BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Y ELÉCTRICA

Instalación eléctrica de Faurecia Jit.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO Y ELÉCTRICO

PRESENTA:

Daniel Santiago Pérez

MATRICULA: 200711652

ASESOR: M. I.

Genaro Campos castillo

Puebla, Puebla Abril 2014

ÍNDICE GENERAL

No	CONCEPTO	PÁG.
	INTRODUCCIÓN	1
	PROYECTO A DESARROLLAR	1
	LOCALIZACIÓN Y RAZÓN SOCIAL	2
1	**CAPÍTULO I DESARROLLO DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN 34.5KV**	**3**
1.1	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DEL SECCIONADOR	3
1.2	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LA SUBESTACIÓN COMPACTA	3
1.3	CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA COMETIDA AL SECCIONADOR	3
1.4	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LOS TRANSFORMADORES	4
1.5	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES PRIMARIOS DE CADA TRANSFORMADOR.	5
	SISTEMA PRIMARIO, 200 A.	6
1.6	CÁLCULO DE CANALIZACIÓN DE LOS CABLES EN MEDIA TENSIÓN	7
2	**CAPÍTULO 2 DESARROLLO DE PROYECTO EN BAJA TENSIÓN 440/254V**	**8**
2.1	DESCRIPCIÓN EQUIPOS Y ACCESORIOS ALIMENTADAS A 440VOLTS.	8
2.2	SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR	8

2.2.1	CÁLCULO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR	8
2.2.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR	9
2.2.3	CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES SECUNDARIOS	10
2.2.4	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS TABLERO QD	11
2.3	PLANTA DE EMERGENCIA	13
2.3.1	CONDUCTORES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.	13
2.3.2	PROTECCIÓN DE SOBRE CORRIENTE	14
2.3.3	CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA	15
2.4	BANCO DE CAPACITORES	16
2.4.1	CONDUCTORES DEL BANCO DE CAPACITORES	16
2.4.2	PROTECCIÓN DEL BANCO DE CAPACITOR	17
2.4.3	CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DEL BANCO DE CAPACITOR	18
2.5	CÁLCULO DE TABLERO DE COMPRESORES	19
2.5.1	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO DE COMPRESORES	19
2.5.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DEL TABLERO DE LOS COMPRESORES	20
2.5.3	CÁLCULO DE LAS CANALIZACIONES DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO DE LOS COMPRESORES	21
2.6	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE CADA COMPRESORES	21
2.6.1	CONDUCTORES DE CADA COMPRESORES	21
2.6.2	CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE CADA COMPRESOR	21
2.6.3	CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE CADA COMPRESOR	22

2.6.4	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE DE CADA COMPRESOR	23
2.6.5	CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN DE CADA COMPRESOR	23
2.7	TABLERO CCM PARA LOS EXTRACTORES A 440V	25
2.7.1	CONDUCTORES DEL TABLERO CCM 440V	25
2.7.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE PARA EL TABLERO CCM	26
2.7.3	CÁLCULO DE LA CANALIZACIÓN DEL TABLERO CCM	27
2.8	EXTRACTORES A 440V	27
2.8.1	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES PARA LOS EXTRACTORES	27
2..8.2	CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LOS EXTRACTORES	28
2.8.2.1	CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR POR CAÍDA DE TENSIÓN.	29
2.8.3	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	30
2.8.4	CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE CADA EXTRACTOR	33
2.9	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES DE LOS TRANSFORMADORES SECOS	33
2.9.1	CÁLCULO DE CONDUCTORES LADO PRIMARIO DE LOS TRANSFORMADORES SECOS	33
2.9.2	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES LADO SECUNDARIO	34
2.9.3	CONDUCTORES EN EL LADO PRIMARIO	35
2.9.4	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES POR CORRIENTE Y POR CAÍDA DE TENSIÓN LADO PRIMARIO.	36
2.9.5	CÁLCULO DE PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRAS DE	37

LOS TRANSFORMADORES SECOS
2.9.5.1 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN PRIMARIA DEL TRANSFORMADOR 37
2.9.5.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR 38
2.10 TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440 V 39
2.10.1 CONDUCTORES DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440 V 39
2.10.2 PROTECCIÓN DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440V 41
2.10.3 CANALIZACIÓN DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 41
2.11 AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO 41
2.11.1 CONDUCTORES DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO 41
2.11.2 CALCULO DE PROTECCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO 43
2.11.3 CÁLCULO DE LA CANALIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO 43

3 CAPÍTULO 3 EQUIPOS DE 220V/127V 45

3.1 DESCRIPCIÓN EQUIPOS Y ACCESORIOS ALIMENTADAS A 220/127 VOLTS. 45
3.2 TABLEROS DE ALUMBRADO TA1 Y TA2 45
3.2.1 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA EN EL TABLERO TA1 45
3.2.3 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL TABLERO TA1 46
3.2.4 CANALIZACIÓN EN EL TABLERO TA1 47
3.2.5 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA TA2 47

3.2.6	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL TABLERO TA2	48
3.2.7	CANALIZACIÓN EN EL TABLERO TA2	48
3.2.8	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS TABLEROS DE ALUMBRADO	49
3.2.8.1	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TA1	49
3.2.8.2	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA ALUMBRADO EN EL TABLERO TA1	51
3.2.8.3	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA PARA EQUIPOS DE LOS ANDENES	52
3.2.8.4	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA ANDENES EN EL TABLERO TA1.	54
3.2.8.5	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA EL TABLERO TA1 POR CAÍDA DE TENSIÓN.	55
3.2.8.6	CÁLCULO DE CANALIZACIÓN PARA LOS CONDUCTORES	58
3.2.8.7	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE SOBRE CORRIENTE	60
3.3	CÁLCULO DE CARGA INSTALADA EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES	63
3.4	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES	64
3.5	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES	66
3.6	CANALIZACIÓN EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES	67
3.7	TABLERO TCB PAR CUARTO DE BATERÍAS	68
3.7.1	CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TCB PARA CUARTO DE BATERÍAS	69
3.7.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTE Y CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	70
3.7.3	CANALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS	71

3.8	TABLERO DE ALUMBRADO EXTERIOR	72
3.8.1	CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA TAE Y CONDUCTORES DEL TABLERO TAE	72
3.8.2	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE Y PUESTA A TIERRA	73
3.8.3	CANALIZACIÓN	74
3.9	CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TAE	74
3.9.1	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO EN EL TABLERO TAE	74
3.9.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA	77
3.9.3	CANALIZACIÓN DEL TABLERO DE ALUMBRADO EXTERIOR	78
3.10	TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS	79
3.10.1	CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES EN EL TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS	79
3.10.2	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA	80
3.10. 3	CANALIZACIÓN DEL ALIMENTADORES DEL TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS	81
3.11	CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS	81
3.11.1	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DE MOTORES	81
3.11.2	CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LOS MOTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN	82
3.11.3	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	83
3.11.4	CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN	83
3.12	TABLERO DE VIGILANCIA	84
3.12.1	CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE VIGILANCIA	84

3.12.2 CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN. 85
3.12.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA 86
3.12.4 CANALIZACIÓN DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO 87
3.13 TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 89
3.13.2 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TAA 89
3.13.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN 89
3.13.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA 91
3.13.5 CANALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS 93

4 CAPÍTULO 4 CALCULO DE CORTO CIRCUITO 96

4.1 CONVERSIÓN A MVA DE LOS EQUIPOS DE 440V 96
4.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO EN LA FALLA 1 98
4.3 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 2 102
4.4 CÁLCULO DE LA FALLA 3, 4, 7, 28. 103
4.5 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 5 Y FALLA 6 104
4.6 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 8 A FALLA 27 106
4.7 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 29 y 30 108
4.8 CÁLCULO DE LA FALLA 31 110
4.9 CÁLCULO DE CORRIENTE DE SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR FALLA 32 112
4.10 CÁLCULO DE LAS FALLA EN LOS MOTORES DE LOS ANDENES, FALLAS 33, 34, 35. 113

4.11	CÁLCULO DE LA FALLA 36	115
4.12	CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.	121
4.13	CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA FALLA 38 HASTA LA FALLA 66	122
4.14	TRANSFORMADOR 4 TIPO SECO DE 45 KVA	125
4.14.1	CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA	125
4.15	TRANSFORMADOR 5 TIPO SECO DE 45 KVA	130
4.15.1	CÁLCULO DE LA FALLA 82 A FALLA 90	130
	CONCLUSIONES	134
	BIBLIOGRAFÍAS	135

INTRODUCCIÓN

Debido a las exigencias a la cual están sometidos las empresas de parte de sus clientes, ayuda mucho a las empresas a ser más competentes y mejorar los trabajos que realizan ya que estas tienen que cumplir ciertas expectativas para poder llegar a los objetivos y satisfacer las necesidades que el cliente pide. En el caso de este trabajo nos hemos apegado a las normativas existentes y vigentes en nuestro país para poder entregar un proyecto bajo normativa, y que a futuro no tenga problemas el cliente con estas especificaciones que rigen el suministro de energía por parte de la empresa suministradora del fluido eléctrico. En este trabajo encontrará los procedimientos con el cual fue elaborado este proyecto, verificando las cargas, los conductores, las canalizaciones, las protecciones, de cada circuito eléctrico. La memoria de cálculo se apega a la NOM-001-SEDE-2012 en la cual nos hemos basado.

PROYECTO A DESARROLLAR

La empresa Faurecia, es una empresa de clase mundial que se dedica en fabricar interiores para automóviles, como asientos, tableros, paneles delanteros, descansabrazos y más, trabajando para mercedes Benz, Bmw, Ford y otras más. En puebla cuenta con naves industriales en el parque industrial finsa y recientemente empezó a producir la nave industrial construida en el parque industrial ciudad textil, de Huejotzingo, lugar donde se está llevando a cabo la nueva nave denominada Faurecia jit, en la cual estamos participando en su construcción, lo que corresponde a las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias. Por tal motivo diseñamos y calculamos las demandas eléctricas y así al término de la obra poder otorgar el suministro de electricidad sin problemas.

El diseño de proyecto que estamos desarrollando es de tipo una instalación eléctrica tipo industrial.

LOCALIZACIÓN Y RAZÓN SOCIAL

Razón social:
FAURECIA JIT, Sistemas Automotrices De México, S.A. De C.V
Domicilio:
Circuito Esteban de Antuñano, Parque Industrial, Ciudad Textil; Huejotzingo; Puebla

Fig. 1 En esta imagen podemos observar la ubicación de La nave de producción de Faurecia JIT Sistemas Automotrices De México, S.A. De C.V. se localiza en la parte poniente del municipio de Huejotzingo, Puebla. Está se encuentra en el parque Industrial Ciudad Textil de Huejotzingo la cual se puede llegar por la carretera México- Puebla, desviándose hacia el camino que conduce al aeropuerto Internacional Hermanos Serdán, o partiendo del propio centro de la comunidad hacia el mismo destino por la carretera de José Ma. Morelos.

CAPÍTULO I DESARROLLO DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN 34.5KV

Para el suministro de energía eléctrica en la nave faurecia jit, será a través de las líneas de media tensión en 34.5 KV de CFE. En la cual se hará la transición aérea - subterránea en las protección de la acometida llevara apartarrayos de 35KV, corta circuito fusible de 35KV de 80 Amperes, y como medio de desconexión principal habrá un seccionador principal compacta, tipo pedestal con que derivara 2 transformadores de 750 KVA.

El transformador 1 con la carga que alimentara toda la nave con la cargar instalada que se contempló en el diseño del proyecto.

El transformador 2 será destinada para cargas adicionales durante y/o a futuro de la nave de producción.

1.1 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DEL SECCIONADOR

1.2 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LA SUBESTACIÓN COMPACTA

El seccionador alimentara a 2 transformadores de 750 KVA

750+750=1500kva

La corriente total será

$$\mathrm{Ip} = \frac{1500kva}{\overline{3} * 34.5kv} = 25.13A.$$

El ajuste al 300% es de 25.13*3=75.39 Amperes

Por lo que se escoge un fusible limitador de corriente de 80 Amperes

1.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA COMETIDA AL SECCIONADOR

Tomando en cuenta la corriente corregida al 250% de 62.82Amperes.

Y de acuerdo a la tabla 310-15(16) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 Se ha seleccionado un conductor cable xlp-al 1/0 con una capacidad de conducción de 120 Amperes.

1.4 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LOS TRANSFORMADORES.

Para el cálculo de la carga total presentamos la siguiente tabla con un resumen de toda la carga conectada.

CONCEPTOS	CARGAS
ALUMBRADO NAVE	25,214 W
ALUMBRADO OFICINAS	11,292 W
ALUMBRADO SERVICIOS GENERALES (VIGILANCIA, CTO. DE BOMBAS, SUBESTACIÓN, CTO PLANTA DE EMERGENCIA, COMPRESORES, CTO. BATERÍAS, MANTENIMIENTO)	2,192 W
ALUMBRADO EXTERIOR	15,529 W
CONTACTOS NAVE	1,080 W
CONTACTOS OFICINAS	35,150 W
CONTACTOS SERVICIOS GENERALES (VIGILANCIA, CTO. DE BOMBAS, SUBESTACIÓN, CTO PLANTA DE EMERGENCIA, COMPRESORES, CTO. BATERÍAS, MANTENIMIENTO)	4800 W
CONTACTOS TRIFÁSICOS SER GENERAL	4,500 W
CONTACTOS REGULADOS OFICINA	13,200 W
EXTRACTORES NAVE	22380
EXTRACTORES SERV GENERAL	373 W
EXTRACTORES SERV GENERAL	7,211 W
UNIDAD PAQUETE Y ARE LAVADO	101,850 W
FAND AND COIL	37,422 W
MINIS SPLIT	8,316 W
COMPRESORES 440V	111,900 W
BOMBA 3H	4476 W
BOMBA 2H	1492 W
BOMBA 1H	746 W
MOTORES PUERTAS 515W	3090 W
MOTORES PLUMAS 800W	2400 W
MOTORES CORTINAS 1 HP	7460 W
CTO TRATAMIENTO	881 W
CTO DESECHO	924 W
ELECTRO DUCTO	253501.8667 W
CARGA TOTAL CONECTADA	655,000 W

Tabla 1.1 En esta tabla se resume la carga conectada al transformador de 750 kva.

De la carga instalada en baja tensión tenemos un total de 655kw

Ahora para convertir la carga en kva usamos un factor de potencia de 0.9

Seria

P_{kva}=655kw/0.9=727.7 KVA

Por lo tanto se ha seleccionado un transformador de 750KVA próximo a la carga

1.5 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES PRIMARIOS DE CADA TRANSFORMADOR.

Para calcular la corriente del primario del transformador usamos la siguiente fórmula

$$\text{Ip} = \frac{VA}{\overline{3} * Vff} \qquad \text{Ip} = \frac{750kva}{\overline{3} * 34.5kv} = 12.56A.$$

Para la selección de conductor multiplicamos la corriente nominal a 125%

12.56 A. * 1.25=15.7 Amperes.

Por lo que se ha seleccionado un cable de potencia xlp-1/0 debido a que otros calibres más pequeños son menos comerciales.

PROYECTO:	FAURECIA "JIT" PARQUE INDUSTRIAL CIUDAD TEXTIL.						VOLTAJE:		
CUADRO GENERAL	MEDIA TENSIÓN								
UBICACIÓN:	SUBESTACIÓN								
NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	CAPACIDAD DE PROTECCIÓN	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO DE PROTECCIÓN	No. DE FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA (WATTS)	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA
TRANSFORMADOR 1	1	40A	100MVA	FUSIBLE	3	34.5	675.0	12.5660	31.4149
TRANSFORMADOR 2	2	40A	100MVA	FUSIBLE	3	34.5	675.0	12.5660	31.4149
SECCIONADOR		80	100			34.5	1350	25.1319	62.8299

Tabla 1.2 Esta tabla indica la carga instada y la corriente de los equipos en media tensión.

SISTEMA PRIMARIO, 200 A.

Configuración	Circuito radial.
Conexión	Delta, 3F, 4H Voltaje34.5KV Y/Y 7,440 Volts
Cable primario	XLP-1/0-AL-35KV
Regulación de Voltaje	1% del valor Nominal. Conexión a tierra Neutro
Conexiones a tierra	Tanques de transformadores, Pantallas de cables de energía
Conexión a transformadores	Conector tipo codo, operación carga 35 KV En circuito de 200 Amperes
Protección contra sobre-voltaje	Apartarrayos tipo transición, 35 KV, en las transición aéreo-subterráneo.
Protección sobre corriente y corto circuito:	La protección de circuito será mediante cortacircuitos tipo XS de distribución, 35 KV y los fusibles tipo listón que se instalaran en la transición.
Resistencia a tierra	Época de estiaje: 5 Ohms Época de lluvia: 2.5 Ohms.

1.6 CÁLCULO DE CANALIZACIÓN DE LOS CABLES EN MEDIA TENSIÓN

Desde la acometida tenemos cables xlp de 1/0 de 35 kv, de acuerdo al catálogo viakon en la página 18 del conductores de media tensión xlp a 53kv la sección transversal de calibre 1/0=1058mm2

Entonces seleccionamos la tubería de acuerdo al artículo 352 de la nom-001-sede-2012. 78mm con un factor de relleno de 53% nos da una área de 2799, este valor es superior a 1058mm2 de la sección transversal de cable de media tensión.

Ahora de acuerdo a la norma de diseño de redes subterráneas en media tensión de CFE-DCCSSUBT actualizada en febrero de 2013 para los cableados trifásico se debe cumplir a la especificación P4A o P4B.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	LONG. EN KM	CAL. DE CABLE	SECCIÓN MM2 DEL CABLE	SECCIÓN EN MM2 DE LA TUBERÍA	CAÍDA DE TENSIÓN	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN	BALANCEO DE CARGA		
									A	B	C
TRANSFORMADOR 1	1	0.0100	1/0-AL	1058.00	2799MM	0.0002	120.00	78MM	225	225	225
TRANSFORMADOR 2	2	0.0100	1/0-AL	1058.00	2799MM	0.0002	120.00	78MM	225	225	225
SECCIONADOR		0.1000	1/0-AL	1058.00	2799MM	0.0045	120.00	78MM	450.00	450.00	450.00
								%Desbalanceo	0%		

Tabla 1.3 Esta tabla indica la caída de tensión y la canalización de conductores de los equipos en media tensión

CAPÍTULO 2 DESARROLLO DE PROYECTO EN BAJA TENSIÓN 440/254V

2.1 DESCRIPCIÓN EQUIPOS Y ACCESORIOS ALIMENTADAS A 440VOLTS.

Los transformadores de 750 kva tiene un voltaje secundario de 440v por lo que en el transformador 1 alimentara a un tablero de transferencia y esto a la vez alimentara aun tablero general de distribución master pact de 1200 Amperes, tenemos una planta de emergencia que genera un carga 400kw a 440v/254v ya que en caso de una falla en el suministro de energía ya sea de la acometida, seccionador o del propio transformador, esto entre en acción y la nave industrial no se quede sin energía.

Después del Master Pact derivan circuito con cargas de servicio general para la nave, oficina y exteriores, la cual llevaran transformadores seco de diferentes capacidades con voltajes de 440v/254v. Cabe mencionar que existen equipos como compresores de aire, y equipos de aire acondicionado que se alimentaran a 440v, debido a que las caídas de tensión son menos.

2.2 SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

2.2.1 CÁLCULO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

Para calcular la corriente del primario del transformador usamos la siguiente fórmula

$$\mathrm{Ip} = \frac{VA}{\overline{3} * Vff} \qquad \mathrm{Ip} = \frac{750kva}{\overline{3} * 0.44kv} = 985.28A.$$

Para la selección de conductor tomamos la corriente nominal
I=985.28A. Tomando encuentra que el transformador de acuerdo al cátalo de PROLEC solo será capaz de darnos una carga del +2.5% o -2.5%.
Entonces la máxima corriente que pudiese dar el secundario del transformador será 985.28*1.025%=1009 Amperes.

Ahora de acuerdo a artículo 210-19(a) (1) NOM-001-SEDE-2012 el conductor no debe ser menor a 125% de la capacidad nominal.

985.28*1.25=1231 Amperes.

No es conveniente buscar un conductor que tengan una capacidad de conducción de 1231 Amperes, porque no existe, si existiera sería difícil manipularlo durante el cableado, por lo que decidimos seleccionar conductores en paralelo.

Por lo tanto nos vamos a la tabla 310-15(b) (20) de la NOM-001-SEDE-2012 para la selección de conductores sostenidos por un mensajero, en este caso puede ser trinchera o charola, por lo tanto 250kcmil conduce 320 Amperes a 75°C ahora 4*320=1280 Amperes. Así que seleccionamos este conductor.

2.2.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR

De acuerdo a la tabla 450-3(a) de la NOM-001-SEDE-2012 el valor nominal de ajuste de la protección secundaria contra sobre corriente con una impedancia de 4.5% a 7% deberá ser al 125% de su corriente nominal

$I_{p\text{-}sec.}$=985.29*1.25=1231 Amperes.

En este caso el tablero QD LOGIC tiene un interruptor principal de 1200 Amperes ajustable a la protección calculada.

Para seleccionar el conductor de puesta a tierra primero sumamos la sección transversal de los conductores por fase.

El secundario del transformador que se conecta hacia el tablero de transferencia y posteriormente hacia el tablero QD LOGIC tiene 4 conductores por fase calibre 250 kcmil. Sumamos la sección trasversal 4*127mm2=508mm2 ahora nos vamos a la tabla de 250-66 podemos escoger desde un cable 3/0 desnudo de cobre pero para tener una mayor conductividad de disipación de corriente de falla escogemos un cal 4/0.

2.2.3 CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES SECUNDARIOS

La canalización del secundario del transformador hacia la transferencia será atreves de una trinchera de 50 cm. tendrán una configuración trébol o similar así como se muestra en la figura.

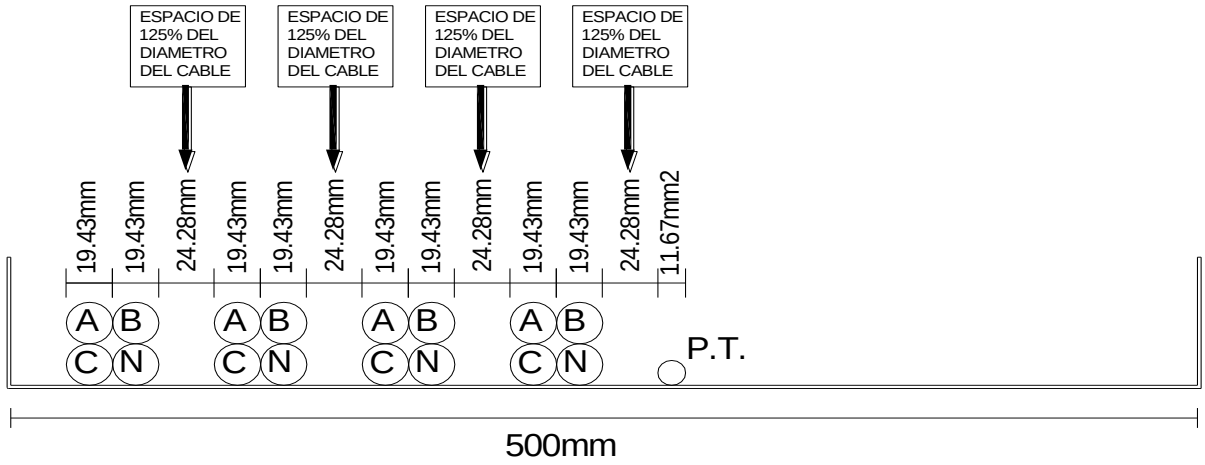

Fig. 2.1 Esta figura indica la configuración de cableado eléctrico para el secundario del transformador hacia el tablero de transferencia.

La canalización del tablero de transferencia hacia el tablero QD LOGIC será a través de una charola solida de 600mm como se muestra en la fig.

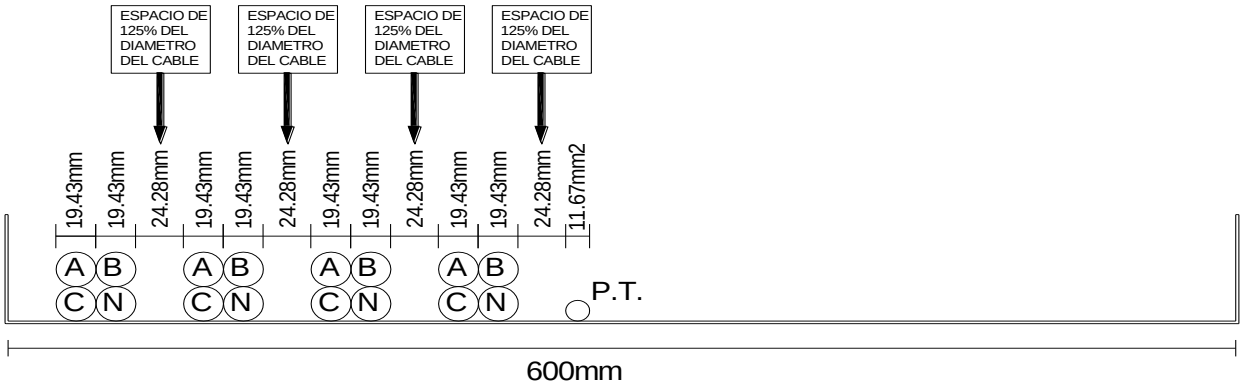

Fig. 2.2 Esta figura indica la configuración de cableado eléctrico del tablero de transferencia hacia el tablero QD LOGIC

2.2.4 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS TABLERO QD.

La siguiente tabla muestra los circuitos derivados del tablero QD LOGIC.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR
TABLERO COMPRESORES	1	3X225	3	0.44	111.9	163.3386	201.7232	4/0	17.48mm
TAB EXTRACTORES	2	3X125	3	0.44	22.38	32.6677	40.8346	1/0	13.51mm
TR-SECO 1 75KVA	3	3X125	3	0.44	67.5	98.528639	123.160799	1/0	13.51mm
TR-SECO 2 150KVA	4	3X250	3	0.44	202.5	295.585917	369.482396	2(1/0)	13.51mm
TR-SECO 3 75KVA	5	3X125	3	0.44	67.5	98.528639	123.160799	1/0	13.52mm
TR-SECO 4 45KVA	6	3X80	3	0.44	40.5	59.1171834	73.8964792	2	10.46mm
TR-SECO 5 45KVA	7	3X80	3	0.44	40.5	59.1171834	73.8964792	2	10.46mm
TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440V	8	3X300	3	0.44	101.85	185	231.25	2(1/0)	13.51mm
ELECTRODUCTO	9	3X800	3	0.44	253.5	364.00	455		
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X1200		0.44	655	655			

Tabla 2.1. En esta tabla podemos observar los conductores calculados para cada circuito derivado del tablero QD LOGIC.

CARGA TOTAL 908 FACTOR DE DEMANDA 60% CARGA TOTAL A CONTRATAR 655 KW

Con los datos que tenemos calculamos la canalización de los circuitos derivados que será a través de una charola de 600mm y será como se indica en la figura. Tomamos diámetros de los conductores de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012. Y el cableado de los equipos será como se muestra a continuación con sus respectivas dimensiones.

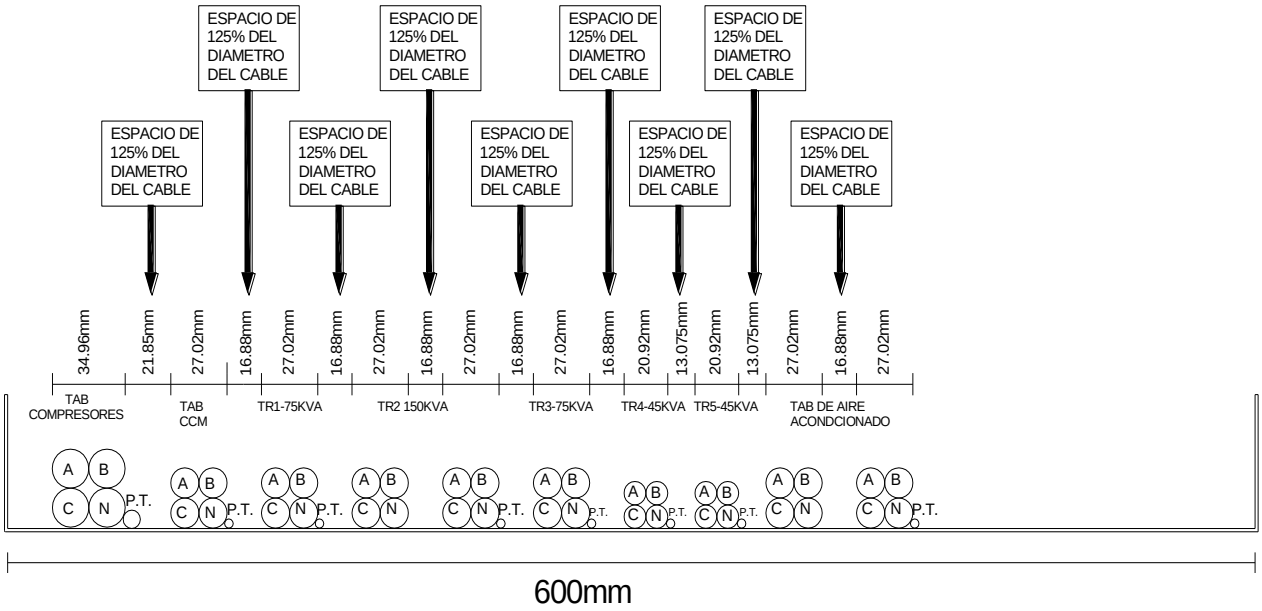

Fig. 2.3 En esta figura observamos la configuración de cableado eléctrica de los circuitos derivados de tablero QD LOGIC

Fig. 2.3.1 En esta figura observamos la configuración de cableado eléctrica de los circuitos derivados de tablero QD LOGIC en una simulación 3d

2.3 PLANTA DE EMERGENCIA.

2.3.1 CONDUCTORES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.

Para determinar los conductores de la planta de emergencia necesitamos calcular la corriente con la siguiente fórmula.

$$\text{In} = \frac{P\ W}{1.73 * Vff * F.P.}$$

$$\text{In} = \frac{400KW}{1.73 * 0.44KV * 0.9} = 583.87AMP$$

583.87 Amperes es la capacidad de corriente que nos puede llegar a suministrar dicha planta.

Ahora de acuerdo al artículo 445-13 de la NOM-001-SEDE-2012 el conductor no debe ser menor a 115% de la capacidad nominal desde las terminales del generador hasta el primer dispositivo de distribución.

583.87*1.15=671 Amperes. Conductores de que conduzcan esta capacidad e corriente no existe, si existiera sería difícil manipularlo durante el cableado, por lo que decidimos seleccionar conductores en paralelo. De acuerdo a la tabla 310-15(b) (20) escogemos 3 conductores en paralelo de cobre calibre 3/0 con una capacidad de conducción de 245 Amperes por cada hilo ahora multiplicado por 3

245*3=735 Amperes por lo que será capaz de suministrar la corriente que proporcionara la planta de emergencia.

Ahora comprobaremos los conductores por caída de tensión para sistema trifásico usamos la fórmula 3F-FH

$$\%\text{e} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%e= Caída de tensión porcentual

i = Corriente de la carga instalada

z= Impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la nom-001-sede-2012

l= Longitud del circuito en km

Vff= voltaje fase-fase

Anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{e} = \frac{583.87A * 0.30OHMS * 0.015km}{440V} * 100 = 0.597\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que los conductores están en un rango permisible.

2.3.2 PROTECCIÓN DE SOBRE CORRIENTE

Para calcular la protección contra sobre corriente multiplicamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012.

583.87 A. *1.25=729 Amperes.

Por lo tanto escogemos un interruptor del catálogo de Schneider compendiado 2013 que sería de 3x700 Amperes, marco MGA CAT, MGA36700

Para el conductor de puesta atierra tomamos en cuenta lo especificado al artículo 230-30 de la NOM-001-SEDE-2012 que a la vez nos manda a la tabla 250-66 y seleccionamos un conductor de cobre desnudo calibre 1/0 para un mayor disipación de corriente de falla.

2.3.3 CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Seleccionamos los diámetros en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012 LOS conductores de cobre calibre 3/0 con aislamiento THHW tienen un diámetro de 16mm mientras el conductor de puesta a tierra tiene un diámetro de 8.25mm. La configuración será en trébol o similar al momento de cableado así como se muestra en la siguiente figura.

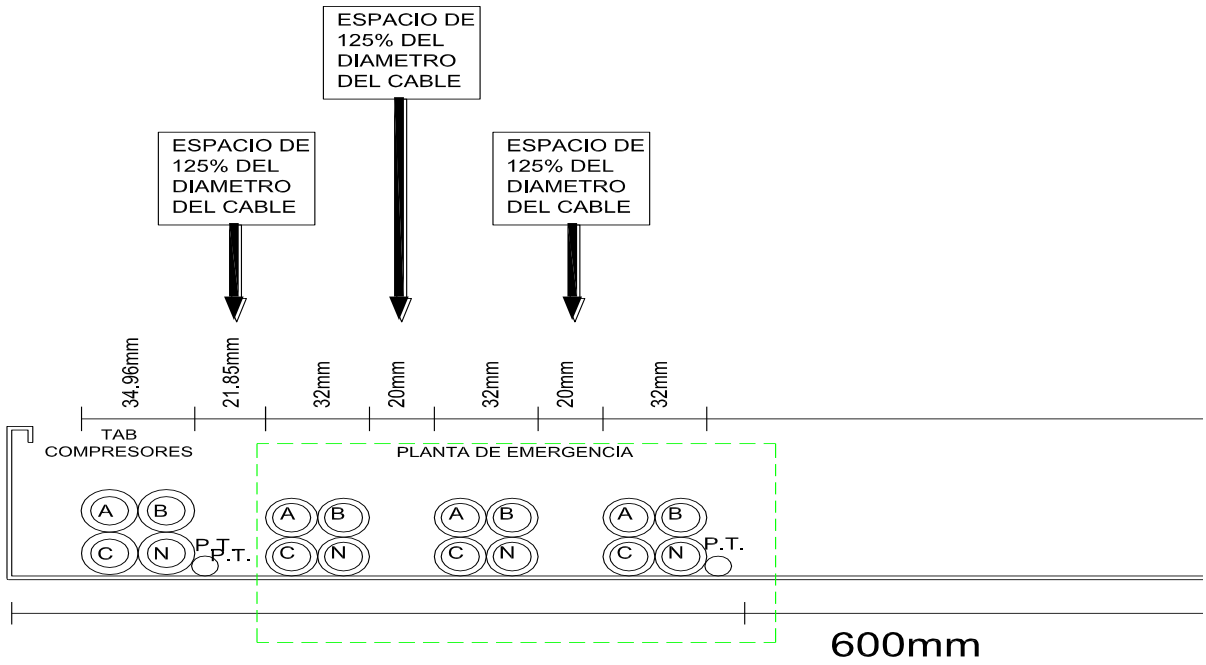

Fig.2.4 Esta figura observamos el espacio los alimentadores de la planta de emergencia hacia el transfer encerrado en línea punteada.

2.4 BANCO DE CAPACITORES.

2.4.1 CONDUCTORES DEL BANCO DE CAPACITORES.

Para determinar los conductores de un capacitor primero necesitamos calcular la corriente del mismo. Con la siguiente fórmula.

$Q=\sqrt{3}V_{ff}I_{n}Sen\theta$

$\mathrm{In} = \mathrm{Q} * \sqrt{3} * \mathrm{Vff} * \mathrm{Sen}\theta$ $\mathrm{In} = 210 * 1.73 * 0.44 * 1 = 159.85A.$

Los conductores que alimentan un banco de capacitores deberá conducir no menos del 135% de la corriente de acuerdo al artículo 460-8(a) de la NOM-001-SEDE-2012.

$\mathrm{Ic} = 159.85A. * 1.35\% = 215.8\ A.$

Por lo tanto seleccionamos un conductor de cobre calibre 3/0 con una capacidad de conducción de 245 Amperes. De acuerdo a 310-15(b) (20) de la NOM-001-SEDE-2012.

Ahora comprobaremos los conductores por caída de tensión

Para sistema trifásico usamos la fórmula 3F-3H

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * I * Z * L}{Vff} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

$\overline{3}$ = por el sistema bifásico de 3F-3H

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

Vff= voltaje fase-fase

Tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero ta1 que anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * 159.85A * 0.30HMS * 0.001km}{440V} * 100 = 0.0108\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que los conductores están en un rango permisible.

2.4.2 PROTECCIÓN DEL BANCO DE CAPACITOR

La protección de sobre corriente por fase de un capacitor debe ser acorde a la corriente nominal de capacitor o lo más bajo que sea posible de acuerdo al artículo 460-8(b) de la nom-001-sede-2012. Por lo que escogemos un interruptor de 3x175 a. marco JDL mca. SQUARE-D cat. JDL36176 tomado de la página 5/17del catalogo compendiado Schneider Electric 2013.

De acuerdo al artículo 460-10 de la NOM-001-SEDE-2012 el gabinete de los capacitores debe llevar una puesta a tierra el cual escogemos de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y por lo tanto corresponde un cable calibre 4 de cobre desnudo.

2.4.3 CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DEL BANCO DE CAPACITOR

Los conductores de cobre calibre 3/0 con aislamiento THHW tienen una sección transversal de 16mm por lo tanto ocupara un espacio de 32mm en la charola de 600mm.

Así como se muestra en la siguiente figura.

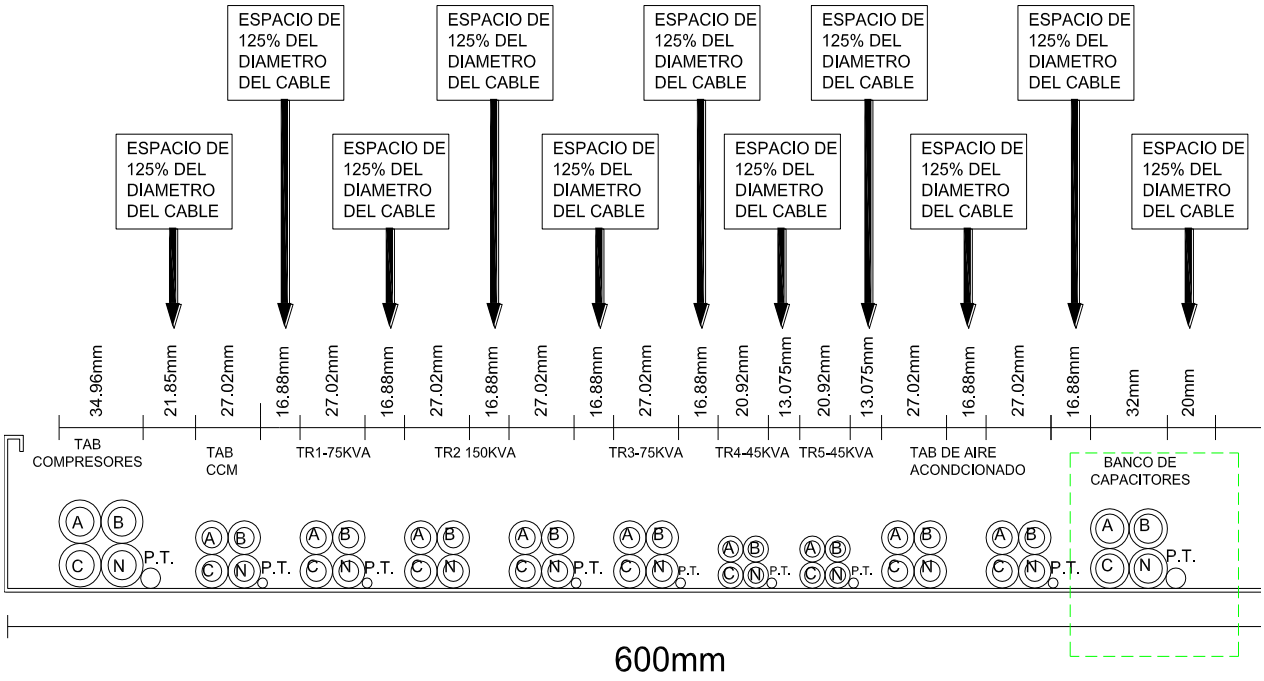

Fig. 2.5 En esta figura podemos observar el espacio q ocupa los conductores del banco de capacitor en cerrado en líneas punteadas.

2.5 CÁLCULO DE TABLERO DE COMPRESORES

2.5.1 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO DE COMPRESORES

La carga instalada de los compresores será 55.95kw cada una ahora multiplicado por los 2 equipos será 55.95kw * 2= 111.9kw

La corriente se calcula de la siguiente manera

$$\text{In} = \frac{KW}{\overline{3} * Kv * FP} \qquad \text{In} = \frac{111.9Kw}{\overline{3} * 0.44Kv * 0.9} = 163.34\ A.$$

Para la selección del conductor multiplicamos la corriente nominal por el 125 %

163.34*1.25=204 A.

Por lo tanto Seleccionamos los conductores de la tabla 310-15(b) (20) de la NOM-001-SEDE-2012 en la tabla de 75°C para conductores sostenidos por un mensajero un cable de cobre cal 4/0 conduce 287 Amperes.

El cálculo por caída de tensión será por la fórmula.

Para sistema trifásico 3F-4H

$$\%\text{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

$$\%\text{E} = \frac{163.34 * 0.26 * 15m}{254} * 100 = 0.025$$

La caída de tensión es menor al 3% podemos confirmar que estamos en un rango permisible

A continuación presentamos la tabla de resumen de los conductores alimentadores de la tabla así como sus circuitos derivados.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	MOTORES COMPRESORES	CARGA INSTALADA EN (KW)	CORRIENTE NOMINAL (AMPERES)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE (AWG)	CONDUCCIÓN DEL CABLE	CU O AL	FASE-HILO	PUESTA A TIERRA	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN
COMPRESOR 1	C-1	75	55950.00	96.00	240	2/0	175.00	CU	3F-3H	2	0.0010	0.3600	0.0136
COMPRESOR 2	C-2	75	55950.00	96.00	240	2/0	175.00	CU	3F-3H	2	0.0010	0.3600	0.0136
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		150	111900.00	163.34	336	4/0	230.00	CU	3F-4H	2	0.0015	0.26	0.0253

Tabla 2.2 En esta tabla se muestra los conductores alimentadores del tablero de compresores así como los alimentadores de cada compresor.

2.5.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DEL TABLERO DE LOS COMPRESORES

El cálculo de la protección será

I_{pro}=suma (corriente nominal de los motores) + (corriente corregida de motor mayor)

I_{pro}=240+96=336 Amperes.

La protección del tablero será un interruptor de 400 Amperes. Protegiendo la capacidad de las barras al igual que más adelante se podría añadir un compresor de menor potencia.

A continuación presentamos una tabla de resumen de las protecciones de los equipos.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO/MARCO	No. DE CATALOGO	No. DE FASES	VOLTAJE	MOTORES COMPRESORES	CARGA INSTALADA EN (WATTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)
COMPRESOR 1	C-1	3X250	25KA	JDA	JDA36250	3	440	75	55950.00	96.00	240
COMPRESOR 2	C-2	3X250	25KA	JDA	JDA36250	3	440	75	55950.00	96.00	240
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X400	25KA	LA	LA36400	3	440	150	111900.00	163.34	336

Tabla. 2.3 En esta tabla podemos observar las protecciones correspondientes a cada compresor y la protección principal.

2.5.3 CÁLCULO DE LAS CANALIZACIONES DE LOS CONDUCTORES DEL TABLERO DE LOS COMPRESORES.

La canalización para sostener los conductores alimentadores del tablero de compresores será a través de charola solida o perforada con 12 pulgadas de ancho.
Con una configuración en forma de trébol como se indica en la siguiente figura e imagen cualquier cableado adicional tendrá que tener una separación de 125% de diámetro nominal de los conductores.

2.6 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE CADA COMPRESORES

2.6.1 CONDUCTORES DE CADA COMPRESORES

Para calcular la carga instada de los compresores
Tomamos en cuenta la potencia en hp que es igual a 75.
75hp*0.746=55.95kw
Ahora en la tabla 430-250 de la nom-001-sede-2012 podemos observar que este consume 96 Amperes a un voltaje 440-480 entonces tomamos estos datos para los dos compresores que son de la misma capacidad.

2.6.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE CADA COMPRESOR

Para seleccionar el calibre de los conductores tomamos en cuenta el artículo 430-32 de la NOM-001-SEDE-2012 donde especifica que un conductor alimentador de un solo motocompesor deberá tener una capacidad de conducción de no menor a 125%. De la corriente nominal

Ic=96A. * 1.25=120 Amperes.

Por lo tanto Seleccionamos un conductor de 1/0 en cobre con aislamiento thhws con una capacidad de conducción de 175 Amperes de acuerdo a la columna de 75°C de la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012.

2.6.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE CADA COMPRESOR POR CAÍDA DE TENSIÓN.

EL artículo 215-2(a) (4) (NOTA 2) de la NOM-001-SEDE-2012 nos especifica que un conductor de un circuito derivado menor a 600v. La caída de tensión no deberá ser mayor a 3% por lo que usamos la siguiente fórmula para comprobar que los conductores que hemos usado son el adecuado.

Para sistema trifásico 3F-4H

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{fn}= voltaje fase-neutro.

Tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero ta1 que anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{96A * 0.36\ OHMS * 0.001km}{440V} * 100 = 0.0136\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

2.6.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE DE CADA COMPRESOR.

De acuerdo al artículo 450-52 de la nom-001-sede-2012 la protección no debe exceder al valor calculado con los valores que nos proporciona la tabla 450-52.

En este caso observamos que para los motores de jaula de ardilla y/o polifásico la capacidad de ajuste de protección deberá ser al 250% del valor nominal.

96*2.5=240 a.

Por lo tanto los compresores tendrán una protección de 250 a como la capacidad estándar.

Para la puesta a tierra nos vamos a la tabla 250-122 de LA NOM-001-SEDE-2012 para escoger el tamaño mínimo del conductor de puesta a tierra. Por lo tanto hemos seleccionado un cable desnudo cal 2 que está permitido para nuestra capacidad de protección.

2.6.5 CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN DE CADA COMPRESOR

Para calcular la canalización de los circuitos alimentadores tomando en cuenta que son 4 conductores de 1/0 más una puesta a tierra del calibre 2 de cobre desnudo buscamos el área de la sección transversal en la tabla 5 de la nom-001-sede-2012

Para conductores de cobre cal1/0 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 143.40 mm^2 y un cable desnudo del cobre cal 2 su área es de 33.6mm2

Área total = (143.4*3)+ (33.6)=463.8mm2.

después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la nom-001-sede-2012 para tubería metálica pesada del 53mm con un factor de relleno del 40% tiene una sección de 879mm^2 por lo tanto escogemos esta tubería cada circuito alimentador de los compresores.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILOS	NUESTRO	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN
COMPRESOR 1	C-1	2/0	175.00	CU	3F-3H	N/A	2	63mm
COMPRESOR 2	C-2	2/0	175.00	CU	3F-3H	N/A	2	63mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		4/0	230.00	CU	3F-4H	2/0	1/0	CH-600mm

Tabla. 2.4 En esta tabla podemos observar conductores y canalizaciones calculados para cada compresor, así como el tablero principal.

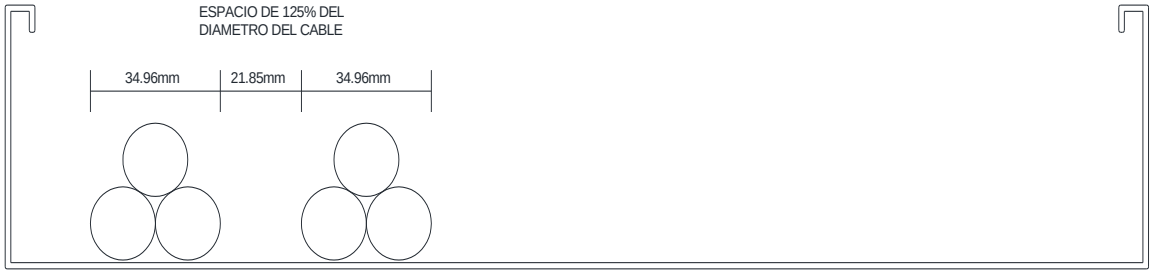

Fig. 2.6 En esta figura observamos el espacio q ocupa los conductores alimentadores de cada compresor.

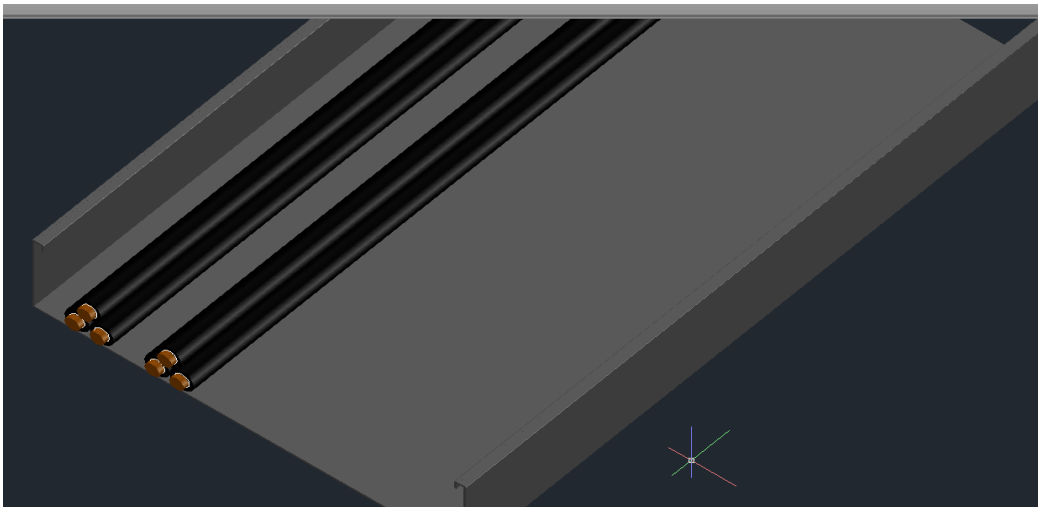

Fig. 2.6.1 En esta figura observamos el espacio que ocupa los conductores alimentadores de cada compresor en una simulación 3d

2.7 TABLERO CCM PARA LOS EXTRACTORES A 440V

2.7.1 CONDUCTORES DEL TABLERO CCM 440V

La carga total de los 20 extractores lo calculamos de la siguiente manera.

20*1.119kw=22.38kw

Para la selección del conductor adecuado de este tablero ccm será

$\text{In} = \frac{KW}{\overline{3} * Kv * FP}$ $\text{In} = \frac{22.38Kw}{\overline{3} * 0.44Kv * 0.9} = 60.75\ A.$

Tomando en cuenta un factor de crecimiento del 50% para este tablero será 60.75*1.5=91.125 Amperes.

Para seleccionar el conducto multiplicamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 210-19(a) (1) de la NOM-001-SEDE-2012.

91.12a. *1.25=113.90 a. seleccionamos un conductor de cobre calibre 1/0 que conduce a 83 Amperes de acuerdo a la tabla 310-15(b) 20 de la NOM-001-SEDE-2012 para conductores sostenidos por un mensajero.

Ahora comprobaremos el conductor alimentador por caída de tensión.

Para sistema trifásico 3F-4H usamos la siguiente fórmula

$\%\text{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$

$$\%\text{E} = \frac{91.13 * 0.43 * 0.140}{Vfn} * 100 = 2.15\%$$

Podemos afirmar que estamos debajo del 3% permitido, por lo tanto nuestro conductor es adecuado para alimenta al tablero CCM.

2.7.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE PARA EL TABLERO CCM.

La protección principal para los motores de jaula de ardilla y/o polifásico la capacidad de ajuste de protección deberá ser capaz de soportar la corriente a plena

I_{pro}= (3*2.5)+ (3*20)=64.5 Amperes.

Considerando que a futuro en el tablero CCM se podrán controlar alrededor de 10 extractores más de lo existente entonces le sumamos la corriente de protección la suma de la corriente a plena carga de los 10 motores.

I total=64.5+ (3*10)=94.5 Amperes. Por lo que hemos seleccionado un interruptor de 3x125 para proteger nuestro tablero CCM el modelo será HDAL marca SQUARE-D catalogo HDAL36125. De la página 5/17 de catálogo compendiado SCHNEIDER 2013.

Para escoger el conductor de puesta a tierra nos vamos a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 para escoger el tamaño mínimo del conductor de puesta a tierra. Por lo tanto hemos seleccionado un cable desnudo cal 4 que está permitido para nuestra capacidad de protección.

2.7.3 CÁLCULO DE LA CANALIZACIÓN DEL TABLERO CCM

Para calcular la canalización de los circuitos alimentadores tomando en cuenta que son 3 conductores de cal 1/0 más una puesta a tierra de la cal 4 de cobre desnudo buscamos el área de la sección transversal en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para conductores de cobre cal1/0 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 143.4 mm^2y un cable desnudo del cobre cal 4 su área es de 21.2 mm^2
Área total = (143.4*3)+ (21.2)=451.4mm^2
después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 para tubería metálica pesada del con un factor de relleno del 40% escogemos una tubería de 41mm^2, tiene una sección de 533mm^2, que cumple adecuadamente con la norma.

2.8 EXTRACTORES A 440V

2.8.1CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA PARA LOS EXTRACTORES

Para calcular la carga instada de los extractores
Tomamos en cuenta la capacidad de los motores que es igual a 1.5hp.
1.5hp*0.746=1.119kw
Ahora en la tabla 430-250 de la nom-001-sede-2012 un motor trifásico a 460v consume alrededor de 3.5 a. todos los demás extractores son de la misma capacidad.

2.8.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LOS EXTRACTORES

Para seleccionar el calibre de los conductores tomamos en cuenta el artículo 430-32 de la nom-001-sede-2012 donde especifica que un conductor alimentador de un solo motor deberá tener una capacidad de conducción de no menor a 125%. De la corriente nominal

Ic=3* 1.25=7.5 Amperes. Pero tomando en cuenta que estamos usando una alimentación de motores hemos escogido un calibre 12 que conduce 25 Amperes.

A continuación presentamos una tabla de resumen para la alimentación de otros motores.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	MOTORES	F.D.	CARGA INSTALADA	CORRIENTE EN AMP.	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN.
EXTRACTOR 1	C-1	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 2	C-2	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 3	C-3	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 4	C-4	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 5	C-5	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 6	C-6	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 7	C-7	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 8	C-8	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 9	C-9	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 10	C-10	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 11	C-11	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 12	C-12	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 13	C-13	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 14	C-14	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 15	C-15	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 16	C-16	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 17	C-17	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 18	C-18	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 19	C-19	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00
EXTRACTOR 20	C-20	3	440	1.50	1	1119.00	3.00	7.50	12	25.00

Tabla 2.5 Esta tabla muestra los conductores alimentadores de cada extractor.

2.8.2.1 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR POR CAÍDA DE TENSIÓN.

EL artículo 215-2(a) (4) (NOTA 2) de la NOM-001-SEDE-2012 nos especifica que un conductor de un circuito derivado menor a 600v. La caída de tensión no deberá ser mayor a 3% por lo que usamos la siguiente fórmula para comprobar que los conductores que hemos usado son el adecuado.

Para sistema trifásico 3F-3H

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * I * Z * L}{Vff} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual
I = corriente de la carga instalada
Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012
L= longitud del circuito en km
V_{ff}= voltaje fase-fase.
La corriente nominal de un extractor era de 3 Amperes.

$$\%\mathrm{E} = \frac{1.73 * 3A * 5.6\ OHMS * 0.04436km}{440V} * 100 = 0.29\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

Del mismo método hemos calculado los demás extractores ya que son de la misma capacidad.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTA NE (VOLTS)	MOTORES (HP)	CORRIENTE NOMINAL (AMP.)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILOS	LONG EN KM.	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN %
EXTRACTOR 1	C-1	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.04436	5.60000	0.29302
EXTRACTOR 2	C-2	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.03850	5.60000	0.25431
EXTRACTOR 3	C-3	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.03320	5.60000	0.21930
EXTRACTOR 4	C-4	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.02860	5.60000	0.18892
EXTRACTOR 5	C-5	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.02489	5.60000	0.16441
EXTRACTOR 6	C-6	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	20.18000	5.60000	133.29807
EXTRACTOR 7	C-7	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.01490	5.60000	0.09842
EXTRACTOR 8	C-8	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.01000	5.60000	0.06605
EXTRACTOR 9	C-9	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.00600	5.60000	0.03963
EXTRACTOR 10	C-10	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.00200	5.60000	0.01321
EXTRACTOR 11	C-11	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.00200	5.60000	0.01321
EXTRACTOR 12	C-12	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.00600	5.60000	0.03963
EXTRACTOR 13	C-13	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.01100	5.60000	0.07266
EXTRACTOR 14	C-14	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.01500	5.60000	0.09908
EXTRACTOR 15	C-15	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.02000	5.60000	0.13211
EXTRACTOR 16	C-16	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.02500	5.60000	0.16514
EXTRACTOR 17	C-17	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.03294	5.60000	0.21758
EXTRACTOR 18	C-18	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.03746	5.60000	0.24744
EXTRACTOR 19	C-19	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.04220	5.60000	0.27875
EXTRACTOR 20	C-20	3	440	1.50	3.00	7.50	12	25.00	CU	3F-3H	0.04780	5.60000	0.31574

Tabla 2.6 Esta tabla muestra las caídas de tensión porcentual de los extractores.

2.8.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE DE CADA EXTRACTOR.

De acuerdo al artículo 450-52 de la NOM-001-SEDE-2012

La protección para los motores de jaula de ardilla y/o polifásico la capacidad de ajuste de protección deberá ser al 250% del valor nominal.

3*2.5=7.5 Amperes.

Por lo tanto los compresores tendrán una protección de 3x15 Amperes marco HDAL No. de catálogo HDAL36015 mca SQUARE-D tomado de la página 5/16 de catálogo compendiado de SCHNEIDER en el apartado de interruptor Power Pact.

A continuación presentamos una tabla de resumen de los interruptores de los demás extractores.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	NO. DE CATALOGO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE 8VOLTS)	MOTORES (HP)	CARGA INSTALADA EN WATTS	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA
EXTRACTOR 1	C-1	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 2	C-2	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 3	C-3	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 4	C-4	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 5	C-5	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 6	C-6	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 7	C-7	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 8	C-8	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 9	C-9	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 10	C-10	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 11	C-11	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 12	C-12	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 13	C-13	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 14	C-14	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 15	C-15	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 16	C-16	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 17	C-17	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 18	C-18	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 19	C-19	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50
EXTRACTOR 20	C-20	3X15	18KA	HDAL	HDAL36015	3	440	1.50	1119.00	3.00	7.50

Tabla 2.7 Esta tabla muestra las protección de sobre corriente de cada extractor

Para escoger el conductor de puesta a tierra nos vamos a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 para escoger el tamaño mínimo del conductor de puesta a tierra, por lo tanto hemos seleccionado un cable desnudo cal 12 que está permitido para nuestra capacidad de protección.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	NUMERO DE FASES	PUESTA ATIERRA	
EXTRACTOR 1	C-1	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 2	C-2	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 3	C-3	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 4	C-4	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 5	C-5	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 6	C-6	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 7	C-7	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 8	C-8	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 9	C-9	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 10	C-10	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 11	C-11	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 12	C-12	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 13	C-13	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 14	C-14	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 15	C-15	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 16	C-16	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 17	C-17	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 18	C-18	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 19	C-19	3X15	18KA	3	440	12
EXTRACTOR 20	C-20	3X15	18KA	3	440	12

Tabla 2.8 Esta tabla muestra la puesta a tierra de cada extractor

2.8.4 CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE CADA EXTRACTOR

Para calcular la canalización de los circuitos alimentadores tomando en cuenta que son 3 conductores de cal 12 más una puesta a tierra del calibre 12 de cobre desnudo buscamos el área de la sección transversal en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para conductores de cobre cal12con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 11.68 mm^2y un cable desnudo del cobre cal 12 su área es de 3.31mm^2

Área total = (11.68*3)+ (3.31)=38.35mm^2

después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 para tubería metálica pesada del 16mm con un factor de relleno del 40% tiene una sección de 81mm^2 por lo tanto escogemos esta tubería cada circuito alimentador de los extractores.

2.9 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES DE LOS TRANSFORMADORES SECOS

2.9.1 CÁLCULO DE CONDUCTORES LADO PRIMARIO DE LOS TRANSFORMADORES SECOS

Cálculo del primario de transformador seco de 75 KVA*0.9=67.5kw

Para el cálculo de la corriente primario usamos la siguiente fórmula

$$\mathrm{Ip} = \frac{VA}{\overline{3} * Vff} \qquad \mathrm{Ip} = \frac{75kva}{\overline{3} * .44kv} = 98.53A.$$

Para la selección del conductor multiplicamos la corriente nominal al 125% tomando en cuenta el artículo 210-19(a)(1) de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor para cargas continuas y no continuas deberá tener un capacidad de conducción de no menor a 125%

In*1.25=Ic 98.53*1.25=123.16 Amperes

Seleccionamos un conductor de 1/0 thhws con una capacidad de conducción de 183 Amperes, de acuerdo a la columna de 75°C de la tabla 310-15(b) (20) para conductores sostenidos por un mensajero.

2.9.2 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES LADO SECUNDARIO

Para el cálculo de la corriente del lado secundario usamos la siguiente fórmula

$\mathrm{Is} = \frac{VA}{\overline{3} * Vff}$ $\mathrm{Ip} = \frac{75kva}{\overline{3} * .22kv} = 197.05A.$

Para la selección del conductor multiplicamos la corriente nominal al 125% tomando en cuenta el artículo 210-19(a)(1)de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor para cargas continuas y no continuas deberá tener un capacidad de conducción de no menor a 125%

In*1.25=Ic 197.05*1.25=246.32 Amperes

Seleccionamos un conductor de 1/0 thhws con una capacidad de conducción de 245 Amperes, de acuerdo a la columna de 75°C de la tabla 310-15(b) (20) para conductores sostenidos por un mensajero. En caso de ser por una tubería será capaz de conducir 200 Amperes y máximo 225 Amperes.

Para los demás transformadores secos se sigue el mismo procedimiento de cálculo.
Por lo que presentamos la siguiente tabla de resumen.

2.9.3 CONDUCTORES EN EL LADO PRIMARIO

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE EN (KILO VOLTS)	CARGA INSTALADA KW)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE DEL CABLE	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN
TR-SECO 1 75KVA	3	3	0.44	67.50	98.5286	123.1608	1/0	150.00
TR-SECO 2 150KVA	4	3	0.44	202.50	295.5859	369.4824	2(1/0)	200.00
TR-SECO 3 75KVA	5	3	0.44	67.50	98.5286	123.1608	1/0	150.00
TR-SECO 4 45KVA	6	3	0.44	40.50	59.1172	73.8965	2.00	115.00
TR-SECO 5 45KVA	7	3	0.44	40.50	59.1172	73.8965	2.00	115.00

Tabla 2.9 Esta tabla muestra los conductores primarios de los transformadores secos en baja tensión.

Tabla de conductores lado secundario

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE EN (KILO VOLTS)	CARGA INSTALADA KW)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE DEL CABLE	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN
TR-SECO 1 75KVA	3	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	1/0	150.00
TR-SECO 2 150KVA	4	3	0.22	202.50	591.1718	738.9648	2(1/0)	200.00
TR-SECO 3 75KVA	5	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	1/0	150.00
TR-SECO 4 45KVA	6	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	2.00	115.00
TR-SECO 5 45KVA	7	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	2.00	115.00

Tabla 2.10 Esta tabla muestra los conductores secundarios de los transformadores secos en baja tensión.

2.9.4 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES POR CORRIENTE Y POR CAÍDA DE TENSIÓN LADO PRIMARIO.

De acuerdo al artículo 215-2(a) (4) (NOTA 2) de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor de un circuito derivado menor a 600v. La caída de tensión no deberá ser mayor a 3% por lo que usamos la siguiente fórmula para comprobar que los conductores que hemos usado son el adecuado.

Para sistema trifásico 3F-3H

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * I * Z * L}{Vff} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

$\overline{3}$ = por el sistema bifásico de 3F-3H

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase

Tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero TA1 que anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * 98.52A * 0.43HMS * 0.024km}{440V} * 100 = 0.40\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

Los conductores del lado secundario son calculados en los cuadros de carga de los tableros que se alimentas de los transformadores.

Este método es el mismo procedimiento de cálculo para los demás transformadores

A continuación lo resumimos en una tabla las caídas de tensión

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE (KV)	CARGA INSTALADA (KW)	CORRIENTE NOMINAL EN (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CABLE CAL (AWG-KCMIL)	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	LONG EN (KM)	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN PORCENTUAL
TR-SECO 1 75KVA	3	3	0.44	67.5	98.528639	123.160799	1/0	150	0.024	0.43	0.40
TR-SECO 2 150KVA	4	3	0.44	202.5	295.585917	369.482396	2(1/0)	200	0.05	0.5	2.91
TR-SECO 3 75KVA	5	3	0.44	67.5	98.528639	123.160799	1/0	150	0.024	0.43	0.40
TR-SECO 4 45KVA	6	3	0.44	40.5	59.1171834	73.8964792	2	115	0.122	1.05	2.98
TR-SECO 5 45KVA	7	3	0.44	40.5	59.1171834	73.8964792	2	115	0.12	1.05	2.93

Tabla 2.11 Esta tabla muestra la caída porcentual de voltaje en los conductores alimentadores de los transformadores.

2.9.5 CÁLCULO DE PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRAS DE LOS TRANSFORMADORES SECOS.

2.9.5.1 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN PRIMARIA DEL TRANSFORMADOR

De acuerdo a la tabla 450-3(b) de la NOM-001-SEDE-2012 el valor nominal de ajuste de la protección primaria contra sobrecorriente para transformadores, con corriente primaria de más de 9 Amperes deberá ser al 125% de su corriente nominal

Ahora la corriente corregida al 125% de transformador seco de 75kva es de 123.16 Amperes.

De acuerdo al artículo 240-6(a) de acuerdo a las capacidades estandarizadas escogemos el inmediato superior que es de 125 Amperes y tomando en cuenta el cátalo compendiado n0. 33 de Schneider en el capítulo de los interruptores Power Pact escogemos un interruptor marco HA de 3x125 A.

2.9.5.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR

De acuerdo a la tabla 450-3(b) de la NOM-001-SEDE-2012 el valor nominal de ajuste de la protección secundaria contra sobre corriente para transformadores de con corriente primaria de más de 9 Amperes deberá ser o no al 125% de su corriente nominal.

Ahora la corriente nominal de lado secundario del transformador seco de 75kva es de 197.05 Amperes

Entonces tomando en cuenta que alimentara un tablero de 200 Amperes, este será con interruptor principal para proteger el lado secundario.

Para los demás transformadores se usó el mismo método de cálculo.

A continuación presentamos una tabla de resumen

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN PRIMARIA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO DE MARCO	NO DE CATALOGO	NO DE FASES	VOLTAJE (KV)	CARGA INSTALADA EN (KW)	CORRIENTE EN NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CABLE FASE-NEUTRO	PUESTA A TIERRA
TR-SECO 1 75KVA	3	3X125	18	HDA	HDA36125	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	1/0	6.00
TR-SECO 2 150KVA	4	3X250	18	JDA	JDA36250	3	0.22	202.50	591.1718	738.9648	2(1/0)	2.00
TR-SECO 3 75KVA	5	3X125	18	HDA	HDA36125	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	1/0	6.00
TR-SECO 4 45KVA	6	3X80	18	HDA	HDA36080	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	2.00	6.00
TR-SECO 5 45KVA	7	3X80	18	HDA	HDA36080	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	2.00	6.00

Tabla 2.12 Esta tabla muestra las protecciones del lado primario del transformador.

Para la siguiente tabla las protecciones del lado secundario del transformador son los interruptores principales de los tableros ya que tomando en cuenta la tabla 450-3(b) de la NOM-001-SEDE-2012 no es necesario en este caso multiplicar la corriente nominal al 125% o de plano no colocar, aquí las distancia que existe del transformador seco hacia el tablero de distribución son menos de 10m.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN PRIMARIA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO DE MARCO	**NO DE CATALOGO**	**NO DE FASES**	VOLTAJE (KV)	CARGA INSTALADA EN (KW)	CORRIENTE EN NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CABLE FASE-NEUTRO	PUESTA A TIERRA
TR-SECO 1 75KVA	3	3X200	18	JDA	JDA32200	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	3/0	4.00
TR-SECO 2 150KVA	4	3X400	18	LA	LA32400	3	0.22	202.50	591.1718	738.9648	2(3/0)	2.00
TR-SECO 3 75KVA	5	3X200	18	HDA	JDA32200	3	0.22	67.50	197.0573	246.3216	2(2)	6, 6
TR-SECO 4 45KVA	6	3X125	18	HDA	HDA32125	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	1/0	6.00
TR-SECO 5 45KVA	7	3X125	18	HDA	HDA32125	3	0.22	40.50	118.2344	147.7930	1/0	6.00

Tabla 2.13 Esta tabla muestra las protecciones del lado secundario de los transformadores secos.

2.10 TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440 V

2.10.1 CONDUCTORES DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440 V

La carga total instalada de los equipos el

95kw+6.85kw=101.85kw

Ahora calcularemos la corriente

$$\text{In} = \frac{KW}{\overline{3} * Kv * FP} \qquad \text{In} = \frac{95Kw}{\overline{3} * 0.44Kv * 0.9} = 185\ A.$$

Para la selección del conductor hacemos lo siguiente

I_{pr}= (125% la corriente nominal del equipo más grande) + (la corriente nominal de los demás equipos)

I_c= (185*1.25)+10=185 A.

Por lo que seleccionamos 2 conductores en paralelo de 1/0 cada uno conduce 183 a. De acuerdo a tabla 310-15(b) (20) de la NOM-001-SEDE-2012

Ahora comprobaremos el conductor alimentador por caída de tensión.

Para sistema trifásico 3F-4H usamos la siguiente fórmula

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

Vfn= voltaje fase-neutro.

$$\%\mathrm{E} = \frac{150\ A.* 0.46HMS * 0.055KM}{254V} * 100 = 2.793\%$$

Podemos observar que estamos abajo del 3% y nuestro conductor es adecuado.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NO. DE FASES	VOLTAJE	CARGA EN KW	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE AWG	CU. O AL.	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN
UNIDAD PAQUETE	C-1	3	440	95.00	140.00	175.00	2/0	CU	3F-3H	4-CU	0.040	0.360	0.793
AIRE LAVADO	C-2	3	440	6.85	10.00	25.00	10	CU	3F-3H	10-CU	16	3.60	0.708
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	440	101.85	150.00	150.00	2X(1/0)	CU	3F-4H	2 DES CU	0.06	0.86	2.793

Tabla 2.14 Esta tabla muestra los conductores por corriente y por caída de tensión de los equipos de aire acondicionado a 440v.

2.10.2 PROTECCIÓN DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 440V

Para la selección de la protección principal será de la siguiente manera.

I_{pr}= (125% la corriente nominal de la carga total instalada

I_{pr}= (150*1.25)=187.5 A. ahora considerando un factor de crecimiento de 150% en este tablero tenemos 187.5*1.5=281.25 a. por lo que seleccionamos una protección de 3x300 marco LAL No. de catálogo LAL36300 de la tabla de interruptores tipo I-LINE del catálogo compendiado SQUARE-D.

2.10.3 CANALIZACIÓN DEL TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO

La canalización para sostener los conductores alimentadores del tablero de aire acondicionado será a través de charola solida o perforada con 24 pulgadas de ancho tomando en cuenta que otros circuitos a 440 v. pasaran por la misma charola.

Todos los circuitos alimentadores de los equipos a 440 v. tendrán una configuración en forma de trébol o parecido así como se indica en la siguiente figura y cada circuito tendrá una separación de 125% de diámetro nominal de los conductores.

2.11 AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO

2.11.1 CONDUCTORES DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO

Para el cálculo los equipos de aire acondicionado usamos el mismo método, por lo que tomaremos como ejemplo el circuito de unidad paquete

La unidad paquete tiene una carga de 95kw

Ahora calcularemos la corriente

$$\text{In} = \frac{KW}{\overline{3} * Kv * FP} \qquad \text{In} = \frac{95Kw}{\overline{3} * 0.44Kv * 0.9} = 140.0\ A.$$

Para la selección del conductor alimentador multiplicamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 210-19(a) (1) de la NOM-001-SEDE-2012.

140 A. *1.25=175 A.

Por lo que seleccionamos un conductor cal 2/0 para la alimentación del equipo ya que conduce 175 A. De acuerdo a tabla 310-15(b) (20) de la NOM-001-SEDE-2012

Ahora comprobaremos el conductor alimentador por caída de tensión

Para sistema trifásico 3F-3H usamos la siguiente fórmula

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * I * Z * L}{Vff} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase.

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{3} * 140\ A. * 0.36 OHMS * 0.040 KM}{440 V} * 100 = 0.79\%$$

Podemos observar que estamos abajo del 3% y nuestro conductor es adecuado.

De la misma manera hemos calculado el equipo de aire lavado así como el conductor alimentador del tablero

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NO. DE FASES	VOLTAJE	CARGA EN KW	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE (AWG)	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN %
UNIDAD PAQUETE	C-1	3	440	95.00	140.00	175.00	2/0	200.00	CU	3F-3H	4-CU	0.040	0.360	0.793%
AIRE LAVADO	C-2	3	440	6.85	10.00	25.00	10	35.00	CU	3F-3H	10-CU	0.050	3.60	0.708%

Tabla 2.15 Esta tabla muestra los conductores por corriente y por caída de tensión de los equipos aire acondicionado y aire lavado.

2.11.2 CÁLCULO DE PROTECCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO

Para calcular la protección contra sobre corriente multiplicamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012.

140 A. *1.25=175 A.

Por lo tanto escogemos un interruptor de 3x175 Amperes. Del catálogo de Schneider compendiado 2013

La protección del equipo de aire lavado se calculó de del mismo método anterior.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	NO. DE CATALOGO	NO. DE FASES	VOLTAJE	CARGA EN KW	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL EN (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)
UNIDAD PAQUETE	C-1	3X175	42KA	JDA	JDA36250	3	440	95.00	95.00	140.00	175.00
AIRE LAVADO	C-2	3X30	25KA	HDA	HDA36030	3	440	6.85	6.850	10.00	25.00

Tabla 2.16 Esta tabla muestra Las protecciones correspondientes de los equipos de aire acondicionado a 440v.

2.11.3 CÁLCULO DE LA CANALIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO Y UNIDAD DE AIRE LAVADO

El circuito alimentador dela unidad paquete es calibre 2/0 y la puesta a tierra cal 4 desnudo. De acuerdo al catálogo Viakon (conductores monterrey) tenemos los siguientes datos de la sección transversal en mm^2 que son exactamente igual a la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012

Cal 2/0 =130.8mm^2

Cal 4 des =21.2mm^2

(130.8*3)+21.2=413.6mm^2 es el área total que ocupa los conductores que alimenta el equipo de unidad paquete de aire acondicionado.

Ahora para escoger la tubería no basamos en la Tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012. Un tubo conduit de 53mm tiene un espacio de 879 mm^2 con un factor de relleno de 40% para más de 2 conductores, por lo que seleccionamos la dicha tubería.

De la misma manera hemos calculado la canalización del equipo de aire lavado.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NO-DE FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA EN KW	CORRIENTE NE AMPERES	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CO. O AL.	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO DE TUBERÍA
UNIDAD PAQUETE	C-1	3	440	95.00	140.00	175.00	2/0	CU	3F-3H	4-CU	53MM
AIRE LAVADO	C-2	3	440	6.85	10.00	25.00	10	CU	3F-3H	10-CU	27MM

Tabla 2.17 Esta tabla muestra las canalizaciones correspondientes de los equipos de aire acondicionado a 440v.

CAPÍTULO 3 EQUIPOS DE 220V/127V

3.1 DESCRIPCIÓN EQUIPOS Y ACCESORIOS ALIMENTADAS A 220/127 VOLTS.

La mayoría de los contactos trifásicos y contactos normales son alimentados a 220V Y 127V. Así como las luminarias de toda la nave en cualquier modelo, tienen alimentación bifásica y monofásica. También tenemos los equipos de aire acondicionado como mini Split y fan & coil, que son alimentados a 220V sistema bifásica.

Existe también un regulador de voltaje trifásico a 220V para equipos de oficina y cámaras de vigilancia.

3.2 TABLEROS DE ALUMBRADO TA1 Y TA2

3.2.1 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA EN EL TABLERO TA1

En el transformador 1 de 75 kva suministrara alimentación al tablero ta1 será de 200 Amperes de capacidad en barras por lo que calculamos la protección secundaria del transformador

$$\text{in} = \frac{75KVA}{1.73\ x\ 0.22KV} = 197.05\ AMPERES$$

De acuerdo a esta corriente trifásico se tiene que calcular la protección 125% de la capacidad nominal pero tomando en cuenta que el tablero solo será capaz de suministrar 200 Amperes por lo tanto ajustamos nuestros alimentadores a esta capacidad y en la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-OO1-SEDE-2012 escogemos un calibre 3/0 que conduce 200 Amperes a 75°C el cual será adecuado para alimentar dicho tablero.

Ahora comprobamos los conductores por caída de tensión

Para sistema trifásico 3F-4H usamos la siguiente fórmula.

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase.

$$\%\mathrm{E} = \frac{197.05 * 0.30HMS * 0.01KM}{127V} * 100 = 0.05\%$$

Podemos observar que estamos abajo del 3% y nuestro conductor es adecuado.

3.2.3 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL TABLERO TA1

La protección de sobre corriente será de acuerdo a la corriente secundario del transformador que es de 197.05 ahora para proteger las barras del tablero escogemos un interruptor de 3x200 Amperes. Marco JDL cat. JDL36200 mca. SQUARE-D.

El conductor de puesta tierra lo tomamos de la tabla 250-122 y seleccionamos un conductor de cobre desnudo cal 4.

3.2.4 CANALIZACIÓN EN EL TABLERO TA1.

Para la canalización del tablero ta1 primero sumamos el área total de la sección transversal de los conductores.

De acuerdo a la tabla 5 d de la NOM-001-SEDE-2012 un cable de cobre calibre 3/0 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 158.9mm^2 y una conductor de cobre desnudo calibre 4 tiene una sección 21.2mm^2

Sumando (158.9*4)+21.2=656.8 mm^2

Una vez que tenemos el área total nos vamos a la tabla 4 del artículo 344 y escogemos una tubería de 53mm con un espacio de 879 mm^2 con factor de relleno del 40%.

3.2.5 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA TA2

En el transformador 5 de 45 kva suministrara alimentación al tablero TA2 el cual será de 125 Amperes de capacidad en barras por lo que calculamos la protección secundaria del transformador

$$\text{in} = \frac{45KVA}{1.73\ x\ 0.22KV} = 118.23\ Amperes$$

De acuerdo a esta corriente trifásico se tiene que calcular la protección 125% de la capacidad nominal pero tomando en cuenta que el tablero solo será capaz de suministrar 125 Amperes por lo tanto ajustamos nuestros alimentadores a esta capacidad y en la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 escogemos un calibre 1/0 que conduce 150 Amperes a 75°C y será el adecuado para alimentar dicho tablero.

Ahora comprobamos los conductores por caída de tensión

Para sistema trifásico 3F-4H usamos la siguiente fórmula

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase.

$$\%\mathrm{E} = \frac{118.23 * 0.43HMS * 0.01KM}{127V} * 100 = 0.04\%$$

Podemos observar que estamos abajo del 3% y nuestro conductor es adecuado.

3.2.6 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE EN EL TABLERO TA2

La protección de sobre corriente será de acuerdo a la corriente secundario del transformador que es de 118.23 ahora para proteger las barras del tablero escogemos un interruptor de 3x125 Amperes. Marco HDL cat. JDL36125 mca. SQUARE-D.
El conductor de puesta tierra lo tomamos de la tabla 250-122 y seleccionamos un conductor de cobre desnudo cal 6.

3.2.7 CANALIZACIÓN EN EL TABLERO TA2.

Para la canalización del tablero ta2 primero sumamos el área total de la sección transversal de los conductores.

De acuerdo a la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012 un cable de cobre calibre 1/0 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 143.4mm^2 y una conductor de cobre desnudo calibre 6 tiene una sección 8.37 mm^2

Sumando (143.4*4)+8.37=581.97mm^2 Una vez que tenemos el área total nos vamos a la tabla 4 del artículo 344 y escogemos una tubería de 53mm con un espacio de 879mm^2 con factor de relleno del 40%.

3.2.8 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS TABLEROS DE ALUMBRADO

En el área de producción; la iluminación se ha subdividido en 2 partes, lado oriente que corresponde al tablero TA1 y en el lado poniente que corresponde al tablero TA2.

3.2.8.1 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TA1

Para demostrar el procedimiento de cálculo de los circuitos de alumbrado en esta área tomamos como ejemplo el circuito 1,3 derivado del tablero TA1.
El circuito 1,3 tiene 8 luminarias de 6x54watts por lo tanto.

$$\mathrm{P} = 6\mathrm{x}54\mathrm{w} = 324\mathrm{w}$$

Pero tomando en cuenta las especificaciones de la ficha técnica de la luminaria nos indica que consume 346watts por cada luminaria, Ahora multiplicamos el consumo en watts de las luminarias por la cantidad que se le cargó a cada circuito

$$\mathrm{P} = 8\mathrm{x}346\mathrm{w} = 2768\mathrm{watts}$$

2768 watts consume cada circuito de alumbrado, ahora se procede a calcular la corriente. Utilizando la sig. Fórmula para cargas bifásicas de 2F-3H tenemos que

$$P = \text{Vff x In x Cos}\theta$$

P=potencia en watts = 2768w

V_{ff}=voltaje fase-fase=220

Cosθ=factor de potencia que se considera con un valor de 0.9

$$P = \text{Vff x In x Cos}\theta$$

Despejando In tenemos:

$$\text{In} = \frac{P}{Vff\ x\ cos\theta}$$

Por lo que la corriente nominal

$$\text{In} = \frac{2768w}{220\ x\ 0.9} = 13.98 Amperes$$

Para la corriente corregida usamos la siguiente fórmula

$$\text{Ic} = \frac{In}{F.T.\ x\ F.A.}$$

Ic= corriente corregida

In= corriente nominal =13.98 A.

F.T. = factor de corrección de temperatura que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (2) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 en la columna de conductores de 75° a una temperatura ambiente de 26°C a 30°C tiene que ser un valor de 1.0

F.A.= factor de agrupamiento que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (3) (a) de la NOM-001-SEDE-2012, podemos ver que solo se aplica a partir de 4 conductores, o más, en nuestro caso no aplica por lo tanto tendrá un valor de 1.0

Por lo tanto la corriente corregida será:

$$Ic = \frac{13.98A}{1\ x\ 1} = 13.98\ Amperes$$

3.2.8.2 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA ALUMBRADO EN EL TABLERO TA1

De acuerdo al artículo 210-19(a) (1) de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor para cargas continuas y no continuas deberá tener un capacidad de conducción de no menor a 125%, de la corriente de la carga instalada a partir de este dato se seleccione el conductor adecuado, por lo que llamaremos corriente corregida al 25%
Ic=Inx1.25 por lo que Ic=13.98 A x 1.25=17.47 A.

Ahora para seleccionar el conductor que se ajuste a esta capacidad de corriente nos vamos a la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 para escoger el calibre adecuado, de la columna de 75° por lo tanto escogemos un calibre 12 en cobre con una capacidad de conducción de 25 Amperes que es superior a la corriente corregida al 25% con un valor de 17.47 Amperes. Por lo que estamos en un rango permisible.

Del método de cálculo descrito para calcular la carga instalada y cálculo del conductor para cada circuito derivado, ese mismo método hemos utilizado para calcular los circuitos derivados del tablero ta1 y ta2 tomando en cuenta que las luminarias son del mismo modelo.
A continuación presentamos una tabla de resumen.

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	No. DE FASES	VOLTAJE (VOLTS)	LÁMPARA DE 346W	CARGA INSTALADA (WATTS)	CORRIENTE (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (Amp).	CALIBRE FASE (AWG)	CAP. DE CONDUCCIÓN. (AMP)	CU O AL,
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-10,12	2	220	8	2768	12.58	15.73	12	25.00	CU

Tabla 3.1 Esta tabla muestra la suma de la carga instalada de cada circuito, la corriente nominal al 125% así como los conductores correspondientes del tablero TA1.

TABLERO DE ALUMBRADO 2 TA2

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	No. DE FASES	VOLTAJE (VOLTS)	LÁMPARA DE 346W	CARGA INSTALADA (WATTS)	CORRIENTE (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (Amp).	CALIBRE FASE (AWG)	CAP. DE CONDUCCIÓN. (AMP)	CU O AL,
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	8	2768	13.98	17.47	12	25.00	CU

Tabla 3.2 Esta tabla muestra la suma de la carga instalada de cada circuito, la corriente nominal al 125% así como los conductores correspondientes del tablero TA2.

3.2.8.3 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA PARA EQUIPOS DE LOS ANDENES

En los andenes se ha considerado una carga de 746watts para cada una de ellas ya que los demás elementos son hidráulicos. En el lado oriente del área de producción se encuentran 3 andenes y cada una de ellas se alimenta de un circuito independiente.

Para el cálculo de la carga instalada en sistema monofásico 1F-2H Se utiliza la sig. Fórmula para cargas

$$P = \text{Vfn x In x Cos}\theta$$

P= potencia en watts = 746w

V_{fn}= voltaje fase-neutro=127V

Cosθ=factor de potencia que se considera con un valor de 0.9

$$P = \text{Vfn x In x Cos}\theta$$

Despejando In tenemos:

$$\text{In} = \frac{P}{Vfn\ x\ cos\theta}$$

Por lo que la corriente nominal

$$\text{In} = \frac{746w}{127V\ x\ 0.9} = 6.527 Amperes$$

Para la corriente corregida usamos la siguiente fórmula

$$\text{Ic} = \frac{In}{F.T.x\ F.A.}$$

Ic= corriente corregida

In= corriente nominal =6.527 A.

F.T. = factor de corrección de temperatura que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (2) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 en la columna de conductores de 75° a una temperatura ambiente de 26°C a 30°C tiene que ser un valor de 1.0

F.A.= factor de agrupamiento que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (3) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 podemos ver que solo se aplica a partir de 4 conductores o más, en nuestro caso no aplica por lo tanto tendrá un valor de 1.0.

Por lo tanto la corriente corregida será

$$Ic = \frac{6.527A}{1\ x\ 1} = 6.527A.$$

3.2.8.4 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA ANDENES EN EL TABLERO TA1.

De acuerdo al artículo 210-19(a) (1) de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor para cargas continuas y no continuas deberá tener un capacidad de conducción de no menor a 125%, de la corriente de la carga instalada a partir de este dato se seleccione el conductor adecuado, por lo que llamaremos corriente corregida al 25%

Ic=Inx1.25 por lo que Ic=6.527A x 1.25=8.158 A.

Ahora para seleccionar el conductor que se ajuste a esta capacidad de corriente, nos vamos a la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012 para escoger el calibre adecuado, de la columna de 75°C, en nuestro caso se ha escogido un cable cal. 10 con una conducción de corriente de 35 A. ya que dicha carga puede variar hasta 1.5 kw, por lo tanto la capacidad de conducción del cables es superior a la corriente corregida al 25%, por lo que estamos en un rango permisible.

Del mismo método de cálculo que usamos para calcular la carga instalada y los conductores alimentadores de circuitos derivados. Hemos usado de manera similar para las otras cargas que derivan del tablero TA1 y TA2 y se describe en las siguientes tablas.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	ITM (PXA)	NO. FASES	VOLTAJE (VOLTS)	PUERTA 1HP 746W	LÁMPARA DE 2X32W	CONTACTOS DE 180 W	CARGA INSTALADA (WATTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE FASE (AWG)	CAP. DE CONDUCCIÓN (AMP)	AL O CU.
PUERTA 1	C-8	1X30	1	127	1			746.00	6.53	8.16	10	35.00	CU
PUERTA 2	C-19	1X30	1	127	1			746.00	6.53	8.16	10	35.00	CU
PUERTA 3	C-6	1X30	1	127	1			746.00	6.53	8.16	10	35.00	CU
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-20	1X30	1	220			2	360.00	3.15	3.94	10	35.00	CU
ALUM Y CNTC CTO DE DSCHO	C-23	1X30	1	220		6	3	924.00	8.08	10.10	10	35.00	CU
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-24	1X20	1	127				158.40	1.39	1.73	12	25.00	CU

Tabla 3.3 Esta tabla muestra la suma de la carga instalada de cada circuito, la corriente nominal al 125% así como los conductores correspondientes de los circuitos derivados que forman parte del tablero TA1.

TABLERO DE ALUMBRADO 2 TA2

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	NO. FASES	VOLTAJE (VOLTS)	LÁMPARA DE 2X32W	PUERTA 1HP 746W	CARGA INSTALADA (WATTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	CALIBRE FASE (AWG)	CAP. DE CONDUCCIÓN (AMP)	AL O CU.
PUERTA 1	C-6	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
PUERTA 2	C-8	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
PUERTA 3	C-10	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
PUERTA 4	C-15	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
PUERTA 5	C-12	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
PUERTA 6	C-13	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-16	1	127	4		144	1.26	1.57	12	25.00	CU
PUERTA 7	C-17	1	127		1	746	9.60	24.00	10	35.00	CU
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-18	1	127		4X180W	720	6.30	15.75	10	35.00	CU

Tabla 3.4 Esta tabla muestra la suma de la carga instalada de cada circuito, la corriente nominal al 125% así como los conductores correspondientes de los circuitos derivados que forman parte del tablero TA2.

3.2.8.5 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES PARA EL TABLERO TA1 POR CAÍDA DE TENSIÓN.

De acuerdo al artículo 215-2(a) (4) (nota 2) de la NOM-001-SEDE-2012 un conductor de un circuito derivado menor a 600v. La caída de tensión no deberá ser mayor a 3% por lo que usamos la siguiente fórmula para comprobar que los conductores que hemos usado son el adecuado.

Para sistema bifásico 2F-2H

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{2} * I * Z * L}{Vff} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

$\overline{2}$ = por el sistema bifásico de 2F-2H

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase

Tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero ta1 que anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{\overline{2} * 13.98A * 5.57OHMS * .090}{220V} * 100 = 2.5\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

Ahora para el cálculo de la caída de tensión en un sistema monofásico usamos la siguiente fórmula

$$\%\mathrm{E} = \frac{2 * I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

2= constante para el sistema bifásico de 1F-2H

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{fn}= voltaje fase-neutro

Tomamos como ejemplo el circuito 8 del tablero TA1 que también ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{2 * 6.53A * 3.6OHMS * .0090}{220V} * 100 = 0.31\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

A continuación presentamos una tabla de resumen con la caída de tensión de los circuitos derivados del tablero ta1 y ta2

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	No. FASES	VOLTAJE (VOLTS)	LÁMPARA DE 346W	PUERTA 746W	LÁMPARAS DE 2X32W	CONTACTOS DE 180W	CORRIENTE NOMINAL (AMP.)	LONGITUD EN (Km)	CALIBRE (AWG)	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	AL 0 CU.	IMPEDANCIA (Z)	CAÍDA DE TENSIÓN EN %
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	8				13.98	0.05	12	25.00	CU	5.57	2.50%
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	8				13.98	0.053	12	25.00	CU	5.57	2.65%
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	8				13.98	0.057	12	25.00	CU	5.57	2.85%
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	8				13.98	0.058	12	25.00	CU	5.57	2.90%
ALUMBRADO NAVE	C-10,12	2	220	8				13.98	0.060	12	25.00	CU	5.57	3.00%
PUERTA 1	C-8	1	127		1			6.53	0.009	10	35.00	CU	3.60	0.31%
PUERTA 2	C-19	1	127		1			6.53	0.021	10	35.00	CU	3.60	0.76%
PUERTA 3	C-6	1	127		1			6.53	0.032	10	35.00	CU	3.60	1.17%
CNTCS AGUA PURIFICADA	C-20	3	127				2	3.15	0.035	10	35.00	CU	3.60	0.62%
ALUM Y CNTCS CTO DE DSCH	C-23	2	127			6	3	8.08	0.095	10	35.00	CU	2.30	2.782%
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-24	1	127					1.39	0.160	12	25.00	CU	5.57	1.94%

Tabla 3.5 Esta tabla muestra la caída de tensión de los circuitos derivados del tablero TA1

Tablero de alumbrado ta2

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	No. FASES	VOLTAJE (VOLTS)	LÁMPARA DE 346W	PUERTA 746W	CORRIENTE NOMINAL (AMP.)	LONGITUD EN (Km)	CALIBRE (AWG)	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	AL 0 CU.	IMPEDANCIA (Z)	CAÍDA DE TENSIÓN EN %
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	8		13.98	0.0510	12	25.00	CU	5.57	2.55278606
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	8		13.98	0.0530	12	25.00	CU	5.57	2.65289531
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	8		13.98	0.0560	12	25.00	CU	5.57	2.8030592
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	8		13.98	0.0580	12	25.00	CU	5.57	2.90316846
PUERTA 1	C-6	1	127		1	9.60	0.0200	10	35.00	CU	3.6	0.76968113
PUERTA 2	C-8	1	127		1	9.60	0.0240	10	35.00	CU	3.6	0.92361736
PUERTA 3	C-10	1	127		1	9.60	0.0270	10	35.00	CU	3.6	1.03906953
PUERTA 4	C-12	1	127		1	9.60	0.0290	10	35.00	CU	3.6	1.11603764
PUERTA 5	C-13	1	127		1	9.60	0.0310	10	35.00	CU	3.6	1.19300576
PUERTA 6	C-15	1	127		1	9.60	0.0330	10	35.00	CU	3.6	1.26997387
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-16	1	127			1.26	0.0650	12	25.00	CU	5.57	0.50791604
PUERTA 7	C-17	1	127		1	9.60	0.0360	10	35.00	CU	3.6	1.38542604
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-18	1	127		4X180W	6.30	0.0670	10	35.00	CU	3.6	1.69188438

Tabla 3.6 Esta tabla muestra la caída de tensión de los circuitos derivados del tablero TA2

3.2.8.6 CÁLCULO DE CANALIZACIÓN PARA LOS CONDUCTORES

Para el cálculo de las canalizaciones en tubería usamos la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012 para las dimensiones de los conductores.

Mientras que para ver el porcentaje disponible para los conductores en el área del tubo conduit usamos la tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012

Para demostrar la forma en que hemos seleccionado la tubería para los conductores tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero TA1

El circuito 1,3 tiene 2 conductores calibre 12 y un cable desnudo para puesta a tierra cal 12, de acuerdo al catálogo Viakon (conductores monterrey) tenemos los siguientes datos de la sección transversal en mm2 que son exactamente igual a la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012

Cal 12 =11.68mm^2

Cal 12 des =3.31mm^2

(11.68x2)+3.31=26.67mm^2 es el área total que ocupa cada circuito bifásico, ahora para escoger la tubería no basamos en la tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012. Un tubo conduit de 16mm tiene un espacio de 81 mm^2 con un factor de relleno de 40% para más de 2 conductores, tomando en cuenta que por estas tubería puedes canalizarse hasta 2 circuitos para alumbrado y tendrían una ocupación de (26.67x2)=53.34mm^2 ahora debemos calcular el porcentaje de ocupación en el área del tubo conduit.

Que sería de la siguiente manera.

$$\text{Porcentaje de ocupacion} = \frac{\text{seccion total en mm2 conductores}}{\text{seccion en mm2 del tub}/100}$$

$$\%\text{ocup.} = \frac{53.34\text{m2}}{204\ \text{m2}/100} = 26.14\%$$

Este es el espacio que ocupa los circuitos tomando en cuenta que no debemos exceder el 40% de área de la sección transversal de tubo conduit.

A continuación presento un cuadro de resumen del cálculo de canalización para los circuitos derivados.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE EN (VOLTS)	LAMPARA DE 346W	PUERTA (746W)	TABLERO	LÁMPARA 2X32W	CONTACTOS DE 180W	CALIBRE FASE (AWG)	FASE-HILOS	SECCIÓN EN mm2 FASE-NEUTRO	SECCIÓN mm2 PUESTA A TIERRA	ÁREA TOTAL DE LOS CONDUCTORES	SECCIÓN TRANSVERSAL AL 100% DE LA TUB PGG	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN	TIERRA FÍSICA AWG	DIÁMETRO DE TUBERÍA EN mm
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	8					12 AWG	2F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	10-CU	21 mm
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	8					12 AWG	2F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	10-CU	21 mm
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	8					12 AWG	2F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	10-CU	21 mm
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	8					12 AWG	2F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	10-CU	21 mm
ALUMBRADO NAVE	C-10,12	2	220	8					12 AWG	2F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	10-CU	21 mm
PUERTA 1	C-8	1	127		1				10 AWG	1F-2H	21.48 mm2	3.31 mm2	46.27 mm2	204.00 mm2	22.68 %	10-CU	16 mm
PUERTA 2	C-19	1	127		1				10 AWG	1F-2H	21.48 mm2	3.31 mm2	46.27 mm2	204.00 mm2	22.68 %	10-CU	16 mm
PUERTA 3	C-6	1	127		1				10 AWG	1F-2H	21.48 mm2	3.31 mm2	46.27 mm2	204.00 mm2	22.68 %	10-CU	16 mm
TCB	C-14,16, 18	3	220			1			2 AWG	3F-4H	86.08 mm2	6.63 mm2	350.95mm2	1,333.00 mm2	26.33 %	10-CU	41 mm
TM	C-13,15, 17	3	220			1			2 AWG	3F-4H	86.08 mm2	6.63 mm2	350.95mm2	1,333.00 mm2	26.33 %	10-CU	41 mm
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-20	3	127					2	10 AWG	1F-2H	21.48 mm2	3.31 mm2	46.27 mm2	204.00 mm2	22.68 %	12-CU	27 MM
ALUMBRADO Y CONTACTO CUARTO DE DESECHO	C-23	2	127				6	3	10 AWG	1F-2H	21.48 mm2	3.31 mm2	46.27 mm2	204.00 mm2	22.68 %	12-CU	27 MM
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-24	1	127						12 AWG	1F-2H	11.68 mm2	3.31 mm2	26.67 mm2	204.00 mm2	13.07 %	14-CU	41 mm

Tabla 3.7 Esta tabla muestra la canalización de los circuitos derivados del tablero TA1.

Tablero de alumbrado TA2

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUIT0	NUMERO DE FASES	VOLTAJE EN (VOLTS)	CALIBRE FASE (AWG)	FASE-HILOS	NEUTRO	PUESTA A TIERRA	SECCIÓN EN mm2 FASE-NEUTRO	SECCIÓN mm2 PUESTA A TIERRA	ÁREA TOTAL DE LOS CONDUCTORES	SECCIÓN TRANSVERSAL AL 100% DE LA TUB PGG	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN	DIÁMETRO DE TUBERÍA EN mm
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2	220	12	2F-2H	12.00	10-CU	11.68	3.31	26.67	204.00	13.073	16mm
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2	220	12	2F-2H	12.00	10-CU	11.68	3.31	26.67	204.00	13.073	16mm
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2	220	12	2F-2H	12.00	10-CU	11.68	3.31	26.67	204.00	13.07	16mm
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2	220	12	2F-2H	12.00	10-CU	11.68	3.31	26.67	204.00	13.073	16mm
PUERTA 1	C-6	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
PUERTA 2	C-8	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
PUERTA 3	C-10	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
PUERTA 4	C-12	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
PUERTA 5	C-13	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
PUERTA 6	C-15	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	22.68	16mm
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-16	1	127	12	1F-2H	12.00	14-CU	11.68	3.31	26.67	204.00	13.073	16mm
PUERTA 7	C-17	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	13.073	16mm
CNTCTS AGUA PFCAD	C-18	1	127	10	1F-2H	10.00	10-CU	21.48	3.31	46.27	204.00	13.073	16mm

Tabla 3.8 Esta tabla muestra la canalización de los circuitos derivados del tablero TA2.

Con esto hemos demostrado el método de cálculo de la carga instalada, conductores por corriente y por caída de tensión, y por ultimo las canalizaciones.

Ahora procedemos a calcular la protección contra cortocircuito y la falla a tierra

3.2.8.7 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE SOBRE CORRIENTE

Toma como ejemplo el circuito 1,3 de alumbrado nave del tablero ta1 De acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012 la protección de sobre corriente para cargar continuas y no continuas no debe ser menor a 125% de la carga instalada,

La corriente nominal del circuito 1,3 es de 13.98 Amperes.
Multiplicado al 125% nos da un valor: 13.98 *1.25=17.47 Amperes.
La protección del circuito será de 20 Amperes, a dos polos.

Cálculo de puesta a tierra de acuerdo al artículo 410-93 de la NOM-001-SEDE-2012 las luminarias alimentadas a 2 fases debe llevar un puesta a tierra en el portalámparas tomando en cuenta la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 para selección de tamaño mínimo de conductores de puesta tierra Escogemos la cal 12desnudo en cobre.

De estos artículos y tablas tomadas de la NOM-001-SEDE-2012 para la selección de ajuste de protección y puesta a tierra de circuitos, de manera similar hemos seleccionado las protecciones para los demás circuitos eléctricos.
A continuación presentamos una tabla de resumen con las protecciones correspondientes y la puesta atierra.

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	CAPACIDAD DE PROTECCIÓN	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	No. DE CAT.	No. DE FASES	VOLTAJE (VOLTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	LONGITUD EN (KM)	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA
ALUM NAVE	C-1,3	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98Amp	17.47Amp	0.05km	2F-2H	10-CU
ALUM NAVE	C-2,4	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98Amp	17.47Amp	0.05km	2F-2H	10-CU
ALUM NAVE	C-5,7	2X20	10KA	QO	Q0220	2	220	13.98Amp	17.47Amp	0.06km	2F-2H	10-CU
ALUM NAVE	C-9,11	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98Amp	17.47Amp	0.06km	2F-2H	10-CU
ALUM NAVE	C-10,12	2X20	10KA	QO	Q0220	2	220	13.98Amp	17.47Amp	0.06km	2F-2H	10-CU
PUERTA 1	C-8	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	6.53Amp	8.16Amp	0.01km	1F-2H	10-CU
PUERTA 2	C-19	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	6.53Amp	8.16Amp	0.02km	1F-2H	10-CU
PUERTA 3	C-6	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	6.53Amp	8.16Amp	0.03km	1F-2H	10-CU
TCB	C-14,16,18	3X70	18KA	QO	QO370	3	220	11.68Amp	14.60Amp		3F-4H	10-CU
TM	C-13,15,17	3X100	18KA	QO	QO3100	3	220	11.13Amp	13.92Amp		3F-4H	10-CU
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-20	1x30	10KA	QO	QO122	3	127	3.15Amp	3.94Amp	0.04km	1F-2H	12-CU
ALUMBRADO Y CONTACTO CUARTO DE DESECHO	C-23	1x30	10KA	QO	QO121	2	127	8.08Amp	10.10Amp	0.10km	1F-2H	12-CU
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-24	1x20	10KA	QO	QO120	1	127	1.39Amp	1.73Amp	0.16km	1F-2H	14-CU

Tabla 3.9 Esta tabla muestra las protecciones calculadas de los circuitos derivados del tablero TA1

TABLERO DE ALUMBRADO TA2

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	CAPACIDAD DE PROTECCIÓN	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	No. DE CAT.	No. DE FASES	VOLTAJE (VOLTS)	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	CORRIENTE CORREGIDA (AMP)	LONGITUD EN (KM)	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA
ALUMBRADO NAVE	C-1,3	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98	17.47	0.0510	2F-2H	10-CU
ALUMBRADO NAVE	C-2,4	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98	17.47	0.0530	2F-2H	10-CU
ALUMBRADO NAVE	C-5,7	2X20	10KA	QO	Q0220	2	220	13.98	17.47	0.0560	2F-2H	10-CU
ALUMBRADO NAVE	C-9,11	2X20	10 KA	QO	Q0220	2	220	13.98	17.47	0.0580	2F-2H	10-CU
PUERTA 1	C-6	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0200	1F-2H	10-CU
PUERTA 2	C-8	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0240	1F-2H	10-CU
PUERTA 3	C-10	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0270	1F-2H	10-CU
PUERTA 4	C-12	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0290	1F-2H	10-CU
PUERTA 5	C-13	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0310	1F-2H	10-CU
PUERTA 6	C-15	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0330	1F-2H	10-CU
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	C-16	1X20	10KA	QO	QO120	1	127	1.26	1.57	0.0650	1F-2H	14-CU
PUERTA 7	C-17	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.60	24.00	0.0360	1F-2H	10-CU
CONTACTOS AGUA PURIFICADA	C-18	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	6.30	15.75	0.0670	1F-2H	10-CU

Tabla 3.10 Esta tabla muestra las protecciones calculadas de los circuitos derivados del tablero TA2

3.3 CÁLCULO DE CARGA INSTALADA EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES

El tablero ubicado en el área de mantenimiento a la que hemos denominado TM alimentara a circuitos de alumbrado y contactos en el área de: compresores, planta de emergencia, subestación, cuarto de baterías, mantenimiento. Mientras que en el cuarto de baterías se colocara un tablero para contactos trifásicos alimentando a los cargadores de batería.

La alimentación de este tablero será a través del tablero que se encuentra en el área de nave denominad tablero ta1.

Ahora procedemos a calcular la carga instalada del tablero TM

Se suma la carga total que tiene cada circuito y tenemos los siguientes resultados.

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	CAPACIDAD DE PROTECCIÓN	CARGAS DE 100PW	CONTACTOS TRIFÁSICO 250W	F.D.	CARGA INSTALADA (WATTS)
ALUMBRADO COMPRESORES Y PLANTA DE EMERGENCIA	1	9	0		1	576
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	2	10	0		1	640
ALUMBRADO SUBESTACIÓN	3	11	0		1	704
CONTACTOS MANTENIMIENTO	4		8		1	1600
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5		0		1	113.6
CONTACTOS COMPRESORES	6		10		1	2000
CONTACTOS SUBESTACIÓN	7		6		1	1200
CONTACTOS MANTENIMIENTO	8,10,12			2	1	500

Tabla 3.11 En esta tabla podemos observar la carga instalada de cada circuito derivado en el tablero denominado Tab TM.

3.4 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES

Para seleccionar el conductor alimentador de cada circuito primero procedemos a calcular la corriente.

$$\text{In} = \frac{W}{V*F.P.} \qquad \text{in} = \frac{576}{127*0.9} = 4.54\ A.$$

Para la corriente corregida multiplicamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012.

Ahora nos vamos a la tabla 310-15(B) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 para seleccionar los conductores en la columna de 75°C

Escogemos un conductor de cobre calibre 12 con aislamiento thhws que conduce alrededor de 25 A.

Después comprobamos el conductor por caída de tensión. Con la siguiente fórmula para sistema monofásico 1F-2H

$$\text{E\%} = \frac{2 * 4.54 * 5.6 *}{Vfn} * 100 = 2\%$$

De la misma manera se calculó todo los demás circuitos excepto el alimentador del tablero que fue de la siguiente manera.

Como la carga total instalada es de 7.33kw calculamos la corriente

$$\text{in} = \frac{7333W}{1.73 * 220 * 0.9} = 21.41\ A.$$

Posteriormente aplicamos el mismo artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012 que nos dice q los conductores deberán conducir al 125% de su corriente nominal de carga.

Por lo tanto $Ic = 21.41\ A.* 1.25 = 26.76\ A.$

Después nos vamos a la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 para seleccionar el conductor en nuestro caso hemos seleccionado un conductor del calibre 2 para que el tablero de 100 Amperes puedes tener esa misma capacidad para cargas futuras o extras.

En la siguiente tabla mostramos los conductores de los circuitos así como la caída porcentual que no exceda a lo permitido.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	ALUMBRADO 2X32W	CONTACTOS 200W	CONTACTOS 250W	CARGA INSTALADA WATTS	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILO	NEUTRO	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN %
ALUMBRADO COMPRESORES Y PLANTA DE EMERGENCIA	1	9	0		576.00	4.54	5.67	12	25.00	CU	1F-2H	12.00	0.05	5.60	2.00
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	2	10	0		640.00	5.04	6.30	12	25.00	CU	1F-2H	12.00	0.04	5.60	1.78
ALUMBRADO SUBESTACIÓN	3	11	0		704.00	5.54	6.93	12	25.00	CU	1F-2H	12.00	0.05	5.60	2.20
CONTACTOS MANTENIMIENTO	4		8		1600.00	12.60	15.75	10	35.00	CU	1F-2H	10.00	0.03	5.60	2.78
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5		0		113.60	0.89	1.12	12	25.00	CU	1F-2H	12.00	0.07	5.60	0.53
CONTACTOS COMPRESORES	6		10		2000.00	15.75	19.69	10	35.00	CU	1F-2H	10.00	0.03	3.60	2.68
CONTACTOS SUBESTACIÓN	7		6		1200.00	9.45	11.81	10	35.00	CU	1F-2H	10.00	0.03	3.60	1.77
CONTACTOS MANTENIMIENTO	8,10,12			2	500.00	1.31	1.64	10	35.00	CU	3F-3H	10.00	0.01	3.60	0.07
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		30	24	2	7333.60	21.41	26.76	2	115.00	CU	3F-4H	2.00	0.06	0.66	1.34

Tabla 3.12 En esta tabla apodemos observas los conductores calculados por corriente y por caída de tensión de los circuitos derivados del Tab TM.

3.5 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES

Para seleccionar la protección de los circuitos

Será de acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012 la protección de sobre no debe ser menor a 125%. De la corriente nominal de la carga instalada.

Para el circuito 1

4.54 a*1.25=5.67 a. el interruptor será de 20ª. Protegiendo a nuestro cable cal 12.

Este circuito de alumbrado no lleva puesta a tierra pero los circuitos de contactos normales si llevaran puesta a tierra y será seleccionado de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para el alimentador principal del tablero será

21.41*1.25=26.76 pero como se había mencionado antes nuestro tablero deberá ser capaz soportar una corriente máxima de 100 Amperes. Por lo tanto seleccionamos un interruptor de 3x10o tipo QO

Para las puestas a tierra se seleccionará de acuerdo a la tabla 250-122 de la nom-001-sede-2012. Por lo tanto el nuestro conductor de puesta a tierra será de calibre 6 de cobre para tener una mayor disipación de corriente de falla.

A continuación se muestra el resumen de los circuitos con sus respectivas protecciones y puesta a tierra.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO/ CATALOGO	CARGA EN WATTS	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DE CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILOS	PUESTA A TIERRA
ALUMBRADO COMPRESORES Y PLANTA DE EMERGENCIA	1	1X20	10 KA	Q0120	576.00	4.54	5.67	12	25.00	CU	1F-2H	12.00
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	2	1X20	10 KA	Q0120	640.00	5.04	6.30	12	25.00	CU	1F-2H	12.00
ALUMBRADO SUBESTACIÓN	3	1X20	10 KA	Q0120	704.00	5.54	6.93	12	25.00	CU	1F-2H	12.00
CONTACTOS MANTENIMIENTO	4	1X30	10KA	QO130	1600.00	12.60	15.75	10	35.00	CU	1F-2H	12.00
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5	1X20	10KA	Q0120	113.60	0.89	1.12	12	25.00	CU	1F-2H	12.00
CONTACTOS COMPRESORES	6	1X30	10KA	QO130	2000.00	15.75	19.69	10	35.00	CU	1F-2H	12.00
CONTACTOS SUBESTACIÓN	7	1X30	10KA	QO130	1200.00	9.45	11.81	10	35.00	CU	1F-2H	12.00
CONTACTOS MANTENIMIENTO	8,10,12	3X30	10KA	QO330	500.00	1.31	1.64	10	35.00	CU	3F-3H	12.00
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X100	18 KA	QO3100	7333.60	21.41	26.76	2	115.00	CU	3F-4H	8-DES CU

Tabla 3.13 En esta tabla podemos observar las protecciones de cortocircuito y sobre corriente de cada circuito del Tab TM.

3.6 CANALIZACIÓN EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES

Para la canalización de los circuitos necesitamos la sección transversal delos conductores que lo obtenemos a través de la tabla 5 de la nom-001-sede-2012 para conductores con aislamiento thhws.

CAL 12 thhws = 11.68mm^2

CAL 12 des = 3.58mm^2

Sección total del circuito

(11.68*2) =26.36 mm^2

De la tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 seleccionamos un tubo metálica pesada de 16mm que tiene un espacio de 63mm2 para 2 conductores y 81 mmm para más de 2 conductores.

De manera similar hemos seleccionado los demás canalizaciones para los circuitos derivados de este tablero. A continuación se muestra la tabla de resumen de las canalizaciones correspondientes.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	VOLTAJE	CARGA INSTALADA EN KW	CORRIENTE NOMINAL	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CU O AL.	FASE-HILOS	PUESTA TIERRA	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN
ALUMBRADO COMPRESORES Y PLANTA DE EMERGENCIA	1	127	576.00	4.54	12	CU	1F-2H	12.00	16mm
ALUMBRADO MANTENIMIENTO	2	127	640.00	5.04	12	CU	1F-2H	12.00	16mm
ALUMBRADO SUBESTACIÓN	3	127	704.00	5.54	12	CU	1F-2H	12.00	16mm
CONTACTOS MANTENIMIENTO	4	127	1600.00	12.60	10	CU	1F-2H	12.00	16mm
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5	127	113.60	0.89	12	CU	1F-2H	12.00	16mm
CONTACTOS COMPRESORES	6	127	2000.00	15.75	10	CU	1F-2H	12.00	16mm
CONTACTOS SUBESTACIÓN	7	127	1200.00	9.45	10	CU	1F-2H	12.00	16mm
CONTACTOS MANTENIMIENTO	8,10,12	220	500.00	1.31	10	CU	3F-3H	12.00	16mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		220	7333.60	21.41	2	CU	3F-4H	8-DES CU	41mm

Tabla 3.14 En esta tabla podemos observar las canalizaciones correspondientes de cada circuito derivado del Tab TM.

3.7 TABLERO TCB PAR CUARTO DE BATERÍAS.

Este tablero alimenta los contactos trifásico para cargadores en el cuarto de baterías Por lo tanto procedemos a calcular la carga instalada.

NOMBRE DE CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	CARGAS A 100OW	F.D.	CARGA INSTALADA (WATTS)
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-1, 3,5.	1	1	1000.00
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-2, 4,6.	1	1	1000.00
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-7, 9,11.	1	1	1000.00
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-8, 10,12.	1	1	1000.00

Tabla 3.15 En esta tabla podemos observar la carga instalada de cada circuito derivado del tablero TCB.

3.7.1 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TCB PARA CUARTO DE BATERÍAS.

Ahora se procede a calcular la corriente de cada circuito con el método que ya hemos descrito anteriormente.

Y se usa la siguiente fórmula P= $\sqrt{3}V_{ff}I_nCOS\theta$

$\text{in} = \frac{W}{\sqrt{3}*V*F.P.}$ $\text{in} = \frac{1000W}{\sqrt{3}*220V*0.9} = 2.62\ A.$

Ahora para seleccionar los conductores y protecciones contra sobre corriente, primero se calcula la corriente corregida al 125% de acuerdo al artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012.

Ic=2.62*1.25=3.28 A. todos los de más circuitos se consideran de la misma carga.

Después de calcular la corriente corregida seleccionamos el conductor de acuerdo a la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012. En la columna de 75 °C

Para los circuito s seleccionamos un conductor calibre 10 con aislamiento thhws que conduce alrededor de 35 a. ahora procedemos a calcular los conductores por caída de tensión con la siguiente fórmula

$$\text{E\%} = \frac{1.73 * I * Z * Z}{Vff} * 100$$

$$\text{E\%} = \frac{1.73 * 3.28\ A. * 3.6OHMS * 0.012KM}{220V} * 100 = 0.089\%.$$

Podemos ver que nuestra caída de tensión es menos el 3% permitido por lo tanto nuestro conductor es el adecuado.

En la siguiente tabla mostramos un resumen general de los conductores de los circuitos y la caída de tensión obtenida

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CONTACTOS TRIFÁSICO	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE-HILOS	NEUTRO	PUESTA A TIERRA	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN %
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-1, 3,5.	3	220	1	1000	2.62	3.28	10	35	CU	3F-4H	N/A	10-CU	0.012	3.6	0.089
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-2, 4,6.	3	220	1	1000	2.62	3.28	10	35	CU	3F-4H	N/A	10-CU	0.010	3.6	0.074
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-7, 9,11.	3	220	1	1000	2.62	3.28	10	35	CU	3F-4H	N/A	10-CU	0.008	3.6	0.060
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-8, 10,12.	3	220	1	1000	2.62	3.28	10	35	CU	3F-4H	N/A	10-CU	0.006	3.6	0.045
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	4	4000	10.51		2	120	CU	3F-4H	2.00	8-DES CU	0.029	0.66	0.158

Tabla 3.16. En esta tabla podemos observar los conductores calculados por corriente y por caída de tensión de cada circuito derivado del tablero TCB.

3.7.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE Y CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Para elegir la protección de sobre corriente será lo que indica el artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012 la protección de sobre no debe ser menor a 125%. De la corriente nominal de la carga instalada.

Por lo tanto 2.62*1.25=3.28 A. Ahora para proteger al conductor elegimos un interruptor de 30 Amperes además los cargadores puedes llegar a consumir hasta dicha capacidad de corriente.

Los conductores de puesta a tierra se seleccionan de acuerdo a la tabla 250-122 de la nom-001-sede-2012. Por lo que hemos seleccionado un calibre 10 de cobre desnudo.

En la siguiente tabla mostramos un resumen general de las protecciones de los circuitos y los conductores de puesta a tierra.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	NO. CATALOGO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	PUESTA A TIERRA
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-1, 3,5.	3X30	10 KA	QO	Q0315	3	220	2.62	3.28	10	35.00	CU	10-CU
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-2, 4,6.	3X30	10 KA	QO	Q0315	3	220	2.62	3.28	10	35.00	CU	10-CU
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-7, 9,11.	3X30	10 KA	QO	Q0315	3	220	2.62	3.28	10	35.00	CU	10-CU
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-8, 10,12.	3X30	10KA	QO	Q0315	3	220	2.62	3.28	10	35.00	CU	10-CU
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X100	18 KA	QO	QO3100	3	220	10.51		2	120.00	CU	8-DES CU

Tabla 3.17 En esta tabla podemos observar las protecciones de sobre corriente y de puesta a tierra de cada circuito derivado del tablero TCB.

3.7.3 CANALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

Para la canalización de los contactos trifásico sumamos la sección transversal de los conductores como a continuación se muestra tomando los valores en la tabla 5 de la nom-001-sede-2012

Área total= ($21.48mm^2$*3)+5.26=$69.7mm^2$ una vez que tenemos este valor nos vamos a la tabla 4 en el artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012

Y escogemos un tubo de 21mm con un espacio interior de $141mm^2$ para poder tener una mejor manipulación en el proceso del cableado.

En la tabla siguiente mostramos las canalizaciones de los equipos así como el circuito alimentador del tablero “TAB TCB”

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CU. O AL.	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN.
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-1, 3,5.	3	220	2.62	3.28	10	CU	10-CU	16mm
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-2, 4,6.	3	220	2.62	3.28	10	CU	10-CU	21mm
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-7, 9,11.	3	220	2.62	3.28	10	CU	10-CU	21mm
CIRCUITO RECEPTÁCULOS	C-8, 10,12.	3	220	2.62	3.28	10	CU	10-CU	21mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	10.51		2	CU	8-DES CU	41mm

Tabla 3.18 en esta tabla se muestra la canalización correspondientes de cada circuito derivado del tablero TCB

3.8 TABLERO DE ALUMBRADO EXTERIOR

3.8.1 CÁLCULO DE LA CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES DEL TABLERO TAE

En el transformador 4 de 45 KVA suministrara alimentación al tablero TAE el cual será de 125 Amperes de capacidad en barras por lo que calculamos la protección secundaria del transformador

$$\text{in} = \frac{45KVA}{1.73\ x\ 0.22KV} = 118.23\ Amperes$$

De acuerdo a esta corriente trifásico se tiene que calcular la protección 125% de la capacidad nominal pero tomando en cuenta que el tablero solo será capaz de suministrar 125 Amperes por lo tanto ajustamos nuestros alimentadores a esta capacidad y en la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 escogemos un calibre 1/0 que conduce 150 Amperes a 75°C y será el adecuado para alimentar dicho tablero.

Ahora comprobamos los conductores por caída de tensión

Para sistema trifásico 3F-4H usamos la siguiente fórmula.

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{ff}= voltaje fase-fase.

$$\%\mathrm{E} = \frac{118.23 * 0.43OHMS * 0.01KM}{127V} * 100 = 0.04\%$$

Podemos observar que estamos abajo del 3% y nuestro conductor es adecuado.

3.8.2 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE Y PUESTA A TIERRA

La protección de sobre corriente será de acuerdo a la corriente secundario del transformador que es de 118.23 ahora para proteger las barras del tablero escogemos un interruptor de 3x125 Amperes. Marco HDL cat. JDL36125 mca. SQUARE-D.

El conductor de puesta tierra lo tomamos de la tabla 250-122 y seleccionamos un conductor de cobre desnudo cal 6.

3.8.3 CANALIZACIÓN.

Para la canalización del tablero ta2 primero sumamos el área total de la sección transversal de los conductores.

De acuerdo a la tabla 5 de la nom-001-sede-2012 un cable de cobre calibre 1/0 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 143.4mm^2 y una conductor de cobre desnudo calibre 6 tiene una sección 8.37 mm^2

Sumando (143.4*4)+8.37=581.97 mm^2 Una vez que tenemos el área total nos vamos a la tabla 4 del artículo 344 y escogemos una tubería de 53mm con un espacio de 879mm2 con factor de relleno del 40%.

3.9 CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TAE

3.9.1 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO EN EL TABLERO TAE

Tomaremos como ejemplo el circuito 1,3

El circuito 1,3 tiene 8 luminarias de 1X250 watts por lo tanto.

$$\mathrm{P} = 8\mathrm{X}250\mathrm{w} = 2472\mathrm{w}$$

Para seleccionar el conductor necesitamos conocer la corriente y por lo tanto procedemos a calcularlo.

Tomando en cuenta que las luminarias son bifásicas usamos la siguiente fórmula.

$$\mathrm{In} = \frac{P}{Vff\ x\ cos\theta}$$

Por lo que la corriente nominal

$$\mathrm{In} = \frac{2472w}{220\ x\ 0.9} = 12.5Amperes$$

Para la corriente corregida usamos la siguiente fórmula

$$\mathrm{Ic} = \frac{In}{F.T.\ x\ F.A.}$$

$$\text{In} = \frac{P}{Vff\ x\ cos\theta}$$

Por lo que la corriente nominal

$$\text{In} = \frac{2472w}{220\ x\ 0.9} = 12.5Amperes$$

Para la corriente corregida usamos la siguiente fórmula

$$\text{Ic} = \frac{In}{F.T.x\ F.A.}$$

Ic= corriente corregida

In= corriente nominal =12.5 A.

F.T. = factor de corrección de temperatura que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (2) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 en la columna de conductores de 75° a una temperatura ambiente de 26°C a 30°C tiene que ser un valor de 1.0

F.A.= factor de agrupamiento que de acuerdo a la tabla 310-15(b) (3) (a) de la NOM-001-SEDE-2012 podemos ver que solo se aplica a partir de 4 conductores, o más, en nuestro caso no aplica por lo tanto tendrá un valor de 1.0

Por lo tanto la corriente corregida será:

$$Ic = \frac{12.5A}{1\ x\ 1} = 12.5A$$

Para seleccionar el conductor tomamos en cuenta el artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012. Un conductor para cargar continua y no continuas deberá ser capaz de conducir una corriente de 125% más de la corriente nominal.

Por lo que multiplicamos 12.5*1.25=16A.

Ahora procedemos a seleccionar el conductor en la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE 2012 en la columna de 75 °C para conductores de aluminio un calibre 6 conduce 50 A.

Después procedemos a calcular por caída de tensión.

$$E\% = \frac{\sqrt{2} * I * Z * L}{Vff} * 100 \qquad E\% = \frac{1.41 * 12.5A. * 2.34\ OHMS * 0.15KM}{220V} * 100 = 2.84\%$$

Nuestra caída de tensión es menor al 3 % permitido nuestro conductor es el adecuado

A continuación mostramos la tabla de resume de los conductores y su caída de tensión.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	LUMINARIA UN BRAZO 309 W	WALLPACK 85 W	LUMINARIA 2 BRAZOS 618W	CONTACTOS 200W	LÁMPARAS 2X32	CARGA INSTALADA	CORRIENTE CORREGIDA	CORRIENTE NOMINAL	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASES-HILOS	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN %
ALUM ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO CARROS	1,3	8					2472	12.5	16	6	50.00	AL	2F-3H	0.15	2.36	2.84
ALUMBRADO EXT. LADO S.G.	4,6	7					2163	10.9	14	6	50.00	AL	2F-3H	0.2	2.36	2.82
ALUMBRADO EXT. WALLPACK LADO ANDENES	5		10				850	7.4	9	10	35.00	CU	1F-3H	0.1	3.60	2.95
ALUMBRADO EXT. WALL PACKS LADO S.G.	7		9				765	6.7	8	10	35.00	CU	1F-3H	0.1	3.60	2.69
ALUMBRADO CUARTO DE BOMBAS	8					4	256	2.2	3	12	25.00	CU	1F-3H	0.02	5.60	0.40
ALUMBRADO TRASERA WALL PACKS	9		8				680	3.4	4	10	35.00	CU	1F-3H	0.15	3.60	2.92
ALUMBRADO EXT. ATRÁS DE LA NAVE	10,12	9					2781	14.0	18	6	50.00	AL	2F-3H	0.14	2.36	2.98
CONTACTOS CUARTO DE BOMBAS	11				2		400	3.5	4	12	25.00	CU	1F-3H	0.02	5.60	0.62
ALUMBRADO EXT. ESTACIONAMIENTO Y ENTRADA	13,15			4			2472	12.5	16	6	50.00	AL	3F-3H	0.15	2.36	2.84
ALUMBRADO EXT. LADO ANDENES	17,19	10					3090	15.6	20	6	50.00	AL	2F-3H	0.12	2.36	2.84
TABLERO VIGILANCIA	14,16,18						6929	59.0	59	2	115.00	CU	3F-4H	0.05	0.66	2.65
TABLERO HIDRO	20,22,24						7314	36.0	36	2	115.00	CU	3F-4H	0.01	0.66	0.32
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		34	27	4	2	4	30172	88	110		1/0	CU	3F-4H	0.01	0.43	0.04

Tabla 3.19 En esta tabla se muestra los conductores calculados por caída de tensión así como las cargas de cada circuito derivado.

3.9.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA

EL artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012 nos indica que la protección de sobre corriente no debe ser menor a 125%. De la corriente nominal de la carga instalada.
Por lo tanto 12.5*1.25=16 A. Ahora para proteger al conductor elegimos un interruptor de 30 Amperes para proteger también el conductor.
Para el conductor de puesta a tierra se seleccionan de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012. En este caso el cable será tripular armado por lo que uno de ellos se tomara como conductor de puesta a tierra.

En la siguiente tabla mostramos un resumen general de las protecciones de Los circuitos y los conductores de puesta a tierra.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN	CARGA INSTALADA W	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE- HILOS	NEUTRO	PUESTA A TIERRA
ALUM ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO CARROS	1,3	2X20	2472	12.5	16	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6
ALUMBRADO EXT. LADO S.G.	4,6	2X20	2163	10.9	14	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6
ALUMBRADO EXT. WALL PACKS LADO ANDENES	5	1X20	850	7.4	9	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12
ALUMBRADO EXT. WALL PACKS LADO S.G.	7	1X20	765	6.7	8	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12
ALUMBRADO CUARTO DE BOMBAS	8	1X20	256	2.2	3	12	25.00	CU	1F-3H	12.00	14
ALUMBRADO TRASERA WALL PACKS	9	1X20	680	3.4	4	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12
ALUMBRADO EXT. ATRÁS DE LA NAVE	10,12	2X30	2781	14.0	18	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6
CONTACTOS CUARTO DE BOMBAS	11	1X20	400	3.5	4	12	25.00	CU	1F-3H	12.00	14
ALUMBRADO EXT. ESTACIONAMIENTO Y ENTRADA	13,15	2X30	2472	12.5	16	6	50.00	AL	3F-3H	N/A	6
ALUMBRADO EXT. LADO ANDENES	17,19	2X30	3090	15.6	20	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6
TABLERO VIGILANCIA	14,16,18	3X100	6929	59.0	59	2	115.00	CU	3F-4H	2AWG	8
TABLERO HIDRO	20,22,24	3X100	7314	36.0	36	2	115.00	CU	3F-4H	2AWG	8
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X125	30172	88	110	1/0	150	CU	3F-4H	1/0	6.00

Tabla 3.20 En esta tabla podemos observar las protecciones de sobre corriente y la puesta a tierra según corresponda cada circuito derivado

3.9.3 CANALIZACIÓN DEL TABLERO DE ALUMBRADO EXTERIOR

Para calcular las canalizaciones tomaremos como ejemplo el circuito 1,3

El cable de aluminio calibre 6 con aislamiento urd-rhw tiene una sección de 67.16mm^2. De acuerdo a la tabla 5 NOM-001-SEDE-2012

Ahora sacamos la sección transversal total 67.16*3=201.5mm^2 con esta área total nos vamos a la tabla 4 de la nom-001-sede 2012 y escogemos una tubería pvc de 53mm de diámetro con una sección transversal de 879mm^2 para así reducir el grado de complejidad en el momento de cableado.

A continuación mostramos una tabla de resumen que se indica los diámetros de las canalizaciones de los circuitos.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	CARGA INSTALADA W	CORRIENTE NOMINAL	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU. O AL.	FASE- HILOS	METRO	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO DE TUBERÍA
ALUM ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO CARROS	1,3	2472	12.5	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6	53mm
ALUMBRADO EXT. LADO S.G.	4,6		10.9	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6	53mm
ALUMBRADO EXT. WALL PACKS LADO ANDENES	5	850	7.4	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12	16mm
ALUMBRADO EXT. WALL PACKS LADO S.G.	7	765	6.7	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12	16mm
ALUMBRADO CUARTO DE BOMBAS	8	256	2.2	12	25.00	CU	1F-3H	12.00	14	16mm
ALUMBRADO TRASERA WALL PACKS	9	680	3.4	10	35.00	CU	1F-3H	10.00	12	16mm
ALUMBRADO EXT. ATRÁS DE LA NAVE	10,12	2781	14.0	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6	53mm
CONTACTOS CUARTO DE BOMBAS	11	400	3.5	12	25.00	CU	1F-3H	12.00	14	16mm
ALUMBRADO EXT. ESTACIONAMIENTO Y ENTRADA	13,15	2472	12.5	6	50.00	AL	3F-3H	N/A	6	53mm
ALUMBRADO EXT. LADO ANDENES	17,19	3090	15.6	6	50.00	AL	2F-3H	N/A	6	53mm
TABLERO VIGILANCIA	14,16,18	6929	59.0	2	115.00	CU	3F-4H	2AWG	8	41mm
TABLERO HIDRO	20,22,24		36.0	2	115.00	CU	3F-4H	2AWG	8	41mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		30172	88	1/0	1/0	CU	3F-4H	1/0	6.00	53mm

Tabla 3.21 En esta tabla se muestra las canalizaciones correspondientes de los circuitos derivados del tablero TAE

3.10 TABLERO DE HIDRO NEUMÁTICOS.

3.10.1 CARGA INSTALADA Y CONDUCTORES EN EL TABLERO DE HIDRO NEUMÁTICOS.

En este tablero se instalaran los circuitos derivados para las bombas de hidroneumático.

Cálculo de los conductores alimentadores de grupo de motores.

Para obtener la corriente de los motores nos vamos a la tabla 430-250 para motores trifásico y tabla 430 149 para motores bifásico, todos estas de la NOM-001-SEDE-2012. A continuación se muestra la tabla donde están los valores indicados.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL
BOMBA 3HP	1,3,5	2238	9.60
BOMBA 3HP	2,4,6	2238	9.60
CONTACTOS FILTROS Y SUAVIZADORES	7	600	5.25
BOMBA 2HP	9,11	1492	5.90
BOMBA 1HP	12,14	746	3.20
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		7314	35.95

Tabla 3.22 Esta tabla muestra la carga instalada en el tablero de hidroneumáticos.

La corriente nominal que consume todos los motores será

In= suma (I_{pc} de todos los motores) + o.25 I_{pc} motor mayor + In OTRAS CARGAS

In= (9.6+9.6+5.9+3.2)+ (0.25*9.6)+ (5.25)=35.95 A.

El calibre adecuado sería un calibre 8 que conduce alrededor de 50 Amperes. Pero tomando en cuenta que tenemos un tablero de 100 Amperes y la carga podría llegar

hasta 75 Amperes por otras cargas futuras por lo tanto este tablero lo alimentaremos con calibre 2 AWG que conduce hasta 115 Amperes.
Por caída de tensión.

$$E\% = \frac{I*Z*L}{Vfn} * 100 \qquad E\% = \frac{35.95\ A.*0.66\ OHMS*0.01KM}{127} * 100 = 1.87\%$$

Nuestra caída de tensión es menor al 3 % por lo que podemos afirmar que estamos en el rango permisible.

3.10.2 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA.

Para la protección de grupo de motores vamos a la tabla 430-52 de la NOM-001-SEDE-2012 donde nos indica que el dispositivo de nuestros motores deberá ajustarse al 250% de su corriente a plena carga.
El motor mayor tiene una corriente de 9.6 multiplicado al 250% es 9.6*2.5=24A nuestro interruptor del motor mayo será de 30 Amperes una vez que sabemos la protección del motor mayo y conocemos las corrientes a plena carga de los demás motores usamos la siguiente fórmula.
$I_{prtotal}=I_{dis\ mayor}$ + (suma de $I_{pc\ de\ todos\ los\ motores}$)
$I_{prtotal}$=30+ (9.6+5.9+3.2)+5.25=53.95 Amperes. Tomando en cuenta que en un futuro pueda tener una carga que consuma hasta 75 Amperes y que tenga un ajuste del 125% para su protección le colocamos un interruptor de 3x100 Amperes.
Por lo tanto la puesta atierra lo escogemos de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y seleccionamos un cable de cobre desnudo calibre 6 AWG para una mayor disipación de corriente de falla a tierra.

3.10. 3 CANALIZACIÓN DEL ALIMENTADORES DEL TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS

Para seleccionar la tubería adecuada primero calculamos. El área total de la sección transversal de los conductores basándonos en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.
Para cables con aislamiento thhws calibre 2 =112.9mm^2
Para cables de cobre desnudo del calibre 6 =8.37 mm^2
Ahora (112.9*3)*8.37=347mm^2
Una vez que tenemos el área total del conductor nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 y escogemos una tubería de 41mm con un espacio de 533mm^2 para un factor de relleno del 40% por lo que nuestra tubería es el adecuado**.**

3.11 CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE HIDRONEUMÁTICOS

3.11.1 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DE MOTORES

Tomamos como ejemplo la bomba de 3hp
La corriente a plena carga de acuerdo a la tabla 430-50 de la NOM-001-SEDE-2012 será de 9.6 Amperes.
Para seleccionar el calibre de los conductores tomamos en cuenta el artículo 430-32 de la NOM-001-SEDE-2012 donde especifica que un conductor alimentador de un motor deberá tener una capacidad de conducción de no menor a 125% de la corriente nominal.
9.6a. * 1.25=12 Amperes.

Por lo tanto seleccionamos un conductor de 10 awg en cobre con aislamiento thhws con una capacidad de conducción de 35 A. de acuerdo a la columna de 75°C de la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012.

3.11.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LOS MOTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN.

EL artículo 215-2(a) (4) (NOTA 2) de la NOM-001-SEDE-2012 nos especifica que un conductor de un circuito derivado menor a 600v. La caída de tensión no deberá ser mayor a 3% por lo que usamos la siguiente fórmula para comprobar que los conductores que hemos usado son el adecuado.

Para sistema trifásico 3F-4H

$$\%\mathrm{E} = \frac{I * Z * L}{Vfn} * 100$$

%E= caída de tensión porcentual

I = corriente de la carga instalada

Z= impedancia del conductor de acuerdo a la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012

L= longitud del circuito en km

V_{fn}= voltaje fase-neutro.

Tomamos como ejemplo el circuito 1,3 del tablero ta1 que anteriormente ya habíamos calculado la carga instalada y la corriente que consume

$$\%\mathrm{E} = \frac{9.6A * 3.6\ OHMS * 0.012km}{440V} * 100 = 0.33\%$$

La caída de tensión es menor a 3% por lo que podemos afirmar que está en un rango permisible.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	MOTORES (HP)	CONTACTOS	CARGA INSTALADA	CORRIENTE CORREGIDA	CORRIENTE NOMINAL	CALIBRE	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	LONG EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN
BOMBA 3HP	1,3,5	3	220	3		2238	9.60	24	10	35.00	0.01	3.60	0.33
BOMBA 3HP	2,4,6	3	220	3		2238	9.60	24	10	35.00	0.01	3.60	0.38
CONTACTOS FILTROS Y SUAVIZADORES	7	1	127		3	600	5.25	7	10	35.00	0.01	3.60	0.19
BOMBA 2HP	9,11	2	220	2		1492	5.90	15	10	35.00	0.01	3.60	0.23
BOMBA 1HP	12,14	2	220	1		746	3.20	8	10	35.00	0.02	3.60	0.14
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	9	3	7314	36	36	2	115.00	0.01	0.66	1.87

Tabla 3.23 Esta tabla muestra los conductores calculados por caída de tensión y por corriente, de los circuitos derivados del tablero de hidroneumáticos

3.11.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

La protección de los motores de jaula de ardilla será al 250% de su corriente a plena carga de acuerdo a la tabla 450-52 de la NOM-001-SEDE-2012. Por lo tanto la capacidad de ajuste de protección será
9.6*2.5=24 a. por lo tanto la protección será un interruptor de 3x30 A.
Para la puesta a tierra nos vamos a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 para escoger el tamaño mínimo del conductor de puesta a tierra. Por lo tanto hemos seleccionado un cable desnudo cal 10 para proteger nuestro circuito.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	TIPO Y/O MARCO	NO. CAT.	NO. DE FASES	VOLTAJE	MOTORES (HP)	CONTACTOS	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	PUESTA A TIERRA
BOMBA 3HP	1,3,5	3X30	10 KA	QO	QO330	3	220	3		2238	9.60	24	12
BOMBA 3HP	2,4,6	3X30	10 KA	QO	QO330	3	220	3		2238	9.60	24	12
CONTACTOS FILTROS Y SUAVIZADORES	7	1X20	10 KA	QO	QO120	1	127		3	600	5.25	7	12
BOMBA 2HP	9,11	2X15	10 KA	QO	QO215	2	220	2		1492	5.90	15	12
BOMBA 1HP	12,14	2X15	10 KA	QO	QO215	2	220	1		746	3.20	8	12
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3x100	18KA	QO	QO3100	3	220	9	3	7314	36	36	8

Tabla 3.24 Esta tabla muestra las protecciones de sobre corriente y de puesta a tierra de cada circuito.

3.11.4 CÁLCULO DE LAS CANALIZACIÓN

Para calcular la canalización de los circuitos tomamos en cuenta que son 3 conductores de 10 más una puesta a tierra del cal 10 de cobre desnudo buscamos la área de la sección transversal en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012
Para conductores de cobre cal10 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 21.48 mm^2 y un cable desnudo del cobre cal 10 su área es de 5.26mm^2
Área total = (21.48*3)+ (5.26)=69.7mm^2

después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 para tubería metálica pesada del 21mm con un factor de relleno del 40% tiene una sección de 141 mm2 por lo tanto escogemos esta tubería.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NO. DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM.	NO. FASES	VOLTAJE	MOTORES (HP)	CONTACTOS	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	FASE-HILOS	NEUTRO	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN
BOMBA 3HP	1,3,5	3X30	3	220	3		2238	9.60	24	10	35.00	3F-4H	N/A	10	21mm
BOMBA 3HP	2,4,6	3X30	3	220	3		2238	9.60	24	10	35.00	3F-4H	N/A	10	21mm
CONTACTOS FILTROS Y SUAVIZADORES	7	1X20	1	127		3	600	5.25	7	10	35.00	1F-2H	10.00	10	19mm
BOMBA 2HP	9,11	2X15	2	220	2		1492	5.90	15	10	35.00	2F-4H	N/A	10	21mm
BOMBA 1HP	12,14	2X15	2	220	1		746	3.20	8	10	35.00	2F-4H	N/A	10	21mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3x100	3	220	9	3	7314	36	36	2	115.00	3F-4H	2.00	6	41mm

Tabla 3.25 En esta tabla podemos observar las canalizaciones que corresponde cada circuito derivado del tablero de hidroneumático.

3.12 TABLERO DE VIGILANCIA

3.12.1 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE VIGILANCIA

En este tablero se instalaran los circuitos de servicios generales para área de vigilancia así como el control de las puertas automáticas

Empezaremos por calcular las corrientes de los motores que controlan la puerta

Cada puerta tendrá 2 motores pequeñas alimentas por un circuito monofásico.

Cada motor tiene una potencia de 515 watts. La fórmula que usaremos será el siguiente

$$In = \frac{P}{Vfn * F.P.} \qquad In = \frac{515x2}{127*0.9} = 9\ amperes.$$

Para la corriente corregida calculamos la corriente nominal al 125% de acuerdo al artículo 430-32 de la NOM-001-SEDE-2012
Ic= 9*1.25=11.26 Amperes.

De acuerdo a la tabla 310-15(b) (16) escogemos un conductor de cobre calibre 10 awg con aislamiento thhws por 240-4(d) (7).

3.12.2 CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN.

Usamos la siguiente fórmula para sistema monofásico 1F-2H

$$E\% = \frac{2*I*Z*L}{Vfn} * 100 \qquad E\% = \frac{2*\ 9\ \ A.*3.6\ OHMS*0.020KM}{127} * 100 = 1.02\%$$

Nuestra caída de tensión es menor al 3 % por lo que podemos afirmar que estamos en el rango permisible.

De manera similar se calculan los demás circuitos y a continuación presentamos la tabla de resumen de los conductores por corriente y caída de tensión de acuerdo a la corriente obtenida.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU O AL	NEUTRO	LONG. EN KM	IMPEDANCIA	CAÍDA DE TENSIÓN.
PUERTAS CAR ENTRANCE	1	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	0.020	3.60	1.02
PUERTAS TRUCK ENTRANCE	2	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	0.024	3.60	1.23
ALUMBRADO VIGILANCIA	3	1	127	158	1.4	1.7	35.00	CU	12.00	0.015	3.60	0.12
PUERTAS BUS ENTRANCE	5	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	0.020	3.60	1.02
PLUMAS CAR TRANCE	4,6	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	0.020	3.60	0.19
CONTACTOS VIGILANCIA	7	1	127	400	3.5	4.4	35.00	CU	12.00	0.012	3.60	0.24
PLUMAS TRUCK TRANCE	9,11	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	0.024	3.60	0.22
PLUMAS BUS TRANCE	10,12	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	0.026	3.60	0.24
ÁREA TRATAMIENTO (QO)	15	1	127	881	15.6	19.5	35.00	CU	10.00	0.026	3.60	2.29
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	6929	20	59	115.00	CU	2 AWG	0.05000	0.66	2.65

Tabla 3.26 Esta tabla muestra los conductores por caída de tensión y por corriente de circuito derivados del tablero de vigilancia.

3.12.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA.

Para la protección de grupo de motores vamos a la tabla 430-52 donde nos indica que el dispositivo de nuestros motores deberá ajustarse al 250% de su corriente a plena carga.

La corriente nominal que tenemos para este circuito es 9*2.5=22.5 Amperes nuestro interruptor del motor será de 30 Amperes tipo marco QO cat. QO130 mca. SQUARE-D.

Por lo tanto la puesta atierra lo escogemos de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y seleccionamos un cable de cobre desnudo calibre 10 awg.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	PROTECCIÓN ITM	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO Y/O MARCO	NO. CAT	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	PUESTA A TIERRA
PUERTAS CAR TRANCE	1	1X30	10 KA	QO	QO130	1	127	9.0	22.5	12
PUERTAS TRUCK ENTRANCE	2	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.0	22.5	12
ALUMBRADO VIGILANCIA	3	1X20	10KA	QO	QO120	1	127	1.4	1.7	14
PUERTAS BUS ENTRANCE	5	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	9.0	22.5	12
PLUMAS CAR TRANCE	4,6	2X15	10KA	QO	QO215	2	220	4.0	10.1	12
CONTACTOS VIGILANCIA	7	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	3.5	4.4	14
PLUMAS TRUCK TRANCE	9,11	2X15	10KA	QO	QO215	2	220	4.0	10.1	12
PLUMAS BUS TRANCE	10,12	2X15	10KA	QO	QO215	2	220	4.0	10.1	12
ÁREA TRATAMIENTO (QO)	15	1X30	10KA	QO	QO130	1	127	15.6	19.5	12
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X100	18KA	QO	QO3100	3	220	20	59	8

Tabla 3.27 Esta tabla muestra las protecciones correspondientes de sobre corriente y la pues a tierra.

3.12.4 CANALIZACIÓN DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO

Para calcular la canalización de los circuitos tomamos en cuenta que son 2 conductores de calibre10 más una puesta a tierra del cal 10 de cobre desnudo buscamos la área de la sección transversal en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012. Para conductores de cobre cal10 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 21.48 mm^2 y un cable desnudo del cobre cal 10 su área es de 5.26mm^2

Área total = (21.48*2)+ (5.26)=48.22mm^2

después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 para tubería metálica pesada del 16mm con un factor de relleno del 40% tiene una sección de 89 mm^2 por lo tanto escogemos esta tubería.

NOMBRE DEL CIRCUITO	NUMERO DEL CIRCUITO	NUMERO DE FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	CU O AL.	NEUTRO	PUESTA ATIERRA	DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN
PUERTAS CAR TRANCE	1	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	12 DES CU	16mm
PUERTAS TRUCK ENTRANCE	2	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	12 DES CU	16mm
ALUMBRADO VIGILANCIA	3	1	127	158	1.4	1.7	35.00	CU	12.00	14 DES CU	16mm
PUERTAS BUS ENTRANCE	5	1	127	1030	9.0	22.5	35.00	CU	10.00	12 DES CU	16mm
PLUMAS CAR TRANCE	4,6	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	12 DES CU	16mm
CONTACTOS VIGILANCIA	7	1	127	400	3.5	4.4	35.00	CU	12.00	14 DES CU	16mm
PLUMAS TRUCK TRANCE	9,11	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	12 DES CU	16mm
PLUMAS BUS TRANCE	10,12	2	220	800	4.0	10.1	35.00	CU	N/A	12 DES CU	16mm
ÁREA TRATAMIENTO (QO)	15	1	127	881	15.6	19.5	35.00	CU	10.00	12 DES CU	16mm
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	6929	20	59	115.00	CU	2 AWG	8 DES CU	53mm

Tabla 3.28 Esta tabla muestra las canalizaciones calculadas de cada circuito derivado del tablero de vigilancia.

3.13 TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO

3.13.2 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO TAA

En este tablero se instalaran los circuitos para alimentar los equipos de aire acondicionado para el área de oficinas

Empezaremos por calcular las corrientes de los equipos de acuerdo a la capacidad en kw de cada uno de ellos.

Tomaremos como ejemplo el circuito 5,7 que alimenta a un equipo de aire acondicionado.

Para calcular la corriente de una alimentación de sistema 2F-2H

$$In = \frac{P}{Vff * F.P.} \qquad In = \frac{2.574}{0.22 * 0.9} = 13\ amperes$$

Para La selección del conductor alimentador, necesitamos calcular la corriente corregida calculamos al 125% de acuerdo al artículo 430-32 de la NOM-001-SEDE-2012 13*1.25=16.25 Amperes.

Por lo tanto elegimos un conductor de cobre calibre 10 awg con una capacidad de 30 Amperes.

3.13.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$E\% = \frac{\overline{2} * I * Z * L}{Vff} * 100 \qquad E\% = \frac{13\ A. * 3.66 OHMS * 0.03411 KM}{220} * 100 = 0.7377\%$$

Nuestra caída de tensión es menor al 3 % por lo que podemos afirmar que estamos en el rango permisible.

A continuación presentamos una tabla de resumen

CIRCUITO	No. DE CIRCUITO	FASES	VOLTAJE	LIEBERT 5 TR	MINISPLIT 5.0	MINISPLIT 4TR	MINISPLIT 2TR	MINISPLIT 1.5TR	MINISPLIT 1 TR	TABLA 3F-4H	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOM.	CORRIENTE CORREGIDA	LONG EN MTS.	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL	CAÍDA DE TENSIÓN
Sala de Reunión	C-1,3	2	220			1					2376.00	12.00	30.00	39.06	10	35.00	CU	0.34
IT Data Room	C-2,4	2	220		1		1				4851.00	24.50	61.25	35.62	6	65.00	CU	0.32
Recepción	C-5,7	2	220		1						2574.00	13.00	32.50	34.11	10	35.00	CU	0.73
Sala de Juntas 1	C-6,8	2	220		1						2574.00	13.00	32.50	24.04	10	35.00	CU	0.23
Sala de Juntas 2	C-9,11	2	220		1						2574.00	13.00	32.50	22.58	10	35.00	CU	0.21
Sala de Juntas 3	C-10,12	2	220		1						2574.00	13.00	32.50	21.28	10	35.00	CU	0.20
Sala de Capacitación 1	C-13,15	2	220			1					2376.00	12.00	30.00	20.81	10	35.00	CU	0.18
Sala de Capacitación 2	C-14,16	2	220			1					2376.00	12.00	30.00	22.20	10	35.00	CU	0.19
Laboratorio de Calidad	C-17,19	2	220	1							3960.00	20.00	50.00	37.75	8	50.00	CU	0.39
Mantenimiento	C-18,20	2	220			1					2376.00	12.00	30.00	60.82	10	35.00	CU	0.53
Gerencia Planta	C-21,23	2	220				1				2277.00	11.50	28.75	54.88	10	35.00	CU	0.46
Nursery Room	C-22,24	2	220				1				2277.00	11.50	28.75	41.27	10	35.00	CU	0.35
IT Back up Room	C-27,29	2	220				1				2277.00	11.50	28.75	67.65	10	35.00	CU	0.57
File Storage	C-30,32	2	220					1			1980.00	10.00	25.00	36.84	10	35.00	CU	0.27
TABLERO "AAD"	C-29,31,33	3	220							1	21971.01	64.07	98.53	7.00	2	130.00	CU	0.19
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220		5	0	5	1	0		59393.01	173.19	339.00	15	2CX3F-3/0	(2X200) =400	CU	0.35

Tabla 3.29 En esta tabla podemos observar los conductores calculados por caída de tensión y por corriente a cada circuito derivado de tablero de aire acondicionado.

A continuación ponemos la tabla de resumen del tablero derivado

CIRCUITO	NUMERO DE CIRCUITO	FASES	VOLTAJE	MINISPLIT 1TR	EXTRACTOR 3HP	EXTRACTOR 1.5HP	EXTRACTOR 0.5HP	EXTRACTOR 0.33HP	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	LONG EN MTS.	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL DEL CONDUCTOR	CAÍDA DE TENSIÓN
Finanzas (MINISPLIT)	C-1,3	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	60.32	10	35.00	CU	0.22
Sala de Reunión 1 (MINISPLIT)	C-2,4	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	61.04	10	35.00	CU	0.22
Sala de Reunión 2 (MINISPLIT)	C-5,7	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	62.14	10	35.00	CU	0.23
Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-6,8	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	63.25	10	35.00	CU	0.23
Unión (MINISPLIT)	C-9,11	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	41.04	10	35.00	CU	0.15
Selección Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-10,12	2	220	1					1386.00	7.00	17.50	69.81	10	35.00	CU	0.25
Extracción Sanitario y Vestidor Empleados	C-13,15,17	3	220					2	497.33	1.45	3.63	22.71	10	35.00	CU	0.02
Extracción Sanitarios y Vestidores Trabajadores	C-14,16,18	3	220		2	2			6714.00	19.60	49.00	53.94	8	50.00	CU	0.48
Extracción Banco de Baterías	C-19,21,23	3	220				1		373.00	1.09	2.72	73.47	10	35.00	CU	0.05
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	6	2	2	1	2	21971.01	64.14	94.54	5	2	130.00	CU	0.05

Tabla 3.30 En esta tabla se observa los conductores por corriente y por caída de tensión de cada circuito derivado del tablero de aire acondicionado derivado.

3.13.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA.

Para la protección de los equipos tomamos en cuenta q tienen motores cada uno de ellos y por ello vamos a la tabla 430-52 donde nos indica que el dispositivo de deberá ajustarse al 250% de su corriente a plena carga.

La corriente a plena carga del primer equipo es de 13 Amperes

Ahora corregido al 250% es

13*2.5=32.5 Amperes

Por lo que hemos elegido un interruptor de 2x30 Amperes para este circuito

Para el conductor de puesta a tierra, escogemos de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y seleccionamos un cable de cobre desnudo calibre 10 awg para La corriente de falla a tierra.

A continuación presentamos la tabla de resumen de las protecciones de cada circuito.

CIRCUITO	No. CIRCUITO	PROTECCIÓN	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO DE PROTECCIÓN	CAT.	FASES	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL CU.	PUESTA A TIERRA
Sala de Reunión	C-1,3	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	12.00	30.00	10	35.00	CU	10-CU
IT Data Room	C-2,4	2X60	10 KA	QO	QO260	2	220	24.50	61.25	6	65.00	CU	8-CU
Recepción	C-5,7	2X40	10 KA	QO	QO240	2	220	13.00	32.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Juntas 1	C-6,8	2X40	10 KA	QO	QO240	2	220	13.00	32.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Juntas 2	C-9,11	2X40	10 KA	QO	QO240	2	220	13.00	32.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Juntas 3	C-10,12	2X40	10 KA	QO	QO240	2	220	13.00	32.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Capacitación 1	C-13,15	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	12.00	30.00	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Capacitación 2	C-14,16	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	12.00	30.00	10	35.00	CU	10-CU
Laboratorio de Calidad	C-17,19	2X50	10 KA	QO	QO250	2	220	20.00	50.00	8	50.00	CU	10-CU
Mantenimiento	C-18,20	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	12.00	30.00	10	35.00	CU	10-CU
Gerencia Planta	C-21,23	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	11.50	28.75	10	35.00	CU	10-CU
Nursery Room	C-22,24	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	11.50	28.75	10	35.00	CU	10-CU
IT Back up Room	C-27,29	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	11.50	28.75	10	35.00	CU	10-CU
File Storage	C-30,32	2X30	10 KA	QO	QO230	2	220	10.00	25.00	10	35.00	CU	10-CU
TABLERO "AAD"	C-29,31,33	3X100	10 KA	QO	QO403 L60NRB	3	220	64.07	98.53	2	130.00	CU	6-CU
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X400	42 KA	LA	LAL36400	3	220	173.19	339.00	2CX3F-3/0	(2X200) =400	CU	2-CU

Tabla 3.31 Esta tabla se observa las protecciones y la puesta a tierra de cada circuito del tablero TAA

Tabla de resumen de tablero derivado con cargas similares

CIRCUITO	No. CIRCUITO	PROTECCIÓN	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	TIPO DE PROTECCIÓN	CAT.	FASES	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL CU.	PUESTA A TIERRA
Finanzas (MINISPLIT)	C-1,3	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Reunión 1 (MINISPLIT)	C-2,4	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Sala de Reunión 2 (MINISPLIT)	C-5,7	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-6,8	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Unión (MINISPLIT)	C-9,11	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Selección Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-10,12	2X20	10 KA	QO	QO220	2	220	7.00	17.50	10	35.00	CU	10-CU
Extracción Sanitario y Vestidor Empleados	C-13,15,17	3X15	10 KA	QO	QO315	3	220	1.45	3.63	10	35.00	CU	10-CU
Extracción Sanitarios y Vestidores Trabajadores	C-14,16,18	3X50	10 KA	QO	QO350	3	220	19.60	49.00	8	50.00	CU	10-CU
Extracción Banco de Baterías	C-19,21,23	3X15	10 KA	QO	QO315	3	220	1.09	2.72	10	35.00	CU	10-CU
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3X100	42 KA	QO	QO403L60NRB	3	220	64.14	94.54	2	130.00	CU	6-CU

Tabla 3.32 Esta tabla se observa las protecciones y la puesta a tierra de cada circuito del Tablero TAAD (Tablero de aire acondicionado derivado)

3.13.5 CANALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

Para calcular la canalización de los circuitos tomamos en cuenta el circuito 1,3 que tiene conductores de calibre10 más una puesta a tierra del cal 10 de cobre desnudo buscamos la área de la sección transversal en la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012. Para conductores de cobre cal10 con aislamiento thhws tiene una sección transversal de 21.48 mm^2 y un cable desnudo del cobre cal 10 su área es de 5.26mm^2

Área total = (21.48*2)+ (5.26)=48.22mm^2

Después de que tenemos el área total que ocupan los circuitos nos vamos ala tabla 4 del artículo 344 de la NOM-001-SEDE-2012 para tubería metálica pesada del 16mm con un factor de relleno del 40% tiene una sección de 89 mm^2 por lo tanto escogemos esta tubería.

CIRCUITO	No. DE CIRCUITO	FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL	CAL. NEUTRO	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO CANALIZACIÓN
Sala de Reunión	C-1,3	2	220	2376.00	12.00	30.00	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
IT Data Room	C-2,4	2	220	4851.00	24.50	61.25	6	65.00	CU	N/A	8-CU	21(3/4)
Recepción	C-5,7	2	220	2574.00	13.00	32.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Juntas 1	C-6,8	2	220	2574.00	13.00	32.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Juntas 2	C-9,11	2	220	2574.00	13.00	32.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Juntas 3	C-10,12	2	220	2574.00	13.00	32.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Capacitación 1	C-13,15	2	220	2376.00	12.00	30.00	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Capacitación 2	C-14,16	2	220	2376.00	12.00	30.00	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Laboratorio de Calidad	C-17,19	2	220	3960.00	20.00	50.00	8	50.00	CU	N/A	10-CU	21(3/4)
Mantenimiento	C-18,20	2	220	2376.00	12.00	30.00	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Gerencia Planta	C-21,23	2	220	2277.00	11.50	28.75	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Nursery Room	C-22,24	2	220	2277.00	11.50	28.75	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
IT Back up Room	C-27,29	2	220	2277.00	11.50	28.75	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
File Storage	C-30,32	2	220	1980.00	10.00	25.00	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
TABLERO "AAD"	C-29,31,33	3	220	21971.01	64.07	98.53	2	130.00	CU	2-CU	6-CU	41(1-1/2)
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	59393.01	173.19	339.00	2CX3F-3/0	(2X200)=400	CU	2C-1/0	2-CU	CH-300mm

Tabla 3.33 Esta tabla muestra las canalizaciones correspondientes de cada circuito derivado del tablero TAA (tablero de aire acondicionado)

CIRCUITO	No. DE CIRCUITO	FASES	VOLTAJE	CARGA INSTALADA	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CORREGIDA	CALIBRE CONDUCTOR	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	MATERIAL	CAL. NEUTRO	PUESTA A TIERRA	DIÁMETRO CANALIZACIÓN
Finanzas (MINISPLIT)	C-1,3	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Reunión 1 (MINISPLIT)	C-2,4	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Sala de Reunión 2 (MINISPLIT)	C-5,7	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-6,8	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Unión (MINISPLIT)	C-9,11	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Selección Recursos Humanos (MINISPLIT)	C-10,12	2	220	1386.00	7.00	17.50	10	35.00	CU	N/A	10-CU	16(1/2)
Extracción Sanitario y Vestidor Empleados	C-13,15,17	3	220	497.33	1.45	3.63	10	35.00	CU	N/A	10-CU	21 (3/4)
Extracción Sanitarios y Vestidores Trabajadores	C-14,16,18	3	220	6714.00	19.60	49.00	8	50.00	CU	N/A	10-CU	27 (1)
Extracción banco de baterías	C-19,21,23	3	220	373.00	1.09	2.72	10	35	CU	N/A	10-CU	21 (3/4)
ITM PRINCIPAL. SQUARE-D		3	220	21598.01	63.05	93.45	2	130.00	CU	2-CU	6-CU	41(1-1/2)

Tabla 3.34 Esta tabla muestra las canalizaciones correspondientes de cada circuito derivado del tablero TAAD (tablero de aire acondicionado derivado)

CAPÍTULO 4 CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

4.1 CONVERSIÓN A MVA DE LOS EQUIPOS DE 440V

Para calcular la potencia de cortocircuito de los equipo necesitamos la reactancia de cada uno de ellos, en caso de los transformadores podemos conocer de acuerdo a las placas, pero en otros equipos como motores de inducción, motores síncronos o generadores síncronos es un poco difícil de conseguir estos datos. De acuerdo a la tabla de reactancias de pequeños motores agrupados menores de 600v en la página 40 del capítulo 1 de libro “Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales” de Enríquez Harper, 2° Edición. Nos indica que para motores de inducción, síncronos se tiene que tomar un valor de 25%.

Ahora hacemos una tabla con los equipos

Tomando en cuenta lo siguiente:

1.-La capacidad en kw se convertirá a capacidades en hp con la siguiente fórmula

Hp= kW/ (.746)

2.- La capacidad en hp se convertirá a capacidades en kva tomando en cuenta que un hp sea equivalente a un kva

3.- La impedancia de los equipos se toma en cuenta en la mayoría de los casos la el valor de la reactancia subtransitoria que en la mayoría de los motores de inducción y síncronos se toman como 25%

4.- para convertir la potencia en MVA de los equipos será con la siguiente fórmula

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ Ejemplo TR $Pcc = \frac{(750KVA/10)}{4.66\%} = 16.1MVA$

EQUIPOS	CARGA EN KW	HP DE LOS EQUIPOS	KVA DE LOS EQUIPOS	IMPEDANCIA	POTENCIA EN MVA
TRANSFORMADOR MEDIA TENSIÓN	675		750	4.66	16.0944206
PLANTA DE EMERGENCIA	400	536.193029	536.193029	25	2.14477212
COMPRESORES	100.536193	75	75	25	0.3
EXTRACTORES	2.010723861	1.5	1.5	25	0.006
UNIDAD PAQUETE	96	128.686327	128.686327	25	0.51474531
AIRE LAVADO	6.85	9.18230563	9.18230563	25	0.03672922

Tabla 4.1 Esta tabla muestra las conversiones a MVA de las capacidades de los equipos.

Con estos datos obtenidos hacemos nuestro diagrama unifilar con las potencia de corto circuito de cada uno de los equipo ilustrado en la fig. 4.1

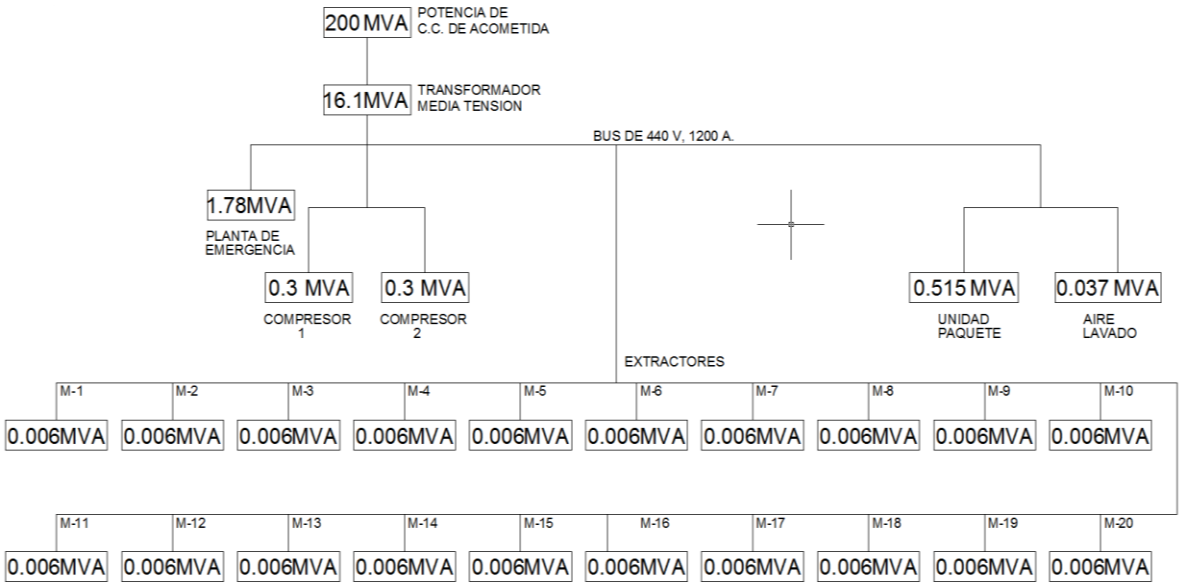

Fig. 4.1 Diagrama de potencias en MVA de los equipos a 440v.

Con respecto al diagrama anterior hemos enumerado los puntos de posibles fallas así como se muestra en la figura 4.2

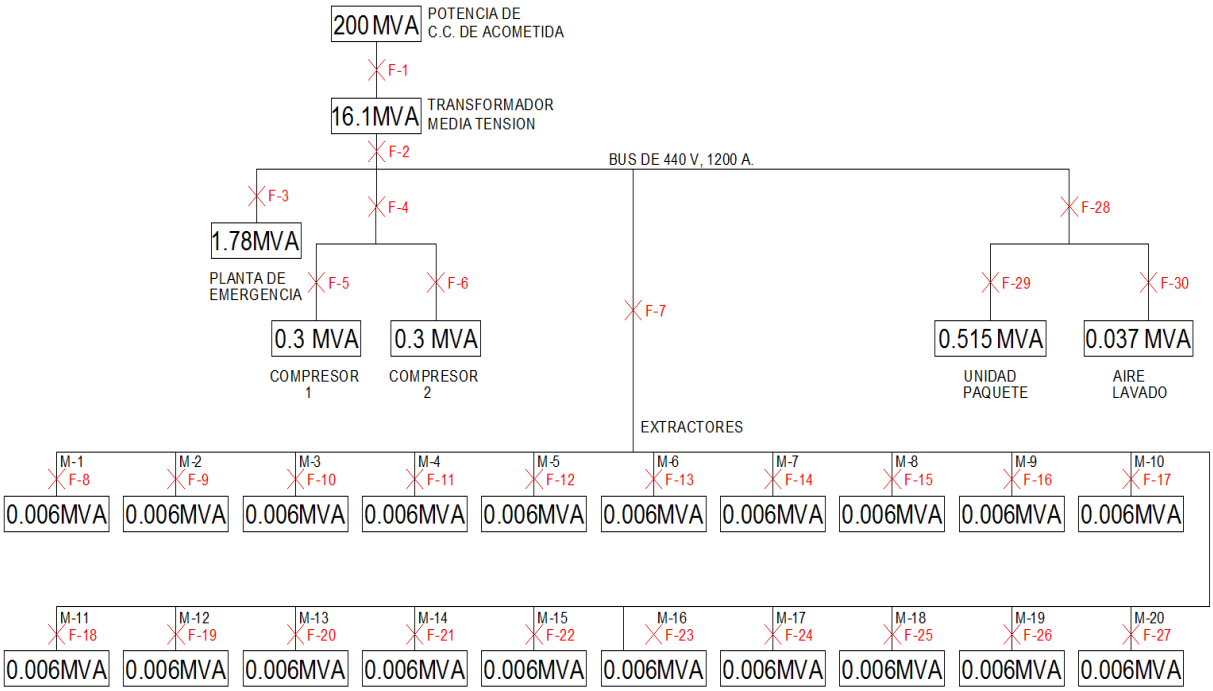

Fig. 4.2 Reducción del diagrama de potencias en MVA de los equipos a 440v.

De acuerdo a este diagrama procedemos a calcular la corriente de cortocircuito en cualquier punto de falla tomando en cuenta lo siguiente:

1.- los circuitos en paralelo se suman en serie

$$Pcctotal = Pcc1 + Pcc2 + \cdots + Pccn$$

2.- los circuitos en seria se suman en paralelos

$$\text{Pcc total} = \left(\frac{1}{Pcc1} + \frac{1}{Pcc2} + \cdots + \frac{1}{PccN}\right)^{-1}$$

4.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO EN LA FALLA 1

Empezaremos por reducir los circuitos que se encuentran en paralelo así como mostramos en la figura 4.3 encerrada.

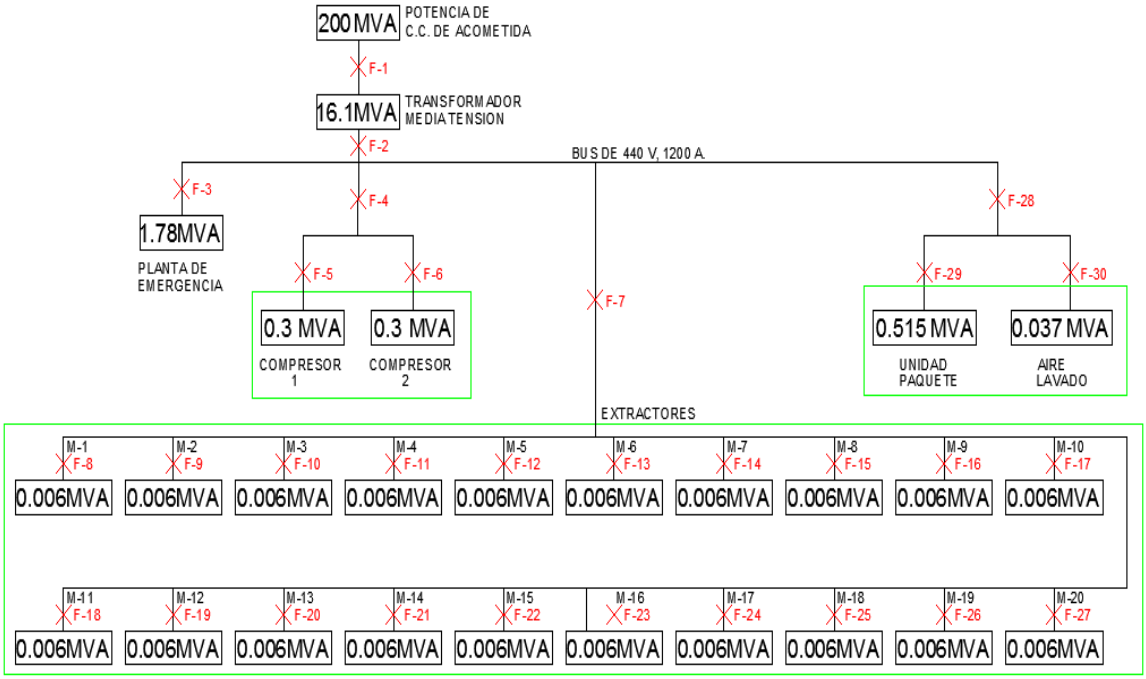

Fig. 4.3 Reducción del diagrama de potencias en MVA de los equipos a 440v.

Compresores $Pcctotal = 0.3 + 0.3 = 0.6MVA$

Extractores

$Pcctotal = 0.006 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 + 0.06 = 0.12MVA$

Aire acondicionado $Pcctotal = 0.515 + 0.037 = 0.552MVA$

Ahora nuestro diagrama queda de la siguiente manera fig. 4.4

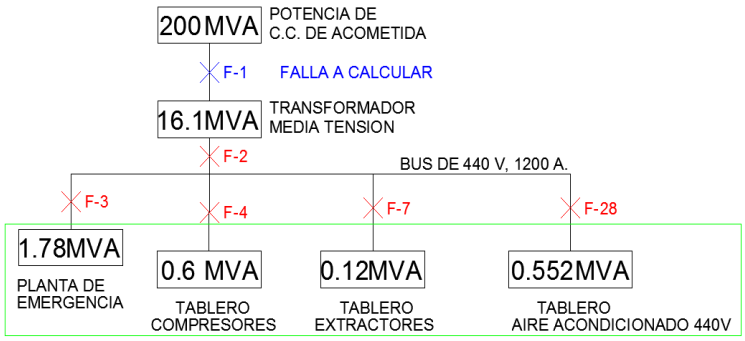

Fig. 4.4 Reducción del diagrama anterior mostrada en la fig. 4.3

Una vez que llegamos a esta reducción de nuevo sumamos los circuitos en paralelo

$$Pcctotal = 1.78 + 0.6 + 0.12 + 0.552 = 3.052MVA$$

Quedando reducido de la siguiente manera fig. 4.5

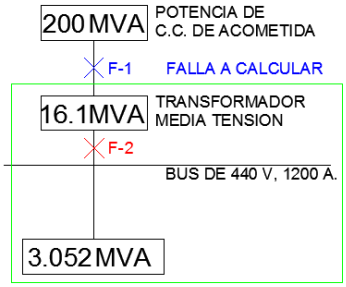

Fig. 4.5 Reducción del diagrama anterior mostrada en la fig. 4.5

Ahora como podemos observar que la potencia de cortocircuito que aporta el transformador y el bus de 440v están en serie se procede a reducir sumándolo en paralelo.

$$\text{Pcc total} = \left(\frac{1}{16.1} + \frac{1}{3.052}\right)^{-1} = 2.5656MVA$$

El diagrama queda reducido dela siguiente manera. Fig. 4.6

Fig. 4.6 Reducción final del diagrama para calcular finalmente la falla 1

Falla 1 es

$$Pcctotal = 200 + 2.56 = 202.56MVA$$

La corriente máxima de falla o corriente de corto circuito trifásico lo calcularemos con la siguiente fórmula.

$$Icc\ max = \frac{(Pcc\ total\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * kv}$$

Por lo que la corriente de cortocircuito en el punto de falla 1 será:

$$Icc\ max = \frac{(202.56\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 34.5kv} = 3393\ amperes\ simetricos$$

Ahora tomando en cuenta que la protección en la acometida son fusibles calculamos la corriente de corto circuito asimétrico que recibiría un corta circuito fusible en caso de una falla de fase-tierra

$$Icc \max asim = 3393\ amp.sim. * 1.25 = 4242\ amperes\ asimetricos$$

Ahora procedemos a calcular la potencia de cortocircuito en MVA del fusible tomando en cuenta la corriente de cortocircuito que obtuvimos en la falla 1

$$PccMVA = \frac{4242\ AMP. * 1.73 * 34.5}{1000} = 253.18\ MVA\ ASIMETRICOS$$

EL fusible o protección que hemos escogido tiene las siguientes características de acuerdo al catálogo Furuno Eléctrica página 23.

Corriente nominal	40 A.
Tensión nominal	36 KV
Capacidad interruptiva	2000 MVA

Por lo tanto podemos comprobar que nuestra protección en la cometida será capaz de soportar la corriente de corto circuito trifásica o monofásica.

4.3 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 2

Tomando en cuenta que nuestro diagrama ya se encuentra reducido como se muestra en la figura 4.7

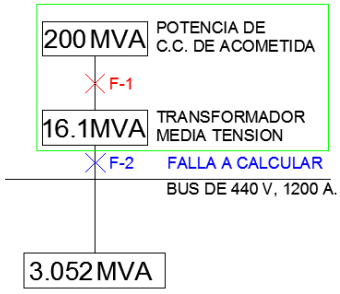

Fig. 4.7 En esta figura observamos la falla 2 a calcular y la falla 1

Como se puede observar va en la figura la potencia de cortocircuito de la acometida y la del transformador están en serie, se procede a reducir sumándolos en paralelo

$$\text{Pcc total} = (\frac{1}{16.1} + \frac{1}{200})^{-1} = 15\ MVA$$

Quedando de la siguiente manera 4.8

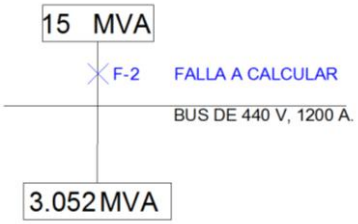

Fig. 4.8 En esta figura observamos la falla 2 ya para reducir finalmente y calcular la falla.

Para calcular la corriente de cortocircuito en el punto de falla 2. Se suma en serie las potencias de corto circuito

$$Pcc\ total = 15 + 3.052 = 18.052\ MVA$$

$$Icc\ max = \frac{(18.052\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 23.715\ KA\ simetricos$$

El secundario del transformador tiene una protección de 1200 Amperes con una capacidad interruptiva de 65ka. Podemos afirmar que la protección tiene la capacidad de soportar una falla trifásica sin daño alguno.

4.4 CÁLCULO DE LA FALLA 3, 4, 7, 28.

De acuerdo a los cálculos anteriores en la falla 1 y 2 tenemos el diagrama ya más simplificado como se muestra en la figura 4.9

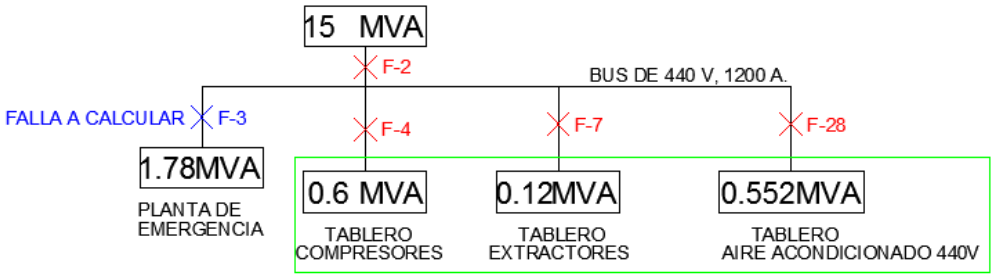

Fig. 4.9 En esta figura observamos las fallas a reducir para obtener la potencia de cortocircuito en la falla 3,4, 7, 28.

Tomando en cuenta que tenemos la corriente de cortocircuito en el nodo principal que sería la falla 2. Procedemos a calcular las corrientes de cortocircuito que aporta cada equipo.

$$PLANTA\ DE\ EMERG. \quad Icc\ max = \frac{(1.78\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 2.38\ KA\ simetricos$$

$$TAB.COMPRESORES\ Icc\ max = \frac{(0.6\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 0.788\ KA\ simetricos$$

$$TAB.EXTRAC.Icc\ max = \frac{(0.12\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 0.158\ KA\ simetricos$$

$$TAB.A.A \quad Icc\ max = \frac{(0.552\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 0.725\ KA\ simetricos$$

En la fig. 4.10 mostramos las corrientes de falla en cada punto así como la capacidad interruptiva de las protecciones.

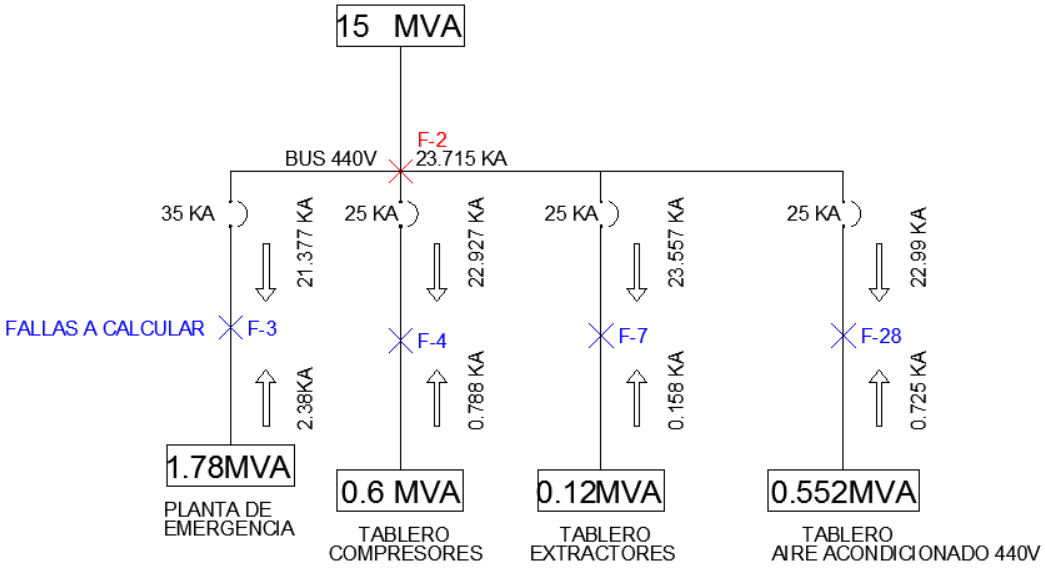

Fig. 4.10 En esta figura observamos las corrientes de cortocircuito en la fallas 3,4, 7, 28.

A continuación mostramos una tabla con las protecciones de cada equipo así como las capacidades interruptivas.

EQUIPO	PLANTA DE EMERGENCIA	TAB COMPRESORES	TAB. EXTRAC.	TAB. AIRE ACON.
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR 3X700A MARCO MGA36700	INTERRUPTOR 3X400 LA36400	INTERRUPTOR 3X125 HDA36125	INTERRUPTOR 3X400 LA36400
CAPACIDAD INTERRUPTIVA	35 KA	25 KA	25 KA	25 KA

Tabla 4.2 En esta tabla se muestra las protecciones de cada equipo así como las capacidades interruptivas.

4.5 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 5 Y FALLA 6

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la falla 5 Y 6 serán lo mismo ya que son equipos de la misma capacidad así como se observa en la figura 4.11

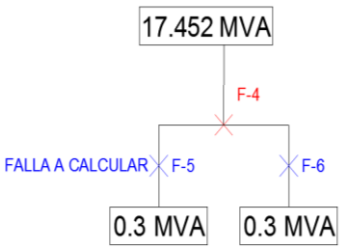

Fig. 4.11 Aquí observamos la falla 5 con las 2 fallas en paralelo a simplificar

Para obtener la corriente de cortocircuito que aporta cada equipo hacemos lo siguiente

$$Icc\ max = \frac{(0.3\ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 0.524\ KA\ simetricos$$

Ahora como ya tenemos la corriente de falla en el punto 4 obtenemos la fig. 4.12, indicando las corrientes de cortocircuito en cada punto de falla así como las corrientes de cortocircuito que aporta cada equipo.

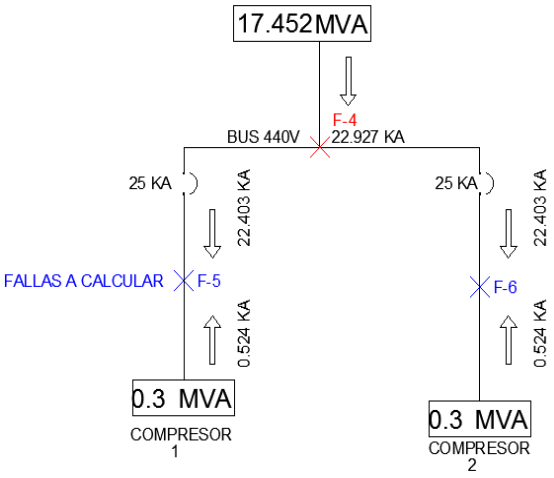

FIG. 4.12 En esta figura observamos las corrientes de cortocircuito en los puntos de falla 5 y 6.

Por lo tanto nuestro interruptor será 3X25O tipo I-LINE marco JGA con una capacidad interruptiva de 35 KA.

4.6 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 8 A FALLA 27

La corriente de cortocircuitos de los extractores será de lo mismo para los 20 ya que tienes la misma capacidad en carga, fig. 4.12

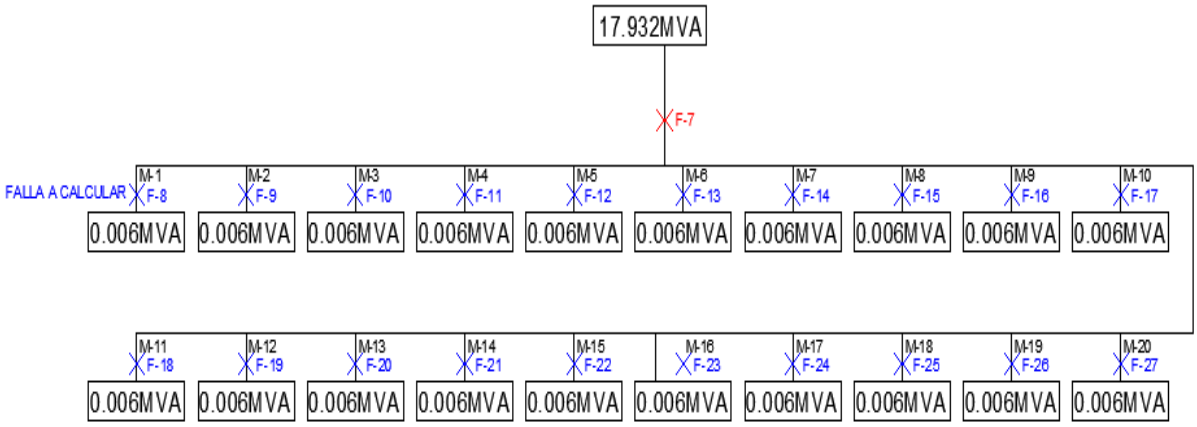

Fig. 4.12 Aquí observamos la falla 8 que ser a similar hasta la falla 27 ya que tiene la misma potencia.

Ahora para poder obtener la corriente de cortocircuito en cada falla tomamos en cuenta la corriente de falla en el bus de falla 8 que sería el nodo y calculamos la corriente de cortocircuito que aporta cada extractor de 1.5 hp.

$$EXTRACTOR\ 1-20 \quad Icc\ max = \frac{0.006\ mva\ * 1000}{\overline{3} * 0.44kv} = 0.007883\ KA\ simetricos$$

Teniendo estos datos obtenemos la fig. 4.13, indicando las corrientes de cortocircuito en cada punto de falla así como las corrientes de cortocircuito que aporta cada equipo.

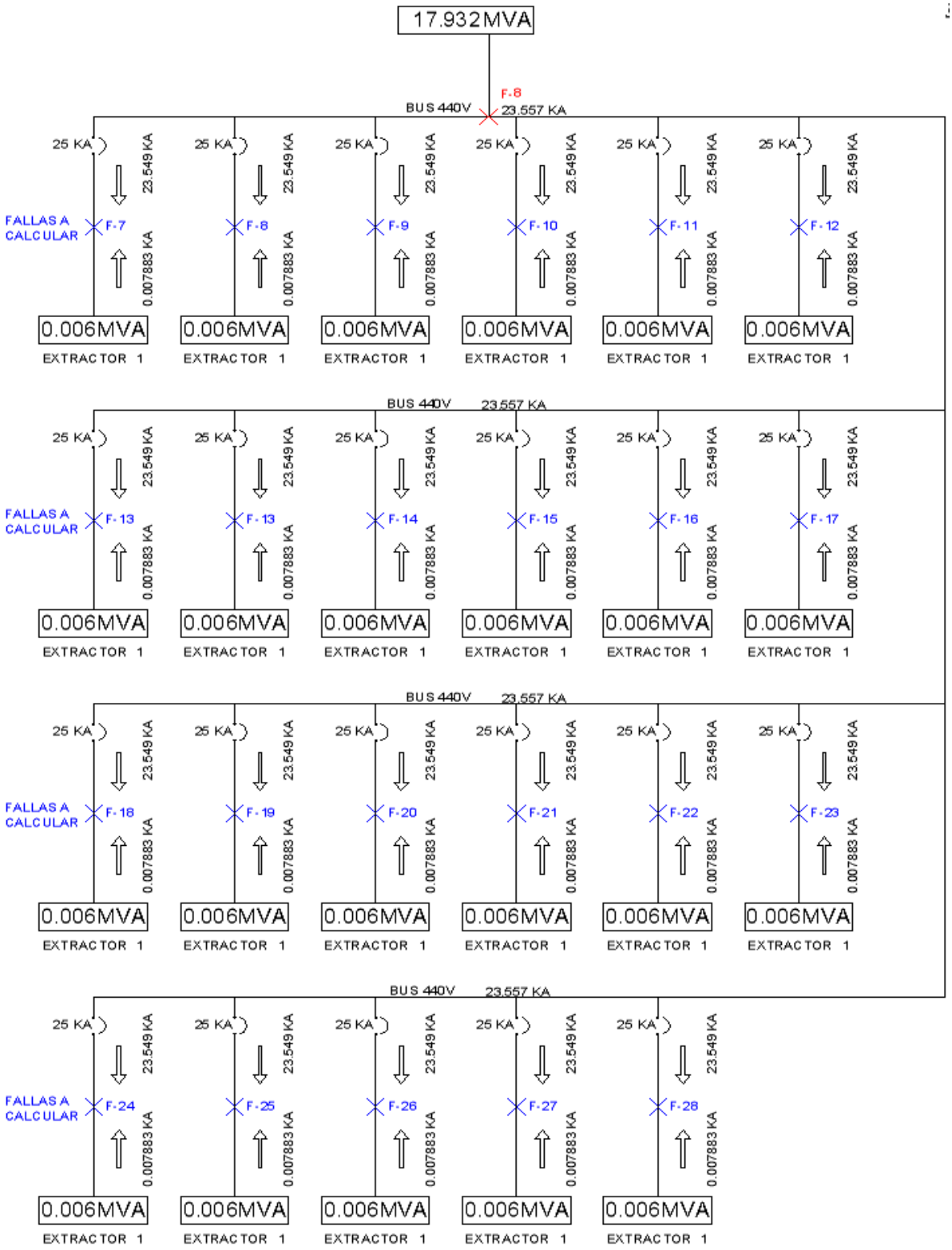

FIG. 4.13 En esta figura observamos las corrientes de falla de cada punto así como las corrientes de cortocircuito que aportan cada equipo.

Como observamos las corrientes de falla son el mismo ya que los extractores tienen la misma capacidad en carga. Por ello se escogió un interruptor 3x15 Amperes HDL36015 con capacidad interruptiva de 25 KA cada uno de ellos.

4.7 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA 29 y 30

A continuación calcularemos la falla en el equipo de unidad paquete, así como en el aire lavado, tomando en cuenta que tenemos la corriente de falla existente en el punto 28. Obtenemos la siguiente figura ver fig. 4.14

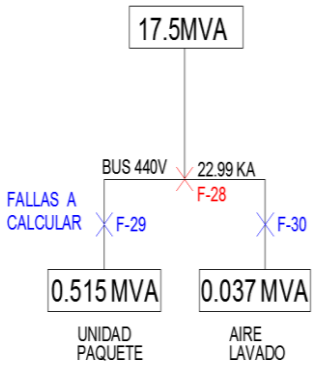

Fig. 4.14 Aquí observamos la falla 29
Y 30 con 2 fallas en paralelo.

AHORA calculamos la corriente de cortocircuito que aporta cada equipo y seria.

$$UNIDAD\ PAQUETE \quad Icc\ max = \frac{0.515\ mva\ \ * 1000}{\overline{3} * 0.44kv} = 0.6765\ KA$$

$$AIRE\ LAVADO \quad Icc\ max = \frac{0.037\ mva\ \ * 1000}{\overline{3} * 0.44kv} = 0.0486\ KA$$

Con estos datos obtenidos encontramos las corrientes de cortocircuito de cada punto de falla y obtenemos la siguiente figura. 4.16

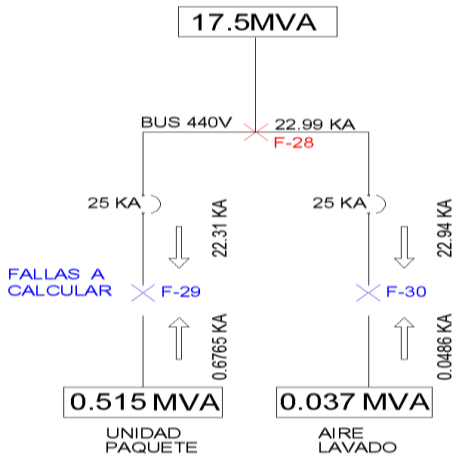

Fig. 4.16 En esta figura podemos observar la corriente de cortocircuito en la falla 29 y 30 así como la capacidad interruptiva de las protecciones.

Para simplificar el diagrama hacemos la suma de las potencias de corto circuito que esta el paralelo que viene siendo la del aire lavado más la del tablero.

$$\text{Pcc total} = 17.5 + 0.037 = 17.537 MVA$$

Ahora procedemos a sumar de nuevo en paralelos nuestro diagrama y seria

$$\text{Pcc total} = 0.515 + 17.537 = 18.052\ MVA$$

$$Icc\ max = \frac{(18.052\ \ mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 23.715KA\ simetricos$$

4.8 CÁLCULO DE LA FALLA 31

Para la falla 31 necesitamos calcular la potencia de cortocircuito que aportara el transformador seco de 75 kva usando la siguiente fórmula y tomando en cuenta que tenemos una impedancia del 4%

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ Ejemplo TR $Pcc = \frac{(75KVA/10)}{4\%} = 1.875MVA$

Ahora calcularemos la potencia de cortocircuito que aportan los motores

Tenemos 3 motores de 0.5 hp

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ $\text{Pmva} = \frac{(0.5/10)}{25} 0.002$

Ahora como ya conocemos los demás datos hacemos el siguiente diagrama, ver fig. 4.17

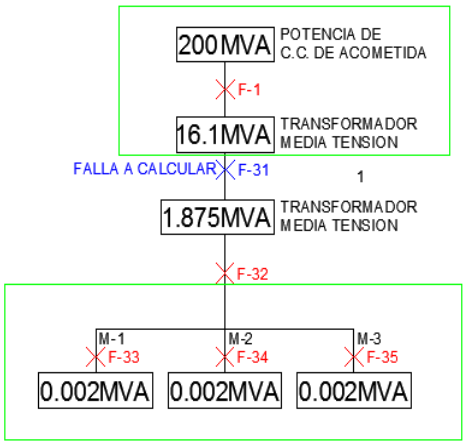

Fig. 4.17 En esta figura podemos apreciar el diagrama con las potencia de cortocircuito de cada equipo.

Reduciendo los circuitos en paralelo queda

$$\text{Pcc total} = 0.002 + 0.002 + 0.002 = 0.006MVA$$

$$\text{Pcc total} = \left(\frac{1}{16.1} + \frac{1}{200}\right)^{-1} = 15\ MVA$$

Ver fig. 4.18

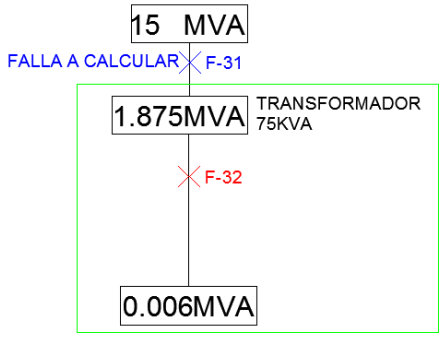

Fig. 4.18 esta figura nos muestra el diagrama simplificado quedando un sola paso para terminar la reducción.

$$\text{Pcc total} = (\frac{1}{1.875} + \frac{1}{0.006})^{-1} = 0.006\ MVA$$

Ver fig. 4.19

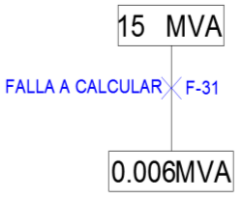

Fig. 4.19 En esta figura finalmente está listo para hacer el cálculo de la potencia de corto circuito sumando en paralelo.

$$\text{Pcc total} = 15 + 0.006 + 15.006\ MVA$$

$$Icc\ max = \frac{(15.006mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 19.71\ KA\ simetricos$$

El interruptor que tenemos es de 3x125 Amperes con una capacidad interruptiva de 25 KA marco HDA36125. Mca. Schneider Electric

4.9 CÁLCULO DE CORRIENTE DE SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR FALLA 32

Tenemos el siguiente diagrama, ver fig. 4.20

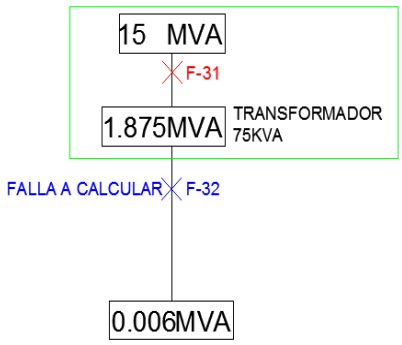

Fig. 4.20 En esta figura podemos apreciar en el diagrama las potencias de cortocircuito a reducir qué están en serie

Reduciendo el circuito en serie.

$$\text{Pcc total} = (\frac{1}{15} + \frac{1}{1.875})^{-1} = 1.666\ MVA$$

Ver fig. 4.21

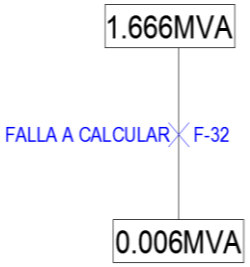

Fig. 4.21 En esta figura el diagrama esta simplificado y finalmente calcularemos la potencia de cortocircuito en la falla 32

Ahora calcularemos la corriente en el secundario del transformador.

$$\text{Pcc total} = 1.666 + 0.006 + 1.6726\ MVA$$

$$Icc\ max = \frac{(1.6726mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.22kv} = 4.39\ KA\ simetricos$$

4.10 CÁLCULO DE LAS FALLA EN LOS MOTORES DE LOS ANDENES, FALLAS 33, 34, 35.

A continuación presentamos el diagrama ya simplificado, tomando en cuenta que tenemos la corriente de bus de 220V que corresponde a la falla 32. Ver fig. 4.22

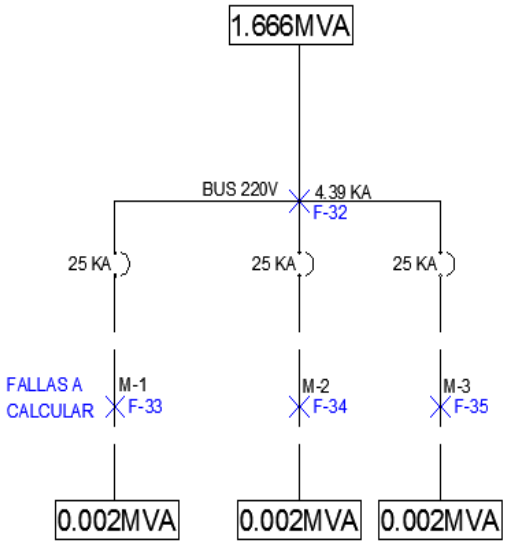

Fig. 4.22 En esta figura observamos los valores calculados de la corriente de cortocircuito en cada falla

Ahora para obtener la corriente de cortocircuito calculamos las corrientes máximas de falla que aporta cada equipo.

y será

$$MOTOR\ 1{,}2{,}3 \quad Icc\ max = \frac{(0.002\ mva) * 1000}{0.127 kv} = 0.01574\ KA\ simetricos$$

Una vez que tenemos estos datos obtenemos la corriente de cortocircuito en cada falla y nos queda el siguiente diagrama. Ver fig. 4. 23

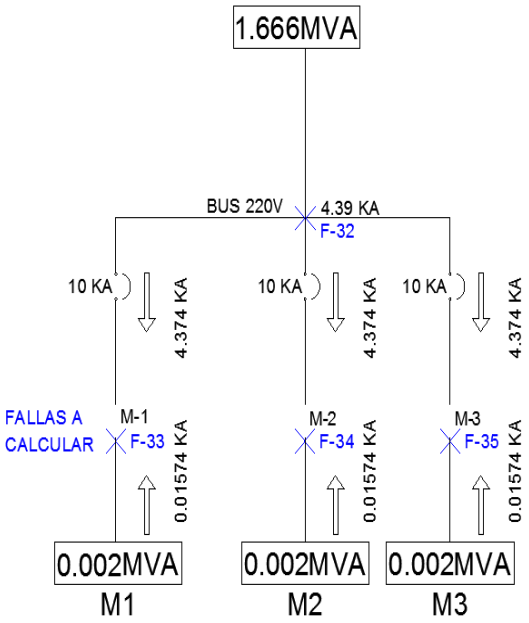

Fig. 4.23 En esta figura observamos un diagrama con las corrientes de cortocircuito en cada falla así como la capacidad interruptiva de los equipos.

Ahora la corriente de cortocircuito asimétrico del bus será la corriente de cortocircuito trifásico multiplicado al 125%.

$$\text{Icc monofasico} = 4.393 * 1.25 = 5.491\ KA\ asimetricos$$

Nuestro interruptor de cada motor tiene una capacidad interruptiva de 10 KA por lo que es el interruptor adecuado.

4.11 CÁLCULO DE LA FALLA 36

Ahora calcularemos la corriente de cortocircuito del primario del transformador seco de 150 kva

Para empezar necesitamos calcular la potencia de cortocircuito que aporta el transformador seco y los motores de los equipos de aire acondicionado.

Tomamos en cuenta lo siguientes puntos:

1.-La capacidad en kW se convertirá a capacidades en hp con la siguiente fórmula

Hp= kW/ (.746)

2.- La capacidad en hp se convertirá a capacidades en kva tomando en cuenta que un hp sea equivalente a un kva

3.- Para la impedancia de los equipos se toma en cuenta en la mayoría de los casos la el valor de la reactancia subtransitoria que en la mayoría de los motores de inducción y síncronos se toman como 25%

4.- Para convertir la potencia en MVA de los equipos será con la siguiente fórmula

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ Ejemplo TR $Pcc = \frac{(150\ KVA/10)}{4.\%} = 3.75 MVA$

Para los equipos de aire acondicionados haremos lo siguiente

Tomamos como ejemplo el mini Split de 2.37 kw

Convirtiéndolo a hp seria 2.37/0.746=3.45hp ahora tomando en cuenta que un hp es equivalente a un kva entonces tenemos 3.45 kva

Ahora calculamos la corriente de cortocircuito que puede aportar este equipo

$$Pcc = \frac{(3.45\ KVA/10)}{25\%} = 0.0138\ MVA$$

De la misma manera hemos calculado los demás equipos de aire acondicionado a continuación presentamos la tabla de resumen.

TAB-7 TAA (TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 220V)						POTENCIA DE CORTOCIRCUITO
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	
2,4	CIRCUITO ALIM	38	4.84	6.487935657	220	0.025951743
	MINI SPLIT	39	2.57	3.445040214	220	0.013780161
	MINI SPLIT	40	2.27	3.042895442	220	0.012171582
5,7	FAN AND COIL	41	2.57	3.445040214	220	0.013780161
6,8	FAN AND COIL	42	2.57	3.445040214	220	0.013780161
9,11	MINI SPLIT	43	2.57	3.445040214	220	0.013780161
10,12	FAN AND COIL	44	2.57	3.445040214	220	0.013780161
13,15	FAN AND COIL	45	2.37	3.1769437	220	0.012707775
14,16	FAN AND COIL	46	2.37	3.1769437	220	0.012707775
17,19	LIBERT	47	3.96	5.308310992	220	0.021233244
18,20	FAN AND COIL	48	2.37	3.1769437	220	0.012707775
21,23	MINI SPLIT	49	2.27	3.042895442	220	0.012171582
22,24	MINI SPLIT	50	2.27	3.042895442	220	0.012171582
27,29	MINI SPLIT	51	2.27	3.042895442	220	0.012171582
30,32	MINI SPLIT	52	1.98	2.654155496	220	0.010616622
29,31,33	TABLERO TAAD	53				

Tabla 4.3 En esta tabla se muestra la potencia de cortocircuito de cada uno de los equipos de aire acondicionado del tablero TAA (Tablero de aire acondicionado)

TAB-15 TAAD (TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO DERIVADO 220V)						POTENCIA DE CORTOCIRCUITO
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	
1,3	MINI SPLIT	54	1.38	1.849865952	220	0.007399464
2,4	MINI SPLIT	55	1.38	1.849865952	220	0.007399464
5,7	MINI SPLIT	56	1.38	1.849865952	220	0.007399464
6,8	MINI SPLIT	57	1.38	1.849865952	220	0.007399464
9,11	MINI SPLIT	58	1.38	1.849865952	220	0.007399464
10,12	MINI SPLIT	59	1.38	1.849865952	220	0.007399464
13,15,17	CIRCUITO ALIM	60	0.48	0.643431635	220	0.002573727
	EXTRACTOR 1	61	0.24	0.321715818	220	0.001286863
	EXTRACTOR 2	62	0.24	0.321715818	220	0.001286863
14,16,18	CIRCUITO ALIM	63	6.7	8.981233244	220	0.035924933
	EXTRACTOR 1	64	4.47	5.991957105	220	0.023967828
	EXTRACTOR 2	65	2.23	2.989276139	220	0.011957105
19,21,23	EXTRACTOR	66	0.37	0.495978552	220	0.001983914

Tabla 4.4 En esta tabla se muestra la potencia de cortocircuito de cada uno de los equipos de aire acondicionado del tablero TAAD (Tablero de aire acondicionado derivado)

Después de tener lo valores en MVA hacemos el siguiente diagramas de los mva's

Ver fig. 4.24

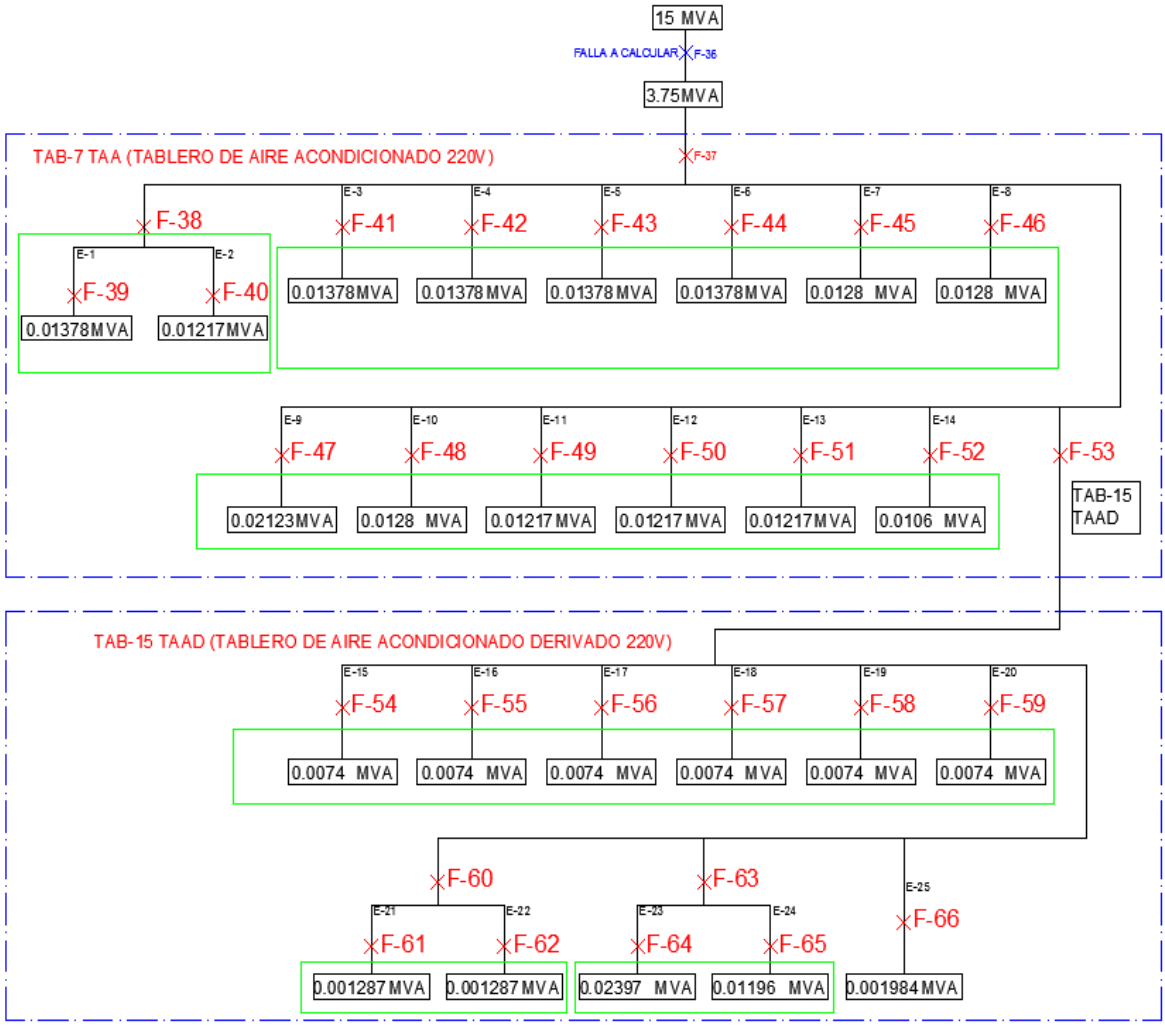

Fig. 4.24 En esta figura mostramos el diagrama del tablero TAA y el tablero TAAD con las potencias de cortocircuito de cada equipo.

Después de tener el diagrama reducimos todos los circuitos en paralelo con el método que hemos venido utilizando.

Quedando de la siguiente forma. Ver figura 4.25, fig. 4.26 y fig. 4.27

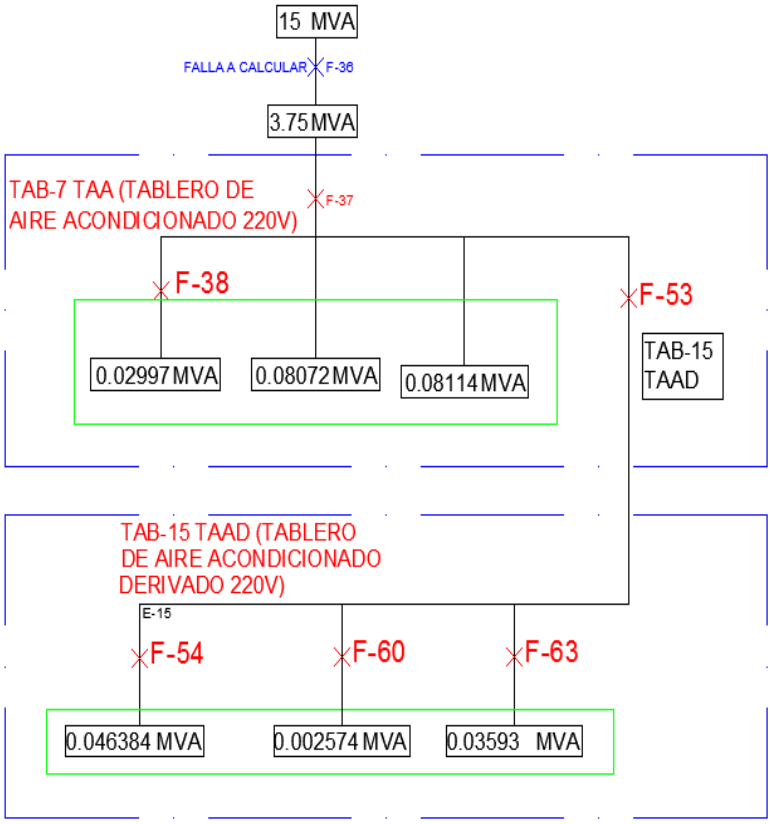

Fig. 4.25 En este diagrama mostramos un diagrama con partes reducidos para poder calcular la falla 36

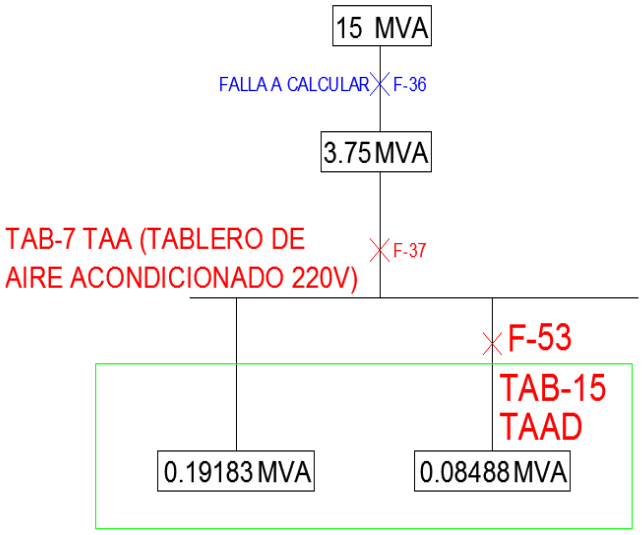

Fig. 4.26 Del diagrama anterior hemos llegado a unas reducciones más simplificados así como se aprecia en esta figura.

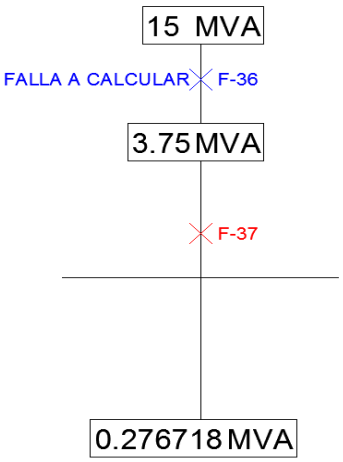

Fig. 4.27 En este diagrama se observa un diagrama más simple que el anterior con solo 3 valores el cual reduciremos aún más.

Por ultimo reducimos el circuito en paralelo ver fig. 4.28

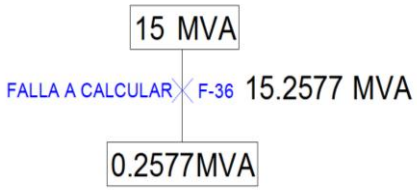

Fig. 4.28 Este diagrama es la más simplificada para finalmente calcular la potencia de cortocircuito en el punto de falla 36.

$$Icc\ max = \frac{(15.2577mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.44kv} = 20.02\ KA\ simetricos$$

El interruptor principal de nuestro transformador será uno de 3x250 Amperes con una capacidad interruptiva de 25KA

4.12 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.

A continuación presentamos el diagrama con la falla a calcular que es la falla 29

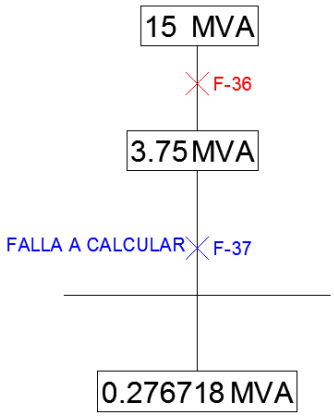

Fig. 4.29 En esta figura observamos las potencias de cortocircuito ya muy simples en serie

Reduciendo el diagrama

$$\text{Pcc total} = (\frac{1}{15} + \frac{1}{3.75})^{-1} = 3\ MVA$$

Ver fig. 4.30

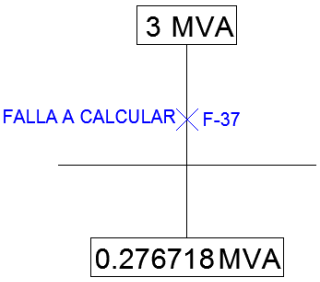

Fig. 4.30 En esta figura podemos ver finalmente el diagrama quedando en paralelo. Y así poder calcular la potencia de cortocircuito.

Por ultimo calculamos el punto de falla y será.

$$\text{Pcc total} = 3 + 0.2767 = 3.2767\ MVA$$

$$Icc\ max = \frac{(3.2767mva) * 1000}{\sqrt{3} * 0.22kv} = 8.58\ KA\ simetricos$$

Nuestra protección tienes una capacidad de 25 KA.

4.13 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA FALLA 38 HASTA LA FALLA 66

A continuación calcularemos la falla 38 hasta la falla 66 ya que hemos usado el mismo procedimiento. Los circuitos en serie se suman en paralelo y viceversa.

A continuación presentamos una el diagrama de puntos de falla y posteriormente una tabla de resumen de los puntos de falla con la corriente de cortocircuito de cada uno. Ver fig. 4.31 y tabla 4.5, 4.6

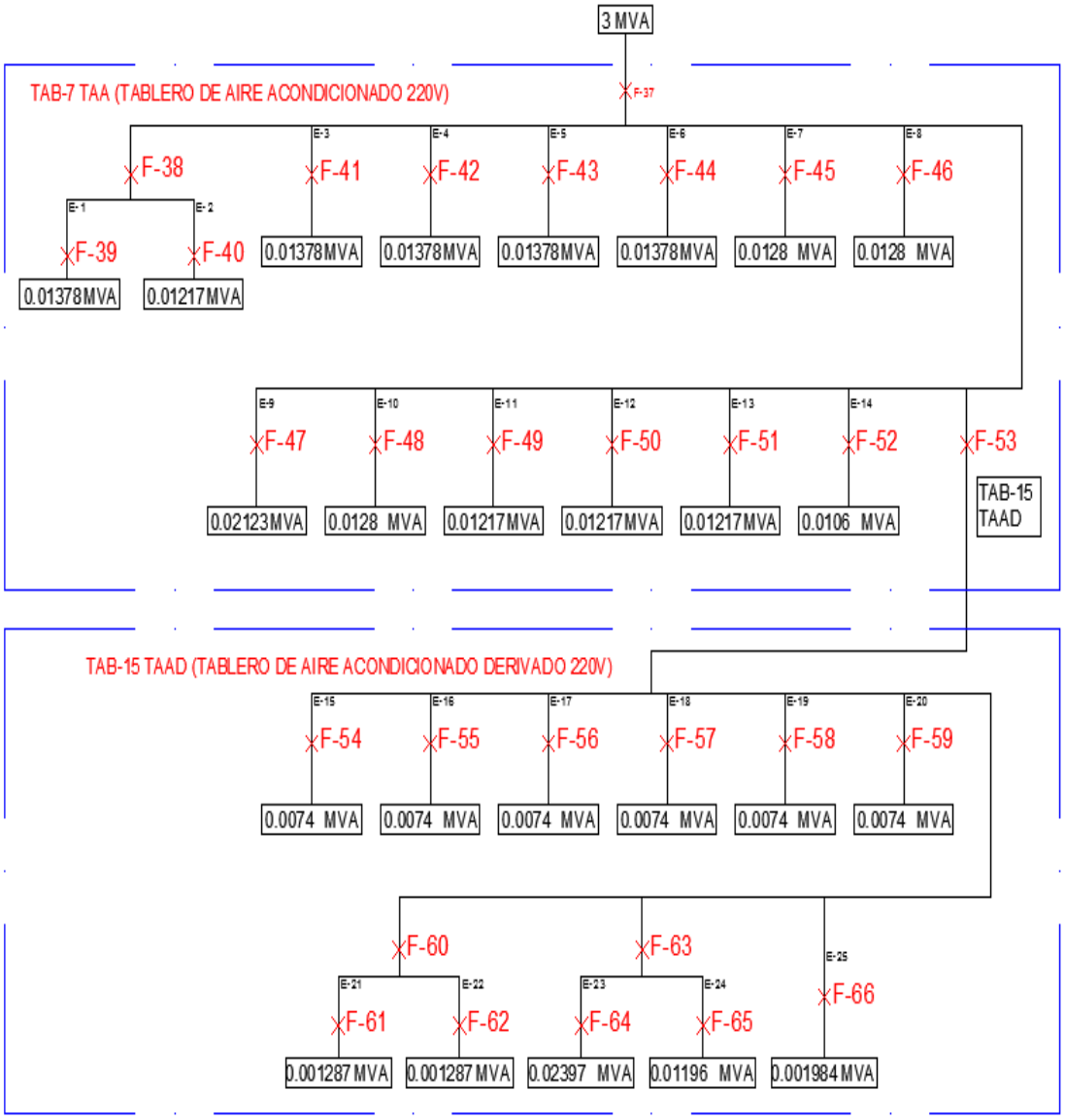

Fig. 4.31 En esta figura podemos observar las potencias de cortocircuito de la falla 38 a falla 66

TAB-7 TAA (TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO 220V)						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO QUE APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO Q APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIÓN
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE				
2,4	CIRCUITO ALIM	38	4.84	6.487935657	220	.02595 MVA	0.1180 KA	8.462 KA	10 KA
	MINI SPLIT	39	2.57	3.445040214	220	.01378 MVA	0.0626 KA	8.517 KA	10 KA
	MINI SPLIT	40	2.27	3.042895442	220	.01217 MVA	.0553 KA	8.525 KA	10 KA
5,7	FAN AND COIL	41	2.57	3.445040214	220	.01378 MVA	.0626 KA	8.517 KA	10 KA
6,8	FAN AND COIL	42	2.57	3.445040214	220	.01378 MVA	.0626 KA	8.517 KA	10 KA
9,11	MINI SPLIT	43	2.57	3.445040214	220	.01378 MVA	.0626 KA	8.517 KA	10 KA
10,12	FAN AND COIL	44	2.57	3.445040214	220	.01378 MVA	.0626 KA	8.517 KA	10 KA
13,15	FAN AND COIL	45	2.37	3.1769437	220	.01271 MVA	.0578 KA	8.522 KA	10 KA
14,16	FAN AND COIL	46	2.37	3.1769437	220	.01271 MVA	.0578 KA	8.522 KA	10 KA
17,19	LIBERT	47	3.96	5.308310992	220	.02123 MVA	.0965 KA	8.483 KA	10 KA
18,20	FAN AND COIL	48	2.37	3.1769437	220	.01271 MVA	.0578 KA	8.522 KA	10 KA
21,23	MINI SPLIT	49	2.27	3.042895442	220	.01217 MVA	.0553 KA	8.525 KA	10 KA
22,24	MINI SPLIT	50	2.27	3.042895442	220	.01217 MVA	.0553 KA	8.525 KA	10 KA
27,29	MINI SPLIT	51	2.27	3.042895442	220	.01217 MVA	.0553 KA	8.525 KA	10 KA
30,32	MINI SPLIT	52	1.98	2.654155496	220	.01062 MVA	.0483 KA	8.532 KA	10 KA
29,31,33	TABLERO TAAD	53			220	.08290 MVA	.3768 KA	8.203 KA	10 KA

Tabla 4.5 En esta tabla observamos las corrientes de cortocircuito obtenidas en cada una de las falla del tablero TAA (Tablero de aire acondicionado)

Tablero de aire acondicionado derivado TAAD

TAB-15 TAAD (TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO DERIVADO 220V)						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO QUE APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO Q APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIÓN
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE				
1,3	MINI SPLIT	54	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
2,4	MINI SPLIT	55	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
5,7	MINI SPLIT	56	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
6,8	MINI SPLIT	57	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
9,11	MINI SPLIT	58	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
10,12	MINI SPLIT	59	1.38	1.849865952	220	.00740 MVA	.0336 KA	8.169 KA	10 KA
13,15,17	CIRCUITO ALIM	60	0.48	0.643431635	220	.00257 MVA	.0117 KA	8.191 KA	10 KA
	EXTRACTOR 1	61	0.24	0.321715818	220	.00129 MVA	.0058 KA	8.197 KA	10 KA
	EXTRACTOR 2	62	0.24	0.321715818	220	.00129 MVA	.0058 KA	8.197 KA	10 KA
14,16,18	CIRCUITO ALIM	63	6.7	8.981233244	220	.03592 MVA	.1633 KA	8.040 KA	10 KA
	EXTRACTOR 1	64	4.47	5.991957105	220	.02397 MVA	.1089 KA	8.094 KA	10 KA
	EXTRACTOR 2	65	2.23	2.989276139	220	.01196 MVA	.0544 KA	8.149 KA	10 KA
19,21,23	EXTRACTOR	66	0.37	0.495978552	220	.00198 MVA	.0090 KA	8.194 KA	10 KA

Tabla 4.6 En esta tabla observamos las corrientes de cortocircuito obtenidas en cada una de las falla del tablero TAAD (Tablero de aire acondicionado derivado)

4.14 TRANSFORMADOR 4 TIPO SECO DE 45 KVA

4.14.1 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE FALLA

Primero calculamos la potencia de cortocircuito que aporta.

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ EJEMPLO TR $Pcc = \frac{(45\ KVA/10)}{4\%} = 1.125MVA$

De la misma forma calculamos la potencia de cortocircuitos que aportan los motores.

A continuación presentamos una tabla de resumen.

TRANSFORMADOR SECO DE 45 KVA TIPO SECO					POTENCIA DE CORTO CIRCUITO
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN (KVA)	VOLTAJE	
PRIMARIO DE TR	45 KVA	67	45	440	1.125
SECUNDARIO DE TR		68		220	0.2927

Tabla 4.7 En esta tabla mostramos la potencia de cortocircuito calculado en el primario y secundario de transformador seco de 45 kva

TAB HIDRONEUMÁTICO						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	
1,2,5	BOMBA 3 HP	70	2.238	3	220	0.012
2,4,6	BOMBA 3 HP	71	2.238	3	220	0.012
9,11	BOMBA 2 HP	72	1.492	2	220	0.008
12,14	BOMBA 1 HP	73	0.746	1	220	0.004
	ALIMENTADOR	69			220	0.036

Tabla 4.8 En esta tabla se muestra la potencia de cortocircuito que aportan los motores instalados en tablero de hidroneumáticos

TABLERO DE VIGILANCIA (TV) 220V						
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	POTENCIA DE CORTO CIRCUITO
1	PUERTAS CAR TRANCE	75	1.03	1.380697051	220	0.005522788
2	PUERTAS TRUCK ENTRANCE	76	1.03	1.380697051	220	0.005522788
5	PUERTAS BUS ENTRANCE	77	1.03	1.380697051	220	0.005522788
4,6	PLUMAS CAR TRANCE	78	1.38	1.849865952	220	0.007399464
9,11	PLUMAS TRUCK TRANCE	79	1.38	1.849865952	220	0.007399464
10,12	PLUMAS BUS TRANCE	80	1.38	1.849865952	220	0.007399464
15	MOTOR CTO. TRAT.	81	0.373	0.5	220	0.002
	ALIMENTADOR	74			220	0.040766756

Tabla 4.9 En esta tabla se muestra la potencia de cortocircuito que aportan los motores instalados en el tablero de vigilancia.

Así obtenemos el siguiente diagrama de los mva´s, fig. 4.32

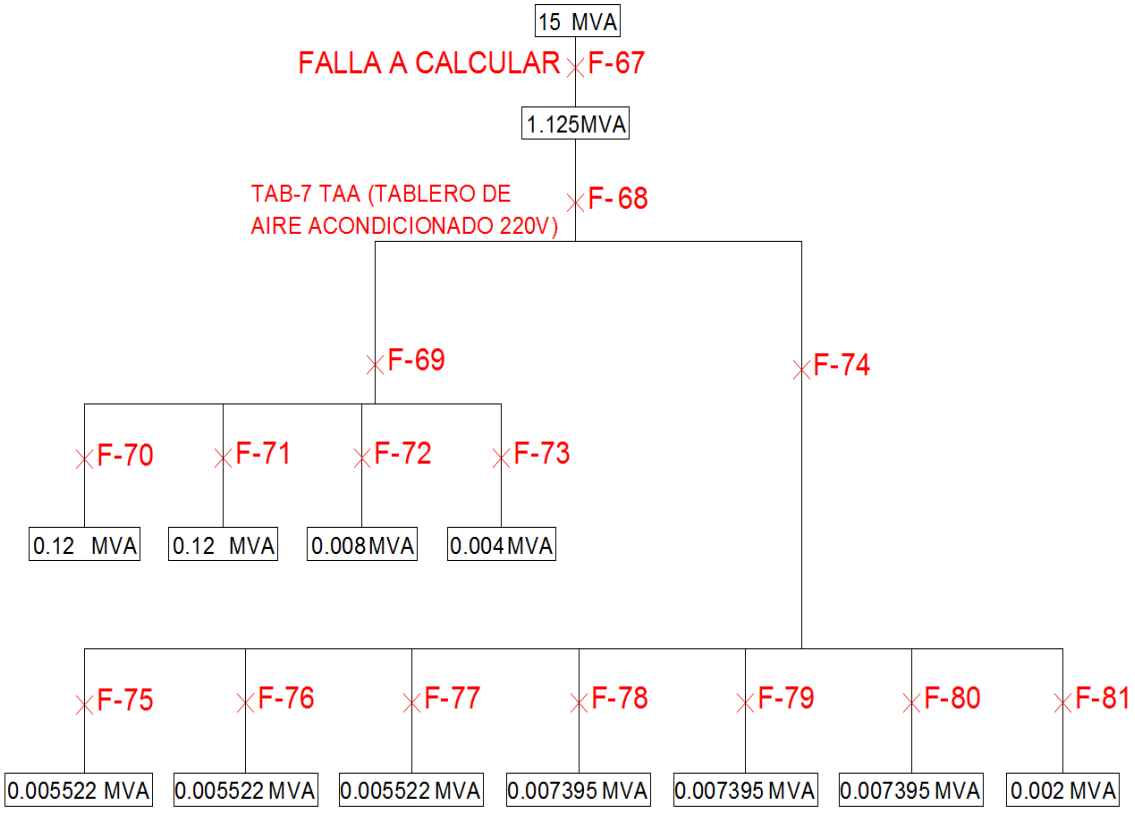

Fig. 4.32 En esta figura se muestra el diagrama con las potencias de cortocircuito calculados

Ahora después procedemos a calcular la potencia de cortocircuito en cada uno de los puntos de falla señaladas en el diagrama anterior

Tomando en cuenta

1.- Los circuitos en paralelo se suman en serie

$$Pcctotal = Pcc1 + Pcc2 + \cdots + PccN$$

2.- Los circuitos en seria se suman en paralelos

$$\text{Pcc total} = \left(\frac{1}{Pcc1} + \frac{1}{Pcc2} + \cdots + \frac{1}{PccN}\right)^{-1}$$

Ahora presentamos la tabla de resumen de la corriente de cortocircuito de cada punto de falla.

TRANSFORMADOR								
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN (KVA)	VOLTAJE	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO	POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LA PROTECCIÓN
PRIMARIO DE TR	45 KVA	67	45	440	1.125	15.07186303	19797.68	25 KA
SECUNDARIO DE TR		68		220		1.123278384	2951.335743	25 KA

Tabla 4.10 En esta tabla se muestra los valores obtenidos de la corriente de cortocircuito en el primario y secundario del Transformador seco de 45 kva

TABLERO DE HIDRONEUMÁTICO "TH"									
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	POTENCIA DE CORTO CIRCUITO QUE APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO QUE APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LA PROTECCIÓN
1,2,5	BOMBA 3 HP	70	2.238	3	220	0.012 MVA	.0315 KA	2.825 KA	10 KA
2,4,6	BOMBA 3 HP	71	2.238	3	220	0.012 MVA	.0315 KA	2.825 KA	10 KA
9,11	BOMBA 2 HP	72	1.492	2	220	0.008MVA	.0364 KA	2.820 KA	10 KA
12,14	BOMBA 1 HP	73	0.746	1	220	0.004MVA	.0182 KA	2.838 KA	10 KA
	ALIMENTADOR	69			220	.03600 MVA	.0946 KA	2.856 KA	25 KA

Tabla 4.11 En esta tabla se muestra los valores obtenidos de la corriente de cortocircuito de los puntos de falla en el tablero de hidroneumático.

TABLERO DE VIGILANCIA (TV) 220V						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO Q APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAP. INTERRUPTIVA
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LA PROTECCIÓN	VOLTS				
1	PUERTAS CAR TRANCE	75	1.03	1.380697051	220	0.0055227	.0435 KA	2.800 KA	10 KA
2	PUERTAS TRUCK ENTRANCE	76	1.03	1.380697051	220	0.0055227	.0435 KA	2.800 KA	10 KA
5	PUERTAS BUS ENTRANCE	77	1.03	1.380697051	220	0.0055227	.0435 KA	2.800 KA	10 KA
4,6	PLUMAS CAR TRANCE	78	1.38	1.849865952	220	0.0073994	.0336 KA	2.810 KA	10 KA
9,11	PLUMAS TRUCK TRANCE	79	1.38	1.849865952	220	0.0073994	.0336 KA	2.810 KA	10 KA
10,12	PLUMAS BUS TRANCE	80	1.38	1.849865952	220	0.0073994	.0336 KA	2.810 KA	10 KA
15	MOTOR CTO. TRAT.	81	0.373	0.5	220	0.002	.0157 KA	2.828 KA	10 KA
	ALIMENTADOR	74			220	0.0407667	.1071 KA	2.844 KA	25 KA

Tabla 4.12 En esta tabla se muestra los valores obtenidos de la corriente de cortocircuito de los puntos de falla en el tablero de hidroneumático.

A continuacion mostra el diagrama de los mva's indicando el la corriente de cortocircuito y las capacidades interruptivas de las proteciones.ver fig. 4.33

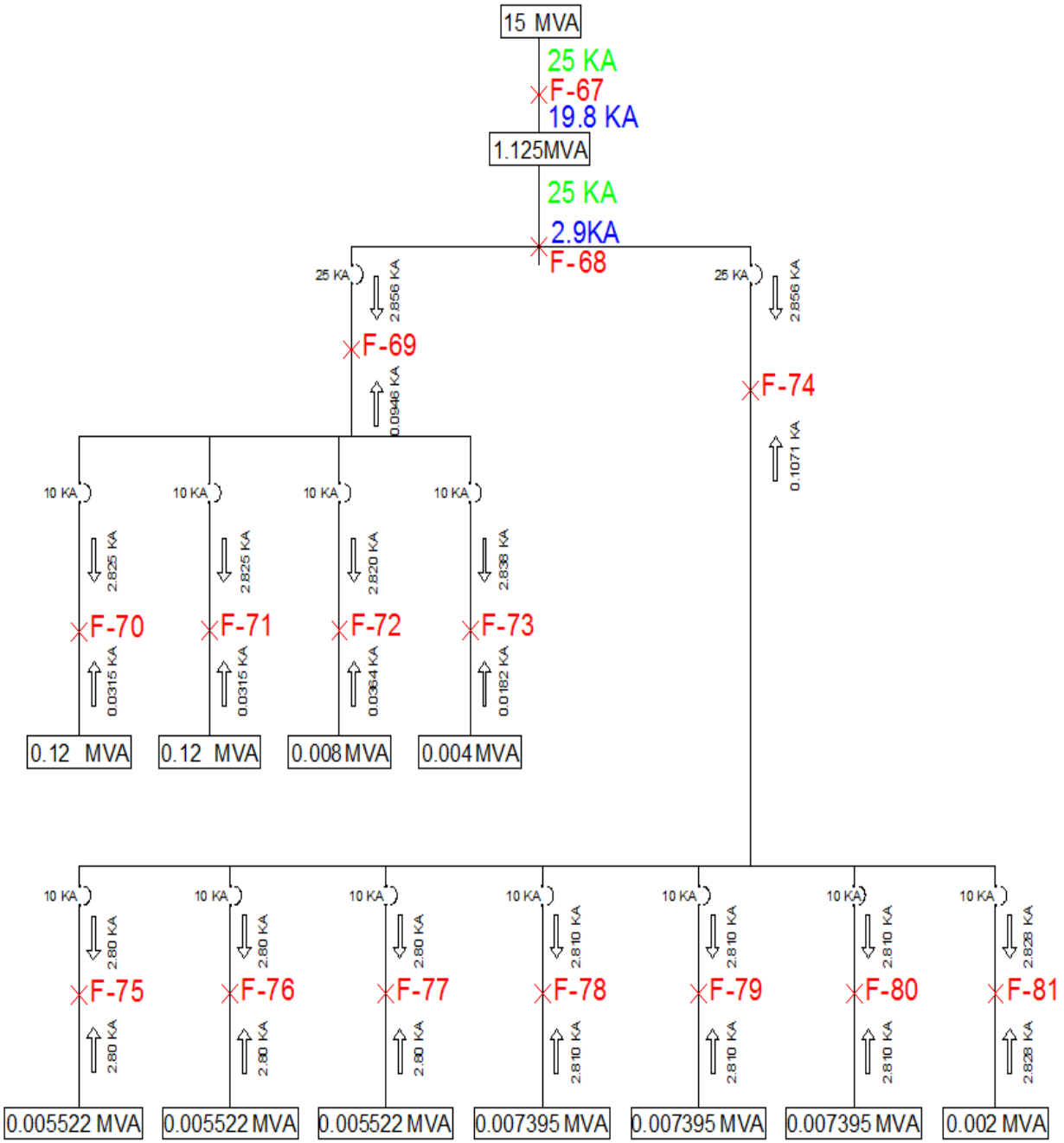

Fig. 4.33 En esta figura se muestra los valores de corriente de cortocircuito en cada falla así como las capacidades interruptivas de cada protección elegida, del transformador 4 tipo seco de 45 kva

4.15 TRANSFORMADOR 5 TIPO SECO DE 45 KVA

4.15.1 CÁLCULO DE LA FALLA 82 A FALLA 90

Para el cálculo de la potencia de cortocircuito que aporta cada equipo usaremos la siguiente fórmula

$\text{Pmva} = \frac{(KVA/10)}{Z\%}$ EJEMPLO TR $Pcc = \frac{(45\ KVA/10)}{4\%} = 1.125MVA$

De la misma forma calculamos la potencia de cortocircuitos que aportan los motores. Tomando en cuenta que un hp es equivalente a un kva.

M1 $\text{Pmva} = \frac{(0.5/10)}{25} 0.002MVA$

A continuación presentamos la tabla de resumen

TRANSFORMADOR 5 TIPO SECO DE 45 KVA					
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN (KVA)	VOLTAJE	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO
PRIMARIO DE TR	45 KVA	82	45	440	1.125
SECUNDARIO DE TR		83		220	0.014

Tabla 4.13 En esta tabla se observa la potencia de cortocircuito calculado en el primario y secundario del transformador.

TABLERO DE ALUMBRADO NAVE "TA1"						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE	
6	MOTOR PUERTA 1	84	0.670241287	0.5	127	0.002
8	MOTOR PUERTA 2	85	0.670241287	0.5	127	0.002
10	MOTOR PUERTA 3	86	0.670241287	0.5	127	0.002
12	MOTOR PUERTA 4	87	0.670241287	0.5	127	0.002
13	MOTOR PUERTA 5	88	0.670241287	0.5	127	0.002
15	MOTOR PUERTA 6	89	0.670241287	0.5	127	0.002
17	MOTOR PUERTA 7	90	0.670241287	0.5	127	0.002

Tabla 4.14 En esta tabla se observa la potencia de cortocircuito de los motores que derivan del tablero TA1

Después de obtener los valores de la potencia de cortocircuito hacemos el siguiente diagrama de los mva's, ver fig. 4.34

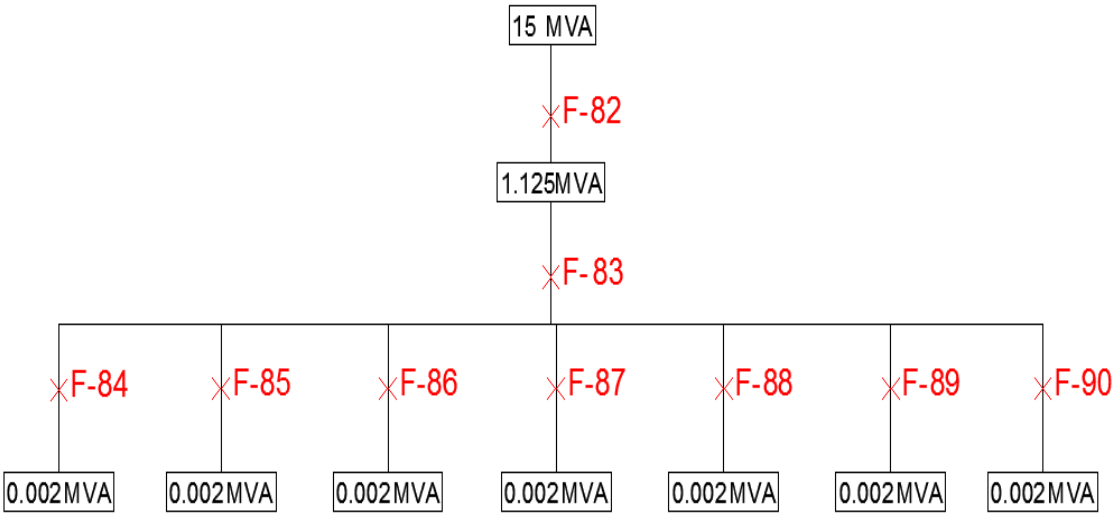

Fig. 4.34 En esta figura observamos el diagrama con las potencias de cortocircuito calculados en los equipos que derivan del transformador de 45 kva

Ahora después procedemos a calcular la potencia de cortocircuito en cada uno de los puntos de falla señaladas en el diagrama anterior

Tomando en cuenta

1.- Los circuitos en paralelo se suman en serie

$$Pcctotal = Pcc1 + Pcc2 + \cdots + PccN$$

2.- Los circuitos en seria se suman en paralelos

$$\text{Pcc total} = (\frac{1}{Pcc1} + \frac{1}{Pcc2} + \cdots + \frac{1}{PccN})^{-1}$$

Aplicando estas fórmulas obtenemos el siguiente de tabla de resumen

TRANSFORMADOR 5 TIPO SECO DE 45 KVA						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN (KVA)	VOLTAJE	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO		
PRIMARIO DE TR	45 KVA	82	45	440	1.125	15.01382792	19723.89375
SECUNDARIO DE TR		83		220		1.060511628	2786.420462

Tabla 4.15 en esta tabla podemos ver los valores de corriente de cortocircuito del primario y secundario del transformador

A continuación mostramos la tabla con los valores calculados de la corriente de cortocircuito.

TABLERO DE ALUMBRADO NAVE "TA1"						POTENCIA DE CORTO CIRCUITO QUE APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO Q APORTA	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN LA FALLA	CAPACIDAD INTERRUPTIVA
CIRCUITO	EQUIPO	NO. DE FALLA	CARGA EN KW	CARGA EN HP (KVA)	VOLTAJE				
6	MOTOR PUERTA 1	84	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
8	MOTOR PUERTA 2	85	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
10	MOTOR PUERTA 3	86	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
12	MOTOR PUERTA 4	87	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
13	MOTOR PUERTA 5	88	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
15	MOTOR PUERTA 6	89	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA
17	MOTOR PUERTA 7	90	0.670241287	0.5	127	0.002	.0157 KA	2.770 KA	10 KA

Tabla 4.16 en esta tabla podemos ver los valores de corriente de cortocircuito obtenidos en el tablero TA1

Y obtenemos el siguiente diagrama, indicando la corriente de cortocircuito en cada punto de falla así como las que aportan cada motor. fig. 4.35

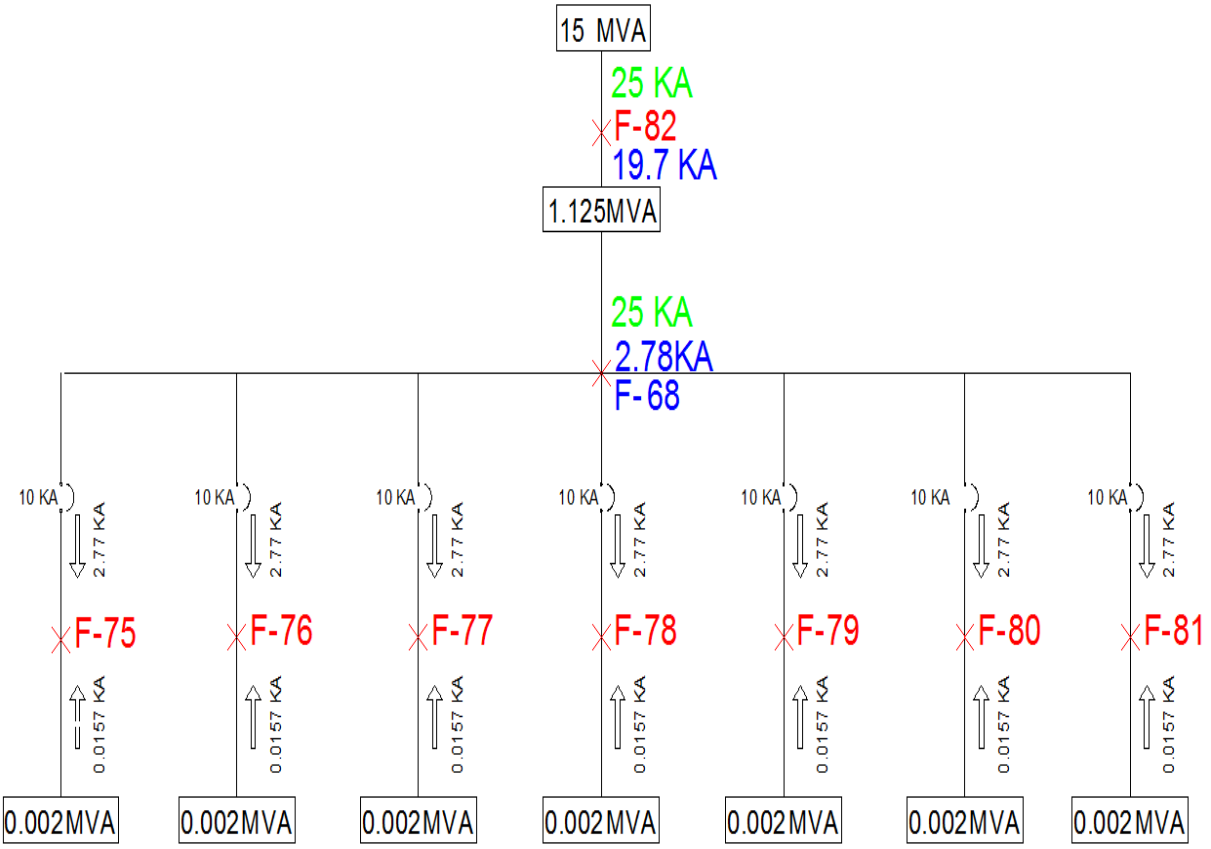

Fig. 4.35 En esta figura se muestra los valores de corriente de cortocircuito en cada falla así como las capacidades de interruptivas de cada protección elegida, del transformador 5 tipo seco de 45 kva

Con esto hemos terminado el estudio de cortocircuito.

CONCLUSIONES

En este proyecto se ha calculado las protecciones desde la acometida, así como los conductores en media tensión, tomando en cuenta las normatividades vigentes de CFE, esto incluye la supervisión del departamento de distribución y medición tomando en cuentas puntos como, rotulados de transición aérea-subterránea, rotulados de los cables y equipos en media y baja tensión.

Lo que corresponde a los equipos de 440 volts, hemos calculados los conductores, protecciones, en equipos críticos como planta de emergencia motores, y banco de capacitores, al igual que los conductores se calcularon con lo que nos marca la NOM-001-SEDE-2012, y de igual manera tenemos la rotulación de estos equipos, y las canalizaciones, en la mayoría son charolas y manejamos poca tubería.

En la parte de baja tensión, tenemos pocos motores y en este voltaje estamos manejando todos los accesorios de servicios generales y oficinas, por ejemplo como alumbrado y contactos.

En el capítulo 4 tenemos el cálculo de la corriente de cortocircuito, donde se ha calculado las capacidades interruptivas de cada protección de los equipos y accesorios, y así obtuvimos las capacidades interruptivas adecuadas teniendo los mayores corrientes de falla en los transformadores secos, por ejemplo en transformador de 150 KVA en el lado primario tenemos una corriente de cortocircuito de 20.02 KA multiplicado al 125% es de 25.025 KA nuestra protección era de un interruptor de 3x250 marcos JDA con una capacidad interruptiva de 25 KA, y se tuvo que cambiar a un interruptor tipo JGA con una capacidad interruptiva de 35 KA Por lo que está en el rango de protección.

Con esto concluimos de manera satisfactoria dicho proyecto, cumpliendo con todas las normativas establecida por la NOM-001-SEDE-2012 y las especificaciones establecidas por el suministrador de la energía eléctrica en México que es la Comisión Federal de Electricidad.

BIBLIOGRAFÍA

El ABC de las instalaciones eléctricas industriales
Autor Enríquez Harper.
Editorial limusa 2005.

Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales
Autor Enríquez Harper, 2° Edición.
Editorial limusa 2003.

Análisis de corto circuito en sistemas eléctricos industriales
Autor. M.I. Rodolfo Lorenzo Bautista. Última edición
Editorial IPN 1992

Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión.
Autor, Gilberto Enríquez Harper. Última edición
Editorial limusa.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Tomo DCCX No. 22, 1008 pp. México, D.F. jueves 29 de noviembre de 2012, Instalaciones Eléctricas.

Catalogo Schneider Electric Industries SAS, COMPEDIADO 2013, 344pp.

Catalogo Conductores Monterrey, VIAKON, 2012 40pp.

Catalogo Furuno, unidad de media tensión, junio 2005, Editorial Areva
.
Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales" Enríquez Harper, 2° Edición. Editorial limusa 2003.