

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Análisis, diseño y dimensionamiento de las instalaciones
eléctricas para una florícola.

Gabriela Carolina Padilla Játiva

Mateo Andrés Arellano Osorio

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo de integración curricular presentado como requisito
para la obtención del título de: Ingeniero Eléctrico y Electrónico

Quito, 09 de enero de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Análisis, diseño y dimensionamiento de las instalaciones eléctricas
necesarias para una florícola.**

Gabriela Carolina Padilla Játiva

Mateo Andrés Arellano Osorio

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Alberto Sánchez, PhD

Firma del profesor

Quito, 09 de enero de 2020

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Gabriela Carolina Padilla Játiva

Código: 00135799

Cédula de Identidad: 1715957633

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Mateo Andrés Arellano Osorio

Código: 00131427

Cédula de Identidad: 1716214950

Lugar y fecha: Quito, 09 de enero de 2020

Resumen

El siguiente trabajo de titulación se centra en el diseño eléctrico para una florícola localizada en el sector de Machachi en el Ecuador. Para desarrollar el proyecto, se identifican las principales cargas y en base a esto se estima la demanda eléctrica de la plantación. Esto permite realizar el diseño de la red de media tensión y dimensionar distintos elementos eléctricos tales como, transformadores, protecciones y sistema de medición. Se presenta además un detalle de las estructuras y materiales necesarios para la implementación del proyecto. Finalmente, se adjuntan los planos de media tensión, canalización eléctrica y obras civiles.

Palabras clave: Diseño eléctrico, media tensión, protección eléctrica, sistema de medición, transformadores, demanda eléctrica, planos eléctricos.

Abstract

The following titling project focuses on the overall electrical design for a flower farm located in Machachi, Ecuador. The approach taken to develop the project will be the following. First, we identify the principal charges present in the farm to be able to estimate the approximate electrical demand. This helps us provide a complete design of a medium distribution network as well as a correct sizing of transformers, protections and a measuring system. Next, we will present a proposal of the structures and materials needed for the implementation of the project. Finally, we include the medium-voltage, electrical channeling, and the civil work blueprints.

Key words: Electrical design, medium voltage, electrical protection, measuring system, transformers, electrical demand, electrical blueprints.

Tabla de Contenido

1.- Introducción.....	11
2.- Bases y Criterios de Diseño.....	13
2.1 Alcance.....	15
2.2 Abreviaturas	15
2.3 Estándares, normas técnicas y bases de diseño	16
2.4 Unidades de medición	17
2.5 Definiciones	18
2.6 Ubicación geográfica y disposición física del proyecto.....	20
2.7 Referencias 	40
3.- Memoria de Cálculo del Diseño para la Red Eléctrica.....	41
3.1 Objetivo.....	43
3.2 Alcance.....	43
3.3 Estándares, normas técnicas y bases de diseño	43
3.4 Ubicación de los transformadores	45
3.5 Cálculo de la demanda	49
3.6 Determinación de la demanda	54
3.7 Balance de cargas	60
3.8 Capacidad de los transformadores.....	66
3.9 Cálculo de ampacidad	69
3.10 Cálculo de Conductores.	73
3.10.1 Características del tipo de conductor.....	73
3.10.2 Cálculo del calibre del alimentador	73
3.11 Cálculo de caída de tensión.....	75
3.11.1 Cálculo de caída en media tensión	75
3.11.2 Cálculo de caída de alimentadores secundarios	77
3.11.3 Cálculo de caídas de voltaje en baja tensión	78
3.12 Cálculo de las protecciones	83
3.12.1 Cálculo de protecciones de la red en media tensión.....	83
3.12.2 Cálculo de protecciones de alimentadores secundarios.....	85
3.13 Sistema de medición.....	90
4.- Estructuras y Requisición de Materiales	91

4.1	Objetivo.....	93
4.2	Alcance.....	93
4.3	Estándares, normas técnicas y bases de diseño	93
4.4	Estructuras y materiales	95
4.4.1	ESV-3CR.....	95
4.4.2	ESV-3CP	97
4.4.3	ESV-3CD.....	99
4.4.4	ESV-3CA.....	101
4.4.5	TAV-OTS	102
4.4.6	TAV-OTD	103
4.4.7	TAV-OFS	104
4.4.8	TAV-OFD.....	105
4.4.9	PTO-OPC(2)_(2)	106
4.4.10	SPV-3E100.....	107
4.4.11	SPV-3P18	108
4.4.12	TRV-3C125	110
4.4.13	TRV-3C75	111
4.4.14	MVC-13.....	112
4.4.15	Otros materiales.....	114
5.-	Planos Eléctricos y Civiles	91

Índice de Tablas

Tabla 1: Abreviaturas.....	15
Tabla 2: Estándares y normativas utilizadas.....	16
Tabla 3: Unidades de medición.....	17
Tabla 4: Detalle de la carga instalada actual de la florícola	24
Tabla 5: Detalle de carga proyectada para la florícola	29
Tabla 6: Número de ventiladores por invernadero	39
Tabla 7. Estándares y normativas utilizadas.....	43
Tabla 8. Zonas y áreas asociadas para la ubicación de transformadores	46
Tabla 9. Detalle de la potencia aparente de la florícola.....	49
Tabla 10: Detalle de la potencia aparente proyectada de la florícola	51
Tabla 11. Detalle del horario de la carga en la florícola.....	54
Tabla 12. Balance de las cargas zona 1.....	60
Tabla 13. Balance de las cargas zona 2.....	61
Tabla 14. Balance de las cargas zona 3.....	63
Tabla 15. Balance de las cargas zona 4.....	65
Tabla 16. Balance de las cargas zona 5.....	65
Tabla 17. Balance de las cargas zona 6.....	65
Tabla 18. Capacidades normalizadas de transformadores	66
Tabla 19. Resumen de capacidades y tipos de centros de transformación	67
Tabla 20. Parámetros para el cálculo de la ampacidad	70
Tabla 21. Cálculo de la ampacidad en la Zona 1	70
Tabla 22. Cálculo de la ampacidad en la Zona 2	71
Tabla 23. Cálculo de la ampacidad en la Zona 3	71
Tabla 24. Cálculo de la ampacidad en la Zona 4	72
Tabla 25. Cálculo de la ampacidad en la Zona 5	72
Tabla 26. Cálculo de la ampacidad en la Zona 6.....	72
Tabla 27. Cálculo de calibres para alimentadores en cada zona.....	74
Tabla 28. Relación kVA – Km para 1% de caída de voltaje	76
Tabla 29. Cómputo de caída en media tensión	76
Tabla 30. Reporte de caídas de voltaje en alimentadores principales para CT-01,02 y 03	78
Tabla 31. Conductor, relación kVA – m, límite térmico redes subterráneas en baja tensión.....	78

Tabla 32. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 4	79
Tabla 33. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 5	81
Tabla 34. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 6	82
Tabla 35. Protecciones de la red de media tensión	84
Tabla 36. Protecciones de la red de media tensión	8;Error! Marcador no definido.
Tabla 37. Seccionador principal de la florícola	85
Tabla 38. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 1.....	87
Tabla 39. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 2.....	87
Tabla 40. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 3.....	87
Tabla 41. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 4.....	88
Tabla 42. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 5.....	88
Tabla 43. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 6.....	88
Tabla 44. Protecciones estándares para los alimentadores principales.....	89
Tabla 45: Estándares y normativas utilizadas.....	93
Tabla 46. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CR	9;Error! Marcador no definido.
Tabla 47. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CP.....	97
Tabla 48. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CD.....	99
Tabla 49. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CA.....	101
Tabla 50. Materiales necesarios para la estructura TAV-OTS	102
Tabla 51. Materiales necesarios para la estructura TAV-OTD.....	103
Tabla 52. Materiales necesarios para la estructura TAV-OFS	104
Tabla 53. Materiales necesarios para la estructura TAV-OFD. 10;	Error! Marcador no definido.
Tabla 54. Materiales necesarios para la estructura PTO-OPC(2)_ (2)	106
Tabla 55. Materiales necesarios para la estructura SPV-3E100	107
Tabla 56. Materiales necesarios para la estructura SPV-3P18	108
Tabla 57. Materiales necesarios para la estructura TRV-3C125	110
Tabla 58. Materiales necesarios para la estructura TRV-3C75	111
Tabla 59. Materiales necesarios para la estructura MVC-13	112
Tabla 60. Materiales generales para el proyecto.....	114

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación geográfica de la florícola en el Ecuador	2;Error! Marcador no definido.
Figura 2: Ubicación geográfica de la florícola en Pichincha.....	2;Error! Marcador no definido.
Figura 3: Ubicación geográfica de la florícola en Machachi	22
Figura 4: Ubicación geográfica de la florícola en el formato ArcGis de la EEQ	22
Figura 5: Ubicación geográfica de la carga dentro de la florícola	23
Figura 6. Detalle de carga instalada proyectada para la florícola	38
Figura 7. Ubicación geográfica de la florícola.....	45
Figura 8. Ubicación geográfica de las zonas de carga para los transformadores	48
Figura 9. Detalle de cargas en las zonas 1, 2, 3	66
Figura 10. Artículo 430.24 NEC.....	69
Figura 11. Tabla 310.16 NEC	74
Figura 12. Esquema en media tensión	75
Figura 13. Esquema en baja tensión de la zona 4	79
Figura 14. Esquema en baja tensión de la zona 5	80
Figura 15. Esquema en baja tensión de la zona 6	82
Figura 16. Tabla 430.52 NEC	86
Figura 17. Norma 240.6 NEC	89
Figura 18. Esquema para la estructura ESV-3CR.....	96
Figura 19. Esquema para la estructura ESV-3CR.....	98
Figura 20. Esquema para la estructura ESV-3CR.....	100
Figura 21. Esquema para la estructura ESV-3CA	101
Figura 22. Esquema para la estructura TAV-OTS.....	10;Error! Marcador no definido.
Figura 23. Esquema para la estructura TAV-OTD	103
Figura 24. Esquema para la estructura TAV-OFS	104
Figura 25. Esquema para la estructura TAV-OFD	105
Figura 26. Esquema para la estructura PTO-OPC(2)_(2).....	106
Figura 27. Esquema para la estructura SPV-3E100.....	107
Figura 28. Esquema para la estructura SPV-3P18.....	109
Figura 29. Esquema para la estructura TRV-3C125.....	110
Figura 30. Esquema para la estructura ESV-3CR.....	111
Figura 31. Esquema para la estructura MVC-13	113

1

INTRODUCCIÓN

Las exportaciones de rosas en el Ecuador iniciaron en los años ochenta y noventa. En la actualidad, este sector se encarga de dar empleo a más de treinta mil personas a través de doscientas empresas en nuestro país. Dichas exportaciones constituyen el 0.71% del PIB (Economía, 2019), lo que equivale a alrededor de 123100 toneladas de rosas, es decir, 670 millones de dólares (El Telégrafo, 2018). El principal destino es Estados Unidos que constituye el 41% de las exportaciones, seguido por Europa que representa el 22% seguido por Rusia que se mantiene con el 18% del total (Expoflores, 2018).

La florícola a la que nos referiremos a lo largo de este proyecto sigue varios procedimientos para llevar a cabo el cultivo de rosas. El proceso comienza por la selección de variedades de rosas, seguido por la siembra y el manejo de las plantas. En este último, se toman en cuenta distintos parámetros como sistemas de calefacción y riego. La calefacción por agua caliente permite controlar la temperatura y humedad interna de los invernaderos mientras que el método de riego optimiza el uso de agua y fertilizantes. Continuando con el proceso, se prosigue con la cadena de fríos que incluye la post - cosecha, cuartos fríos, hidratación y empaque. La post – cosecha se encarga de clasificar individualmente las rosas dependiendo del tamaño de su tallo, botón, apertura y coloración. Posteriormente, se continúa con el proceso de cuartos fríos en donde se coloca a las rosas en bajas temperaturas para reducir la tasa de respiración y enfriarlas. Luego, se hidrata la flor utilizando un perseverante floral. Finalmente, se empaquetan las rosas y se las envía a su destino final.

En este trabajo, se realizará el diseño integral del sistema eléctrico de una florícola, situada en el sector de Machachi en el cantón Mejía, tomando en consideración estudios de carga de los equipos requeridos dentro de la plantación, el diseño de la red eléctrica aérea y soterrada e instalaciones adicionales.

BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

 ANÁLISIS, DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA UNA FLORÍCOLA.	
Departamento:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Documento:	BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO
Código del Documento:	USFQ - 0122019 - BCD - 0

Cronograma de revisiones

Revisión	Fecha	Próxima revisión	Revisado por	Aprobado por
A	04/06/2019	B	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	08/07/2019	C	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	11/08/2019	0	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

Historial de revisiones

Revisión	Fecha	Páginas Revisadas	Revisado por	Aprobado por
A	04/06/2019	1 a 32	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	08/07/2019	1 a 32	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	11/08/2019	1 a 32	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1 a 32	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

2.1 Alcance

El alcance de este proyecto contempla los siguientes resultados. En primer lugar, se realizará el diseño del sistema eléctrico para una florícola de acuerdo con la normativa NEC2017, MEER2017 y NESC2017. En este documento se expondrán las bases y criterios de diseño para el análisis, diseño y dimensionamiento de las instalaciones eléctricas necesarias.

Para cumplir con este objetivo se diseñará la acometida de media tensión. Esto se logra definiendo las cargas dentro de la florícola junto con su respectiva demanda. Así también, se calcularán las protecciones requeridas para que exista un correcto funcionamiento de toda la red en caso de falla. Además, se garantizará un correcto diseño de iluminación exterior para cumplir con estándares de seguridad. Se presentarán los planos eléctricos integrales de toda la florícola que incluyen los planos de bajo y medio voltaje, además de las obras civiles. Finalmente, se incluirá una requisición de materiales y estructuras en base a las normas de la Empresa Eléctrica Quito y a las necesidades del cliente.

2.2 Abreviaturas

A continuación, se presentan las abreviaturas con sus respectivos significados que serán usados en el documento presente.

Tabla 1. Abreviaturas

Abreviatura	Significado
NEC	National Electrical Code
MEER	Ministerio de Electricidad y Energías Renovables
NESC	National Electrical Safety Code
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
AWG	American Wire Gauge

2.3 Estándares, normas técnicas y bases de diseño

A continuación, se muestran las normas, el capítulo y los temas utilizados a lo largo de este proyecto.

Tabla 2: Estándares y normativas utilizadas.

Estándares, normas técnicas y bases de diseño	Capítulo / Sección	Tema
National Electrical Code 2017	2	Wiring and protection.
	3	Wiring methods and materials.
	4	Equipment for general use.
MEER Homologación de las unidades de propiedad en sistemas de distribución de energía eléctrica	1	Transformadores en redes de distribución (TR).
	1	Estructuras en redes aéreas de distribución (ES).
	1	Seccionamiento y protección en redes aéreas de distribución (SP).
	1	Postes redes de distribución (PO).
	1	Acometidas en redes de distribución (AC).
National Electrical Safety Code 2017	9	Grounding methods for electric supply.
	15	Transformers and regulators.
	16	Conductors.

	17	Circuit breakers.
	21	General requirements.
	32	Underground conduit system.

2.4 Unidades de medición

En la siguiente tabla, se muestran las unidades de medición asociada al símbolo utilizado en el documento.

Tabla 3: Unidades de medición.

Símbolo	Unidad	Variable
<i>A</i>	Amperio	Corriente
<i>mA</i>	Miliamperio	
<i>°C</i>	Grados Celsius	Temperatura
<i>Hz</i>	Hercio	Frecuencia
<i>k</i>	Kilo	Magnitud
<i>m</i>	Metro	Distancia
<i>m²</i>	Metro cuadrado	Área

m^3	Metro cúbico	Volumen
V	Voltio	Voltaje
kV	Kilovoltio	
VA	Voltamperio	Potencia
kVA	Kilo voltamperio	
W	Vatio	
kW	Kilovatio	
%	Por ciento	Porcentaje

2.5 Definiciones

– Ampacidad

La capacidad de carga actual, expresada en amperios, de un conductor eléctrico en las condiciones térmicas establecidas [4].

– Cable

Un conductor con aislamiento o un conductor trenzado con aislamiento o algún otro tipo de cobertura o un conjunto de conductores aislados el uno del otro que juntos conforman un cable multifilar [4].

– Caída de voltaje

Un decremento en el potencial eléctrico [6].

– Canaleta

- Estructura que contiene uno o más ductos que pueden ser de distintos materiales como acero, plástico, etc [4].
- **Carga**

La potencia consumida por un equipo o un circuito que se encuentra cumpliendo su función principal [1]. Normalmente, la carga consume la energía en forma de electricidad transformándola en trabajo, calor, luz, entre otras [2].

Existen distintos tipos de cargas eléctricas. La primera depende de su naturaleza, es decir, cargas resistivas, capacitivas e inductivas. La segunda depende del sistema eléctrico de potencia que se encuentra asociada, es decir, cargas comerciales, domésticas, industriales y de agricultura [2].
 - **Circuito**

Conductor o sistema de conductores por donde pasa una corriente eléctrica [4].
 - **Conductor**

Material generalmente en forma de alambre, cable o barra propenso para transportar una corriente eléctrica [4].
 - **Corriente**

Es la cantidad de carga neta que “pasa a través de la sección transversal completa del alambre en cualquier punto por unidad de tiempo” [6]. La corriente se mide en coulombs por segundo y a este cociente se lo conoce como amperio [6]. La corriente continua se refiere al tipo de corriente que avanza siempre en la misma dirección [6]. La corriente alterna invierte la dirección “muchas veces por segundo y es generalmente sinusoidal” [6].
 - **Demanda**

Cantidad de cargas o la máxima valoración (en kilovatios) que utiliza el consumidor en un tiempo determinado. Se conoce también como demanda máxima [3].
 - **Diferencia de potencial**

La diferencia entre las cargas positivas y negativas desarrolladas por una fuente de energía. El voltaje a menudo se describe como diferencia de potencial [1].
 - **Energizado**

Condición en la cual se está conectado eléctricamente a una diferencia de potencial. También se considera energizado a un elemento que tiene una diferencia significativa de potencial con respecto a la tierra más cercana [4].

– **Factor de demanda**

Relación entre la demanda y la carga conectada en una facilidad o una instalación específica [3].

– **Neutro**

Un conductor parte del sistema que no forma parte de las fases, pero proporciona un camino de regreso para la corriente de la fuente. Generalmente los sistemas constan de un conductor neutro, no obstante, hay sistemas que no constan con uno [4].

– **Resistencia**

La oposición al flujo de corriente en un circuito y sea de corriente directa o corriente continua [1].

– **Transformador**

Dispositivo eléctrico que permite cambiar un voltaje en corriente alterna a otro voltaje en corriente alterna [1].

– **Voltaje**

Una medida eléctrica de diferencia de potencial, presión eléctrica o fuerza electromotriz [1].

– **Voltaje de fase**

Cantidad de tensión medida en una sola fase de una carga trifásica o fuente de alimentación [1].

– **Voltaje de línea**

El voltaje medido entre las líneas de un sistema trifásico [1].

2.6 Ubicación geográfica y disposición física del proyecto

La florícola está ubicada al sur de Quito, en el sector de Machachi, en el cantón Mejía dentro de la provincia de Pichincha. Esta florícola consta de 49.67 hectáreas y está compuesta por 37 bloques. A continuación, se muestra la florícola dentro del mapa de todo el Ecuador.



Figura 1: Ubicación geográfica de la florícola en el Ecuador.

En la Figura 2, se muestra también la ubicación de la florícola dentro de la provincia de Pichincha.

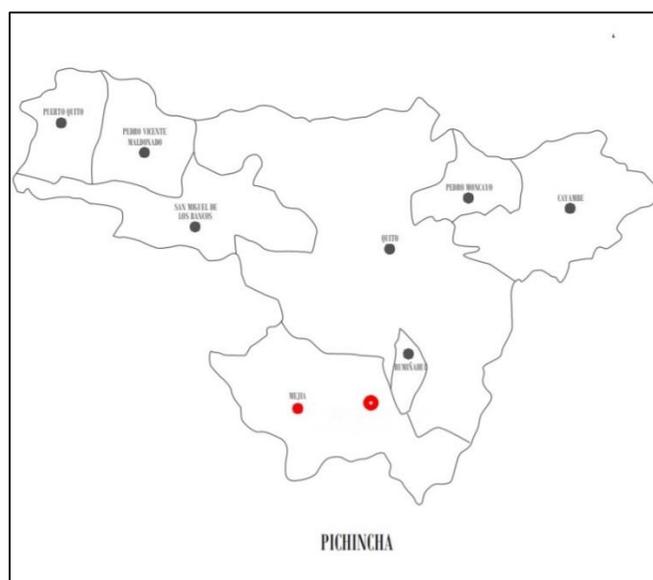


Figura 2: Ubicación geográfica de la florícola en Pichincha.

En la Figura 3, se muestra la ubicación geográfica dentro de una carta topográfica de Machachi.

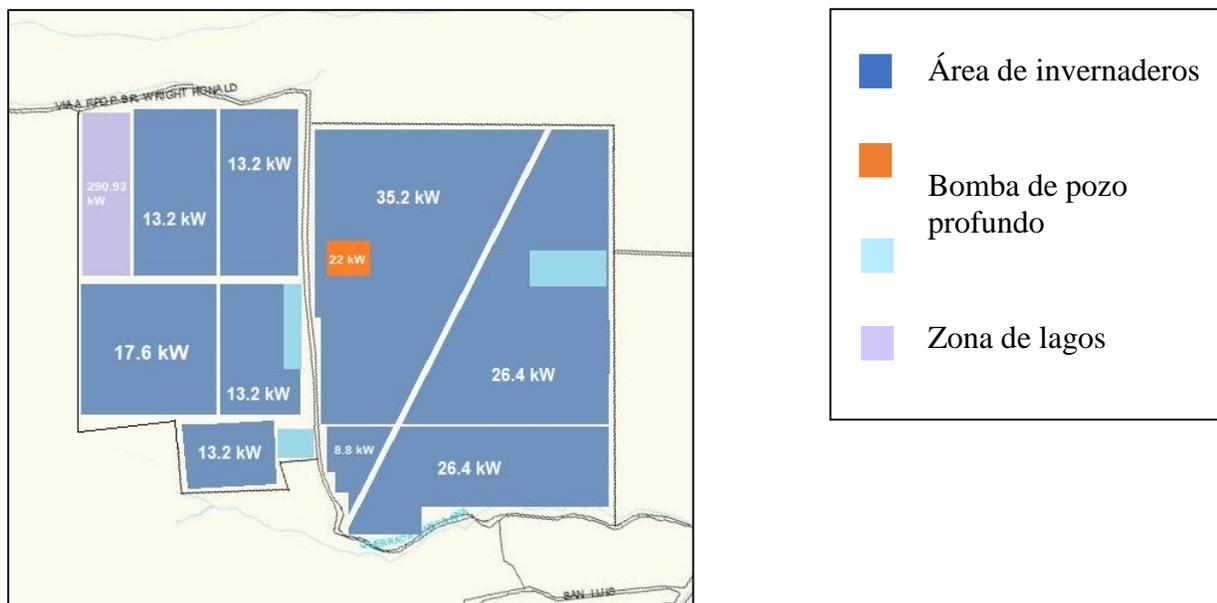


Figura 5: Ubicación geográfica de la carga dentro de la florícola.

Dentro de la florícola, se consta con instalaciones eléctricas con ciertos dispositivos que están en funcionamiento. En la Tabla 4, se detallan las áreas con su respectiva carga actual.

Tabla 4: Detalle de la carga instalada actual de la florícola.

Tag	Cantidad	Servicio	Especificaciones		Ubicación	Carga Total [kW]
			Marca			
88MBP-1 88MBP-2	2	Sistema de bombeo	Marca	Grundfos	Cuarto de Bombas Principal	22
			Voltaje [V]	220-277 D / 380-280 Y		
			Potencia [kW]	11		
			F. Potencia	0.90 - 0.86		
			Corriente [A]	41-35.5 / 23.6 -19.2		
			Eficiencia [%]	89 – 91		
88MIP-1	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Marca	Dostec	Cuarto de Bombas Principal	0.43
			Voltaje [V]	230		
			Potencia [kW]	0.43		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	5.2		
			Eficiencia [%]	--		
088MAP-1	1	Agua limpia	Marca	Siemens	Cuarto de Bombas Principal	7.46
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	7.46		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	16.95		

			Eficiencia [%]	--		
088MGP-1	1	Sistema de goteo	Marca	Siemens	Cuarto de Bombas Principal	22.38
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	22.38		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	50.86		
			Eficiencia [%]	--		
034CPP-1	X1	Computadora	Marca	HP	Cuarto de Bombas Principal	0.35
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.35		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
065TAP-1	1	Tablero de control de agua	Marca	Danish Clean Water	Cuarto de Bombas Principal	7.04
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	7.04		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	32		
			Eficiencia [%]	--		
023HVH-1 023HVH-2 023HVH-3	3	Aire de refrigeración (HVAC)	Marca	Zanotti S.p.A	Cuarto de Hidratación	4.5
		Voltaje [V]	220			
		Potencia [kW]	1.5			
		F. Potencia	--			
			Corriente [A]	10.6		

			Eficiencia [%]	--		
088CMC-1	1	Compresor	Marca	Grundfos	Cuarto de compresor	0.75
			Voltaje [V]	120		
			Potencia [kW]	0.75		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10		
			Eficiencia [%]	--		
088BCB-1	1	Bomba de control	Marca	WEG	Cuarto de bombas 2	3
			Voltaje [V]	220 / 380		
			Potencia [kW]	3		
			F. Potencia	0.85		
			Corriente [A]	8 / 4.63		
			Eficiencia [%]	85		
023HVA-1 023HVA-2 023HVA-3 023HVA-4	4	Aire de refrigeración	Marca	Zanotti S.p.A	Cuartos fríos para almacenamiento	44
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	11		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	40.5		
			Eficiencia [%]	--		
023FEA-1	1	Filtro de absorción de etileno	Marca	KESAir	Cuartos fríos para almacenamiento	0.23
			Voltaje [V]	115		
			Potencia [kW]	0.23		
			F. Potencia	--		

			Corriente [A]	2		
			Eficiencia [%]	--		
023VEE-1	4	Ventiladores	Marca	Daewoo	Área de Empaque	0.28
023VEE-2			Voltaje [V]	120		
023VEE-3			Potencia [kW]	0.07		
023VEE-4			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	0.54		
			Eficiencia [%]	--		
034CPE-1	4	Computadora	Marca	HP	Área de Empaque	1.4
034CPE-2			Voltaje [V]	110		
034CPE-3			Potencia [kW]	0.35		
034CPE-4			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
088BTE-1	1	Banda Transportadora	Marca	Siemens	Área de empaque	0.75
			Voltaje [V]	240 D / 440 Y		
			Potencia [kW]	0.75		
			F. Potencia	0.87		
			Corriente [A]	3.5 / 1.75		
			Eficiencia [%]	--		
088BMU-1	1	Bomba	Marca	Dostec AC	Unidad de ultrafiltración y control de	1.2
			Voltaje [V]	230		
			Potencia [kW]	1.2		

			F. Potencia	--	soluciones de hidratación		
			Corriente [A]	5.2			
			Eficiencia [%]	--			
088BPU-1	1	Bomba servicio post - cosecha	Marca	Lowara	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	0.58	
			Voltaje [V]	220-230D / 380-400Y			
			Potencia [kW]	0.58			
			F. Potencia	--			
			Corriente [A]	1.93D / 1.11Y			
			Eficiencia [%]	--			
088BLU-1	1	Bomba de llenado	Marca	Lowara	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.77	
			Voltaje [V]	220-230D / 380-400Y			
			Potencia [kW]	1.77			
			F. Potencia	--			
			Corriente [A]	5.63D / 3.25Y			
			Eficiencia [%]	--			
088CMU-1	1	Compresor	Marca	Grundfos	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	0.75	
			Voltaje [V]	120			
			Potencia [kW]	0.75			
			F. Potencia	--			
			Corriente [A]	10			
			Eficiencia [%]	--			
088MSU-1	2	Motor	Marca	Grundfos		1.48	
			Voltaje [V]	200-220 D / 346-380 Y			

088MSU-2			Potencia [kW]	0.74	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	
			F. Potencia	0.83-0.76		
			Corriente [A]	3.8 - 4.0 / 2.3 - 2.5		
			Eficiencia [%]	76 - 78.4		
088BPP-1	1	Bomba de pozo profundo	Marca	Grundfos	Bomba de pozo profundo	22
			Voltaje [V]	440		
			Potencia [kW]	22		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	50		
			Eficiencia [%]	--		

Adicionalmente, se proyecta el uso y la instalación de los dispositivos detallados en la Tabla 5 con las áreas y su respectiva carga. Se realizará el diseño eléctrico para abastecer los dispositivos y las cargas mencionadas.

Tabla 5: Detalle de carga proyectada para la florícola.

Tag	Cantidad	Servicio	Especificaciones		Ubicación	Carga Total [kW]
088MBP-3	3	Sistema de Bombeo	Marca	Siemens	Cuarto de bombas principal	66
088MBP-4			Voltaje [V]	220 D / 440 Y		
088MBP-5			Potencia [kW]	22 kW		
			F. Potencia	0.85		

			Corriente [A]	61 / 35.5 A		
			Eficiencia [%]	--		
088MIP-2	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Marca	Baldor Reliances	Cuarto de bombas principal	3.68
			Voltaje [V]	208 - 230 / 460		
			Potencia [kW]	3.68		
			F. Potencia	0.93		
			Corriente [A]	12.6 – 11.6 / 5.8		
			Eficiencia [%]	87.5		
088MIP-3	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Marca	Pedrollo	Cuarto de bombas principal	0.75
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.75		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10		
			Eficiencia [%]	--		
023HVH-4 023HVH-5 023HVH-6	3	Aire de refrigeración	Marca	Zanotti S.p.A	Cuarto de Hidratación	4.5
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	1.5		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10.6		
			Eficiencia [%]	--		
023MRH-1	1	Máquina de refrigeración	Marca	ETL	Cuarto de Hidratación	0.23
			Voltaje [V]	115		
			Potencia [kW]	0.23		
			F. Potencia	--		

			Corriente [A]	2		
			Eficiencia [%]	--		
088BCB-2	1	Bomba de control	Marca	WEG	Cuarto de bombas 2	3.7
			Voltaje [V]	220 / 380 / 440		
			Potencia [kW]	3.7		
			F. Potencia	0.81		
			Corriente [A]	14 / 8.11 / 7		
			Eficiencia [%]	85.5		
023HVA-5 023HVA-6 023HVA-7	3	Aire de refrigeración	Marca	Zanotti S.p.A	Cuartos fríos para almacenamiento	33
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [kW]	11		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	40.5		
			Eficiencia [%]	--		
034CPA-1 034CPA-2	2	Computadora	Marca	HP	Cuartos fríos para almacenamiento	0.70
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.35		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
023MRA-1	1	Máquina de refrigeración	Marca	Century	Cuartos fríos para almacenamiento	0.58
			Voltaje [V]	208 - 230		
			Potencia [kW]	0.58		

			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	5.5		
			Eficiencia [%]	--		
023FEA-2 023FEA-3	2	Filtro de absorción de etileno	Marca	KESAir	Cuartos fríos para almacenamiento	0.46
			Voltaje [V]	115		
			Potencia [kW]	0.23		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	2		
			Eficiencia [%]	--		
098LHF-1/50	50	Lámpara hermética 2x18	Marca	Sylvania	Cuartos fríos para almacenamiento	1.8
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [W]	36		
			F. Potencia	0.9		
			Corriente [A]	0.18		
			Eficiencia [%]	--		
088BTE-2	1	Banda Transportadora	Marca	Siemens	Área de empaque	1.5
			Voltaje [V]	220 D / 440 D		
			Potencia [kW]	1.5		
			F. Potencia	0.78		
			Corriente [A]	6.2 / 3.1		
			Eficiencia [%]	81.5		
098LCE-1/10	10	Lámpara tipo campana LED	Marca	Sylvania	Área de empaque	0.90
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [W]	90		

			F. Potencia	0.9		
			Corriente [A]	2.4		
			Eficiencia [%]	--		
088BLU-2 088BLU-3	2	Bomba de Llenado	Marca	Lowara	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	3.54
			Voltaje [V]	220-230D / 380-400Y		
			Potencia [kW]	1.77		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	5.63D / 3.25Y		
			Eficiencia [%]	--		
088MBU-3	1	Motor para bombeo	Marca	Grundfos	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.28
			Voltaje [V]	208-230 D / 440-480 Y		
			Potencia [kW]	1.28		
			F. Potencia	0.82-0.75		
			Corriente [A]	5.1 - 4.9 / 2.48 - 2.46		
			Eficiencia [%]	83.5-83.8		
023VEI-1	642	Ventiladores	Marca	Priva	Ventilación Invernaderos	141.24
			Voltaje [V]	440		
			Potencia [kW]	0.22		
			F. Potencia	0.83-0.51		
			Corriente [A]	0.6		
			Eficiencia [%]	--		
034CPP-1/8	8	Computadora	Marca	HP	Oficinas primer piso	2.8
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.35		

			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
034IPP-1	1	Impresora	Marca	Epson	Oficinas primer piso	0.07
			Voltaje [V]	100-240		
			Potencia [kW]	0.05-0.07		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	0.5-0.3		
			Eficiencia [%]	--		
034FPP-1	1	Fotocopiadora	Marca	Xerox	Oficinas primer piso	1.3
			Voltaje [V]	220-240		
			Potencia [kW]	1.3		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10		
			Eficiencia [%]	--		
098LLO-1/36	36	Panel LED empotrable circular	Marca	Sylvania	Oficinas primer piso	0.43
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [W]	12		
			F. Potencia	1		
			Corriente [A]	0.054		
			Eficiencia [%]	--		
034CPC-1/6	6	Computadora	Marca	HP	Contabilidad	2.1
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.35		

			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
034IPC-1 034IPC-2	2	Impresora	Marca	Epson	Contabilidad	0.14
			Voltaje [V]	100-240		
			Potencia [kW]	0.05-0.07		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	0.5-0.3		
			Eficiencia [%]	--		
034FPC-1	1	Fotocopiadora	Marca	Xerox	Contabilidad	1.3
			Voltaje [V]	220-240		
			Potencia [kW]	1.3		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10		
			Eficiencia [%]	--		
034CPS-1/16	16	Computadora	Marca	HP	Oficinas segundo piso	5.6
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.35		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	3.18		
			Eficiencia [%]	--		
034IPS-1 034IPS-2	3	Impresora	Marca	Epson	Oficinas segundo piso	0.21
			Voltaje [V]	100-240		
			Potencia [kW]	0.05-0.07		

034IPS-3			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	0.5-0.3		
			Eficiencia [%]	--		
034FPS-1 034FPS-2	2	Fotocopiadora	Marca	Xerox	Oficinas segundo piso	2.6
			Voltaje [V]	220-240		
			Potencia [kW]	1.3		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	10		
			Eficiencia [%]	--		
098LLO- 37/74	38	Panel LED empotrable circular	Marca	Sylvania	Oficinas segundo piso	0.46
			Voltaje [V]	220		
			Potencia [W]	12		
			F. Potencia	1		
			Corriente [A]	0.054		
034RFC-1	1	Refrigeradora	Marca	Indurama	Cafetería	1.8
			Voltaje [V]	120		
			Potencia [kW]	1.8		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	15		
034MIC-1	1	Microondas	Marca	Electrolux	Cafetería	1.05
			Voltaje [V]	120		
			Potencia [kW]	1.05		

			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	8.75		
			Eficiencia [%]	--		
034DAC-1	1	Dispensador de Agua	Marca	Electrolux	Cafetería	0.09
			Voltaje [V]	110		
			Potencia [kW]	0.09		
			F. Potencia	--		
			Corriente [A]	1.5		
			Eficiencia [%]	--		

En la actualidad, la florícola consta con instalaciones realizadas hace más de 20 años, para realizar las instalaciones eléctricas proyectadas, no se permite la reutilización de materiales ni conductores presentes debido a que se encuentran en una muy mala condición. Debido al paso del tiempo, existe un desgaste de la chaqueta de PVC dejando expuesto el cable de cobre de los conductores actualmente instalados. Esto podría causar un daño de los equipos proyectados además de un potencial causante de accidente eléctrico razón por la cual todos los diseños e instalaciones deberán utilizar nuevo material.

En el Gráfico 1, podemos observar la distribución de carga final contabilizando la carga actual y la carga proyectada en kilovatios.

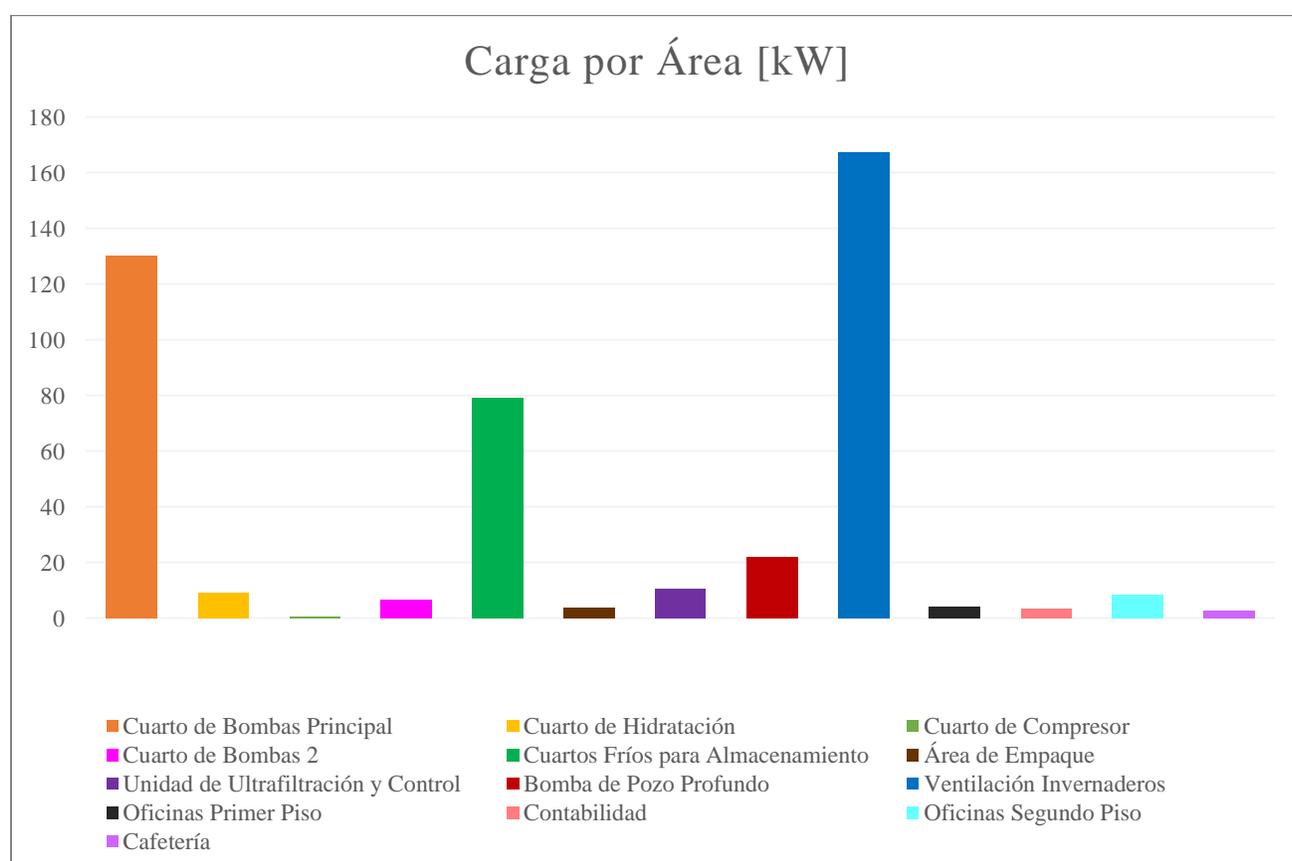


Figura 6. Detalle de carga instalada proyectada para la florícola.

A continuación, en la Tabla 6 se presenta el número de ventiladores en cada uno de los invernaderos de la florícola.

Tabla 6: *Número de ventiladores por invernadero.*

Invernadero	Número de invernaderos	Número de ventiladores
Invernadero 34	1	9
Invernadero 23, 33	2	10
Invernadero 7, 9	2	13
Invernadero 37	1	14
Invernadero 12, 16, 19, 20, 22	5	16
Invernadero 13, 14, 15, 21 ,25 30	6	17
Invernadero 8, 17	2	18
Invernadero 18, 26, 29, 32, 36	5	19
Invernadero 1, 2, 3, 4 ,5, 6, 10, 11, 24, 27, 28, 31, 35	13	20
TOTAL	37	

2.7 Referencias|

[1] Herman, S. L. (2016). Delmar's Standard Textbook of Electricity. Australia: Cengage Learning.

[2] What is Electrical Load? Definition & Types. (2017, March 20). Retrieved from <https://circuitglobe.com/electrical-load.html>.

[3] Deshpande, M. V. (2010). Elements of Electrical Power Station Design. London: Pitman.

[4] Marne, D. J. (2007). McGraw-Hills National Electrical Safety Code (NESC) Handbook. New York: Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers.

[5] Mazda, F. F. (2016). Power Electronics Handbook Components, Circuits and Applications. Oxford: Elsevier Science & Technology.

[6] Giancoli, D. C. (2008). Física para ciencias e ingeniería con física moderna. México: Pearson Educación.

[7] Rees, J., Kjellberg, M., & Kling, S. (2010). Softstarter Handbook

MEMORIA DE CÁLCULO
DEL DISEÑO PARA LA
RED ELÉCTRICA

 ANÁLISIS, DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA UNA FLORÍCOLA.	
Departamento:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Documento:	MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO PARA LA RED ELÉCTRICA
Código del Documento:	USFQ - 0122019 - MCE - 0

Cronograma de revisiones

Revisión	Fecha	Próxima revisión	Revisado por	Aprobado por
A	04/06/2019	B	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	08/07/2019	C	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	11/08/2019	0	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

Historial de revisiones

Revisión	Fecha	Páginas Revisadas	Revisado por	Aprobado por
A	04/06/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	08/07/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	11/08/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

3.1 Objetivo

El objetivo de este documento es presentar el diseño de la red en media tensión para suministrar de energía a una florícola partiendo del primario 24B de Machachi. Para ello, se utiliza el documento de bases y criterios de diseño presentados en el capítulo anterior, en particular el análisis y estudio de carga.

3.2 Alcance

El alcance en este documento comprende la realización del diseño de la red en media tensión de la florícola. Se realiza la definición de la ruta de media tensión, el dimensionamiento y ubicación de los transformadores. Se realiza, además, el cálculo de la caída de voltaje en la red para media y baja tensión.

3.3 Estándares, normas técnicas y bases de diseño

A continuación, se muestran las normas, el capítulo y los temas utilizados en el diseño de la red para la florícola.

Tabla 7. Estándares y normativas utilizadas.

Estándares, normas técnicas y bases de diseño	Capítulo / Sección	Tema
National Electrical Code 2017	2	Wiring and protection.
	3	Wiring methods and materials.
	4	Equipment for general use.
MEER	1	Transformadores en redes de distribución (TR).
	1	Estructuras en redes aéreas de distribución (ES).

Homologación de las unidades de propiedad en sistemas de distribución de energía eléctrica	1	Seccionamiento y protección en redes aéreas de distribución (SP).
	1	Postes redes de distribución (PO).
	1	Acometidas en redes de distribución (AC).
Empresa Eléctrica Quito Normas para Sistemas de Distribución	10	Metodología general
	11	Parámetros de diseño
	12	Dimensionamiento y trazado
	13	Seccionamiento y protecciones
National Electrical Safety Code 2017	9	Grounding methods for electric supply.
	15	Transformers and regulators.
	16	Conductors.
	17	Circuit breakers.
	21	General requirements.
	32	Underground conduit system.

3.4 Ubicación de los transformadores

Existe un primario de media tensión paralelo a la vía principal ubicado a 100 metros de la florícola. El criterio para escoger la ruta que lleva la red de media tensión se enfoca en la facilidad para la construcción, operación y mantenimiento de la red. Se puede observar en la Figura 7 que ésta es la única ruta para llevar la red de media tensión hacia la florícola. A partir de esta línea se derivarán ramales trifásicos para alimentar a cada área en donde se instalarán transformadores trifásicos.

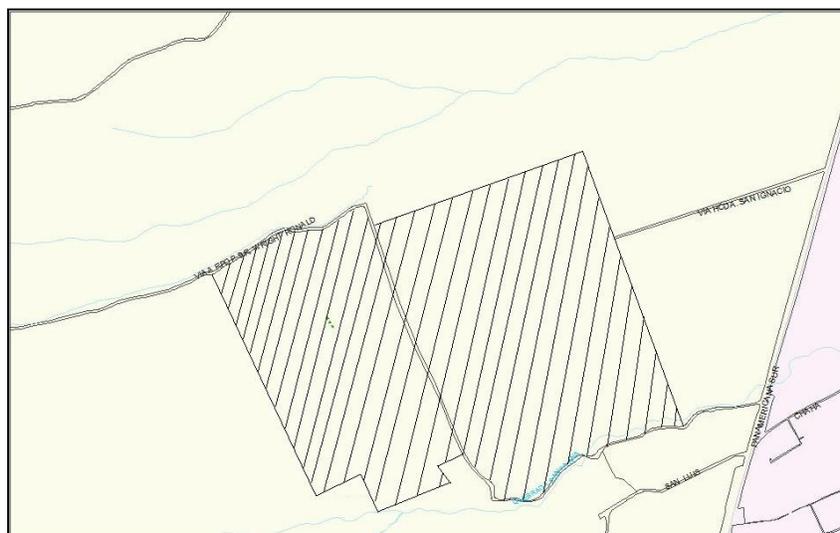


Figura 7. Ubicación geográfica de la florícola.

Otra característica fundamental en este diseño es minimizar el impacto medio ambiental en la zona. En base a la ubicación de los bordillos de las aceras y de la línea de fábrica, se utilizan estructuras con crucetas centradas para así poder respetar el área de seguridad desde la red hacia instalaciones de la florícola. En este caso, se utilizarán circuitos trifásicos con sus respectivas estructuras para un voltaje de 22860/13200 V.

El estudio de caída de tensión determina la necesidad de instalar los transformadores en las siguientes zonas de la florícola:

Tabla 8. Zonas y áreas asociadas para la ubicación de transformadores.

Zona	Áreas Asociadas
1	Cuartos fríos para almacenamiento
2	Área administrativa
	Área de empaque & unidad de ultrafiltración.
3	Cuarto de bombas principal
	Cuarto de hidratación
	Cuarto de compresor
	Cuarto de bombas 2
4	Invernadero 1
	Invernadero 2
	Invernadero 3
	Invernadero 4
	Invernadero 5
	Invernadero 6
	Invernadero 7
	Invernadero 8
	Invernadero 9
	Invernadero 10
Invernadero 16	

	Invernadero 19
	Invernadero 22
	Invernadero 24
	Bomba de pozo profundo
5	Invernadero 11
	Invernadero 12
	Invernadero 13
	Invernadero 14
	Invernadero 15
	Invernadero 27
	Invernadero 30
	Invernadero 33
	Invernadero 34
6	Invernadero 37
	Invernadero 17
	Invernadero 18
	Invernadero 20
	Invernadero 21
	Invernadero 23
Invernadero 25	

	Invernadero 26
	Invernadero 28
	Invernadero 29
	Invernadero 31
	Invernadero 32
	Invernadero 35
	Invernadero 36

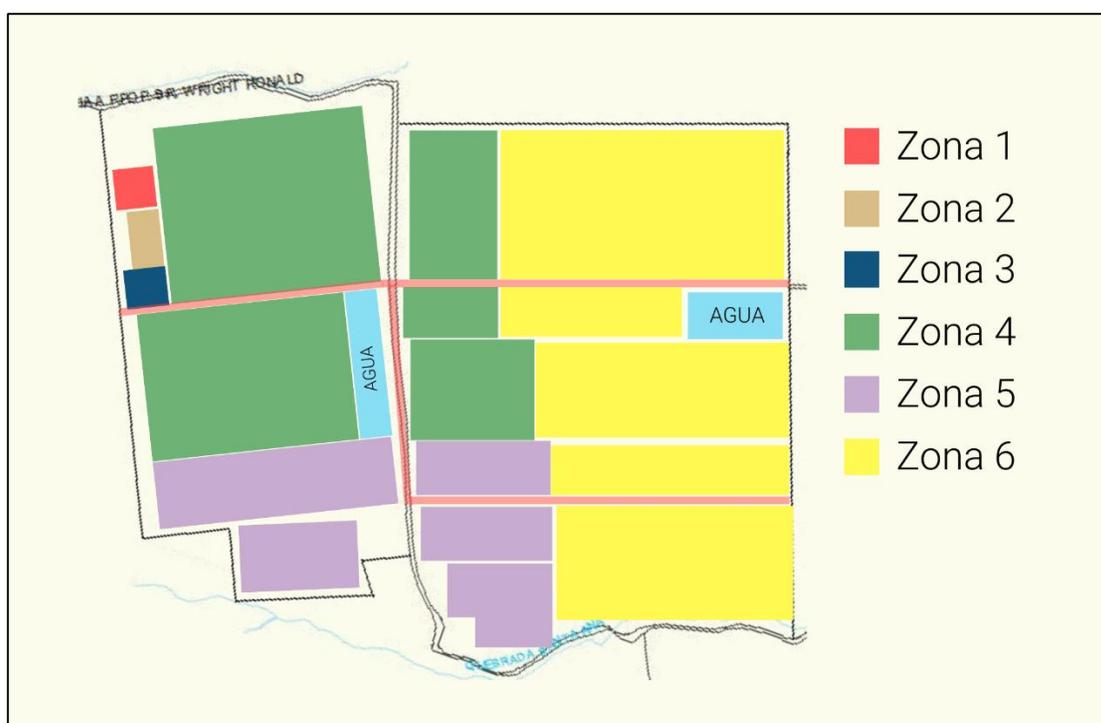


Figura 8. Ubicación geográfica de las zonas de carga para los transformadores

3.5 Cálculo de la demanda

Utilizando las bases y criterios se presenta la demanda con respecto a los horarios y usos durante la jornada de trabajo en la florícola.

A continuación, se presenta un detalle de las cargas con sus respectivas demandas además de los horarios de funcionamiento.

Tabla 9. Detalle de la potencia aparente de la florícola.

Tag	Cantidad	Servicio	Ubicación	Potencia Aparente [KVA]
88MBP-1 88MBP-2	2	Sistema de bombeo	Cuarto de Bombas Principal	25.58
88MIP-1	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Cuarto de Bombas Principal	0.43
088MAP-1	1	Agua limpia	Cuarto de Bombas Principal	7.46
088MGP-1	1	Sistema de goteo	Cuarto de Bombas Principal	22.38
034CPP-1	1	Computadora	Cuarto de Bombas Principal	0.35
065TAP-1	1	Tablero de control de agua	Cuarto de Bombas Principal	7.04
023HVH-1 023HVH-2 023HVH-3	3	Aire de refrigeración (HVAC)	Cuarto de Hidratación	4.5
088CMC-1	1	Compresor	Cuarto de compresor	0.75
088BCB-1	1	Bomba de control	Cuarto de bombas 2	3.53

023HVA-1 023HVA-2 023HVA-3 023HVA-4	4	Aire de refrigeración	Cuartos fríos para almacenamiento	44
023FEA-1	1	Filtro de absorción de etileno	Cuartos fríos para almacenamiento	0.23
023VEE-1 023VEE-2 023VEE-3 023VEE-4	4	Ventiladores	Área de Empaque	0.28
034CPE-1 034CPE-2 034CPE-3 034CPE-4	4	Computadora	Área de Empaque	1.4
088BTE-1	1	Banda Transportadora	Área de empaque	0.86
088BMU-1	1	Bomba	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.2
088BPU-1	1	Bomba servicio post - cosecha	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	0.58
088BLU-1	1	Bomba de llenado	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.77
088CMU-1	1	Compresor	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	0.75
088MSU-1 088MSU-2	2	Motor	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.95
088BPP-1	1	Bomba de pozo profundo	Bomba de pozo profundo	22

Tabla 10: Detalle de la potencia aparente proyectada de la florícola.

Tag	Cantidad	Servicio	Ubicación	Potencia Aparente [KVA]
088MBP-3 088MBP-4 088MBP-5	3	Sistema de Bombeo	Cuarto de bombas principal	77.64
088MIP-2	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Cuarto de bombas principal	3.96
088MIP-3	1	Sistema de inyección continua de fertilizante	Cuarto de bombas principal	0.75
023HVH-4 023HVH-5 023HVH-6	3	Aire de refrigeración	Cuarto de Hidratación	4.5
023MRH-1	1	Máquina de refrigeración	Cuarto de Hidratación	0.23
088BCB-2	1	Bomba de control	Cuarto de bombas 2	4.57
023HVA-5 023HVA-6 023HVA-7	3	Aire de refrigeración	Cuartos fríos para almacenamiento	33
034CPA-1 034CPA-2	2	Computadora	Cuartos fríos para almacenamiento	0.70
023MRA-1	1	Máquina de refrigeración	Cuartos fríos para almacenamiento	0.58
023FEA-2 023FEA-3	2	Filtro de absorción de etileno	Cuartos fríos para almacenamiento	0.46
098LHF-1/50	50	Lámpara hermética 2x18	Cuartos fríos para almacenamiento	2.00
088BTE-2	1	Banda Transportadora	Área de empaque	1.92

098LLE-1/44	44	Lámpara LED 2x18	Área de empaques	1.76
098LCE-1/10	10	Lámpara tipo campana LED	Área de empaques	0.90
088BLU-2 088BLU-3	2	Bomba de Llenado	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	3.54
088MBU-3	1	Motor para bombeo	Unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación	1.71
023VEI-1	642	Ventiladores	Ventilación Invernaderos	170.13
034CPP-1/8	8	Computadora	Oficinas primer piso	2.8
034IPP-1	1	Impresora	Oficinas primer piso	0.07
034FPP-1	1	Fotocopiadora	Oficinas primer piso	1.3
098LLO-1/36	36	Panel LED empotrable circular	Oficinas primer piso	0.36
034CPC-1/6	6	Computadora	Contabilidad	2.1
034IPC-1 034IPC-2	2	Impresora	Contabilidad	0.14
034FPC-1	1	Fotocopiadora	Contabilidad	1.3
034CPS-1/16	16	Computadora	Oficinas segundo piso	5.6

034IPS-1 034IPS-2 034IPS-3	3	Impresora	Oficinas segundo piso	0.21
034FPS-1 034FPS-2	2	Fotocopiadora	Oficinas segundo piso	2.6
098LLO-1/36	38	Panel LED empotrable circular	Oficinas primer piso	0.36
034RFC-1	1	Refrigeradora	Cafetería	1.8
034MIC-1	1	Microondas	Cafetería	1.05
034DAC-1	1	Dispensador de Agua	Cafetería	0.09

023HVH-1	Aire de refrigeración (HVAC)		1,50	[Grid]															
023HVH-2	Aire de refrigeración (HVAC)		1,50	[Grid]															
023HVH-3	Aire de refrigeración (HVAC)		1,50	[Grid]															
023HVH-4	Aire de refrigeración		1,50	[Grid]															
023HVH-5	Aire de refrigeración		1,50	[Grid]															
023HVH-6	Aire de refrigeración		1,50	[Grid]															
023MRH-1	Máquina de refrigeración		0,23	[Grid]															
Tag	Servicio	Zona	S [KVA]																
023VEI-1/252	Ventiladores	4	66,78	[Grid]															
088BPP-1	Bomba de pozo profundo		22,00	[Grid]															
Tag	Servicio	Zona	S [KVA]																
023VEI-253/409	Ventiladores	5	41,61	[Grid]															
Tag	Servicio	Zona	S [KVA]																
023VEI-410/642	Ventiladores	6	61,75	[Grid]															

3.7 Balance de cargas

En la Tablas 12, se muestra el balance de las cargas R-S-T para cada fase en medio voltaje.

Tabla 12. Balance de las cargas zona 1.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
023HVA-1	Aire de refrigeración	1	1	40,50	40,50	40,50
023HVA-2	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
023HVA-3	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
023HVA-4	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
023FEA-1	Filtro de absorción de etileno		1	2,00		
023HVA-5	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
023HVA-6	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
023HVA-7	Aire de refrigeración		1	40,50	40,50	40,50
034CPA-1	Computadora		1		3,18	
034CPA-2	Computadora		1			3,18
023MRA-1	Máquina de refrigeración		1	5,50	5,50	5,50
023FEA-2	Filtro de absorción de etileno		1	2,00		
098LHF-1/17	Lámpara hermética 2x18		17		3,06	3,06
098LHF-18/34	Lámpara hermética 2x18		17	3,06		3,06
098LHF-35/50	Lámpara hermética 2x18		16	2,88	2,88	
023FEA-3	Filtro de absorción de etileno		1		2,00	
TOTAL CORRIENTE [A]				298,94	300,12	298,30

Tabla 13. Balance de las cargas zona 2.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
023VEE-1	Ventiladores	2	1	0,54		
023VEE-2	Ventiladores		1		0,54	
023VEE-3	Ventiladores		1			0,54
023VEE-4	Ventiladores		1	0,54		
034CPE-1	Computadora		1		3,18	
034CPE-2	Computadora		1			3,18
034CPE-3	Computadora		1	3,18		
034CPE-4	Computadora		1		3,18	
088BTE-1	Banda Transportadora		1	3,50	3,50	3,50
088BTE-2	Banda Transportadora		1	6,20	6,20	6,20
098LLE-1/22	Lámpara LED 2x18		22	3,96		3,96
098LLE-22/44	Lámpara LED 2x18		22		3,96	3,96
098LCE-1/10	Lámpara tipo campana LED		5	12,00	12,00	
098LCE-5/10	Lámpara tipo campana LED		5		12,00	12,00
034RFC-1	Refrigeradora		1	15,00		
034MIC-1	Microondas		1			8,75
034DAC-1	Dispensador de Agua		1		1,50	
034CPC-1/2	Computadora		2	6,36		

034CPC-2/3	Computadora		2		6,36	
034CPC-3/4	Computadora		2			6,36
034IPC-1	Impresora		1		0,30	
034IPC-2	Impresora		1		0,30	
034FPC-1	Fotocopiadora		1		10,00	10,00
034CPP-1/4	Computadora		4	12,72		
034CPP-4/8	Computadora		4		12,72	
034IPP-1	Impresora		1		0,30	
034FPP-1	Fotocopiadora		1	10,00		10,00
098LLO-1/36	Panel LED empotrable circular		36		1,94	1,94
034CPS-1/6	Computadora		6			19,08
034CPS-7/12	Computadora		6		19,08	
034CPS-13/16	Computadora		4	12,72		
034IPS-1	Impresora		1	0,30		
034IPS-2	Impresora		1	0,30		
034IPS-3	Impresora		1	0,30		
034FPS-1	Fotocopiadora		1	10,00	10,00	
034FPS-2	Fotocopiadora		1	10,00		10,00
098LLO-37/74	Panel LED empotrable circular		38	2,05	2,05	
088BMU-1	Bomba		1	5,20	5,20	5,20

088BPU-1	Bomba servicio post - cosecha		1	1,93	1,93	1,93
088BLU-1	Bomba de llenado		1	5,63	5,63	5,63
088CMU-1	Compresor		1			10,00
088MSU-1	Motor		1	4,00	4,00	4,00
088MSU-2	Motor		1	4,00	4,00	4,00
088BLU-2	Bomba de Llenado		1	5,63	5,63	5,63
088BLU-3	Bomba de Llenado		1	5,63	5,63	5,63
088MBU-3	Motor para bombeo		1	5,10	5,10	5,10
TOTAL CORRIENTE [A]				146,79	146,23	146,59

Tabla 14. Balance de las cargas zona 3.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
088BCB-1	Bomba de control	3	1	8,00	8,00	8,00
088BCB-2	Bomba de control		1	14,00	14,00	14,00
88MBP-1	Sistema de bombeo		1	41,00	41,00	41,00
88MBP-2	Sistema de bombeo		1	41,00	41,00	41,00
88MIP-1	Sistema de inyección continua de fertilizante		1	5,20	5,20	5,20
088MAP-1	Agua limpia		1	16,95	16,95	16,95
088MGP-1	Sistema de goteo		1	50,86	50,86	50,86
034CPP-1	Computadora		1	3,18		

065TAP-1	Tablero de control de agua		1	32,00	32,00	32,00
088MBP-3	Sistema de Bombeo		1	61,00	61,00	61,00
088MBP-4	Sistema de Bombeo		1	61,00	61,00	61,00
088MBP-5	Sistema de Bombeo		1	61,00	61,00	61,00
088MIP-2	Sistema de inyección continua de fertilizante		1	12,60	12,60	12,60
088MIP-3	Sistema de inyección continua de fertilizante		1	10,00	10,00	10,00
088CMC-1	Compresor		1			10,00
023HVH-1	Aire de refrigeración (HVAC)		1	10,60	10,60	10,60
023HVH-2	Aire de refrigeración (HVAC)		1	10,60	10,60	10,60
023HVH-3	Aire de refrigeración (HVAC)		1	10,60	10,60	10,60
023HVH-4	Aire de refrigeración		1	10,60	10,60	10,60
023HVH-5	Aire de refrigeración		1	10,60	10,60	10,60
023HVH-6	Aire de refrigeración		1	10,60	10,60	10,60
023MRH-1	Máquina de refrigeración		1		3,00	
TOTAL CORRIENTE [A]				481,39	481,21	488,21

Tabla 15. Balance de las cargas zona 4.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
023VEI-1/252	Ventiladores	4	252	151,20	151,20	151,20
088BPP-1	Bomba de pozo profundo		1	50,00	50,00	50,00
TOTAL CORRIENTE [A]				201,20	201,20	201,20

Tabla 16. Balance de las cargas zona 5.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
023VEI-253/409	Ventiladores	5	157	94,20	94,20	94,20
TOTAL CORRIENTE [A]				94,20	94,20	94,20

Tabla 17. Balance de las cargas zona 6.

Tag	Servicio	Zona	Cant.	R	S	T
023VEI-410/642	Ventiladores	6	233	139,80	139,80	139,80
TOTAL CORRIENTE [A]				139,80	139,80	139,80

3.8 Capacidad de los transformadores

En la Figura 9, se muestra un detalle de las zonas 1, 2 y 3.

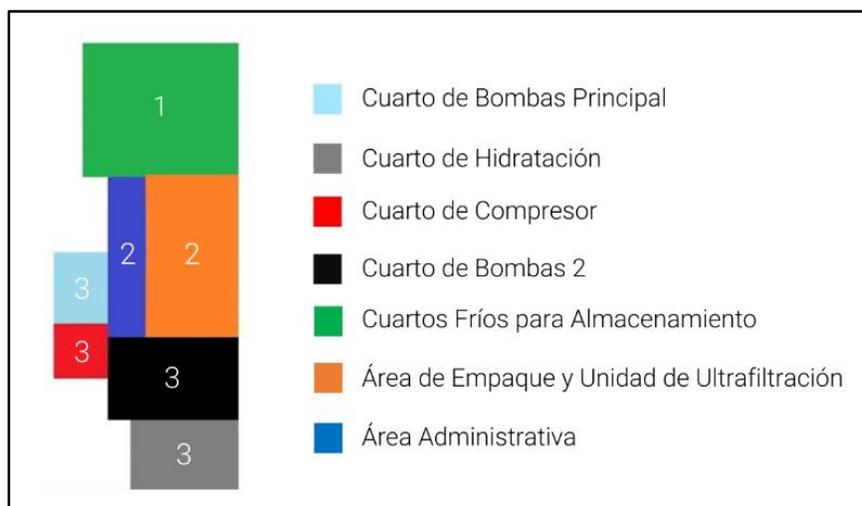


Figura 9. Detalle de cargas en las zonas 1, 2, 3.

En la Tabla 18, se muestra las capacidades estándares de mercado de transformadores trifásicos y monofásicos de la empresa Intra.

Tabla 18. Capacidades normalizadas de transformadores

Transformadores Monofásicos Convencionales	Transformadores Trifásicos Convencionales	Transformadores Trifásicos Padmounted
Potencia Nominal [KVA]	Potencia Nominal [KVA]	Potencia Nominal [KVA]
5	30	30
10	50	50
15	75	75
25	100	100
37.5	125	125
50	150	150
75	200	200
100	250	250
167	300	300

250	400	400
300	500	500

Se procede a continuación, a determinar la capacidad de los transformadores. Se debe tomar en cuenta que el montaje de transformadores se ve limitado por el peso de estos. Por esta razón, 75 KVA es la potencia máxima para un transformador trifásico de convencional en un solo poste y hasta 125 KVA en doble poste. Para mayores potencias se requiere realizar un diseño de una cámara de transformación independiente.

En todos los casos se contabiliza la capacidad de cada transformador en base a la sumatoria de elementos que pertenecen a la carga conectada además de un 10% de reserva que contempla futuros crecimientos y los picos de arranque que existen cuando tienen motores conectados al transformador.

Zona No. 1:

Esta zona reúne los cuartos fríos dentro de la florícola que permiten preservar y mantener a las rosas en su mejor estado hasta ser distribuidas o exportadas. Como se puede observar, la corriente total de la Zona 1 es de 300.12 A, es decir 114.30 KVA. Se decide colocar un transformador exclusivo para esta área debido a los picos de arranque que se producen en los cuartos fríos al ingresar o retirar producto dentro de los cuartos fríos. Por tanto, se elige utilizar un transformador convencional de 125 KVA dentro de una cámara de transformación. Si bien el 10% de la carga total resultaría en un transformador de 125.70 KVA, en el mercado nacional, los fabricantes de transformadores mantienen como un valor estándar para la fabricación, transformadores de 125 KVA trifásico convencional. Se denominará al transformador de esta área CT-01.

Zona No. 2:

En esta zona se agrupan tres áreas de la florícola. La primera es el área administrativa, que incluye las oficinas y la cafetería, la segunda es el área de empaque y clasificación de las rosas y finalmente la tercera es la unidad de ultrafiltración y control de soluciones de hidratación. Se toma esta decisión a partir del hecho de que los motores utilizados en estas áreas no son de una potencia elevada y los picos no generan mayor impacto en la red. La corriente total es de 146.79 A es decir,

la carga total es 54.41 KVA. Tomando en cuenta el crecimiento futuro se tiene 59.85 KVA. Se escoge por consiguiente un transformador trifásico de 75 KVA. Se denominará al transformador de esta área CT-02.

Zona No. 3:

Esta zona es de gran importancia para la florícola ya que aquí se encuentran todas las bombas que alimentan a los procesos para el cultivo. Se considera también el cuarto de hidratación, el cuarto de compresión y el cuarto de bombas 2. Nuevamente, a esta zona se le designa un transformador exclusivo como consecuencia de los picos de arranque y su incidencia dentro de la red. La corriente total es de 481.39 A, la carga de la Zona 3 es de 186.03 KVA lo que conlleva a utilizar un transformador trifásico de 200 KVA. Se denominará al transformador de esta área CT-03.

Zona No. 4:

Esta zona consiste en catorce invernaderos de rosas que incluyen a los invernaderos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 19, 22 y 24. El número de ventiladores en estos invernaderos es de 252. La corriente total es de 151.20 A y la carga es de 115.22 KVA. A esto se le añade la bomba de pozo profundo que tiene una potencia de 50 KVA. Se tiene que tomar en cuenta que el transformador trabaja de 6am a 8am con los ventiladores y la bomba de pozo profundo desde las 8am hasta las 5 pm. La potencia máxima del transformador continúa siendo 115.22 KVA. A esto se le añade el 10% de reserva con lo cual se tiene una carga total de 126.75 KVA. A la Zona 4 se le designa un transformador de 125 KVA. Se denominará al transformador de esta zona CT-04.

Zona No. 5:

Esta zona consiste en diez invernaderos de rosas que incluyen a los invernaderos 11,12, 13, 14, 15, 27, 30, 33, 34 y 37. El número de ventiladores en estos invernaderos es de 157. La corriente es 94.2 A y la carga es de 71.80 KVA. A esto se le añade el 10% de reserva con lo cual a la Zona 5 se le designa un transformador de 75 KVA. Se denominará al transformador de esta área CT-05.

Zona No. 6:

Esta zona consiste en diez invernaderos de rosas que incluyen a los invernaderos 17, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 35 y 36. El número de ventiladores en estos invernaderos es de 233. La corriente es de 139.8 A y la carga es de 106.54 KVA. A esto se le añade el 10% de reserva con lo

cual se tiene una carga total de 117.2 KVA. A la Zona 6 se le designa un transformador de 125 KVA. Se denominará al transformador de esta área CT-06.

Una vez definida la capacidad de los transformadores en cada zona se presenta una tabla donde se resume las capacidades de los centros de transformación para esta florícola.

Tabla 19. Resumen de capacidades y tipos de centros de transformación.

Transformador	Potencia Nominal [KVA]	Tipo
CT-01	125	Trifásico
CT-02	75	Trifásico
CT-03	200	Trifásico
CT-04	125	Trifásico
CT-05	75	Trifásico
CT-06	125	Trifásico

3.9 Cálculo de ampacidad

Según el literal 430.24 que se muestra en la Figura 10, los conductores que suministran a varios motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de lo siguiente:

125 por ciento de la corriente a plena carga del motor con la corriente más elevada.

<p>430.24 Several Motors or a Motor(s) and Other Load(s). Conductors supplying several motors, or a motor(s) and other load(s), shall have an ampacity not less than the sum of each of the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 125 percent of the full-load current rating of the highest rated motor, as determined by 430.6(A) (2) Sum of the full-load current ratings of all the other motors in the group, as determined by 430.6(A) (3) 100 percent of the noncontinuous non-motor load (4) 125 percent of the continuous non-motor load. <p>Informational Note: See Informative Annex D, Example No. D8.</p> <p><i>Exception No. 1: Where one or more of the motors of the group are used for short-time, intermittent, periodic, or varying duty, the ampere rating of such motors to be used in the summation shall be determined in accordance with 430.22(E). For the highest rated motor, the greater of either the ampere rating from 430.22(E) or the largest continuous duty motor full-load current multiplied by 1.25 shall be used in the summation.</i></p> <p><i>Exception No. 2: The ampacity of conductors supplying motor-operated fixed electric space-heating equipment shall comply with 424.3(B).</i></p> <p><i>Exception No. 3: Where the circuitry is interlocked so as to prevent simultaneous operation of selected motors or other loads, the conductor ampacity shall be permitted to be based on the summation of the currents of the motors and other loads to be operated simultaneously that results in the highest total current.</i></p>

Figura 10. Artículo 430.24 NEC

Las variables de entrada y salida para el cálculo de la ampacidad del alimentador para cada una de las zonas son las siguientes:

Tabla 20. Parámetros para el cálculo de la ampacidad.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	?	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	Valor correspondiente a cada zona	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	Valor correspondiente a cada zona	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

$$Ampacidad = \sum_{i=1}^{n-1} (I_{mg} \times 1.25) + I_i$$

En donde,

- I_{mg} es la corriente más alta del motor dentro de cada circuito.
- $\sum_{i=1}^{n-1} I_i$ es la sumatoria de las corrientes del resto de equipos del circuito.
- *Ampacidad* es la ampacidad total del alimentador.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de la ampacidad para los alimentadores principales de cada zona.

Tabla 21. Cálculo de la ampacidad en la Zona 1.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	310.25	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	40.50	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande

$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	259.62	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.
------------------------	--------	----------	--

Tabla 22. Cálculo de la ampacidad en la Zona 2.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	150.54	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	15.00	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	131.79	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 23. Cálculo de la ampacidad en la Zona 3.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	496.64	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	61.00	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	420.39	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 24. Cálculo de la ampacidad en la Zona 4.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	151.35	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	0.75	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	150.6	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 25. Cálculo de la ampacidad en la Zona 5.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	94.35	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	0.75	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	93.60	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 26. Cálculo de la ampacidad en la Zona 6.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Ampacidad</i>	139.95	Amperios	Ampacidad del alimentador
I_{mg}	0.75	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande

$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	139.20	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.
------------------------	--------	----------	--

3.10 Cálculo de Conductores.

3.10.1 Características del tipo de conductor

Para todos los alimentadores se escoge el cable TTU. Es un conductor de cobre que tiene un rango de 0.6 a 2 kV, aislado con polietileno, chaqueta de policloruro de vinilo o también conocido como PVC, resistente a la humedad y calor. Es un tipo de conductor que puede ser enterrado directamente. Los conductores TTU son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales y comerciales, son especialmente aptos para instalaciones a la intemperie o directamente enterrados.

3.10.2 Cálculo del calibre del alimentador

Se debe contemplar el calibre tomando en la ampacidad que corresponde a cada zona.

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A).]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

Figura 11. Tabla 310.16 NEC

Utilizando la tabla de la Figura 11, se determinan los calibres del conductor para cada zona de la florícola.

Tabla 27. Cálculo de calibres para alimentadores en cada zona.

No. Zona	Ampacidad [A]	Calibre del Alimentador tipo TTU
1	310.25	2x2/0 por fase
2	150.54	1x2/0 por fase

3	496.64	3x2/0 por fase
4	151.35	1x2/0 por fase
5	94.35	1x2 por fase
6	139.95	1x1/0 por fase

3.11 Cálculo de caída de tensión

3.11.1 Cálculo de caída en media tensión

La Figura 12 muestra el esquema de media tensión donde, se observan a los centros de transformación, distancias y demandas en la florícola.

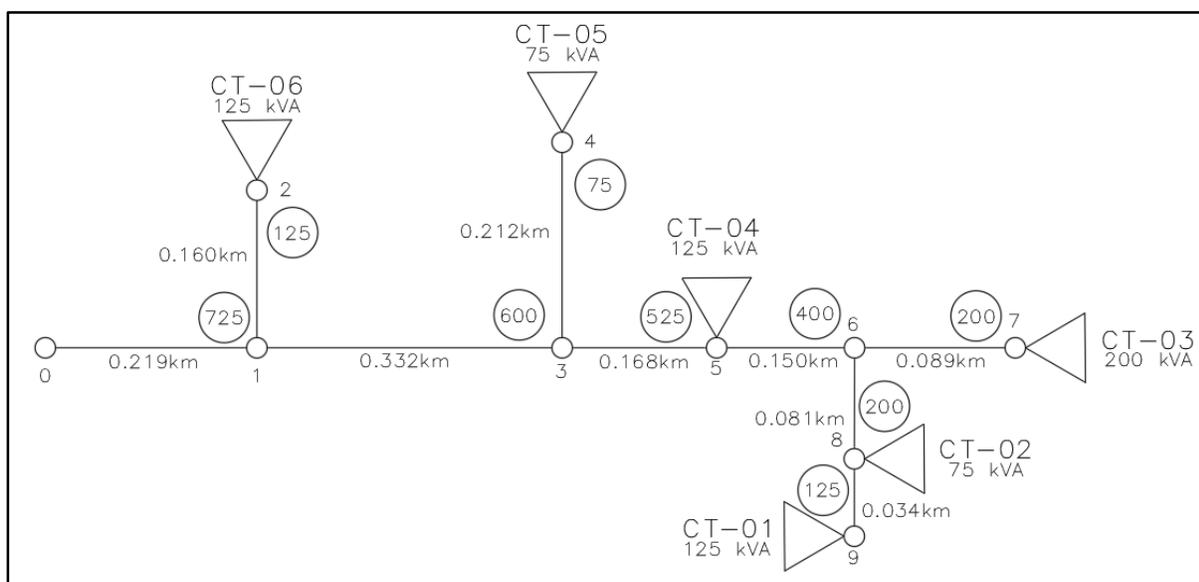


Figura 12. Esquema en media tensión

La Tabla 28 detalla la relación entre kVA – Km para tener un máximo de 1% de caída de voltaje. De acuerdo con la Empresa Eléctrica Quito el calibre del conductor es #2 por tanto, se escoge la relación kVA - Km de 4490 para una red de 22860/13200V trifásica.

Tabla 28. Relación kVA – Km para 1% de caída de voltaje

REDES AÉREAS						
MATERIAL CONDUCTOR: ALEACIÓN DE ALUMINIO ASC						
CONDUCTOR		kVA - Km PARA 1% DE CAÍDA DE VOLTAJE				
SECCIÓN	CALIBRE	6,3 kV		22,8GrdY/13,2 kV		13,2GrdY/7,62 kV
mm ²		3 φ	1 φ	3 φ	1 φ	1 φ
21	4	230	115	3010	1500	495
34	2	345	172	4490	2230	735
54	1/0	500	253	6540	3230	1065
68	2/0	600	303	7800	3845	1270
85	3/0	720	360	9220	4530	1495
107	4/0	840	423	10785	5290	1740

Los cálculos para máximo 1% de caída de voltaje en la florícola se muestran a continuación en la Tabla 29 donde se muestra el cálculo de la caída de tensión en cada tramo de la red y el acumulado

Tabla 29. Cómputo de caída en media tensión.

FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA EN MEDIA TENSIÓN	
TIPO DE INSTALACIÓN	Aérea
VOLTAJE	22860/13200 V
Nº FASES	3
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE	0,01

ESQUEMA										
ESQUEMAS					LÍNEA			COMPUTO		
TRAMO		TRANSFORMADO R		CARGA	N° DE FASES	CONDUCTOR		kVA - KM [C2*C5]	Δ V %	
DESIGNACIÓ N	LONG. (KM)	N°	kVA	TOTAL kVA		CALIBR E	kVA - KM		PARCIA L [C9/C8]	TOTAL ACUMULAD O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 - 1	0,219	--	--	725	3	2	4490	158,78	0,035	0,035
1 - 2	0,160	CT - 06	125	125	3	2	4490	20,00	0,004	0,040
1 - 3	0,332	--	--	600	3	2	4490	199,20	0,044	0,084
3 - 4	0,212	CT - 05	75	75	3	2	4490	15,90	0,004	0,088
3 - 5	0,168	CT - 04	125	525	3	2	4490	88,20	0,020	0,107
5 - 6	0,150	--	--	400	3	2	4490	60,00	0,013	0,121
6 - 7	0,089	CT - 03	200	200	3	2	4490	17,80	0,004	0,125
6 - 8	0,081	CT - 02	75	200	3	2	4490	16,20	0,004	0,128
8 - 9	0,034	CT - 01	125	125	3	2	4490	4,25	0,001	0,129

El total de la caída en media tensión es de 0.13% con conductor de aluminio de calibre #2.

3.11.2 Cálculo de caída de alimentadores secundarios

Para el cálculo de la caída de voltaje en los alimentadores secundarios de los transformadores CT-01, CT-02 y CT-03, que sirven a las Zona 1, 2 y 3 hasta su respectivo tablero de distribución principal, se utiliza el programa Volts desarrollado por Dolphins Software versión 6.10 aceptado por la Empresa Eléctrica Quito que permite realizar el cálculo de porcentaje de pérdidas de voltaje

en un conductor con una distancia definida. Se muestra a continuación el reporte obtenido para los centros de transformación mencionados anteriormente.

Tabla 30. Reporte de caídas de voltaje en alimentadores principales para CT-01,02 y 03.

Description	Qty	Ø	Current Typ	kVA (rated)	Amp (rated)	Volts (rated)	Distance	Volt Drop	Volt Drop %	Volts (act)	Cdtr Size	Cdtr Qty	Neut. Size
CT - 01	1	3	AC	125.00	328.04	220	20 Meters	0.95	0.43%	219.05	2/0	6	3/0
CT - 02	1	3	AC	75.00	196.82	220	20 Meters	0.90	0.41%	219.10	1/0	6	1/0
CT - 03	1	3	AC	200.00	524.86	220	15 Meters	0.76	0.34%	219.24	2/0	9	3/0

Para las zonas 4, 5 y 6 no se realiza este cálculo pues la distancia entre el transformador y su tablero de distribución principal es despreciable.

3.11.3 Cálculo de caídas de voltaje en baja tensión

Para el cálculo de caída en baja tensión se utiliza la Tabla 25 para redes subterráneas tomado las normas de sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Quito. Se calcula la caída desde el tablero de distribución principal a través de los circuitos de distribución hasta las derivaciones de las cargas mencionadas en este estudio. Este cálculo permite determinar la ubicación de los transformadores en las zonas 4, 5 y 6 de tal manera que se minimicen las caídas de voltaje en los conductores. El cálculo está realizado en base a la Tabla 31 en donde se muestra el conductor, la relación kVA – m y el límite térmico para redes subterráneas en baja tensión.

Tabla 31. Conductor, relación kVA – m, límite térmico redes subterráneas en baja tensión.

REDES SUBTERRÁNEAS					
MATERIAL CONDUCTOR: COBRE AISLADO					
CONDUCTOR		KVA - M		LÍMITE TÉRMICO KVA	
SECCIÓN mm ²	CALIBRE AWG	3 φ	1 φ	3 φ	1 φ
13	6	330	215	42	28
21	4	510	335	57	38
34	2	775	510	71	47
54	1/0	1170	780	88	58
68	2/0	1430	960	109	72
85	3/0	1730	1160	122	80
107	4/0	2090	1410	141	93
127	250 MCM	2360	1605	158	104
152	300 MCM	2700	1850	175	115

Zona 4

En la Figura 13 se muestra el esquema en media tensión donde se observan distancias, usuarios y demandas en esta zona.

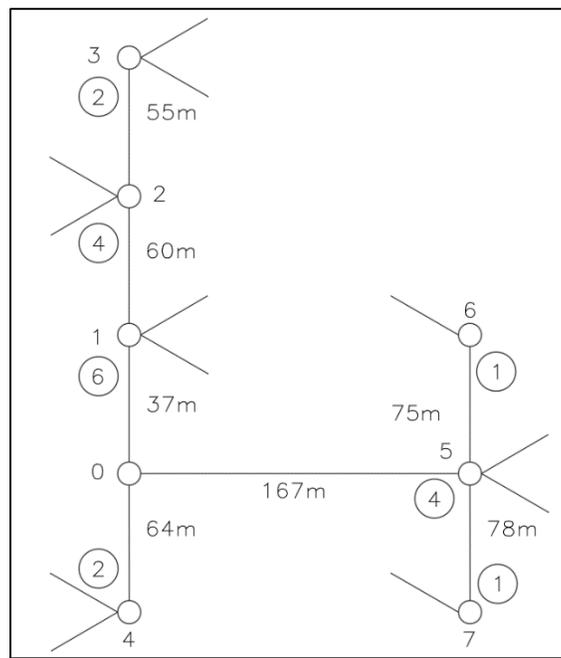


Figura 13. Esquema en baja tensión de la zona 4.

Los cálculos para máximo 3% de caída de voltaje en esta zona se muestran a continuación en la Tabla 32.

Tabla 32. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 4.

FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE BAJA TENSIÓN	
TIPO DE INSTALACIÓN	Subterránea
VOLTAJE	440 / 255 V
Nº FASES	3
ZONA	4
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE	3%
ESQUEMA	

ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	Δ V %		
DESIGNACIÓN	LONG. (M)						PARCIAL [C8*C7]	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TRAMO 0 - 3									
0 - 1	37	6	28,50	1/0		1170	1054,50	0,901	0,901
1 - 2	60	4	19,00	1/0		1170	1140,00	0,974	1,876
2 - 3	55	2	9,50	1/0		1170	522,50	0,447	2,322
TRAMO 0 - 7									
0 - 4	64	2	9,50	3/0		1730	608,00	0,351	0,351
0 - 5	167	4	19,00	3/0		1730	3173,00	1,834	2,186
5 - 6	75	1	4,75	3/0		1730	356,25	0,206	2,391
5 - 7	78	1	4,75	3/0		1730	370,50	0,214	2,606

Zona 5

En la Figura 14 se muestra el esquema en media tensión donde se observan distancias, usuarios y demandas en esta zona.

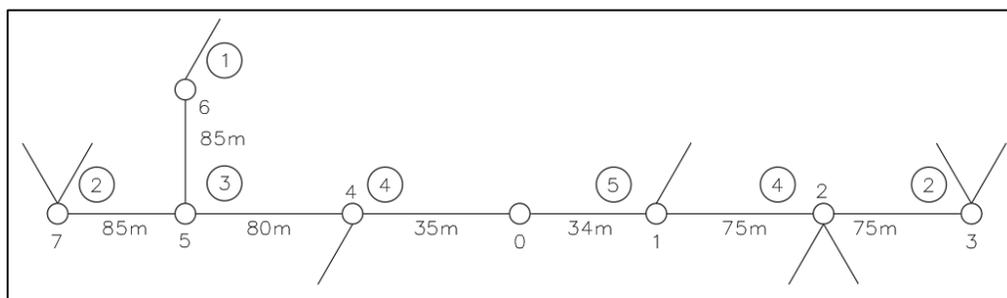


Figura 14. Esquema en baja tensión de la zona 5.

Los cálculos para máximo 3% de caída de voltaje en esta zona se muestran a continuación en la Tabla 33.

Tabla 33. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 5.

FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE BAJA TENSIÓN										
TIPO DE INSTALACIÓN		Subterránea								
VOLTAJE		440 / 255 V								
N° FASES		3								
ZONA		5								
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE		3%								
ESQUEMA										
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO			
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBR E	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m [C2*C4]	Δ V %		
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
TRAMO 0 - 3										
0 - 1	34	5	20,81	1/0		1170	707,54	0,605	0,605	
1 - 2	75	4	16,64	1/0		1170	1248,00	1,067	1,671	
2 - 3	75	2	8,32	1/0		1170	624,00	0,533	2,205	
TRAMO 0 - 7										
0 - 4	35	4	16,64	1/0		1170	582,40	0,498	0,498	

4 - 5	80	3	12,48	1/0		1170	998,40	0,853	1,351
5 - 6	85	1	4,16	1/0		1170	353,60	0,302	1,653
5 - 7	85	2	8,32	1/0		1170	707,20	0,604	2,258

Zona 6

En la Figura 15 se muestra el esquema en media tensión donde se observan distancias, usuarios y demandas en esta zona.

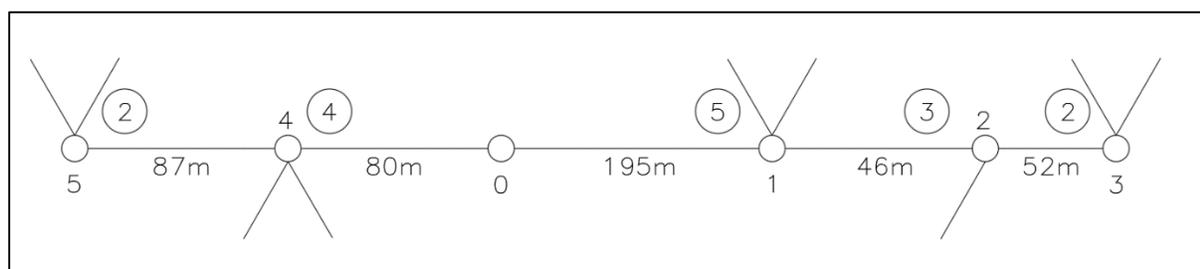


Figura 15. Esquema en baja tensión de la zona 6.

Los cálculos para máximo 3% de caída de voltaje en esta zona se muestran a continuación en la Tabla 34.

Tabla 34. Cómputo de caída en bajo voltaje para la zona 6.

FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE BAJA TENSIÓN	
TIPO DE INSTALACIÓN	Subterránea
VOLTAJE	440 / 254 V
Nº FASES	3
ZONA	6
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE	3%
ESQUEMA	

ESQUEMAS		DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO			
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBR E	kVA (LT)	kVA - m	Δ V %		
DESIGNACIÓN	LONG. (M)						PARCIAL	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TRAMO 0 - 3									
0 - 1	195	5	23,75	4/0		2090	4631,25	2,216	2,216
1 - 2	46	3	14,25	4/0		2090	655,50	0,314	2,530
2 - 3	52	2	9,50	4/0		2090	494,00	0,236	2,766
TRAMO 0 - 5									
0 - 4	80	4	19,00	1/0		1170	1520	1,299	1,299
4 - 5	87	2	9,50	1/0		1170	826,5	0,706	2,006

3.12 Cálculo de las protecciones

3.12.1 Cálculo de protecciones de la red en media tensión

Para el cálculo de las protecciones de la red en media tensión se toma en cuenta las dimensiones de los transformadores en cada zona y la normativa de la Empresa Eléctrica Quito que se presenta en la Tabla 35.

Tabla 35. Protecciones de la red de media tensión.

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS CONVENCIONALES CON RED DE BV CON CONDUCTOR AAC O CABLE PREENSAMBLADO												
TRANSFORMADOR (kVA)	VOLTAJE PRIMARIO									VOLTAJE SECUNDARIO		
	22,8 kV			13,2 kV			6,0 kV			220 / 127 V		
	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO
30	0.76	2H		1.31	3H		2.75	5H		78.73	63	02621106
50	1.26	3H		2.19	5H		4.58	10K		131.22	125	02621112
75	1.89	5H		3.28	8K		6.87	15K		196.82	160	02621116
100	2.53	6K		4.37	10K		9.16	15K		262.43	224	02621222
112.5	2.84	6K		4.92	10K		10.31	20K		295.24	224	02621222
125	3.16	6K		5.47	12K		11.46	20K		328.04	250	02621125
150	3.79	8K		6.56	12K		13.75	25K		393.65	400	
180	4.55	8K		7.87	15K		16.50	25K		472.38	400	
200	5.05	10K		8.75	15K		18.33	30K		524.86	500	
225	5.68	12K		9.84	20K		20.62	40K		590.47	500	
250	6.31	15K		10.93	20K		22.91	40K		656.08	600	
300	7.58	15K		13.12	25K		27.49	65K		787.30	600	
315	7.95	15K		13.78	25K		28.87	65K		826.66	630	
400	10.1	20K		17.49	40K		36.66	65K		1049.73	800	
500	12.63	25K		21.87	40K		45.82	100HHC		1312.16	INTER. TERMOMAG.	
630	15.91	30K		27.55	65K		57.73	100HHC		1653.32	INTER. TERMOMAG.	
750	18.94	50K		32.80	65K		68.73	100HHC		1968.24	INTER. TERMOMAG.	
800	20.2	50K		34.99	65K		73.31	100HHC		2099.46	INTER. TERMOMAG.	
1000	25.25	65K		43.74	80K		91.64	160HHC		2624.32	INTER. TERMOMAG.	

La Tabla 36 muestra los transformadores por zona, su capacidad y la protección seleccionada de acuerdo con el criterio anterior.

Tabla 36. Protecciones de la red de media tensión.

No. Zona	Transformador [kVA]	Fusible
1	125	6K
2	75	5H
3	200	10K
4	125	6K

5	75	5H
6	125	6K

Con respecto al seccionador principal se realiza en base a toda la demanda en kVAs de la florícola.

Tabla 37. *Seccionador principal de la florícola.*

Demanda Total [kVA]	Fusible
725	50K

3.12.2 Cálculo de protecciones de alimentadores secundarios

De acuerdo con el artículo 240.4 (B) del NEC si la ampacidad de un cable alimentador no coincide con el valor estándar del dispositivo de protección contra sobre corriente entonces se utiliza el inmediato superior siempre y cuando la ampacidad no supere los 800 amperios. En base a la corriente de los motores que constan en la Tabla 430.52 del NEC, se dimensionan los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra utilizando los factores de multiplicación basados en el tipo de motor y el dispositivo de protección.

Type of Motor	Percentage of Full-Load Current			
	Nontime Delay Fuse ¹	Dual Element (Time-Delay) Fuse ¹	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker ²
Single-phase motors	300	175	800	250
AC polyphase motors other than wound-rotor	300	175	800	250
Squirrel cage — other than Design B energy-efficient	300	175	800	250
Design B energy-efficient	300	175	1100	250
Synchronous ³	300	175	800	250
Wound rotor	150	150	800	150
Direct current (constant voltage)	150	150	250	150

Figura 16. Tabla 430.52 NEC

En este caso se selecciona el porcentaje de 250 para motores trifásicos con un breaker de tiempo inverso.

$$Protección = \sum_{i=1}^{n-1} (I_{mg} \times 2.5) + I_i$$

En donde,

- I_{mg} es la corriente más alta del motor dentro de cada circuito.
- $\sum_{i=1}^{n-1} I_i$ es la sumatoria de las corrientes del resto de equipos del circuito.
- *Protección* es la capacidad medida en amperios del breaker del alimentador principal.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de las protecciones para los alimentadores principales de cada zona.

Tabla 38. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 1.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	360.87	Amperios	Protección del alimentador
I_{mg}	40.50	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	259.62	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 39. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 2.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	169.29	Amperios	Protección del alimentador
I_{mg}	15.00	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	131.79	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 40. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 3.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	572.89	Amperios	Protección del alimentador
I_{mg}	61.00	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande

$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	420.39	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.
------------------------	--------	----------	--

Tabla 41. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 4.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	152.10	Amperios	Protección del alimentador
I_{mg}	1.50	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	150.6	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 42. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 5.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	95.10	Amperios	Protección del alimentador
I_{mg}	1.50	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	93.60	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Tabla 43. Cálculo de la protección del alimentador en la Zona 6.

Parámetros	Valor	Unidad	Descripción
<i>Protección</i>	140.70	Amperios	Protección del alimentador

I_{mg}	1.50	Amperios	Corriente a plena carga del motor más grande
$\sum_{i=1}^{n-1} I_i$	139.20	Amperios	Sumatoria de las corrientes a plena carga de todos los elementos en el circuito.

Después de realizar los cálculos se procede a designar a cada alimentador principal la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra. Se escogen los valores estándares mostrados en el artículo 240.6 del NEC y se constata su disponibilidad en el mercado.

240.6 Standard Ampere Ratings.

(A) Fuses and Fixed-Trip Circuit Breakers. The standard ampere ratings for fuses and inverse time circuit breakers shall be considered 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, and 6000 amperes. Additional standard ampere ratings for fuses shall be 1, 3, 6, 10, and 601. The use of fuses and inverse time circuit breakers with nonstandard ampere ratings shall be permitted.

Figura 17. Norma 240.6 NEC

Tabla 44. Protecciones estándares para los alimentadores principales.

No. Zona	Protección [A]	Breaker / Polo
1	360.87	400 A / 3P
2	169.29	175 A / 3P
3	572.89	600 A / 3P
4	152.10	175 A / 3P
5	95.10	100 A / 3P
6	140.70	150 A / 3P

3.13 Sistema de medición

Se incluye un sistema de medición de tres elementos formado por tres transformadores de potencial y tres transformadores de corriente. El transformador de potencial tiene una relación de voltaje de 22860 / 120 voltios con aislamiento para 25 kV. Se selecciona al transformador de corriente con una relación de corriente en rango ampliado de 10–50/5 amperios con aislamiento para 25 kV tomando en consideración un posible crecimiento de la florícola.

ESTRUCTURAS Y
REQUISICIÓN DE
MATERIALES

 ANÁLISIS, DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA UNA FLORÍCOLA.	
Departamento:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Documento:	ESTRUCTURAS Y REQUISICIÓN DE MATERIALES
Código del Documento:	USFQ - 0122019 - ERM - 0

Cronograma de revisiones

Revisión	Fecha	Próxima revisión	Revisado por	Aprobado por
A	29/11/2019	B	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	05/12/2019	C	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	08/12/2019	0	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

Historial de revisiones

Revisión	Fecha	Páginas Revisadas	Revisado por	Aprobado por
A	29/11/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	05/12/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	08/12/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1 a 26	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

4.1 Objetivo

El objetivo de este documento es presentar las estructuras del diseño de red en media tensión de la florícola junto a su listado de materiales. Para ello, se utiliza el documento de bases y criterios de diseño y el diseño de la red de media tensión presentados en los capítulos anteriores.

4.2 Alcance

El alcance en este documento comprende la presentación de todas las estructuras necesarias basadas en el diseño eléctrico de la florícola. Se presenta cada estructura, el esquema y la requisición de materiales.

4.3 Estándares, normas técnicas y bases de diseño

A continuación, se muestran las normas, el capítulo y los temas utilizados para las estructuras y sus materiales.

Tabla 45: Estándares y normativas utilizadas.

Estándares, normas técnicas y bases de diseño	Capítulo / Sección	Tema
MEER	1	Estructuras en redes aéreas de distribución (ES).
	1	Estructuras en redes subterráneas de distribución (ES).
	1	Seccionamiento y protección en redes aéreas de distribución (SP).

Homologación de las unidades de propiedad en sistemas de distribución de energía eléctrica	1	Postes redes de distribución (PO).
	1	Conductores en redes de distribución (CO).
	1	Tensores y anclajes en redes de distribución (TA).
	1	Puesta a tierra en redes de distribución (PT).
	1	Acometidas en redes de distribución (AC).

4.4 Estructuras y materiales

4.4.1 ESV-3CR

Esta estructura se denomina: estructura trifásica centrada retención 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 46. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CR.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: ESV-3CR					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	# ESTRUC.	TOTAL
1	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (3 x 3 x 1/4")	u	2	8	16
2	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	4	8	32
3	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm (5/8 x 10")	u	2	8	16
4	Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")	u	1	8	8
5	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	8	8
6	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	8	8
7	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	4	8	32
8	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	u	2	8	16
9	Aislador de suspensión, caucho siliconado, 25 kV, ANSI DS-28	u	3	8	24
10	Grapa de aleación de Al, terminal apernado, tipo pistola	u	3	8	24
11	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	u	2	8	16
12	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	u	1	8	8

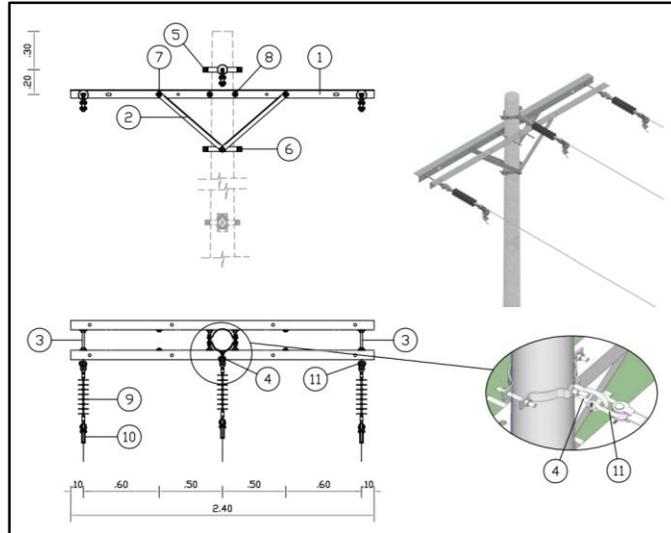


Figura 18. Esquema para la estructura ESV-3CR.

4.4.2 ESV-3CP

Esta estructura se denomina: estructura trifásica centrada pasante 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 47. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CP.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: ESV-3CP					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (3 x 3 x 1/4")	u	1	12	12
2	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	2	12	24
3	Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	u	1	12	12
4	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	12	12
5	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	2	12	24
6	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"	u	1	12	12
7	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1	u	3	12	36
8	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")	u	2	12	24
9	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	6	12	72
10	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al	u	3	12	36

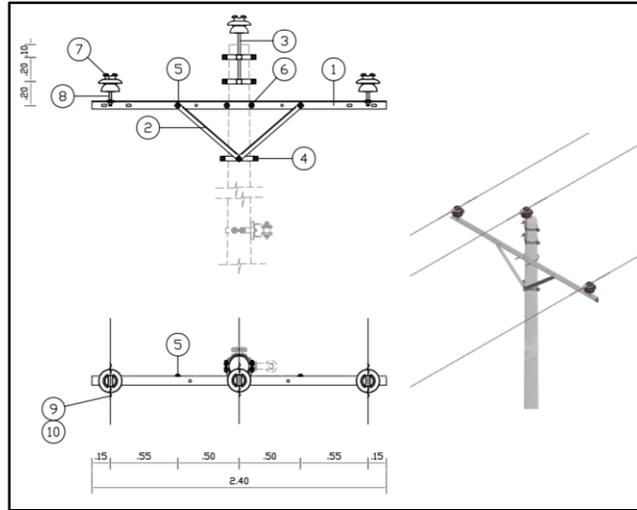


Figura 19. Esquema para la estructura ESV-3CR.

4.4.3 ESV-3CD

Esta estructura se denomina: estructura trifásica centrada doble retención 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 48. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CD.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: ESV-3CD					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (3 x 3 x 1/4")	u	2	3	6
2	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	4	3	12
3	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm (5/8 x 10")	u	2	3	6
4	Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")	u	4	3	12
5	Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	u	1	3	3
6	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	3	3
7	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	4	3	12
8	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	u	2	3	6
9	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1	u	3	3	9
10	Aislador de suspensión, caucho siliconado, 25 kV, ANSI DS-28	u	6	3	18
11	Grapa de aleación de Al, terminal apernado, tipo pistola	u	6	3	18
12	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	u	4	3	12
13	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	6	3	18
14	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")	u	2	3	6
15	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	3	3
16	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H"	u	3	3	9
17	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	u	2	3	6

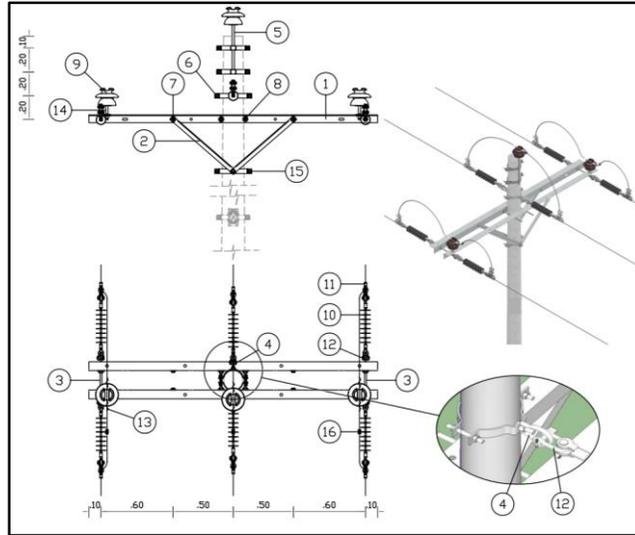


Figura 20. Esquema para la estructura ESV-3CR.

4.4.4 ESV-3CA

Esta estructura se denomina: estructura trifásica centrada angular 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 49. Materiales necesarios para la estructura ESV-3CA.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: ESV-3CA					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (3 x 3 x 1/4")	u	2	1	2
2	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	4	1	4
3	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	u	2	1	2
4	Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	u	1	1	1
5	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	1	1
6	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	4	1	4
7	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")	u	4	1	4
8	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 306mm (5/8 x 12")	u	2	1	2
9	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1	u	6	1	6
10	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	12	1	12
10	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al	u	3	1	3

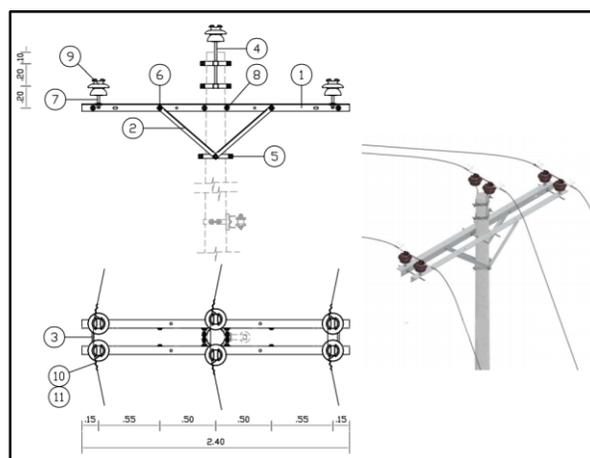


Figura 21. Esquema para la estructura ESV-3CA.

4.4.5 TAV-OTS

Esta estructura se denomina: tensor a tierra simple 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 50. Materiales necesarios para la estructura TAV-OTS.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TAV-OTS					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 31	m	14	6	84
2	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	u	3	6	18
3	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9, 51 mm (3/8")	u	1	6	6
4	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8	u	1	6	6
5	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	u	1	6	6
6	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	u	1	6	6

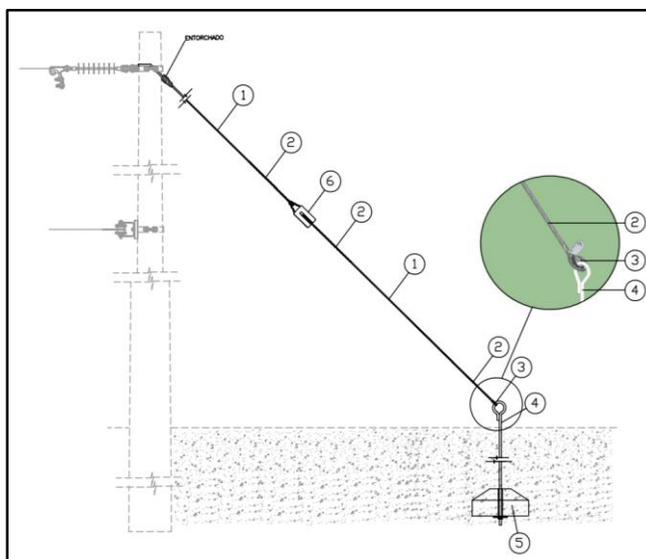


Figura 22. Esquema para la estructura TAV-OTS.

4.4.6 TAV-OTD

Esta estructura se denomina: tensor a tierra doble 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 51. Materiales necesarios para la estructura TAV-OTD.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TAV-OTD					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	25	2	50
2	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	u	4	2	8
3	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9,51 mm (3/8")	u	2	2	4
4	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	u	1	2	2
5	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	u	1	2	2
6	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	u	1	2	2

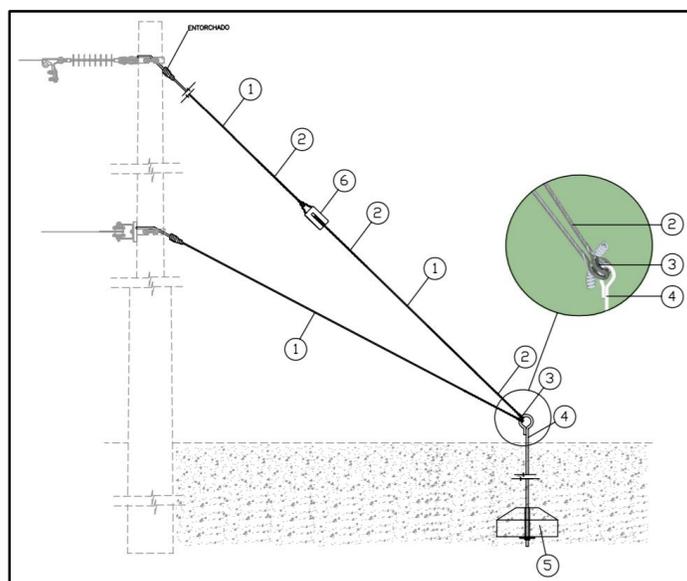


Figura 23. Esquema para la estructura TAV-OTD.

4.4.7 TAV-OFS

Esta estructura se denomina: tensor a tierra farol simple 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 52. Materiales necesarios para la estructura TAV-OFS.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TAV-OFS					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	14	1	14
2	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	u	3	1	3
3	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9,51 mm (3/8")	u	1	1	1
4	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	u	1	1	1
5	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	u	1	1	1
6	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	u	1	1	1
7	Brazo de acero galvanizado, tubular, tensor farol, 51 x 1 500 mm (2" x 59")	u	1	1	1

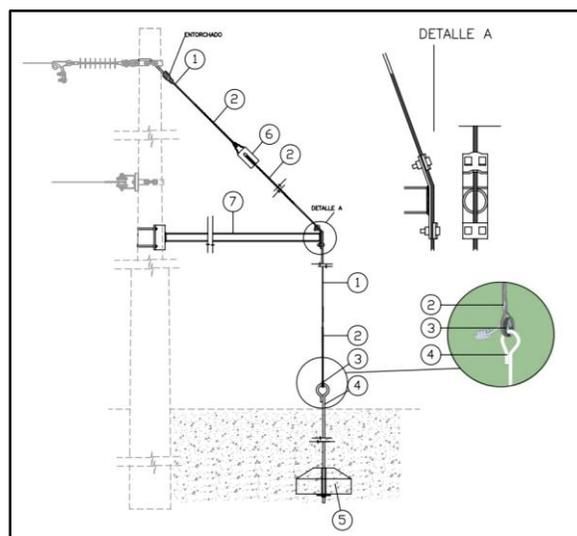


Figura 24. Esquema para la estructura TAV-OFS.

4.4.8 TAV-OFD

Esta estructura se denomina: tensor a tierra farol doble 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 53. Materiales necesarios para la estructura TAV-OFD.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TAV-OFD					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	27	1	27
2	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	u	4	1	4
3	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9, 51 mm (3/8")	u	2	1	2
4	Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	u	1	1	1
5	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	u	1	1	1
6	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	u	1	1	1
7	Brazo de acero galvanizado, tubular, tensor farol, 51 x 1 500 mm (2" x 59")	u	1	1	1

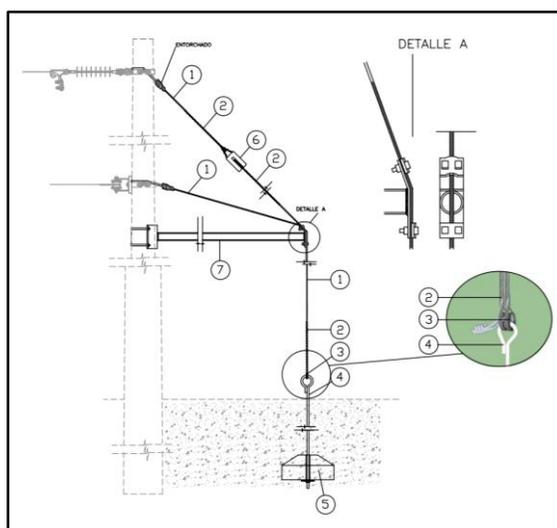


Figura 25. Esquema para la estructura TAV-OFD.

4.4.9 PTO-OPC(2)_(2)

Esta estructura se denomina: puesta a tierra en red secundaria – conductor de cobre – (2AWG)_(2 Varillas). Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 54. Materiales necesarios para la estructura PTO-OPC(2)_(2).

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: PTO-OPC(2)_(2)					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	u	2	5	10
2	Suelda exotérmica	u	2	5	10
3	Conector estanco, simple dentado, principal 25 a 95 mm ² (4 - 3/0 AWG), derivado 25 a 95 mm ² (4 - 3/0 AWG)	u	1	5	5
4	Conector estanco, doble dentado, principal 35 a 150 mm ² (2 AWG - 300 MCM), derivado 35 a 150 mm ² (2 AWG - 300 MCM)	u	1	5	5
5	Cable de Cu, desnudo, cableado suave	m	15	5	75
6	Cable de Cu, cableado 600 V, THHN, 19 hilos	m	1.5	5	7.5
7	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H"	u	1	5	5

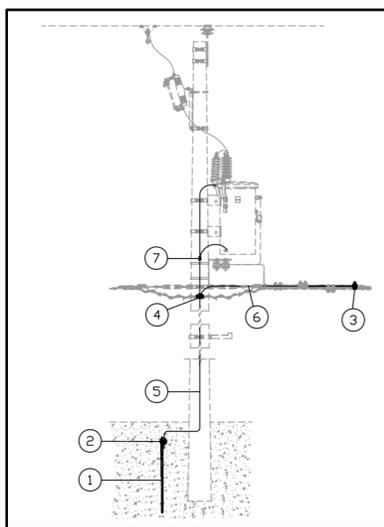


Figura 26. Esquema para la estructura PTO-OPC(2)_(2).

4.4.10 SPV-3E100

Esta estructura se denomina: seccionador trifásico unipolar abierto con dispositivo rompearco 22kV (100A). Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 55. Materiales necesarios para la estructura SPV-3E100.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: SPV-3E100					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	u	6	1	6
2	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	u	6	1	6
3	Seccionador portafusible, 1P, abierto, rompearco, 27 kV	u	3	1	3
4	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 000 mm (3 x 3 x 1/4 x 79")	u	1	1	1
5	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"	u	1	1	1
6	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	1	1
7	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	2	1	2
8	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	2	1	2
9	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, extensión escalón, 30 x 6 x 200 mm (1 3/16 x 1/4 x 7 7/8")	u	8	1	8

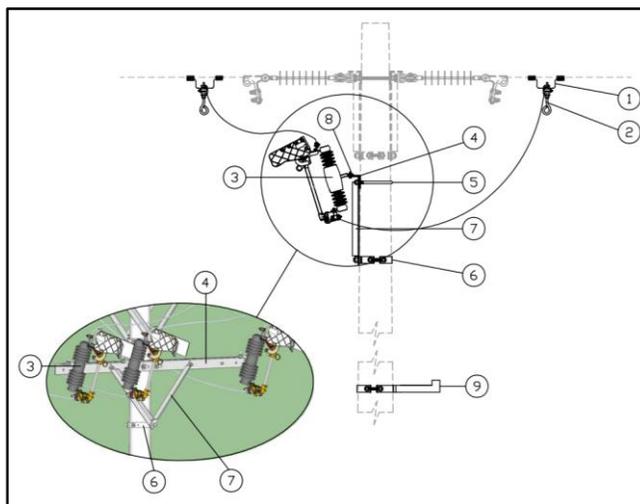


Figura 27. Esquema para la estructura SPV-3E100.

4.4.11 SPV-3P18

Esta estructura se denomina: descargador o pararrayos trifásico 22kV (18kV). Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 56. Materiales necesarios para la estructura SPV-3P18.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: SPV-3P18					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 18 kV, con desconectador	u	3	7	21
2	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 000 mm (3 x 3 x 1/4 x 79")	u	1	7	7
3	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	u	2	7	14
4	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	u	1	7	7
5	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	u	2	7	14
6	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"	u	1	7	7
7	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	u	3	7	21
8	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	u	3	7	21
9	Conductor de Cu, desnudo, sólido duro, 4 AWG	m	9	7	63
10	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, extensión escalón, 30 x 6 x 200 mm (1 3/16 x 1/4 x 7 7/8")	u	8	7	56

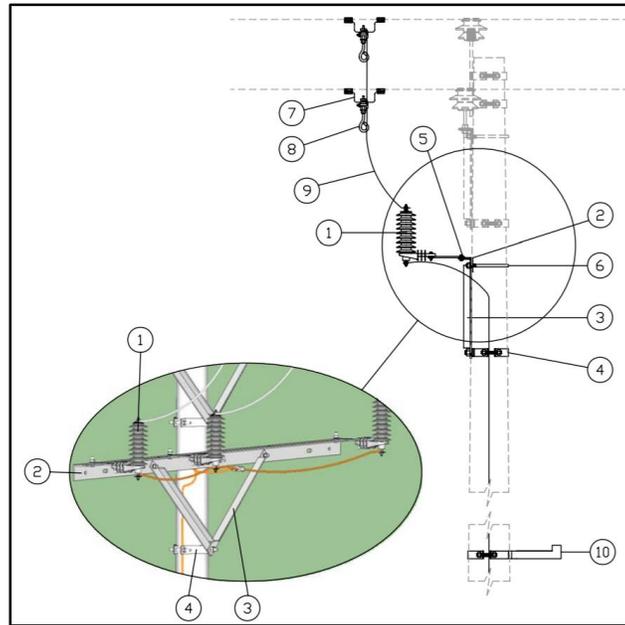


Figura 28. Esquema para la estructura SPV-3P18.

4.4.12 TRV-3C125

Esta estructura se denomina: transformador trifásico convencional para instalación exterior (en dos postes) (125kVA). Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 57. Materiales necesarios para la estructura TRV-3C125.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TRV-3C125					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Transformador trifásico 125 kVA, DYN5, 22860 ó 22000 - 220 / 127 V	u	1	3	3
2	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	u	2	3	6
3	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 406mm (5/8 x 16")	u	4	3	12
4	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	u	4	3	12
5	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, extensión escalón, 30 x 6 x 200 mm (1 3/16 x 1/4 x 7 7/8")	u	8	3	24

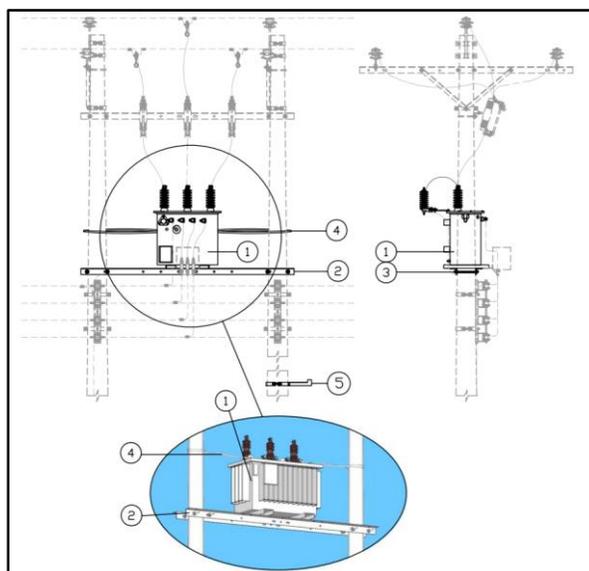


Figura 29. Esquema para la estructura TRV-3C125.

4.4.13 TRV-3C75

Esta estructura se denomina: transformador trifásico convencional para instalación exterior (en un poste) (75kVA). Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 58. Materiales necesarios para la estructura TRV-3C75.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TRV-3C75					
REF.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
1	Transformador trifásico DYN5, 22860 ó 22000 - 220 / 127 V	u	1	2	2
2	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	3	2	6
3	Soporte de acero galvanizado para montaje de transformador trifásico, repisa	u	1	2	2
4	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, extensión escalón, 30 x 6 x 200 mm (1 3/16 x 1/4 x 7 7/8")	u	8	2	16

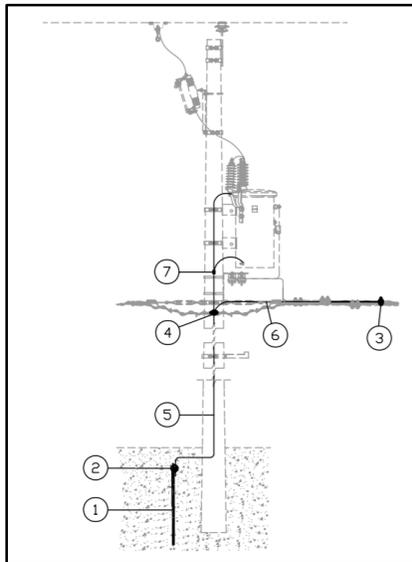


Figura 30. Esquema para la estructura ESV-3CR.

4.4.14 MVC-13

Esta estructura se denomina: transición aéreo-subterránea trifásica 22kV. Los materiales necesarios para su montaje y el esquema se muestran a continuación.

Tabla 59. Materiales necesarios para la estructura MVC-13.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: TRANSICIÓN AÉREO - SUBTERRÁNEA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	ESTRUCTURAS	TOTAL
Cable de cobre, unipolar, aislado para 25 kV, con pantalla	m	15	1	15
Terminal para cable unipolar aislado, 23 kV, para exterior	u	3	1	3
Pararrayos tipo distribución, óxido de metal, cuerpo polimérico, clase 18 kV, con desconectador	u	3	1	3
Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase 27KV ,12 KA, BIL=150KV,100A	u	3	1	3
Elemento tira-fusible para MT	u	3	1	3
Cruceta de Fe ángulo "L", 70x70x6 mm,x2,0 m	u	2	1	2
Cruceta de Fe ángulo "L", 70x70x6 mm, x 1,80 m	u	1	1	1
Pie-amigo de platina, 38x6x620 mm	u	6	1	6
Abrazadera de platina,38x4 mm,3 pernos, fijación de pie amigo simple	u	2	1	2
Abrazadera de platina, 50x6 mm, 4 pernos, fijación de pie amigo doble	u	1	1	1
Perno máquina, 51x13 mm ϕ , cabeza y tuerca hexagonal con 1 arandela plana y 1 de presión	u	6	1	6
Perno máquina, 51x16 mm ϕ , cabeza y tuerca hexagonal con 1 arandela plana y 1 de presión	u	6	1	6
Perno espárrago, 254x16 mm ϕ , con 4 tuercas y arandelas	u	2	1	2
Perno "U", 16 mm (diámetro), 140x150 mm, 2 tuercas y 2 arandelas planas y presión	u	2	1	2
Accesorios para fijación de terminales	u	3	1	3
Tubo galvanizado, para protección el cable, 100 mm ϕ	m	6	1	6
Fleje de acero inoxidable 0.76 mm de espesor x 19mm de ancho, sujeción tubo	u	4	1	4
Grapa de derivación para línea en caliente CuSn N° 6-250 MCM y 8-2/0AWG	u	3	1	3
Conector ranura paralela de CuSn, 2 pernos, N° 2 al 2 /0 AWG [KVSU26]	u	3	1	3
Conductor de aluminio, desnudo, para conexiones en MT, N.- 2 AWG	m	6	1	6
Conductor de cobre, desnudo, suave, N° 2 AWG	m	4	1	4
Conector ranura paralelo de CuSn 1perno 6 al 4/0 AWG	u	2	1	2
Placa de identificación de aluminio de 2 mm de espesor y 150x60 mm	u	1	1	1

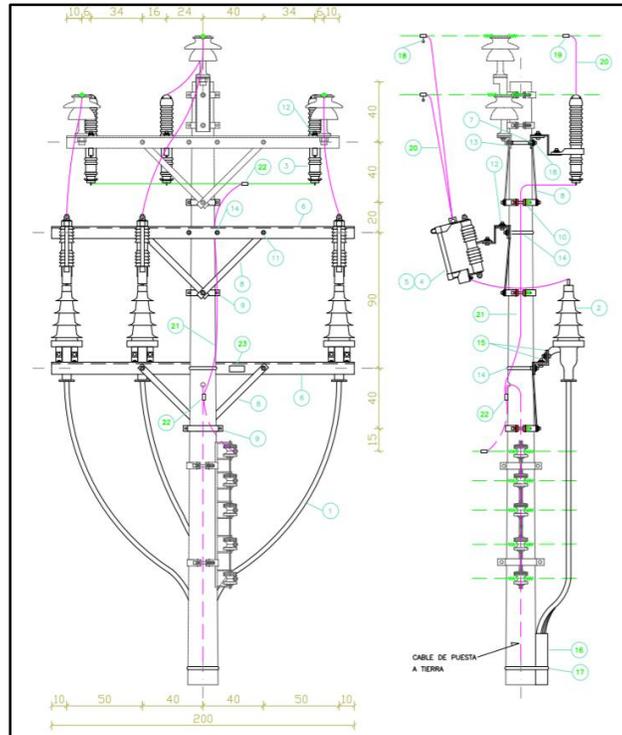


Figura 31. Esquema para la estructura MVC-13.

4.4.15 Otros materiales

Se detallan a continuación todos los materiales adicionales necesarios para la implementación de este proyecto.

Tabla 60. Materiales generales para el proyecto.

ESTRUCTURA EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCION: MATERIALES GENERALES		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
Poste de hormigón armado circular 12m 500 kg.	u	20
Cable AAC 2AWG.	m	4098
Cable de Cu. Unipolar de 25kV 2AWG.	m	267
Cable de Cu. Desnudo 2AWG.	m	89
Transformador trifásico tipo pedestal 200kVA, 22.8/13.2kV - 220/127V tipo radial modificado.	u	1
Equipo de medición trafomix de tres elementos relación de corriente 50/5A.	u	1
Seccionador fusible unipolar abierto 27kV - 100A tipo rompearco con tirafusible tipo K 50A.	u	1
Seccionador fusible unipolar abierto 27kV - 100A tipo rompearco con tirafusible tipo H 5A.	u	2
Seccionador fusible unipolar abierto 27kV - 100A tipo rompearco con tirafusible tipo K 6A.	u	3
Seccionador portafusible tipo rompearco 27kV - 100A con tirafusible 10A tipo K.	u	1
Conductor de Cu. 2/0 AWG tipo TTU.	m	345
Conductor de Cu. 1/0 AWG tipo TTU.	m	30
Conductor de Cu. 2 AWG tipo TTU.	m	30
Breaker de 3 polos caja moldeada, 600V - 150A	u	1
Breaker de 3 polos caja moldeada, 600V - 100A	u	1
Breaker de 3 polos caja moldeada, 600V - 175A	u	1
Breaker de 3 polos caja moldeada, 600V - 400A	u	1
Breaker de 3 polos caja moldeada, 600V - 600A	u	1
Punta terminal exterior para conductor calibre #1/0 AWG para 25kV.	u	3
Conector bajo carga tipo codo para desconexión bajo carga.	u	4
Fusible tipo by-o-net de 10A.	u	3
Fusible limitador tipo ELSP.	u	1

5

PLANOS
ELÉCTRICOS Y
CIVILES

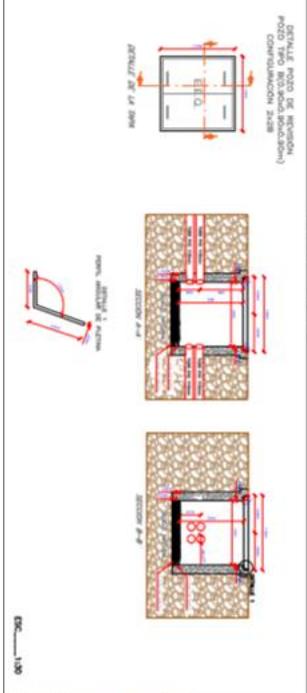
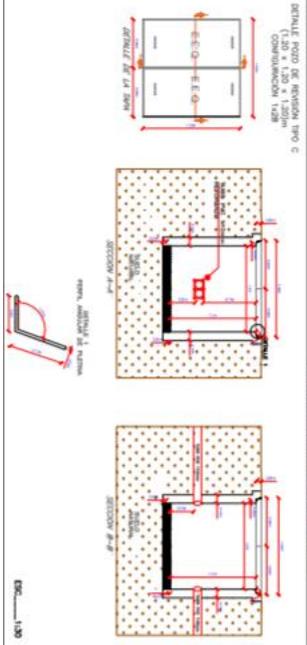
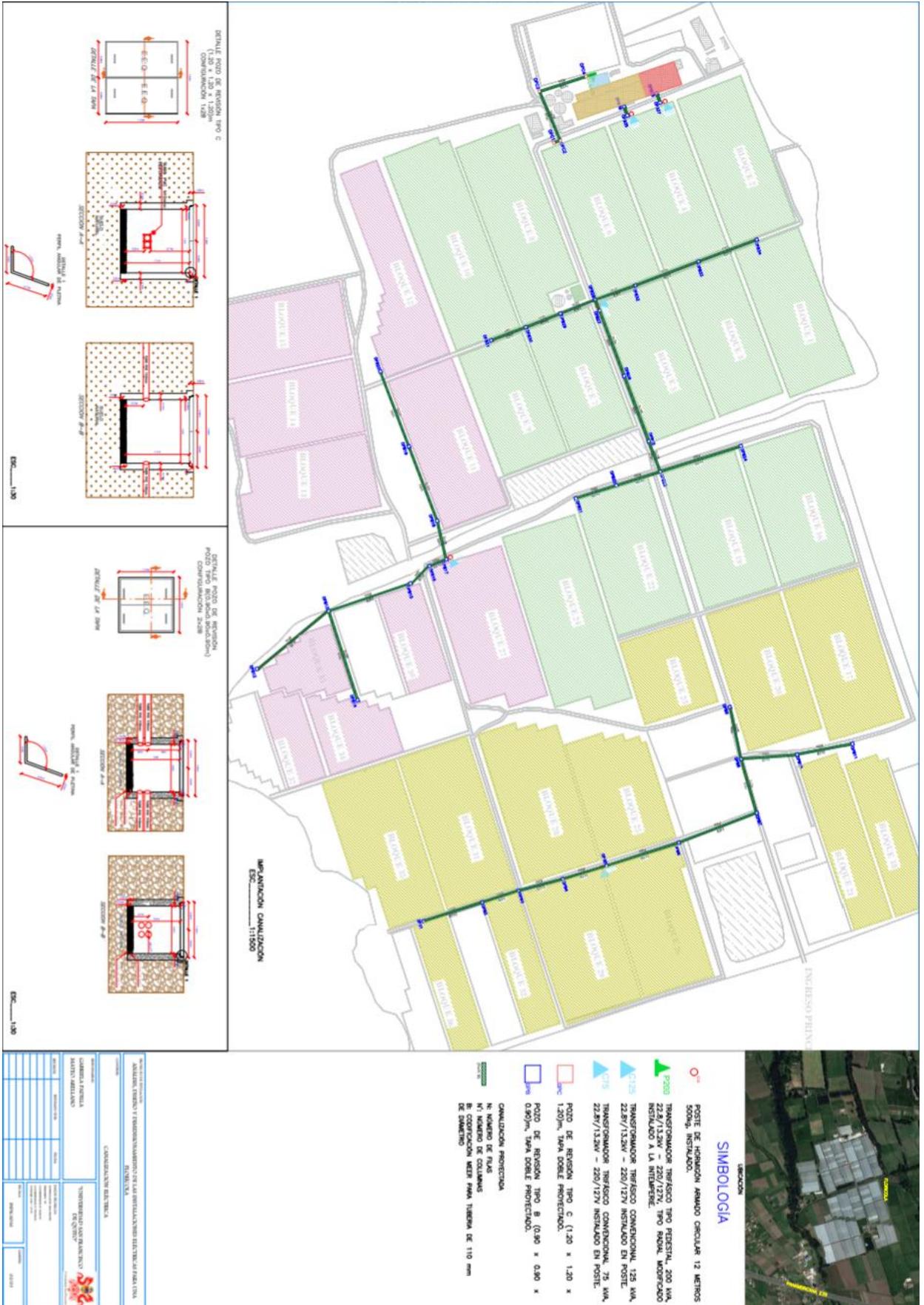
 ANÁLISIS, DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA UNA FLORÍCOLA.	
Departamento:	Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Documento:	PLANOS ELÉCTRICOS Y CIVILES
Código del Documento:	USFQ - 0122019 - PEC - 0

Cronograma de revisiones

Revisión	Fecha	Próxima revisión	Revisado por	Aprobado por
A	29/11/2019	B	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	05/12/2019	C	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	08/12/2019	0	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		

Historial de revisiones

Revisión	Fecha	Páginas Revisadas	Revisado por	Aprobado por
A	29/11/2019	1 a 3	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
B	05/12/2019	1 a 3	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
C	08/12/2019	1 a 3	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
0	11/12/2019	1 a 3	Alberto Sánchez	Alberto Sánchez
1		N/A		



- SIMBOLOGIA**
- POSTE DE HORIZON ANILLO CIRCULAR 12 METROS 5000g, INSTALADO.
 - ▲ P200 TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL, 200 KVA, 220/120V - 220/120V, TIPO ROLAL, MODIFICADO A LA INSTALACION.
 - ▲ T25 TRANSFORMADOR TRIFASICO CONVENCIONAL, 125 KVA, 220/120V - 220/120V INSTALADO EN POSTE.
 - ▲ T25 TRANSFORMADOR TRIFASICO CONVENCIONAL, 75 KVA, 220/120V - 220/120V INSTALADO EN POSTE.
 - POZO DE REVISION TIPO C (1,20 x 1,20 x 1,20 m), TAPA DOBLE PROTECTORA.
 - POZO DE REVISION TIPO B (0,90 x 0,90 x 0,90 m), TAPA DOBLE PROTECTORA.
 - CANALIZACION PROTECTORA
 - N° NUMERO DE FILAS
 - N° NUMERO DE COLUMNAS
 - B CONEXION MEDIO PARA TUBERIA DE 110 mm DE DIAMETRO

CONCEPCION ELECTRICA	
AUTORIA: EMPRESA DISEÑO: EMPRESA EJECUCION: EMPRESA	VERIFICACION: EMPRESA APROBACION: EMPRESA
NOMBRE: EMPRESA DISEÑO: EMPRESA EJECUCION: EMPRESA	
VERIFICACION: EMPRESA APROBACION: EMPRESA	
NOMBRE: EMPRESA DISEÑO: EMPRESA EJECUCION: EMPRESA	
VERIFICACION: EMPRESA APROBACION: EMPRESA	

