, a la entrada de los tubos a la caja. Son los elementos que fijan los espaciamientos mínimos para ubicar los ejes de las perforaciones de entrada de tubos.

###### - Manquitos (Bushings).

Son de hierro formado, se emplean para proteger los conductores, de la abrasión en su entrada a las cajas.

Las dimensiones y tamaños normalizados se muestran a continuación en el cuadro

###### - Curvas.

Se usarán curvas de fábrica con radio normalizado para todas aquellas de 90°, las diferentes de 90° pueden ser hechas en la obra siguiendo el proceso recomendado por los fabricantes, pero en todo caso el radio de las mismas no deberá ser menor de 8 veces el diámetro de la tubería a curvarse.

###### - Condulets (Appleton).

Se emplearán para el acoplamiento de tuberías en los cuales se tengan derivaciones, tal es el caso de instalación de los artefactos de alumbrado para hacer efectiva la instalación eléctrica.

Se tienen dimensiones desde :

a) Forma 35 Unilet : 1/2" - 3/4" hasta 4"

b) Forma 85 Unilet : 1/2" - 3/4" hasta 4"

- Abrazaderas.

Se emplean como accesorios para la sujeción de tuberías , existen de una o dos perforaciones, dependiendo de la posición de instalación, ya sea vertical u horizontal, se fabrican de acero estampado según dimensiones normalizadas de tuberías o moldeado.

Cajas Especiales.

Donde lleguen tuberías o alimentadores de diámetros mayores de 1", se emplearán cajas especiales construidas de planchas de fierro galvanizado de 1/8" (3 mm.) de espesor como mínimo, con tapa hermética empernada del mismo material. Se ajustarán a lo previsto en el Código Eléctrico del Perú - Capítulo XVI -14-08. De las dimensiones mostradas en los planos, se muestran dos clases de la figura respectiva.

Conductores.

Serán de cobre electrolítico aislados con pvc, para uso general y fabricado según normas ASTM-B8, VDE 0250/4.64, Pub. IPCEA S-61-402.

Cable de Alta Tensión - 13.8 Kv.

El cable a usarse será 500 MCM-AWG-15 Kv., tendrá pantalla metálica, con cubierta de neopreno y aislamiento de caucho, del tipo simple conductor de cobre, temperatura de operación del conductor 85 °C. Fabricado de acuerdo a normas - IPCEA-NEMA.

Cables de Baja Tensión THW - 0.48 Kv.

Conductor de cobre suave, cableado con aislamiento de PVC para 600 voltios y una temperatura de operación de 75 °C, a prueba de humedad y resistente al calor, se usará para - calibres # 8 AWG y mayores.

El espesor del aislamiento será como sigue :

- N° 8 al N° 2 : 1.6 mm.

- N° 1/0 al N° 4/0 : 2.0 mm.

- 250 MCM al 500 MCM: 2.4 mm.

Alambre Tipo TW.

Conductor de cobre suave, sólido con aislamiento de PVC, - para 600 voltios y una temperatura de operación de 60 °C, a prueba de humedad para los siguientes calibres AWG: N° 11, N° 12 y N° 10.

Espesores del aislamiento como sigue :

- N° 14 : 0.7 mm.
- N° 12 : 0.8 mm.
- N° 10 : 0.8 mm.

Terminales Mecánicas.

Serán de cobre electrolítico del tipo de presión, soldados o empernados para que permitan en todo caso una excelente conductividad eléctrica.

4.2. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos.

Seccionador-fusible.

Serán unipolares para maniobra con pértiga, - montaje interior, regenerables, de alto poder de ruptura, montados sobre aisladores de 750 kilogramos mínimos de esfuerzo en la punta, para formar una terna de seccionadores de las siguientes características generales :

- Tensión nominal : 15 Kv.
- Tensión de servicio: 13.8 Kv.
- Corriente nominal : 600 Amperios.

En la figura # 21 se puede apreciar la distribución de sus elementos en el montaje y son como se numera a continuación:

1. Base-Viga U 3" x 1 1/2" x 3/16" x 0.42 metros (incluye pernos y anclajes).
2. Aislador de Araldite de 15 Kv., 750 kg.
3. Mandibula de contacto.
4. Mordaza desconectora.
5. Fusible de alto poder de ruptura 15 KV.
6. Soporte del fusible.
7. Base del fusible.



- Pértiga de 15 Kv.

a) Aplicación: Para efectuar operaciones de apertura con carga de seccionador-fusible unipolar, para instalación en ca sata, 15 Kv.

b) Características básicas:

- Tensión nominal : 13.8 Kv.
- Corriente nominal : 400 Amp.
- Corriente nominal máxima: 600 Amp.
- Fabricante : S & C.

Equipos Eléctricos de la SS.EE. del tipo integral de 500 KVA (4.16/0.18 KV.)

- Celda de llegada 4.16 Kv.

Al igual que para los otros transformadores y habiéndose considerado SS.EE. del tipo integral, la celda de llegada cuenta con un disyuntor, el mismo que protegerá a todo el sistema para la tensión de servicio de 4.16 Kv. Así mismo ser virá para efectuar las operaciones de conexión y desconexión del sistema de la red principal.

- Transformador de Potencia.

Se trata de un transformador de potencia fabricado según las prescripciones de las normas IEC, en baño de acei te y refrigerado por circulación natural de aire.

Características principales:

- Tipo : DOFA-2432
- Potencia nominal : 500 KVA.
- Frecuencia : 60 ciclos/segundo
- Número de fases : 3
- Devanado de A.T. : 4160 voltios
- Número de tomas : 3
- Regulación :  $\pm 2.5 \pm 5 \%$
- Número de bornes : 3
- Conexión : Triángulo
- Devanado de B.T. : 180-277 voltios
- Número de bornes : 4
- Conexión : Estrella con neutro a tierra
- Grupo : DY n 11
- Ensayos : Según IEC-Pub. 76-370.002.

Accesorios: Bornes de puesta a tierra, orejas de izaje, tapón de llenado, válvula de vaciado y de toma de muestra de aceite, conmutador accionable a mano con el transformador sin tensión, conservador con nivel de aceite y válvula de seguridad.

- Tablero de Distribución de Baja Tensión.

Este tablero consta básicamente de dos interruptores principales de 400 amperios de capacidad, los cuales alimentarán a dos Centros de Control de Motores, ya que sus respectivas cargas representan del primero un tablero de control y paneles de alumbrado y del segundo el control de los motores de diferentes bombas al nivel de tensión de 480 voltios. En cuanto al equipamiento, cuenta con un voltímetro de 0-600 voltios con su respectivo selector para tener las lecturas en las tres fases y un amperímetro para determinar la magnitud de la carga también en las tres fases.

Interruptores, tomacorrientes y placas.

Se instalarán los interruptores y tomacorrientes - que se indican en los planos y serán del tipo para instalación empotrada, para cargas inductivas hasta su máximo amperaje y voltaje, con placas de acero inoxidable.

Los tomacorrientes de la zona de la SS.EE. serán del tipo doble universal. Los tomacorrientes a prueba de humedad serán para la tensión de 220 voltios, con tapa y empaquetadura de material resistente a la humedad, tapa con resortes para asegurar la rigidez entre la misma y la salida.

Los tomacorrientes con toma de tierra serán de 10 Amperios-220 voltios pero con entrada para espiga a tierra.

Cajas de Fusibles Tipo NH.

Serán del tipo para empotrar en pared, construida de fierro galvanizado de 1.5 mm. de espesor, con marco y tapa abisagrada del mismo material, debiendo traer huecos ciegos - en sus cuatro costados de diámetros variados de acuerdo a los alimentadores. Deberá tener el espacio necesario para alojar la base portafusibles, la barra de tierra y permitir efectuar todo el alambrado en ángulo recto.

La barra de tierra será de  $1 \text{ cm}^2$ , de sección como mínimo y llevará tornillos de conexión para las líneas de tierra y separadamente para la toma de tierra.

El cierre de la tapa podrá hacerse por medio de un perno de cabeza hexagonal asegurado a la tapa de modo que no se caiga al aflojarlo para abrir la caja.

En los tipos de circuitos en que se acciona a través de contactores, éstos deberán estar ubicados dentro del mismo tablero y después de su respectivo interruptor termomagnético. El control de los contactores se hará con la misma tensión de cada tablero, utilizando un fusible de tipo DZ de 6 amperios para proteger el circuito de control.

Las dimensiones de los tableros dependerán de la cantidad de interruptores termomagnéticos y de contactores que lleven, respetándose solamente que su ubicación esté a 1.50 metros del nivel del piso terminado.

Todos los tableros deberán ser fabricados con plancha de fierro galvanizado de 2 mm. de espesor mínimo, y con su tapa y partes visibles debidamente pintadas en color gris pudiendo ser pintura de esmalte o martillada.

#### Interruptores Automáticos.

Deben ser del tipo intercambiables de tal forma que un interruptor pueda ser removido sin tocar los adyacentes. Protección contra sobrecargas por medio de placa bimetálica. Debe ser operable a mano (trabajo normal) y de accionamiento automático en caso de sobrecargas o cortocircuito.

El mecanismo de disparo debe ser apertura libre de tal modo que no permanezca cerrado en condiciones de cortocircuito. Serán construídas de acuerdo a las recomendaciones NEMA-ABI-1959; cada interruptor debe tener un mecanismo de desconexión de manera que si ocurre una sobrecarga o cortocircuito en uno de los conductores, desconecte automáticamente todos los polos del interruptor.

#### Interruptores con Fusible.

Serán para montaje superficial del tipo blindado y con aislamiento no menor de 600 voltios con fusibles tipo lá

mina. La conexión de los alambres debe ser lo más simple y segura, las orejas serán fácilmente accesibles, la conexión eléctrica debe asegurar que no ocurra pérdidas de energía por falsos contactos.

La parte del interruptor que debe ser accionado, así como cualquier parte del interruptor que por su función pueda ser tocada con las manos, deben ser construídas con material aislante. El canal para el arco debe ser construído de material aislante que absorva el calor y que rápidamente interrumpa el arco, los ... gases calientes producidos por el arco deben ser rápidamente enfriados y expelidos.

Contactos de aleación de plata, el alambrado debe ser hecho por medio de terminales de tornillos con contactos de presión. Los interruptores deben llevar claramente marcadas la posición desconectado (OFF) y conectado (ON).

Tableros de Distribución eléctrica de alumbrado y fuerza.

Serán del tipo de empotrar, con todos los interruptores y accesorios mostrados en los esquemas unifilares correspondientes.

Esta especificación contempla solo los tableros de fuerza y los de alumbrado. El tipo de circuito que se tiene en los tableros es el de control centralizado en que todas las carga del circuito se encienden mediante un interruptor corriente de pared, pero que en lugar de conectar directamente la corriente de carga, energiza la bobina de un contactor tripolar quien conecta las cargas.

Los cables deben llegar lo más directamente al interruptor general sin recorrer la caja del tablero. Se debe identificar lo más claramente posible los bornes de llegada (Line) y salida (Load).

Serán tripolares y de las siguientes capacidades de ruptura:

<u>Interruptor</u>	<u>Capacidad de Ruptura Simétrica</u>	<u>Tensión</u>
15-100 Amp.	10000 Amp.	Máx. 600 Volt.
125-225 Amp.	32000 Amp.	Máx. 600 Volt.
250-1000 Amp.	50000 Amp.	Máx. 600 Volt.

Gabinetes para interruptores automáticos.

En caso de instalarse interruptores automáticos de ubicaciones individuales y locales, no siendo éstos de tipo blindado, se usarán estas cajas :

Caja: Será del tipo para empotrar en la pared, construida de fierro galvanizado de 2 mm. de espesor debiendo traer huecos ciegos en sus cuatro costados de diámetros variados, 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", etc. de acuerdo con los alimentadores.

Las dimensiones de las cajas serán las recomendadas por los fabricantes, debiendo tener como máximo cuatro tamaños diferentes de cajas.

Marco y Tapa: Serán del mismo material que la caja, debiendo estar empernada a la misma.

El marco llevará una plancha que cubra los interruptores, la tapa debe ser pintada en color gris oscuro y en relieve debe llevar denominación del tablero.

Barras y Accesorios: Las barras se instalarán aisladas de todo el gabinete, de tal forma de cumplir exactamente con las especificaciones de tableros de frente muerto. Las barras serán de cobre electrolítico con capacidad mínima - que se indica a continuación :

<u>Interruptor General</u>	<u>Barras</u>
30-60 - 100 Amp.	200 Amp.
150-200 - 400 Amp.	800 Amp.
500-600	1200 Amp.

Estarán dotados de barra para conectar las líneas de tierra de todos los circuitos, la misma que se hará por medio de tornillos, debiendo preverse uno final para la conexión a la toma de tierra.

En ningún caso la densidad de corriente en las barras deberá ser mayor de 150 amperios/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3. Especificaciones Técnicas del montaje.

##### Especificaciones técnicas del montaje de la SS.EE. de la Planta Desaladora.

- Alimentador General: Será instalado en forma aérea hasta el Cuarto Eléctrico de la planta, para luego ser transportado y realizar la alimentación por la parte superior del tablero de alta tensión.

Durante su recorrido aéreo y en los lugares de amarre, irán debidamente asegurados y soportados por sus respectivos apoyos. Al emplear empalmes y terminales, se tendrán que referirse a las especificaciones que se dan más adelante al respecto.

- Tablero de alta tensión: Donde se encuentra un disyuntor para la protección del sistema, será montado con un comando manual mediante palanca y accionamiento de desenganche automático.

-- Aisladores portabarra y barras de cobre: Los aisladores cónicos de porcelana se instalarán en la parte inferior del tablero de alta tensión.

Las uniones entre barras y derivaciones a los equipos deberán efectuarse utilizando bornes concéntricos y derivación "T" especiales para estos tipos de montaje.

##### - Transformadores de potencia.

Se montarán 1 transformador de 500 KVA, la instalación será en el Cuarto Eléctrico sobre la zanja eléctrica, no necesitando cimentaciones y obras civiles especiales.

Con respecto al sistema de ventilación, se empleará tanto el sistema de ventilación natural y el sistema de ventilación forzada

##### - Tableros de Distribución

Las barras de interconexión serán de cobre - electrolítico de 99.9 % de conductividad y sección rectangular. Los aisladores portabarras serán troncocónicos para 1 Kv. de tensión nominal.

La capacidad y dimensiones de los interruptores de potencia - del tipo extraíble han sido dados a conocer en el acápite anterior.

- Tomas y líneas de tierra.

Comprenden dos sistemas: uno para alta tensión y otro para baja tensión, constituidos por colectores de cobre y dispersores de fierro galvanizado en sus correspondientes pozos de tierra.

Una vez construidos los pozos de tierra y antes de interconectarlos, se deberá medir su resistencia a tierra, la que individualmente no deberá ser mayor de 15 ohmios. Si uno de ellos diera una resistencia mayor, éste se deberá regar de la siguiente forma :

- a) Se introducirá un tubo de más o menos 1 1/2" de diámetro, con una longitud de 2 1/2 metros hasta llegar a la profundidad del extremo enterrado de la barra. Por el extremo libre del tubo se meterá agua, preferiblemente a presión en forma abundante, asegurándose que se produce filtración dentro del pozo.
- b) Seguidamente el tubo se sube 50 centímetros de la posición anterior y se repite la introducción de agua y así, cada 50 cm. hasta llegar a la parte superior.
- c) Esta operación se puede hacer en las cuatro esquinas del pozo hasta asegurar que la resistencia haya bajado a 15 ohmios o menos.

El sistema de tierra se completa con la conexión a la red principal de tierra de cables # 4/0 AWG, los cuales están tendidos en canaletas portacables en cada una de las respectivas zanjas de alimentación a las unidades desaladoras, esta conexión se hará por medio de conectores mecánicos o soldadura Cadwell correspondiente al tipo adecuado, similar proceso se cumplirá para conectar las estructuras principales del edificio a la red principal de tierra.

Especificaciones técnicas del montaje de las Instalaciones Eléctricas interiores.

- Electroductos metálicos rígidos:

En el proceso de instalación algunos aspectos importantes son :

- a) Deberán formar un sistema unido mecánicamente de caja a caja o de accesorio a accesorio, estableciendo una adecuada contnuidad en la red de electroductos.
- b) No se permitirá la formación de trampas o bolsillos para evitar la acumulación de humedad.
- c) Los electroductos deberán estar enteramente libres de contacto con tuberías de otras instalaciones siendo la distancia mínima 15 cm.
- d) No se usará tubos de 1/2" de diámetro nominal según cuadro de dimensiones normalizadas de tuberías.
- e) No son permisibles más curvas que aquellas equivalentes a cuatro (4) curvas de 90°, incluyendo las de entrada a caja y accesorios.
- f) Los electroductos que irán empotrados en elementos de concreto armado, se instalarán después de haber sido armado el fierro y se asegurarán debidamente.
- g) Los electroductos cuya instalación sea visible, deberán soportarse o fijarse adecuadamente mediante soportes, colgadores y abrazaderas, en general estos soportes deberán espaciarse como máximo: a 1.20 m. para diámetro 1/2" y 3/4", a 1.50 m. para diámetro 1", 1 1/4" y 1 1/2" a 2.0 m. para diámetros mayores.

- Cables y conductores.

Se instalarán de acuerdo a las siguientes especificaciones :

- a) Los cables THW (350 MCM-AWG-600 Voltios) irán tendidos en las bandejas portacables a todo lo largo de la zanja eléctrica para la alimentación a las unidades desaladoras.
- b) Antes de proceder al alambrado se retirarán los tapones provisionales, se limpiarán y secarán los electroductos y cajas. Para facilitar el paso de los conductores se emplearán alambres guías.
- c) Los conductores serán continuos de caja a caja, no permitiéndose empalmes que queden dentro de las tuberías.
- d) Los empalmes de los conductores de todas las líneas de alimentación entre tableros se harán con terminales de cobre, protegiéndolos y aislándolos adecuadamente.



- e) Los empalmes de las líneas de distribución se ejecutarán en las cajas y serán eléctrica y mecánicamente seguros, aislándolos adecuadamente para la tensión de servicio.
- f) Los conductores de los circuitos derivados de conductores múltiples y los circuitos derivados de dos alambres conectados al mismo sistema deberán cumplir con el código de colores indicado por el Código Eléctrico del Perú. Capítulo X, ítem # 10.64.

- Empalmes en alta tensión.

De la figura adjunta, tomamos todas las indicaciones concernientes, estas indicaciones son básicamente las dimensiones requeridas para la preparación misma del empalme, así como también los tipos de cintas a emplear en cada caso.

Durante todo el proceso de preparación del empalme se deberá tener especial cuidado y una gran limpieza, ya que de estas acciones dependerá el buen servicio de suministro de energía eléctrica y la conservación del cable.

- Terminales en alta tensión.

Para la preparación de los terminales se procederá de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones dadas por los fabricantes y suministradores de los respectivos materiales. Tal como puede apreciarse en la figura # 27, primeramente se determina el nivel de tensión de servicio y luego se toman las dimensiones requeridas necesarias para la preparación del cable.

Al igual que para el caso de los empalmes, se recomienda especial cuidado y buena limpieza para finalmente obtener un buen servicio y eficiente funcionamiento y operación de los cables.

- Interruptores, tomacorrientes y placas.

Se instalarán los interruptores y tomacorrientes que se indiquen en los planos, los que serán del tipo para empotrar con placas de acero inoxidable.

- Tableros de Alumbrado y Fuerza.

Los tableros de alumbrado y fuerza estarán instalados de acuerdo a las indicaciones en los planos correspondientes, serán del tipo autosoportado y modular.

Especificaciones técnicas del montaje de las Instalaciones Eléctricas exteriores.

- Artefactos de iluminación exterior.

Todos los artefactos. Proyectores tipo C-51, irán instalados en las vigas estructurales de la parte exterior del techo de la planta, el montaje será por medio de los soportes de fijación de fierro galvanizado, los mismos que estarán empernados a las vigas. Luego de hecho el montaje, se dará un ángulo de inclinación al proyector con el fin de que cuando el sistema se encuentre en funcionamiento, se tenga un adecuado nivel de iluminación exterior en la planta y sobre todo uniforme.

V.-M E T R A D O y P R E S U P U E S T O

ACOMETIDA Y ALIMENTADORES

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
1-1	Habilitación de zanj as para acometida y alimentadores	m	120	1,000	120,000	
1-2	Suministro, transpor te e instalación de cable NYY de 3x120 mm <sup>2</sup> , según plano	m	96	10,700	1'027,200	
1-3	Suministro, transpor te e instalación de cable NYY de 3x150 mm <sup>2</sup> , según plano	m	32	14,500	464,000	
1-4	Suministro, transpor te e instalación de cable NYY de 3x200 mm <sup>2</sup> , según plano	m	36	21,300	767,000	
1-5	Suministro, transpor te e instalación de cable NYY de 3x500 mm <sup>2</sup> , según plano	m	45	49,000	2'241,000	
1-6	Suministro, transpor te e instalación de centros de distri- bución	c/u	3	350,000	1'050,000	
1-7	Botella terminal	c/u	1	150,000	150,000	
1-8	Seccionador de Pot.	c/u	2	700,000	1'400,000	
1-9	Trafo de 630 KVA	c/u	1	4'500,000	4'500,000	
1-10	Tablero general a 330 V con sus bases para 4 salida	c/u	1	3'500,000	3'500,000	
1-11	Banco automático de condensadores de - 300 KVAR	c/u	1	1'600,000	1'600,000	
1-12	Cables de conexión	m	20	5,000	100,000	
					11'399,000	

INDICADOR Y PLAN DE OBRAS      PROYECTO PARA OPTAR EL

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICAS PARA LA FABRICA DE CABLES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
2-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	12	984	11,808	
2-2	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	22	782	17,212	
2-3	Suministro, transporte e instalación de interruptor de cuchilla para 30 Amp.	c/u	2	420	840	
2-4	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 3/4"	m	6	318	1,908	
2-5	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	66	168	11,088	
2-6	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1/2"	m	33	1,344	44,352	
2-7	Suministro, transporte e instalación de cajas rectangulares y hexagonales, según plano	c/u	47	132	6,204	
2-8	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	145	78	11,310	
2-9	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 10 AWG	m	50	177	8,880	

ILUMINACION Y FUERZA OFICINAS NAVE I

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
2-10	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	16	279	4,340	
2-11	Suministro, transpor te e instalación de placas para interrup tores y tomacorrien tes, según plano	c/u	25	400	10,000	
2-12	Suministro, transpor te e instalación de luminaria A-1	c/u	6	11,990	71,940	
2-13	Suministro, transpor te e instalación de luminaria A-2	c/u	4	15,590	62,360	
2-14	Suministro, transpor te e instalación de luminaria A-6	c/u	2	7,960	15,920	
2-15	Suministro, transpor te e instalación de luminaria A-8	c/u	12	11,190	134,160	
						758,440

ILUMINACION Y FUERZA NAVAL I

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
3-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de $\phi$ 1 1/2"	m	16	984	15,744	
3-2	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 1 AWG	m	46	1,632	78,336	
3-3	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	16	780	12,480	
3-4	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de $\phi$ 3/4"	m	6	2,022	12,132	
3-5	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	24	78	1,872	
3-6	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de $\phi$ 3"	m	30	2,130	63,900	
3-7	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4/0 AWG	m	90	4,188	376,920	
3-8	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 1/0 AWG	m	30	2,304	69,120	
3-9	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de $\phi$ 1 1/2"	m	70	984	68,880	
3-10	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	210	780	163,800	

ILUMINACION Y FUERZA NAVE I

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
3-11	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 6 AWG	m	70	498	34,860	
3-12	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	60	1,236	74,160	
3-13	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 2 AWG	m	180	1,164	209,520	
3-14	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	60	780	46,800	
3-15	Suministro, transpor te e instalación de cajas de 4"x6"x8" de 1/32" espesor	c/u	9	900	8,100	
3-16	Suministro, transpor te e instalación de tomacorrientes 3 $\phi$ y $\phi$	c/u	9	1,116	10,044	
3-17	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	6	1,236	7,416	
3-18	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 2 AWG	m	18	1,164	20,952	
3-19	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	6	780	4,680	
3-20	Suministro, transpor te e instalación de tablero de alumbrado con 12 circuitos	c/u	1	216,000	216,000	



ILUMINACION Y FUERZA NAVE I

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		INSTALACION ELÉCTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
3-21	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	240	168	40,320	
3-22	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1 1/2"	m	45	984	44,280	
3-23	Suministro, transpor te e instalación de cajas de paso de 4" x 6" x 10" de 1/32" de espesor	c/u	7	900	6,300	
3-24	Suministro, transpor te e instalación de cajas hexagonales	c/u	43	132	5,676	
3-25	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	42	290	12,180	
3-26	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 10 AWG	m	195	234	45,630	
3-27	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	360	152	54,720	
3-28	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	86	78	6,708	
3-29	Suministro, transpor te e instalación de luminarias A-4	c/u	7	12,700	88,900	
3-30	Suministro, transpor te e instalación de luminarias A - 5	c/u	23	13,200	303,600	

ILUMINACION Y FUERTE HAVE I

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ATAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
3-31	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-6	c/u	2	7,960	15,920	
3-32	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-7	c/u	10	2,150	21,500	
						504,394

LEANTUACION Y ENERGIA CONCRETAS NAVE II Y III

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.			PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA	
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
4-1	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	10	1,236	12,360	
4-2	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 1 AWG	m	30	1,632	48,960	
4-3	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	10	780	7,800	
4-4	Suministro, transpor te e instalación de interruptores de cu chilla para 30 Amp.	c/u	4	420	1,680	
4-5	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SEU) de $\phi$ 1/2"	m	122	168	20,496	
4-6	Suministro, transpor te e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1/2"	m	86	1,344	115,584	
4-7	Suministro, transpor te e instalación de cajas exagonales y rectangulares según plano	c/u	108	132	14,256	
4-8	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	260	152	39,624	
4-9	Suministro, transpor te e instalación de cable TW N° 10 AWG	m	172	234	40,248	
4-10	Suministro, transpor te e instalación de placas para inte-					

ILUMINACION Y FUERZA OFICINAS NAVE II Y III

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
	Interruptores y tomacorrientes según plano	c/u	58	400	23,200	
4-11	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-2	c/u	10	15,590	155,900	
4-12	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-3	c/u	19	20,353	386,707	
4-13	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-4	c/u	4	12,700	50,800	
4-14	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-5	c/u	13	23,800	309,400	
4-15	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-6	c/u	4	21,150	84,760	
						1,311,775

INSTRUMENTACION Y FUERZA DE VIDA II Y III

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
5-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de $\phi$ 2"	m	35	1,236	43,260	
5-2	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 3/0 AWG	m	105	3,330	349,650	
5-3	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 1/0 AWG	m	35	2,304	80,640	
5-4	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1"	m	45	2,803	126,360	
5-5	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	180	348	62,640	
5-6	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	78	1,236	96,408	
5-7	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 2 AWG	m	234	1,164	272,376	
5-8	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 6 AWG	m	78	490	38,844	
5-9	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	45	934	44,280	
5-10	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	135	780	105,300	
5-11	Suministro, transporte e instalación de					

ILUMINACION Y FUERZA PARA II Y III

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
5-12	cable TW N° 6 AWG Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2 1/2"	m	45	498	22,410	
5-13	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 3/0 AWG	m	54	1,930	106,920	
5-14	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 1/0 AWG	m	162	3,330	539,460	
5-15	Suministro, transporte e instalación de cajas de 4" x 8" x 8" de 1/32" de espesor	m	54	2,304	124,416	
5-16	Suministro, transporte e instalación de tomacorriente 3 $\phi$ y $\phi$	c/u	16	900	14,400	
5-17	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	c/u	16	1,116	17,856	
5-18	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	20	984	19,680	
5-19	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 6 AWG	m	60	458	29,880	
5-20	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	20	348	6,960	
5-20	Suministro, transporte e instalación de tablero de alumbrado con 10 circuitos	c/u	1	192,000	192,000	

ILUMINACION Y FUEREA NAVES II Y III

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
5-21	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	110	168	18,480	
5-22	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1 1/2"	m	40	934	39,360	
5-23	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	156	152	28,346	
5-24	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	76	102	7,752	
5-25	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 16 AWG	m	55	78	4,290	
5-26	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	28	984	27,552	
5-27	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	84	780	65,520	
5-28	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 6 AWG	m	28	498	13,944	
5-29	Suministro, transporte e instalación de tablero de alumbrado con 10 circuitos	c/u	1	192,000	192,000	
5-30	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	126	168	21,168	

ILUMINACION Y FUERZA NAVES II Y III

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE AIAM BRYS Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
5-31	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SPT) de $\phi$ 3/4"	m	34	319	10,846	
5-32	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SPT) de $\phi$ 1 1/2"	m	36	984	35,424	
5-33	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	75	348	26,100	
5-34	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 10 AWG	m	100	234	23,400	
5-35	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	76	152	11,552	
5-36	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	153	102	15,606	
5-37	Suministro, transporte e instalación de cajas de paso de 4" x 6" x 10" de 1/32" de espesor	o/u	17	900	15,300	
5-38	Suministro, transporte e instalación de cajas hexagonales	o/u	54	132	7,128	
5-39	Suministro, transporte e instalación de luminarias 2-4	o/u	1	1,500	1,500	



ILUMINACION Y MUEBLES OFICINAS DEPARTAMENTO II Y III

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		INSTALACION ELÉCTRICA PARA LA FABRICA DE ALUMINOS Y DERIVADOS S.A.			PROYECTO PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELÉCTRICO	
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
5-40	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-5	c/u	42	23,600	999,600	
5-41	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-7	c/u	5	2,150	10,750	
5-42	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de 1/2"	m	50	68	3,400	
5-43	Suministro, transporte e instalación de cable # 12 AWG	m	100	152	15,200	
5-44	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-8	c/u	5	27,450	137,250	
						4,437,752

ILUMINACION Y FUERZA OFICINAS NAVE IV

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAM BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
6-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	12	984	11,808	
6-2	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	36	780	28,080	
6-3	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	12	348	4,176	
6-4	Suministro, transporte e instalación de interruptores de cuchilla para 30 Amp.	c/u	2	420	840	
6-5	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	65	168	10,920	
6-6	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 3/4"	m	62	2,022	125,364	
6-7	Suministro, transporte e instalación de cajas exagonales y rectangulares según plano	c/u	31	132	4,092	
6-8	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 10 AWG	m	125	234	29,250	
6-9	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	145	78	11,310	

ILUMINACION Y FUERZA OFICINAS NUEVE IV

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		ILUMINACION GENERAL PARA LA FABRICA DE MUEBLES Y DERIVADOS S.A.S.		PROYECTO PARA COBRAR EL TRABAJO EFECTUADO DE UN ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTOS	
					UNITARIO	TOTAL
6-10	Suministro, transporte e instalación de placas para interruptores y tomacorrientes según plano	c/u	13	480	6,240	
6-11	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-2	c/u	3	15,500	46,500	
6-12	Suministro, transporte e instalación de luminarias A-5	c/u	11	23,500	258,500	
						543,210

ILUMINACION Y FIBRA OPTICA IV

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICIDAD		ILUMINACION Y FIBRA OPTICA IV			CANTIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS	
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	
					MONEDAS	DOLARES
7-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2 1/2"	m	56	1,800	100,800	
7-2	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 2/0 AWG	m	170	2,656	451,520	
7-3	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 1 AWG	m	56	1,632	91,392	
7-4	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 3/4"	m	18	2,022	36,396	
7-5	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	72	152	10,944	
7-6	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	65	1,236	80,340	
7-7	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 2 AWG	m	200	1,170	234,000	
7-8	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	65	780	50,700	
7-9	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 2"	m	50	1,236	61,800	
7-10	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 2 AWG	m	150	1,170	175,500	

ILUMINACION Y FUERZA HAVE IV

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVACION S.A.		PROYECTO PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
7-11	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 4 AWG	m	50	780	39,000	
7-12	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SAP) de $\phi$ 1 1/2"	m	5	984	4,920	
7-13	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 6 AWG	m	15	498	7,470	
7-14	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 8 AWG	m	5	348	1,740	
7-15	Suministro, transporte e instalación de cajas de 4" x 3" x 2" de 1/32 de espesor	c/u	9	900	8,100	
7-16	Suministro, transporte e instalación de tomacorrientes 3 $\phi$ y $\phi$	c/u	9	1,116	10,044	
7-17	Suministro, transporte e instalación de tablero de alumbrado con 10 circuitos	c/u	1	192.000	192,000	
7-18	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1/2"	m	130	168	21,840	
7-19	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica (SEL) de $\phi$ 1 1/2"	m	37	984	36,408	
7-20	Suministro, transporte e instalación de					

ILUMINACION Y FUERZA NAVES IV

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		INSTALACION ELECTRICA PARA LA FABRICA S. ALM. BRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	EFORTE	
					PARCIAL	TOTAL
	cable TW N° 8 AWG	m	37	348	12,876	
7-21	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 12 AWG	m	250	152	38,100	
7-22	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 14 AWG	m	110	78	8,580	
7-23	Suministro, transporte e instalación de cable TW N° 16 AWG	m	75	64	4,800	
7-24	Suministro, transporte e instalación de cajas de paso de 4" x 6" x 10" de 1/32" de espesor	c/u	6	900	5,400	
7-25	Suministro, transporte e instalación de cajas exagonales	c/u	25	132	3,300	
7-26	Suministro, transporte e instalación de luminarias 1-4	c/u	7	12,700	89,000	
7-27	Suministro, transporte e instalación de luminarias 1-5	c/u	13	23,000	299,000	
7-28	Suministro, transporte e instalación de luminarias 1-7	c/u	4	2,150	8,600	
					14,350	

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		INSTALACION ELÉCTRICA PARA LA FABRICA DE ALAMBRES Y DERIVADOS S.A.		PROYECTO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELÉCTRICISTA		
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
					PARCIAL	TOTAL
8-1	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica - (SEP) de $\phi$ 1/2"	m	70	166	11,760	
8-2	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica de (SEP) de $\phi$ 1/2"	m	30	1,344	40,320	
8-3	Suministro, transporte e instalación de tubería plástica - (SEP) de $\phi$ 2"	m	15	1,236	18,540	
8-4	Suministro, transporte e instalación de cajas rectangulares	c/u	8	132	1,056	
8-5	Suministro, transporte e instalación de placas para teléfono	c/u	8	168	1,344	
8-6	Construcción de buzón para teléfono	c/u	1	10,000	10,000	
						83,020

VI.- CONCLUSIONES y  
RECOMENDACIONES



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. De acuerdo al sistema de distribución secundaria seleccionado, se tiene que las ventajas del sistema con neutro sólidamente puesto a tierra son :
  - Reducción de la magnitud de la sobretensión transitoria.
  - Mejora la confiabilidad del servicio.
  - Brinda mayor seguridad al personal.

Para este tipo de conexión, en caso de falla a tierra aparece una corriente de defecto que representa todas las características de un cortocircuito (cortocircuito a tierra). Se empleará en este caso protección contra cortocircuito o sobre-intensidad.

Dichas corrientes presentan características de ser fuertemente desfasadas en atraso, siendo aprovechado esto para accionar los relés que desarrollan su máximo torque bajo estas condiciones.

2. Con respecto al nivel de caída de tensión, no se tiene ningún problema puesto que el nivel de tensión secundaria es 0.48 Kv., lo que conduce a que las pérdidas sean menores, al mismo tiempo debido a que la totalidad de la carga instalada se encuentra concentrada muy cerca de los centros de distribución y finalmente en el diseño propio y selección de los cables alimentadores se ha tenido en cuenta este aspecto.
3. Al haber considerado la tensión secundaria en el nivel de 480 voltios, se deduce que las corrientes de falla (cortocircuito inicial, de cheque y de ruptura) son alrededor del 50 % menos, si se hubiera considerado una tensión secundaria de 220 voltios, con lo que el costo de inversión es menor ya que se tendrán menores dimensiones de los materiales eléctricos y las capacidades de los equipos de protección.

4. En el caso de los cables alimentadores de alta (13.8 Kv.) y media tensión (1.15 Kv.), las armaduras metálicas deberán unirse conductivamente entre sí al efectuar los empalmes en los niveles de tensión respectivos.

Para realizar estas uniones deberá emplearse un conductor cuyas características de conductividad y resistencia al cortocircuito corresponda con el de la armadura metálica del cable. De este modo no se presentarán problemas en las uniones (empalmes) cuando estas armaduras sean recorridas por corrientes de cortocircuito o de puesta a tierra de intensidades elevadas. También, al unir las armaduras metálicas de los cables entre sí es necesario para evitar las elevadas tensiones de paso que puedan suscitarse en el caso de fallar el aislamiento de los cables.

5. Se recomienda un sistema de protección de puesta a tierra por medio de una baja resistencia en los transformadores de potencia por las siguientes razones :
  - Se limita la autogeneración de sobretensión transitoria del sistema a un valor que no resulte peligroso.
  - Se atenúa la corriente de falla.
  - Se efectúa una separación automática de la zona en defecto.
6. Se han seleccionado todos los equipos de protección, disyuntores, interruptores, etc. de modo que su poder de corte sea igual al de la corriente inicial de cortocircuito y que su poder de cierre sea igual al de la corriente de choque.
7. En la selección del cable alimentador se ha tenido en cuenta una serie de factores, entre los que se tiene que sea resistente a los esfuerzos mecánicos y a la acción de la contaminación salina y agentes químicos. Con respecto al esfuerzo mecánico éste disminuye debido a que durante todo el proceso de montaje e instalación se han empleado

- ... cables templadores y soportes de madera adecuados.
6. Tal como se realizó, en el caso del Taller Electromecánico de la Planta, éste cuenta con un alumbrado suplementario, el mismo que no se incluye en el presente estudio por ser un sistema secundario y en el cual no es necesario hacer un diseño muy exigente.

## ANEXOS

### 1.-Método de los 9 Puntos

El presente método nos permite obtener los datos a -- fin de poder determinar los niveles medio, mínimo y -- máximo de iluminación, así como el grado de regulari- dad de la iluminación.

Este método consiste en ubicar 9 puntos en la mitad - del área comprendida entre dos postes contiguos con-- respecto al eje de la vía, sea cual fuese la disposi- ción de las luminarias.

El valor de los niveles de iluminación de cada uno de estos puntos, es igual a la suma de la iluminación re- cibida por las lámparas cercanas.

De ésta manera los puntos 1, 3, 7, 9 intervienen con la cuarta parte de su valor; los puntos 2, 4, 6, y 8 con la mitad de su valor y el punto 5 con el valor to- tal y así determinamos que el valor medio de ilumina- ción está dado por la relación:

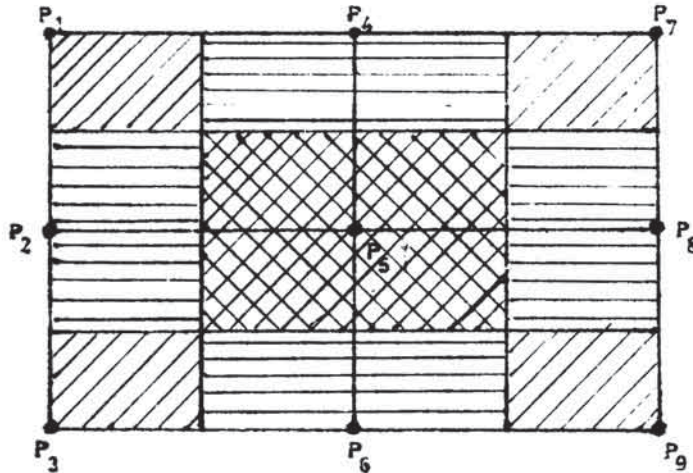
$$E_{MED} = \frac{P_1 + 2P_2 + P_3 + 2P_4 + 4P_5 + 2P_6 + P_7 + 2P_8 + P_9}{16}$$

El grado de regularidad será:

$$N = \frac{E_{\text{MIN}}}{E_{\text{MED}}}$$

En el eje:

$$N_{\text{eje}} = \frac{E_{\text{MIN}}(\text{eje})}{E_{\text{MED}}(\text{eje})}$$



$$P_1 = B_1 + 2B_5 + 2B_9$$

$$P_2 = C_1 + 2C_5 + 2C_9$$

$$P_3 = D_1 + 2D_5 + 2D_9$$

$$P_4 = B_2 + D_4 + D_6 + B_8$$

$$P_5 = C_2 + C_4 + C_6 + C_8$$

$$P_6 = D_2 + D_4 + D_6 + D_8$$

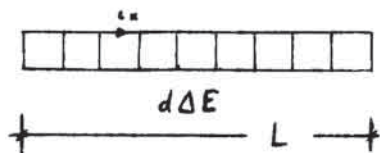
$$P_7 = 2B_3 + 2B_7 + B_{11}$$

$$P_8 = 2C_3 + 2C_7 + C_{11}$$

$$P_9 = 2D_3 + 2D_7 + D_{11}$$

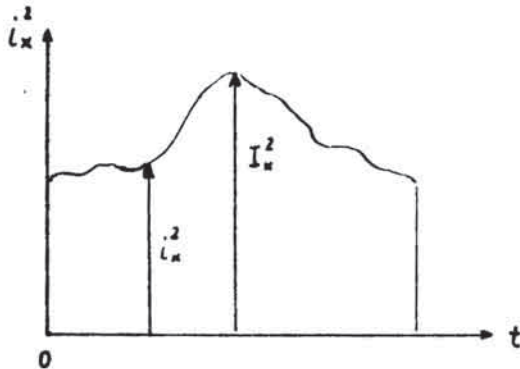
## 2.-Pérdida de Energía

$$\Delta E = 3i^2 R t = 3i^2 \frac{\rho L}{S} t$$



$$d\Delta E = 3i^2 \rho \frac{dx}{S} dt$$

Diagrama de pérdidas

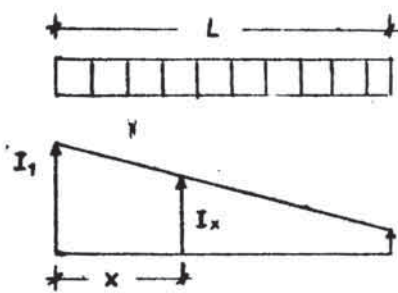


$$\int_0^{\Delta E_D} d\Delta E = 3 \frac{\rho}{S} \int_0^L \int_0^{24} i_x^2 dx dt$$

f.p. =  $\frac{\text{léridida promedio}}{\text{Péridida máxima}} = \frac{\frac{I}{24} \int_0^{24} i_x^2 R dt}{I_x^2 R} = \text{factor de péridi das.}$

$$\int_0^{24} i_x^2 dt = 24 \text{ f.p. } I_x^2$$

$$\Delta E_D = 3 \frac{\rho}{S} 24 \text{ f.p. } \int_0^L I_x^2 dx \quad (\text{Wattios por hora})$$



$$I_x = I_1 - (I_1 - I_2) \frac{x}{L}$$

$$I_x^2 = \left[ I_1 - (I_1 - I_2) \frac{x}{L} \right]^2$$

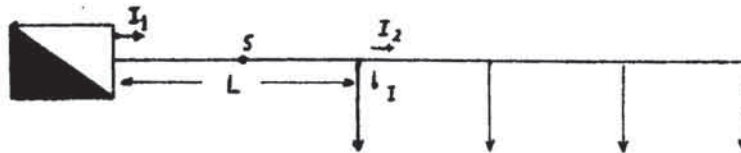
$$\Delta E_D = 3 \frac{\rho}{S} 24 \text{ f.p. } \int_0^L \left[ I_1 - (I_1 - I_2) \frac{x}{L} \right]^2 dx$$

$$\rho = \frac{3}{100} \quad \text{f.p.} = 0.35$$

$$\Delta E_D = 3 \frac{\sqrt{3}}{100} x \frac{24}{S} x 0.35 (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \frac{L}{3} \quad \text{Wh diarios}$$

$$\Delta E_D = \frac{365}{1000} x \frac{\sqrt{3}}{100} x 0.35 x \frac{L}{S} (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \quad \text{KWh anual}$$

$$\Delta E_D = 0.054 \frac{L}{S} (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \quad \text{KWh anual}$$



L=m  
S=mm<sup>2</sup>  
I=Amp.

Análogamente se deduce para las pérdidas de Potencia

$$N_p = 1.92 \times 10^{-5} \frac{L}{S} (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \quad \text{KVA anual}$$

Pruebas y mediciones a efectuar durante la ejecución del Proyecto.

Antes de la colocación de los artefactos de alumbrado y aparatos de utilización se efectuarán las pruebas de cada circuito correspondiente y sucesivamente los alimentadores y finalmente el conjunto de las instalaciones.

Las pruebas serán de aislamiento a tierra y de aislamiento entre conductores, debiéndose efectuar las pruebas tanto de cada circuito como de cada alimentador.

Los valores que deberán obtenerse con los tableros de alumbrado y tomacorrientes conectados, exceptuándose artefactos de alumbrado y aparatos de utilización son:

- Circuitos de 15 a 20 Amps. o menos	1'000,000 ohmios
- Circuitos de 21 a 50 Amps. o menos	250,000 ohmios
- Circuitos de 51 a 100 Amps. o menos	100,000 ohmios
- Circuitos de 101 a 200 Amps. o menos	50,000 ohmios
- Circuitos de 201 a 400 Amps. o menos	25,000 ohmios
- Circuitos de 401 a 800 Amps. o menos	12,000 ohmios
- Circuitos de 801 a más Amps. o menos	5,000 ohmios

Después de la colocación de artefactos y aparatos de utilización, se efectuará una segunda prueba, la que se considerará satisfactoria si se obtiene resultados que no bajen del 50 % de los valores arriba indicados.

Al concluirse las pruebas, deberán formularse tarjetas de registro de valores de aislamiento de cada tablero, cada alimentador, de cada circuito, de cada equipo, máquina y en general de los aparatos de utilización, exceptuándose los artefactos de alumbrado.

Adicionalmente se harán mediciones para comprobar si el nivel de la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores está dentro del rango mínimo que es el nivel de ruptura mínimo de 33 Kv.

Así mismo se calibrarán los equipos de protección en este caso los relays de sobrecarga y los interruptores de potencia del tipo enchufable de los tableros de baja tensión de los transformadores, así como también la regulación y calibración de los instrumentos de medición.





PLANOS.-

- 1.- Suministro Electrico
- 2.- Luminarias Empleadas
- 3.- Pozo de Tierra
- 4.- Detalles
- 5.- Acometida y Alimentadores
- 6.- Situación de la Fábrica
- 7.- Iluminación exterior y ductos para la comunicación
- 8.- Nave I
- 9.- Nave II y III
- 10.- Nave IV
- 11.- Leyenda

### 3. BIBLIOGRAFIA.

#### A - Textos:

1. ABBOTT ARTHUR L., SMITH CHARLES L., "Manual de Normas para Instalaciones Eléctricas", Editorial Reverté S.A. 1975.
2. GAY CHARLES MERRICK, "Instalaciones Eléctricas en Edificios Industriales", Editorial Gustavo Gilli, 6ta. Edición, 1974.
3. CROFT T., CARR CC., "Manual del Montador Electricista". Editorial Reverté, 3ra. Edición, 1974.
4. GAY M.G., "Electrical Engineer's Reference Book" 13ava. Edición, 1976.
5. KNOWLTON A.E., "Manual Standard del Ingeniero Electricista", Tomo II, Editorial Labor S.A., Barcelona-Madrid.
6. WESTINGHOUSE, "Electrical Transmission and Distribution", Reference Book, Edición 1974.
7. MANUAL A.E.G-2, "Tratado de Electrotecnia Práctica" Editorial Eliterna-Verlag. Novena Edición 1967.
8. CODIGO ELECTRICO DEL PERU, "Asociación Electrotécnica del Perú", Edición 1970.
9. NATIONAL ELECTRICAL CODE 1975, National Fire Protection Association, 1975 Edition.
10. WESTINGHOUSE, "Manual de Luminotecnica", Editorial Prensa Universitaria Argentina, Segunda Edición 1973