

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Instituto de Tecnologías

**Programa de Especialización Tecnológica
En Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**

**"CALCULO E INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO DEL
COMPLEJO METALURGICO DEL ECUADOR"**

Previa a la obtención del Título de

**TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL
INDUSTRIAL**

**Presentado por
ARTURO ADOLFO HIDALGO AVILES**

**Guayaquil - Ecuador
2013**

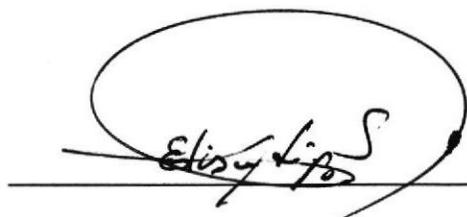
AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por su ayuda incondicional para lograr este título y a la ayuda de mi hermano que me impulso a seguir adelante en la vida profesional

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre y a todas las personas que influyeron para continuar con una carrera universitaria y poder terminar con éxito mis estudios

TRIBUNAL DE GRADO

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edison López Salgolqui", is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large loop at the top.

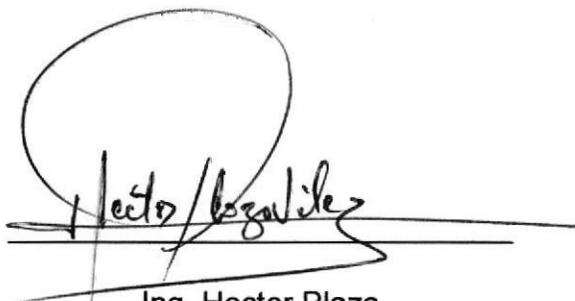
Ing. Edison López Salgolqui

Director de Tesis

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Camilo Arellano Arroba", is written over a horizontal line. The signature is highly stylized with large loops.

Lcdo. Camilo Arellano Arroba

Designado por el INTEC

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hector Plaza", is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large loop at the top.

Ing. Hector Plaza

Vocal

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta tesina de seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**".



Arturo Adolfo Hidalgo Aviles

RESUMEN

Este proyecto contiene el diseño de las instalaciones eléctricas del sistema de alumbrado y tomacorrientes de servicio general, de los tableros de distribución para cargas monofásicas y para cargas trifásicas, de los puntos de alimentación de los motores trifásicos, de los tableros principales, del cuarto de transformador, de las celdas de media tensión y de la acometida a 13.800 voltios de la industria complejo metalúrgico del Ecuador ubicada en la vía a Daule km 16 junto a Agripac.

El diseño consta del levantamiento de los datos de placa de los motores, el dibujo de los circuitos en AutoCAD, el cálculo para el sistema de iluminación y dimensionamiento de los acondicionadores de aire, el estudio de la demanda y el diseño de cuarto de transformadores y celdas de media tensión considerando las normas del Código Eléctrico Nacional, normas de la empresa local (NATSIM) y el Código Eléctrico Norteamericano (NEC).

INDICE GENERAL

CAPITULO I.....	16
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	16
1.1. Introducción.....	16
1.2. Diseño arquitectónico y ubicación de las máquinas de la Planta Industrial.....	18
1.2.1. Máquinas ubicadas en el Área de fundición de Aluminio/cobre.....	18
1.2.2. Máquinas ubicadas en el Área de Refinación.....	19
1.2.3. Área de ruptura de Baterías.....	20
1.2.4. Máquinas ubicadas en el Área de Fundición de Plomo.....	21
1.3. Características eléctricas y mecánicas de las máquinas que se van a instalar para efectuar los procesos.....	22
1.3.1. Motores ubicados en el Área de fundición de cobre.....	23
1.4. Normas aplicadas para el desarrollo del proyecto.....	38

CAPITULO II.....	40
DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y TOMAS DE SERVICIO GENERAL.....	40
2.1. Determinación del tipo de alumbrado de las oficinas y galpones y dimensionamiento de la capacidad y número de lámparas.....	40
2.1.1 Tipo de lámparas a utilizar.....	40
2.1.2 Dimensionamiento de la capacidad y número de lámparas a instalar.....	45
2.2. Ubicación de los tomacorrientes de oficinas de tipo general y regulado (UPS) en las oficinas y galpones.....	45
2.3. Dimensionamiento de los acondicionadores de aire para las oficinas cálculos de BTU de acuerdo al área y número de personas....	47
2.4. Diagramación en software tipo CAD de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes.....	48
CAPITULO III.....	50
ESTUDIO DE LA DEMANDA DE LA PLANTA Y OFICINAS.....	50
3.1. Determinación de la corriente nominal y de arranque de los motores y circuitos de alumbrado y tomacorrientes.....	50
3.2. Dimensionamiento de los conductores, ductos y disyuntores	

de los motores y circuitos de alumbrado y tomacorrientes.....	53
3.3. Dimensionamiento de las acometidas y disyuntores principales de los paneles y tableros de distribución.....	61
3.4. Dimensionamiento de la acometida principal, del disyuntor principal y del transformador.....	64
3.5. Dimensionamiento de las celdas principales y secundarias.....	66
CAPITULO IV.....	90
DIAGRAMA UNIFILAR Y DISEÑO DEL CUARTO DE TRANSFORMADOR.....	90
4.1. Diagrama unifilar del sistema eléctrico.....	90
4.2. Diseño del cuarto de transformador y del tablero de distribución principal.....	94
4.2.1.- Ubicación.....	94
4.2.2.- Características Constructivas.....	94
4.2.3.- Malla de puesta a tierra.....	96
4.2.4.- Protección de Transformadores en Media Tensión.....	97
4.2.5.- Celdas de media tensión.....	97
4.3. Diseño del sistema de medición de energía.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Terreno de Complejo Metalúrgico del Ecuador	
(Imagen Google Earth).....	17
Figura 2.- Área de cobre y aluminio de planta CME.....	19
Figura 3.- Área de refinación de la planta CME.....	20
Figura 4.- Área de ruptura de baterías de la planta CME.....	21
Figura 5.- Área de fundición de plomo de la planta CME.....	22
Figura 6.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de cobre	
aluminio (M1, M2, M3, M4).....	24
Figura 7.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de	
horno de plomo.....	25
Figura 8.- Se puede ver la placa del motor blower principal área de	
horno de plomo.....	26
Figura 9.- Se puede ver la placa del motor de válvula de desagüe	
área de horno de plomo.....	27
Figura 10.- Se puede ver la placa del motor ventilador de quemador área	
de aluminio y cobre.....	28
Figura 11.- Se puede ver la placa del motor de mezclador	
área de refinación.....	29
Figura 12.- Se puede ver la placa del motor de ventilador ve quemador	



área de refinación.....	30
Figura 13.- Se puede ver la placa del motor de quemador 2 área de refinación.....	31
Figura 14.- Se puede ver la placa del motor área de refinación.....	32
Figura 15.- Se puede ver la placa del motor bomba de horn área cisterna y torre de enfriamiento.....	33
Figura 16.- Se puede ver la placa del motor bomba de alu,cu área cisterna y torre de enfriamiento.....	34
Figura 17.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de horno de plomo.....	35
Figura 18.- Se puede ver la placa del motor bomba de ácido área de ruptura de baterías.....	36
Figura 19.- Se puede ver la placa del motor bomba de ácido área de ruptura de baterías.....	37
Figura 20.- Se puede ver la placa del motor Compresor área de horno de plomo.....	38
Figura 21.- Lámpara empotrables fluorescentes de 3x17 W.....	41
Figura 22.- Lámpara empotrables Fluorescentes de 3x32 W.....	42
Figura 23.- Lámpara empotrables tipo ojo de buey	

con dos focos de 20W.....	42
Figura 24.- Lámpara tipo campana con foco de 400W.....	43
Figura 25.- Simbología eléctrica utilizada en el diagrama de circuitos en AutoCAD.....	49
Figura 26.- Diagrama unifilar de la alimentación a media tensión del Proyecto CME.....	91
Figura 27.- Diagrama unifilar del sistema a baja tensión 440/254 V del Proyecto CME.....	92
Figura 28.- Diagrama unifilar del sistema a baja tensión 220/127 V del Proyecto CME.....	93
Figura 29.- Vista de planta del cuarto de transformadores del Proyecto CME.....	98
Figura 30.- Corte lateral del cuarto de transformadores del Proyecto CME.....	99
Figura 31.- Detalle de la medición en media tensión en poste del Proyecto CME.....	100
Figura 32.- Detalle del módulo con puerta tipo vitrina para medición indirecta trifásica.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Motores de quemador área de cobre aluminio (M1, M2, M3, M4).....	23
Tabla II: Motor de quemador área de horno de plomo.....	24
Tabla III: Motor blower principal área de horno de plomo.....	25
Tabla IV: Motor de válvula de desagüe área de horno de plomo.....	26
Tabla V: Motor ventilador de quemador área de aluminio y cobre.....	27
Tabla VI: Motor de mezclador área de refinación.....	28
Tabla VII: Motor de ventilador ve quemador área de refinación.....	29
Tabla VIII: Motor de quemador 2 área de refinación.....	30
Tabla IX: Motor área de refinación.....	31
Tabla X: Motor bomba de horno área cisterna y torre de enfriamiento.....	32
Tabla XI: Motor bomba de alu,cu área cisterna y torre de enfriamiento.....	33
Tabla XII: Motor de quemador área de horno de plomo.....	34
Tabla XIII: Motor bomba de ácido área de ruptura de baterías.....	35
Tabla XIV: Motor bomba de ácido área de ruptura de baterías.....	36
Tabla XV: Compresor área de horno de plomo.....	37
Tabla XVI: luminarias por sector.....	44
Tabla XVII: tomacorrientes por sector.....	46
Tabla XVIII: Acondicionador de aire por sector.....	48

Tabla XIX: Intensidad máxima permanente admisible de conductores	
aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60 °C a 90 °C.....	55
Tabla XX: Número máximo de conductores y cables de aparatos	
en ductos metálicos rígidos.....	58
Tabla XXI: Número máximo de conductores y cables de aparatos	
en ductos metálicos rígidos parte 2.....	60
Tabla XXII: Paneles de distribución.....	67
Tabla I-XXII:.....	68
Tabla II-XXII:.....	69
Tabla III-XXII:.....	70
Tabla IV-XXII:.....	71
Tabla V-XXII:.....	72
Tabla XXIII: Tableros de distribución td3 - 220v 2f.....	73
Tabla I-XXIII:.....	74
Tabla II-XXIII:.....	75
Tabla III-XXIII:.....	76
Tabla IV-XXIII:.....	77
Tabla XXIV: Tableros de distribución td1 - 440v (sector al-cu-refinacion).....	79
Tabla I- XXIV:.....	80
Tabla II- XXIV:.....	81

Tabla III-XXIV:	82
Tabla IV-XXIV:	83
Tabla XXV: Tableros de distribución a 440/254 v 3f.....	85
Tabla I-XXV:	86
Tabla II-XXV:	87
Tabla XXVI: Estudio de la demanda complejo metalúrgico del Ecuador.....	88
Tabla XXVII: Estudio de la demanda complejo metalúrgico del ecuador.....	89
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFIA	104



CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1.- Introducción

La planta de Complejo Metalúrgico del Ecuador - CME estará ubicada en la vía a Daule, en el km.16.5 frente AGRIPAC. En un área de 10000m², el terreno es irregular midiendo 40m de frente, 120m de fondo. En la figura 1 se ve la ubicación en Google Earth.



**Figura 1.- Terreno de Complejo Metalúrgico del Ecuador
(Imagen Google Earth)**

La función de esta empresa es proveer al mercado de cobre, aluminio y plomo para lo cual compra material prima (materiales reciclados y baterías) las baterías recicladas se someten a por procesos químicos rigurosos para neutralizar el ácido de la batería para obtener los componentes necesarios plomo cobre y aluminio estos componentes se funden y se obtienen lingotes.

1.2.- Diseño arquitectónico y ubicación de las máquinas de la Planta Industrial.

La planta del complejo metalúrgico está dividida en tres áreas principales:

1. Área de fundición de Aluminio/cobre
2. Área de Refinación
3. Área de Ruptura de Baterías
4. Área de fundición de plomo

Adicionalmente se tienen un área en donde se encuentran ubicados las oficinas administrativas, laboratorios, comedores y baños. En las siguientes páginas se podrá ver tablas y figuras del diseño arquitectónico y la ubicación de las máquinas principales.

1.2.1.- Máquinas ubicadas en el Área de fundición de Aluminio/cobre

En al área de cobre van a ir instaladas las siguientes máquinas que permiten el proceso de fundición del cobre:

1. Horno para fundir el cobre que consta de cuatro quemadores.



2. Ventiladores de enfriamiento
3. Filtro de Manga con bombas de enfriamiento
4. Balanzas electrónicas

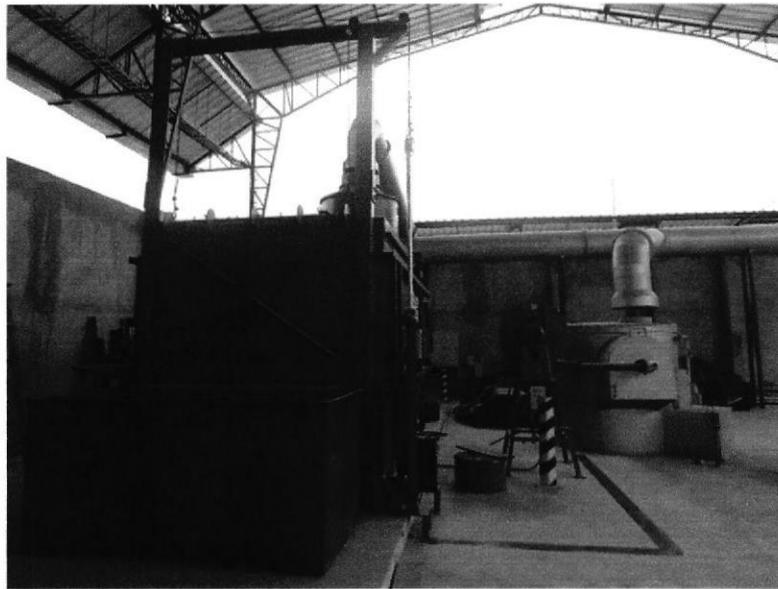


Figura 2.- Área de cobre y aluminio de planta CME

1.2.2.- Máquinas ubicadas en el Área de Refinación

En esta área se extraen los gases de la combustión y se los purifica para reutilizarlos, también se calienta el plomo para obtener los lingotes:

1. Filtros.- Sirven para extraer los gases de los hornos y purificar los gases
2. Quemadores: Son 4 quemadores de bunker donde se calienta el plomo a $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ para obtener los lingotes.



Figura 3.- área de refinación de la planta CME

1.2.3.- Área de ruptura de Baterías

Las baterías pasan por un proceso pirométrico donde se drena el ácido y se lo neutraliza para luego destruir las baterías para así obtener de manera segura el plomo.

1. Prensa de ruptura de batería
2. Transportador de plomo
3. Agitador



Figura 4.- área de ruptura de baterías de la planta CME

1.2.4- Máquinas ubicadas en el Área de Fundición de Plomo

Esta área está compuesta por un horno rotatorio donde se quema el plomo y carbón y residuos de la batería y minerales como el óxido de hierro.

1. Horno de Plomo rotatorio
2. Filtro de manga (sirven para extraer los gases)
3. Compresor

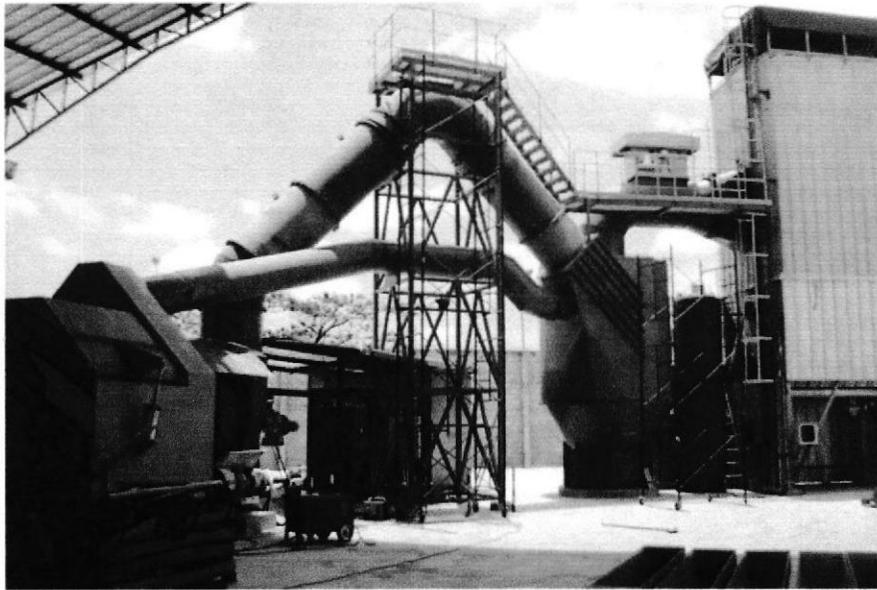


Figura 5.- área de fundición de plomo de la planta CME

1.3.- Características eléctricas y mecánicas de las máquinas que se van a instalar para efectuar los procesos.

En esta sección se describirán las características eléctricas y mecánicas de los motores a utilizar en los procesos de fundición:

1.3.1.- Motores ubicados en el Área de fundición de cobre

Motores de Quemadores (M1).- Son cuatro motores, de 1.14hp trabajan a 440V y sirven para hacer accionar el ventilador de los quemadores. A continuación un cuadro de las características de estos motores:

TABLA I : MOTORES DE QUEMADOR ÁREA DE COBRE ALUMINIO(MI, M2, M3, M4)			
Modelo:	M3Z-A,D-C	Potencia (HP)	1.14
Serial No :	40017826	Frecuencia (Hz)	60
Factor de potencia (cosQ)		R.P.M:	
Eficiencia (n)	82.0%	Voltaje(v)	460
Corriente(A)	2.9	Fases	3

Tabla I: Motores de quemador área de cobre aluminio (MI, M2, M3, M4)



Model:	M3Z-A, D-C	Serial No.:	40017826
Oil Input:	No. 4 Oil	2.8 Min.	12.4 Max. USGPH
Max Pump Pres.:	203	PSI	
Gas Type:	N/A	Heating value:	N/A BTU/C
Min.	N/A MBTUH	Max.	N/A MBTU
Gas Inlet Pres.:	N/A	Max.	Manifold Pres.: N/A
Burner Motor:	1.14 HP	460 V	60 Hz 3 PH 2.3
Remote Pump Motor:	N/A HP	N/A V	N/A Hz N/A PH N/A
Control Circuit:		120 V	60 Hz 1 PH 3
Minimum Circuit Ampacity:		2.9 A	
Manufacture Date:	Feb. 2011		

Figura 6.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de cobre aluminio (M1, M2, M3, M4)

Quemador tipo :	RMS7	Potencia (HP)	
N . fabricación :	40017581	Frecuencia (Hz)	60
Potencia min :	450	Potencia max :	1965 kw
Eficiencia (n)		Voltaje(v)	440
Potencia Eléctrica :	5.18 KW	Resistiva :	13.2

Tabla II: Motor de quemador área de horno de plomo

Quemador tipo	RMS7		Destino	
Ejecución	ZMD		Protección	IP 40
N° fabricación	40017581		Cat.	
Año fabricación	2011		Tipo de gas	
Potencia	min.	450	máx.	1965 kW
Presión conex.	min.		máx.	mbar
Gasóleo MS	min.	40	máx.	175 kg/h
NOx-Cl. 1				
Tensión mando	220 V, 1 ~, 60 Hz			10 A gl
Tensión red	440 V, 3 ~		,N, PE	60 Hz
Potencia eléctrica	5,18 kW			13,2 kW

Figura 7.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de horno de plomo

TABLA III : MOTOR BLOWER PRINCIPAL ÁREA DE HORNO DE PLOMO			
Type :	Y252-280MB-4	RPM :	1788
Serial No :	SH512537-464	Frecuencia (Hz)	60
Factor de potencia (cosQ)	0.87	Potencia max :	108 KW
Eficiencia (n)	82.0%	Voltaje(v)	440
Corriente (A)	173		

Tabla III: Motor blower principal área de horno de plomo

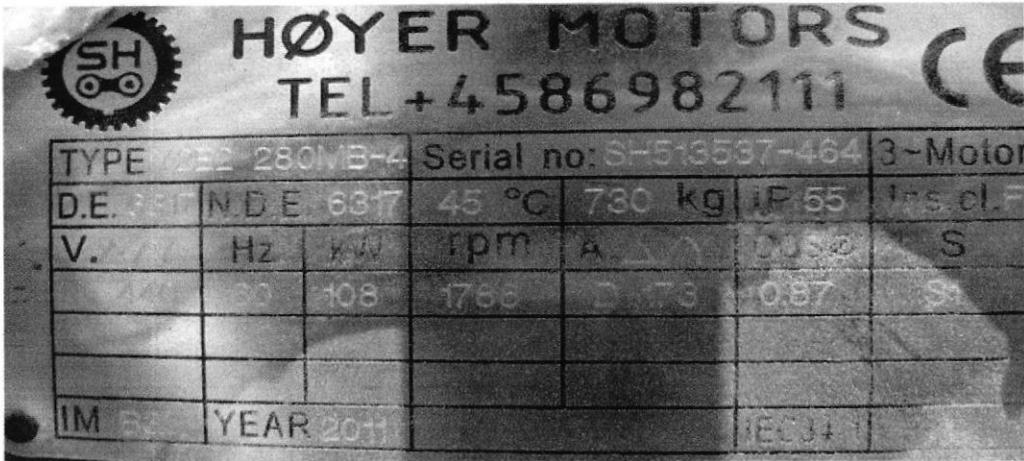


Figura 8.- Se puede ver la placa del motor blower principal área de horno de plomo

TABLA IV : MOTOR DE VÁLVULA DE DESAGUE ÁREA DE HORNO DE PLOMO			
Type :		RPM :	1400
Serial No :		Frecuencia (Hz)	50
Factor de potencia (cosQ)	0.81	Potencia max :	2.2
Eficiencia (n)	82.0%	Voltaje(v)	440
Corriente (A)			

Tabla IV: Motor de válvula de desagüe área de horno de plomo

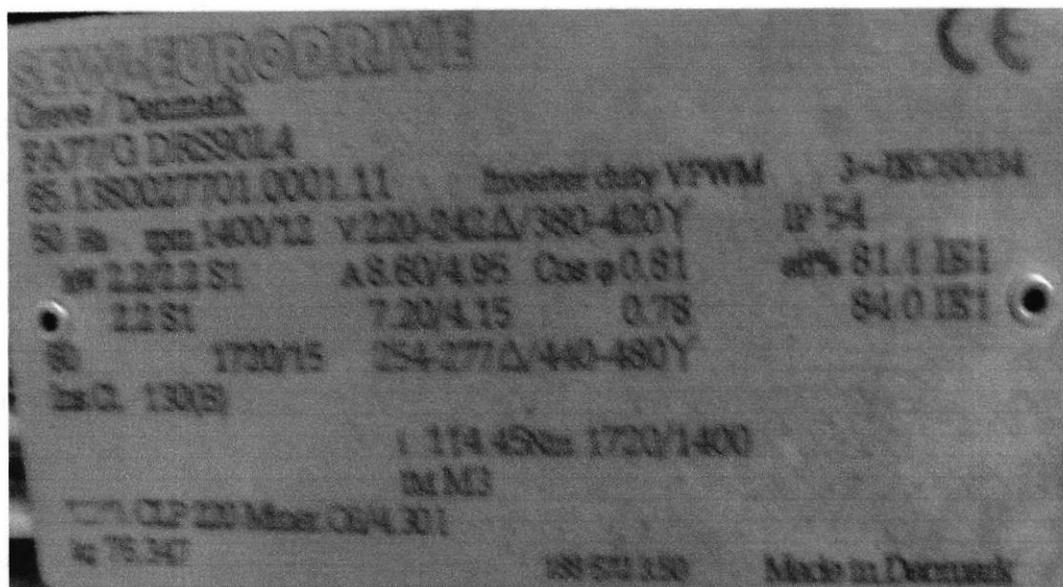


Figura 9.- Se puede ver la placa del motor de válvula de desagüe área de horno de plomo

TABLA V : MOTOR VENTILADOR DE QUEMADOR ÁREA DE ALUMINIO Y COBRE			
		Potencia (HP)	50
Serial No :	40017581	Frecuencia (Hz)	60
Factor de potencia (cosQ)	0.85	Rpm(m)	1770
Eficiencia (n)	82.0 %	Tensión (v)	440
Corriente (A)	61.7		

Tabla V: Motor ventilador de quemador área de aluminio y cobre





Figura 10.- Se puede ver la placa del motor ventilador de quemador área de aluminio y cobre

Serial No :	1LA7-164-4YA80	Potencia (HP)	20
Factor de potencia (cosQ)	0.84	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	1750
Corriente (A)	28.4	Tensión (v)	440

Tabla VI: Motor de mezclador área de refinación

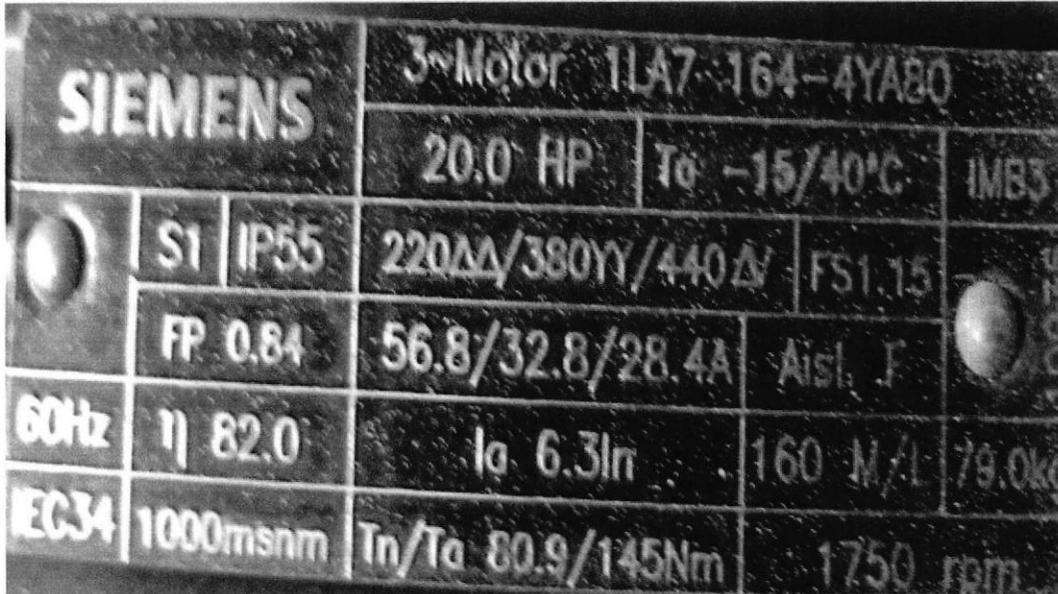


Figura 11.- Se puede ver la placa del motor de mezclador área de refinación

TABLA VII : MOTOR DE VENTILADOR DE QUEMADOR ÁREA DE REFINACION			
Serial No :	1LA7-164-4YA80	Potencia (HP)	20
Factor de potencia (cosQ)	0.84	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	1750
Corriente (A)	28.4	Tensión (v)	440

Tabla VII: Motor de ventilador ve quemador área de refinación

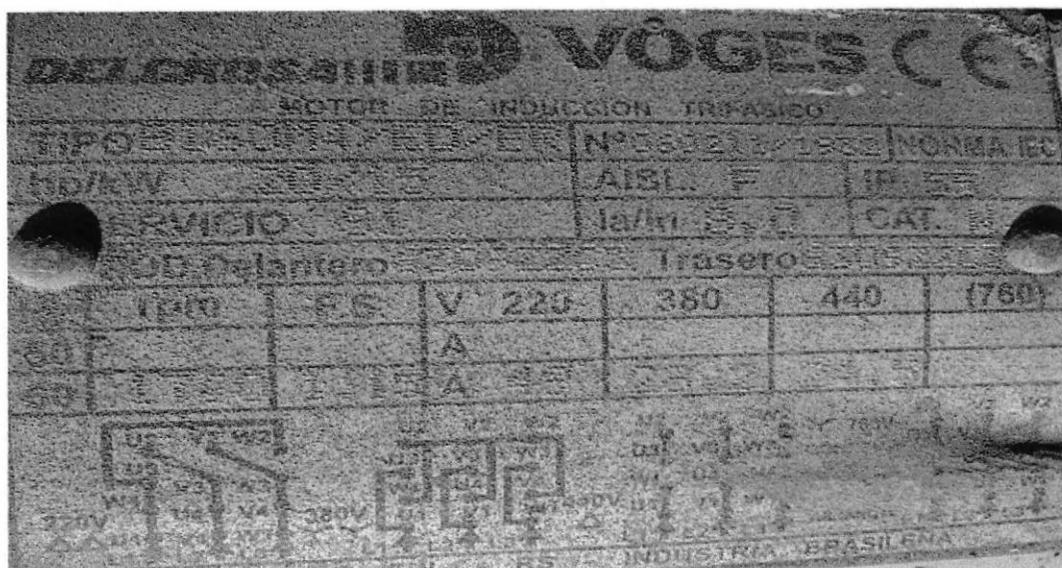


Figura 12.- Se puede ver la placa del motor de ventilador ve quemador área de refinación

TABLA VIII : MOTOR DE QUEMADOR 2 ÁREA DE REFINACION			
Serial No :	1LA7-164-4YA80	Potencia (HP)	20
Factor de potencia (cosQ)	0.88	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	3535
Corriente (A)	25.2	Tensión (v)	440

Tabla VIII: Motor de quemador 2 área de refinación

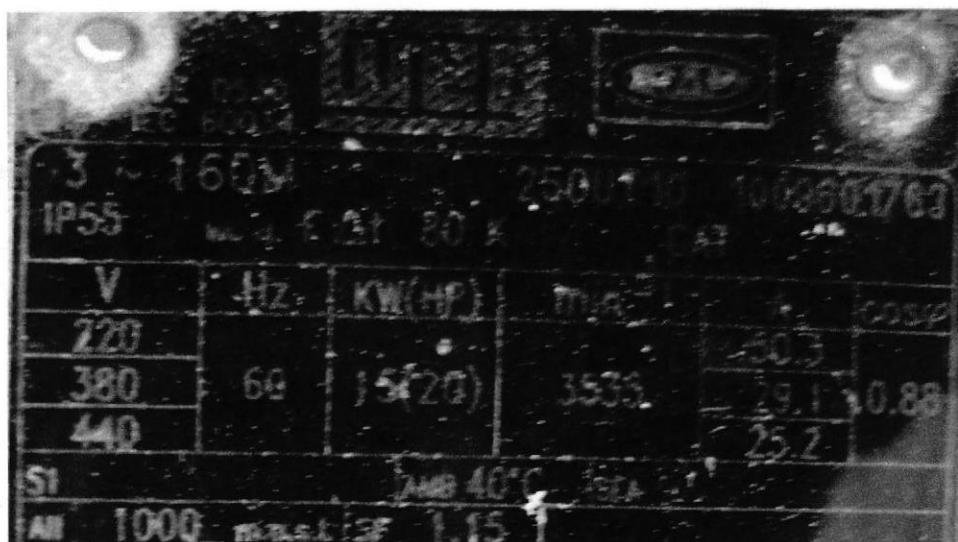


Figura 13.- Se puede ver la placa del motor de quemador 2
área de refinación

TABLA IX : MOTOR ÁREA DE REFINACION			
Serial No :	1LA7-164-4YA80	Potencia (HP)	7.5
Factor de potencia (cosQ)	0.82	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	1740
Corriente (A)	10.0	Tensión (v)	440

Tabla IX: Motor área de refinación



Figura 14.- Se puede ver la placa del motor área de refinación

TABLA X : MOTOR BOMBA DE HORNO ÁREA CISTERNA Y TORRE DE ENFRIAMIENTO			
Serial No :		Potencia (HP)	7.5
Factor de potencia (cosQ)	0.82	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	3450
Corriente (A)	13.5	Tensión (v)	440

Tabla X: Motor bomba de horno área cisterna y torre de enfriamiento



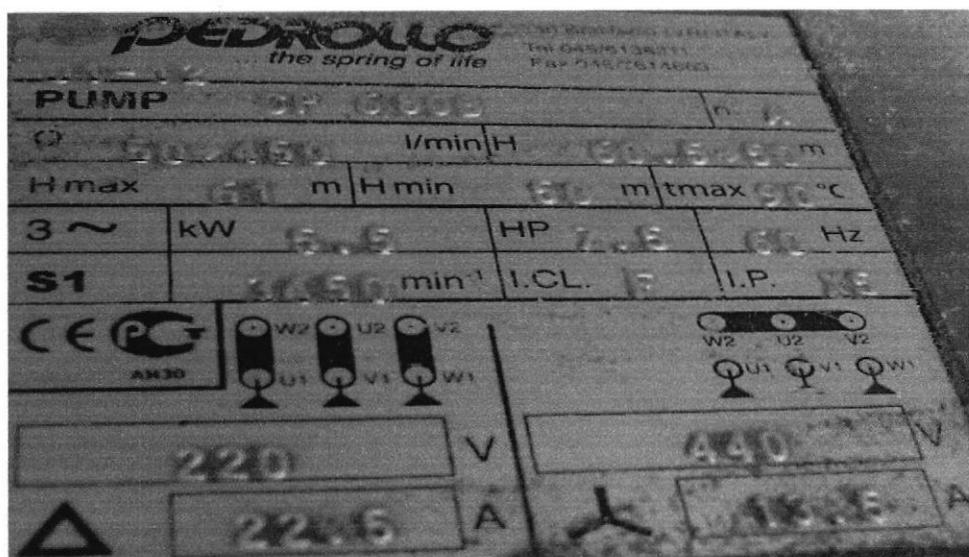


Figura 15.- Se puede ver la placa del motor bomba de horno área cisterna y torre de enfriamiento

TABLA XI : MOTOR BOMBA DE ALU,CU ÁREA CISTERNA Y TORRE DE ENFRIAMIENTO			
Serial No :		Potencia (HP)	5.5
Factor de potencia (cosQ)	0.82	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	3450
Corriente (A)	12.6	Tensión (v)	440

Tabla XI: Motor bomba de alu,cu área cisterna y torre de enfriamiento

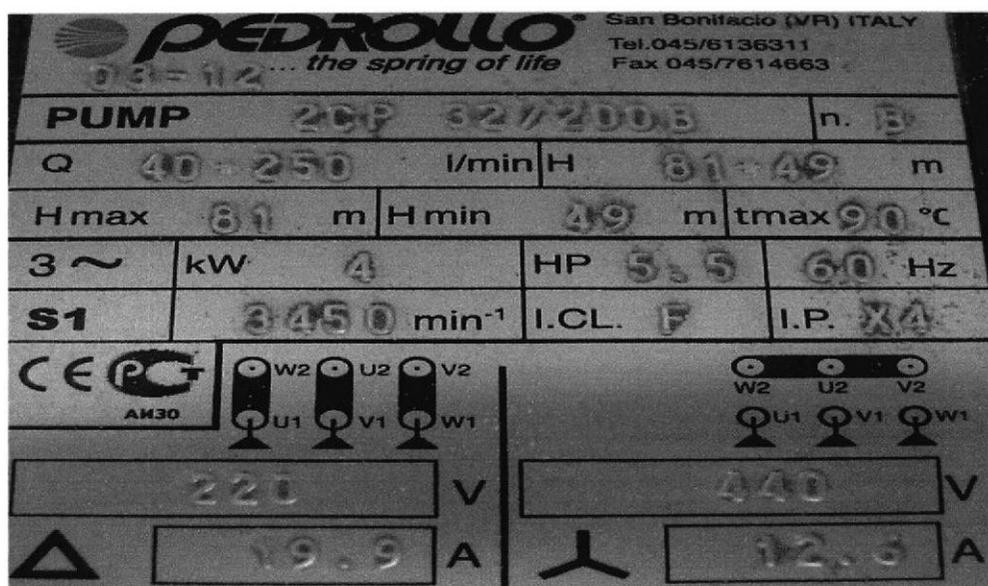


Figura 16.- Se puede ver la placa del motor bomba de alu,cu
área cisterna y torre de enfriamiento

TABLA XII : MOTOR DE QUEMADOR ÁREA DE HORNO DE PLOMO			
Quemador tipo :	RMS7	Potencia (HP)	3.0
N . fabricación :	40017581	Frecuencia (Hz)	60
Potencia min :		Potencia max :	1965 kw
Eficiencia (n)	73.7	Voltaje(v)	220
Potencia Eléctrica :		Resistiva :	

Tabla XII: Motor de quemador área de horno de plomo

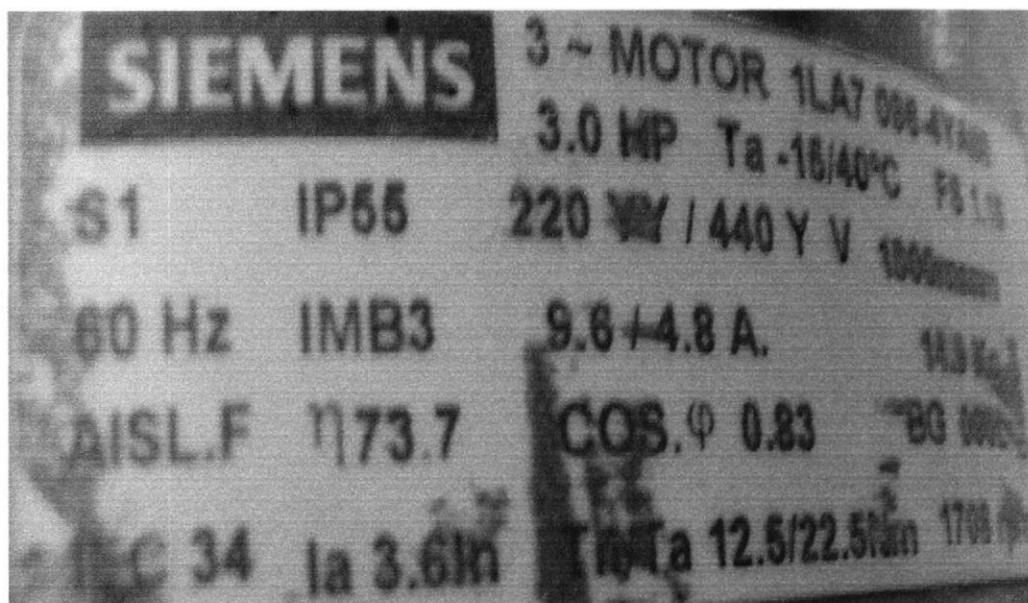


Figura 17.- Se puede ver la placa del motor de quemador área de horno de plomo

TABLA XIII : MOTOR BOMBA DE ACIDO ÁREA DE RUPTURA DE BATERÍAS			
Quemador tipo :		Potencia (HP)	
N . fabricación :	40017581	Frecuencia (Hz)	60
Potencia min :	450	Potencia max :	
Eficiencia (n)		Voltaje(v)	440
Potencia Eléctrica :		Resistiva :	

Tabla XIII: Motor bomba de ácido área de ruptura de baterías

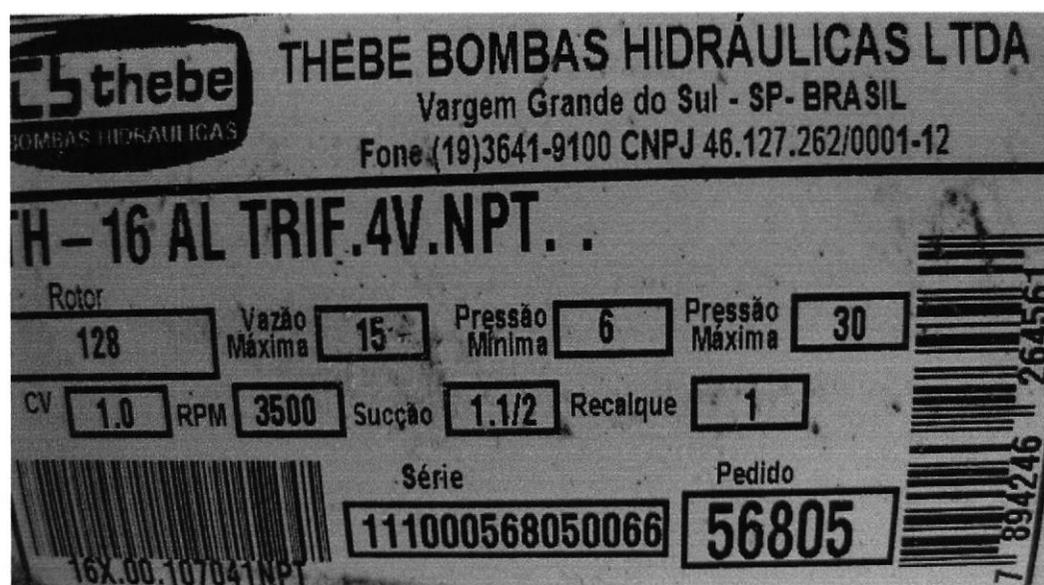


Figura 18.- Se puede ver la placa del motor bomba de ácido área de ruptura de baterías

TABLA XIV : MOTOR BOMBA DE ACIDO ÁREA DE RUPTURA DE BATERÍAS			
Serial No :		Potencia (HP)	0.7
Factor de potencia (cosQ)	0.82	Frecuencia (Hz)	60
Eficiencia (n)	82.0 %	Rpm(m)	3450
Corriente (A)	11.6	Tensión (v)	110

Tabla XIV: Motor bomba de ácido área de ruptura de baterías

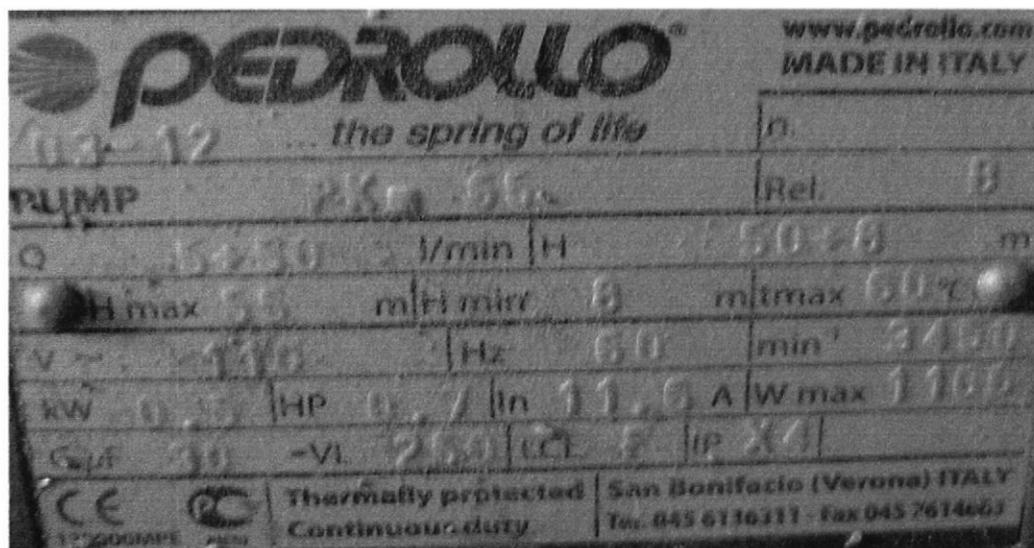


Figura 19.- Se puede ver la placa del motor bomba de ácido área de ruptura de baterías

TABLA XV : COMPRESOR ÁREA DE HORNO DE PLOMO			
Quemador tipo :	RMS7	Potencia (HP)	
N . fabricación :	40017581	Frecuencia (Hz)	60
Potencia min :	450	Potencia max :	1965 kw
Eficiencia (n)		Voltaje(v)	230
Potencia Eléctrica :	37 KW	Resistiva :	13.2

Tabla XV: Compresor área de horno de plomo



VERONA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA

AIR COMPRESSOR

Atlas Copco

Type	: GA37		
Serial n ^o	: API534281		
MAWP	: 8,8 bar	- 128 psi	- 0,88 MPa
Qv	: 100 l/s	- 211,9 cfm	- 6 m ³ /min
Voltage	: 230 V	Freq.: 60 Hz	3 Ph
P motor	: 37 kW	- 50 hp	
n motor	: 3550 r/min		
m	: 862 kg	- 1900 lb	2011
Manufacturing year :			
ATLAS COPCO AIRPOWER n.v. B - 2610 Wilrijk Belgium			
Made in Belgium			
			1625 8499 00

Figura 20.- Se puede ver la placa del motor Compresor área de horno de plomo

Normas aplicadas para el desarrollo del proyecto

Este proyecto de a graduación ha sido realizado de acuerdo a las normas del Código Eléctrico Nacional, normas de la empresa eléctrica local (NATSIM) y Código Eléctrico Norteamericano (NEC).

Mientras no se indique lo contrario, o se especifique en planos, todos los materiales eléctricos, equipo, instalación y pruebas, se regirán de acuerdo a lo establecido en las siguientes instituciones:

- National Electrical Code 1984 de National Fires Protection Association.
- American National Standards Institute (ANSI)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- Underwriter's Laboratories (UL)

- American Society For testing and Materiales (ASTM)
- Insulated Cale Enginneers Association (ICEA)
- Normas y reglamentos de las Empresas Eléctricas del Ecuador

En la etapa de construcción el contratista debería presentar pruebas de que los materiales que va a suministrar están de acuerdo a las normas de una entidad de pruebas reconocida.

CAPITULO II

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y TOMAS DE SERVICIO GENERAL

Previo al diseño se consultó al cliente el tipo de iluminación que deseaba utilizar en el área de oficinas, galpones y exteriores, los requerimientos de puntos de toma de energía y las aéreas que deseaba tener climatizadas así como el grado de utilización de los equipos a conectar.

2.1.- Determinación del tipo de alumbrado de las oficinas y galpones, y dimensionamiento de la capacidad y número de lámparas.

2.1.1 Tipo de lámparas a utilizar

De acuerdo a los requerimientos del cliente y recomendaciones del arquitecto de la obra se determinó la utilización de las siguientes tipos de luminarias:

En las oficinas se instalará lámparas empotrables fluorescentes de 3x17 W y/o de 3x32 W similares a las mostradas en la figura 21 y 22.

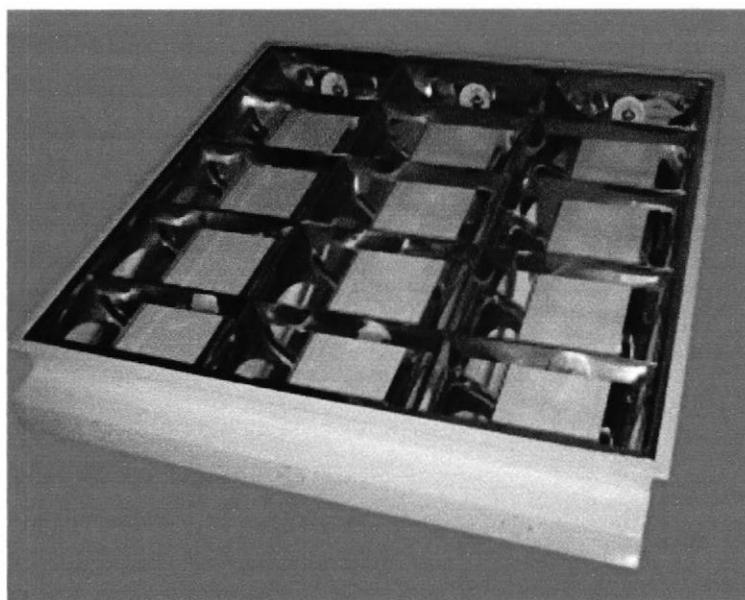


Figura 21.- Lámpara empotrables fluorescentes de 3x17 W

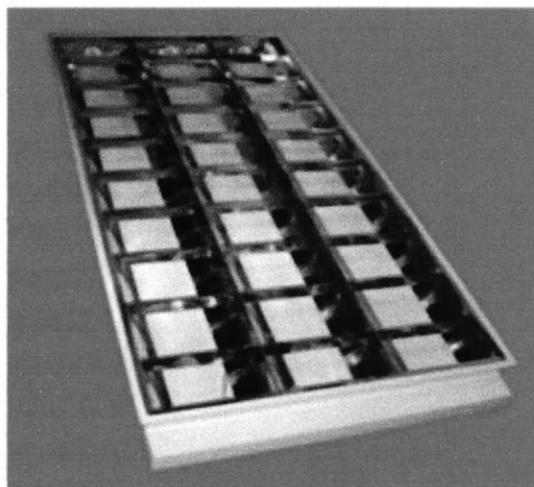


Figura 22.- Lámpara empotrables Fluorescentes de 3x32 W

En los baños y pasillos se instalará luminaria empotrable tipo ojo de buey con dos focos de 20W similar a la figura 23.

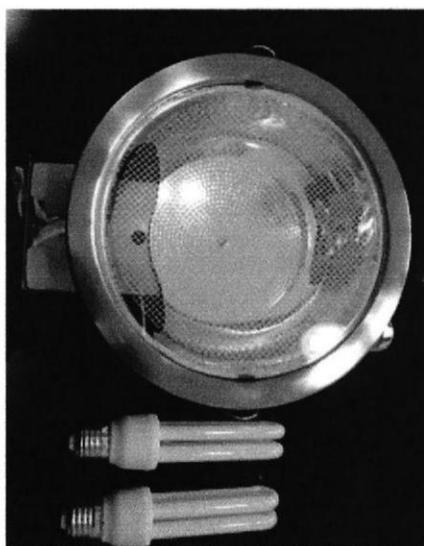


Figura 23.- Lámpara empotrables tipo ojo de buey con dos focos de 20W

En los galpones se instalará lámparas tipo campana con foco de 400W similares a las mostradas en la figura 24.

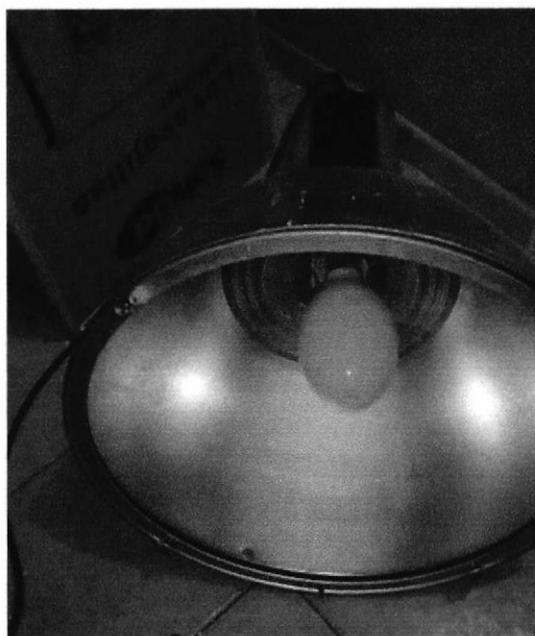


Figura 24.- Lámpara tipo campana con foco de 400W

Para la iluminación exterior se utilizarán lámparas tipo cobra de 250W y reflectores de 400 W en las zonas donde se requiera mayor intensidad lumínica.

TABLA XVI: LUMINARIAS POR SECTOR

#	SECTOR A ILUMINAR	TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD
1	Comedor	3*17 W	14
2	Despacho	3*17 W	1
3	Oficinas	3*17 W	8
4	Dispensario	3*17 W	2
5	Espectrógrafo	3*17 W	4
6	Laboratorio	3*17 W	4
7	Bodega	3*17 W	8
8	Taller	3*32 W	5
9	Cuarto de compresor	3*32 W	1
10	Cubierta	3*32 W	4
11	Petróleo	3*32 W	6
12	Baños de oficina	20 W	4
13	Baños y vestidores de empleados	3*32 W	10
14	Garita	3*32 W	1
15	Centro de acopio	3*32 W	1
16	Galpón de aluminio y cobre	400W	18
17	Galpón de refinación	400 W	9
18	Galpón de rupturas de baterías	400W	15
19	Galpón de fundición de plomo	400W	12
20	Alumbrado exterior de los galpones Al/Cu y refinación	250 W	6
21	Alumbrado exterior de los galpones de ruptura de baterías y fundición de plomo	250 W	5
22	Alumbrado exterior de patio de maniobras y parqueo	250W	8
23	Alumbrado patio posterior de la planta	250W	8
24	Alumbrado exterior de acera	250W	5
25	Alumbrado exterior del galpón de aluminio y cobre	400W	2
26	Alumbrado exterior del galpón de refinación	400 W	4
27	Alumbrado exterior del galpón ruptura de baterías y fundición de plomo	400 W	8

2.1.2.- Dimensionamiento de la capacidad y número de lámparas a instalar

Para determinar el número de luminarias que se requiere para iluminar un área se utilizará la siguiente fórmula:

Considerando la intensidad lumínica estándar de las lámparas fluorescente se elaboró el siguiente cuadro en donde para los distintos sectores de la planta se indica el número de luminarias requeridas:

2.2.- Ubicación de los tomacorrientes de oficinas de tipo general y regulado (UPS) en las oficinas y galpones.

Para la ubicación de los tomacorrientes se tomó en consideración los requerimientos del cliente en lo respecta a los equipos que desea instalar, sean estos computadoras, monitores, cafeteras y demás equipos de oficina.

Todas las computadoras se conectaron a circuitos protegidos por "sistemas de alimentación ininterrumpida" UPS.

La ubicación de los circuitos de tomacorriente se encuentra mostrada en la siguiente tabla:



TABLA XVII: TOMACORRIENTES POR SECTOR

#	SECTOR A SERVIR	CANTIDAD
1	Comedor servicio general 120V	7
2	Comedor	1
3	Oficinas servicio general 120V	7
4	Oficinas circuito regulados UPS	7
5	Dispensario y espectrógrafo servicio general 120V	6
6	Espectrógrafo 220V	1
7	Espectrógrafo regulado UPS	1
8	Laboratorio servicio general 120V	4
9	Laboratorio 220V	4
10	Garita	2
11	Centro de acopio	1
12	Bodega y cuarto de transformador	5
13	Baños y vestidores de empleados	5
14	Patio de maniobras 220V	2
15	Taller tomacorrientes 120V-220V 1F y 220V	3
16	Taller servicio general 120V	2
17	Galpón de aluminio y cobre toma doble 220V-1F 220V	3
18	Balanzas galpón de aluminio y cobre	2
19	Galpón de refinación toma doble 220V-1F 220V	1
20	Balanzas Galpón de refinación	1
21	Galpón de rupturas de baterías toma doble 220V-1F 220V	1
22	Galpón de fundición de plomo toma doble 220V-1F 220V	1
23	Balanzas Galpón de fundición de plomo	2
24	Galpón de fundición de plomo toma servicio general 120V	2

2.3.- Dimensionamiento de los acondicionadores de aire para las oficinas, cálculos de BTU de acuerdo al área y número de personas.

Para el dimensionamiento de los acondicionadores de aire se utilizará la siguiente ecuación:

$$C = 600 \cdot A + 500 \cdot N \text{ (BTU)}$$

Siendo:

A: Área a climatizar (m^2)

C: Capacidad térmica del acondicionador de aire (BTU)

N: Número aproximado de personas a estar en el área

Acorde a los requerimientos del cliente las áreas a climatizar son las oficinas. En la siguiente tabla se puede ver la capacidad del acondicionador de aire a instalar en la oficina dependiendo del área y del número aproximada de personas:

TABLA 2.3: ACONDICIONADORES DE AIRE POR SECTOR					
#	SECTOR A CLIMATIZAR	ÁREA (m2)	# PERSONAS	CAPACIDAD CALCULADA (BTU)	CENTRAL A INSTALAR (BTU)
AA1-AA2	Oficinas	60,0	20	46000	2*24000
AA3-AA4	Comedor	105,0	40	83000	2*42000
AA5	Laboratorio	16,0	5	12100	12000
AA6	Espectografo	12,8	5	10180	12000
AA7	Dispensario	13,0	8	11800	12000

Tabla XVIII: Acondicionador de aire por sector

2.4.- Diagramación en software tipo CAD de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes.

Una vez que se ha determinado la cantidad, tipo y capacidad de las luminarias, la cantidad y tipo de tomacorrientes en las distintas áreas y se ha dimensionado los acondicionadores de aire para las oficinas; se procedió a diagramar los circuitos de alumbrado y tomacorrientes en el plano arquitectónico, en el software tipo CAD. También se ubicaron los motores de las máquinas de los procesos y de las bombas y ventiladores (blowers). La simbología utilizada trata de ser sencilla y se la muestra en la figura siguiente:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Lampara fluoresc. 3 x 17 w
	Lampara fluoresc. 3 x 32 w
	LAMPARA 400W 240V
	REFLECTOR 400W 240V
S	INTERRUPTOR SIMPLE
Sab	INTERRUPTOR DOBLE
	LAMPARA 20W 120V
	LAMPARA DE SODIO 250W -240V
	TOMACORRIENTE DOBLE 15A-120 V POLARIZADO
	Tomacorr sencillo 220v
	Tomacorriente doble Regulado UPS
	Tomacorriente doble polarizado H=1.2m
	PANEL DE DISTRIBUCION
	MOTOR TRIFÁSICO
	TABLEROS DE DISTRIBUCION
	CAJA DE PASO 80X80 CM
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO O PARED
	GUARDAMOTOR
	TABLERO DE MEDIDOR 3F CLASE 20

Figura 25.- Simbología eléctrica utilizada en el diagrama de circuitos en AutoCAD



CAPITULO III

ESTUDIO DE LA DEMANDA DE LA PLANTA Y OFICINAS

Una vez que se tienen identificadas las cargas trifásicas y monofásicas de motores, circuitos de tomacorrientes y de alumbrado obtenidas en los capítulos 1 y 2, se procede al dimensionamiento de los conductores y de las protecciones. En la primera parte de este capítulo se determinará la corriente nominal y de arranque para a partir de esta corriente dimensionar el calibre de los conductores y la capacidad de los disyuntores. Para la instalación de los paneles y tableros se consideró la ubicación y cantidad de las cargas para tener una correcta distribución da misma.

3.1.- Determinación de la corriente nominal y de arranque de los motores y circuitos de alumbrado y tomacorrientes.

La corriente nominal para el caso de cargas monofásicas de alumbrado y tomacorrientes de uso general se la obtiene a partir del voltaje y la potencia nominal de la carga, tal como se lo puede ver en la siguiente formula:

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Siendo:

I_n = Corriente Nominal

P = Potencia activa Monofásica

V = Voltaje monofásica

\cos = Factor de potencia

Para cargas trifásicas la corriente nominal se la obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Siendo:

I_n = Corriente Nominal

P = Potencia activa Trifásica

V = Voltaje línea a línea

\cos = Factor de potencia

Para los motores de corriente alterna trifásicos la potencia que muestra en los datos de placa viene dada en caballos de fuerza (HP) que es la potencia de salida, para determinar la potencia de entrada hay que considerar la eficiencia para poder determinar la corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_{sal}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \eta \cdot \cos\theta} \text{ Ecuación 3.3}$$

Siendo:

I_n = Corriente Nominal (A)

P_{sal} = Potencia de salida en wattios (1HP = 746W)

V = Voltaje línea a línea (V)

\cos = Factor de potencia

η = Eficiencia

En el momento de arranque de los motores se debe considerar que la corriente incrementa de 3 a 8 veces su valor nominal, eso dependerá del tipo de rotor que tenga el motor. Por ello se recomienda que en el momento del arranque para motores de más de 20 Hp se limite la corriente de arranque. En forma general,

para efectos de cálculo se considera que la corriente de arranque de los motores es la siguiente:

$$I_{arr} = 2.5 \cdot I_{nom} \text{ Ecuación 3.4}$$

Para los arranques de motores utilizamos un arrancador suave que se emplea en motores a partir de 20 Hp en adelante.

3.2.- Dimensionamiento de los conductores, ductos y disyuntores de los motores y circuitos de alumbrado y tomacorrientes.

El dimensionamiento de los conductores utilizados en los circuitos de alumbrado y tomacorriente se realiza en base de la corriente nominal que se estima va a circular por el circuito y que se la obtiene a partir de la ecuación 3.1 dándole a un valor de 25% adicional de respaldo:

$$\text{Corriente en los conductores monofásicos: } I_n = 1.25 \cdot \frac{P}{V \cdot \cos\theta} \text{ Ecuación 3.5}$$

Donde:

I_n = Corriente Nominal

P = Potencia activa Trifásica

V = Voltaje línea a línea

Cos = Factor de potencia

Luego en función de esta corriente se puede obtener el calibre del conductor en los catálogos de los proveedores o utilizando la tabla XIX que se encuentra en el NATSIN (Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad) de la Empresa Eléctrica Pública del Ecuador, EP y que fue obtenida a partir de la tabla de NEC (National Electrical Code).

Para el dimensionamiento de los disyuntores se sigue un procedimiento similar dándole también un 25% adicional de respaldo:

$$\text{Corriente en los disyuntores monofásicos: } I_n = 1.25 \cdot \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

Donde:

I_n = Corriente Nominal

P = Potencia activa Trifásica

V = Voltaje línea a línea

Cos = Factor de potencia

Tabla XIX: Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60 °C a 90 °C (140 °F a 194 °F) No más de tres conductores en tensión en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura de ambiente de 30 °C(86°F)

Sección	Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)						Sección
	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	
AWG Kcmils	Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre			AWG Kcmils
	Tipos TW* UF*	Tipos FEPW*,RH*, RHW*, THHW* THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS,SA, SIS, FEP* FEPB*,NI RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW* XHHW-2, ZW-2	Tipos TW* UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW* THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS,SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, RHH*, RHW-2 USE- 2,XHH, XHHW* XHHW-2, ZW-2	
18	...	...	14	...	...	...	...
16	...	...	18	...	...	...	...
14	20*	20*	25	...	...	...	...
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500

600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

FACTORES DE CORRECCION

Temperatura Ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C (86 °F), multiplicar las anteriores						Temperatura Ambiente en °F
	intensidades por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	70-77
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	78-86
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	87-95
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	96-104
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	105-113
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	114-122
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	123-131
56-60	...	0,58	0,71	...	0,58	0,71	132-140
61-70	...	0,33	0,58	...	0,35	0,58	141-158
71-80	...	...	0,41	...	...	0,41	159-176

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobreintensidad de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 amperios para el número 14; 20 amperios para el número 12 y 30 amperios para el número 10, todos de cobre; o 15 amperios para el número 12 y 25 amperios para el número 10 de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

Tabla XIX: Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados para 0 a 2.000 voltios nominales y 60 °C a 90 °C (140 °F a 194 °F)

Para el dimensionamiento de los conductores utilizados en los motores trifásicos se utilizar la corriente nominal obtenida en la ecuación 3.3 dándole a un valor de 25% adicional de respaldo. Por lo tanto la corriente para determinar la capacidad e los conductores en motores trifásicos será:



$$I_n = 1.25 \cdot \frac{P_{sal}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \eta \cdot \cos\theta} \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Siendo:

I_n = Corriente Nominal (A)

P_{sal} = Potencia de salida en wattios (1HP = 746W)

V = Voltaje línea a línea (V)

\cos = Factor de potencia

η = Eficiencia

Para el dimensionamiento de los disyuntores hay que considerar la corriente de arranque del motor con el objeto de que el disyuntor no vaya a operar durante el arranque del motor. Por lo tanto la capacidad del disyuntor se puede considerar como 2.5 veces la corriente nominal del motor como esta mostrado en la ecuación 3.4:

$$I_{arr} = 2.5 \cdot I_{nom} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

El dimensionamiento de los ductos se lo obtiene a partir del calibre de los conductores, del tipo del aislamiento y del número de conductores que va a pasar por el ducto. En las tablas XX y XXI que se encuentran en el NATSIN (Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad) de la Empresa Eléctrica Pública del Ecuador, EP y que fueron obtenidas a partir de las tablas del NEC (National Electrical Code) se pueden dimensionar los ductos para distintos tipo de conductores:

Tabla XX: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos metálicos rígidos													
Letras tipo	Calibre del conductor AWG/ Kcmils	SECCIÓN COMERCIAL EN PULGADAS											
		½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6
TW	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW*, RHW-2, THHW	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
THW, THW-2	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
RHH*, RHW*	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209

RHW-2*,	6	1	3	5	8	11	18	27	41	55	71	111	160
THHW, THW,	4	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
THW-2,	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	71	103
RHH*,	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
RHW*,	1	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
RHW-2*,	1/0		1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
TW, THW,	2/0		1	1	2	3	5	7	11	15	19	31	44
THHW,	3/0		1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
THW-2	4/0			1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	250			1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	350				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400				1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500				1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600				1	1	1	1	3	4	5	8	12
	700					1	1	1	2	3	4	7	10
	750					1	1	1	2	3	4	7	10
	800						1	1	1	2	3	4	6
	900						1	1	1	1	3	4	6
	1.000							1	1	1	2	3	5
	1.250							1	1	1	1	2	4
	1.500							1	1	1	1	2	3
	1.750								1	1	1	1	3
	2.000								1	1	1	1	3

Tabla XX: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos metálicos rígidos

Tabla XXI: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos metálicos rígidos parte 2

Letras tipo	Calibre del conductor AWG/ Kcmils	SECCIÓN COMERCIAL EN PULGADAS											
		½	¾	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
THHN,	14	13	22	36	63	85	140	200	309	412	531	833	1.202
THWN,	12	9	16	26	46	62	102	146	225	301	387	608	877
THWN-2	10	6	10	17	29	39	64	92	142	189	244	383	552
	8	3	6	9	16	22	37	53	82	109	140	221	318
	6	2	4	7	12	16	27	38	59	79	101	159	230
	4	1	2	4	7	10	17	23	36	48	62	98	141
	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44	70	100
	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	51	74
	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	63
	2/0		1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	3/0		1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	4/0		1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	250			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	300			1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	350			1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	400			1	1	1	2	3	5	7	8	13	20
	500				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	600				1	1	1	1	3	4	6	9	13
	700				1	1	1	1	3	4	5	8	11
	750					1	1	1	3	4	5	7	11
	800						1	1	2	3	4	7	10
	900							1	1	2	3	6	9
	1.000								1	1	3	6	8
FEP,	14	12	22	35	61	83	136	194	300	400	515	808	1.166
FEPB,	12	9	16	26	44	60	99	142	219	292	376	590	851

PFA,	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
PFAH,	8	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
TFE	6	2	4	7	13	17	29	41	64	85	110	172	249
	4	1	3	5	9	12	20	29	44	59	77	120	174
	3	1	2	4	7	10	17	24	37	50	64	100	145
	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
PFA, PFAH,													
TFE	1	1	1	2	4	6	9	14	21	28	37	57	83

Tabla XXI: Número máximo de conductores y cables de aparatos en ductos metálicos rígidos parte 2

3.3.- Dimensionamiento de las acometidas y disyuntores principales de los paneles y tableros de distribución.

Previo al dimensionamiento de las acometidas y disyuntores principales en paneles de alumbrado y tomacorrientes de servicio general hay que determinar la demanda en kVA total de todos los circuitos que van a ir en el panel, para esto se multiplica la potencia activa (vatios) del circuito por el factor de demanda, este factor es subjetivos y puede ser obtenido consultándole al cliente el grado de utilización de los puntos de alumbrado y tomacorriente.

$$P_{VA} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{Wi} \cdot f_{di}}{f_{pi}} \quad \text{Ecuación 3.7}$$

Siendo:

P_{VA} = Potencia real total del panel

P_{Wi} = Potencia del i-ésimo circuito

f_{di} = Factor de demanda del i-ésimo circuito

f_{di} = Factor de demanda del i-ésimo circuito

n = Número de circuitos

La corriente del conductor y del disyuntor será la siguiente:

$$In = 1.25 \cdot \frac{P_{VA}}{V} \quad \text{Ecuación 3.8}$$

Siendo:

In = Corriente Nominal total del panel

P_{VA} = Potencia real total del panel

V = Tensión

Luego en base a esta corriente dimensionamos el calibre del conductor y el disyuntor principal del panel.

Para el dimensionamiento de las acometidas de paneles de motores trifásicos hay que determinar la demanda en kVA total de todos los circuitos que van a ir en el en el panel siguiendo el mismo procedimiento anterior, luego la corriente total del conductor será:

$$I_n = 1.25 \cdot \frac{P_{VA}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad \text{Ecuación 3.9}$$

Siendo:

I_n = Corriente Nominal total del panel (A)

P_{VA} = Potencia real total del panel (VA)

V = Voltaje línea a línea (V)

Para dimensionar el disyuntor principal en tableros de motores trifásicos se suma la corriente de arranque del motor de mayor capacidad con las corrientes nominales de los demás motores del tablero:

$$I_{\text{Acometida conductor}} = 1.25 I_{\text{mayor motor}} + \sum I_{\text{nominales}}$$

Luego en base a estas corrientes dimensionamos el calibre del conductor y el disyuntor principal del tablero.

3.4.- Dimensionamiento de la acometida principal, del disyuntor principal y del transformador de 500 KVA y del 150 KVA

Para dimensionar la acometida que va desde las borneras del transformador al disyuntor principal del tablero de distribución general primero hay que obtener la demanda total del proyecto, la misma que es la suma de las demandas parciales de cada uno de los paneles y tableros del predio:

$$P_{TKVA} = \sum_i^n P_{KVAi} \quad \text{Ecuación 3.11}$$

Siendo:

P_{TKVA} = Potencia aparente total del proyecto (kVA).

P_{KVAi} = Potencia aparente del i-ésimo panel o tablero del proyecto (kVA).

N = Número total de tableros y paneles.

Luego a partir de esta potencia aparente de cada transformador (500 KVA) y de 150 KVA que se obtuvieron en cada uno nuestro estudio dimensionamos el disyuntor principal ajustable en función de la corriente del secundario y del transformador ecuación:

$$I_s = \frac{P_{TKVA}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad \text{Ecuación 3.12}$$

En donde:

I_s = corriente del secundario

P_{TKVA} = Potencia aparente total del transformador (kVA).

V = Voltaje línea a línea del sistema.

Finalmente utilizando la corriente del secundario obtenida a partir de la ecuación 3.12 dimensionamos el calibre de la acometida principal y el disyuntor principal.



3.5- Dimensionamiento las celdas en alta tensión

$$I_f = \frac{P_b}{\sqrt{3} \cdot V} 1.25$$

I_f = Fusible (A)

P_b = potencia aparente del transformador (KVA)

V = voltaje línea línea en alta tensión (13.200)

1.25 = factor de dimensionamiento

PANELES DE DISTRIBUCIÓN

PD-UPS (PANEL DE UPS)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA (KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
T16	Tomacorriente servicio regulado- UPS. Oficinas	4	500	2.00	0.80	1.60	0.92	1.7	21.4	21.4	12	30A - 1P
T17	Tomacorriente servicio regulado- UPS. Oficinas y espectografo	5	500	2.50	0.80	2.00	0.92	2.2	26.7	26.7	10	30A - 1P
SUBTOTAL				4.50		3.60						

Demanda Total (KW) 3.6

Demanda Total (KVA) 3.9

Corriente 2F(A) 22.2

Breaker Principal (A) 30

2P

Alimentador

Principal

2F # 10THW Cu, N # 12 THW Cu, T # 14 TW

Tabla XXII: Paneles de distribución

PD2 - (PANEL DE A.A EDIFICIO ADMINISTRATIVOS)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA (KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A1	Acondicionador de aire de oficinas 24000 BTU	1	3200	3.20	0.80	2.56	0.92	2.8	34.2	34.2	10	40A-2P
A2	Acondicionador de aire de oficinas 24000 BTU	1	3200	3.20	0.80	2.56	0.92	2.8	34.2	34.2	10	40A-2P
A3	Acondicionador de aire de oficinas 42000 BTU	1	5600	5.60	0.80	4.48	0.92	4.9	59.9	59.9	8	60A-2P
A4	Acondicionador de aire de oficinas 42000 BTU	1	5600	5.60	0.80	4.48	0.92	4.9	59.9	59.9	8	60A-2P
A5	Acondicionador de aire de laboratorio 12000 BTU	1	1693	1.69	0.80	1.35	0.92	1.5	18.1	18.1	12	20A - 2P
A6	Acondicionador de aire de espectografo 12000 BTU	1	1693	1.69	0.80	1.35	0.92	1.5	18.1	18.1	12	20A - 2P
A7	Acondicionador de aire de dispensario 12000 BTU	1	1693	1.69	0.80	1.35	0.92	1.5	18.1	18.1	12	20A - 2P
SUBTOTAL				22.68		18.14						

Demanda Total (KW) 18.1
 Demanda Total (KVA) 19.7
 Corriente 3F(A) 112.1
 Breaker Principal (A) 120
 2P
 Alimentador

3F #4 AWG THHN Cu, N # 6 AWG THHN Cu, T # 8 TW Cu

PD3 - (PANEL DE BODEGA)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A22	Iluminación de bodega	8	51	0.408	0.80	0.33	0.92	0.4	4.4	4.4	12	20A-1P
T14	Tomacorriente de bodega y cuarto de transformador 1F-127V	5	150	0.75	0.80	0.60	0.92	0.7	8.0	8.0	12	20A-1P
SUBTOTAL				1.2		0.93						

Demanda Total (KW) 0.9

Demanda Total (KVA) 1.0

Corriente 2F(A) 5.7

Breaker Principal (A) 2P 20

Alimentador Principal 2F # 12 THW Cu, N # 12 THW Cu, T # 12 TW

PD4 - (PANEL DE BAÑOS DE PERSONAL)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNTO	W/PUNTO	POTENCIA INSTALADA(K W)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A23	Iluminación de baños de personal	10	96	0.96	0.8 0	0.77	0.9 2	0.8	10.3	10.3	12	20A-1P
A24	Iluminación de baños de personal	10	20	0.2	0.8 0	0.16	0.9 2	0.2	2.1	2.1	12	20A-1P
T15	Tomacorrientes de baño de personal servicio 1F- 127V	5	150	0.75	0.8 0	0.60	0.9 2	0.7	8.0	8.0	12	20A-1P
SUBTOTAL				1.9		1.53						

Demanda Total (KW) 1.5

Demanda Total (KVA) 1.7

Corriente 2F(A) 9.4

Breaker Principal (A) 2P 20

Alimentador Principal
2F # 12 THW Cu, N # 12 THW Cu, T # 12 TW

PD5 - (PANEL DE BOMBAS DE AGUA)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M38	Bomba de agua 1 HP 1F 127V	1	828.9	0.8	0.80	0.66	0.92	0.7	8.9	8.9	12	20A-1P
M39	Bomba de agua 1/2 HP 1F 127V	1	414.4	0.4	0.80	0.33	0.92	0.4	4.4	4.4	12	20A-1P
SUBTOTAL				1.2		0.99						

Demanda Total (KW) 1.0

Demanda Total (KVA) 1.1

Corriente 2F(A) 6.1

Breaker Principal (A) 20

2P

Alimentador

Principal 2F # 12 THW Cu, N # 12 THW Cu, T # 12 TW

PD6 - (GARITA)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT	W/PUNT	POTENCIA INSTALADA (KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A31	Iluminación de centro de acopio	1	96	0.10	0.80	0.08	0.92	0.1	1.0	1.0	12	20A-1P
A26	Iluminación de garita	1	96	0.10	0.80	0.08	0.92	0.1	1.0	1.0	12	20A-1P
A25	Iluminación de la entrada y parqueo de la planta CME	14	250	3.50	0.80	2.80	0.92	3.0	37.4	37.4	10	30A-2P
T15	Tomacorriente de garita 1F-127V	2	150	0.30	0.80	0.24	0.92	0.3	3.2	3.2	12	20A-1P
T7	Tomacorriente de centro de acopio 1F-127V	1	150	0.15	0.80	0.12	0.92	0.1	1.6	1.6	12	20A-1P
SUBTOTAL				4.1		3.31						

Demanda Total (KW) 3.3
 Demanda Total (KVA) 3.6
 Corriente 2F(A) 20.5
 Breaker Principal (A) 2P 30
 Alimentador Principal 2F # 12 THW Cu, N # 12 THW Cu, T # 12 TW

	KW	KVA
DEMANDA PD-UPS	3.60	3.91
DEMANDA PD-1	9.91	10.8
DEMANDA PD-2	18.14	19.7
DEMANDA PD-3	0.93	1.0
DEMANDA PD-4	1.53	1.7
DEMANDA PD-5	0.99	1.1
DEMANDA PD-6	3.3	3.6
SUMA	38.4	41.76

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN TD3 - 220V 2F

TD10 - (TABLERO DE ALUMBRADO Y TOMAS DE SERVICIO GENERAL AREA DE REFINACION)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA (KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A6	Alumbrado del area de refinacion	3	400	1.20	1.00	1.20	0.92	1.30	12.8	12.8	12	20A - 2P
A7	Alumbrado del area de refinacion	6	400	2.40	1.00	2.40	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
A8	Reflector exterior del galpon refinacion	4	400	1.60	1.00	1.60	0.92	1.74	17.1	17.1	12	20A - 2P
F4	Tomacorrientes area de refinacion Servicio 1F 127/220V	1	8000	8.00	0.60	4.80	0.92	5.22	85.6	85.6	2F # 4THHN	50A - 3P
T9	Tomacorriente area de refinacion servicio 1F 127V.	1	150	0.15	0.60	0.09	0.92	0.10	1.6	1.6	12	20A - 1P
T11	Tomacorriente area de refinacion servicio 1F 127V.	2	150	0.30	0.60	0.18	0.92	0.20	3.2	3.2	12	20A - 1P

SUBTOTAL	11.16
-----------------	--------------

Demanda Total (KW)	10.27
Demanda Total (KVA)	11.16
Corriente 3F(A)	63.4
Corriente de proteccion	79.3
Breaker Principal (A) 2P	80
Alimentador Principal	2F 6 THHNCu, N #8 THW Cu, T # 10 TW

Tabla XXIII: Tableros de distribución td3 - 220v 2f

TD9 - (TABLERO DE ALUMBRADO Y TOMAS DE SERVICIO GENERAL AREA DE ALUMINIO Y COBRE)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A1	Alumbrado exterior del galpon de Al/Cu	3	250	0.75	1.00	0.75	0.92	0.82	8.0	8.0	12	20A - 2P
A4	Alumbrado exterior del galpon de Al/Cu	4	250	1.00	1.00	1.00	0.92	1.09	10.7	10.7	12	20A - 2P
	Reflector del area de de Al/Cu	2	400	0.80	1.00	0.80	0.92	0.87	8.6	8.6	12	
A2	Alumbrado del area de Al/Cu	6	400	2.40	1.00	2.40	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
A3	Alumbrado del area de Al/Cu	6	400	2.40	1.00	2.40	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
A5	Alumbrado del area de Al/Cu	6	400	2.40	1.00	2.40	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
F1	Tomacorrientes area de Al/Cu. Servicio 1F 127/220V	1	8000	8.00	0.60	4.80	0.92	5.22	28.5	28.5	2F # 8 THHN	50A - 2P
F2	Tomacorrientes area de Al/Cu . Servicio 1F 127/220V	1	8000	8.00	0.60	4.80	0.92	5.22	28.5	28.5	2F # 8 THHN	50A - 2P
F3	Tomacorrientes area de Al/Cu. Servicio 1F 127/220V	1	8000	8.00	0.60	4.80	0.92	5.22	28.5	28.5	2F # 8 THHN	50A - 2P
T8	Tomacorriente area de Al/Cu Servicio 1F 127V.	2	150	0.30	0.60	0.18	0.92	0.20	3.2	3.2	12	20A - 1P

Demanda Total (KW) 24.33

Demanda Total (KVA) 26.45

Corriente 3F(A) 150.26

Corriente de proteccion 187.8

Breaker Principal (A) 2P 150.0

Alimentador Principal 2F 1/0 THHN Cu, N #2 THW Cu, T # 4 TW

SUBTOTAL

26.45

TD12 - (TABLERO DE ALUMBRADO Y TOMAS DE SERVICIO GENERAL AREA DE HORNO DE PLOMO)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A16	Alumbrado exterior del area de rupturas de baterias y horno de plomo	5	250	1.25	1.00	1.25	0.92	1.36	13.4	13.4	12	20A - 2P
A10	Alumbrado porterior de la planta del complejo metalurgico	8	250	2.00	1.00	2	0.92	2.17	21.4	21.4	12	20A - 2P
A11	Reflector exterior del galpon del horno de plomo	6	400	2.40	1.00	2.4	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
A12	Alumbrado del area de horno de plomo cubierta y cuarto de compresor	5	96	0.48	1.00	0.48	0.92	0.52	5.1	5.1	12	20A - 2P
A13	Alumbrado del area de horno de plomo	1	20	0.02	1.00	0.02	0.92	0.02	0.2	0.2	12	20A - 2P
A14	Alumbrado del area de horno de plomo	6	400	2.40	1.00	2.4	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
A15	Alumbrado del area de horno de plomo	6	400	2.40	1.00	2.4	0.92	2.61	25.7	25.7	12	20A - 2P
T10	Tomacorriente area de cubierta y cuarto de compresor 1F 127V.	2	150	0.30	1.00	0.3	0.92	0.33	3.2	3.2	12	20A - 1P
F6	Tomacorrientes area de horno de plomo servicio 1F 127/220V	1	8000	8.00	0.60	4.8	0.92	4.42	28.5	28.5	2F # 8 THHN	50A - 3P

Demanda Total (KW)

11.25

SUBTOTAL

16.64

Demanda Total (KVA)

12.2

Corriente 3F(A)

69.5

Corriente de proteccion

86.8

Breaker Principal (A) 2P

120

Alimentador Principal

2F 4 THHN Cu, N #6 THW Cu, T # 8 TW

TD13 - (TALLER DE SOLDADURA Y MANTENIMIENTO)												
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA (KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
A9	Alumbrado de taller de soldadura y mantenimiento	5	96	0.48	1.00	0.48	0.92	0.52	5.1	5.1	12	20A - 1P
F7	Tomacorrientes de taller de soldadura y mantenimiento servicio 1F-2F 127/220V	1	5000.00	5.00	0.60	3.00	0.92	3.26	17.8	17.8	2F # 10 THW	30A - 3P
F8	Tomacorrientes de taller de soldadura y mantenimiento servicio 1F-2F 127/220V	1	5000.00	5.00	0.60	3.00	0.92	3.26	17.8	17.8	2F # 10 THW	30A - 3P
F9	Tomacorrientes de taller de soldadura y mantenimiento servicio 1F-2F 127/220V	1	5000.00	5.00	0.60	3.00	0.92	3.26	17.8	17.8	2F # 10 THW	30A - 3P
T14	Tomacorriente area de refinacion servicio 1F 127V.	2	150	0.3	1.00	0.30	0.92	0.33	3.2	3.2	12	20A - 1P
								SUBTOTAL		10.63		

Demanda Total (KW)

9.78

Demanda Total (KVA)

10.6

Corriente 3F(A)

60.4

Corriente de proteccion

75.5

Breaker Principal (A) 2P

80

Alimentador Principal

2F 4 THHN Cu, N 6 THW Cu, T # 8 TW

DEMANDA TD-9	24.33
DEMANDA TD-10	10.27
DEMANDA TD-11	12.63
DEMANDA TD-12	12.2283
DEMANDA TD-13	9.78
FACTOR DE SIMULTANIEDAD	0.95
demanda general 1F de planta	65.77
demanda general 3F de planta	124.87
Corriente 2F(A)	431.2
ACOMETIDA PRINCIPAL	3F # 300 MCM THHN +N # 250 MCM THHN + T#2/0 AWG THW
SUMA (KW)	69.23
SUMA (KVA)	131.44

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN TD1 - 440V (SECTOR AL-CU-REFINACION)													
TD4 (FILTROS DEL SECTOR ALUMINIO Y COBRE)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M11	Ventilador	3	2	1820	5.46	0.80	4.37	0.85	5.1	10.5	21.1	3#12 THW	30A-3P
M12	Ventilador de Quemador 1. 50 HP-415V	1	50	45488	45.49	0.80	36.39	0.85	42.8	87.8	175.6	3#4 THHN	180A-3P
SUBTOTAL							40.76		48	98.3			

Demanda Total (KW)	40.8
Demanda Trifasica (KVA)	47.9
Corriente 3F(A)	78.6
Corriente de proteccion suma (M)	
mayor mas el resto de motores)	186.1
Breaker Principal (A) 3P	190
Alimentador Principal	3F # 2 AWG THHN Cu, # 4 AWG THHN Cu, T # 8THW Cu

Tabla XXIV: Tableros de distribución td1 - 440v (sector al-cu-refinacion)



TD5 (TABLERO 440V REFINACION)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M13	Motor 1	1	7.5	6823	6.82	0.80	5.46	0.85	6.4	13.2	26.3	3#12 THW	30A-3P
M14	Blower del quemador 2	1	20	18195	18.20	0.80	14.56	0.85	17.1	35.1	70.2	3#10 THHN	70A-3P
M15	Mezclador	1	20	18195	18.20	0.80	14.56	0.85	17.1	35.1	70.2	3#10 THHN	70A-3P
M16	Ventilador del quemador 1	1	20	18195	18.20	0.80	14.56	0.85	17.1	35.1	70.2	3#10 THHN	70A-3P
SUBTOTAL							49.13		58	118.5			

Demanda Total (KW)	49.1
Demanda Trifasica (KVA)	57.8
Corriente 3F(A)	94.8
Corriente de proteccion suma(M) mayor mas el resto de motores)	154
Breaker Principal (A) 3P	150
Alimentador Principal	3F # 2 AWG THHN Cu, # 4 AWG THHN Cu, T #8 THW Cu

TD6 (ARRANCADORES BLOWERS SECTOR ALUMINIO COBRE)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M6	Quemador de blower	1	15	13646	13.65	0.80	10.92	0.85	12.8	26.3	52.7	3#8 THHN	60A-3P
M7	Quemador de blower	1	15	13646	13.65	0.80	10.92	0.85	12.8	26.3	52.7	3#8 THHN	60A-3P
M8	Quemador de blower	1	15	13646	13.65	0.80	10.92	0.85	12.8	26.3	52.7	3#8 THHN	60A-3P
M9	C,Hy	1	5	4549	4.55	0.80	3.64	0.85	4.3	8.8	17.6	3#12 THW	20A-3P
M10	C,Hy	1	3	2729	2.73	0.80	2.18	0.85	2.6	5.3	10.5	3#12 THW	20A-3P
SUBTOTAL							38.57		45	93.0			

Demanda Total (KW)	38.6
Demanda Trifasica (KVA)	45.4
Corriente 3F(A)	74.4
Corriente de proteccion suma(M)	
mayor mas el resto de motores)	119.4
Breaker Principal (A) 3P	125
Alimentador Principal	3F # 4 AWG THHN Cu, # 6 AWG THHN Cu, T #8 THW Cu



TD7 (TABLEROS FILTROS DE REFINACION)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M17	Vibrador	1	2	1820	1.82	0.80	1.46	0.85	1.7	3.5	7.0	3#12 THW	20A-3P
M18	Blower filtro	1	20	18195	18.20	0.80	14.56	0.85	17.1	35.1	70.2	3#10 THHW	70A-3P
M19	Bomba de Alu, Cu 1	1	1	910	0.91	0.80	0.73	0.85	0.9	1.8	3.5	3#12 THW	20A-3P
M20	Bomba de Alu, Cu 2	1	5.5	5004	5.00	0.80	4.00	0.85	4.7	9.7	19.3	3#12THW	20A-3P
SUBTOTAL							20.74		24	50.0			

Demanda Total (KW) 20.7
 Demanda Trifasica (KVA) 24.4
 Corriente 3F(A) 40.0
 Corriente de proteccion suma(M) mayor mas el resto de motores) 85.1
 Breaker Principal (A) 3P 90
 Alimentador Principal 3F # 8 AWG THHN Cu, # 10 AWG THHN Cu, T #12 THW Cu

TDS (TABLERO DE HORNO DE ALUMINIO)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M1	Quemador 4	1	1.14	1037	1.04	0.80	0.83	0.85	1.0	2.0	4.0	3#12THW	20A-3P
M2	Quemador 3	1	1.14	1037	1.04	0.80	0.83	0.85	1.0	2.0	4.0	3#12THW	20A-3P
M3	Quemador 2	1	1.14	1037	1.04	0.80	0.83	0.85	1.0	2.0	4.0	3#12THW	20A-3P
M4	Quemador 1	1	1.14	1037	1.04	0.80	0.83	0.85	1.0	2.0	4.0	3#12THW	20A-3P
M5	Puerta de horno	1	1.14	1037	1.04	0.80	0.83	0.85	1.0	2.0	4.0	3#12THW	20A-3P
SUBTOTAL							4.15		5	10.0			

Demanda Total (KW)	4.1
Demanda Trifasica (KVA)	4.9
Corriente 3F(A)	8.0
Corriente de proteccion suma(M) mayor mas el resto de motores)	12.0
Breaker Principal (A) 3P	20
Alimentador Principal	3F # 12 AWG THW Cu, # 12 AWG THW Cu, T #12 TW Cu

	KW	KVA
DEMANDA TD4	40.8	47.9
DEMANDA TD5	49.1	57.8
DEMANDA TD6	38.6	45.4
DEMANDA TD7	20.7	24.4
DEMANDA TD8	4.1	4.9
SUMA	153.3	180.4
FACTOR DE SIMULTANIEDAD	1.00	
DEMANDA GENERAL	180.41	
Corriente 3F(A)	295.9	
ACOMETIDA PRINCIPAL	3F # 300 MCM THHN Cu, N# 250 MCM THHN Cu, T #2/0 THW Cu	
Corriente de proteccion suma(M)mayor mas el resto de motores)	403.4	
Disyuntor TD1	400A	

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A 440/254 V 3F

TD2 (PANEL DE HORNO DE PLOMO)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M21	Bomba de horno PB1	1	7.5	6823	6.82	0.80	5.46	0.85	6.42	13.2	26.3	3#12 THW	30A-3P
M22	Bomba de horno PB2	1	7.5	6823	6.82	0.80	5.46	0.85	6.42	13.2	26.3	3#12 THW	30A-3P
M23	motor 2	1		12000	12.00	0.80	9.60	0.85	11.29	23.2	46.3	3#10 THW	50A-3P
M24	Compresor	1	50	45488	45.49	0.80	36.39	0.85	42.81	87.8	175.6	3#4 THHN	200A-3P
M25	Sin fin	1		22000	22.00	0.80	17.60	0.85	20.71	42.5	84.9	3#8 THHN	100A-3P
M26	Blower principal	1		108000	108.00	0.80	86.40	0.85	101.65	208.4	416.8	3#4/0 THHN	350A-3P
M27	Valvula desague	1		750	0.75	0.80	0.60	0.85	0.71	1.4	2.9	3#12 THW	20A-3P

Demanda Total (KW)	161.51
Demanda Total 3F(KVA)	190.0
Corriente 3F(A)	311.7
Corriente de proteccion suma(M)	
mayor mas el resto de motores)	598.0
Breaker Principal (A) 3P	600
Alimentador Principal	3F # 350 MCM, # 250 AWG THHN Cu, T #2 THW Cu

Tabla XXV: Tableros de distribución a 440/254 v 3f

TD16 (TABLEREO DE BOMBAS DE PETROLEO)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	HP	W/PUNT.	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M32	Suministro 2	1	1.5	1365	1.36	0.80	1.09	0.85	1.28	2.6	5.3	3#12 THW	20A-3P
M33	Suministro 1	1	0.75	682	0.68	0.80	0.55	0.85	0.64	1.3	2.6	3#12 THW	20A-3P
M34	Mezclador 1	1	1	910	0.91	0.80	0.73	0.85	0.86	1.8	3.5	3#12 THW	20A-3P
M35	Mezclador 2	1	1	910	0.91	0.80	0.73	0.85	0.86	1.8	3.5	3#12 THW	20A-3P
M36	Bomba de descarga 2	1	3	2729	2.73	0.80	2.18	0.85	2.57	5.3	10.5	3#12 THW	20A-3P
M37	Bomba de descarga 1	1	10	9098	9.10	0.80	7.28	0.85	8.56	17.6	35.1	3#12 THW	40A-3P

Demanda Total (KW)	12.55
Demanda Total 3F(KVA)	14.77
Corriente 3F(A)	24.2
Corriente de proteccion suma(M)	
mayor mas el resto de motores)	47.8
Breaker Principal (A) 3P	50
Alimentador Principal	3F # 8 AWG THHN Cu, # 10 AWG THHN Cu, T #12 THW Cu

TD14 (TABLERO DE RUPTURAS DE BATERIAS)													
PANEL	DESCRIPCION	PUNTO	HP	W/PUNTO	POTENCIA INSTALADA(KW)	F.D	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F(KVA)	CORRIENTE COND (A)	CORRIENTE DISY(A)	CONDUCTOR	DISYUNTOR
M28	B. Acido,	1	2	1820	1.82	0.80	1.46	0.85	1.71	3.5	7.0	3#12THW	20A-3P
M29	Agitador 2	1	2	1820	1.82	0.80	1.46	0.85	1.71	3.5	7.0	3#12THW	20A-3P
M30	Prensa de ruptura de baterias	1	20	18195	18.20	0.80	14.56	0.85	17.12	35.1	70.2	3#8 THHN	70A-3P
M31	Transportador de plomo	1	2.2	2001	2.00	0.80	1.60	0.85	1.88	3.9	7.7	3#12THW	20A-3P

Demanda Total (KW) 19.0

7

Demanda Total 3F(KVA) 22.4

Corriente 3F(A) 36.8

Corriente de proteccion suma(M)

mayor mas el resto de motores) 81.1

Breaker Principal (A) 3P 90

Alimentador Principal 3F # 8 AWG THHN Cu, # 10 AWG THHN Cu, T #12 THW Cu

ESTUDIO DE LA DEMANDA COMPLEJO METALURGICO DEL ECUADOR

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL TDG-220V					
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 1F (KVA)
TD-3	TABLERO DE DISTRIBUCION SECTOR AL-CU-REFINACION	1	73.06	0.9 2	78.61
PD-UPS	PANEL DE UPS	1	3.6	0.9 2	3.90
PD1	CARGAS PRIORITARIAS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO	1	9.91	0.9 2	10.80
PD2	PANEL DE A.A EDIFICIO ADMINISTRATIVOS	1	18.10	0.9 2	19.70
PD3	PANEL DE BODEGA	1	0.9	0.9 2	1.00
PD4	PANEL DE BAÑOS DE PERSONAL	1	1.5	0.9 2	1.70
PD5	PANEL DE BOMBAS DE AGUA	1	1.0	0.9 2	1.10
PD6	GARITA	1	3.3	0.9 2	3.60
SUBTOTAL					
L			111.4		120.4

DEMANDA TOTAL(KW)	111.37	
DEMANDA MONOFASICA (KVA)	120.41	
FACTOR DE SIMULTANIEDAD	1.00	
DEMANDA (KVA)	120.41	
RESERVA 20%	24.08	
DEMANDA TOTAL (KVA)	144.49	
Transformador T2 (KVA) 3F	150	Delta-Estrella 13200/220-127V
Corriente de secundario	394.1	
Breaker Principal (A) 3P	400	AJUSTABLE
Alimentador Principal (13200V)	3F # 2 Cable Cu aislado 15 KV	
Alimentador Principal (220V)	3F # 400 MCM THHN +N # 300 MCM THHN + T#2/0 AWG THW	

Tabla XXVI: Estudio de la demanda complejo metalúrgico del Ecuador

ESTUDIO DE LA DEMANDA COMPLEJO METALURGICO DEL ECUADOR

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN GENERAL TDG-440V 3F					
PANEL	DESCRIPCION	PUNT.	DEMANDA (KW)	F.P	DEMANDA 3F (KVA)
TD1	TABLERO SECTOR AL-CU-REFINACION	1	153.35	0.85	180.41
TD2	PANEL DE HORNO DE PLOMO	1	161.51	0.85	190.01
TD16	TABLERO DE BOMBAS DE PETROLEO	1	12.55	0.85	14.77
TD14	TABLERO DE RUPTURAS DE BATERIAS	1	19.07	0.85	22.43
SUBTOTAL			346.48		407.62

DEMANDA ESTIMADA(KW)	346.48	
DEMANDA TOTAL TRIFASICA (KVA)	407.6	
FACTOR DE SIMULTANIEDAD	0.95	
DEMANDA (KVA)	387.2	
RESERVA 20%	77.4	
DEMANDA TOTAL (KVA)	464.7	
Transformador T1 (KVA) 3F	500	Delta-Estrella 13200/440-254V
Corriente de secundario	656.9	
Breaker Principal (A) 3P	700	AJUSTABLE
Alimentador Principal (13200V)	3F # 2 Cable Cu aislado 15 KV	
Alimentador Principal (440V)	3F # 350*2 MCM THHN +N # 250*2 MCM THHN + T# 4/0 AWG THW	

Tabla XXVII: Estudio de la demanda complejo metalúrgico del ecuador



CAPITULO IV

DIAGRAMA UNIFILAR Y DISEÑO DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES

Una vez se tienen el diseño de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes, ubicadas las cargas trifásicas y efectuadas el estudio de la demanda se procede a elaborar el diagrama unifilar del proyecto en el que se resume de una manera clara y sencilla las características de los transformadores, conductores y protecciones del sistema eléctrico.

4.1.- Diagrama unifilar del sistema eléctrico

El diagrama comienza con el sistema de alimentación que parte desde la red de la empresa distribuidora local hacia las celdas de media tensión ubicadas en el cuarto de transformación, como se puede ver en la figura 26. El diagrama unifilar completo está en el Plano Eléctrico. (ver figura 27)



Figura 26.- Diagrama unifilar de la alimentación a media tensión del Proyecto CME.

De las celdas a media tensión parten a dos transformadores pues se tienen dos sistemas de baja tensión en el proyecto: 440/254 V para cargas trifásicas y 220/127 V para cargas monofásica. (ver figura 28)

TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL

440/254 V

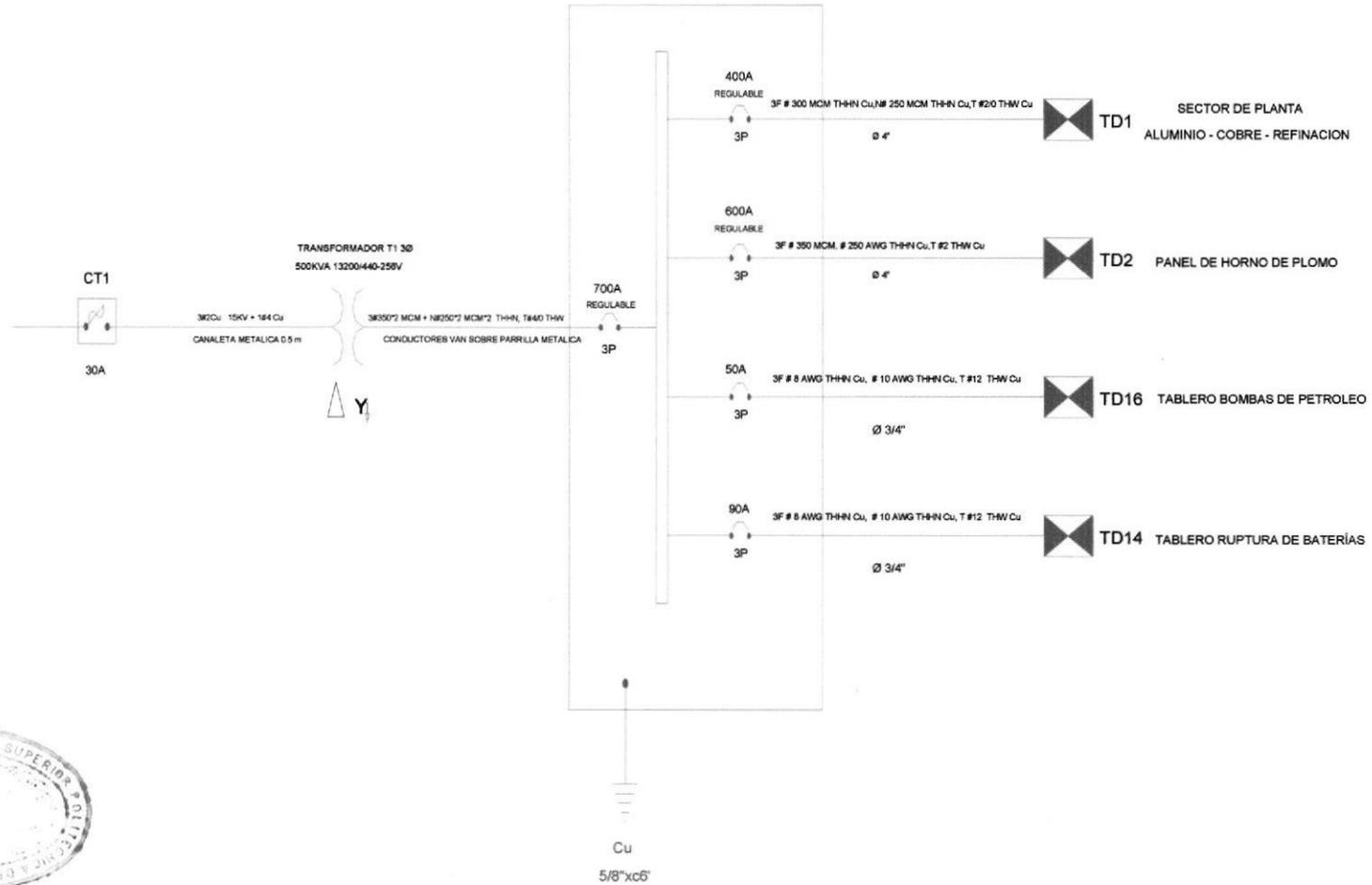


Figura 27.- Diagrama unifilar del sistema a baja tensión 440/254 V del Proyecto CME

TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL

220/127 V

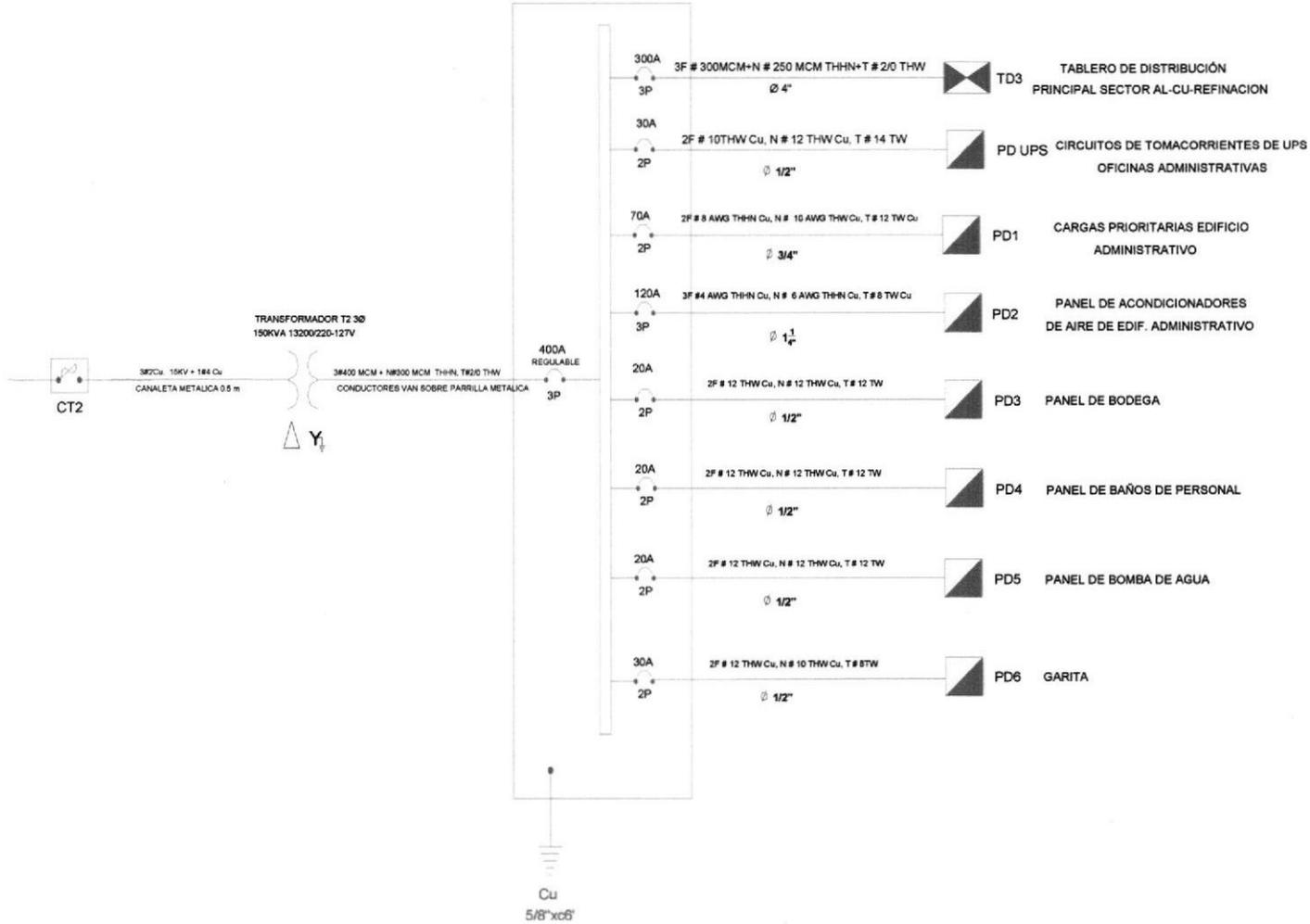


Figura 28.- Diagrama unifilar del sistema a baja tensión 220/127 V del Proyecto CME.

4.2.- Diseño del cuarto de transformador y del tablero de distribución principal.

Para el diseño del cuarto de transformación se consideraron las especificaciones técnicas constructivas dispuestas en el NATSIN (Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad) de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP que se detallan a continuación:

4.2.1.- Ubicación

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

4.2.2.- Características Constructivas

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

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

El cuarto deberá tener ventilación adecuada para mantener en su interior una temperatura que no exceda de 40° C, disipando las pérdidas del transformador a plena carga, sin ocasionar la disminución de la capacidad nominal del mismo. Las aberturas de ventilación deberán situarse en las paredes laterales, cerca del techo y estarán cubiertas de rejas permanentes, bloques ornamentales, o persianas resistentes colocadas de forma que sea imposible introducir objetos que alcancen o caigan sobre los transformadores.

La puerta de entrada tendrá dimensiones de 2,00 metros de alto por 2,00 metro de ancho, construida en planchas metálica de 1/16" de espesor, con abatimiento



hacia el exterior y con una resistencia al fuego, de acuerdo a lo que señala el numeral 450.43 del NEC (Código Eléctrico Nacional).

Las dimensiones del cuarto de transformador son de 6.40 x 4.10 m. Ver figuras 29 y 30.

La canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería metálica rígida, aprobada para uso eléctrico con un diámetro de 4".

4.2.3.- Malla de puesta a tierra

Los transformadores y equipos ubicados en el cuarto estarán conectados a tierra. Los circuitos que deben tener conexión a tierra son los siguientes. Deberán conectarse a tierra los pararrayos, los tanques y gabinetes de transformadores, las tuberías metálicas de acometida, las cajas metálicas de derivación, los tableros de medidores, y en general todas las cubiertas metálicas que contengan equipos eléctricos.

Los electrodos de puesta a tierra serán varillas de cobre o cooperweld de 5/8" de diámetro, con una longitud mínima de 6 pies. La malla estará conformada por seis varillas cooperweld ubicadas equidistantemente en el área del cuarto y unidas entre sí por conductores 2/0 AWG de cobre desnudo utilizando soldadura exotérmica.

4.2.4.- Protección de Transformadores en Media Tensión

Los transformadores de hasta 15 KV se instalarán con el equipo mínimo necesario para su protección y seccionamiento en el lado primario, consistente en una caja fusible de 100 amperios 15 KV y un pararrayo de 10 KV en cada una de las fases de alimentación, los cuales se instalarán en el poste de arranque de la red de distribución.



4.2.5.- Celdas de media tensión

Puesto que se han considerado la instalación de más de un banco de transformadores se instalará seccionadores fusibles para accionamiento simultáneo de las tres fases bajo carga, un juego de barras de alimentación en

media tensión y como protección individual para cada transformador, seccionadores fusibles similares al principal. (Ver figuras 29 y 30).

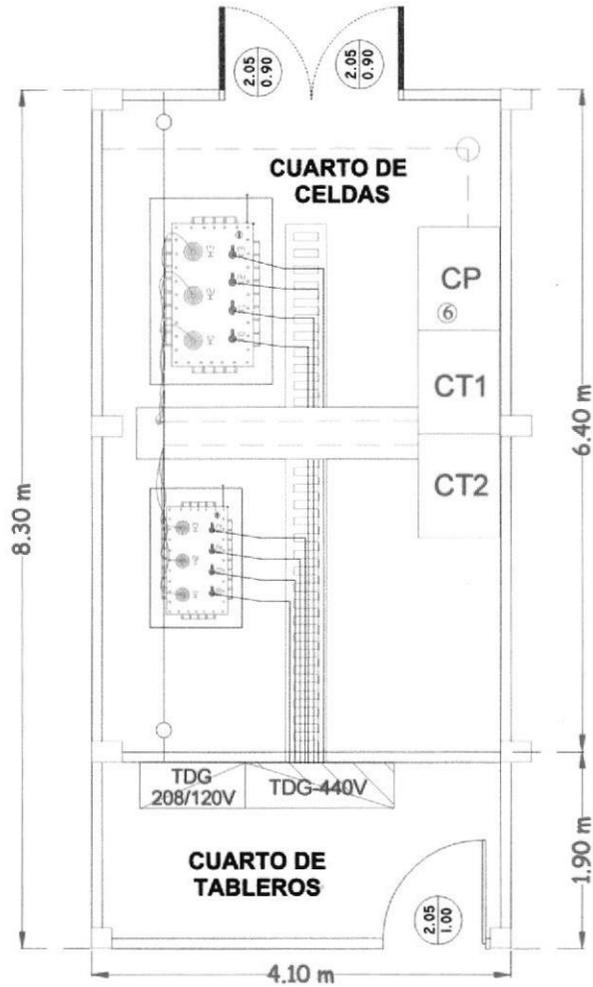


Figura 29.- Vista de planta del cuarto de transformadores del Proyecto CME.

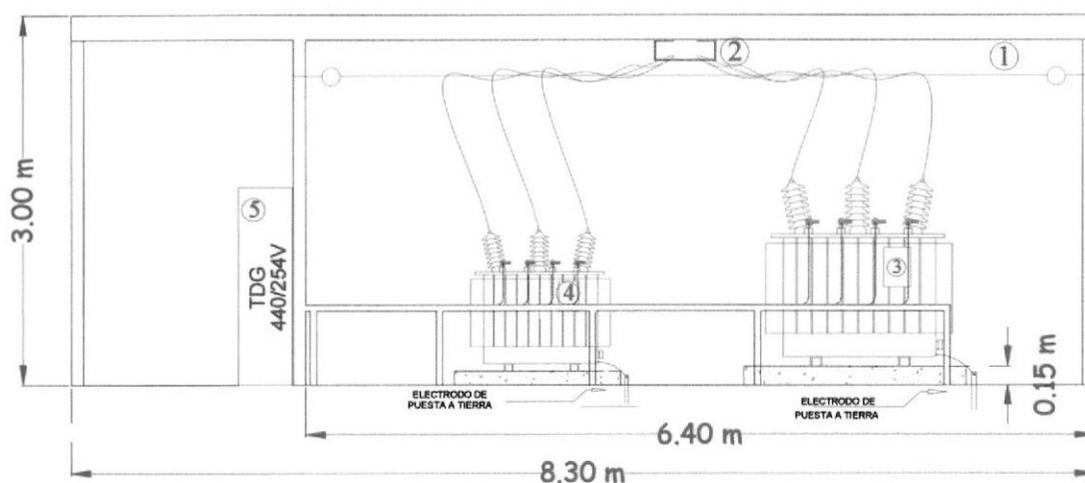


Figura 30.- Corte lateral del cuarto de transformadores del Proyecto CME.

4.3.- Diseño del sistema de medición de energía

Para cumplir con las Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP y puesto que la demanda estimada del proyecto es superior a 300 kW se ha proyectado la medición en media tensión. Las características técnicas del diseño son las siguientes:

- El equipo de medición será instalado en un poste que contenga las líneas primarias aéreas de distribución, para lo cual se utilizará transformadores de potencial y de corriente, además del medidor adecuado. Los postes

que soporten el equipo de medición de media tensión contendrán también el módulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura de 1,80 m con respecto al piso, protegido contra las aguas lluvias por medio de una cubierta o techo. Ver figura 31.

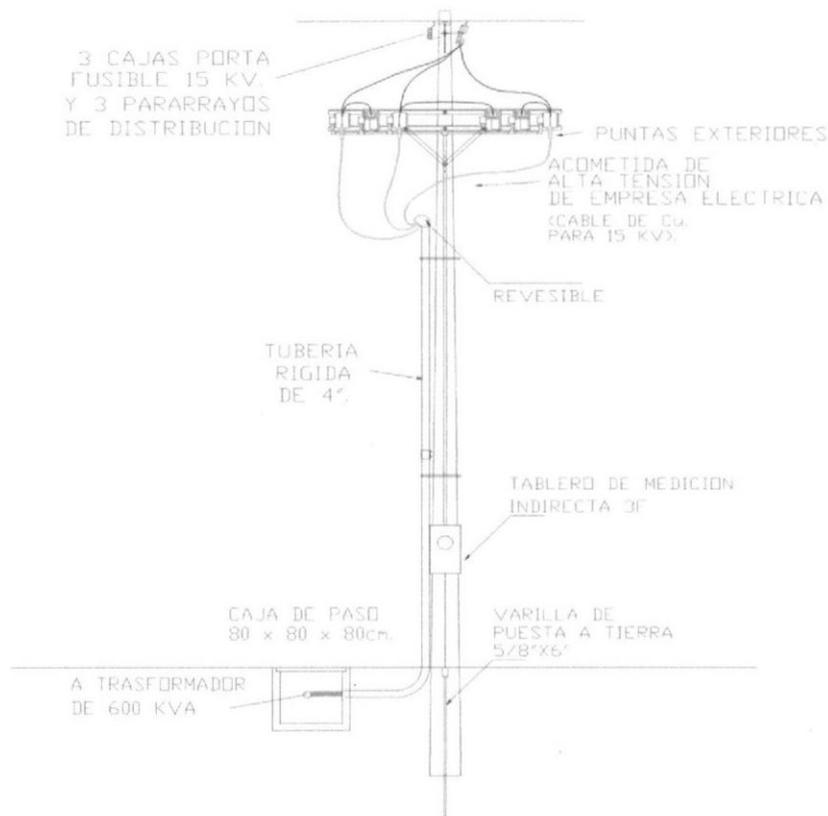


Figura 31.- Detalle de la medición en media tensión en poste del Proyecto CME.

- El medio de protección y seccionamiento, es decir, las cajas porta-fusible de la acometida en media, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa. Ver figura 31.
- El Medidor será instalado en el lado poste dentro de un módulo metálico individual. El módulo será de 70x40x25 cm de alto, ancho y profundidad respectivamente y se construirá de un solo cuerpo con una puerta de (2) dos bisagras remachadas o soldadas en su lado derecho, y llevará un elemento (orejas) para la colocación del sello de seguridad de la Empresa. Dispondrá de un orificio de 1 ¼" de diámetro que se conectará mediante tuerca y contratuerca metálica con la tubería metálica rígida de 1 ¼" de diámetro que transportan los conductores de señal al medidor.



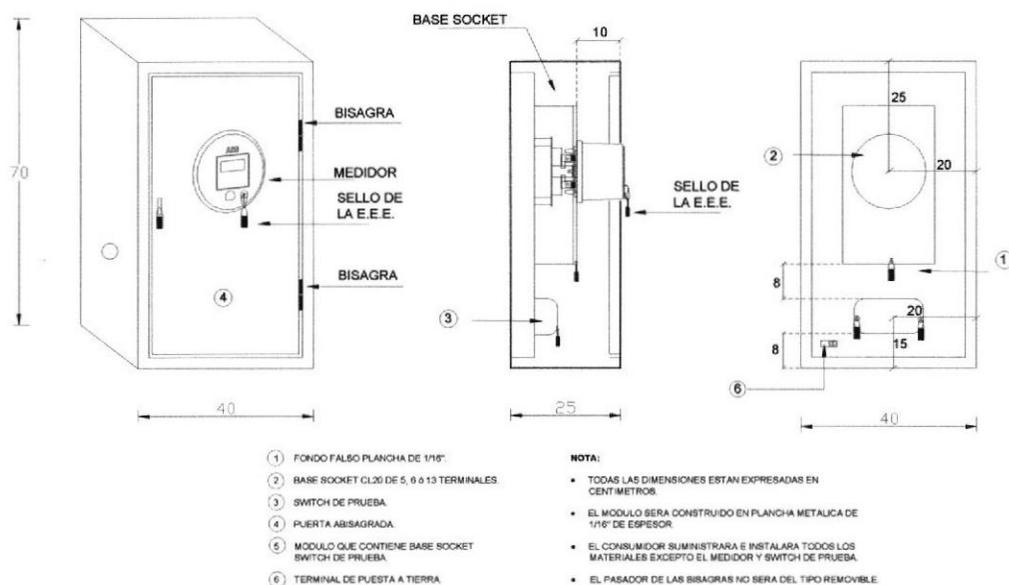


Figura 32.- Detalle del módulo con puerta tipo vitrina para medición indirecta trifásica

- El módulo de medición contendrá una base (socket) trifásica y una bornera (switch) de prueba para medición de energía en forma indirecta. (Ver figura 32). El módulo será construido en plancha metálica de 1.5mm (1/16") de espesor y estará protegido con pintura anticorrosiva y pintado al horno. En caso de que el módulo se encuentre a la intemperie, expuesto a las aguas lluvias, se deberá adecuar una cubierta, techo, o alero para su protección.

RECOMENDACIONES:

Tener las precauciones necesarias en el momento de instalar los equipos y hacer los estudios necesarios para un óptimo sistema eléctrico y así poder distribuir la energía y hacer un estudio general de la planta todos los días de trabajo ya que se van produciendo cambios en nuestros cálculos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Stephen J. Chapman, Maquinas Eléctricas (2da edición)
2. Manual, normas de acometidas cuartos de transformadores y sistema de medición para suministro de electricidad NATSIM. Edición 2012
3. National Electrical Code 1984 de National Fires Protection Association
4. American National Standards Institute (ANSI)
5. Normas del Código Eléctrico Nacional
6. National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
7. Underwriter's Laboratories (UL)
8. American Society For testing and Materiales (ASTM)
9. Insulated Cable Engineers Association (ICEA)
10. Código Eléctrico Norteamericano (NEC)

