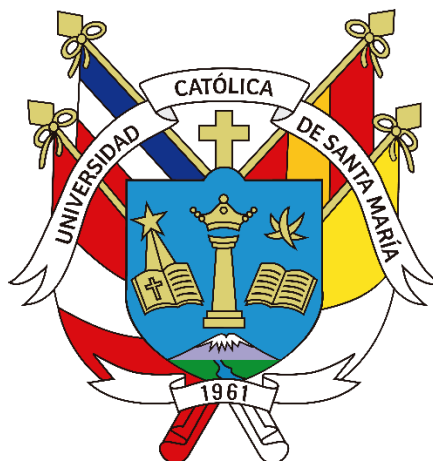


**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencia Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica  
y Mecatrónica**



**“DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIRED CAD”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Ticoná Morán, Oscar David**

para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Mecánico Electricista**

Asesor:

**Ing. Castillo Cáceres, César Pio**

**Arequipa – Perú**

**2023**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 13 de Enero del 2023

**Dictamen: 006068-C-EPIMMEM-2023**

Visto el borrador del expediente 006068, presentado por:

**2014222121 - TICONA MORAN OSCAR DAVID**

Titulado:

**DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO  
PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIREC CAD**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1530 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO  
DICTAMINADOR**



**2107 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA  
DICTAMINADOR**



**2398 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO  
DICTAMINADOR**



# “DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIRED CAD”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://m.repositorio.unj.edu.pe">m.repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://www.feban.net">www.feban.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://intranet.cip.org.pe">intranet.cip.org.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://www.dremsm.gob.pe">www.dremsm.gob.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://sistemamid.com">sistemamid.com</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="http://bazica.org">bazica.org</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.sicoes.gob.bo">www.sicoes.gob.bo</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

9

vdocumento.com

Fuente de Internet

1 %

---

10

Submitted to Universidad Señor de Sipan

Trabajo del estudiante

1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

Dedicado con cariño a Dios y a la Virgen, por la salud, la familia y todo lo bueno que me da día a día.

Dedicado con cariño a mis padres, las personas que con cariño y paciencia me apoyaron en todo momento a lograr mis metas.

Dedicado con cariño a mi abuelita, mis tíos Fany y Mario, que estuvieron conmigo desde pequeño y sirvieron de ejemplo para mí.



## RESUMEN

El diseño de subsistemas de distribución primario, secundario y alumbrado público para el desarrollo de las empresas, comercios y personas en general, viene a ser imprescindible para otorgarles buenas oportunidades de progreso, calidad de vida y seguridad. Esto conlleva a buscar nuevas maneras de realizar estos diseños de manera más rápida, menos costosa y más eficiente.

Se realizó el diseño del subsistema primario con cálculos convencionales tomando como punto de diseño la estructura N°28804 de tensión nominal de 10 kV, con subestación aérea Monoposte de 100 kVA, se diseñó el subsistema de distribución secundario en tensiones 380/220 y el diseño para el alumbrado público de la Asociación Vivienda Canteras II.

Así mismo, se realizó el diseño de subsistema primario, secundario y alumbrado público de esta asociación utilizando un software de diseño llamado DIREC CAD, se seleccionó la norma DGE para trabajar, se cargó los planos y se procedió con los diseños usando todos los elementos necesarios para un correcto diseño de media tensión, baja tensión y alumbrado público.

Como resultado y comparando los dos procedimientos usados se obtuvo caídas de tensión aceptadas según norma para cada diseño (primario, secundario y alumbrado público) al igual que distancias mínimas de seguridad.

También pudimos ver que el uso del software DIREC CAD facilita de gran manera el diseño para estas redes de distribución y alumbrado público reduciendo tiempos, costos y otorgando resultados más precisos.

Palabras Clave: Punto de diseño, Caída de tensión, acometida, iluminación, luminarias LED, Direc CAD

## ABSTRACT

The design of primary, secondary and public lighting distribution subsystems for the development of companies, businesses and people in general, becomes essential to grant them good opportunities for progress, quality of life and security. This leads to looking for new ways to make these designs faster, less expensive and more efficient.

The design of the primary subsystem was carried out with conventional calculations taking as a design point structure No. 28804 with a nominal voltage of 10 kV, with a 100 kVA Monoposte aerial substation, the secondary distribution subsystem was designed in voltages 380/220 and the design for public lighting of the Canteras II Housing Association.

Likewise, the design of the primary, secondary and public lighting subsystem of this association was carried out using design software called DIRECAD, the DGE standard was selected to work with, the plans were loaded and the designs were proceeded using all the necessary elements. for a correct design of medium voltage, low voltage and public lighting.

As a result, and comparing the two procedures used, accepted voltage drops were obtained according to the norm for each design (primary, secondary and public lighting) as well as minimum safety distances.

We were also able to see that the use of DIRECAD software greatly facilitates the design for these distribution networks and public lighting, reducing time, costs and providing more accurate results.

Keywords: Design point, Voltage drop, connection, lighting, LED luminaires, Dired CAD.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	2
1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo Principal.....	3
1.3.2. Objetivos Secundarios.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.5. LIMITACIONES DE DISEÑO .....	4
1.6. BASES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO .....	5
1.7. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA.....	9
2.1.1. Tensiones de distribución primaria .....	10
2.1.2. Caída de Tensión permisible.....	11
2.1.3. Máxima Demanda .....	11
2.1.4. Factor de Demanda.....	11
2.1.5. Factor de Potencia .....	11

2.1.6.	Factor de Carga.....	12
2.1.7.	Factor de Simultaneidad .....	12
2.1.8.	Red de distribución aérea .....	13
2.1.9.	Distancias mínimas de seguridad .....	16
2.2.	Subsistema de distribución secundaria.....	18
2.2.1.	Tensiones de Distribución Secundaria .....	18
2.2.2.	Caída de Tensión permisible.....	18
2.2.3.	Red aérea de distribución secundaria .....	19
2.2.4.	Distancias mínimas de seguridad en subsistemas de distribución secundaria	22
2.3.	Alumbrado público .....	23
2.3.1.	Tipos de luminarias .....	24
2.3.2.	Luminarias LED .....	24
2.4.	SOFTWARE DIREC CAD.....	25
2.4.1.	Ventajas del uso del DIREC-CAD.....	25
CAPÍTULO III MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN .....		26
3.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN .....	26
3.1.	GENERALIDADES .....	26
3.2.	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMATOLÓGICAS .....	26
3.3.	FACTIBILIDAD Y PUNTO DE DISEÑO .....	28
3.4.	CALIFICACIÓN ELÉCTRICA .....	28
3.4.1.	MANZANA “A” .....	28
3.4.2.	MANZANA “B” .....	28

3.4.3.	MANZANA “C” .....	29
3.4.4.	MANZANA “D” .....	29
3.4.5.	MANZANA “D” .....	30
3.4.6.	MANZANA “E” .....	30
3.4.7.	MANZANA “F” .....	31
3.4.8.	MANZANA “G” .....	32
3.4.9.	CARGAS ESPECIALES.....	33
3.5.	ALCANCES DEL PROYECTO .....	33
3.6.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA.....	34
3.6.1.	RED DE MEDIA TENSIÓN .....	34
3.6.2.	POSTE DE PUNTO DE DISEÑO.....	34
3.6.3.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TIPO AÉREA PROYECTADA .....	35
3.7.	MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA.....	36
3.8.	PARÁMETROS DE CÁLCULO MEDIA TENSIÓN .....	37
3.9.	POTENCIA INSTALADA .....	37
3.10.	PLANOS Y LÁMINAS DE DETALLES PARA MEDIA TENSIÓN.....	38
3.11.	PUESTAS A TIERRA MEDIA TENSIÓN.....	38
3.12.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD APLICADAS PARA MEDIA TENSIÓN .....	38
3.12.1.	Distancias Mínimas de Conductor a la Superficie del Terreno.....	38
3.12.2.	Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o a Árboles Aislados.....	39
3.12.3.	Distancias Mínimas a Edificaciones y a otras áreas de comunicaciones	39

CAPÍTULO IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIAL Y EQUIPO PARA MEDIA TENSIÓN .....	40
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIAL Y EQUIPO PARA MEDIA TENSIÓN .....	40
4.1. POSTES.....	40
4.1.1. NORMAS APLICABLES.....	40
4.1.2. CONDICIONES AMBIENTALES.....	40
4.1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES.....	41
4.1.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE .....	41
4.2. CRUCETAS METÁLICAS ANGULARES DE F°G°.....	42
4.2.1. NORMAS APLICABLES.....	42
4.2.2. REQUISITOS BÁSICOS .....	42
4.2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CRUCETAS METÁLICAS .....	43
4.2.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE .....	43
4.3. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS .....	43
4.3.1. NORMAS APLICABLES.....	43
4.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS METÁLICOS.....	44
4.4. AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO SUSPENSIÓN .....	45
4.4.1. NORMAS APLICABLES.....	45
4.4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	45
4.4.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	46
4.4.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE .....	46
4.5. CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO AAAC .....	47
4.5.1. ALCANCE.....	47

4.5.2.	NORMAS APLICABLES.....	47
4.5.3.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL .....	47
4.5.4.	FABRICACIÓN .....	47
4.5.5.	EMBALAJE Y TRANSPORTE.....	47
4.6.	SECCIONADORES CUT OUT TIPO EXPULSIÓN .....	48
4.6.1.	ALCANCE .....	48
4.6.2.	NORMAS APLICABLES.....	48
4.6.3.	CONDICIONES AMBIENTALES.....	48
4.6.4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	48
4.6.5.	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	48
4.6.6.	ACCESORIOS.....	49
4.7.	PARARRAYOS POLIMÉRICOS DE 15 KV .....	49
4.7.1.	ALCANCE.....	49
4.7.2.	NORMAS APLICABLES.....	49
4.7.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	49
4.7.4.	DATOS TÉCNICOS.....	50
4.8.	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN DE 100 KVA .....	50
4.8.1.	ALCANCE .....	50
4.8.2.	NORMAS APLICABLES.....	50
4.8.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL TRANSFORMADOR .....	51
4.8.4.	ACCESORIOS.....	52
4.8.5.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	52
4.9.	TABLERO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN.....	53

4.10.	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA.....	53
4.10.1.	ALCANCE .....	53
4.10.2.	NORMAS APLICABLES .....	53
4.10.3.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.....	54
CAPÍTULO V ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO		56
5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	56
5.1.	EXCAVACIÓN PARA CIMENTACION DE POSTES C.A.C.....	56
5.2.	PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIÓN AEREA MONOPOSTE .....	56
5.3.	MONTAJE DE LA SUBESTACIÓN AÉREA MONOPOSTE.....	56
5.3.1.	MONTAJE POSTE C.A.C. ....	57
5.3.2.	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE 100 KVA.....	58
5.4.	ARMADO DE ESTRUCTURAS.....	58
5.4.1.	TOLERANCIAS .....	58
5.4.2.	AJUSTE FINAL DE PERNOS .....	59
5.5.	INSTALACIÓN DE AISLADORES Y ACCESORIOS.....	59
5.6.	INSTALACIÓN DE SECCIONADORES CUT OUT Y PARARRAYOS .....	59
5.7.	EMPALME DE LOS CONDUCTORES .....	60
5.7.1.	HERRAMIENTAS .....	60
5.7.2.	PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	60
5.7.3.	EJECUCIÓN DE EMPALMES.....	60
5.8.	TENDIDO DE LOS CONDUCTORES.....	60
5.8.1.	MÉTODO DE MONTAJE .....	60
5.8.2.	EQUIPOS .....	61

5.8.3.	MANIPULACIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	61
5.8.4.	POLEAS.....	61
5.8.5.	GRAPAS Y MORDAZAS.....	62
5.9.	PUESTA A TIERRA DE LA RED PRIMARIA.....	62
5.10.	NOTAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	62
5.11.	NOTAS IMPORTANTES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO DEL TRANSFORMADOR.....	63
5.11.1.	Controles mecánicos: .....	63
5.11.2.	Controles eléctricos .....	63
5.12.	SEÑALIZACIONES DE SEGURIDAD.PARA EL MONTAJE .....	63
CAPÍTULO VI CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....		64
6.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	64
6.1.	GENERALIDADES .....	64
6.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA AÉREA .....	64
6.3.	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA SUBESTACIÓN .....	64
6.4.	BASES PARA EL CÁLCULO ELECTROMECÁNICO .....	65
6.4.1.	Para cálculos eléctricos.....	65
6.4.2.	Para cálculos mecánicos.....	66
6.5.	NIVEL DE AISLAMIENTO .....	66
6.6.	CÁLCULO ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN.....	67
6.6.1.	CÁLCULO DE CORRIENTES NOMINALES .....	68
6.6.2.	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.....	68
6.6.3.	SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CARGA DE CABLE AAAC .....	68

6.6.4.	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS PARA EL CABLE AAAC	69
6.6.5.	CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA.....	70
6.7.	SELECCIÓN DE AISLADORES POLIMÉRICOS .....	71
6.7.1.	TENSIÓN DISRUPTIVA BAJO LLUVIA A FRECUENCIA DE SERVICIO (KV1)	71
6.7.2.	TENSIÓN DE PERFORACIÓN (KV2) .....	71
6.7.3.	TENSIÓN DISRUPTIVA EN SECO .....	71
6.7.4.	DISTANCIA MÍNIMA DE LA LÍNEA DE FUGA (Lf) .....	72
6.8.	SELECCIÓN DEL SECCIONADOR CUT OUT.....	73
6.8.1.	La intensidad nominal en el lado primario del transformador.....	73
6.8.2.	La intensidad de sobrecarga (Isp).....	74
6.8.3.	La corriente de inserción al transformador (Ins).....	74
6.8.4.	La corriente de corto circuito (Icc).....	74
6.9.	CÁLCULO DE FUSIBLES DE MEDIA TENSIÓN .....	74
6.10.	CÁLCULOS EN BAJA TENSIÓN .....	77
6.10.1.	CÁLCULO DEL CABLE DE ACOMETIDA GENERAL.....	77
6.11.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.....	78
6.11.1.	Resistividad de diseño: Suelo estratificado, TAGG .....	79
6.11.2.	Coeficiente de contacto con el suelo.....	79
6.11.3.	Potenciales de toque y de paso admisibles.....	79
6.11.4.	Sección del conductor de cobre recocido .....	80
6.11.5.	Longitud teórica del contrapeso enterrado.....	80
6.11.6.	Cálculo del potencial máximo de dispersión (Vpmd) .....	80

6.11.7.	Potenciales de toque y de paso de la Red de PAT con varillas perimétricas enterradas.....	81
6.11.8.	Cálculo de la resistencia de aterramiento.....	81
6.12.	CÁLCULO MECÁNICO.....	81
6.12.1.	FACTOR DE CORRECCIÓN POR ALTURA.....	81
6.12.2.	DISTANCIA MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.....	82
6.12.3.	CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES DE LA RED DE 10 kV 84	
6.12.4.	CÁLCULO DE ESFUERZOS.....	85
6.12.5.	CÁLCULO DE LA FLECHA.....	90
6.12.6.	CÁLCULO MECÁNICO DE SOPORTES.....	91
	CAPITULO VII METRADO Y PRESUPUESTO.....	94
	CAPÍTULO VIII CRONOGRAMA DE OBRA.....	97
	CAPÍTULO IX PLANO MT.....	98
	CAPÍTULO X MEMORIA DESCRIPTIVA BT.....	99
10.	GENERALIDADES.....	99
10.1.	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMATOLÓGICAS.....	99
10.2.	FACTIBILIDAD Y PUNTO DE ALIMENTACION.....	100
10.3.	MERCADO ELÉCTRICO.....	100
10.3.1.	DEMANDA DE POTENCIA Y BENEFICIOS.....	100
10.3.2.	DEMANDA DE POTENCIA OPTIMIZADA.....	100
10.3.3.	CALIFICACIÓN ELÉCTRICA.....	100
10.3.4.	CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	101
10.3.5.	CARGAS ESPECIALES.....	101

10.4.	ALCANCES DEL PROYECTO .....	101
10.5.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	102
10.5.1.	CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES.....	102
10.5.2.	RED DE BAJA TENSIÓN .....	103
10.5.3.	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO (E-1).....	104
10.5.4.	ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LÍNEA (E-3) .....	104
10.5.5.	ESTRUCTURA DE CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-4).....	104
10.5.6.	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-5) 105	
10.6.	DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA .....	106
10.7.	BASES DE CÁLCULO .....	107
10.8.	PUESTA A TIERRA .....	107
10.9.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD .....	107
10.9.1.	DISTANCIA MÍNIMAS DEL CONDUCTOR A SUPERFICIE DEL TERRENO	107
10.10.	PERMISOS PARA TRABAJOS EN LA VÍA PÚBLICA.....	108
10.10.1.	PLAZO DE EJECUCION .....	108
CAPÍTULO XI ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPO.....		109
11.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPO.....	109
11.1.	CONDICIONES GENERALES.....	109
11.1.1.	ALCANCE.....	109
11.1.2.	RESPONSABILIDAD.....	109

11.1.3.	UNIDADES DE MEDIDA.....	109
11.1.4.	NORMAS.....	109
11.1.5.	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	109
11.1.6.	EMBALAJE .....	110
11.1.7.	GARANTÍAS .....	110
11.1.8.	DOCUMENTOS A ENTREGAR EL FABRICANTE CON LA OFERTA..	110
11.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE POSTES C.A.C.....	111
11.2.1.	ALCANCE .....	111
11.2.2.	NORMAS APLICABLES .....	111
11.2.3.	CONDICIONES AMBIENTALES.....	111
11.2.4.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES .....	111
11.2.5.	Transporte.....	114
11.2.6.	ALMACENAJE .....	114
11.2.7.	LUGAR DE ENTREGA.....	114
11.3.	CONDUCTORES AUTOPORTANTES DE ALUMINIO.....	114
11.3.1.	ALCANCE .....	114
11.3.2.	NORMAS APLICABLES .....	114
11.3.3.	CONDICIONES AMBIENTALES.....	115
11.3.4.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.....	115
11.3.5.	PRUEBAS .....	118
11.3.6.	EMBALAJE .....	119
11.3.7.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS .....	120
11.4.	ACCESORIOS DE LOS CABLES AUTOPORTANTES.....	120

11.4.1.	ALCANCES.....	120
11.4.2.	NORMAS APLICABLES .....	120
11.4.3.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.....	121
11.5.	CAJA DE DERIVACIÓN.....	123
11.5.1.	ALCANCES.....	123
11.5.2.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL .....	124
11.5.3.	PRUEBAS .....	124
11.5.4.	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAJAS DE DERIVACIÓN .....	125
11.5.5.	EMBALAJE .....	125
11.5.6.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS .....	125
11.5.7.	INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA.....	125
11.6.	CONECTORES PARA CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	129
11.6.1.	ALCANCES.....	129
11.6.2.	NORMAS APLICABLES .....	129
11.6.3.	CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	129
11.6.4.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	130
11.6.5.	PRUEBAS .....	131
11.6.6.	EMBALAJE .....	132
11.6.7.	ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS .....	132
11.7.	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, EQUIPOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y ELEMENTOS DE CONEXIONADO .....	132
11.7.1.	ALCANCE .....	132
11.7.2.	NORMAS APLICABLES .....	133

9.7.3	CONDICIONES AMBIENTALES .....	133
11.7.3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	134
11.7.4.	Interruptor Termomagnético .....	135
11.7.5.	Contactador Electromagnético .....	135
11.7.6.	Interruptor horario .....	135
11.7.7.	Transformador de Corriente .....	136
11.7.8.	Medidor Totalizador de Energía Activa Trifásico .....	136
11.7.9.	Medidor Totalizador de Energía Activa Monofásico .....	137
11.7.10.	Medidor de Alumbrado Público Monofásico.....	138
11.7.11.	Barras colectoras y conductores de Conexionado .....	139
11.7.12.	Bases Portafusibles y Fusibles.....	139
11.7.13.	Conmutador para el Control Automático o Manual del Alumbrado Público	
	140	
11.7.14.	PRUEBAS .....	140
11.7.15.	EMBALAJE .....	141
11.8.	SISTEMA PARA PUESTA A TIERRA .....	142
11.8.1.	ALCANCE .....	142
11.8.2.	NORMAS APLICABLES .....	142
11.8.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES .....	142
11.8.4.	PRUEBAS .....	144
11.8.5.	MARCADO.....	145
11.8.6.	EMBALAJE .....	145
11.9.	ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES .....	147

11.9.1.	ALCANCE .....	147
11.9.2.	NORMAS APLICABLES .....	147
11.9.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES .....	148
11.9.4.	PRUEBAS .....	149
11.9.5.	EMBALAJE .....	149
11.10.	SISTEMA DE LUMINARIAS .....	149
11.10.1.	PASTORALES .....	149
11.10.2.	LUMINARIAS .....	150
CAPÍTULO XII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE. ....		151
12.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE .....	151
12.1.	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO EN BAJA TENSIÓN.....	151
12.1.1.	CONSIDERACIONES GENERALES .....	152
12.1.2.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.....	153
12.2.	DETALLE DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	153
12.2.1.	REPLANTEO TOPOGRÁFICO .....	153
12.2.2.	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.....	154
12.2.3.	RECORRIDO DE LA REDES.....	154
12.2.4.	EXCAVACIONES Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE .....	154
12.2.5.	IZAJES DE POSTES Y CIMENTACIÓN .....	156
12.2.6.	INSTALACIÓN DE FERRETERIA Y ACCESORIOS (MORDAZAS, GRAPAS) DE SUSPENSIÓN Y CÓNICAS .....	157
12.2.7.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	157
12.2.8.	TENDIDO DE CONDUCTORES .....	158

12.3.	INSPECCIONES .....	160
12.3.1.	INSPECCIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	160
12.3.2.	INSPECCIÓN DE CADA ESTRUCTURA .....	160
12.3.3.	PRUEBAS .....	161
12.4.	SEÑALIZACIÓN Y CODIFICACIÓN DE POSTES.....	163
CAPÍTULO XIII CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....		164
13.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	164
13.1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	164
13.1.1.	GENERALIDADES .....	164
13.1.2.	FACTORES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO .....	164
13.1.3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES .....	164
13.1.4.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR .....	165
13.1.5.	CÁLCULO DE LA REACTANCIA INDUCTIVA .....	165
13.1.6.	CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.....	166
13.2.	CÁLCULOS BAJA TENSION.....	168
13.2.1.	CAÍDA DE TENSIÓN EN ACOMETIDAS Y ALUMBRADO PUBLICO... 168	
13.2.2.	CÁLCULO DE ILUMINACION CON DIALUX PARA ALUMBRADO .....	173
13.3.	CÁLCULO MECÁNICO DE POSTES.....	188
13.3.1.	GENERALIDADES .....	188
13.3.2.	MÉTODO DE CÁLCULO PARA POSTES .....	188
CAPÍTULO XIV METRADO Y PRESUPUESTO .....		193
CAPÍTULO XV CRONOGRAMA DE OBRA .....		198
CAPÍTULO XVI PLANOS BT .....		200

DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIRED CAD .....	202
1. TABLA DE CAÍDA DE TENSIÓN .....	215
2. TABLA BALANCE DE CARGAS BT RST .....	218
3. ESTADO DE TRAFIO .....	218
4. CÁLCULOS MECÁNICOS .....	219
5. TABLA DE TENDIDO .....	220
6. CUADRO DE ESTRUCTURAS .....	224
7. CUADRO DE LUMINARIAS .....	225
8. PLANOS DE MT Y BT .....	225
8.1. Media Tensión .....	225
8.2. Media Tensión Zoom .....	226
8.3. Baja Tensión .....	227
CONCLUSIONES .....	228
RECOMENDACIONES .....	229
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	230

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de tensión aprobados.....	10
Tabla 2 Factores de simultaneidad .....	12
Tabla 3 Distancias mínimas sobre la superficie de terreno.....	17
Tabla 4 Niveles de tensión aprobados para redes de distribución Secundaria .....	18
Tabla 5 Distancia vertical mínima entre conductores de fase .....	22
Tabla 6 Distancias mínimas sobre la superficie del terreno.....	23
Tabla 7 MANZANA “A” .....	28
Tabla 8 MANZANA “B” .....	28
Tabla 9 MANZANA “C” .....	29
Tabla 10 MANZANA “D” .....	29
Tabla 11 MANZANA “D” .....	30
Tabla 12 MANZANA “E” .....	30
Tabla 13 MANZANA “F” .....	31
Tabla 14 MANZANA “G” .....	32
Tabla 15 CARGAS ESPECIALES.....	33
Tabla 16 Máxima Demanda del recinto .....	36
Tabla 17 Potencia instalada .....	37
Tabla 18 Datos técnicos de los postes C.A.C 14/400 .....	41
Tabla 19 Distancia mínima de la línea de fuga (Lf) .....	73
Tabla 20 Distancias mínimas sobre la superficie del terreno.....	83
Tabla 21 Características generales de poste de concreto .....	91
Tabla 22 Resultados de cálculos de estructuras conductor para redes trifásicas .....	93
Tabla 23 Cargas y máxima demanda .....	106
Tabla 24 Técnicos garantizados postes de concreto 8/300 .....	113
Tabla 25 Datos técnicos grapa o mordaza suspensión cable autoportante para aluminio .....	122
Tabla 26 Datos técnicos grapa o mordaza anclaje cable autoportante para aluminio. ...	123

Tabla 27 Datos técnicos, caja de derivación para acometidas (6 salidas) .....	125
Tabla 28 Características técnicas .....	130
Tabla 29 Medición de aislamiento.....	161
Tabla 30 Factores considerados en el diseño .....	164
Tabla 31 Caída de tensión en acometidas y alumbrado publico .....	168
Tabla 32 Subsistema de distribución .....	193



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistemas de Distribución .....	9
Figura 2 Conductores .....	13
Figura 3 Postes.....	14
Figura 4 Aisladores.....	15
Figura 5 Retenidas .....	16
Figura 6 Conductores.....	19
Figura 7 Postes.....	20
Figura 8 Aisladores.....	21
Figura 9 Figura Imagen del recinto extraída de Google Earth .....	27
Figura 10 Figura Imagen del predio extraída de Google Earth (zoom).....	27
Figura 11 Curva de los fusibles de protección tipo “K” .....	76
Figura 12 Distancias de seguridad.....	82
Figura 13 Subsistema de distribución .....	94
Figura 14 Características dimensionales y eléctricas .....	117
Figura 15 Parámetros y factores de caída de tensión de los cables autoportantes .....	167
Figura 16 Dialux Calle Nro 72 .....	174
Figura 17 Dialux Calle Nro 16 .....	176
Figura 18 Dialux Calle Nro 15 .....	178
Figura 19 Dialux Pasaje Nro 1 .....	180
Figura 20 Dialux Calle Nro 14 .....	182
Figura 21 Dialux Calle Nro 13 .....	184
Figura 22 Dialux Calle Nro 12 .....	186
Figura 23 Diagrama de fuerzas de conductores.....	189
Figura 24 Aplicación de fuerzas en el poste .....	191
Figura 25 Cronograma .....	198
Figura 26 Creación de elemento .....	203
Figura 27 Tabla de armados MT .....	204

Figura 28 Tabla de armados BT .....	204
Figura 29 Postes MT y BT .....	205
Figura 30 Conductor de Baja tensión .....	206
Figura 31 Transformador.....	207
Figura 32 Cajas de Derivación .....	208
Figura 33 Luminarias.....	208
Figura 34 Modelo PAT 2 .....	209
Figura 35 Baja tensión.....	210
Figura 36 Cargas especiales.....	210
Figura 37 Circuito independiente .....	211
Figura 38 Pestaña diseño .....	212
Figura 39 Media Tensión.....	212
Figura 40 Media Tensión.....	213
Figura 41 Resultados de caída de tensión .....	214
Figura 42 Tabla de caída de tensión .....	215
Figura 43 Tabla balance de cargas BT RST .....	218
Figura 44 Estado de trafo.....	218
Figura 45 Cálculos Mecánicos .....	219
Figura 46 Tabla de tendido .....	220
Figura 47 Cuadro de estructuras .....	224
Figura 48 Cuadro de luminarias .....	225
Figura 49 Media Tensión.....	225
Figura 50 Media Tensión Zoom .....	226
Figura 51 Baja Tensión .....	227

## INTRODUCCIÓN

La Asociación Vivienda Taller Canteras II es una zona rural ubicada en el distrito de Cerro Colorado de la Ciudad de Arequipa, actualmente cuenta con 8 manzanas, un total de 70 lotes, un centro de recreación pública, un pequeño centro destinado para salud y un local de usos múltiples para la asociación, la finalidad de este proyecto es diseñar los subsistemas de distribución primaria, secundaria y el alumbrado público a esta zona, además del uso del DIREDCAD en el diseño de estos subsistemas, para que la empresa Sociedad Eléctrica del Sur Oeste SEAL pueda suministrar energía eléctrica a cada lote de la asociación así como el alumbrado público y alguna cargas especiales.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

##### Tema De Investigación

La presente tesis tiene por objetivo optar por el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad Católica de Santa María, acreditando a través de una investigación estar apto para ejercer adecuadamente la profesión mencionada, demostrando ante un jurado capacitado que se reúne con las capacidades y habilidades necesarias como ingeniero para aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria.

La tesis que tiene por título “DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIREC CAD” está compuesta por los cálculos convencionales necesarios para el diseño de redes primarias, secundarias y alumbrado público para dicho lugar además de realizarse el diseño en un software de diseño eléctrico llamado Dired Cad.

##### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la Asociación de Vivienda Canteras II carecen del diseño de un subsistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público, se propone realizar el diseño de manera convencional con cálculos eléctricos y usando el software DIREC CAD para luego comparar resultados y ver la mejor forma de diseño, logrando así brindarles suministro de energía eléctrica y alumbrado público.

##### 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la Asociación Vivienda Taller Canteras II por varios años un gran problema ha sido la falta de suministro eléctrico en sus lotes, así como la falta de alumbrado público eficiente que garantice buena calidad de vida y seguridad, el hecho de que no haya un correcto diseño para los subsistemas de distribución primaria secundaria alumbrado público y subestación eléctrica para esta asociación ha sido determinante para que se tenga la falta de suministro eléctrico necesario, el hecho de no poseer los recursos económicos para que algún conocido del tema realice el diseño de estos subsistemas fue otra gran traba para lograrlo, por lo que resulta de suma importancia

diseñar los subsistemas de distribución primario, secundario, alumbrado público y subestación para darle mayor calidad de vida a los miembros de la asociación, puedan realizar trabajos que requieran energía eléctrica el uso de electrodomésticos y darles mayor seguridad evitando robos de alguna manera con los subsistemas de alumbrado público.

Además de eso el uso del software DIRECAD para el diseño de subsistemas de distribución primaria secundaria y alumbrado público optimiza el diseño, reduce tiempos y costos, y este es el software que usaremos para el diseño.

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivo Principal

Diseñar el subsistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público para la Asociación de Vivienda Taller Canteras II usando DIRECAD con el fin de poder suministrar energía eléctrica a dicho lugar.

#### 1.3.2. Objetivos Secundarios

- Diseñar el subsistema de distribución de media tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIRECAD.
- Diseñar el subsistema de distribución de baja tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIRECAD.
- Diseño del subsistema de alumbrado público para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIRECAD.
- Comparar resultados del diseño con cálculos eléctricos y utilizando software.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En los últimos años se ha visto un gran crecimiento en las zonas alejadas de la ciudad, que por diferentes motivos han tenido que ocupar los diferentes terrenos que están ubicados en esta, ya sea la baja economía, las migraciones a la ciudad entre otros factores que hacen aumentar el número de personas habitando espacios lejos del centro de nuestra ciudad.

Este incremento poblacional en las zonas alejadas del centro de la ciudad ha llevado consigo un aumento en las necesidades básicas como electricidad y agua, lo que genera un retraso en la población y brinda una calidad de vida baja a las personas que habitan estas zonas. Siendo el suministro de energía eléctrica y el alumbrado público de vital importancia para el desarrollo, seguridad y calidad de vida de las personas es que se realiza este proyecto. Lo que se pretende con este proyecto es hacer el diseño del subsistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público para este sector y a la vez hacer el diseño mediante software Dired Cad para tener un diseño más óptimo, rápido y eficaz para que una vez realizado todo el diseño y cotización de materiales los socios puedan realizar el trámite correspondiente con la empresa Sociedad Eléctrica del Sur Oeste SEAL para que está preste servicio de comercialización y distribución de energía eléctrica adecuada para este sector de Asociación Vivienda Taller Canteras II

#### 1.5. LIMITACIONES DE DISEÑO

Algunas limitaciones que existen para realizar este proyecto son:

- Dificultad para conseguir los planos y croquis de la Asociación Vivienda Taller Canteras II.
- Falta de capacitación avanzada para perfeccionamiento del uso del software DIREC CAD.
- Dificultad de acceso al lugar de Asociación Vivienda Taller Canteras II.

## 1.6. BASES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO

- Código Nacional de Electricidad Utilización 2006.
- Código Nacional de Suministro.
- Norma de procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución en obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución R.D. N° 018-2002-EM/DGE. (Gallegos, 2018)



## 1.7. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II UTILIZANDO DIREC CAD

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b></p> <p>¿Cuáles son los indicadores de diseño mecánicos y eléctricos al hacer el diseño de media tensión, baja tensión y alumbrado público para la Asociación Vivienda Taller Canteras II, con cálculos convencionales y usando software DIREC CAD?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Diseñar el subsistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público para la Asociación de Vivienda Taller Canteras II usando el software DIREC CAD con el fin de poder suministrar energía eléctrica a dicho lugar.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El diseño de un subsistema de distribución primario, secundario y alumbrado público usando un software de apoyo hace que el diseño tome menor tiempo en su realización, reduce costos de inversión, pero el realizar cálculos eléctricos- mecánicos convencionales entregan resultados más confiables y seguros comparados con los del software de apoyo utilizado.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Diseño de subsistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público.</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p>Caída de tensión permitida. Pérdida de potencia permitida. Distancias de seguridad mínimas.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuáles serán los calibres seleccionados para los conductores haciendo uso de cálculos y software para que cumplan con la norma DGE?</p> <p>¿Qué tipo de aisladores usaremos en las redes de distribución primaria y secundaria y qué aisladores nos recomendará el software?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b></p> <p>Diseñar el subsistema de distribución de media tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIREC CAD.</p> <p>Diseñar el subsistema de distribución de baja tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIREC CAD.</p>		<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Diseño de subsistema de distribución con cálculos eléctricos-mecánicos y uso de software.</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p>Tiempo de desarrollo. Reducción de costos de inversión. Precisión en cálculos eléctricos-mecánicos.</p>

<p>¿Qué tipo de postes se usará para el correcto diseño de los subsistemas primarios y secundarios atendiendo a su altura y a su carga de trabajo?</p> <p>¿Cuál será el tipo de luminarias, acometidas, retenidas, puestas a tierra que se usarán en diseño y cuáles se usarán en el software?</p> <p>¿Cuál será la mejor manera de realizar el diseño del subsistema de distribución entre cálculos convencionales y uso de software?</p>	<p>Diseño del subsistema de alumbrado público para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIRECAD.</p> <p>Comparar resultados del diseño con cálculos eléctricos-mecánicos y utilizando software.</p>		
--	---	--	--

**Fuente: Elaboración propia.**

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2. MARCO TEÓRICO

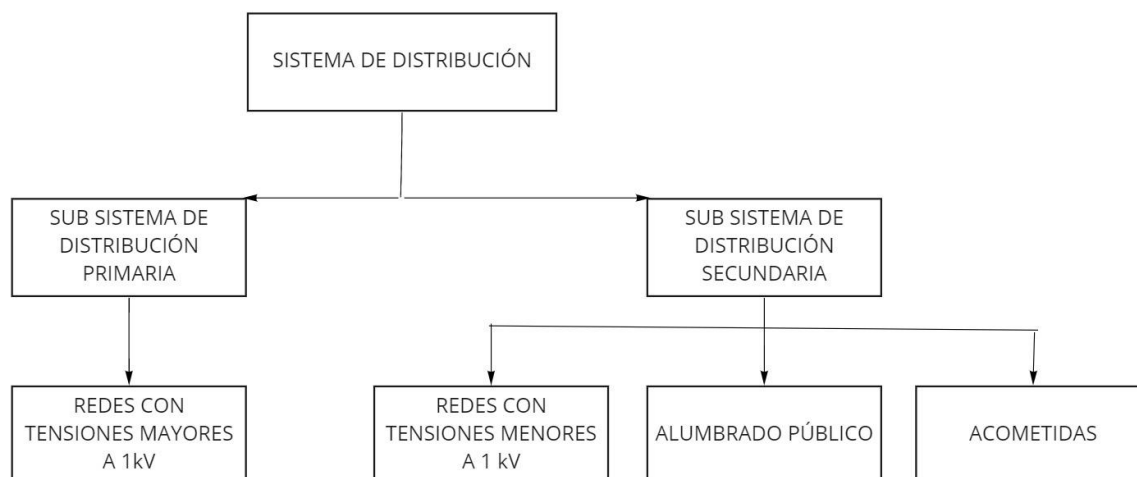
#### REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Es la parte del SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) encargado de enlazar el sistema de transmisión eléctrica con los consumidores finales, como por ejemplo industrias, residencias ya sean urbanas o rurales, comercios, lugares públicos entre otros.

Es el conjunto de instalaciones de entrega de energía eléctrica a los diferentes usuarios, comprende:

- Subsistema de distribución primaria.
- Subsistema de distribución secundaria
- Instalaciones de Alumbrado Público
- Conexiones
- Punto de entrega. (Gonzales, 2017)

**Figura 1**  
**Sistemas de Distribución**



**Fuente: Elaboración propia**

## **2.1. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA**

Es el encargado de transportar la energía eléctrica que se produce en un sistema de generación, usando un sistema de transmisión y/o un sistema de subtransmisión, hasta un subsistema de distribución secundaria, redes de alumbrado público y/o a las conexiones para los usuarios, generalmente la tensión en un subsistema de distribución primaria es de mayor a 1 Kv y menor a 30 kV, comprende tanto las redes como subestaciones intermedias o finales de transformación. (Rodríguez, 2011)

### 2.1.1. Tensiones de distribución primaria

Los niveles de tensión aprobados, según CNE tomo IV, capítulo 2

**Tabla 1**  
**Niveles de tensión aprobados**

Tension Nominal kV	Tensión Máxima del Sistema kV
2.3	2.4
6.6	6.9
10.0	10.5
13.2	13.8
23.0	24.0
30.0	31.5

**Fuente: Elaboración propia.**

### 2.1.2. Caída de Tensión permisible

La caída máxima de tensión permisible para redes de media tensión no debe exceder el 3.5% en lugares urbanos y 6% en lugares rurales de la tensión nominal dada en la tabla 1, la caída de tensión permisible está vinculada con la elección del conductor desde el punto de diseño, dado por la concesionaria, hasta el primario de la subestación de distribución, este conductor debe ser elegido de tal manera se cumpla con la norma de caída de tensión permisible. (Gallegos, 2018)

### 2.1.3. Máxima Demanda

La máxima demanda es la máxima potencia solicitada de la fuente de generación del sistema en los puntos terminales durante un periodo de tiempo determinado, se pueden obtener de un diagrama de carga para días, semanas, meses o anualmente para una casa, una urbanización, región, entre otros. (Gobierno Regional La Libertad, 2018)

### 2.1.4. Factor de Demanda

El factor de demanda es la relación entre la máxima demanda de un sistema o parte de un sistema y la potencia instalada que es la suma de todas las potencias de placa de todos los equipos. Cabe indicar que el factor de demanda siempre es igual o menor a la unidad lo que quiere decir que la potencia instalada siempre será mayor o igual a la máxima demanda. (Jara & Shulca, 2019)

### 2.1.5. Factor de Potencia

Es la relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) para proyectos de habilitaciones se puede considerar los siguientes factores de potencia ( $\cos \phi$ ):

- Red de servicio particular :0.9
- Alumbrado Público:0.9. (Ramirez, 2004)

### 2.1.6. Factor de Carga

Es la relación entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo y la máxima demanda en el mismo intervalo. Nos da un indicativo claro del comportamiento de un sistema. El factor de carga siempre será igual o menor a la unidad. (Ramirez, 2004)

### 2.1.7. Factor de Simultaneidad

Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia simultánea máxima de un grupo de clientes durante un período determinado; y la suma de sus potencias individuales máximas durante el mismo período. Según la RM-N°530-70-EM/DGE nos muestra valores de factor de simultaneidad en distribución. (Ramirez, 2004)

**Tabla 2**  
**Factores de simultaneidad**

N° de lotes	Simultaneidad
1	1
2-10	0.8
11-50	0.6
51-100	0.5
101-200	0.45
200-400	0.39
401-800	0.32
Más de 800	0.27

**Fuente: Elaboración propia.**

### 2.1.8. Red de distribución aérea

Una red de distribución primaria puede ser aérea o subterránea, cada una con características y valores permisibles específicos, para el presente trabajo se trabajará con una red aérea, para esto se tomará en cuenta lo siguiente:

#### 2.1.8.1. Conductores

a) Son materiales que ofrecen poca resistencia al paso de la corriente eléctrica, para la elaboración de proyectos de media tensión se pueden usar distintos tipos de conductores o aleaciones, como cobre, aluminio y aleaciones, estos conductores deben poseer características eléctricas y mecánicas adecuadas para cumplir con los estándares de la DGE (Dirección General de Electricidad) y el CNE (Código Nacional de Electricidad) teniendo además una resistencia a la corrosión elevada. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Designación de algunos conductores en líneas de distribución media tensión:

AAC Conductor trenzado de aluminio

AAAC Conductor de Aleación de aluminio

ACSR Conductor de aluminio con refuerzo de acero

ACAR Conductor de aluminio con refuerzo de aleación. (Ramírez, 2004)

**Figura 2**  
**Conductores**



**Fuente: Ramírez, (2004).**

Si se utiliza cobre como conductor este debe tener una pureza no menor al 99.9%

b) Según el CNE las secciones mínimas permitidas en los conductores serán:

Cobre:  $10 \text{ mm}^2$

Aleación de aluminio:  $16 \text{ mm}^2$

Además, el esfuerzo mínimo para el de rotura será el siguiente:

Cobre duro  $42 \text{ Kg/mm}^2$

Cobre semiduro  $35 \text{ Kg/mm}^2$

Aleación de Aluminio  $28 \text{ Kg/mm}^2$ . (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 2.1.8.2. Postes

Los postes son soportes verticales que funcionan como apoyo, se usan para fijar todos los elementos necesarios en una línea de distribución, pueden ser circulares o rectangulares y de diferentes materiales como concreto, metal, madera o fibra de vidrio.

En la elaboración de proyectos de media tensión los postes deben tener una resistencia elevada a agentes atmosféricos, en caso de no presentarla deben recibir tratamientos protectores para tal fin. En caso de los postes de concreto que son los más usados para este tipo de proyectos, deben ser de concreto armado o pretensado, compactados por vibración o centrifugación y deberán cumplir con las normas ITINTEC y DGE correspondientes, las alturas de estos postes en redes primarias deberán ser de 9, 10, 11, 12, 13, 14 o 15 metros. La carga de trabajo del poste podrá ser de 100, 200, 300, 400 o 500 Kg. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 3**  
**Postes**



**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

### 2.1.8.3. Aisladores

Los aisladores sirven de apoyo a los conductores y los mantienen aislados, están hechos generalmente de porcelana, aunque también pueden ser de vidrio templado, materiales sintéticos, entre otros; deben tener una alta resistencia a la corriente de fuga, resistir el peso de los conductores, resistir condiciones ambientales y cambios de temperatura. Según la norma la superficie del aislador deberá ser vidriada y estará completamente libre de imperfecciones, las partes metálicas componentes del aislador deberán ser resistentes a la corrosión. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 4**  
**Aisladores**

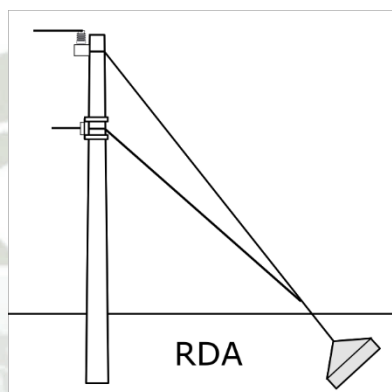


**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

#### 2.1.8.4. Retenidas

Una retenida es el elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones o esfuerzos mecánicos que generan los conductores en las estructuras, se instalan en sentido contrario a la resultante del esfuerzo de los conductores por retener, anclado al piso y generalmente formando un ángulo de 45°. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 5**  
**Retenidas**



**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

#### 2.1.8.5. Accesorios

“Los accesorios vienen a ser todos aquellos dispositivos o elementos usados para fijar los aisladores, fijar las retenidas, accesorios de conductor y para la fijación de crucetas” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### 2.1.9. Distancias mínimas de seguridad

Obedeciendo al CNE en el tomo cuatro la sección de distancias mínimas de seguridad nos indica:

##### 2.1.9.1. Distancia mínima entre conductores

Conductores del mismo circuito instalados en un poste dijo deben tener la separación vertical, horizontal o angular según se indica.

La separación mínima en cada poste y en cada vano debe ser dependiendo la tensión:

- Para tensiones inferiores o igual a 11,000 V :0.40 m.

- Para tensiones superiores a 11,000 V:  $0.40 \text{ m} + 0.01 \text{ m/kV}$  en exceso de 11 Kv. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 2.1.9.2. Distancia mínima de conductores a la superficie del terreno

“La altura de los postes será de tal manera que la flecha formada por los conductores cumpla con las distancias mínimas de seguridad respecto de la superficie del terreno” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 3**  
**Distancias mínimas sobre la superficie de terreno.**

Tensión kV	Disposición	Carreteras y avenidas (m)	Calles y Caminos (m)	Áreas no transitables por vehículos (m)
1 a 15	Al cruce	7.00	6.00	4.50
	A lo largo	6.00	5.50	4.50
15 a 30	Al cruce	7.00	7.00	5.00
	A lo largo	6.50	6.00	5.00

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

## 2.2. Subsistema de distribución secundaria

### 2.2.1. Tensiones de Distribución Secundaria

“Los niveles de tensión aprobados para los sub sistemas de distribución secundaria e instalaciones de alumbrado público que abastecen servicios públicos son” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 4**

**Niveles de tensión aprobados para redes de distribución Secundaria**

Tensión nominal (V)	
Red trifásica	Red monofásica (V)
220	220
380/220	440/220

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

### 2.2.2. Caída de Tensión permisible

Los conductores serán elegidos de tal manera que la caída de tensión no sea mayor al 5% de las tensiones nominales dadas en la tabla anterior entre el secundario del transformador de distribución y el punto de empalme de acometida con la red de distribución secundaria. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 2.2.3. Red aérea de distribución secundaria

#### 2.2.3.1. Conductores

Los conductores preferentemente deben ser de cobre o pueden ser de otro material con características eléctricas y mecánicas que cumplan las necesidades del proyecto. Además, deben cumplir con las normas ITINTEC para conductores de cobre y la norma DGE correspondiente. El esfuerzo mínimo de rotura del conductor en subsistemas aéreos de distribución secundario será de  $35 \frac{Kg}{mm^2}$  y una sección mínima de  $10mm^2$  en caso de cobre. En caso del conductor neutro, en distribuciones trifásicas pueden ser a dos hilos (fase y neutro), tres hilos (2 fases y neutro) y cuatro hilos (3 fases y neutro). Cuatro hilos (3 fases y neutro). Para  $10 mm^2$  de cobre, igual a la sección de los conductores de fase. Para secciones superiores, la mitad de la sección de los conductores de fase con un mínimo de  $10 mm^2$  para el cobre. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 6**  
**Conductores**



**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

### 2.2.3.2. Postes

Los postes para subsistemas de distribución secundaria pueden ser de metal concreto madera o cualquier otro material que cumpla con las exigencias mecánicas del proyecto.

Para los postes de concreto armado y de madera rigen las disposiciones vigentes de las Normas ITINTEC correspondientes. Los postes se dimensionarán de acuerdo con la Norma DGE correspondiente. Los postes de concreto armado podrán colocarse directamente en el suelo, empotrándose 1.3 m como mínimo para los postes hasta de 8m de altura, aumentando 0.10m por cada metro de exceso. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 7**  
**Postes**



**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

### 2.2.3.3. Aisladores

Los aisladores para subsistemas de distribución secundaria pueden ser de porcelana vidrio o algún material que cumpla las exigencias eléctricas y mecánicas del proyecto.

**Figura 8**  
**Aisladores**



**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

## 2.2.4. Distancias mínimas de seguridad en subsistemas de distribución secundaria

### 2.2.4.1. Entre conductores eléctricos

“La distancia mínima necesaria entre conductores de fase según el Código Nacional de Electricidad es” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 5**

**Distancia vertical mínima entre conductores de fase**

Vano	Distancia mínima
De 0 a 50 metros	0.10 m
De 50 a 65 metros	0.15 m
De 65 a 80 metros	0.20 m
De 80 a 100 metros	0.30 m

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

#### 2.2.4.2. Distancia mínima a la superficie del terreno

“Según el Código Nacional de Electricidad la distancia de seguridad mínima desde el terreno a los conductores, en condiciones de flecha máxima. se presenta en la siguiente tabla” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 6**  
**Distancias mínimas sobre la superficie del terreno**

Disposición	Carreteras y avenidas m	Calles y caminos m	Áreas no transitadas por vehículos
Al cruce	6.50	5.50	4.00
A lo largo	5.50	5.00	4.00

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

### 2.3. Alumbrado público

Todas las calles, pasajes, avenidas, parques entre otros lugares públicos se encuentran iluminados por el diseño de alumbrado público realizado para cada lugar.

Algunos requisitos que debe cumplir una instalación de alumbrado público son:

- Ofrecer un grado aceptable de uniformidad en iluminación
- Evitar el fenómeno de deslumbramiento
- Facilitar el mantenimiento
- Satisfacer condiciones estéticas. (Callasi, 2020)

### 2.3.1. Tipos de luminarias

Existen diferentes tipos de luminarias usadas para alumbrado público, algunas son:

- Lámparas fluorescentes.
- Lámparas de vapor de mercurio de alta presión.
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión.
- Lámparas de mercurio con halógenos metálicos.
- Lámparas con descarga por inducción.
- Luminarias LED. (Callasi, 2020)

### 2.3.2. Luminarias LED

En los últimos años se ha venido propagando el uso de luminarias tipo LED en los diseños de alumbrado público, una lámpara led es una lámpara de estado sólido que usa diodos emisores de luz como fuente lumínica. Se utilizan tantos diodos como intensidad luminosa se requiera,

Algunas ventajas de las luminarias tipo LED son:

- Eficiencia energética con un consumo de hasta un 85% menos de electricidad.
- Mayor vida útil ofrece hasta 50 000 horas de uso aproximadamente.
- Es un tipo de luminaria ecológica no sólo por el ahorro de energía, sino que evita el uso de mercurio y tungsteno en su composición
- Baja emisión de calor y mínimo mantenimiento. (Callasi, 2020)

## 2.4. SOFTWARE DIREC CAD

Es un software de última generación creado para diseñar los sistemas de distribución eléctrica ya sea aéreo o subterráneo en media o baja tensión y alumbrado público desarrollando en forma automática los cálculos de perfiles de corriente y tensión en nodos, fase por fase, verificando automáticamente las caídas de voltaje, pérdidas, balance de cargas y otros relacionados. De los que se puede obtener un reporte de resultados de cálculos eléctricos, mecánicos, materiales, y planos del proyecto. Este software es aplicable en todo tipo de proyecto de electrificación rural o urbana, posee una interfaz gráfica amigable, es compatible con las configuraciones eléctricas y modelos de redes eléctricas de distribución para varios países, se pueden obtener diferentes tipos de reportes eléctricos y mecánicos, planos, diagramas de carga, entre otros. (Direc - CAD, 2020)

### 2.4.1. Ventajas del uso del DIREC-CAD

- Optimiza el Diseño de una Red de Distribución Aérea y/o subterránea.
- Menor tiempo en el desarrollo de Diseño de su proyecto.
- Reducción de costos de inversión en el Desarrollo del Diseño de una Red de Distribución Eléctrica.
- Mayor precisión en los cálculos eléctricos y mecánicos permitiendo resultados eficientes. (Direc - CAD, 2020)

## CAPÍTULO III

### MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN

#### 3. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN

##### 3.1. GENERALIDADES

Definiremos los requerimientos de diseño y detalles técnicos para el suministro de energía eléctrica por parte de SEAL a los predios de la “ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II”, ubicado en distrito de Cerro Colorado, Provincia y departamento de Arequipa, comprende la Red Primaria aérea y Subestación tipo aérea monoposte de 100 KVA a nivel de tensión de 10KV. (Callasi, 2020)

##### 3.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMATOLÓGICAS

La “ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II” se ubica en el distrito de Cerro Colorado en el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa, en el sur del Perú; a un estimado de 30 minutos del centro de la ciudad de Arequipa y con una altitud a 2,450 m.s.n.m, está situada al norte de la ciudad. Cerro Colorado tiene un clima desértico. No hay virtualmente ninguna lluvia durante el año con excepciones de los meses de enero y febrero. La clasificación del clima según Köppen-Geiger es BWk (B=clima seco, w=desértico, k=frío). El mes más seco es mayo y el mes más caluroso del año es febrero con un promedio de 25.0 °C de febrero y con lluvias, también cabe mencionar que el mes de julio tiene la temperatura promedio más baja del año con 8.1 ° C. (Chávez et al, 2018)

**Figura 9**

**Figura Imagen del recinto extraída de Google Earth**



**Fuente: Google Earth.**

**Figura 10**

**Figura Imagen del predio extraída de Google Earth (zoom)**



**Fuente: Google Earth.**

### 3.3. FACTIBILIDAD Y PUNTO DE DISEÑO

Se determinó el punto de diseño para suministrar energía eléctrica a los predios de la “ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER CANTERAS II”, es así como la estructura N°28804 ubicada frente al lote 17 Mz. E de la indicada Asociación, con nivel de tensión 10kV, fue definida como punto de diseño.

### 3.4. CALIFICACIÓN ELÉCTRICA

Tipo de habilitación: Habilitación de media densidad poblacional, tipo II.

Teniendo el tipo de habilitación según tablas del Código Nacional de Electricidad le corresponde una Potencia de 1000 W por lote.

Potencia por lote: 1000 W.

Distribución de cargas por lotes

#### 3.4.1. MANZANA “A”

**Tabla 7**  
**MANZANA “A”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
A	1	R	1 Kw

**Fuente: Elaboración propia**

#### 3.4.2. MANZANA “B”

**Tabla 8**  
**MANZANA “B”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
B	1	S	1 Kw
	2	T	1 Kw
	3	R	1 Kw
	4	S	1 Kw
	5	T	1 Kw
	6	R	1 Kw

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.3. MANZANA “C”

**Tabla 9**  
**MANZANA “C”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
C	1	S	1 kW
	2	T	1 kW
	3	R	1 kW
	4	S	1 kW
	5	T	1 kW
	6	R	1 kW
	7	S	1 kW
	8	T	1 kW
	9	R	1 kW

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.4. MANZANA “D”

**Tabla 10**  
**MANZANA “D”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
D	1	S	1 kW
	2	T	1 kW
	3	R	1 kW
	4	S	1 kW
	5	T	1 kW
	6	R	1 kW

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.5. MANZANA “D”

**Tabla 11**  
**MANZANA “D”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
D'	1	S	1 kW
	2	T	1 kW
	3	R	1 kW
	4	S	1 kW

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.6. MANZANA “E”

**Tabla 12**  
**MANZANA “E”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
E	1	T	1 kW
	2	R	1 kW
	3	S	1 kW
	4	T	1 kW
	5	R	1 kW
	6	S	1 kW
	7	T	1 kW
	8	R	1 kW
	9	S	1 kW
	10	T	1 kW
	11	R	1 kW
	12	S	1 kW

**Fuente: Elaboración propia**

## 3.4.7. MANZANA “F”

Tabla 13  
MANZANA “F”

Manzana	Lote	Fase	Potencia
	1	T	1 kW
	2	R	1 kW
	3	S	1 kW
	4	T	1 kW
	5	R	1 kW
	6	S	1 kW
F	7	T	1 kW
	8	R	1 kW
	9	S	1 kW
	10	T	1 kW
	11	R	1 kW
	12	S	1 kW
	13	T	1 kW
	14	R	1 kW

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.8. MANZANA “G”

**Tabla 14**  
**MANZANA “G”**

Manzana	Lote	Fase	Potencia
G	1	S	1 kW
	2	T	1 kW
	3	R	1 kW
	4	S	1 kW
	5	T	1 kW
	6	R	1 kW
	7	S	1 kW
	8	T	1 kW
	9	R	1 kW
	10	S	1 kW
	11	T	1 kW
	12	R	1 kW
	13	S	1 kW
	14	T	1 kW
	15	R	1 kW
	16	S	1 kW
	17	T	1 kW
	18	R	1 kW

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.4.9. CARGAS ESPECIALES

**Tabla 15**  
**CARGAS ESPECIALES**

Carga especiales	Fase	Potencia
Recreación Pública	R	3 KW
Centro de salud	S	3 KW
Local de usos múltiples	T	3 kW

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.5. ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a Subsistema de Distribución Primaria con nivel de tensión trifásica de 10KV requerido para suministrar energía eléctrica a los predios de la “ASOCIACION VIVIENDA CANTERAS II” con los alcances siguientes:

- Red primaria trifásica  $3\emptyset$  en 10 kV, aérea, con cable aéreo 3 –  $1 \times 35 \text{mm}^2$  AAAC.
- Subestación de Distribución  $3\emptyset$ , 10.0/0.38-0.22 kV, aérea y monoposte de 100 kVA
- Cálculos justificativos
- Especificaciones técnicas para suministro de materiales y equipos
- Especificaciones técnicas para montaje electromecánico de los equipos
- Metrado y Presupuesto
- Cronograma de Obra. (Gallegos, 2018)

### **3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA**

#### **3.6.1. RED DE MEDIA TENSIÓN**

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 10 kV
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Longitud de la línea : 18.21 Metros lineales (Aéreo). (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **3.6.2. POSTE DE PUNTO DE DISEÑO**

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 10 kV
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Soportes Existentes : Poste de C.A.C.14/400 (Estructura Existente)
- Aislamiento Existente : Aisladores Suspensión Poliméricos de 36 kV.
- Aislamiento Proyectado : Aisladores Suspensión Poliméricos de 15 kV. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 3.6.3. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TIPO AÉREA PROYECTADA

- Soportes Proyectoado : Poste CAC. de 14/400  
Cruceta A°G° angular de  
75x75x2400mm.
- Potencia del Transformador : 100 kVA
- Tipo de Subestación: Tipo Aérea Monoposte
- Tensión Nominal Primaria : 10kV.
- Tensión Nominal Secundaria: 0.38-0.22 kV.
- Grupo de Conexión : Dyn5
- Sistema de protección : Seccionadores Poliméricos CUT OUT  
de 27 kV y pararrayos Poliméricos de  
15 kV.
- Conductor de línea MT : Cable AAAC 35 mm<sup>2</sup>.
- Bajada conductor MT hacia cut out : Cable AAAC 70 mm<sup>2</sup>.
- Sistema de Puesta a Tierra : Dos con conductor de Cobre de  
35 mm<sup>2</sup>.
- Tablero de Distribución : Metálico con interruptor regulable de  
100 - 200 A. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 3.7. MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA

La potencia instalada fue determinada en base a los cálculos realizados en la ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II, el cual, detalla la máxima demanda por lote según su calificación eléctrica (1Kw por lote). Además de las cargas especiales ubicadas en este lugar. Así mismo se realiza el cálculo del alumbrado público para esta zona. La máxima demanda calculada para dicha urbanización que será suministrada a una tensión de 380/220 voltios y está determinada por la carga establecida de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad será con un factor de potencia de 0.9 inductivo y un factor de simultaneidad de 0.6. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Tabla 16**  
**Máxima Demanda del recinto**

POTENCIA INSTALADA Y MÁXIMA DEMANDA	
POTENCIA INSTALADA EN TODOS LOS LOTES kW	70.000
CARGAS ESPECIALES Kw	9.000
PÉRDIDAS DE POTENCIA kW	1.4893
POTENCIA INSTALDA TOTAL Kw	80.4893
FACTOR DE POTENCIA	0.9
POTENCIA TOTAL EN KVA	89.43

**Fuente: Elaboración propia.**

Al tener 89.43 kVA se seleccionó una subestación aérea con una potencia estándar de 100 kVA, lo cual servirá para satisfacer la demanda eléctrica de las viviendas actuales de la urbanización y de las viviendas futuras que se construirán en dicho lugar.

### 3.8. PARÁMETROS DE CÁLCULO MEDIA TENSIÓN

Para la selección y dimensionamiento de los equipos y materiales especificados se utilizarán los siguientes parámetros.

- Caída máxima permisible de tensión de la red 3.0 %
- Tensión nominal 10KV
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Máxima demanda de Potencia 55.97 KW
- Factor de Potencia 0.85
- Potencia de Cortocircuito 100 MVA. (Azapa, 2010)

### 3.9. POTENCIA INSTALADA

**Tabla 17**  
**Potencia instalada**

<b>POTENCIA INSTALADA Y MÁXIMA DEMANDA ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER CANTERAS II</b>	
POTENCIA INSTALADA EN LOS LOTES Y CARGAS ESPECIALES KW	79.000
POTENCIA DE ALUMBRADO PÚBLICO KW	1.155
PÉRDIDAS DE POTENCIA KW	1.4893
POTENCIA INSTALADA TOTAL KW	81.6443
FACTOR DE POTENCIA	0.9
<b>POTENCIA TOTAL EN KVA</b>	<b>90.72</b>
<b>POTENCIA ESTANDAR EN KVA</b>	<b>100</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.10. PLANOS Y LÁMINAS DE DETALLES PARA MEDIA TENSIÓN

Los planos correspondientes al diseño de los armados y de la subestación tipo caseta son los siguientes:

- Diagrama unifilar
- Plano de ubicación
- Planimetría y ubicación de estructuras
- Plano armado de derivación (D-1)
- Plano subestación eléctrica Monoposte (SEM-1)
- Plano Unidad de Puesta a Tierra (PAT-2). (Azapa, 2010)

### 3.11. PUESTAS A TIERRA MEDIA TENSIÓN

Toda la ferretería estará aterrada, las partes metálicas de la SS.EE tipo aérea monoposte, es decir contará con dos puestas a tierra, así como la acometida de Media Tensión estará aterrada, también en el lado de BT del transformador, cada una en forma independiente de acuerdo con las normas vigentes. (Azapa, 2010)

### 3.12. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD APLICADAS PARA MEDIA TENSIÓN

#### 3.12.1. Distancias Mínimas de Conductor a la Superficie del Terreno

- |   |       |
|---|-------|
| • En lugares accesibles solo a peatones             | 5.5m. |
| • En laderas no accesibles a vehículos o personas   | 2.5m. |
| • En lugares con circulación de maquinaria agrícola | 6.1m. |
| • A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas   | 6.1m. |
| • En cruces de calles, avenidas y vías férreas      | 7.0m. |

Las distancias mínimas al terreno consignadas son verticales y determinadas a la temperatura máxima prevista, con excepción de la distancia a laderas no accesibles, que será radial y determinada a la temperatura en las condiciones EDS y declinación con carga máxima de viento. Las distancias son válidas para líneas de 10.0 KV. (Callasi, 2020)

### 3.12.2. Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o a Árboles Aislados

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles 2.50m.
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales 0.50m.

(Callasi, 2020)

### 3.12.3. Distancias Mínimas a Edificaciones y a otras áreas de comunicaciones

---

Distancia vertical entre el conductor y cualquier parte de techo o estructura similar, normalmente no accesible, pero sobre la cual pueda pararse una persona.	4.0 m
Distancia vertical entre el conductor y cualquier techo o estructura similar sobre la que no se pueda parar una persona.	3.5 m
Distancia radial entre el conductor, paredes y otras estructuras no accesibles.	2.0 m
Distancia radial entre el conductor y parte de una edificación normalmente accesible a personas incluyendo abertura de ventanas, balcones y lugares similares.	2.5 m
Distancia Radial entre el conductor y antenas o distintos tipos de pararrayos.	3.0 m

---

Fuente: Rodríguez, (2011)

## CAPÍTULO IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIAL Y EQUIPO PARA MEDIA TENSIÓN

### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIAL Y EQUIPO PARA MEDIA TENSIÓN

#### 4.1. POSTES

Los postes utilizados para el diseño de la línea primaria serán postes C.A.C 14/400 (Postes de Concreto Armado Centrifugado de 14 metros de altura con una carga de trabajo de 400 kF).

Debido a que consideramos que 14 metros de altura del poste para media tensión no presenta inconvenientes para el normal desarrollo del lugar y de 400 kF ya que los postes no trabajaran con una carga superior a la indicada.

##### 4.1.1. NORMAS APLICABLES

“Los postes seleccionados cumplirán con la norma NTP 339.027 POSTES DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

##### 4.1.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Los postes se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 2335 m
- Humedad relativa: 50 a 100%
- Temperatura ambiente: 23 °C
- Contaminación ambiental: moderada. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### 4.1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES

“Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, rugosidades y escoriaciones; de acuerdo a la tabla de datos técnicos para los postes seleccionados” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

**Tabla 18**

**Datos técnicos de los postes C.A.C 14/400**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			
1	FABRICANTE					
2	TIPO		CENTRIFUGADO			
3	NORMAS DE FABRICACION		INDECOPI NTP-339-027			
4	LONGITUD DEL POSTE	m	14	13	14	13
5	DIAMETRO EN LA CIMA	mm	150	160	180	180
6	DIAMETRO EN LA BASE	mm	360	340	390	380
7	CARGA DE TRABAJO A 0.15 m DE LA CIMA	daN	300	300	400	400
8	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		2			
9	MASA DE UNIDAD	Kg				

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2002).**

#### 4.1.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE

- Los postes serán transportados únicamente en trayerls de dimensiones adecuadas y estibados de forma tal, que se eviten esfuerzos de impacto y de vibración, no considerados en su diseño.
- En las operaciones de embarque y desembarque se utilizarán únicamente grúas o equipo mecánico apropiado, evitando todo tipo de esfuerzo dinámico por golpes o caídas bruscas.
- Los postes se almacenarán en forma horizontal protegidos del sol y lluvia para evitar daños posteriores en estos. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

## 4.2. CRUCETAS METÁLICAS ANGULARES DE F°G°

“En las especificaciones técnicas se establecerán las condiciones necesarias que deben cumplir las crucetas metálicas, que servirán como soporte para la instalación de los aisladores, equipos y accesorios usados para las redes de distribución de media tensión” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

### 4.2.1. NORMAS APLICABLES

Las crucetas materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- NTC 1 Ensayo de doblamiento para productos de acero.
- NTC 2 Ensayo de tracción para productos de acero.
- NTC 181 Aceros al carbono y fundiciones de hierro.
- NTC 1920 Metalurgia. Acero estructural
- NTC 2076 Electricidad. Galvanizado por inmersión en caliente para herrajes y perfiles estructurales de hierro y acero.
- NTC 2616 Electrotecnia. Crucetas, diagonales y bayonetas metálicas. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 4.2.2. REQUISITOS BÁSICOS

Las crucetas deberán ser de acero estructural, de perfil angular, de lados iguales y deben ser galvanizadas en caliente. De una sola pieza libre de soldadura, deformaciones o fisuras. Las perforaciones deben ser adecuadas, además los perfiles deben cumplir los siguientes requisitos mecánicos:

- Límite de fluencia = 25 kg/mm<sup>2</sup> (36.000 PSI)
- Resistencia a la tracción = 41,56 kg/mm<sup>2</sup> (58.000 PSI)
- Elongación = 21% en 50 mm (Lo = 2”). (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **4.2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CRUCETAS METÁLICAS**

Las características técnicas garantizadas de las crucetas metálicas angular en acero galvanizado son las siguientes:

- Dimensiones 75mm x 75mm x 2400mm
- Proceso de galvanizado ASTM 2076. (Gallegos, 2018)

#### **4.2.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE**

Se realizará el transporte de las crucetas en camionetas o algún medio de transporte que pueda llevarlas al lugar de destino de una manera adecuada, sin causar daños en esta.

Se almacenará cuidando del sol y agentes atmosféricos que puedan dañar el material.

### **4.3. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS**

“En esta parte se detalla las especificaciones técnicas requeridas de los accesorios metálicos para los postes y crucetas metálicas que se utilizarán en la red primaria” (Capuñay, 2013).

#### **4.3.1. NORMAS APLICABLES**

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- ASTM A 7 ACERO FORJADO
- ANSI A 153 RECUBRIMIENTO DE ZINC (INMERSIÓN EN CALIENTE) SOBRE HERRAJES DE HIERRO Y ACERO
- ANSI C 135.1 NORMA NACIONAL AMERICANA PARA ACERO GALVANIZADO, TORNILLOS Y TUERCAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS
- ANSI C 135.5 NORMA NACIONAL AMERICANA PARA TUERCAS Y OJALES FERROSOS GALVANIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS. (Capuñay, 2013)

### 4.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS METÁLICOS

#### 4.3.2.1. PERNOS MAQUINADOS

Serán de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1

Las cargas de rotura mínima serán:

- Para pernos de 16 mm: 55 kN
- Para pernos de 13 mm: 35 kN

Cada perno maquinado deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno. (Montalvo, 2006)

#### 4.3.2.2. PERNO OJO

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 250 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado y será roscado en el otro extremo.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Cada perno ojo deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno. (Montalvo, 2006)

#### 4.3.2.3. BRAZO ANGULAR

“Será de acero galvanizado en caliente y se utilizará para fijar la cruceta de metal a los postes. Se fabricará con perfil angular de 38 x 38 x 5 mm” (Montalvo, 2006).

#### 4.3.2.4. ARANDELAS

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curvada de 76 mm de lado y 5 mm (3/16”) de espesor, con un agujero central de 17,5 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

- Arandela cuadrada plana de 57 mm de lado y 5 mm (3/16”) de espesor, con agujero central de 17,5 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN. (Montalvo, 2006)

#### **4.3.2.5. ABRAZADERA GALVANIZADA PARA POSTE DE C.A.C 14/400**

“Serán de acero forjado galvanizado en caliente, y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1. Cada abrazadera deberá ser suministrada de acuerdo al tipo de poste instalado” (Capuñay, 2013).

#### **4.4. AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO SUSPENSIÓN**

“Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para los aisladores poliméricos que usaremos en nuestra red primaria” (Montalvo, 2006).

##### **4.4.1. NORMAS APLICABLES**

Las normas consideradas para la fabricación y diseño de los aisladores poliméricos serán las siguientes:

- ANSI C29.11 NORMA NACIONAL AMERICANA PARA AISLADORES DE SUSPENSIÓN COMPUESTOS PARA ENSAYOS DE LÍNEAS AÉREAS DE TRANSMISIÓN
- IEC 1109 -AISLADORES COMPUESTOS PARA LÍNEAS AÉREAS A.C. CON UNA TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 1000 V – DEFINICIONES, MÉTODOS DE ENSAYO Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN. (Instituto de Normas Técnicas y Certificación, 2005)

##### **4.4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN**

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores tipo PIN Poliméricos, tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red: 10 kV
- Tensión máxima de servicio: 12 kV
- Frecuencia de la red: 60 Hz
- Naturaleza del neutro: efectivamente puesto a tierra. (Callasi, 2020)

#### **4.4.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

##### **4.4.3.1. NÚCLEO**

“El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador” (Callalli, 2006).

##### **4.4.3.2. RECUBRIMIENTO DE NÚCLEO**

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. (Callalli, 2006)

##### **4.4.3.3. ALETAS AISLANTES**

“Las aletas aislantes serán, también hidrófugas de goma de silicón, y estarán firmemente unidos a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio por moldeo como parte de la cubierta; presentarán diámetros iguales” (Callalli, 2006).

##### **4.4.3.4. HERRAJES EXTREMOS**

Los herrajes extremos para los aisladores de suspensión estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de vidrio. La conexión entre los herrajes y el núcleo de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial, de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de este último. Los herrajes para los aisladores tipo suspensión deberán ser de acero forjado o hierro maleable; el galvanizado corresponderá a la clase “C” según la norma ASTM A153. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **4.4.4. TRANSPORTE Y ALMACENAJE**

Los aisladores deben trasladarse al recinto tomando las medidas necesarias para llegar al destino con todas las características especificadas anteriormente garantizadas, y almacenadas en lugares donde no exista mucha contaminación o posibilidad de romperse, para que al momento de ser instalados cumplan su correcta función. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

## **4.5. CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO AAAC**

### **4.5.1. ALCANCE**

“Las especificaciones siguientes describen las características técnicas y de fabricación del conductor de aleación de aluminio AAAC que se utilizará en nuestra red primaria” (Gallegos, 2018).

### **4.5.2. NORMAS APLICABLES**

El conductor de aleación de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas:

- ASTM B398 Aleación de aluminio 6201-t81 alambre para fines eléctricos
- ASTM B399 conductores de aleación de aluminio concéntrico. (Gallegos, 2018)

### **4.5.3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambón de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. (Callalli, 2006)

### **4.5.4. FABRICACIÓN**

El conductor de aleación de aluminio se fabricará en una parte de la planta especialmente acondicionada para tal propósito; durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar su contaminación por cobre u otros materiales que puedan causarle efectos adversos. (Montalvo, 2006)

### **4.5.5. EMBALAJE Y TRANSPORTE**

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Podrá ser

transportado en camionetas o medios de transporte aptos con la condición de que no se dañe el conductor. (Callalli, 2006)

#### **4.6. SECCIONADORES CUT OUT TIPO EXPULSIÓN**

##### **4.6.1. ALCANCE**

Las especificaciones cubren todas las condiciones técnicas y de fabricación que se usaran para los seccionadores que se usaran en el proyecto.

##### **4.6.2. NORMAS APLICABLES**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma:

- ANSI C-37.42 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SWITCHGEAR - ESPECIFICACIONES DE CORTES DE DISTRIBUCIÓN Y ENLACES DE FUSIBLES. (American National Standard for Switchgear, 2020)

##### **4.6.3. CONDICIONES AMBIENTALES**

Los seccionadores fusibles se instalarán en zonas que presenten las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental : entre -15°C y 30°C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada.  
(Montalvo, 2006)

##### **4.6.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

“Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga” (Montalvo, 2006).

##### **4.6.5. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO**

Los aisladores-soporte serán de porcelana; tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos. La línea de fuga mínima entre fase-tierra será de 625 mm.

Los seccionadores-fusibles estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera, serán del Tipo B según la Norma ANSI C37.42

El portafusible se rebatirá automáticamente por la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base; la bisagra de articulación tendrá doble guía. (Montalvo, 2006)

#### **4.6.6. ACCESORIOS**

Los seccionadores-fusibles deberán incluir entre otros los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra
- Placa de características
- Accesorios para fijación en cruceta de madera: Tipo B (según la Norma ANSI C37.42)
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores. (Callalli, 2006)

#### **4.7. PARARRAYOS POLIMÉRICOS DE 15 KV**

##### **4.7.1. ALCANCE**

“Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, características generales y entrega de pararrayos que se utilizará en nuestra red primaria” (Montalvo, 2006).

##### **4.7.2. NORMAS APLICABLES**

IEC 99-1 SOBRETENSIONES PARTE 1: Resistencia no lineal tipo pareados para sistemas AC

##### **4.7.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los pararrayos son del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; serán conectados entre fase y tierra. La columna soporte será de material polimérico color gris a base de goma silicón; estará diseñada para operar en un ambiente medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 625 mm. (Montalvo, 2006)

#### 4.7.4. DATOS TÉCNICOS

Los pararrayos contarán con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se originen en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.

Las partes metálicas de hierro o acero deberán estar protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm<sup>2</sup>, y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos. Tienen las siguientes características eléctricas:

- Tipo de montaje Exterior
- Tensión Nominal del Pararrayos 15 kV
- Tensión Máxima de Servicio 12 KV
- Corriente Nominal 100 A
- Corriente Nominal De Descarga En Onda 8/20 10 kA
- Nivel Básico de Aislamiento (NBA) 150 kV
- Distancia de fuga del aislador del Seccionador 625 mm
- Accesorios de fijación Completos. (Montalvo, 2006)

#### 4.8. TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN DE 100 kVA

##### 4.8.1. ALCANCE

A continuación, se indican las características, normas aplicables y construcción que tendrá el transformador que usaremos en el diseño para la Asociación Vivienda Canteras II

##### 4.8.2. NORMAS APLICABLES

“El transformador cumple con la siguiente norma de fabricación: IEC 60076 POWER TRANSFORMERS” (Montalvo, 2006).

### **4.8.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL TRANSFORMADOR**

“El transformador está diseñado para uso interior sumergido en aceite y refrigeración natural (ONAN). Sus características constructivas son” (Gonzales, 2017).

#### **4.8.3.1. NÚCLEO**

El núcleo es fabricado con láminas de acero al silicio de grano orientado, de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad. Cada lámina está cubierta con material aislante resistente al aceite caliente. El núcleo está formado mediante apilado de las láminas de acero. El armazón que soporta al núcleo es una estructura reforzada que reúne la resistencia mecánica adecuada y no presenta deformaciones permanentes en ninguna de sus partes. (Gonzales, 2017)

#### **4.8.3.2. ARROLLAMIENTOS**

Los arrollamientos de alta tensión se fabricaron con conductores de cobre esmaltados y los arrollamientos de Baja Tensión se fabricaron con conductores de cobre aislados con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento. Las bobinas y el núcleo completamente ensamblados se secaron al vacío e inmediatamente después de impregnarse de aceite dieléctrico. (Gonzales, 2017)

#### **4.8.3.3. AISLADORES PASA TAPAS**

“Los Aisladores pasa tapas son fabricados de porcelana, los cuáles son homogéneos, libre de cavidades o burbujas de aire y de color uniforme” (Gonzales, 2017).

#### **4.8.3.4. TANQUE DEL TRANSFORMADOR**

El tanque del transformador es construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y de alta graduación comercial. Todas las bridas o juntas son soldadas al tanque. El transformador cuenta con una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados y un conmutador de tomas en vacío, instalados al exterior de la tapa del transformador. (Gonzales, 2017)

#### 4.8.4. ACCESORIOS

El transformador tendrá los siguientes accesorios:

- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite
- Ganchos de suspensión para levantar al transformador completo
- Conmutador de tomas en vacío ubicadas al exterior del transformador
- Válvula de vaciado y toma de muestras en aceite
- Aisladores Pasa tapa de Media Tensión.
- Aisladores Pasa tapa de Baja Tensión.
- Accesorios para maniobra, enclavamiento o seguridad de las válvulas y del conmutador.
- Terminales bimetalicos tipo plano para conductores de Alta Tensión de 25 mm<sup>2</sup> a 95 mm<sup>2</sup>. (Gonzales, 2017)

#### 4.8.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Potencia: 100 kVA
- Norma de Fabricación: IEC-76/ITINTEC 370.002
- Fases: 3
- Frecuencia: 60Hz
- Grupo de Conexión: Dyn5
- Devanado de A.T: 10 kV
- Devanado de B.T.: 0.38-0.22 kV
- Bornes de A.T.: 3
- Bornes de B.T : 4
- Altura de Instalación: <2500msnm
- Peso: 400 kg. (Gonzales, 2017)

#### **4.9. TABLERO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN**

Equipamiento:

- 01 Envolvente metálico de Plancha LAF 2mm de espesor, pintado con base sincromato y revestido con pintura anticorrosiva.
- 01 Interruptor Termomagnético Regulable de 3x200 A (600V), 25 kA
- 01 Sistema de barras de principales 630A y Aisladores Portabarras de 1 kV. (Gonzales, 2017)

#### **4.10. MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA**

##### **4.10.1. ALCANCE**

“Se detallará las normas aplicables, descripción de materiales y otras especificaciones que deberán cumplir los materiales para puesta a tierra de nuestro diseño” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

##### **4.10.2. NORMAS APLICABLES**

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- NTP 370.251.2003 CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.
- UNE 21-056 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA ABNT NRT 13571 HASTE DE ATERRAMIENTO
- UNE 21-159 ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### **4.10.3. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES**

#### **4.10.3.1. CONDUCTOR**

“El conductor será de cobre desnudo, cableado y recocido” (Callalli, 2006).

#### **4.10.3.2. ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

##### **Materiales**

##### **a) Núcleo**

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm<sup>2</sup>; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

##### **b) Revestimiento**

Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm. (Montalvo, 2006)

#### **4.10.3.3. CONECTOR PARA ELECTRODO**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias. (Montalvo, 2006)

#### **4.10.3.4. PLANCHA DOBLADA (GRAPA TIPO J)**

“Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor” (Montalvo, 2006).

#### **4.10.3.5. CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO (SPLIT BOLT)**

“Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de  $16 \text{ mm}^2$  entre sí” (Montalvo, 2006).

#### **4.10.3.6. CAJAS REGISTRO**

“Las cajas de registro para puestas a tierra serán de PVC, las cuales tienen alto nivel de aislamiento, resistentes al impacto, no es corrosivo y soporta más de 1430kg de peso” (Montalvo, 2006).

#### **4.10.3.7. CEMENTO CONDUCTIVO**

“El cemento conductivo será utilizado como aditivo para reducir la resistencia de la varilla de cobre, el cual debe ser de baja resistividad, higroscópico, libre de mantenimiento y ecológico” (Montalvo, 2006).

#### **4.10.3.8. SAL INDUSTRIAL**

“La sal industrial (NaCl) será utilizado como aditivo para reducir la resistencia de la varilla de cobre, el cual debe ser inodoro, higroscópico, altamente soluble en agua y ecológico” (Montalvo, 2006).

## CAPÍTULO V

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

#### 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

##### 5.1. EXCAVACIÓN PARA CIMENTACION DE POSTES C.A.C.

Se ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para el tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación. Se determinará, para el tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación. (Montalvo, 2006)

##### 5.2. PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIÓN AEREA MONOPOSTE

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a todo el equipamiento eléctrico que albergara la subestación y conectados a electrodos verticales de copperweld clavadas en el terreno. Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- La caja metálica del transformador de Potencia de 100KV.
- La carcasa metálica del seccionador Fusible tipo CUT OUT de 27KV.
- La carcasa metálica del pararrayo poliméricos de 15KV.
- La carcasa metálica de aisladores poliméricos tipo suspensión y tipo PIN de 15KV.
- El tablero de Baja tensión 380/220V.
- Todas las estructuras metálicas que existiera en la subestación.

Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, se medirá la resistencia de cada puesta a tierra y los valores máximos a obtenerse serán los indicados en los planos de las subestaciones. (Montalvo, 2006)

##### 5.3. MONTAJE DE LA SUBESTACIÓN AÉREA MONOPOSTE

El montaje de la subestación tipo aérea Monoposte será ejecutado por personal experto y con experiencia en el ramo. Antes de proceder a efectuar el montaje de la subestación eléctrica se verificará que las obras civiles estén concluidas, canales,

buzones, ductos, etc. Se procederá a montar la subestación de acuerdo al orden siguiente. (Montalvo, 2006)

### 5.3.1. MONTAJE POSTE C.A.C.

“Maniobra de poste C.A.C se realizará mediante camión grúa con todos los procedimientos de seguridad adecuados, no se debe permitir la circulación de personal no autorizado por debajo de la carga y señalización adecuada en el área de trabajo” (Bravo, 2018).



### 5.3.2. MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE 100 KVA

El transformador se instalará sobre las crucetas metálicas angulares de 75 mm x 75 mm x 2400 mm soportadas en un poste C.A.C de 14/400 mediante un Soporte Asimétrico Monoposte tipo Plataforma; donde el lado de alta tensión se ubicará en la parte frontal del armado y el lado de baja tensión en la parte posterior del armado. (Bravo, 2018)

## 5.4. ARMADO DE ESTRUCTURAS

El armado de estructuras se hará de acuerdo con el método propuesto por un contratista, aprobado por la Supervisión.

Cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

Se tomará las precauciones para asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastrarán elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas. (Bravo, 2018)

### 5.4.1. TOLERANCIAS

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

- Verticalidad del poste            0,5 cm/m
- Alineamiento                        +/- 5 cm
- Orientación                            0,5°
- Desviación de crucetas            1/200 Le

Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta. (Gallegos, 2018)

#### **5.4.2. AJUSTE FINAL DE PERNOS**

“A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas, los ajustes deberán ser hechos con llaves adecuadas, el ajuste deberá ser verificado mediante torquímetros de calidad comprobada” (Callalli, 2006).

#### **5.5. INSTALACIÓN DE AISLADORES Y ACCESORIOS**

Los aisladores de suspensión y los de tipo PIN serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, etc.

Durante el montaje, se cuidará que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicará métodos de izaje adecuados.

Las cadenas de anclaje instalados en un extremo de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, deberán ser amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento. (Rodríguez, 2011)

#### **5.6. INSTALACIÓN DE SECCIONADORES CUT OUT Y PARARRAYOS**

Se someterá a los lineamientos de las normas eléctricas actuales para la ubicación de los seccionadores CUT OUT y pararrayos poliméricos, los cuales tienen que cumplir las distancias mínimas de seguridad.

El izaje de dichos equipos hacia la cruceta se realizará con método de montaje más adecuado que evite el daño del aislamiento y su estructura.

Para la adecuada protección del sistema, la conexión desde la red de media tensión se hará primero hacia los pararrayos poliméricos y luego hacia el seccionador CUT OUT. (Rodríguez, 2011)

## 5.7. EMPALME DE LOS CONDUCTORES

Se buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir, al mínimo, el número de juntas o empalmes

No se emplearán juntas de empalme en los siguientes casos:

- Donde estén separadas por menos de dos vanos
- En vanos que crucen líneas de energía eléctrica o de telecomunicaciones, carreteras importantes y ríos. (Callalli, 2006)

### 5.7.1. HERRAMIENTAS

“Se someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos dos 02 compresores hidráulicos, cada uno de ellos completo con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor” (Montalvo, 2006).

### 5.7.2. PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTORES

“Se pondrá especial atención en verificar que los conductores y los tubos de empalme estén limpios. Los extremos de los conductores serán cortados mediante cizallas que aseguren un corte transversal que no dañe los alambres del conductor” (Montalvo, 2006).

### 5.7.3. EJECUCIÓN DE EMPALMES

“Los empalmes del tipo a compresión para conductores serán ajustados en los conductores de acuerdo con las prescripciones del fabricante de tal manera que, una vez terminados presenten el valor más alto de sus características mecánicas y eléctricas” (Montalvo, 2006).

## 5.8. TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

### 5.8.1. MÉTODO DE MONTAJE

El desarrollo, el tendido y la puesta en flecha de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por el Contratista y aprobados por la Supervisión. La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### **5.8.2. EQUIPOS**

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuestos para el tendido, serán sometidos por el Contratista a la inspección. Antes de comenzar el montaje y el tendido, el Contratista demostrará a la Supervisión, en el sitio, la correcta operación de los equipos. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### **5.8.3. MANIPULACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior. Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin, el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico. Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. (Callalli, 2006)

### **5.8.4. POLEAS**

Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizarán poleas provistas de cojinetes. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier daño. La profundidad de la ranura será suficiente para permitir el paso del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento. (Callalli, 2006)

### 5.8.5. GRAPAS Y MORDAZAS

“Las mordazas que se fijan en los conductores, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo” (Callasi, 2020).

### 5.9. PUESTA A TIERRA DE LA RED PRIMARIA

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de copperweld clavados en el terreno.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo PIN (sólo con postes y crucetas de concreto)
- Los pernos de sujeción de aisladores de suspensión y de anclaje (sólo con postes y crucetas de concreto)
- Los soportes metálicos de los seccionadores - fusibles
- El borne pertinente de los pararrayos. (Capuñay, 2013)

### 5.10. NOTAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL TRANSFORMADOR

- No mover el transformador sin el equipo adecuado. Seguir las precauciones indicadas en el transformador.
- No hacer ninguna conexión que no esté autorizada en la placa de características.
- No energizar el transformador sin la conexión de puesta a tierra.
- No intente cambiar la posición del conmutador cuando el transformador este energizado (ni tensión ni corriente).
- Usar el equipo de seguridad personal, exigido para la instalación. Asimismo; se prohíbe el uso de ropa de Poliéster, acetato, Nylon o Rayón por el personal de trabajo expuesto a arcos eléctricos ya que pueden causar muerte o daños severos.
- Usar herramientas y equipos adecuadamente aislados para la tensión de trabajo.
- Seguir las reglamentaciones de impacto contra el medio ambiente que existan en el lugar o sitio de instalación del transformador. (Montalvo, 2006)

## **5.11. NOTAS IMPORTANTES ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO DEL TRANSFORMADOR.**

### **5.11.1. Controles mecánicos:**

- Fijación del transformador.
- Aisladores de porcelana.
- Nivel de aceite en el conservador.
- Estanqueidad (libre de fugas de aceite).
- Puesta a tierra de tanques y neutro.
- Desecador de aire (sílica gel color azul). (Montalvo, 2006)

### **5.11.2. Controles eléctricos**

- Las conexiones están ajustadas y aseguradas.
- Los circuitos de los accesorios están operativos.
- El conmutador está en la posición adecuada.
- La conexión a tierra y el neutro ha sido ejecutada correctamente.
- Medir la continuidad entre las bobinas.
- Medir aislamiento de bobinas AT contra tierra, BT contra tierra y AT contra BT. (Montalvo, 2006)

## **5.12. SEÑALIZACIONES DE SEGURIDAD.PARA EL MONTAJE**

La subestación eléctrica tipo aérea Monoposte, cuenta con las siguientes señalizaciones de seguridad:

- Señalización de riesgo eléctrico.
- Señalización de uso obligatorio de implementos de seguridad.
- Señalización de ingreso solo a personal autorizado.
- Señalización de puesta a tierra. (Bravo, 2018)

## CAPÍTULO VI CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

“Estas bases definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas y redes primarias aéreas en 10 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades” (Montalvo, 2006).

#### 6.1. GENERALIDADES

Para proyecto se han realizado diferentes cálculos eléctricos y mecánicos los cuales han servido para desarrollar las especificaciones y diseño de la subestación eléctrica tipo Aérea Monoposte para los predios de la “ASOCIACION VIVIENDAS CANTERAS II”, realizados en base a las disposiciones del Código Nacional de Electricidad, Normas vigentes de la DGE/MEM. (Montalvo, 2006)

#### 6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA

Las redes eléctricas de distribución primaria tienen las siguientes características:

- Tensión Nominal : 10KV, Trifásico
- Frecuencia : 60 Hz.
- Factor de potencia: 0.9
- Numero de fases : 3
- Tipo : Aéreo
- Conductores : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm<sup>2</sup>
- Soportes : Postes de CAC 14/400,
- Aisladores : Poliméricos tipo PIN y tipo suspensión. (Montalvo, 2006)

#### 6.3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA SUBESTACIÓN

El transformador tendrá la siguiente característica:

- Tensión Nominal
- AT : 10kV, TRIFASICO
- BT : 0.38-0.22 kV

- Regulación :  $10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.23 \text{ kV}$ .
- Potencia Nominal del Transf. : 100 kVA
- Estructura de Subestación : Tipo Aérea Monoposte
- Conductor : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm<sup>2</sup>
- Equipo de Protección en AT : Seccionador CUT OUT poliméricos 27 kV
- Pararrayos Poliméricos de 15 kV
- Equipo de Protección en BT : Tablero de distribución con interruptor de 200A. (Montalvo, 2006)

## 6.4. BASES PARA EL CÁLCULO ELECTROMECAÁNICO

### 6.4.1. Para cálculos eléctricos

- Máxima caída de Tensión admisible : 5% sin regulación
- Factor de potencia : 0.9
- Factor de simultaneidad : variable
- Máximas Pérdidas de Potencia : 3%
- Máximas Pérdidas de Energía : 1.5 %. (Bravo, 2018)

#### 6.4.2. Para cálculos mecánicos

Temperatura mínima	:	5 °C
Temperatura media ambiental	:	40°C
Temperatura Máxima de operación	:	50°C
Velocidad del viento	:	90 Km/h
Coefficiente mínimo de conductores	:	3
EDS Inicial del tiro de Rotura	:	18 %
EDS Final del tiro de rotura	:	13% y 15%
Coefficiente de seguridad de postes en		
Condiciones anormales	:	2.5
Condiciones normales	:	2.0. (Callalli, 2006)

#### 6.5. NIVEL DE AISLAMIENTO

De acuerdo al Código Nacional de Electricidad, Sistema de Distribución, “Niveles de Aislamiento para el Equipo Eléctrico”, el nivel de aislamiento para la tensión nominal de la red 10 kV que deben soportar los equipos eléctricos en la zona del proyecto es de:

- Tensión no disruptiva al impulso (onda 1.2/ 50  $\mu$ S): 125 kV (pico)
- Tensión no disruptiva a la frecuencia de servicio: 50 Kv (eficaz)

El nivel básico de aislamiento (BIL) de los equipos de protección y seccionamiento debe ser de 150 kV. (Callalli, 2006)

## 6.6. CÁLCULO ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN

La red es de tipo radial, aéreo construido con cable de energía tipo AAAC a una tensión de 10 kV.

### a) BASES DEL CÁLCULO

- Los diseños y cálculos se realizan de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad Suministro.
- El sistema adoptado es aéreo, trifásico de tres conductores unipolares.
- La tensión nominal de servicio y de diseño es de 10KV, con frecuencia de 60Hz y factor de potencia de 0.90 inductivo.
- Temperatura de cálculo de resistencia eléctrica del cable será 20°C.
- La máxima demanda es de 90.0 KW

### b) PARAMENTRO DEL CABLE AÉREO

- Tipo AAAC
- Sección (mm) 35
- Corriente Admisible  $I_t$  (A) 166.00
- Resistencia (Ohm/Km) 20°C 0.966
- Reactancia (Ohm/Km) 0.450. (Montalvo, 2006)

### 6.6.1. CÁLCULO DE CORRIENTES NOMINALES

De la fórmula siguiente obtenemos la intensidad de corriente a transmitir, en condiciones normales de operación:

$$I_d = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Para 10 kV se tiene

$$I_d = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10} = 5.77 \text{ A}$$

La corriente nominal en tensión de 10 kV es la que tomaremos en cuenta en la selección de fusibles, ya que será la tensión de operación inicial, a una potencia de 100 kVA.

### 6.6.2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO

Condiciones:

- Potencia de cortocircuito presumible(Pssc) 100 MVA
- Duración del cortocircuito presumible (t) 0.2 seg.
- Sección del conductor(S) 35 mm<sup>2</sup>

$$I_{cc} = \frac{P_{ssc}}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{cc} = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{cc} = 5.77 \text{ kA}$$

### 6.6.3. SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CARGA DE CABLE AAAC

Para el cable aéreo AAAC de 35mm<sup>2</sup> la corriente admisible es de 166.00 A, la cual es mucho mayor a la corriente nominal del sistema a transmitir.

$$(AAAC 35mm^2) > I_d = 5.77 \text{ A}$$

#### 6.6.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS PARA EL CABLE AAAC

Los esquemas eléctricos sobre los cuales se realiza el cálculo se efectúa de acuerdo a la disposición actual de las redes eléctricas la misma que garantiza las proyecciones futuras de la institución en su máxima demanda de potencia.

##### 6.6.4.1. RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

$$R_{op} = R_{20} \times [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad [\Omega/km]$$

Donde:

$R_{op}$ : Resistencia a la temperatura de trabajo

$R_{20}$ : Resistencia a 20°C en catálogos

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación térmica a 20°C

Aleac. Al = 0.00386 1/°C

$t_2$  : Temperatura de operación del conductor °C (40°C)

$t_1$  : Temperatura de 20°C

##### 6.6.4.2. Reactancia inductiva (XL)

$$X_{L_T} = 377(0.5 + 4.6 \times \left(\log \frac{DMG}{r}\right)) \times 10^{-4} \quad [\Omega/km]$$

Donde:

DMG: Distancia media geométrica=1.20 m

r: Radio del alambre de conductor en metros

Los valores calculados para el conductor de aluminio AAAC, se consignan en el cuadro 4.1.

Sección mm <sup>2</sup>	N° de Alambre	Diámetro o Exterior (mm)	Diámetro de Cada alambre (mm)	Resist.Eléct rica A 20°C [Ω/ Km]	Resist. Eléctric a		$K_t$ (x10 <sup>-4</sup> )
					A 40°C [Ω/ Km]	$X_t$ [Ω/ Km]	

25	7	6.3	2.1	1.370	1.469	0.47	3.231
35(*)	7	7.5	2.5	0.966	1.036	0.45	2.387
50	7	9.0	3.0	0.671	0.719	0.44	1.774
70	19	10.5	2.1	0.507	0.544	0.43	1.431
95	19	12.5	2.5	0.358	0.384	0.41	1.108

**Fuente: Elaboración propia**

(\*) Conductor seleccionado.

El conductor seleccionado es el conductor de sección de 35 mm<sup>2</sup>

### 6.6.5. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA

Para la caída de tensión del sistema se considera el único tramo aéreo proyectado en el presente proyecto, por lo tanto, es:

Longitud Línea Aérea: 18.21 Metros lineales.

Para sistemas Trifásicos se consideran las siguientes formulas según el CNE (Código Nacional Electricidad).

$$AV(\%) = S \times L \times \frac{(r \cos\varphi + x \sin\varphi)}{10 V^2}$$

Factor de caída de tensión (f.c.t)

$$f.c.t = \frac{(r \cos\varphi + x \sin\varphi)}{10 V^2}$$

Siendo:

- L: Longitud del tramo de línea en MT, en m.
- r: Resistencia del conductor AAAC. de 35mm<sup>2</sup> (Ohm/Km) = 0.966
- x: Reactancia del conductor AAAC de 35mm<sup>2</sup> (Ohm/Km) = 0.450
- V: Tensión nominal de la red (kV)
- S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- Sen  $\varphi=0.9$
- Cos  $\varphi= 0.6$

Según la formula, se obtiene el factor de caída de tensión ( $Kt$ ) para el cable AAAC de 35mm<sup>2</sup> a nivel de tensión de 10.0 kV es:

$$Kt = 2.387 \times 10^{-4}$$

Los resultados de Caída de tensión para una red en media tensión a nivel 10.0 KV como para sus longitudes correspondientes

Puntos	P(kW)	L(km)	In(A)	f.c.t. $\times 10^{-4}$	S(mm <sup>2</sup> )	$\Delta V$ (%)	$\Sigma \Delta V$ (%)
1	90	0.01821	5.77	2.387	35	0.0001521	0.0001521

Del cuadro, se puede deducir que la caída de tensión es menor que 5.0 % requerido, entonces el cable de energía de media tensión aéreo AAAC de 35 mm<sup>2</sup> seleccionados es el adecuado, por lo que se concluye que podrá soportar la corriente a transmitir y caída de tensión permisibles por el CNE. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

## 6.7. SELECCIÓN DE AISLADORES POLIMÉRICOS

### 6.7.1. TENSIÓN DISRUPTIVA BAJO LLUVIA A FRECUENCIA DE SERVICIO (KV1)

La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia industrial de servicio que debe tener un aislador no será menor de:

$$Kv1 = 2.1 \times (Un + 5)$$

$$Kv1 = 31.50 \text{ kV}$$

### 6.7.2. TENSIÓN DE PERFORACIÓN (KV2)

$$Kv2 = 2.1 \times Kv1$$

$$Kv2 = 66.15 \text{ kV}$$

### 6.7.3. TENSIÓN DISRUPTIVA EN SECO

$$Kv3 = 0.75 \times Kv2$$

$$Kv3 = 49.61 \text{ kV}$$

**6.7.4. DISTANCIA MÍNIMA DE LA LÍNEA DE FUGA (Lf)**

$$Lf = \frac{m \times Un}{N \times \sqrt{D}} \times 10 \text{ mm}$$

Donde:

$Un$  : Tensión Nominal (kV)

$m$ : Coeficiente de contaminación (área con escasa suciedad áreas contaminantes = 2.2)

$N$ : Número de aisladores = 3

$D$ : Densidad relativa del aire (0.96)

Luego:

$$Lf = 74.85 \text{ mm}$$

Lo cual concluimos que los aisladores seleccionados cumplen con los requerimientos técnicos; entonces tenemos el siguiente cuadro N° 4.3 los valores calculados:

**Tabla 19**  
**Distancia mínima de la línea de fuga (Lf)**

Descripción	Datos Técnicos de Aislador Polimérico		Datos Técnicos de Aislador Polimérico tipo suspensión	Datos Calculados
		PIN		
Tensión disruptiva bajo lluvia a frecuencia industrial de servicio (kv):	70		130	31.50
Tensión de Perforación (kV):	145		170	66.15
Tensión a baja frecuencia seco (kV):	110		160	49.61
Longitud de Línea de fuga (mm):	650		650	74.85

**Fuente: Elaboración propia**

## 6.8. SELECCIÓN DEL SECCIONADOR CUT OUT

Se propone utilizar un fusible tipo K debido a su mejor funcionamiento para sistemas de distribución primarias en comparación con los tipo T.

Para la selección de un seccionador se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La intensidad nominal en el lado primario del transformador.
- La intensidad de sobrecarga.
- La corriente de inserción al transformador.
- La corriente de corto circuito  $I_{cc}$ . (Turpo Cutimbo, 2018)

### 6.8.1. La intensidad nominal en el lado primario del transformador

La intensidad nominal en el lado primario del transformados ya la calculamos antes y obtuvimos el resultado de:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Para 10 kV se tiene

$$I_n = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10} = 5.77 \text{ A}$$

### 6.8.2. La intensidad de sobrecarga ( $I_{sp}$ )

Según el C.N.E (Código Nacional de Electricidad) “nos aconseja que no se debe sobrecargar el transformador, más del 50 % de su capacidad nominal y no dan una relación” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

$$I_{SP} = 1.5 \times I_n$$

$$I_{SP} = 1.5 \times 5.77 \text{ A}$$

$$I_{SP} = 8.655 \text{ A}$$

### 6.8.3. La corriente de inserción al transformador ( $I_{ns}$ )

Es la corriente de magnetización que requiere el transformador, Norma Técnica Peruana NTP N°370.002 nos dice que “La corriente de inserción equivalente a 12 veces la corriente nominal, no debe ocasionar la fundición del fusible; en un lapso mínimo de 0.1 seg. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Entonces:

$$I_{ns} = 12 \times I_n$$

$$I_{ns} = 12 \times 5.77$$

$$I_{ns} = 69.24 \text{ A}$$

### 6.8.4. La corriente de corto circuito ( $I_{cc}$ )

Se realizó el cálculo para la corriente de corto circuito antes, entonces tenemos:

$$I_{cc} = \frac{P_{ssc}}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{cc} = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{cc} = 5.77 \text{ kA}$$

## 6.9. CÁLCULO DE FUSIBLES DE MEDIA TENSIÓN

Para la subestación en la celda de seccionamiento consideramos una tensión de 10KV con una potencia inicial de 100 KVA.

$$I_n = \frac{100}{1.7321 \times 10}$$

$$I_n = 5.77 A$$

Y tomando en cuenta las consideraciones de la norma DGE, se obtiene:

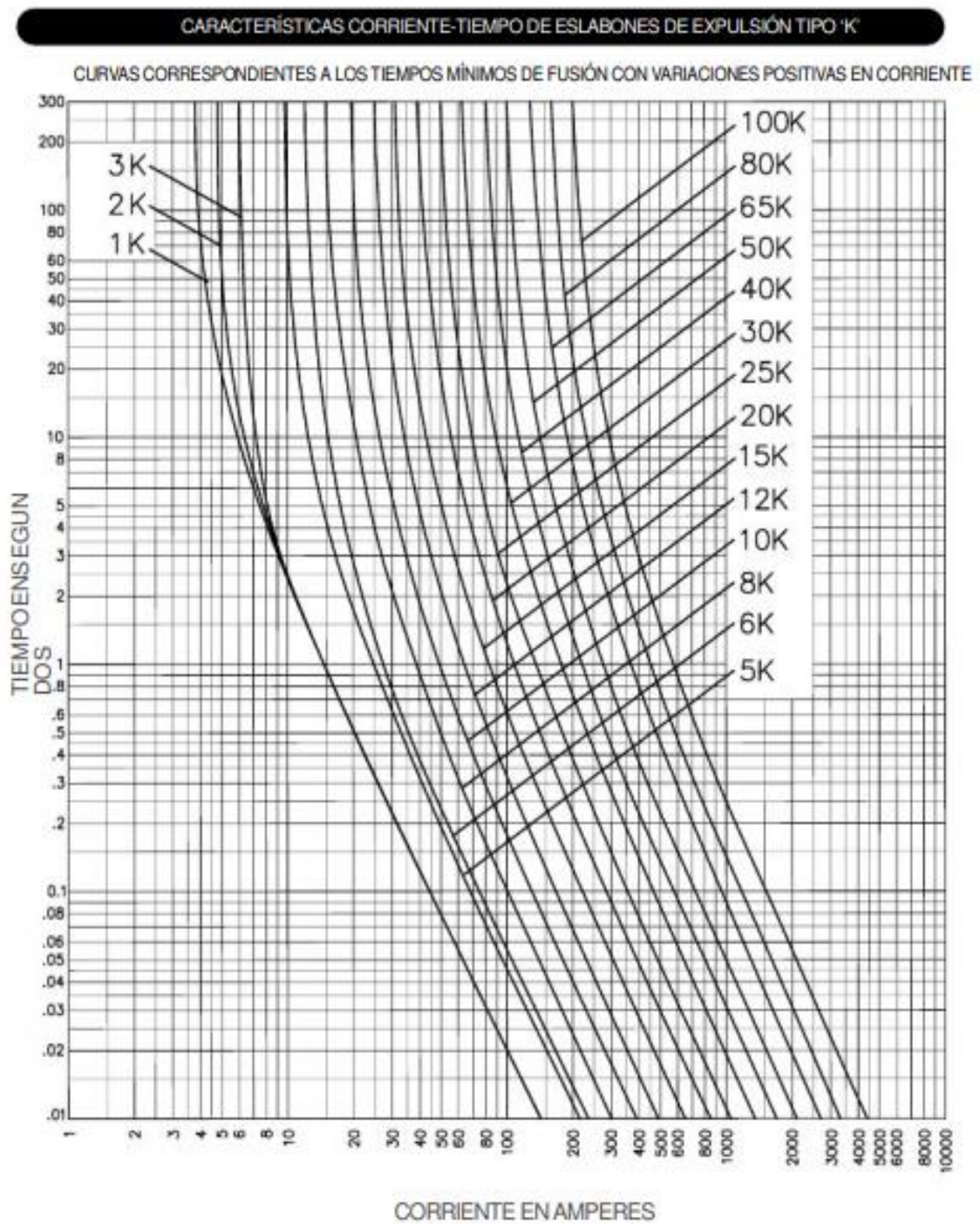
$$I_f \geq 1.5 \times I_n = 1.5 \times 5.77 A$$

$$I_f = 8.655 A$$

Para los seccionadores tipo CUT OUT, seleccionamos los fusibles tipo K de 10 A.



**Figura 11**  
**Curva de los fusibles de protección tipo “K”**



**Fuente: Curva Fusibles Tipo K PROTELEC-MT.**

## 6.10. CÁLCULOS EN BAJA TENSIÓN

### 6.10.1. CÁLCULO DEL CABLE DE ACOMETIDA GENERAL

#### 6.10.1.1. Por capacidad de corriente:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times V}$$

Para el transformador de 100 kVA

$S_n = 100\text{KVA}$

$V = 380\text{ v}$

$$I_n = 151.93\text{ A}$$

#### 6.10.1.2. Por caída de tensión

$$\Delta V = \frac{(\sqrt{3} \times I_n \times L \times \cos \Phi)}{58 \times S}$$

Donde:

$\Delta V$ : Caída de Tensión (%)

$I$  : Intensidad (A): 151.93

$L$  : Longitud del Conductor (m): 15

$S$  : Sección del Conductor ( $\text{mm}^2$ ): 1x50

$\cos \Phi$ : Factor de Potencia: 0.9

Se obtiene:

$$\Delta V = 1.2250\text{ v}$$

Máxima caída de tensión: 0.32 %

El cable elegido es el NYY 3-1x50  $\text{mm}^2$  que irá tendido, se montará desde bornes de salida del transformador al interruptor general de 3x200 A que se encuentra en tablero general. (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

## 6.11. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

Lado de alta tensión:

- Según el CNE la sección mínima es de 25 mm<sup>2</sup> de Cobre, previendo descargas bruscas de corriente.

Lado de baja tensión:

- Según el CNE la sección del conductor será de 35 mm<sup>2</sup> de cobre.

Varillas de puesta a tierra:

- Se seleccionará las varillas de puesta a tierra de acuerdo al terreno en disposición vertical. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

$$R = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \ln \left( \frac{4 \times L}{D} - 1 \right)$$

Donde:

R	=	Resistencia del terreno (Ohm)
$\rho$	=	Resistividad del terreno (Ohm)
L	=	Longitud de la varilla (m)
D	=	Diámetro de la varilla (m)

Los resultados de los cálculos se muestran a continuación:

- Datos
- Corriente de falla  $I_f = 6.1 \text{ kA}$
- Tiempo de aclaración de falla  $t = 0.2 \text{ s}$
- Factor de dispersión de corriente  $FD = 0.25$
- Resistividad de la graba
- Espesor del piso de graba  $hs = 0.2 \text{ m}$
- Profundidad de aterramiento  $H = 2.4 \text{ m}$
- Resistencia de PAT objetivo  $RPAT = 10 \Omega$
- Área disponible (largo, ancho)  $ADIS = 0.51 \text{ m}^2$
- Área de la subestación  $ASET = 6.25 \text{ m}^2$

- Largo teórico  $l = 10$
- Ancho teórico  $a = 2.5$

### 6.11.1. Resistividad de diseño: Suelo estratificado, TAGG

$$h1 = 0.7 \text{ m}$$

Electrodos Verticales: Conductor de cobre.

Profundidad de instalación:  $H = 2.4 \text{ m}$

Resistividad de diseño:

Factor de tratamiento:  $m = 8$  (Corresponde al uso de terreno arcillosa)

Electrodos horizontales: Cama de varilla de cobre

$H = 0.3 \text{ m}$

$L = 2.4 \text{ m}$

$d = 0.016 \text{ m}$

Resistividad de diseño:

Factor de tratamiento:  $m = 8$  (Corresponde al uso de torgel)

### 6.11.2. Coeficiente de contacto con el suelo.

$$C_s = 0.908$$

### 6.11.3. Potenciales de toque y de paso admisibles.

$$VTA70Ka = 343.02 \text{ V}$$

$$VPA70Ka = 705.97 \text{ V}$$

#### 6.11.4. Sección del conductor de cobre recocido

Corriente de falla a tierra:	$A = 11.773 \text{ mm}^2$
Capacidad térmica por unidad de volumen:	$TCAP = 3.42 \text{ J/cm}^3 \times ^\circ\text{C}$
Coefficiente térmico de resistividad a T 20°C:	$a_{20} = 0.00393$
Resistividad del conductor a temperatura T °C:	$r_{20} = 1.72 \text{ ohm/cm}$
Coefficiente Térmico de resistividad (inverso) 0°K:	$= 234$
Temperatura máxima admisible:	$T_m = 500^\circ\text{C}$
Temperatura ambiente:	$T_a = 20^\circ\text{C}$

$$AELEGIDA = 25 \text{ mm}^2 \quad d = 0.006 \text{ m}$$

El conductor elegido resistirá esfuerzos mecánicos (sismo, tráfico pesado) y esfuerzos electrodinámicos (falla eléctrica).

$$\text{Factor de corrección temporal} \quad Df = 1$$

$$\text{Factor de dispersión} \quad Fd = 0.25$$

#### 6.11.5. Longitud teórica del contrapeso enterrado.

$$\text{N}^\circ \text{ mínimo hileras por eje} \quad : 2$$

$$\text{Distancia máxima entre hileras} \quad : 5 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total del cálculo} \quad : 8 \text{ m}$$

#### 6.11.6. Cálculo del potencial máximo de dispersión (Vpmd)

$$V_{pmd} = 2.23 \text{ kV} < 5 \text{ kV}$$

### 6.11.7. Potenciales de toque y de paso de la Red de PAT con varillas perimétricas enterradas.

$$VTR = 19.00 V$$

$$VPR = 45.59 V$$

$$KS = 0.083$$

$$Km = 0.988 \quad LC = 8 m$$

$$K1 = 0.866 \quad Varillas = 2$$

$$Kf = 1 \quad L = 12.8 m$$

$$Kh = 1.844$$

### 6.11.8. Cálculo de la resistencia de aterramiento.

$$\text{Resistencia de reticulado} \quad K1 = 0.294$$

$$K2 = 1.06$$

$$R11 = 1.612 \Omega$$

$$\text{Resistencia de cama de varillas} \quad R22 = 2.051 \Omega$$

$$\text{Resistencia mutua entre Red- Cama de varillas} \quad R12 = R21 = 0.948 \Omega$$

$$\text{Resistencia total de dispersión del electrodo mixto} \quad RTOTAL = 1.462 \Omega$$

## 6.12. CÁLCULO MECÁNICO

### 6.12.1. FACTOR DE CORRECCIÓN POR ALTURA

La altura donde se realizará el proyecto aproximadamente es de 2500 m.s.n.m. por lo que es necesario establecer un factor de corrección por altura, el mismo que está dado por:

$$Fh = 1 + 1.25(H - 1000) \times 10^{-4}$$

$$Fh = 1.44$$

### 6.12.2. DISTANCIA MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura que tendrán los apoyos es la adecuada para que los conductores y su flecha máxima vertical queden situados por encima de cualquier superficie a una altura como mínimo de:

$$D_{min}: 5.3 + \frac{Un \times Fh}{150}$$

$D_{min}$  :Distancia mínima de los conductores al terreno.

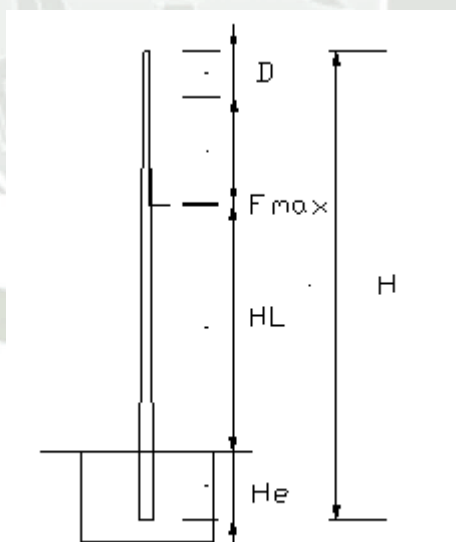
$Un$  :Tensión Nominal.

$Fh$  :Factor de corrección por altitud. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Para nuestra tensión de 10 kV y  $Fh$  de 1.44:

$$D_{min} = 5.396 \text{ m}$$

**Figura 12**  
**Distancias de seguridad**



**Fuente: Elaboración propia.**

Donde:

D: Distancia de la punta del poste al conductor

Fmáx: Flecha máxima

HL: Altura libre entre el punto más bajo del conductor y la superficie del suelo

He: Altura de empotramiento del poste

H: Altura total del poste

La distancia de conductores sobre el terreno señalado para áreas no transitables por vehículos se aplicará solamente cuando la configuración del terreno no permita ser atravesado por estos. (Ticse Estrella, 2020)

Tenemos:

- Calles y caminos : 6.0 m
- Para postes directamente empotrados en terreno :  $0.1H + 0.6$
- Flecha máxima según el templado : 1.145 m

$$H = 1.145 + 6.0 + 0.1H + 0.6 + 0.7 = 12.645 \text{ m}$$

$$H = 14 \text{ m} \text{ (Considerando un factor de seguridad de 10\%)}$$

**Tabla 20**  
**Distancias mínimas sobre la superficie del terreno**

Tensión (kV)	Disposición	Carreteras y Avenidas (m)	Calles y caminos (m)	Áreas no transitables por vehículos (m)
1 a 15	Al cruce	7.00	6.00	4.50
	A lo largo	6.00	5.50	4.50
15 a 30	Al cruce	7.00	7.00	5.00
	A lo largo	6.50	6.00	5.00

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

### 6.12.3. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES DE LA RED DE 10 kV

#### HIPÓTESIS DE CÁLCULO.

##### PRIMERA HIPÓTESIS: H1 (CONDICIÓN DE TEMPLADO)

- Temperatura Media : 27C°.
- Velocidad del Viento : Nula
- Tensión del conductor (EDS): 18% carga de rotura

##### SEGUNDA HIPÓTESIS: H2 (CONDICIÓN ESFUERZOS MÁXIMOS)

- Temperatura Mínima : -5C°.
- Velocidad del Viento : 90 Km/h
- Coeficiente de seguridad. : 3

##### TERCERA HIPÓTESIS: H3 (FECHA MÁXIMA)

Temperatura Max. Sin Viento.: 50C°.

#### 6.12.4. CÁLCULO DE ESFUERZOS

ESFUERZO MÁXIMO ADMISIBLE EN LA HIPÓTESIS 1(H1)

$$\sigma_1 = \frac{Tr}{Cs \times A} \left[ \frac{Kg}{mm^2} \right]$$

Donde:

$\sigma_1$  : Esfuerzo del conductor en el estado inicial. (Kg/mm<sup>2</sup>)

Tr : Tiro de rotura del conductor (Kg)

Cs : Coeficiente de seguridad

A : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

Según el CNE en ningún caso deberá ser mayor al 40% del esfuerzo mínimo de rotura. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### ESFUERZOS MÁXIMOS ADMISIBLES.

Material Conductor	Esfuerzo máximo admisible en Conductores cableados Kg/mm <sup>2</sup>
AAAC	11.2

Fuente: Elaboración propia

#### PESO RESULTANTE DEL CONDUCTOR (Wr)

$$W_r = \sqrt{(W_c + W_h) + W_v}$$

Donde:

Wh : Peso del hielo Kg/m

Wc : Peso propio del conductor Kg/m

Wv : Peso adicional debido al viento Kg/m

**PESO DEL VIENTO.**

$$W_v = P_v \times D_{AP} = K \times V^2 \times \left[ \frac{D + 2e}{1000} \right] \left[ \frac{\square \square}{\square} \right]$$

$$P_v = K \times V^2$$

Donde:

$P_v$	: Presión del viento	$Kg/m^2$
$V$	: Velocidad del Viento	$Km/h$
$D_{AP}$	: Diámetro total exterior del conductor	$m$
$D$	: Diámetro exterior del conductor	$m$
$e$	: Espesor de la costra de hielo	$mm$
$K$	: Constante de los conductores de superficie cilíndrica $K= 0.00481$	

**HIPOTESIS I CÁLCULO DE PESO RESULTANTE**

Sección (mm<sup>2</sup>)=35  
Peso conductor(Kg/m)=0.013  
Diámetro (mm)=10.5

**Pres. del viento sobre conductor**

Vel.viento (Km/hr)	0
Constante K	0.00481
Pres.viento V	0
Peso viento(Kg/m)	0
Peso resultante Wr(Kg/m)	0.066

**Fuente: Elaboración propia**

---

HIPOTESIS II CÁLCULO DE PESO RESULTANTE

---

Sección (mm<sup>2</sup>)=35

Peso conductor(Kg/m)=0.013

Diámetro (mm)=10.5

Pres. del viento sobre conductor

---

Vel.viento (Km/hr)	90
Constante K	0.00481
Pres.viento V	38.961
Peso viento(Kg/m)	0.2451
Peso resultante Wr(Kg/m)	0.13

---

**Fuente: Elaboración propia**

---

HIPOTESIS III CÁLCULO DE PESO RESULTANTE

---

Sección (mm<sup>2</sup>)=35

Peso conductor(Kg/m)=0.013

Diámetro (mm)=10.5

---

Pres. del viento sobre conductor

---

Vel.viento (Km/hr)	0
Constante K	0.00481
Pres.viento V	0
Peso viento(Kg/m)	0
Peso resultante W <sub>r</sub> (Kg/m)	0.066

---

**Fuente: Elaboración propia**

### ESFUERZOS EN LAS HIPOTESIS 1,3

A partir del esfuerzo en la hipótesis H-II obtenido y el esfuerzo de rotura  $\sigma_1$ ; y mediante las ecuaciones de cambio de estado calcularemos  $\sigma_2, \sigma_3$

$$\sigma_{02}^2 \left[ \sigma_{02} + E * \alpha (\theta_{02} - \theta_{01}) * \text{Cos} \varphi + \frac{E}{24} \left( \frac{W_{r1} * L}{A * \sigma_{01}} \right)^2 * \text{Cos}^3 \varphi - \sigma_{01} \right] = \frac{E}{24} \left( \frac{W_{r2} * L}{A} \right)^2 * \text{Cos}^3 \varphi$$

Donde:

$\sigma_{01}$  : Esfuerzo admisible de hipótesis inicial Kg/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{02}$  : Esfuerzo admisible de hipótesis final Kg/mm<sup>2</sup>

$W_{r1}$  : Peso resultante de la hipótesis inicial Kg/m

$W_{r2}$  : Peso resultante en la hipótesis final Kg/m

$\theta_{01}$  : Temperatura en la hipótesis inicial °C

$\theta_{02}$  : Temperatura en la hipótesis final °C

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal °C<sup>-1</sup>

E : Modulo de elasticidad Kg/mm<sup>2</sup>

A : Sección del conductor mm<sup>2</sup>

L : vano m

$\varphi$  : Angulo de desnivel °. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Donde:

Según la tensión de cada día (TCD) de la zona; consideraremos el esfuerzo de templado  $\sigma_2$

$$TCD = \frac{\sigma_2 * A}{T_R} * 100$$

Donde:

$T_R$  : Carga de rotura del conductor Kg

### 6.12.5. CÁLCULO DE LA FLECHA

$$f = \frac{W_R d^2}{8 T_O}$$

Donde:

$W_r$  : Peso resultante del conductor Kg/m

$L$  : Vano m

$A$  : Sección del conductor  $mm^2$

$\sigma$  : Esfuerzo de la hipótesis considerada  $Kg/mm^2$

$h$  : Altura de desnivel. M. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

## 6.12.6. CÁLCULO MECÁNICO DE SOPORTES

### 6.12.6.1. GENERALIDADES.

Los cálculos que ha realizarse nos permiten establecer las características de los postes y armados a ser empleados en la derivación de Red primaria , estos cálculos se realizan tomando en cuenta los esfuerzos tales como: Rotura, fluencia (deformaciones permanentes) e inestabilidad como los valores de resistencia mecánica estipulados en el Código Nacional de Electricidad, los cálculos a efectuar sirven para la comprobación de los esfuerzos a que estarán sometidas, y de esta manera determinar el poste más adecuado para el presente proyecto. (Montalvo, 2006)

**Tabla 21**  
**Características generales de poste de concreto**

A	B	C	D	E	Empotramie nto	Carg a	Pes o	Uso recomendado
m	m	M	m m	m m	m	Kg	Kg	
1 4	12. 9	0. 1	18 0	34 5	1.5	300	105 3	Líneas primarias de 6,13.2,23 y 34.5 Kv  Soportes de transformadores hasta 1200KVA
1 4	12. 9	0. 1	21 0	36 0	1.5	400	130 0	de peso y líneas primarias remates de  13.2, 23 y 34.5 kV

**Fuente: Elaboración propia.**

### 6.12.6.2. BASES DEL CÁLCULO.

Sección del conductor	: 35 mm <sup>2</sup>
Diámetro nominal del conductor	: 7.5 mm <sup>2</sup>
Velocidad del viento	: 90 Km/h
Presión del viento	: 38.96 Kg/m <sup>2</sup>
Vano básico	: 72.65 m
Longitud del poste	: 14 m
Carga de trabajo en la punta	: 400 Kg
Diámetro en la punta $d_p$	: 210mm
Diámetro en la base $d_b$	: 400 mm
Carga de rotura por flexión	: 750 Kg/cm <sup>2</sup>
Distancia mínima sobre el terreno $d_{min}$	: 7.0 m
Altura del poste sobre la superficie del terreno	: 10.2 m
Tensión máxima del conductor	: 1106 Kg
Factor de seguridad mínimo a la rotura	: Conductores: 3 : Postes de CAC
Aplicación de la fuerza resultante	: Poste de CAC a 10 cm de la punta

Tabla 22

Resultados de cálculos de estructuras conductor para redes trifásicas

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS EN LINEAS PRIMARIAS																						
Datos Generales				Datos de los Conductores				Datos del Poste				Datos de Cruceta										
Especificación:	Armado PMI			Conductor	Aleacion de Aluminio AAAC			Longitud del poste	hp	m	14	Altura de cruceta N°1 en poste	m	9.1								
Tipo de Estructura:	Alineamiento Fin de línea			Sección	S	mm²	35	Clase y Grupo				Altura de cruceta N°2 en poste	m	9								
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro Exterior	D	m	0.0105	Longitud de empotramiento	Le	m	1.9	Altura de cruceta N°3 en poste	m	8.9								
Presión del viento	Pv	N/m² (Pa)	332.1	Peso Unitario	Wc	Kg/m	0.130	Altura útil del poste	h	m	12.1	Sumatoria altura de cargas	m	27								
Angulo de retenida	Ar	grad.	20	Peso Unitario	Wc	N/m	1.275	Altura libre del poste	hl	m	12.1	Brazo de la cruceta	Bc	m	2.1							
Tiro del cable de retenida	Trc	N	48040	Tiro Horizontal del conductor	To	N	3844.19	Distancia con respecto a la punta	h	m	0.2	Lado cruceta perpendicular a la carga	b	cm	0.1016							
<b>Cargas Verticales</b>				Vano Peso	Vp	m	63.4	Diámetro en la punta	Do	cm	18	Lado cruceta paralela a la carga	hc	cm	0.1016							
Peso aislador PIN	WCA-1	N	23.54	Angulo desvío topografico	Ang.	grad.	2.00	Diámetro de empotramiento	Dm	cm	33.164	Carga de rotura a la flexion	Crc	Mpa	50							
Peso aislador Suspension	WCA-2	N	17.75	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	10.275	Factor de seguridad	Fs		2											
Peso hombre c/herramientas	WAD	N	1000	Vano Viento	Vv	m	51.3	Carga de rotura	Cr	N	4000											
Vano (d) (m)	Tiro extremo superior Tc (N)	MOMENTOS ACTUANTES DEL POSTE C.A.C					Carga en punta del poste C.A.C (N)	RETENIDA				Cargas Verticales				CRUCETAS				FS Postes >=2	FS Crucetas >=4	
		MVC (N-m)	MTR (N-m)	MVP (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)		Requer. Retenida	Tiro Horizontal (N)	Tiro Vertical (N)	Tiro Trabajo (N)	FS > 2	WCA-1 (N)	WCA-2 (N)	WAD (N)	CV total (N)	Ma (N-m)	Ws (m3)	Rc (N/m2)			Rc (Mpa)
20	3844.21	1882.72	103793.63	5604.91	2192.75	109398.53	9154.69	SI	4051.80	11132.22	11846.66	4.0552	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
25	3844.22	2353.40	103793.95	5604.91	2203.58	109398.85	9154.72	SI	4051.81	11132.25	11846.70	4.0551	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
30	3844.23	2824.08	103794.34	5604.91	2214.41	109399.25	9154.75	SI	4051.82	11132.29	11846.74	4.0551	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
35	3844.25	3294.76	103794.80	5604.91	2225.24	109399.71	9154.79	SI	4051.84	11132.34	11846.79	4.0551	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
40	3844.27	3765.44	103795.34	5604.91	2236.08	109400.25	9154.83	SI	4051.86	11132.40	11846.85	4.0551	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
45	3844.29	4236.12	103795.94	5604.91	2246.91	109400.85	9154.88	SI	4051.88	11132.46	11846.91	4.0551	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43693	4.00
50	3844.32	4706.80	103796.62	5604.91	2257.74	109401.53	9154.94	SI	4051.91	11132.53	11846.99	4.0550	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43692	4.00
55	3844.35	5177.48	103797.37	5604.91	2268.57	109402.28	9155.00	SI	4051.94	11132.60	11847.07	4.0550	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43692	4.00
60	3844.38	5648.16	103798.19	5604.91	2279.40	109403.10	9155.07	SI	4051.97	11132.69	11847.16	4.0550	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43692	4.00
65	3844.41	6118.84	103799.08	5604.91	2290.23	109403.99	9155.15	SI	4052.00	11132.78	11847.25	4.0549	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43691	4.00
70	3844.45	6589.52	103800.05	5604.91	2301.06	109404.95	9155.23	SI	4052.04	11132.88	11847.36	4.0549	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43691	4.00
75	3844.48	7060.20	103801.08	5604.91	2311.89	109405.99	9155.31	SI	4052.07	11132.98	11847.47	4.0549	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43690	4.00
80	3844.53	7530.88	103802.19	5604.91	2322.73	109407.09	9155.41	SI	4052.11	11133.09	11847.59	4.0548	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43690	4.00
85	3844.57	8001.56	103803.36	5604.91	2333.56	109408.27	9155.50	SI	4052.16	11133.21	11847.72	4.0548	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43690	4.00
90	3844.62	8472.24	103804.61	5604.91	2344.39	109409.52	9155.61	SI	4052.20	11133.34	11847.85	4.0547	23.54	17.75	1000.00	1041.28	2186.70	0.0001748	12510042.69	12.51	0.43689	4.00

Fuente: Elaboración propia.

**CAPITULO VII**  
**METRADO Y PRESUPUESTO**

**Figura 13**  
**Subsistema de distribución**

<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>		
<b>NOMBRE : ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II</b> <b>DESCRIPCION : SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA EN 10KV Y SUBESTACION MONOPOSTE DE 100 KVA</b> <b>DIRECCION : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</b> <b>FECHA : 05/06/2022 Oscar Ticona Morán</b>		
<b>RESUMEN GENERAL</b>		
<b>Item</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>VII</b>	<b>RESUMEN GENERAL</b>	
7.1	COSTO DE SUMINISTRO DE MATERIALES	21586.44
7.2	COSTO DE MONTAJE ELECTROMECHANICO	7225.63
7.3	COSTO GENERALES DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES	2220.00
	<b>SUB TOTAL DE RED PRIMARIA</b>	<b>31032.06</b>
7.4	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (8%)</b>	<b>2482.57</b>
7.5	<b>SUB TOTAL GENERAL</b>	<b>33514.63</b>
7.6	<b>IGV (18%)</b>	<b>6032.63</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>39547.26</b>

**Fuente: Elaboración propia**

<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>					
<b>NOMBRE : ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II</b>					
<b>DESCRIPCION : SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA EN 10KV Y SUBESTACION MONOPOSTE DE 100 KVA</b>					
<b>DIRECCION : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</b>					
<b>FECHA : 05/06/2022 Oscar Ticona Morán</b>					
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES Y/O EQUIPOS</b>					
<b>Item</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>I</b>	<b>ARMADO DE DERIVACION (D-1)</b>				
1.1	Aislador de Suspension Polimerico de 15KV	Pza	3	120.00	360.00
1.2	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos	Pza	3	25.00	75.00
1.3	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/arandela cuadrada, tuerca y contratuerca	Pza	3	12.00	36.00
1.4	Conector Al- Al	Pza	3	8.00	24.00
					<b>495.00</b>
<b>II</b>	<b>ARMADO SUBESTACION AEREA MONOPOSTE (STM-1)</b>				
2.1	Poste C.A.C. de 14/400	Pza	1	1100.00	1100.00
2.2	Cruceta metalica angular A°G° de 75mm x 75mm x 2400mm	Pza	3	170.00	510.00
2.3	Cruceta metalica angular A°G° de 75mm x 75mm x 2700mm	Pza	1	200.00	200.00
2.4	Abrazaderas para poste CAC 14/400 (para cruceta)	Pza	4	35.00	140.00
2.5	Brazo riostra perfil angular de A°G° 38x38x5mm, 1000mm longitud	Pza	4	35.00	140.00
2.6	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vias c/pernos de ajuste (riostra)	Pza	4	30.00	120.00
2.7	Perno de A°G° de 13mmx152mm c/arandela, tuerca y contratuerca (riostra)	Pza	3	6.00	18.00
2.8	Perno cabeza Hexagonal de 5/8"x6" c/arandela, tuerca y contratuerca	Pza	6	8.00	48.00
2.9	Aislador tipo suspension Polimerico de 15KV	Pza	3	120.00	360.00
3.10	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos	Pza	3	25.00	75.00
3.11	Seccionador CUT OUT Polimerico de 27KV con fusibles tipo chicote 10A	Pza	3	220.00	660.00
3.12	Pararrayo polimerico de 15KV	Pza	3	185.00	555.00
3.13	Cable AAAC de 70mm2 (Bajada red de MT hacia CUT OUT)	Mts	15	11.30	169.50
3.14	Pletina de cobre tipo "J" con agujero 11/16" (18mm)	Pza	9	9.00	81.00
3.15	Conector tipo perno partido para conductor copperweld de 35-70mm2	Pza	6	5.00	30.00
3.16	Conductor de cobre desnudo de 35mm2	Mts	30	5.45	163.50
3.17	Transformador de potencia 100KVA 10/0.4-0.23KV ONAN 60Hz	Pza	1	14022.00	14022.00
3.18	Soporte Asimetrico monoposte tipo plataforma para transformador 3"x3"x1/4"	Pza	1	550.00	550.00
3.19	Cable NYY 1x50mm2 0.6/1.0KV	Mts	25	19.50	487.50
3.20	Tablero Electrico de distribucion 600x500x200mm IP65 c/llave termica 100-200A	Pza	1	800.00	800.00
3.21	Cinta Band-it de 3/4" c/prensillas de acero	Mts	1	7.00	7.00
					<b>20236.50</b>
<b>III</b>	<b>CONDUCTOR AEREO EN MEDIA TENSION</b>				
3.1	Conductor de aluminio AAAC 3-1x35mm2 (18.75 Metros lineales por fase)	Mts	56.25	2.15	120.94
					<b>120.94</b>
<b>IV</b>	<b>UNIDADES A TIERRA</b>				
4.1	Varilla de cobre copperweld de 3/4" x 2.4m longitud	Pza	2	150.00	300.00
4.2	Conector de bronce tipo anderson para varilla de 3/4"	Pza	2	12.00	24.00
4.3	Sal Industrial bolsa x 25kg	Pza	2	15.00	30.00
4.4	Cemento conductivo bolsa x 25kg	Pza	4	75.00	300.00
4.5	Caja de registro de concreto de 300 x 300mm	Pza	2	40.00	80.00
					<b>734.00</b>
<b>COSTO PARCIAL SUMINISTRO DE MATERIALES Y/O EQUIPOS</b>					<b>21586.44</b>

Fuente: Elaboración propia

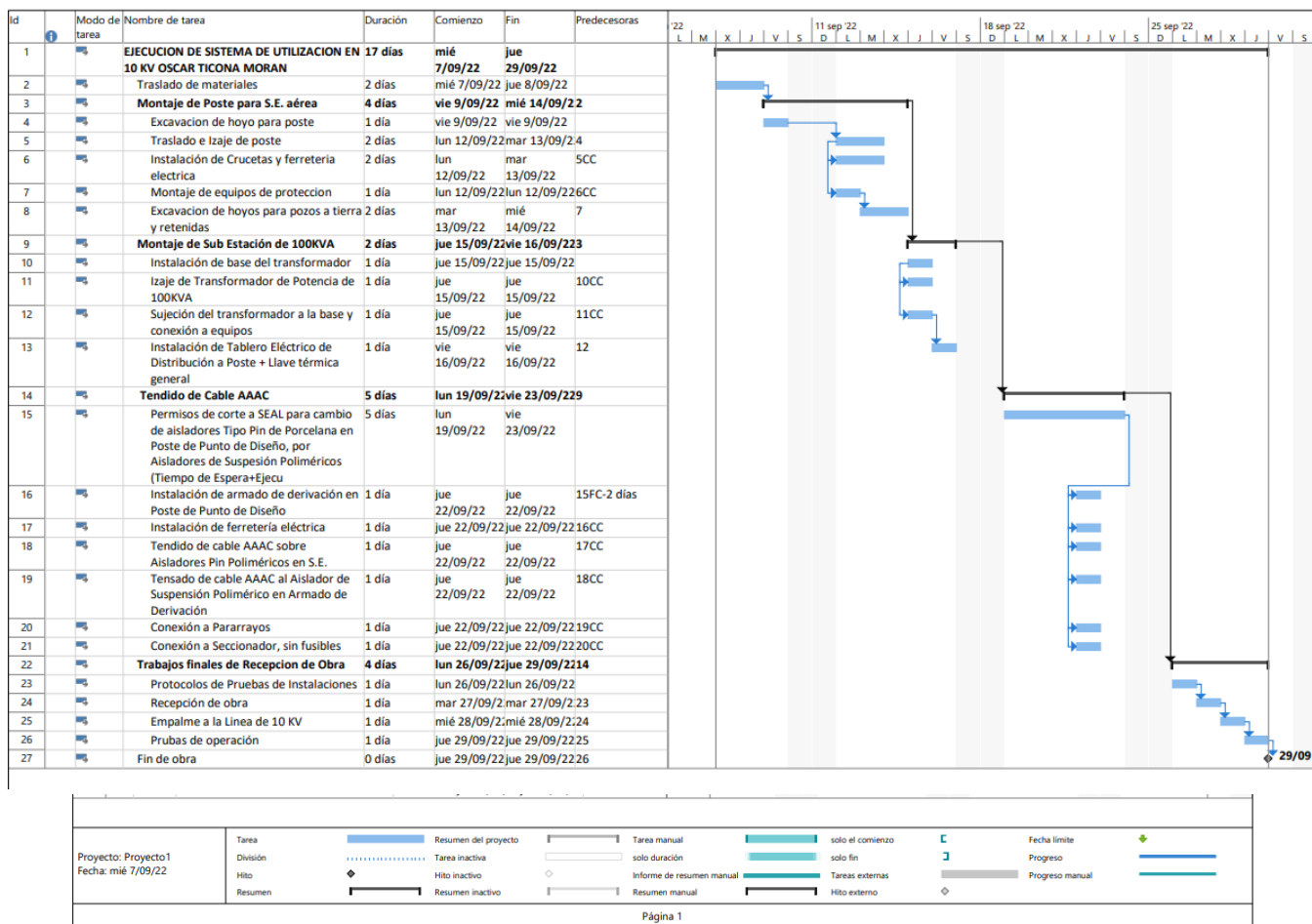
<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>					
<b>NOMBRE : ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II</b> <b>DESCRIPCION : SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA EN 10KV Y SUBESTACION MONOPOSTE DE 100 KVA</b> <b>DIRECCION : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</b> <b>FECHA : 05/06/2022 Oscar Ticona Morán</b>					
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>					
Item	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL
<b>V</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
5.1	Apertura de agujero para poste CAC 14/400	Pzas	1	140.00	140.00
5.2	Montaje y cimentacion de poste CAC 14/400 con grua	Pzas	1	300.00	300.00
5.3	Montaje de cable AAAC 3-1x35mm2 0.6/1KV	Mts	56.25	6.50	365.63
5.4	Apertura de Hueco Para Pozo a tierra	Glb	2	140.00	280.00
5.5	Instalacion de Ferreteria electrica Armados	Glb	1	250.00	250.00
5.6	Instalación de crucetas metalicas angulares A°G°	Pzas	4	60.00	240.00
5.7	Montaje de transformador de Potencia de 100 KVA 10/0.38-0.22 KV	Glb	1	980.00	980.00
5.8	Instalacion de tablero y acometida de transformador a tablero	Glb	1	680.00	680.00
5.9	Construccion de Pozo a tierra	Glb	4	550.00	2200.00
5.10	Montaje de seccionadores Cut Out de 27KV	Glb	3	150.00	450.00
5.11	Montaje de pararrayos de 15KV	Glb	3	130.00	390.00
5.12	Pruebas y puesta en servicio	Glb	1	950.00	950.00
					7225.63
<b>COSTO PARCIAL MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>					<b>7225.63</b>

Fuente: Elaboración propia

<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>					
<b>NOMBRE : ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II</b> <b>DESCRIPCION : SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA EN 10KV Y SUBESTACION MONOPOSTE DE 100 KVA</b> <b>DIRECCION : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</b> <b>FECHA : 05/06/2022 Oscar Ticona Morán</b>					
<b>COSTOS GENERALES DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES</b>					
Item	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL
<b>VI</b>	<b>ACARREO Y ALQUILER DE GRUA</b>				
6.1	Traslado de transformador de potencia 100KVA y accesorios	HM	2	180.00	360.00
6.2	Traslado de poste CAC 14/400	HM	2	180.00	360.00
6.3	Traslado de ferreteria electrica y materiales	HM	1	300.00	300.00
6.4	Traslado de tierra y agua	HM	1	200.00	200.00
6.5	Traslado de otros materiales	Glb	1	1000.00	1000.00
					2220.00
<b>COSTO PARCIAL DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES</b>					<b>2220.00</b>

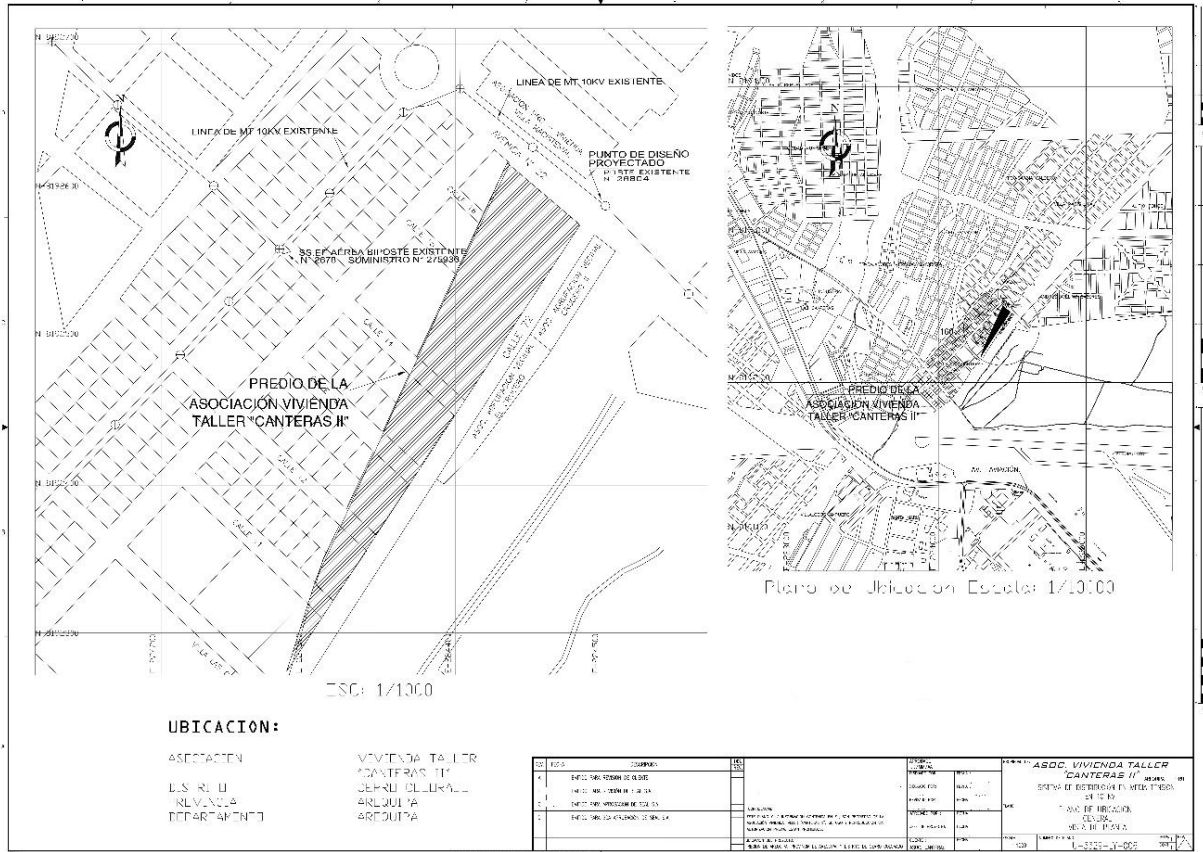
Fuente: Elaboración propia0061

## CAPÍTULO VIII CRONOGRAMA DE OBRA

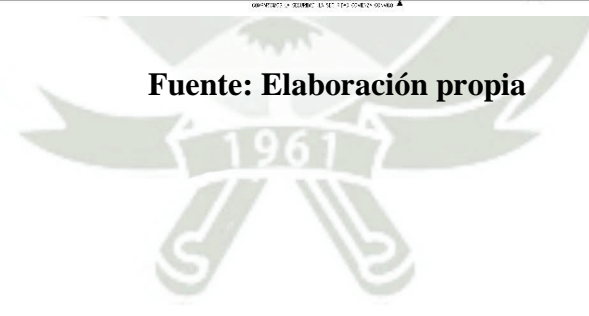


**Fuente: Elaboración propia**

## CAPÍTULO IX PLANO MT



Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO X

### MEMORIA DESCRIPTIVA BT

#### 10. GENERALIDADES

El presente estudio tiene por objeto definir los requerimientos y detalles técnicos para el suministro de energía eléctrica en Baja Tensión (Aéreo, 3Ø, 380-220V) e Instalaciones de Alumbrado de Vías Públicas (Aéreo, 1Ø, 220 V) para los terrenos de la Asociación Vivienda Taller “CANTERAS II”, el cual será alimentado en la subestación proyectada, ubicado en distrito de Cerro Colorado, Provincia y departamento de Arequipa, comprende la Red Secundaria aérea que beneficiará a Setenta y tres (73) lotes provenientes de la asociación. La magnitud de esta obra debe permitir un aumento sustancial en la Producción, incentivar a la creación de pequeñas industrias, elevar el nivel cultural de la población mediante el uso de la energía eléctrica. (Bravo, 2018)

#### 10.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMATOLÓGICAS

El distrito de Cerro Colorado es uno de los veintinueve distritos que conforman Arequipa en el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa, en el sur del Perú; a un estimado de 30 minutos del centro de la ciudad de Arequipa y con una altitud a 2,450 m.s.n.m, está situada al norte de la ciudad de Arequipa, a 2406 m.s.n.m., con una superficie de 174.90 km. Uno de los tantos accesos hacia el predio es por la Av. Zeballos con la Av. 32, donde inicia la Asociación de Vivienda taller Canteras II. Cerro Colorado tiene un clima desértico. No hay virtualmente ninguna lluvia durante el año. La temperatura media anual se encuentra a 21.5 °C. El mes más seco es mayo y el mes más caluroso del año es febrero con un promedio de 25.0 °C de febrero y con lluvias, también cabe mencionar que el mes de julio tiene la temperatura promedio más baja del año con 8.1 ° C. (Bravo, 2018)

## 10.2. FACTIBILIDAD Y PUNTO DE ALIMENTACION

SEAL determino factibilidad del suministro donde determina que los predios de la “ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER CANTERAS II”, se encuentra dentro del área de concesión de SEAL.

Como también, SEAL determinó el Punto de Diseño por medio de CARTA SEAL GG/TEP-00413-2021, para el subsistema de Distribución Secundaria e Instalaciones de Alumbrado Público a los predios de la “ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER CANTERAS II”, estructura N°28804 ubicada frente al lote 17 Mz. E de la indicada Asociación.

## 10.3. MERCADO ELÉCTRICO

### 10.3.1. DEMANDA DE POTENCIA Y BENEFICIOS

“Los resultados de la evaluación, revisión y actualización de la cantidad de beneficiarios y la demanda de potencia del proyecto se mostrarán en los cuadros adjuntos” (Bravo, 2018).

### 10.3.2. DEMANDA DE POTENCIA OPTIMIZADA

“Para la selección del transformador, se ha optimizado la demanda eléctrica teniendo en cuenta los consumos reales existentes en la zona del proyecto” (Bravo, 2018).

### 10.3.3. CALIFICACIÓN ELÉCTRICA

#### 10.3.3.1. Denominación de zona

Las viviendas unifamiliares para la Asociación Vivienda Taller Canteras II se considera como Zona Residencial de Media Densidad, uso identificado con viviendas o residencias tratadas individualmente o en conjunto, que permiten la obtención de concentración poblacional media, a través de viviendas bifamiliares o unifamiliares. Los tipos de zonas residenciales comprendidas dentro de esta clasificación son:

- R-4 Unifamiliar, 330 habitantes / ha
- R-4 Bifamiliar, 240 habitantes / ha
- R-3 Unifamiliar, 200 habitantes / ha. (Callupe, 2003)

#### **10.3.3.2. Calificación eléctrica**

Tipo de habilitación: Habilitación de media densidad poblacional, tipo II (zonas II-R y R4)

Potencia: 1000 w.

#### **10.3.4. CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO**

Los puntos de iluminación se ubicarán según lo establecido en la Norma DGE de Alumbrado de Vías Públicas vigente para la zona donde se desarrolle el proyecto, cabe mencionar que el alumbrado público se alimentará en la subestación proyectada. Las lámparas de alumbrado y sus cargas se mostrarán en cálculos justificativos. (Callalli, 2006)

#### **10.3.5. CARGAS ESPECIALES**

“La calificación eléctrica para las cargas especiales será determinada por los Consultores encargados del diseño de las redes secundarias. Cabe mencionar que para el presente proyecto se considerará una Potencia por Carga Especial de 3000” (Callalli, 2006).

#### **10.4. ALCANCES DEL PROYECTO**

Este proyecto, comprende el diseño de las Redes Eléctricas del Proyecto para Conexiones en Baja Tensión para la “ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II”, ubicado en distrito de Cerro Colorado, Provincia y departamento de Arequipa, para abastecer de suministros de energía nuevos a los diferentes lotes de vivienda.

## 10.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente obra tiene por finalidad la instalación eléctrica aéreas en baja tensión, servicio particular S.P (3Ø, 380/220 V) necesarias para suministrar energía eléctrica por medio de 01 subestación eléctrica tipo aérea monoposte de 100 KVA (Subestación proyectada en el proyecto de MT), a 73 viviendas y/o lotes, cargas especiales e instalaciones eléctricas aéreas en baja tensión de alumbrado público A.P. (1 Ø, 220 V) el cual se alimentará en la subestación proyectada. Para el cálculo de iluminación para cada localidad se utiliza la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en zonas de concesión de distribución aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 013-2003-EM/DM. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 10.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

“Las redes eléctricas en baja tensión para servicio particular (S.P.) y alumbrado público (A.P.) se han calculado teniendo en cuenta los siguientes datos técnicos” (Chávez et al, 2018).

#### 10.5.1.1. Servicio particular (S.P.):

- Calificación eléctrica : 1000 watt/lote
- Tensión de servicio : 380/220 voltios, Trifásica
- Sistema : Aéreo - Autoportante
- Tipo conductor : CAAI 3x50+1x16+NA35 mm<sup>2</sup>, 1 Kv
- Puesta a Tierra : Conductor y Varilla de Cobre puro.
- Factor de potencia : 0.9
- Factor de simultaneidad : 0.60
- Postes : C.A.C de 8 metros
- Caída tensión admisible : 5%. (Chávez et al, 2018)

#### 10.5.1.2. Alumbrado Público (A.P.):

- Demanda de potencia : 55 watt/lámpara
- Tipo de lámpara : LED Arealight
- Tensión de servicio : 220 voltios, monofásico
- Sistema : Monofásico bifilar (de la S.E. Proyectoada)
- Tipo de conductor : CAAI 3x50+1x16+NA35 mm<sup>2</sup>, 1 kV
- Tipo de tendido : tendido aéreo
- Factor de potencia: 0.90
- Factor de simultaneidad : 1
- Postes : C.A.C de 8 metros
- Caída tensión admisible : 5%. (Chávez et al, 2018)

#### 10.5.1.3. Demanda Máxima de Potencia:

La demanda Máxima de potencia a la cual tendrá derecho el consumidor es de: 1000W/Lote con factor de simultaneidad igual a 0.6.

#### 10.5.2. RED DE BAJA TENSION

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 380/220 V
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Longitud de la línea : 631.43 Metros lineales (Aéreo). (Chávez et al, 2018)

### 10.5.3. ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO (E-1)

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 380/220 V
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Soportes Existentes : Poste de C.A.C.8/300 - Proyectoado
- Grapa de suspensión angular de aleación de aluminio forrada. (Chávez et al, 2018)

### 10.5.4. ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LÍNEA (E-3)

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 380/220 V
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Soportes Existentes : Poste de C.A.C.8/300 - Proyectoado
- Grapa de Anclaje Cónica de aleación de aluminio tipo cocodrilo. (Chávez et al, 2018)

### 10.5.5. ESTRUCTURA DE CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-4)

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 380/220 V
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Soportes Existentes : Poste de C.A.C.8/300 - Proyectoado

- Grapas de Anclaje Cónica de aleación de aluminio tipo cocodrilo. (Chávez et al, 2018)

#### **10.5.6. ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-5)**

- Sistema Adoptado : Aérea
- Tensión Nominal : 380/220 V
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 03
- Número de Ternas : 01
- Soportes Existentes : Poste de C.A.C.8/300 - Proyectoado
- Grapa de suspensión angular de aleación de aluminio forrada.
- Grapa de Anclaje Cónica de aleación de aluminio tipo cocodrilo. (Chávez et al, 2018)

## 10.6. DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA

La potencia instalada fue determinada en base a los cálculos realizados en la ASOCIACION VIVIENDA TALLER CANTERAS II previa autorización, el cual, detalla la máxima demanda por lote según su calificación eléctrica. Además de las cargas especiales ubicadas en este lugar. Así mismo se realiza el cálculo del alumbrado público para esta zona. La máxima demanda calculada para dicha urbanización se detalla en un cuadro, que será suministrada a una tensión de 380/220 voltios y está determinada por la carga establecida de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad con un factor de potencia de 0.9 inductivo y un factor de simultaneidad (F.S) de 0.6. (Bravo, 2018)

**Tabla 23**  
**Cargas y máxima demanda**

POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA	
POTENCIA INSTALADA EN LOS LOTES Y CARGAS	79.000
ESPECIALES KW	1.155
POTENCIA DE ALUMBRADO PÚBLICO KW	1.4893
PÉRDIDAS DE POTENCIA KW	1.4893
POTENCIA INSTALADA TOTAL KW	81.6443
FACTOR DE POTENCIA	0.9
POTENCIA TOTAL EN KVA	90.72
POTENCIA ÉSTANDAR EN KVA	100.00

**Fuente: Elaboración propia.**

Se opta por la instalación de una subestación aérea con una potencia estándar de 100 KVA, el cual servirá para satisfacer de energía a las actuales demandas de los predios de la Asociación Vivienda Taller Canteras II como también a futuro satisfacer de energía a los predios colindantes de mencionada Asociación. (Bravo, 2018)

## 10.7. BASES DE CÁLCULO

El cálculo de las redes de servicio particular y alumbrado público, cumple con los requisitos del Código Nacional de Electricidad, las Normas del Ministerio de Energía y Minas y la Ley de Concesiones Eléctricas (N° 25844). Estas bases de cálculo se detallan en los correspondientes acápite. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

## 10.8. PUESTA A TIERRA

De acuerdo a lo estipulado en el CNE en el sistema de distribución 380/220 V, el neutro de la red debe de estar conectado a tierra, en la subestación, al final del circuito y en el recorrido del circuito, en puntos **intermedios** de cada circuito o cada 150 a 200 m., conforme a lo indicado en los planos eléctricos de diseño, así mismo deberá conectarse los neutros de los circuitos de cada subestación de distribución. Los valores de la Resistencia de Puesta Tierra, no deberán superar los siguientes valores:

Resistencia de Puesta a Tierra: Menor o igual a 10 Ohmios. (Minga et al, 2020)

## 10.9. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

“En la elaboración del presente proyecto se respetará las mínimas distancias de seguridad indicado en el Código Nacional de Electricidad Suministro parte II REGLAS DE SUMINISTRO ELECTRICO Y COMUNICACIONES, indicadas en la SECCION 23 “Distancias de Seguridad” (Ministerio de energía y minas, 2003).

### 10.9.1. DISTANCIA MÍNIMAS DEL CONDUCTOR A SUPERFICIE DEL TERRENO

- En lugares accesibles sólo a peatones : 5,0 m
- En zonas no accesibles a vehículos o personas : 3,0 m
- En lugares con circulación de maquinaria agrícola : 6,0 m
- A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas : 6,0 m
- En cruce de calles, avenidas y vías férreas :6,5m. (Callalli, 2006)

## 10.10. PERMISOS PARA TRABAJOS EN LA VÍA PÚBLICA

Previa a la apertura de zanja y cimentación del poste CAC donde se encontrará la S.E Aérea Monoposte frente a la manzana E de la Asociación Vivienda Taller Canteras II, se deberá solicitar todos los permisos necesarios ante la municipalidad correspondiente, en la cual se debe mencionar la apertura de agujero para la construcción de la mencionada S.E.

### 10.10.1. PLAZO DE EJECUCION

La ejecución de la obra tiene un plazo de 28 días calendarios según el cronograma de obra adjunto en el presente proyecto.



## CAPÍTULO XI

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPO.

#### 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPO.

##### 11.1. CONDICIONES GENERALES.

###### 11.1.1. ALCANCE.

“Las presentes especificaciones técnicas, definen las características mínimas que deberán cumplir los equipos y materiales que suministrarán para el Subsistema de Distribución Secundaria” (Bravo, 2018).

###### 11.1.2. RESPONSABILIDAD.

“El fabricante será responsable por cualquier error u omisión en el diseño de fabricación, instrucciones de montaje de todo el equipo y material que suministre” (Azapa, 2010).

###### 11.1.3. UNIDADES DE MEDIDA.

“Todas las dimensiones y medidas que aparezcan en la documentación técnica de equipo ofrecido, serán dadas en unidades del Sistema Internacional, si los equipos estuvieran dimensionados en otras unidades, deberán, además consignarse en Unidades Métricas” (Azapa, 2010).

###### 11.1.4. NORMAS.

“Las especificaciones técnicas señalarán en forma directa o implícita las normas generales para los equipos y/o materiales a suministrar, relativas a su fabricación y garantías técnicas requeridas, además de las disposiciones del Código Nacional de Electricidad última edición” (Azapa, 2010).

###### 11.1.5. ENSAYOS Y PRUEBAS.

“El proveedor de cada uno de los materiales y/o equipos suministrados deberá efectuar durante la etapa de fabricación todas las pruebas normales señaladas directa o implícitamente en las Especificaciones Técnicas Particulares” (Azapa, 2010).

#### **11.1.6. EMBALAJE**

La forma de embalaje se hará en cajas, jabs u otra protección adecuada, para los materiales y/o equipos susceptibles de ser dañados por el agua o la humedad serán embalados en recipientes fuertes y estancos, de tal manera que impida daños o deterioros al material y/o equipo, durante el transporte. (Azapa, 2010)

#### **11.1.7. GARANTÍAS**

El proveedor garantizará que los materiales y/o equipos sean aptos para cumplir con las exigencias bajo diferentes condiciones de carga, sin producirse desgastes, calentamientos, esfuerzos ni vibraciones excesivas, y que en todos los diseños se hayan considerado factores de seguridad suficientes. (Azapa, 2010)

#### **11.1.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR EL FABRICANTE CON LA OFERTA**

El fabricante entregará los siguientes documentos:

- Poder autenticando al representante de la Compañía para presentar y negociar la oferta.
- Carta de Garantía si ésta es exigida por SEAL S.A. (mínimo 5 años.)
- Referencias técnicas del equipo y/o material que suministraría el fabricante (entendiéndose este acápite como suministros exitosos realizados por el fabricante).
- Propuesta técnica con descripción, planos, datos solicitados, plazos de entrega y cualquier otra información técnica que el fabricante considere necesario.
- Protocolo de Pruebas respectivas (en cada material que le corresponda). (Azapa, 2010)

## 11.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE POSTES C.A.C.

### 11.2.1. ALCANCE

“Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de postes de concreto armado que se utilizarán en redes secundarias” (Callalli, 2006).

### 11.2.2. NORMAS APLICABLES

“Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas. INDECOPI NTP 339.027 POSTES DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS” (Callalli, 2006).

### 11.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Los postes se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 2500 m
- Humedad relativa: 50 a 100%
- Temperatura ambiente: 0 a 30 °C
- Contaminación ambiental: moderada. (Callalli, 2006)

### 11.2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS POSTES

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

A 3 m de la base del poste, en bajorrelieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

- a) Marca o nombre del fabricante
- b) Designación del poste: l/c/d/D; donde:

$l$  = longitud en m

$c$  = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2

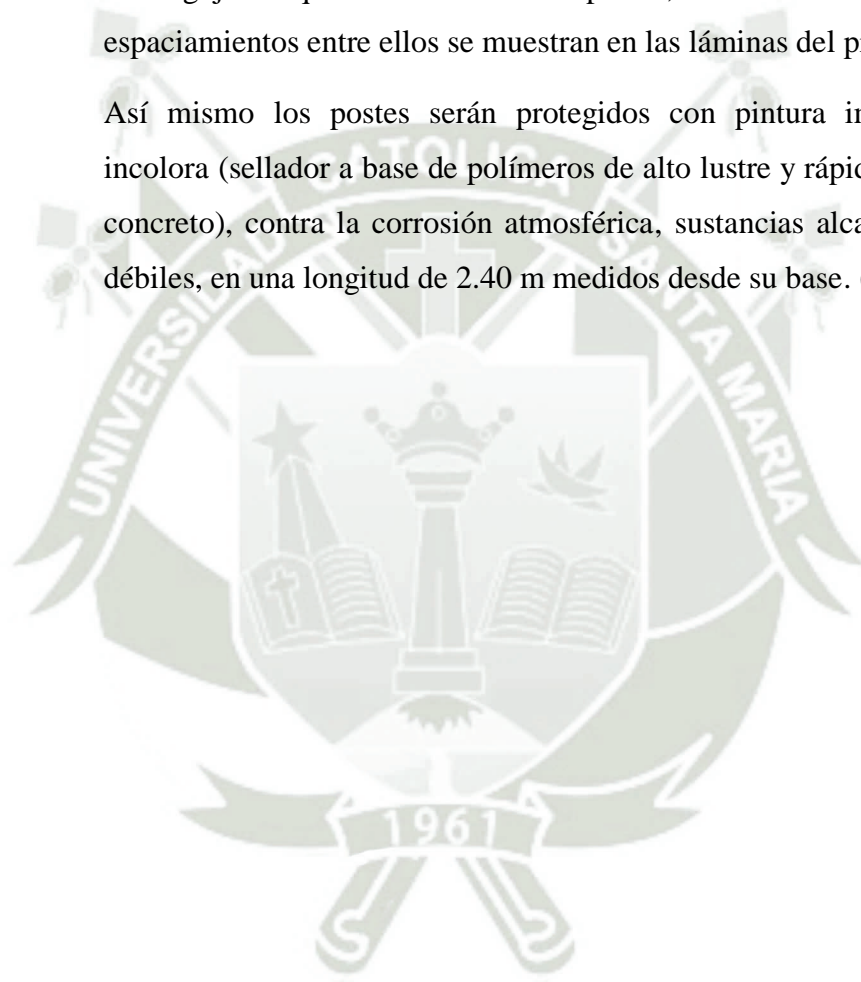
$d$  = diámetro de la cima en mm

$D$  = diámetro de la base, en mm

c) Fecha de fabricación

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos se muestran en las láminas del proyecto.

Así mismo los postes serán protegidos con pintura impermeabilizante incolora (sellador a base de polímeros de alto lustre y rápida penetración en concreto), contra la corrosión atmosférica, sustancias alcalinas y químicas débiles, en una longitud de 2.40 m medidos desde su base. (Callalli, 2006)



**Tabla 24**  
**Técnicos garantizados postes de concreto 8/300**

ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	UNIDAD	VALOR SOLICITADO
1	Fabricante		
2	País de Procedencia		
3	Modelo o Número de Catálogo		
4	Norma Técnica de Fabricación		
5	Poste de CAC		8/300.
6	Longitud	m	8
7	Esfuerzo en la punta	kg	300
8	Diámetro del vértice	mm	$\geq 150$
9	Diámetro de la base	mm	$\geq 270$
10	Factor de seguridad		2
1	Peso aproximado	kg	405
12	Norma técnica de fabricación		NTP 339.027:2002 (2ª Edición).
13	Señalización riesgo eléctrico		De acuerdo a la R.M N° 091-2002- EM/VME Normas DGE, Terminología y Símbolos Gráficos en Electricidad. (Símbolo de Riesgo Eléctrico).
14	Resistencia del concreto a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	$\geq 350$
15	Bajo relieve (Grabado) a 2.6 m de la base		2009; 8/300/150/270 Fabricante
16	Aditivo impermeabilizante anticorrosivo		Incluir desde la base del poste hasta 2 mts de altura.

**Fuente: Elaboración propia.**

### **11.2.5. Transporte**

Los postes serán transportados únicamente en trailers o camiones de dimensiones adecuadas y estibados de forma tal, que se eviten esfuerzos de impacto y de vibración, no considerados en su diseño. En las operaciones de embarque y desembarque se utilizarán únicamente grúas o equipo mecánico apropiado, aprobados por la supervisión evitando todo tipo de esfuerzo dinámico por golpes o caídas bruscas. (Rodríguez, 2011)

### **11.2.6. ALMACENAJE**

Los postes serán almacenados en posición horizontal, bajo cubierta, protegidos del sol y lluvia, debiendo colocarse un mínimo de cuatro apoyos para los postes, con el propósito de evitar flexiones y deformaciones permanentes. Durante su almacenaje no podrán ser deslizados o empujados con vehículos o equipos inadecuados. (Rodríguez, 2011)

### **11.2.7. LUGAR DE ENTREGA.**

En el lugar de entrega el propietario se reserva el derecho de rechazar todos aquellos postes que, a su juicio, hayan sido dañados durante el transporte. El gasto ocasionado por el reemplazo de tales elementos será por cuenta del proveedor. El lugar de entrega será donde indique el propietario. (Rodríguez, 2011)

## **11.3. CONDUCTORES AUTOPORTANTES DE ALUMINIO**

### **11.3.1. ALCANCE**

“Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de conductores autoportantes de aluminio para usarse en redes secundarias” (Rodríguez, 2011).

### **11.3.2. NORMAS APLICABLES**

Los conductores autoportantes de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas,

- NF C33-209, ITINTEC 370.051
- IEC 1089/ASTM B-399 PARA EL NEUTRO PORTANTE

- IEC 228 PARA CONDUCTORES DE FASE Y ALUMBRADO. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 11.3.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Los conductores autoportantes de aluminio se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : 3000 m.s.n.m.
- Humedad relativa : 25%
- Temperatura ambiente : -12 °C y 22 °C
- Contaminación ambiental : mediana. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 11.3.4. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Cable eléctrico formado por un conjunto de varios conductores de aluminio grado eléctrico, cableados compactos, cada uno con aislamiento de un compuesto especial de polietileno reticulado (XLPE) resistente a la intemperie, trenzados alrededor de un elemento portante formado por una cuerda de aleación de aluminio con ó sin aislamiento de XLPE que cumple también la función de conductor neutro. El conjunto incorpora también un conductor aislado adicional para alumbrado público el cual se alimentará en la subestación proyectada. (Rodríguez, 2011)

#### 11.3.4.1. Conductor de fase

El conductor de fase será fabricado con alambón de aluminio puro. Estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha, mientras que las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor de fase estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones de intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El aislamiento será, además, de alta resistencia dieléctrica; soportará temperaturas del conductor entre  $-15$  y  $90^{\circ}$  C en régimen permanente, y hasta  $130^{\circ}$  C en períodos cortos de servicio. Cada conductor de fase se identifica con marcas extruidas sobre el aislante (1 marca para fase 1, 2 marcas para fase 2 y 3 marcas para fase 3). (Gallegos, 2018)

#### 11.3.4.2. Conductor Portante

El conductor portante será fabricado con alambón de aleación de aluminio, magnesio y silicio. Estará compuesto de un único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor portante estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones de intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El conductor portante se utilizará, además, como neutro. (Callalli, 2006)

### 11.3.4.3. Características Constructivas

Los conductores de fase (de servicio particular y alumbrado público) tendrán las siguientes características

**Figura 14**  
**Características dimensionales y eléctricas**

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y ELECTRICAS										
Formación *	Espes. Aislam. Fase (mm)	Sección Neutro Portante (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Resistencia Ohmica (Ohm/Km a 20°C)		Reactancia Inductiva (Ohm/Km a 60Hz)		Factor de Caída de Tensión ** (V/A.Km)	
					Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo
1 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	130	1,910	---	0,099	---	3,492	---
2 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	192	1,910	---	0,100	---	3,492	---
1 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	162	1,910	---	0,111	---	3,504	---
2 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	225	1,910	---	0,108	---	3,502	---
2 x 25 + NA25 mm2	1,14	25	25,0	282	1,200	---	0,098	---	2,231	---
2x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	1,910	0,107	0,107	3,500	3,500
2x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	310	1,200	1,910	0,096	0,113	2,229	3,506
2x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	368	0,868	1,910	0,089	0,118	1,633	3,512
2x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507
2x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	344	1,200	1,910	0,102	0,120	2,235	3,514
2x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	400	0,868	1,910	0,095	0,124	1,639	3,518
3x16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	---	0,107	---	3,500	---
3x25+ND25 mm2	1,14	25	22,0	336	1,200	---	0,098	---	2,231	---
3x35+ND25 mm2	1,14	25	24,0	425	0,868	---	0,093	---	1,637	---
3x16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	---	0,114	---	3,507	---
3x25+NA25 mm2	1,14	25	25,0	373	1,200	---	0,105	---	2,238	---
3x35+NA25 mm2	1,14	25	27,0	460	0,868	---	0,099	---	1,643	---
3x50+NA35 mm2	1,52	35	32,0	630	0,641	---	0,101	---	1,242	---
3x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	315	1,910	1,910	0,113	0,113	3,506	3,506
3x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	400	1,200	1,910	0,103	0,120	2,236	3,514
3x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	485	0,868	1,910	0,096	0,125	1,640	3,519
3x35+16+ND35 mm2	1,14	35	26,0	510	0,868	1,910	0,100	0,129	1,644	3,523
3x50+16+ND35 mm2	1,52	35	30,0	655	0,641	1,910	0,096	0,137	1,237	3,531
3x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	350	1,910	1,910	0,120	0,120	3,514	3,514
3x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	435	1,200	1,910	0,109	0,127	2,242	3,521
3x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	520	0,868	1,910	0,103	0,132	1,647	3,526
3x35+16+NA35 mm2	1,14	35	28,5	550	0,868	1,910	0,106	0,135	1,650	3,529
3x50+16+NA35 mm2	1,52	35	32,0	701	0,641	1,910	0,102	0,143	1,243	3,538
3x50+25+NA35 mm2	1,52	35	32,0	731	0,641	1,200	0,104	0,127	1,245	2,261
3x70+25+NA50 mm2	1,52	50	38,0	970	0,443	1,200	0,100	0,137	0,890	2,272

Fuente: Ficha técnica cable 3X50+16+NA35mm2 PROMELSA.

### 11.3.5. PRUEBAS

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo con las normas consignadas de la presente especificación. Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a los conductores a ser suministrados; caso contrario, Estas pruebas comprenderán:

- Determinación de la sección transversal de los conductores.
- Medición del diámetro de los conductores.
- Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)
- Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor portante.
- Verificación de la superficie de los conductores.
- Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).
- Resistencia de aislamiento
- Espesor de aislamiento
- Adherencia del aislamiento

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado. Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma español. (Callalli, 2006)

### 11.3.6. EMBALAJE

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrado con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser reforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado. Cada carrete deberá ser identificado (en idioma español o inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm<sup>2</sup>
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor considerando que los carretes no serán devueltos. (Callalli, 2006)

### **11.3.7. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS**

“El Postor deberá considerar que los suministros serán almacenados en un ambiente adecuado” (Bravo, 2018).

## **11.4. ACCESORIOS DE LOS CABLES AUTOPORTANTES**

### **11.4.1. ALCANCES**

“Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de los accesorios para conductores autoportantes” (Azapa, 2010).

### **11.4.2. NORMAS APLICABLES**

Los accesorios de conductores, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas,

- ASTM A153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE.
- ASTM A7 FORGED STEEL
- ASTM B 230 HARD DRAWN C-H 99 FOR ELECTRICAL PURPOSES.

(Azapa, 2010)

### 11.4.3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

#### 11.4.3.1. Grapa o Mordaza de Suspensión Angular

Serán construidas de aleación de aluminio plastificada estas no dañarán ni corroerán al mensajero ni al aislamiento del cable, los pernos de ajuste serán galvanizados, para cables auto soportados en estructuras de alineamiento o de ángulo con una desviación hasta  $30^\circ$  en ambos extremos de la grapa, en redes aéreas de baja tensión. La protección plástica deberá ser de un plástico resistente a la intemperie y de gran resistencia a la radiación solar. Será de aleación de aluminio resistente a la corrosión. Tendrá las siguientes características:

- Carga de Rotura : 10,5 KN
- Resistencia al deslizamiento : 2,1 KN
- Rango de sección para el conductor portante : 25 mm<sup>2</sup>

La grapa o mordaza de suspensión angular se utilizará para la sujeción del cable portante de aleación de aluminio en estructuras de alineamiento y de ángulo hasta de  $90^\circ$ . (Montalvo, 2006)

**Tabla 25**

**Datos técnicos grapa o mordaza suspensión cable autoportante para aluminio**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	VALOR SOLICITADO	VALOR OFRECIDO
1	Fabricante			
2	Pais de procedencia			
3	Modelo o Número de Catálogo			
4	Norma de Fabricación			
5	Mordaza de suspensión		Aleación de aluminio plastificado	
6	Carga de Rotura	KN	10,5	
7	Resistencia de deslizamiento	KN	2, 1	
8	Rango de sección para el conductor portante	mm <sup>2</sup>	25	
9	Uso		Para cables auto soportados en estructuras de alineamiento o de ángulo con una desviación hasta 30° en ambos extremos de la grapa, en redes aéreas de baja tensión.	

**Fuente: Montalvo, (2006).**

**11.4.3.2. Grapa o Mordaza de Anclaje**

Esta grapa permitirá sujetar el cable portante desnudo de aleación de aluminio, en una configuración de anclaje, sin la necesidad de cortar el conductor portante que funcionará como neutro de la red secundaria. El material de fabricación del cuerpo de la grapa será con protección plástica tipo cocodrilo de aleación de aluminio de alta resistencia; el elemento de ajuste o presión del neutro será del mismo material que el cuerpo o de material termoplástico resistente a las radiaciones ultravioleta; el estribo será de acero galvanizado en caliente.

Las características mecánicas de la grapa serán las siguientes:

- Resistencia a la Tracción : 15 KN
- Resistencia al deslizamiento : 10 KN. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

**Tabla 26**

**Datos técnicos grapa o mordaza anclaje cable autoportante para aluminio.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR SOLICITADO	VALOR OFRECIDO
1	Fabricante			
2	Pais de procedencia			
3	Modelo o Número de Catálogo			
4	Norma de Fabricación			
5	Grapa fin de línea.			
6	Material		Aluminio	
7	Cuerpo		Aluminio al Silicio Inyectado, cubierto con pintura Asfáltica de 100 micrones de espesor mínimo	
8	Mandíbulas		Polivinilo de Cloruro (PVC) de alto impacto	
9	Cable		Acero Galvanizado en caliente según norma ASTM A 153-22	
10	Resistencia a la tracción	KN	15 KN	
11	Resistencia al deslizamiento	KN	10 KN	
12	Rango del conductor portante	mm <sup>2</sup>	Entre 16 mm <sup>2</sup> y 50 mm <sup>2</sup> aislado.	
13	Esquema del material solicitado			



**Fuente: Montalvo, (2006).**

#### 11.4.3.2.1. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a verificar las principales características de los accesorios para conductores autoportantes, por lo que deberán ser sustentadas con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por el fabricante, demostrando que los accesorios de los conductores autoportantes han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. (Callalli, 2006)

### 11.5. CAJA DE DERIVACIÓN

#### 11.5.1. ALCANCES

“Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de las cajas de derivación” (Azapa, 2010).

### 11.5.2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

La caja de acometida y derivación serán fabricados de Policarbonato, poliestireno, poliméricas o similar, con aditivos que permitan una resistencia a los rayos UV y trabajen a la intemperie, incluirá borneras aisladas, herméticas y selladas con GEL, o barras selladas y aisladas con resina epóxica para ambientes altamente contaminantes y corrosión severa. Se utilizarán cajas de derivación de acometidas de 6 y 9 salidas. Las cajas de derivación de acometidas estarán preparadas para utilizar el sistema 380/220 Voltios. **Cabe resaltar que se considerarán cajas de derivación a partir de 2 acometidas a más.** Las cajas estarán previstas para ser instalado en el poste, para ello contarán con pasadores para el ingreso de fleje de acero inoxidable o ser instalado al cable autoportante con cintillo plástico. (Callasi, 2020)

### 11.5.3. PRUEBAS

Las pruebas están orientadas a verificar las principales características de las cajas de distribución, por lo que deberán ser sustentadas con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por el fabricante, demostrando que las cajas de derivación han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. (Montalvo, 2006)

#### 11.5.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAJAS DE DERIVACIÓN

“Las cajas de derivación deberán tener identificación en alto o bajo relieve con la siguiente información: Nombre o logotipo del Fabricante” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

#### 11.5.5. EMBALAJE

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### 11.5.6. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS

Se deberá considerar que las cajas de derivación serán almacenadas en un ambiente adecuado.

#### 11.5.7. INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA

**Tabla 27**

**Datos técnicos, caja de derivación para acometidas (6 salidas)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR SOLICITADO	VALOR OFRECIDO
1	GENERAL			
1.1	País de Procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Modelo			
2	CARACTERISTICAS			
2.1	Gabinete			
	Normas de fabricación y pruebas		UL 746C	
			UL 94	
			IEC 60529	
			ASTM D412	

		ASTM G155
	Material de la Caja	Policarbonato, poliestireno, polimérica o similar
	Dimensiones (largo x ancho x altura)	mm
	Flamabilidad del material según UL 94	SI
	Resistente a los rayos ultravioleta	SI
	Resistente a impactos mecánicos	SI
	Alta Rigidez dieléctrica	SI
	Resistente a la formación de hongos	SI
	Todas las partes metálicas serán resistentes a la corrosión	SI
	Resistente a la tensión mecánica	SI
	Grado de protección IP	IP44
	Resistencia a la absorción de agua	SI
	Libre de mantenimiento	SI
	Diseño óptimo de fijación a poste o vano, que garantice su durabilidad en el tiempo.	SI
2.2	Borneras	
	Normas de fabricación y pruebas de la bornera	UL 1059,  ASTM C 119.1  ASTM C 119.4
	Número de Acometidas por Caja	u                      6
	Sistema	380-220V
	Corriente Máxima de barras modulares	A                      150
	Tensión Máxima	V                      600

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR SOLICITADO	VALOR OFRECIDO
	Material de borneras			Alojamiento plástico con terminales de cobre ó acero inoxidable
	Temperatura de operación de las borneras	°C	80	
	Tipo de fijación de los conductores a la bornera			Por tornillo
	Material aislante de la conexión entre bornera y conductores			Gel siliconado, sellado con tapas herméticas de plástico
	Rango mínimo de ingreso y salida de conductores	mm <sup>2</sup>	2.5 a 16	
	Número de Barras Modulares	U	5	
2.3	Barras			Sistema 380/220
	Configuración Típica			Cinco barras de cobre: Tres barras para las fases, una barra para el alumbrado público y una barra para el neutro; con sus respectivas borneras de conexión tipo araña o similar bimetálicas y tornillos estándar de bronce.
	Dimensiones de las barras de cobre	----		Las barras de cobre tendrán las dimensiones necesarias para ser alojadas en el interior de la caja que permita las maniobras en el conexionado del cable de la red y acometidas

---

2.4

Cerradura y Llaves

Tipo

Allen, Triangular o Flor

Material

Metal

---

3

REQUISITOS ADICIONALES

---

Impresión bajo relieve

---

**Fuente: Gonzales, (2017).**



## 11.6. CONECTORES PARA CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

### 11.6.1. ALCANCES

“Esta Especificación Técnica establece las condiciones requeridas para la fabricación, pruebas y entrega que deben cumplir los conectores de perforación de aislamiento que se utilizarán en las Redes Secundarias para efectuar derivaciones” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

### 11.6.2. NORMAS APLICABLES

Los conectores, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma

NFC 33-020 CONECTOR DE DERIVACION POR PERFORACION DE AISLAMIENTO PARA REDES Y RAMIFICACIONES AEREAS EN CONDUCTORES AISLADOS TORCIDOS, CON TENSION NOMINAL DE 0,6/1 kV. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 11.6.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

El sistema eléctrico en el cual se instalarán los conectores tiene las siguientes características:

- Configuración de la Red Secundaria Trifásica : 380-220 V, 4 hilos-Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra
  - Tensión máxima de la red : 600 V
  - Frecuencia de la red : 60 Hz
  - Naturaleza del neutro : Puesto a tierra.
- (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### 11.6.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los tamaños de conectores, por sección de conductores abarcados son los siguientes:

**Tabla 28**  
**Características técnicas**

CONDUCTOR PRINCIPAL			CONDUCTOR DERIVADO			
Diámetro			Diámetro			
Con			Con cubierta			
Sección	Material	Cubierta	Sección	Material	(Sin cubierta)	
mm <sup>2</sup>		(Sin Cubierta)	mm <sup>2</sup>		Mm	
		mm				
Al – Al	35 - 50	Aluminio	7,1 a 9,5 (5,1 a 7,5)	35 – 50	Aluminio	7,1 a 9,5 (5,1 a 7,5)
Al – Cu	35 - 35	Aluminio	7,1 a 8,3 (5,1 a 6,3)	1,5 – 6	Cobre	2,15 a 3,55 (1,4 a 2,8)

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2002).**

Los conectores, luego de su instalación, deberán quedar eléctricamente aislados en sí mismo en forma total y herméticamente sellado a la entrada de la humedad.

Cumplirán satisfactoriamente con los ensayos de ciclo térmico y tracción, sin perjudicar las características mecánicas y de conducción eléctrica de los conductores. Cada conector estará constituido, al menos de las siguientes partes. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **11.6.4.1. Cuerpo**

Será de un material sintético con propiedades aislantes, anti-inflamable, auto-extinguible, resistente a los rayos ultravioletas y a la formación de hongos. Contarán con mordazas cuyos dientes tengan un diseño y dimensiones tales que le permitan perforar el aislamiento de polietileno reticulado e insertarse superficialmente en el conductor a una profundidad adecuada, que asegure una correcta conexión eléctrica y suficiente resistencia mecánica, a pesar de las variaciones naturales en los espesores de aislación por las tolerancias permitidas. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **11.6.4.2. Tuerca y Perno-Fusible Mecánico**

Los conectores de perforación tendrán un conjunto de tuerca y perno-fusible o sistema equivalente que permita ajustes adecuados de las mordazas, para lograr la correcta conexión de los cables. Estarán hechos de un material resistente a la corrosión severa y alta contaminación. El conjunto estará diseñado de tal manera que las partes roscadas queden dentro de la cubierta protectora, al interior del cuerpo del conector, evitándose la exposición al medio ambiente de estas partes; deberá estar provistos de arandelas u otros elementos de ajuste para evitar que el conector de perforación se afloje debido a las vibraciones y esfuerzos propios del servicio. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **11.6.4.3. Accesorios de Impermeabilidad**

“Cada conector deberá llevar un capuchón para aislar el extremo del cable derivado, fabricado del mismo material del cuerpo del conector. Adicionalmente estará equipado con juntas de estanqueidad que aseguren la impermeabilidad de la conexión” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

#### **11.6.4.4. Grasa Selladora**

“Deberá ser inhibidora de la corrosión, retardante a la llama y mantener sus propiedades a través del tiempo” (Ministerio de Energía y Minas, 2002).

#### **11.6.5. PRUEBAS**

Deberán presentares los protocolos de pruebas efectuados por el fabricante

#### **11.6.6. EMBALAJE**

Los conectores serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas sintéticas altamente resistentes a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a la intemperie y en ambiente salino. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **11.6.7. ALMACENAJE Y RECEPCIÓN DE SUMINISTROS**

“El Contratista deberá considerar que los suministros deberán estar almacenados en un ambiente adecuado” (Callalli, 2006).

### **11.7. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, EQUIPOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y ELEMENTOS DE CONEXIONADO**

#### **11.7.1. ALCANCE**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de las cajas de distribución, equipos de protección y control, elementos de conexión integrados de los tableros de baja tensión de las subestaciones de distribución. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 11.7.2. NORMAS APLICABLES

Los materiales y equipos, objeto de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- IEC 947-2, IEC 898 Para interruptores termomagnéticos
- IEC 144 Para grados de protección
- IEC 408 Para bases portafusibles
- IEC 269 Para fusibles NH
- IEC 158-1 y 158-1A Para contactor electromagnético
- NMP-006-97 Para Medidores de energía: Aprobación de Modelo  
Equivalente a la IEC 521. (Ministerio de Energía y  
Minas, 2002)

### 9.7.3 CONDICIONES AMBIENTALES

Los tableros de distribución se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 3 000 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental entre  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Contaminación ambiental Media. (Azapa, 2010)

### 11.7.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### 11.7.3.1. Gabinete del Tablero de Distribución

Será fabricado íntegramente con planchas de acero laminado en frío de 2 mm de espesor, con las dimensiones necesarias para alojar los equipos que se detallan en el esquema eléctrico. El gabinete tendrá puerta frontal de dos (02) hojas, aseguradas con una chapa del tipo triangular de bronce con dos juegos de llaves por caja. Independientemente del número de circuitos y equipos instalados, la cara inferior del tablero de distribución deberá contar con los agujeros necesarios para el ingreso o salida de los siguientes circuitos:

- Un circuito alimentador desde los bornes del transformador conformado con cables tipo NYY u otro aislamiento similar o superior.
- Tres circuitos de salida desde los interruptores (incluido los proyectados) hacia las redes de baja tensión
- Un circuito de alumbrado público
- Un agujero para la bajada del conductor de puesta a tierra. (Azapa, 2010)

Cada agujero deberá estar equipado con los accesorios necesarios para su hermetización una vez colocados los conductores, a fin de evitar el ingreso de humedad, polvo e insectos al interior del tablero. Deberá implementarse los agujeros necesarios para la operación, inspección y medición de los interruptores, contactores y medidores de energía; así como para la inspección y reposición de los fusibles de protección. Cada gabinete deberá estar provisto de dos abrazaderas partidas para su fijación a postes de madera o de concreto. El gabinete del tablero de distribución y la plancha separadora recibirán un tratamiento de arenado y luego se protegerá con 2 capas de pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc de la mejor calidad, seguido de 2 capas de acabado con esmalte de color gris. (Callalli, 2006)

#### **11.7.4. Interruptor Termomagnético**

Los interruptores termomagnéticos serán del tipo miniatura, tripolares, bipolares y unipolares; para instalarse en el interior del gabinete del tablero de distribución y fijado mediante rieles metálicos. Los interruptores vendrán provistos de terminales de tornillos con contactos de presión para conectarse a los conductores. Los bornes de salida hacia las redes de baja tensión serán del tipo bimetálico a fin de permitir la conexión de conductores de Cobre o Aluminio con una sección circular de 16 a 35 mm<sup>2</sup>. La tensión máxima de operación de los interruptores será como mínimo de 600 V AC para los interruptores a ser utilizados en los circuitos de servicio particular y 415 V para los interruptores de los circuitos de alumbrado público. Las capacidades de Interrupción Última (Icu) e Interrupción de Servicio (Ics) mínima para todos los interruptores no será inferior a 6 kA a su respectiva tensión nominal de operación, y para las condiciones ambientales descritas en el numeral 3. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **11.7.5. Contactor Electromagnético**

Los contactores serán bipolares de CA del tipo electromagnético, para instalarse en el interior del gabinete del tablero de distribución y fijado mediante rieles metálicos. Los contactores vendrán provistos de terminales de tornillos con contactos de presión para conectarse a los conductores. Los bornes de salida hacia las redes de baja tensión serán del tipo bimetálico a fin de permitir la conexión de conductores de Cobre o Aluminio con una sección circular de 10 a 25 mm<sup>2</sup>. La tensión máxima de operación de los interruptores tripolares y bipolares será de 500 V AC y la tensión nominal de 220 V – 60 Hz. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **11.7.6. Interruptor horario**

“Será del tipo impulsado por motor síncrono, bipolar, para operar a 220 V y 60 Hz. Vendrá en caja tipo NEMA1. Se utilizará para accionar el contactor del circuito de alumbrado público y tendrá una reserva de 72 horas” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

### 11.7.7. Transformador de Corriente

Serán instalados solamente en los tableros trifásicos y serán del tipo núcleo toroidal, adecuados para instalarse sobre los conductores o barras del tablero de distribución.

Tendrá las siguientes características principales:

- Tensión Nominal : 1 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Corriente Secundaria : 5 A
- Relación de Transformación : Según lámina adjunta. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 11.7.8. Medidor Totalizador de Energía Activa Trifásico

El medidor totalizador de energía activa trifásicos permitirá medir el consumo total de energía activa de la subestación al cual será instalado el tablero de distribución. La configuración del sistema eléctrico al cual será instalado es de 4 hilos, 380/220 V, trifásico, neutro corrido con múltiple puesta a tierra. Las características principales de los medidores totalizadores de energía trifásicos serán las siguientes:

- Tipo de Funcionamiento : Inducción
- Tensión Nominal del medidor : 3 x 220 V
- Frecuencia Nominal : 60 Hz
- Clase de precisión : 02
- Número de Sistemas : 03
- Número de Hilos : 04
- Número de bobinas de corriente : 03
- Número de bobinas de tensión : 03
- Corriente Nominal : 05 A
- Sobrecarga admisible : 200 % In (10 A). (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 11.7.9. Medidor Totalizador de Energía Activa Monofásico

El medidor totalizador de energía activa monofásico permitirá medir el consumo total de energía activa de la subestación al cual será instalado el tablero de distribución.

La configuración del sistema eléctrico al cual será instalado es de 3 hilos, 440-220 V, monofásico, neutro corrido con múltiple puesta a tierra.

Las características principales de los medidores de energía monofásicos serán las siguientes:

- Tipo de Funcionamiento : Inducción
- Tensión Nominal del medidor : 440 V
- Frecuencia Nominal : 60 Hz
- Clase de precisión : 02
- Número de Sistemas : 02
- Número de Hilos : 03
- Número de bobinas de corriente : 02
- Número de bobinas de tensión : 01

(Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 11.7.10. Medidor de Alumbrado Público Monofásico

El medidor de alumbrado público monofásico permitirá medir el consumo total la energía activa en el sistema de alumbrado público de la subestación al cual será instalado el tablero de distribución.

Los medidores de energía cumplirán con las prescripciones de las Normas INDECOPI del numeral 2 y la reglamentación vigente para los medidores de energía a ser comercializados en el Perú.

La configuración del sistema eléctrico al cual será instalado es de 2 hilos, 220 V, monofásico, neutro corrido con múltiple puesta a tierra.

Las características principales de los medidores serán las siguientes:

- Tipo de Funcionamiento : Inducción
- Tensión Nominal del medidor : 1 x 220 V
- Frecuencia Nominal : 60 Hz
- Clase de precisión : 02
- Número de Sistemas : 01
- Número de Hilos : 02
- Número de bobinas de corriente : 01
- Número de bobinas de tensión : 01
- Corriente Nominal : 5 A
- Sobrecarga admisible : 40 A

Las borneras de salida del medidor de energía será del tipo bimetálico y permitirá alojar conductores de aluminio o cobre cuya sección circular varía de 10 a 25 mm<sup>2</sup>. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 11.7.11. Barras colectoras y conductores de Conexionado

Los tableros de distribución estarán equipados con barras colectoras de cobre electrolítico de sección rectangular para las fases, el neutro y la puesta a tierra.

Las secciones rectangulares serán diseñadas para 10 kA de cortocircuito con las siguientes dimensiones mínimas:

- Para las fases : 30 x 5 mm
- Para el Neutro : 25 x 5 mm
- Para la puesta a Tierra : 25 x 5 mm

Las barras de fases y neutro estarán provistos de los accesorios correspondientes para recibir o distribuir conductores de cobre o de aluminio cuyas secciones varían entre 16 y 50 mm<sup>2</sup>. Vendrán provistas de agujeros para la futura instalación de los interruptores de reserva. El código de colores de las barras será negro, azul y rojo para las fases, color blanco para la barra neutro y color amarillo para la barra de tierra. Los conductores de conexionado serán de cobre, del tipo THW, con una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>. Presentarán el código de colores definidos para las barras y los accesorios de señalización correspondiente. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### 11.7.12. Bases Portafusibles y Fusibles

Serán empleados para la protección del sistema de control de alumbrado público y para los medidores de energía trifásicos, tal como se indica en las láminas adjuntas. Deberán ser del tipo DZ o tipo Cartucho de modo que permita su inspección y reposición sin la necesidad de extraer la lámina separadora de equipos ubicada al interior del gabinete. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

### **11.7.13. Conmutador para el Control Automático o Manual del Alumbrado**

#### **Público**

“Este dispositivo será permitirá bloquear o seleccionar el modo de funcionamiento manual, automático o neutro del control de alumbrado público. Su instalación permitirá su operación sin la necesidad de extraer la lámina separadora de equipos ubicada al interior del gabinete” (Callalli, 2006).

### **11.7.14. PRUEBAS**

“El gabinete, los equipos de protección - medición y los accesorios deberán ser sometidas a las pruebas Tipo, de Rutina y Aceptación indicadas” (Callalli, 2006).

#### **11.7.14.1. Pruebas Tipo o de Diseño**

Las pruebas tipo o de diseño están orientadas a verificar las principales características de los tableros de distribución, por lo que deberán ser sustentadas con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

Considerando la probabilidad de que los interruptores puedan ser operados por personas con poco conocimiento de electricidad, adicionalmente a lo solicitado por la Norma IEC 947-2 para las pruebas de corriente de cortocircuito, los interruptores deberán permitir tres aperturas automáticas consecutivas a la corriente de cortocircuito máxima, tal como lo señala la Norma IEC 898. (Callasi, 2020)

#### **11.7.14.2. Pruebas de Rutina**

“Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los tableros de distribución. Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado” (Callalli, 2006).

#### **11.7.14.3. Pruebas de Aceptación**

Las pruebas de aceptación deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de tableros de distribución a ser suministrados. Las pruebas de aceptación serán

similares a las de rutina descritas las normas indicadas del 2 y otras que el Propietario considere necesarios. (Callalli, 2006)

#### 11.7.15. EMBALAJE

Los tableros de distribución deberán ser cuidadosamente embalados, en cajas de madera con las dimensiones y características adecuadas para el transporte marítimo. Estarán provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante pernos y correas elaboradas de bandas de material resistente no metálico a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Para proteger los materiales de la humedad se usarán cubiertas herméticas o bolsas conteniendo material higroscópico. En el interior de cada tablero de distribución deberá suministrarse lo siguiente:

- Un juego original del diagrama unifilar y esquema eléctrico detallado del tablero de distribución, en formato A3 y aprobado por el Propietario.
- Un juego original del plano general del tablero y distribución de equipos, en formato A3 y aprobado por el Propietario.
- Un juego de los reportes de pruebas efectuadas al tablero de distribución.

Dos juegos adicionales de fusibles NH. (Azapa, 2010).

## **11.8. SISTEMA PARA PUESTA A TIERRA**

### **11.8.1. ALCANCE**

“Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en líneas y redes secundarias” (Rioja, 2019).

### **11.8.2. NORMAS APLICABLES**

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- NTP 370.251.2003 CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.
- UNE 21-056 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA ABNT NRT 13571 HASTE DE ATERRAMIENTO AÇO-COBRE E ACCESORIOS
- ANSI C135.14 STAPLES WITH ROLLED OF SLASH POINTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
- ANSI B18.2.2 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS
- UNE 21-158-90 HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION. (Azapa, 2010)

### **11.8.3. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES**

#### **11.8.3.1. Conductor**

“El conductor será de cobre desnudo, cableado y recocado, de las características indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados” (Callalli, 2006).

#### **11.8.3.2. Electrodo de Puesta a Tierra**

“Características Generales: El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de cobre puro. Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en la lámina adjunta” (Azapa, 2010).

#### **11.8.3.3. Conector para el electrodo tipo Anderson**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos del proyecto. (Azapa, 2010)

#### **11.8.3.4. Plancha doblada (Grapa tipo “J”)**

Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor. La configuración geométrica y las dimensiones se muestran en los planos del proyecto. Este accesorio se utilizará con postes y crucetas de madera solo en ambientes con presencia de humedad salina. (Azapa, 2010)

#### **11.8.3.5. Conector tipo perno partido (Split-bolt)**

“Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> entre sí” (Azapa, 2010).

#### **11.8.3.6. Cajas de Registro**

Las cajas de registro para puestas a tierra serán de PVC, las cuales tienen alto nivel de aislamiento, resistentes al impacto, no es corrosivo y soporta más de 1430kg de peso.

#### **11.8.3.7. Cemento Conductivo**

El cemento conductivo será utilizado como aditivo para reducir la resistencia de la varilla de copperweld, el cual debe ser de baja resistividad, higroscópico, libre de mantenimiento y ecológico.

#### **11.8.3.8. Sal Industrial**

La sal industrial (NaCl) será utilizado como aditivo para reducir la resistencia de la varilla de copperweld, el cual debe ser inodoro, higroscópico, altamente soluble en agua y ecológico.

### **11.8.4. PRUEBAS**

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de accesorios a ser suministradas, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen. (Callalli, 2006)

#### **11.8.4.1. Pruebas de los electrodos de puesta a tierra**

Las pruebas que se indican a continuación se efectuará sobre el 1% de los electrodos suministrados, con un mínimo de dos (2). En caso que en una prueba no se obtuvieran resultados satisfactorios, se repetirá la misma prueba sobre el doble del número de muestras. En caso que, en la segunda oportunidad, en algunas de las muestras no se obtuvieran resultados satisfactorios, se rechazará el suministro. (Azapa, 2010)

#### **11.8.4.2. Comprobación de las dimensiones**

“Se comprobarán las dimensiones especificadas en la Tabla de Datos Técnicos” (Azapa, 2010).

#### **11.8.4.3. Pruebas del conductor de cobre y de los accesorios**

“De acuerdo a lo señalado en las normas consignadas en el acápite 2. El tamaño de la muestra de conductores de cobre será del 10 % del suministro” (Azapa, 2010).

### 11.8.5. MARCADO

En lo posible, los accesorios deberán tener marcas en alto o bajo relieve con la siguiente información técnica:

- Nombre o símbolo del Fabricante
- Carga mínima de rotura en kN
- Torque máximo de ajuste recomendado N-m. (Callalli, 2006)

### 11.8.6. EMBALAJE

#### 11.8.6.1. Del conductor para puesta a tierra

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño y para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento. Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser reforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras. Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado. El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes. (Callalli, 2006)

Cada carrete deberá ser identificado (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm<sup>2</sup>
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

La identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### **11.8.6.2. De los accesorios metálicos para puesta a tierra**

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar su deterioro. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubierta con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. Cada caja

deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de accesorio
- Cantidad de accesorios
- Masa neta en kg
- Masa total en kg

Las marcas serán resistentes a la intemperie y a las condiciones de almacenaje. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

## **11.9. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES**

### **11.9.1. ALCANCE**

“Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas que se utilizarán en redes secundarias” (Callupe, 2003).

### **11.9.2. NORMAS APLICABLES**

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- ASTM A 7 - FORGED STEEL
- ANSI A 153 - ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
- ANSIC 135.1 - AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED STEEL BOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
- ANSIC 135.4 - AMERICAN NATIONAL STANDARDS FOR ZINC-COATED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

- ANSI C 135.20 - AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE CONSTRUCTION - ZINC COATED FERROUS INSULATOR CLEVISES
- ANSI B18.2.2 - AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS. (Callupe, 2003)

### 11.9.3. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

#### 11.9.3.1. Perno gancho

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, tendrán 16 mm de diámetro y longitudes de acuerdo a las láminas del proyecto. La carga mínima de rotura a la tracción será de 8 KN. El suministro incluirá una arandela fija y otra móvil, así como una tuerca y una contratuerca de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos. (Ministerio de Energía y Minas, 2002)

#### 11.9.3.2. Tuerca gancho

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, tendrán 16 mm de diámetro y longitudes de acuerdo a las láminas del proyecto. La carga mínima de rotura a la tracción será de 55 KN. El suministro incluirá una arandela fija y otra móvil, así como una tuerca y una contratuerca de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos. (Montalvo, 2006)

#### 11.9.3.3. Perno Ojo

Será de acero forjado, galvanizado en caliente, de 255 mm de longitud y 16 mm de diámetro. En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo. Las otras dimensiones, así como su configuración geométrica, se muestran en las láminas del proyecto. La carga de rotura mínima será de 55 KN. Cada perno deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno. (Capuñay, 2013)

#### 11.9.3.4. Tuerca ojo

“Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm. Su carga mínima de rotura será de 55 KN” (Capuñay, 2013).

#### 11.9.4. PRUEBAS

Deberán presentar los protocolos de pruebas efectuados por el fabricante.

#### 11.9.5. EMBALAJE

Los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Serán suministrados con la protección adecuada para evitar el deterioro de la rosca de plomo. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubiertas con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino. (Callalli, 2006)

### 11.10. SISTEMA DE LUMINARIAS

#### 11.10.1. PASTORALES

Los pastorales serán fabricados de tubo de fierro galvanizado de 1 o 1 1/2 pulgadas de diámetro, del tipo pesado, con radio de curvatura de 300 mm, de una sola pieza, con mi avance horizontal de 1.20 m tendré para lograr una buena inclinación entre 15-20°, presentará en su interior un ducto homogéneo en toda su longitud, en el extremo inferior dos abrazaderas partidas bien soldadas de 2p. 2 x 3/16 superior se acoplará la luminaria con su equipo auxiliar, con pernos ajustables, para soportar un esfuerzo de 15kg., además cumplirá con las normas vigentes ASTM B 41 5-641 y ASTM A.153 y las siguientes características:

- Material de fabricación : Tubo F°G° de 1 1/2" O, de 2mm de espesor ó 19 mm.
- Esfuerzo mínimo de rotura : 28 kg/cm<sup>2</sup>
- Carga de trabajo : 15 kg
- Avance horizontal : 1200 mm.
- Radio curvatura : 300 mm
- Carga de trabajo vertical : 30 kg.
- Carga de trabajo horizontal : 20 kg.
- Coeficiente de seguridad :  $d = 2$

- Recublo mínimo : 80 m.

### 11.10.2. LUMINARIAS

Los artefactos para la iluminación del alumbrado público serán del tipo Ledvance Arealight, ideales para iluminar fachadas, entradas principales, áreas públicas, estacionamientos, etc. Poseen lente templado en policarbonato IP66 para una óptima distribución de luz y alto flujo luminoso e irán provistas de elementos de sujeción al pastoral, detallamos las siguientes especificaciones mínimas:

- Potencia: 55w
- Temperatura de color: 6500K
- Lúmenes: 7000 Lm
- Vida Útil: 50.000Hs
- Tensión: 100-240V 50/60Hz
- Protección: IP66
- Modelo: Arealight

## CAPÍTULO XII

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE.

#### 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

##### 12.1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO EN BAJA TENSION

Las presentes especificaciones de montaje tienen por objeto establecer los lineamientos respectivos para la ejecución de las obras electromecánicas. Estas especificaciones técnicas definen las principales actividades que debe ejecutar el contratista para el montaje electromecánico del proyecto, asimismo define las exigencias y características del trabajo a ejecutar, y en algunos casos los procedimientos a seguir, cabe resaltar que el contratista será responsable de la ejecución correcta de las obras las que se verificarán su fiel cumplimiento constantemente por la supervisión designado por la Municipalidad. Bajo toda circunstancia se aplicarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad Suministro 2001, El Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub sector Electricidad R.M.N° 263-2001- EM/VME, La Norma DGE 006B-P-1/1984, el Reglamento Nacional de Construcciones. El diseño considera una distribución de redes aéreas con el sistema auto soportado, empleando el sistema trifásico tetra polar con neutro para el servicio particular y monofásico (fase-neutro) para el alumbrado público. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 12.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Normas Aplicables

La ferretería y accesorios deberán cumplir como mínimo con lo señalado en las siguientes normas vigentes a la fecha de su adquisición:

- IEC 60, 60-1, 60-2 : Pruebas, requerimientos y procedimientos
- SFS 2451-53-54 : Materiales para líneas, ganchos y grapas de suspensión
- SFS 2663 : Construcción y pruebas para conectores
- SFS 2766 : Recubrimientos de Zinc en acero
- SFS 4644 : Construcción y pruebas de cubiertas para conectores

#### a) Características Técnicas

##### Servicio Particular

- Sistema: Aéreo, autoportante (portante, Forrado)
- Tensión: 380 V. Trifásico, multiaterrado: 220 V. Monofásico
- Factor de Potencia : 0.9
- Factor de Simultaneidad : 0.6
- Frecuencia : 60 Hz
- Caída de tensión máxima : 5%
- Conductor de fase : Aluminio
- Conductor neutro : Aleación de Aluminio
- Postes : C.A.C. 8/300
- Ferretería : De fierro galvanizado

### **12.1.2. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD**

“Las distancias mínimas de seguridad deberán ser respetadas, en todo el recorrido de la línea de baja tensión, estas distancias mínimas deben ser tomadas del Código Nacional de Electricidad Suministro 2001” (Ministerio de Energía y Minas, 2001).

## **12.2. DETALLE DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

### **12.2.1. REPLANTEO TOPOGRÁFICO**

#### **12.2.1.1. Entrega de Planos**

El trazo de la línea, la localización de las estructuras a lo largo del trazo, así como los detalles de estructuras y retenidas que se emplearán en el proyecto, serán entregados al Contratista en los planos y láminas que forman parte del presente expediente técnico. (Montalvo, 2006)

#### **12.2.1.2. Ejecución del Replanteo**

El Contratista será responsable de efectuar todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo.
- Postería.
- Los ejes de las retenidas y puestas a tierra.

El replanteo será efectuado por personal experimentado empleando distanciómetros, teodolitos y otros instrumentos de medición de probada calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos horizontales y verticales. El Contratista deberá coordinar y obtener las autorizaciones respectivas previas a la instalación de los postes, con la Municipalidad, ya que se trata de zonas de expansión urbana. (Montalvo, 2006)

### **12.2.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y manipuleo de materiales, se realizará con las debidas precauciones y cuidados a fin de que los materiales queden en óptimas condiciones de servicio al ser instalados. Los daños y deterioros que puedan sufrir los materiales por negligencia o inadecuada protección serán de responsabilidad del contratista encargado del traslado respectivo. El costo del transporte de los equipos y materiales hasta las zonas del proyecto están considerados en el presupuesto. (Capuñay, 2013)

### **12.2.3. RECORRIDO DE LA REDES**

El Contratista tomará las precauciones pertinentes a fin de evitar el paso a través de propiedades privadas y dispondrá las medidas del caso para que su personal esté instruido para tal fin. El Contratista será responsable de todos los daños a personas, propiedades, caminos, canales, acequias, cercos, murallas, etc. (Callalli, 2006)

### **12.2.4. EXCAVACIONES Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE**

#### **12.2.4.1. Generalidades**

De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta sección y según se muestra en los planos, el Contratista deberá efectuar todas las excavaciones permanentes a cielo abierto y cualquier otra excavación requerida para la cabal ejecución de la obra, así como el transporte y eliminación del material excedente. La excavación incluirá todas las operaciones de extracción, carga, transporte de los materiales excedentes a los lugares de descarga aprobados. (Rodríguez, 2011)

#### 12.2.4.2. Excavación para Postes

Consiste en la excavación y corte del terreno para obtener el hoyo que permitirá alojar al poste.

Las excavaciones para los postes serán del tamaño exacto del diseño de estas, el fondo de la excavación deberán limpiarse y emparejarse retirando todo material suelto o derrumbe. (Ramirez, 2004)

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión, los métodos y plan de excavación que empleará en el desarrollo de la obra.

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes. (Ramirez, 2004)

La ubicación de postes deberán en lo posible seguir al trazo y ubicación indicados en el plano de redes correspondiente.

Las excavaciones serán hechas generalmente con medios mecánicos y las dimensiones de acuerdo a los planos de cimentación y se hará de tal forma que la tierra alrededor sea afectada lo menos posible.

#### 12.2.4.3. Excavación para Retenidas y Puesta a Tierra

Las dimensiones para la excavación de las retenidas y puestas a tierras se muestran en las láminas respectivas de los expedientes técnicos.

El costo de la excavación, relleno y compactación para retenidas está incluido en el costo unitario de instalación de retenidas.

El costo de la excavación para las puestas a tierra está incluido en el costo unitario de instalación de puestas a tierra. (Rioja, 2019)

#### 12.2.5. IZAJES DE POSTES Y CIMENTACIÓN

Los postes a ser instalados, son de concreto armado centrifugado de 8/300.

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes. En ningún caso los postes serán sometidos a maltratos o esfuerzos excesivos.

Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán. Durante el izaje de los postes ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado. (Montalvo, 2006)

Las longitudes de empotramiento serán de 1.0 m. para postes de 8 m. de longitud. En terreno deleznable se hará el hueco con un diámetro total que permita una buena cimentación.

La cimentación de los postes se hará con piedra machada, afirmado y cemento. El empotramiento de los postes deberá hacerse apisonándose piedras alrededor del mismo y concargas de relleno, conteniendo diversos materiales de apisonado, incluyendo concreto, a efectos de asegurar estabilidad al poste.

Los postes deben guardar una perfecta verticalidad. Asimismo, deberán estar alineados y guardar armonía con los postes adyacentes instalados.

Los postes deben estar de tal forma que el sistema de fijación de los cables queden orientados para soportar las líneas en forma paralela a las pistas y

veredas. Si al instalar los postes se llegase a romper veredas, sardineles, etc. éstos deben quedar totalmente reparadas y el lugar limpio de escombros, basura o desechos, el mismo día de ejecutado el trabajo, considerando que la reparación es por paño completo. En los postes deberá pintarse las señalizaciones de riesgo eléctrico y la codificación respectiva. (Ministerio de energía y minas, 2003)

En general el poste debe estar instalado de acuerdo al C.N.E. y normas vigentes. El cemento a usarse será del tipo ASTM C- 150, tipo 1, los agregados cumplirán con la norma ASTM C-33.

Se utilizará:

- Cemento : 3/4 Bolsa
- Hormigón o afirmado :  $0.22 m^3$
- Piedra mediana ciclópea 3 - 4 “ :  $0.11 m^3$
- Agua :  $0.05 m^3$

#### **12.2.6. INSTALACIÓN DE FERRETERIA Y ACCESORIOS (MORDAZAS, GRAPAS) DE SUSPENSIÓN Y CÓNICAS**

Luego del izado y cimentado de postes se procederá al montaje de ferretería con accesorios de acuerdo al tipo de armado requerido y detallado en las láminas respectivas.

Estas estarán suspendidas de los postes por medio de pernos gancho de suspensión o perno ojal que es introducido en el poste por su extremo maquinado para luego adicionar una tuerca simple o una tuerca ojal o gancho según sea el caso. En el otro lado que tiene la forma de gancho irán suspendidas la mordaza (grapa) de suspensión o la mordaza(grapa) cónica terminal.

Las grapas y mordazas que se empleen en el montaje de los cables no deberán producir movimientos relativos de los alambres o capas de los conductores. (Callalli, 2006)

#### **12.2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra comprenderán hilo, varilla y pozo a tierra con sales hidrosolubles.

Se debe utilizar conductor Cu para las conexiones al pozo de tierra.

Se procederá a su montaje previo al tendido de conductor, se excavará el terreno para el Pozo de Tierra, en las dimensiones necesarias para colocar la varilla de Cu, con sales hidrosolubles, u opcionalmente instalándose previamente una cama de sal y tierra de chacra cernida, luego se cerrará la excavación, compactándose el terreno en capas no mayores de 0.20 m. de sal y carbón y regándose con abundante agua.

Los pozos de tierra serán confeccionados enterrando una varilla de Cu (2.4 m. de longitud) y, adicionando con HIDROSOLTA o similar (para pobre conductividad y ningún mantenimiento, no requiere cargas periódicas de tratamiento o reemplazo).

Las Puestas a Tierra se instalarán respetando las normas establecidas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

#### **12.2.8. TENDIDO DE CONDUCTORES**

Durante el izaje de las bobinas se tendrá cuidado de no presionar las caras laterales del carrete con las cadenas o estrobos utilizados para tal fin. No se deberá transportar el carrete de costado, es decir, apoyado sobre una de sus caras laterales. Para la descarga de las bobinas desde un camión o remolque, cuando no se emplee una grúa, se hará utilizando un plano inclinado y tomando las previsiones para un suave descenso. Cuando se desplace la bobina rodándola por tierra, se hará en el sentido indicado con una flecha. Si el terreno presentara una superficie irregular, la bobina se rodará sobre tablonés. Las bobinas no se almacenarán en suelo blando. Los conductores se instalarán de acuerdo al detalle de armado respectivo cuidando de evitar daños al conductor. (Chávez et al, 2018)

Los conductores que se utilizan son de aluminio tipo autoportado con calibre en milímetros desde el calibre CAAI 3x50+1x16+NA35 mm<sup>2</sup>.

Los conductores autoportantes se suspenden en los postes únicamente empleando el conductor neutro o mensajero diseñado especialmente para ese fin. Para el caso de las estructuras de alineamiento el conductor irá suspendido por mordazas de suspensión, para el caso de estructuras de cambio de dirección hasta 90° se puede emplear mordazas de suspensión especiales, diseñadas para

soportar esfuerzos mecánicos; en caso contrario se deberá utilizar mordazas cónicas terminales.

Para las derivaciones con cables de cobre se emplearán conectores bimetálicos Aluminio – Cobre.

“Los cables autoportantes serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar daños en el conductor portante o en el aislamiento de los conductores de aluminio” (Gallegos, 2018).

El tendido de los conductores debe hacerse por medio de poleas con la finalidad de evitar rozamiento y escoriaciones en el forro. Primeramente, se instalarán poleas en los postes, estas serán de ranura adecuada. Un extremo desnudo del cable portante se fijará al poste de anclaje mediante el empleo de una mordaza cónica terminal, los demás cables soportados se asegurarán al portante las correas plásticas de amarre y los extremos se aislarán con cinta aislante vulcanizante. Durante el tendido, en ningún momento la tensión aplicada al portante superará el 40 % de su tiro de rotura. Una vez tendido se dejará pasar el tiempo suficiente antes de la regulación de la flecha con el fin de que el cable se estabilice. Concluido el montaje de un tramo se anclará el extremo de la forma descrita anteriormente, el portante será sujetado a la mordaza de suspensión. (Bravo, 2018)

El tensado de los conductores deben hacerse en forma gradual, hasta obtener flechas uniformes en todos los tramos.

Las flechas en promedio deben ser de hasta 25 cm. para tramos de hasta 35 m.

Una vez tensados los conductores del tipo autoportado, éstos deben ser sujetos en la mordazas de suspensión y/o anclajes terminales (ferretería normalizada).

Las cajas de distribución de acometidas domiciliarias deberán ser conectadas en las estructuras donde corresponda, las conexiones de la red hacia la caja de distribución deberán ser con conductores indicados en las especificaciones técnicas y con conectores bimetálicos

Deberá considerarse el aterrado del neutro, con pozo de puesta a tierra al final y a mitad del circuito como mínimo, de acuerdo a las especificaciones establecidas por el CNE. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### **12.3. INSPECCIONES**

#### **12.3.1. INSPECCIÓN DE LOS TRABAJADORES**

Se verificará además del cumplimiento de lo establecido en las bases y las especificaciones técnicas, lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- La limpieza de los conductores
- Las flechas de los conductores.
- Los residuos de embalajes y otros desperdicios deben haberse retirado. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **12.3.2. INSPECCIÓN DE CADA ESTRUCTURA**

En cada estructura se verificará que se hayan llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Reparación de veredas, relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y el traslado de materiales de desmonte u otros, propios del trabajo ejecutado.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancias permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- Ajuste de pernos y tuercas.
- Montaje, limpieza y estado físico de la ferretería.
- Instalación de los accesorios del conductor.
- Ajuste de las grapas y mordazas.

Los pastorales y luminarias deben estar correctamente ubicados. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 12.3.3. PRUEBAS

Las pruebas serán llevadas a cabo por el contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado por la supervisión.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar como mínimo, sin que éstas sean excluyentes, la supervisión podrá exigir a la contratista las pruebas adicionales que considere conveniente. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### 12.3.3.1. Medición de aislamiento

“Para Subsistema de Distribución Secundaria y Red de Alumbrado Público”  
(Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 29**  
**Medición de aislamiento**

<b>Tipo de Condiciones</b>	<b>En redes de Alumbrado Público</b>	<b>En Subsistema de Distribución Secundaria</b>
Condiciones normales	Aéreas	Aéreas
Entre fases	50 MΩ	50 MΩ
De fase a tierra	20 MΩ	20 MΩ
Condiciones húmedas		
Entre fases	20 MΩ	20 MΩ
De fase a tierra	10 MΩ	10 MΩ

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

- Las pruebas de aislamiento del Subsistema de Distribución Secundaria, deberán efectuarse con los bornes de los dispositivos de maniobra y protección (instalados en las cajas de conexión) sin conectarse a las acometidas.
- Las pruebas de aislamiento de la red de alumbrado público deberán efectuarse sin conectar los cables o conductores de alimentación a la base portafusible o dispositivo de protección. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **12.3.3.2. Pruebas de Continuidad**

“Deben efectuarse desde los extremos del cable o conductor, cortocircuitando el otro extremo del mismo” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **12.3.3.3. Resistencia de Puesta a tierra**

“Debe verificarse los valores de resistencia de puesta a tierra estipulados en el Código Nacional de Electricidad” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **12.3.3.4. Prueba de tensión**

Con el sistema energizado por el Concesionario, verificar lo siguiente:

- Encendido de Lámparas.
- Tensión y secuencia de fase

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procederá a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas.

Durante este tiempo se efectuarán las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinará la secuencia de fases. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **12.3.3.5. Prueba y Mediciones de Alumbrado Público**

“Consistirá en energizar los circuitos de alumbrado público tanto manualmente como mediante el control horario. Se verificará el correcto funcionamiento de todas las lámparas y se medirá la tensión al comienzo y al final de cada circuito de alumbrado público” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### 12.4. SEÑALIZACIÓN Y CODIFICACIÓN DE POSTES.

Cada uno de los postes deberá contar con lo siguiente:

- Simbología de RIESGO ELECTRICO.
- CODIFICACION DE NÚMERO CORRELATIVO
- SIMBOLOGIA DE POZO A TIERRA (en los postes de BT que corresponda, indicando su distancia en metros del poste y pintado en su dirección).



## CAPÍTULO XIII CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 13. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 13.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

##### 13.1.1. GENERALIDADES

Los Cálculos Eléctricos de las Redes de Baja Tensión comprenden el Cálculo de la Caída de Tensión y la determinación apropiada de los Calibres de los Conductores. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

##### 13.1.2. FACTORES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO

**Tabla 30**  
**Factores considerados en el diseño**

Factores	Servicio Particular	Alumbrado Público
Máxima Caída de tensión	5 % de Vn	5 % de Vn
Factor de Potencia	1.0	0.9
Factor de Simultaneidad	0.5	1.0

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006)**

##### 13.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES

###### 13.1.3.1. Servicio particular (S.P.):

- Tensión de servicio : 380/220 voltios, Trifásica
- Sistema : Aéreo - Auto portante
- Factor de potencia : 1.00
- Factor de simultaneidad : 0.60
- Conductores : Aluminio cableado temple duro, tipo CAAI, y temple duro el neutro.

###### 13.1.3.2. Alumbrado Público (A.P.):

- Tensión de servicio : 220 voltios, monofásico

- Sistema : Aéreo - Monofásico bifilar
- Factor de potencia : 0.90
- Factor de simultaneidad : 1.00

#### 13.1.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

$$R_{op} = R_{20^{\circ}\text{C}} = (1 + \alpha (T_2 - T_1))$$

Dónde:

$R_{20^{\circ}\text{C}}$  Resistencia del conductor a 20°C (Ohm/Km).

$R_{op}$  Resistencia del conductor a la temperatura de operación (Ohm/Km).

$\alpha$  Coeficiente de resistividad térmica: 0.00403/°C

$T_2$  Temperatura de operación del conductor (45°C)

$T_1$  Temperatura a 20°C. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### 13.1.5. CÁLCULO DE LA REACTANCIA INDUCTIVA

$$X_L = 4 \times \pi \times f \times \text{Ln}\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

Dónde:

RMG = Radio medio geométrico

RMG = 0.726 r, para conductores cableados (Conductor de fase y neutro mensajero)

RMG = 0.779 r, para conductores sólidos (conductor de A.P.)

f = frecuencia, 60 Hz.

DMG = Diámetro medio geométrico

$X_L$  = Reactancia en Ohm/km.

La reactancia inductiva en este tipo de conductores auto portantes es constante debido a que la disposición entre ellos no varía. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 13.1.6. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se determina utilizando las siguientes relaciones

$$\Delta V = P \times L \times FCT$$

Dónde:

P : Potencia total (KW)

L : Longitud del Tramo (Km)

FCT : Factor de Caída de Tensión del Conductor

$$FCT = \frac{R \cos \phi + X_{3\phi} \text{SEN} \phi}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

$$FCT = \frac{R \cos \phi + X_{3\phi} \text{SEN} \phi}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

Dónde:

R : Resistencia del Conductor a 40°C (Ohm/Km)

X : Reactancia Inductiva de los Conductores (Ohm/Km)

V : Tensión de Operación (V)

$\phi$  : Angulo del Factor de Potencia

Dado que reactancia de fase es casi insignificante se puede despreciar para los cálculos prácticos. Entonces se utilizará la siguiente fórmula. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

$$\Delta V(\%) = \frac{R}{V^2} (P \times L) \times 10^5$$

Dónde:

$\Delta V(\%)$  : Caída de tensión (%)

R : Resistencia del Conductor a 50°C (Ohm/Km)

V : Tensión de Operación (V)

P : Potencia Total (KW)

L : longitud del Tramo (Km)

Utilizando las ecuaciones descritas se determina las secciones de los conductores a utilizar para los diagramas correspondientes. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 15**

**Parámetros y factores de caída de tensión de los cables autoportantes**

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y ELÉCTRICAS										
Formación *	Espes. Aíslam. Fase (mm)	Sección Neutro Portante (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Resistencia Ohmica (Ohm/Km a 20°C)		Reactancia Inductiva (Ohm/Km a 60Hz)		Factor de Caída de Tensión ** (V/A.Km)	
					Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo
1 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	130	1,910	---	0,099	---	3,492	---
2 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	192	1,910	---	0,100	---	3,492	---
1 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	162	1,910	---	0,111	---	3,504	---
2 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	225	1,910	---	0,108	---	3,502	---
2 x 25 + NA25 mm2	1,14	25	25,0	282	1,200	---	0,098	---	2,231	---
2x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	1,910	0,107	0,107	3,500	3,500
2x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	310	1,200	1,910	0,096	0,113	2,229	3,506
2x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	368	0,868	1,910	0,089	0,118	1,633	3,512
2x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507
2x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	344	1,200	1,910	0,102	0,120	2,235	3,514
2x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	400	0,868	1,910	0,095	0,124	1,639	3,518
3x16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	---	0,107	---	3,500	---
3x25+ND25 mm2	1,14	25	22,0	336	1,200	---	0,098	---	2,231	---
3x35+ND25 mm2	1,14	25	24,0	425	0,868	---	0,093	---	1,637	---
3x16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	---	0,114	---	3,507	---
3x25+NA25 mm2	1,14	25	25,0	373	1,200	---	0,105	---	2,238	---
3x35+NA25 mm2	1,14	25	27,0	460	0,868	---	0,099	---	1,643	---
3x50+NA35 mm2	1,52	35	32,0	630	0,641	---	0,101	---	1,242	---
3x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	315	1,910	1,910	0,113	0,113	3,506	3,506
3x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	400	1,200	1,910	0,103	0,120	2,236	3,514
3x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	485	0,868	1,910	0,096	0,125	1,640	3,519
3x35+16+ND35 mm2	1,14	35	26,0	510	0,868	1,910	0,100	0,129	1,644	3,523
3x50+16+ND35 mm2	1,52	35	30,0	655	0,641	1,910	0,096	0,137	1,237	3,531
3x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	350	1,910	1,910	0,120	0,120	3,514	3,514
3x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	435	1,200	1,910	0,109	0,127	2,242	3,521
3x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	520	0,868	1,910	0,103	0,132	1,647	3,526
3x35+16+NA35 mm2	1,14	35	28,5	550	0,868	1,910	0,106	0,135	1,650	3,529
3x50+16+NA35 mm2	1,52	35	32,0	701	0,641	1,910	0,102	0,143	1,243	3,538
3x50+25+NA35 mm2	1,52	35	32,0	731	0,641	1,200	0,104	0,127	1,245	2,261
3x70+25+NA50 mm2	1,52	50	38,0	970	0,443	1,200	0,100	0,137	0,890	2,272

**Fuente: Ficha técnica cable 3x50+16+NA35mm2 PROMELSA.**

## 13.2. CÁLCULOS BAJA TENSION

### 13.2.1. CAÍDA DE TENSION EN ACOMETIDAS Y ALUMBRADO PUBLICO

Tabla 31

Caída de tensión en acometidas y alumbrado publico

Mz.	Lote	Fase	Pot.
A	1	R	1kW
B	1	S	1kW
	2	T	1kW
	3	R	1kW
	4	S	1kW
	5	T	1kW
	6	R	1kW
C	1	S	1kW
	2	T	1kW
	3	R	1kW
	4	S	1kW
	5	T	1kW
	6	R	1kW
	7	S	1kW
	8	T	1kW
	9	R	1kW
D	1	S	1kW
	2	T	1kW
	3	R	1kW
	6	R	1kW
D'	1	S	1kW
	2	T	1kW
	3	R	1kW
	4	S	1kW
E	1	T	1kW
	2	R	1kW
	3	S	1kW
	4	T	1kW
	5	R	1kW
	6	S	1kW
	7	T	1kW
	8	R	1kW
	9	S	1kW
	10	T	1kW
	11	R	1kW
	12	S	1kW
F	1	T	1kW
	2	R	1kW
	3	S	1kW
	4	T	1kW
	5	R	1kW
	6	S	1kW
	7	T	1kW
	8	R	1kW
	9	S	1kW
	10	T	1kW
	11	R	1kW
	12	S	1kW
	13	T	1kW
	14	R	1kW
G	1	S	1kW
	2	T	1kW
	3	R	1kW
	4	S	1kW
	5	T	1kW
	6	R	1kW
	7	S	1kW
	8	T	1kW
	9	R	1kW
	10	S	1kW
	11	T	1kW
	12	R	1kW
	13	S	1kW
	14	T	1kW
	15	R	1kW
	16	S	1kW
	17	T	1kW
	18	R	1kW

Cargas Especiales	Fase	Potencia
Recreación Pública	R	3kW
Centro de Salud	S	3kW
Local de Usos Multiples	T	3kW

Fuente: Elaboración propia

Subestación	1				
Circuito	C1		R_20°C	0.641	Ohm/km
Servicio	Particular		R_50°C	0.7160	Ohm/km
Demanda Máxima/lote	1000	w	Coef. Temp	0.0039	
Factor de Potencia	0.9				
Factor de Simultaneidad	0.6				
Tensión	380	220	v		

Tramo	Nc	ΣNc	f.s	ΣP Pot.Kw	Potencia total Kw	I Amper.	S mm2	FCT fact.caida.tens	L (m)	Factor de Perdidas	ΔP (kW)	ΣΔP (kW)	ΔV	ΣΔV	% ΔV	% ΔP
0	1	73	0.6	43.8	52.8	89.13	50	1.243	26.1	0.3332	0.4454176	0.4454176	2.89	2.89	0.7610	0.8435939
1	1	67	0.6	40.2	49.2	83.06	50	1.243	25	0.3332	0.37	0.82	2.58	5.47	1.4402	1.5452
2	3	58	0.6	34.8	43.8	73.94	50	1.243	19.98	0.3332	0.23	1.05	1.84	7.31	1.9234	1.9896
3	1	55	0.6	33	42	70.90	50	1.243	20.05	0.3332	0.22	1.27	1.77	9.08	2.3885	2.3996
4	4	45	0.6	27	30	50.64	50	1.243	26.01	0.3332	0.14	1.41	1.64	10.71	2.8193	2.6710
5	1	41	0.6	24.6	27.6	46.59	50	1.243	24.2	0.3332	0.11	1.52	1.40	12.12	3.1882	2.8848
6	4	26	0.6	15.6	15.6	26.34	50	1.243	25	0.3332	0.04	1.56	0.82	12.93	3.4035	2.9553
7	2	22	0.6	13.2	13.2	22.28	50	1.243	23.8	0.3332	0.03	1.59	0.66	13.59	3.5770	3.0034
8	4	14	0.6	8.4	8.4	14.18	50	1.243	29.72	0.3332	0.01	1.60	0.52	14.12	3.7149	3.0277
9	0	10	0.6	6	6	10.13	50	1.243	29	0.3332	0.01	1.61	0.37	14.48	3.8110	3.0398
10	3	5	0.6	3	3	5.06	50	1.243	25.8	0.3332	0.00	1.61	0.16	14.64	3.8537	3.0425
11	0	2	0.6	1.2	1.2	2.03	50	1.243	27.6	0.3332	0.00	1.61	0.07	14.71	3.8720	3.0430
12	1	1	0.6	0.6	0.6	1.01	50	1.243	28	0.3332	0.00	1.6067	0.04	14.75	3.8813	3.0431
0.1	2	5	0.6	3	3	5.06	50	1.243	24.77	0.3332	0.00	0.45	0.16	3.05	0.8020	0.8462
0.2	3	3	0.6	1.8	1.8	3.04	50	1.243	30	0.3332	0.00	0.45	0.11	3.16	0.8318	0.8473

1.1	0	8	0.6	4.8	4.8	8.10	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	0.82	0.04	5.51	1.4495	1.5461
1.2	5	8	0.6	4.8	4.8	8.10	50	1.243	31.9	0.3332	0.00	0.82	0.32	5.83	1.5340	1.5547
1.3	3	3	0.6	1.8	1.8	3.04	50	1.243	27	0.3332	0.00	0.82	0.10	5.93	1.5609	1.5557
3.1	3	9	0.6	5.4	11.4	19.25	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.27	0.08	9.16	2.4105	2.4049
3.2	4	6	0.6	3.6	9.6	16.21	50	1.243	26.3	0.3332	0.01	1.28	0.53	9.69	2.5499	2.4330
3.3	2	2	0.6	1.2	1.2	2.03	50	1.243	25.63	0.3332	0.00	1.28	0.06	9.75	2.5669	2.4335
5.1	0	14	0.6	8.4	11.4	19.25	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.53	0.08	12.20	3.2102	2.8900
5.2	4	14	0.6	8.4	11.4	19.25	50	1.243	17.29	0.3332	0.01	1.54	0.41	12.61	3.3190	2.9161
5.3	4	10	0.6	6	9	15.19	50	1.243	22.38	0.3332	0.01	1.55	0.42	13.04	3.4303	2.9371
5.4	0	6	0.6	3.6	6.6	11.14	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.55	0.05	13.08	3.4430	2.9389
5.5	6	6	0.6	3.6	6.6	11.14	50	1.243	32	0.3332	0.01	1.56	0.44	13.53	3.5597	2.9550
7.1	0	6	0.6	3.6	3.6	6.08	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.59	0.03	13.62	3.5840	3.0039
7.2	6	6	0.6	3.6	3.6	6.08	50	1.243	29.73	0.3332	0.00	1.59	0.22	13.84	3.6431	3.0084
9.1	2	5	0.6	3	3	5.06	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.61	0.02	14.50	3.8168	3.0402
9.2	3	3	0.6	1.8	1.8	3.04	50	1.243	26.31	0.3332	0.00	1.61	0.10	14.60	3.8429	3.0412
11.1	0	1	0.6	0.6	0.6	1.01	50	1.243	3.5	0.3332	0.00	1.61	0.00	14.72	3.8731	3.0430
11.2	1	1	0.6	0.6	0.6	1.01	50	1.243	17.5	0.3332	0.00	1.61	0.02	14.74	3.8789	3.0430

**Fuente: Elaboración propia**

Subestación	1	R_20°C	1.91	Ohm/km
Circuito	C1	R_50°C	2.133	Ohm/km
Servicio	Alumbrado Público	Coef. Temp	0.0039	
Factor de Potencia	0.9	Pot. Lamp	55	w
Factor simultaneid.	1	Tensión	220	v

Tramo	Nr Lamp 55w	Potencia kw	Suma de Pot.Kw	I Amper.	S mm2	I amp a 50C	FCT fact.caida	Factor de Perdidas	$\Delta P$ (kW)	$\Sigma \Delta P$ (kW)	$\Delta V$	$\Sigma \Delta V$	% $\Delta V$	% $\Delta P$
0	0	0	<b>1.155</b>	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.003789576	0.00378958	0.5383527	0.5383527	0.538	0.3
1	1	0.055	1.155	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0036	0.007	0.52	1.05	0.758	0.64
2	1	0.055	0.99	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0021	0.010	0.41	1.47	0.758	0.83
3	1	0.055	0.935	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0019	0.011	0.41	1.88	0.758	0.99
4	1	0.055	0.77	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0017	0.013	0.54	2.42	0.758	1.14
5	1	0.055	0.715	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0013	0.014	0.50	2.92	0.758	1.25
6	1	0.055	0.495	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0007	0.015	0.52	3.43	0.758	1.31
7	1	0.055	0.44	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0005	0.016	0.49	3.92	0.758	1.36
8	1	0.055	0.33	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0004	0.016	0.61	4.53	0.758	1.39
9	1	0.055	0.275	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0002	0.016	0.60	5.13	0.758	1.41
10	1	0.055	0.165	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0001	0.016	0.53	5.67	0.758	1.41
11	0	0	0.11	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.0000	0.016	0.00	5.67	0.758	1.42
12	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0000	0.01636	0.58	6.24	0.758	<b>1.42</b>
0.1	0	0	0	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0	0	0	1	0	0
0.2	0	0	0	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0	0	0	1	0	0
1.1	0	0	0.11	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.000005	0.007	0.00	1.05	0.758	0.64
1.2	1	0.055	0.11	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00004	0.007	0.66	1.71	0.758	0.65
1.3	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.007	0.56	2.27	0.758	0.65

3.1	0	0	0.11	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.00000	0.011	0.00	1.88	0.758	0.99
3.2	1	0.055	0.11	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00003	0.011	0.54	2.42	0.758	1.00
3.3	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.012	0.53	2.95	0.758	1.00
5.1	0	0	0.165	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.014	0.00	2.92	0.758	1.25
5.2	1	0.055	0.165	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.0001	0.015	0.36	3.27	0.758	1.26
5.3	0	0	0.11	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.00003	0.015	0.00	3.27	0.758	1.26
5.4	1	0.055	0.11	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.000005	0.015	0.07	3.34	0.758	1.26
5.5	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.015	0.66	4.00	0.758	1.26
7.1	0	0	0.055	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.000001	0.016	0.000	3.92	0.758	1.36
7.2	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.016	0.61	4.54	0.758	1.36
9.1	0	0	0.055	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0.000001	0.016	0.000	5.13	0.758	1.41
9.2	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.00001	0.016	0.54	5.68	0.758	1.41
11.1	1	0.055	0.055	<b>5.8300</b>	16	72	3.538	0.5	0.000001	0.016	0.072	5.74	0.758	1.42
11.2	0	0	0	<b>0.0000</b>	16	72	3.538	0.5	0	0.016	0.0000	5.74	0.758	1.42

Fuente: Elaboración propia

### 13.2.2. CÁLCULO DE ILUMINACION CON DIALUX PARA ALUMBRADO

Usando el software DIAULUX se determinó los tipos de luminaria y vio la luminosidad en las calles y pasajes de la Asociación Vivienda Taller Canteras II

- Calle Nro 72 – Calle Principal donde se ubicará la Subestación y cable troncal
- Calle Nro 16 – Calle entre la manzana D y E.
- Calle Nro 15 – Calle entre las manzanas G, D y D’.
- Pasaje Nro 1 – Calle entre la manzana G, el Centro de Salud y Recreación Pública
- Calle Nro 14 – Calle entre las manzanas F y G.
- Calle Nro 13 – Calle entre las manzanas C y F.
- Calle Nro 12 – Calle entre las manzanas B y C.
- Calle Nro 11 – Calle entre las manzanas A y B.

Para la iluminación se debe cumplir lo indicado por la **Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” (2002)**, según el tipo de alumbrado que corresponde al tipo de vía en cuestión, en nuestro caso al ser vías sin asfaltar y con poco o nulo tráfico vehicular el tipo de iluminación sería el V (Local Residencial 2).

Entonces para el tipo de Alumbrado V y calles sin asfalto (tipo de calzada clara), le corresponde cumplir:

Iluminancia media: 1-3 Lux

Índice de control de deslumbramiento (G): 4-5

**13.2.2.1. Calle Nro 72 – Calle Principal donde se ubicará la Subestación y cable troncal**

**Figura 16**  
**Dialux Calle Nro 72**

Avenida N° 72

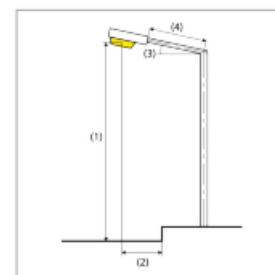
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	Φ Lámpara	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	Φ Luminaria	6381 lm
		η	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral arriba)

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	0.300 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	1815.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	≥ 70°: 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 80°: 158 cd/klm ≥ 90°: 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*1
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

### Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	9.03 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	10.07 lx	-	-
Avenida N° 72 (M4)	$L_m$	0.86 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.44	$\geq 0.40$	✓
	$U_l^{(2)}$	0.72	$\geq 0.50$	✓
	TI	14 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{Ei}$	0.41	$\geq 0.30$	✓
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	5.48 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	6.16 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Avenida N° 72	$D_p$	0.016 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral arriba)	$D_e$	0.6 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

Fuente: PHILIPS S.A., (2020)



13.2.2.2. Calle Nro 16 – Calle entre la manzana D y E

**Figura 17**  
**Dialux Calle Nro 16**

Calle N° 16

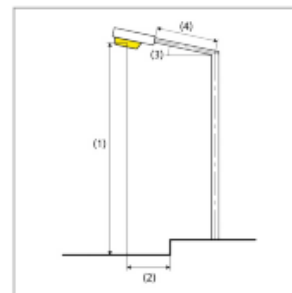
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	6381 lm
		$\eta$	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	27.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	0.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	2035.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	$\geq 70^\circ$ : 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 80^\circ$ : 158 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*1
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

Calle N° 16

### Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	8.76 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	10.52 lx	-	-
Calle N° 16 (M4)	$L_m$	1.10 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.54	$\geq 0.40$	✓
	$U_j^{(2)}$	0.54	$\geq 0.50$	✓
	$R_{Et}$	0.88	$\geq 0.30$	✓
	$TI^{(1)}$	18 %	-	-
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	9.53 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	10.99 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle N° 16	$D_p$	0.021 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)	$D_e$	1.0 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

13.2.2.3. Calle Nro 15 – Calle entre las manzanas G, D y D'.

**Figura 18**  
**Dialux Calle Nro 15**

Calle N° 15

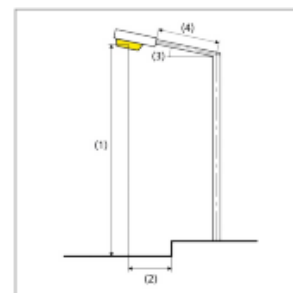
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	Φ <sub>Lámpara</sub>	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	Φ <sub>Luminaria</sub>	6381 lm
		η	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	1.300 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	1815.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad luminica máx	≥ 70°: 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 80°: 158 cd/klm ≥ 90°: 1.72 cd/klm
Clase de potencia luminica	G*1
Los valores de intensidad luminica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia luminica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

Calle N° 15

### Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	7.23 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	8.72 lx	-	-
Calle N° 15 (M4)	$L_m$	0.96 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.49	$\geq 0.40$	✓
	$U_l^{(2)}$	0.58	$\geq 0.50$	✓
	$TI^{(1)}$	17 %	-	-
	$REI^{(1)}$	0.42	-	-
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	8.62 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	9.91 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle N° 15	$D_p$	0.017 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)	$D_e$	0.7 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

Fuente: PHILIPS S.A., (2020)

**13.2.2.4. Pasaje Nro 1 – Calle entre la manzana G, el Centro de Salud y  
Recreación Pública**

**Figura 19**  
**Dialux Pasaje Nro 1**

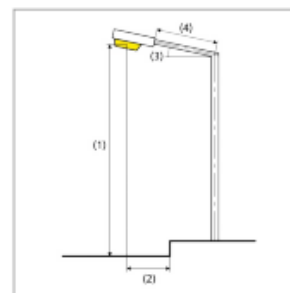
Pasaje N° 1  
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	$\Phi$ Lámpara	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	$\Phi$ Luminaria	6381 lm
		$\eta$	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	27.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	1.300 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	2035.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	$\geq 70^\circ$ : 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 80^\circ$ : 158 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*1
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

Pasaje N° 1

### Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	9.71 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	11.97 lx	-	-
Pasaje N° 1 (M4)	$L_m$	1.39 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.65	$\geq 0.40$	✓
	$U_l^{(2)}$	0.51	$\geq 0.50$	✓
	TI	15 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{E1}^{(1)}$	0.69	-	-
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	9.94 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	11.16 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Pasaje N° 1	$D_p$	0.030 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)	$D_e$	1.4 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

Fuente: PHILIPS S.A., (2020)

13.2.2.5. Calle Nro 14 – Calle entre las manzanas F y G.

**Figura 20**  
**Dialux Calle Nro 14**

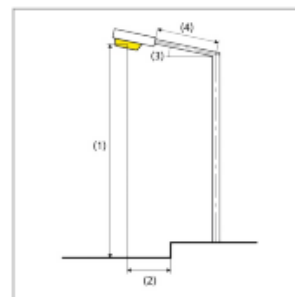
Calle N° 14  
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	$\Phi$ Lámpara	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	$\Phi$ Luminaria	6381 lm
		$\eta$	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	1.250 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	1815.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	≥ 70°: 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 80°: 158 cd/klm ≥ 90°: 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*1
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

### Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	7.90 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	9.83 lx	-	-
Calle N° 14 (M4)	$L_m$	1.03 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.51	$\geq 0.40$	✓
	$U_j^{(2)}$	0.52	$\geq 0.50$	✓
	$TI^{(1)}$	18 %	-	-
	$REI^{(1)}$	0.49	-	-
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	8.64 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	9.94 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle N° 14	$D_p$	0.019 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)	$D_e$	0.8 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**



13.2.2.6. Calle Nro 13 – Calle entre las manzanas C y F.

**Figura 21**  
**Dialux Calle Nro 13**

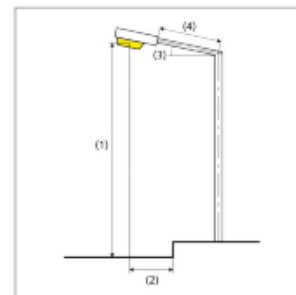
Calle N° 11 y 13  
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	6381 lm
		$\eta$	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	-1.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	1815.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	$\geq 70^\circ$ : 710 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 80^\circ$ : 158 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica	G*1
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



Fuente: PHILIPS S.A., (2020)

Calle N° 11 y 13

**Resumen (hacia EN 13201:2015)**

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P4)	$E_m$	6.39 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	$E_{min}$	5.61 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
Camino para bicicletas 1 (P4)	$E_{min}$	6.85 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	8.29 lx	-	-
Calle N° 11 y 13 (M4)	$L_m$	0.79 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.56	$\geq 0.40$	✓
	$U_l^{(2)}$	0.72	$\geq 0.50$	✓
	TI	14 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{E1}^{(1)}$	0.66	-	-
Camino para bicicletas 2 (P4)	$E_{min}$	8.60 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	10.21 lx	-	-
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	8.62 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	9.91 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

13.2.2.7. Calle Nro 12 – Calle entre las manzanas B y C.

**Figura 22**  
**Dialux Calle Nro 12**

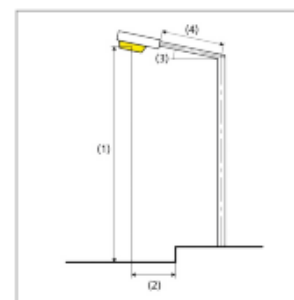
Calle N° 12  
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	PHILIPS	P	55.0 W
Nombre del artículo	BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50	$\Phi$ Lámpara	7400 lm
Lámpara	1x LED74-4S/840	$\Phi$ Luminaria	6381 lm
		$\eta$	86.23 %

BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	20.000 m
(1) Altura de punto de luz	7.350 m
(2) Saliente del punto de luz	0.100 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	1.300 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 55.0 W
Consumo	2750.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 70^\circ$ : 710 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 158 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 1.72 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*1
Clase de índice de deslumbramiento	D.6



**Fuente: PHILIPS S.A., (2020)**

Calle N° 12

## Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Camino peatonal 1 (P4)	$E_{min}$	11.27 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	12.11 lx	-	-
Calle N° 12 (M4)	$L_m$	1.33 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.53	$\geq 0.40$	✓
	$U_l^{(2)}$	0.89	$\geq 0.50$	✓
	TI	15 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{Et}$	0.79	$\geq 0.30$	✓
Camino peatonal 2 (P4)	$E_{min}$	12.91 lx	$\geq 1.00$ lx	✓
	$E_m^{(1)}$	14.79 lx	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.92.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle N° 12	$D_p$	0.020 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BGP761 T25 1 xLED74-4S/840 DW50 (unilateral abajo)	$D_e$	1.2 kWh/m <sup>2</sup> año,	220.0 kWh/año

Fuente: PHILIPS S.A., (2020)

### 13.3. CÁLCULO MECÁNICO DE POSTES

#### 13.3.1. GENERALIDADES

Los siguientes cálculos siguen los lineamientos prescritos en Código Nacional de Electricidad y se realizarán para armados de suspensión, suspensión angular y terminal, los cálculos se realizarán considerando lo siguiente:

Los postes a usar serán de C.A.C. de 8 metros de longitud, las redes aéreas estarán conformadas por cables auto portantes.

El esfuerzo del conductor portante de aleación de Aluminio se considerará igual a su esfuerzo máximo,  $11,2 \text{ kg/mm}^2$ . (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### 13.3.2. MÉTODO DE CÁLCULO PARA POSTES

“De acuerdo al CNE tomo IV, Las fuerzas que actuarán sobre el poste para los diferentes tipos de estructura serán” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

##### 13.3.2.1. Suspensión o Alineamiento

“Presión de viento sobre postes y conductores. Tiro resultante de los conductores por el ángulo” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

##### 13.3.2.2. Suspensión Angular

“Presión de viento sobre postes y conductores. Tiro resultante de los conductores por el ángulo” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

### 13.3.2.3. Terminal

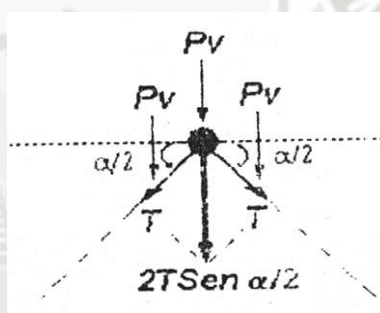
Presión de viento sobre postes y conductores.

Tiro máximo longitudinal de los conductores.

El cálculo mecánico de soportes se realizará considerando estas condiciones y en base a las hipótesis estipuladas en el CNE Tomo IV para las zonas ubicadas entre los 2000 m.s.n.m. y 4500 m.s.n.m.

En la figura se observa el diagrama de fuerzas del poste y del cable, en él se muestra la fuerza que ejerce la presión del viento sobre el poste y la fuerza transversal que ejerce el cable sobre el poste debido a su tiro y a la presión del viento sobre ellos. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 23**  
**Diagrama de fuerzas de conductores**



**Fuente: Elaboración propia.**

El cálculo mecánico se realizará en base a las siguientes fórmulas:

#### **Cálculo de la Fuerza del Viento sobre el Poste (Exp.)**

$$Fvp = (de + dp) \times LI \times Pv / (2000) \quad [\text{kg}]$$

#### **Aplicación de la Fuerza del Viento Sobre el Poste (Z)**

$$Z = LI \times (de + 2 dp) / [3x(de + dp)] \quad [\text{m}]$$

#### **Cálculo del Momento (Mvp)**

$$Mvp = Z \times Fvp \quad [\text{kg-m}]$$

#### **Fuerza Aplicada a 30 cm de la Punta del Poste (X)**

$$X = Mvp / (L1 - 0.3)$$

**Fuerza debido al Tiro del Cable (Tc)**

$$Tc = 2x Tmáx x \text{sen} (\alpha/2) \quad [\text{kg}]$$

**Fuerza debido al Viento Sobre el Cable (Fvc)**

$$Fvc = dc.a.Pv.\text{cos} (\alpha/2) \quad [\text{kg}]$$

**Fuerza total del Cable sobre el Poste (F)**

$$Fc = Fvc + Tc$$

**Momento Total Actuante sobre el Poste (M)**

$$M = \Sigma(Mvp + Mvc + Mtc)$$

**Fuerza Equivalente en la Punta será (Feq)**

$$Feq = M/(Ll - 0.3) \quad [\text{kg-m}]$$

**Esfuerzo Máximo a la Flexión (Rv)**

$$Rv = M / (1000 de3) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

**Esfuerzo Máximo a la Compresión (Rc)**

$$Rc = \frac{100Q}{S} \times \frac{(1 + kLF S)}{m l} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

Siendo:

$$I = \frac{10^8 \times \Pi \times dc^4}{64}$$

**Esfuerzo de Falla (Rf)**

$$Rf = Rv + Rc$$

**Factor de Seguridad Calculado (FSC):** Se debe verificar que  $FSC \geq FS_{CEP}$

FSC = Esfuerzo máx. a la flexión/Rf.

dc: Diámetro del cable (conductores de fase, alumbrado y neutro) dado en metros.

dp: Diámetro medido en la punta del poste, dado en metros.

de: Diámetro medido en la sección de empotramiento del poste, dado en metros.

db: Diámetro medido en la base del poste, dado en metros.

a: Longitud del vano dado en metros.

Pv: Presión del viento dado en  $\text{kg/m}^2$ .

Tmáx.: Tiro máximo del cable dado en Kg.

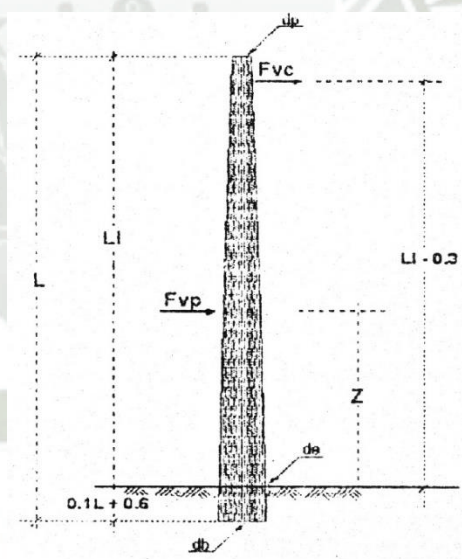
Q: Sumatoria de cargas verticales sobre el poste en kg.

m: Coeficiente que depende del modo de fijación,  $m = 0.25$

K: Coeficiente que depende del material, para madera  $k=2$ . (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Figura 24**

**Aplicación de fuerzas en el poste**



**Fuente: Elaboración propia.**

### Carga Crítica de Compresión sobre el Poste

$$P_{cr} = \frac{O^2 \times E \times L}{(K \times I)}$$

Donde:

E: Módulo de Elasticidad del poste, kN/cm<sup>2</sup>.

l: Altura respecto al suelo del punto de ubicación de la retenida en el poste.

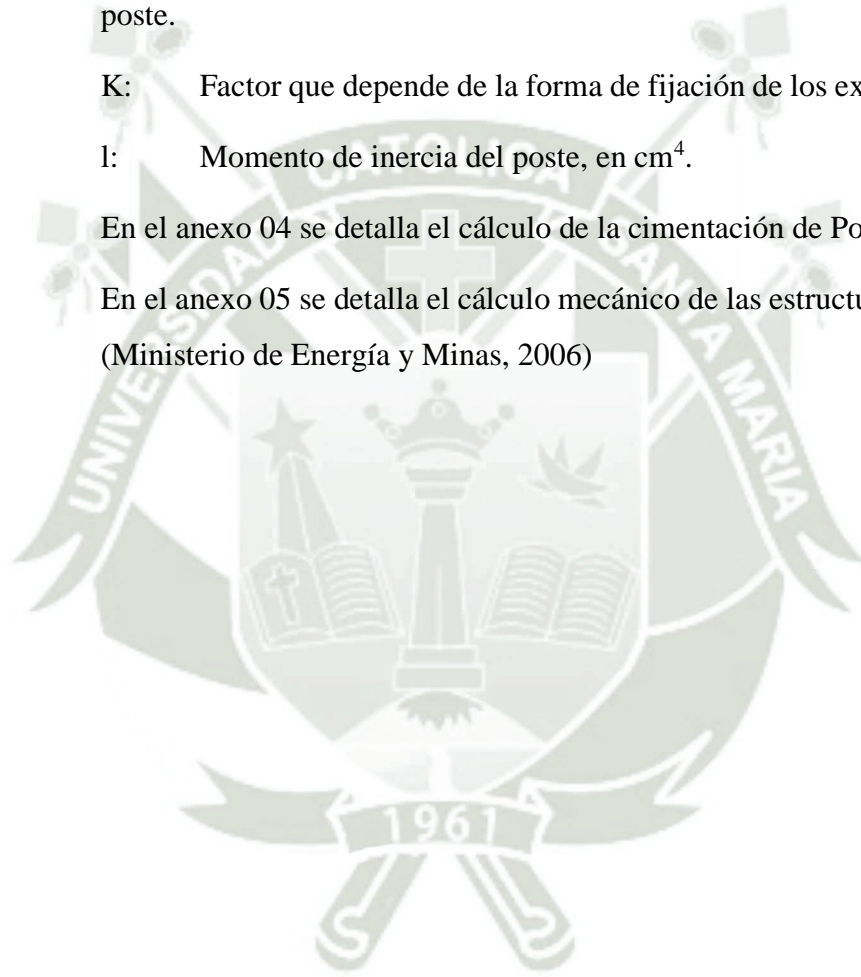
K: Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste.

I: Momento de inercia del poste, en cm<sup>4</sup>.

En el anexo 04 se detalla el cálculo de la cimentación de Postes

En el anexo 05 se detalla el cálculo mecánico de las estructuras del proyecto.

(Ministerio de Energía y Minas, 2006)



**CAPÍTULO XIV**  
**METRADO Y PRESUPUESTO**

**Tabla 32**  
**Subsistema de distribución**

<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>		
<b>NOMBRE : ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER</b> <b>CANTERAS II</b> <b>DESCRIPCIÓN : SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA EN BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO</b> <b>DIRECCIÓN : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA</b> <b>FECHA : SETIEMBRE DEL 2022</b>		
<b>RESUMEN GENERAL</b>		
<b>Item</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>XI</b>	<b>RESUMEN GENERAL</b>	
<b>14.1</b>	COSTO DE SUMINISTRO DE MATERIALES	53188.61
<b>14.2</b>	COSTO DE MONTAJE ELECTROMECHANICO	25186.93
<b>14.3</b>	COSTO GENERALES DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES	5155.00
	<b>SUB TOTAL DE RED PRIMARIA</b>	<b>83530.53</b>
<b>14.4</b>	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (8%)</b>	<b>6682.44</b>
<b>14.5</b>	<b>SUB TOTAL GENERAL</b>	<b>90212.97</b>
<b>14.6</b>	<b>IGV (18%)</b>	<b>16238.34</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>106451.31</b>

**Fuente: Elaboración propia**

METRADO Y PRESUPUESTO					
<p><b>NOMBRE</b> : ASOCIACIÓN VIVIENDA TALLER CANTERAS II  <b>DESCRIPCIÓN</b> : SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EN BAJA TENSION Y ALUMBRADO PÚBLICO  <b>DIRECCIÓN</b> : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA  <b>FECHA</b> : SETIEMBRE DEL 2022</p>					
SUMINISTRO DE MATERIALES Y/O EQUIPOS					
Item	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL
<b>I</b>	<b>SOPORTES DE BAJA TENSION</b>				
1.2	Postes de CAC de 8/300	Pza	31	450.00	13950.00
					<b>13950.00</b>
<b>II</b>	<b>ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO (E-1)</b>				
2.1	Perno c/ gancho de 5/8"x8"-(16mmØ)(1)+arandela curva y cuadrada(2)+tuerca(1), todo de A°G°	Jgo	9	35.00	315.00
2.2	Grapa de Suspensión Angular de Aleación de Aluminio Forrada.	Pza	9	23.00	207.00
2.3	Correa Plástica de Amarre (T50RW).	Pza	36	25.00	900.00
					<b>1422.00</b>
<b>III</b>	<b>ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LÍNEA (E-3)</b>				
3.1	Perno Ojo de 5/8"x8"-(16mmØ)(1)+arandela curva y cuadrada(2)+tuerca(1), todo de A°G°	Jgo	8	35.00	280.00
3.2	Grapa de Anclaje Cónica de Aleación de Aluminio, tipo Cocodrilo	Pza	8	28.00	224.00
3.3	Correa Plástica de Amarre (T50RW)	Pza	24	25.00	600.00
3.4	Cinta Autovulcanizante 3M - 23.	Pza	1	30.00	30.00
					<b>1134.00</b>
<b>IV</b>	<b>ESTRUCTURA DE CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-4)</b>				
4.1	Perno c/ gancho de 5/8"x8"-(16mmØ)(1)+arandela curva y cuadrada(2)+tuerca(1), todo de A°G°	Jgo	18	35.00	630.00
4.2	Grapa de Anclaje Cónica de Aleación de Aluminio, tipo Cocodrilo	Pza	18	25.00	450.00
4.3	Correa Plástica de Amarre (T50RW)	Pza	63	25.00	1575.00
4.4	Conector Bimetálico Aislado	Pza	18	15.00	270.00
					<b>2925.00</b>
<b>V</b>	<b>ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON CAMBIO DE DIRECCIÓN (E-5)</b>				
5.1	Perno c/ gancho de 5/8"x8"-(16mmØ)(1)+arandela curva y cuadrada(2)+tuerca(1), todo de A°G°	Jgo	6	35.00	210.00
5.2	Perno Ojo de 5/8"x8"-(16mmØ)(1)+arandela curva y cuadrada(2)+tuerca(1), todo de A°G°	Jgo	6	35.00	210.00
5.3	Grapa de Suspensión Angular de Aleación de Aluminio Forrada.	Pza	6	18.00	108.00
5.4	Grapa de Anclaje Cónica de Aleación de Aluminio, tipo Cocodrilo	Pza	6	35.00	210.00
5.5	Conector Bimetálico Aislado	Pza	18	10.00	180.00
5.6	Correa Plástica de Amarre (T50RW)	Pza	48	25.00	1200.00
					<b>2118.00</b>

Fuente: Elaboración propia

<b>VI</b>	<b>ALUMBRADO PÚBLICO (AP)</b>				
6.1	Conductor de Cobre recocido, bipolar 2x2.5mm <sup>2</sup> (luminaria)	Mt s	57. 5	18.0 0	1035. 00
6.2	Abrazaderas para poste CAC 8/300 (pastoral)	Pz a	42	0	1680. 00
6.3	Pastoral 1.20/1.0/1.5"Ø	Pz a	21	35.0 0	735.0 0
6.4	Conjunto luminaria LED de 55w	Pz a	21	65.0 0	1365. 00
					<b>4815. 00</b>
<b>VII</b>	<b>TABLERO ELECTR. DE DISTRIB. EN S.E. MONOPOSTE</b>				
7.1	Llave térmica 100A (Circuito de Fuerza para acometidas)	Pz a	2	300. 00	600.0 0
7.2	Llave térmica 32A (Circuito de Alumbrado Público)	Pz a	1	85.0 0	85.00
7.3	Contactador de 32A (Circuito de Alumbrado Público)	Pz a	1	120. 00	120.0 0
7.4	Fotocélula (Circuito de Alumbrado Público)	Pz a	1	95.0 0	95.00
					<b>900.0 0</b>
<b>VII I</b>	<b>RETENIDA DE ANCLAJE SIMPLE (RS)</b>				
8.1	Abrazadera de A°G° de 3/16" x 1 1/2" x 185 mm. con pernos y tuercas de fijación.	Pz a	14	65.0 0	910.0 0
8.2	Guardacabo de A°G° para cable de 3/8"Ø.	Pz a	56	25.0 0	1400. 00
8.3	Varilla Preformada Simple con Entorchado en las Puntas.	Pz a	56	25.0 0	1400. 00
8.4	Aislador de Tracción Clase ANSI 54-1.	Pz a	11	15.0 0	165.0 0
8.5	Alambre de Amarre.	Mt s	35	10.0 0	350.0 0
8.6	Cable de Acero de 3/8"Ø x 7 Hilos.	Mt s	14	15.0 0	2100. 00
8.7	Guarda cable de A°G° de 1/16" x 2.40m.	Pz a	14	25.0 0	350.0 0
8.8	Varilla de anclaje de A.G. de 5/8"Ø x 2.40m. con ojo, tuerca y arandela de Presión al extremo; A°G°.	Pz a	14	45.0 0	630.0 0
8.9	Bloque de anclaje de 0.4 x 0.4 x 0.15 m.	Pz a	14	20.0 0	280.0 0
8.1 0	Arandela de A°G° Cuadrada de 4"x4"x1/4".	Pz a	14	10.0 0	140.0 0
8.1 1	Cimentado	Bl s	14	25.0 0	350.0 0
					<b>8075. 00</b>
<b>IX</b>	<b>ACOMEDITA AÉREA (ACC)</b>				
9.1	Conductor Concéntrico de Cu. 2x6 mm <sup>2</sup> con Aislamineto de PVC (SEAL)	Mt s	73 0	0.00	0.00
9.2	Templador de A°G° (SEAL)	Pz a	14 6	0.00	0.00
9.3	Conector de Al/Cu con cubierta	Pz a	32	12.0 0	384.0 0
9.4	Conector Dentado	Pz a	32	13.0 0	416.0 0
9.5	Armella Tirafon (SEAL)	Pz a	73	0.00	0.00
9.6	Tarugo de Plastico para Clavo de Fijación + Clavo de Fijación (SEAL)	Pz a	21 9	0.00	0.00

<b>X</b>	<b>CONDUCTOR AEREO LINEA DE BAJA TENSION</b>				
<b>10.1</b>	Cable Autoportante CAAI 3x50+16+NA35 mm <sup>2</sup>	Mts	670.39	79.50	13072.61
					<b>13072.61</b>
<b>XI</b>	<b>UNIDADES A TIERRA</b>				
<b>11.1</b>	Conector Al/Cu 16-40mm <sup>2</sup> con cubierta.	Pza	2	11.00	22.00
<b>11.2</b>	Conductor de cobre (Cu) desnudo de 35mm <sup>2</sup>	Mts	22	12.00	264.00
<b>11.3</b>	Varilla de cobre (Cu) puro de 3/4" x 2.4m longitud	Pza	2	140.00	280.00
<b>11.4</b>	Conector de bronce tipo anderson para varilla de 3/4"	Pza	2	12.00	24.00
<b>11.5</b>	Sal Industrial bolsa x 25kg	Pza	2	15.00	30.00
<b>11.6</b>	Cemento conductivo bolsa x 25kg	Pza	4	75.00	300.00
<b>11.7</b>	Caja de registro de concreto de 300 x 300mm	Pza	2	45.00	90.00
					<b>1010.00</b>
<b>COSTO PARCIAL SUMINISTRO DE MATERIALES Y/O EQUIPOS</b>					<b>53188.61</b>

Fuente: Elaboración propia

### METRADO Y PRESUPUESTO

**NOMBRE : ASOCIACIÓN VIVIENDA  
TALLER CANTERAS II**  
**DESCRIPCION : SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA EN BAJA TENSION Y  
ALUMBRADO PÚBLICO**  
**DIRECCIÓN : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA**  
**FECHA : SETIEMBRE DEL 2022**

### MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Ite m	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL
<b>XII</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>12.</b>					
<b>1</b>	Apertura de Hueco Para Poste C.A.C 8/300	Pzas	31	75.00	2325.00
<b>12.</b>					
<b>2</b>	Apertura de Hueco Para Pozo a tierra	Glb	2	120.00	240.00
<b>12.</b>					
<b>3</b>	Instalacion de postes CON GRUA	Glb	31	150.00	4650.00
<b>12.</b>					
<b>4</b>	Instalacion de Ferreteria electrica Armados	Glb	31	160.00	4960.00
<b>12.</b>					
<b>5</b>	Instalación y cimentación de retenidas en postes CAC 8/300	Glb	14	95.00	1330.00
<b>12.</b>					
<b>6</b>	Tendido de cable Autoportante CAAI 3x50+16+NA35mm <sup>2</sup>	Mts	670.39	5.50	3687.15
<b>12.</b>					
<b>7</b>	Instalacion de acometida domiciliaria regulado por Osinermin	Glb	73	54.86	4004.78
<b>12.</b>					
<b>8</b>	Construccion de Pozo a tierra	Glb	2	480.00	960.00
<b>12.</b>					
<b>9</b>	Instalación de luminaria LED de 55w	Pzas	21	55.00	1155.00
<b>12.</b>					
<b>10</b>	Instalación de pastoral metalico con doble abrazadera	Pzas	21	25.00	525.00
<b>12.</b>					
<b>12</b>	Pruebas y puesta en servicio	Glb	1	1350.00	1350.00
					<b>25186.93</b>

**COSTO PARCIAL MONTAJE ELECTROMECÁNICO**

**25186.93**

**Fuente: Elaboración propia**

**METRADO Y PRESUPUESTO**

**NOMBRE : ASOCIACIÓN VIVIENDA  
TALLER CANTERAS II  
DESCRIPCIÓN : SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EN BAJA TENSIÓN Y  
ALUMBRADO PÚBLICO  
DIRECCION : DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2022**

**COSTOS GENERALES DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES**

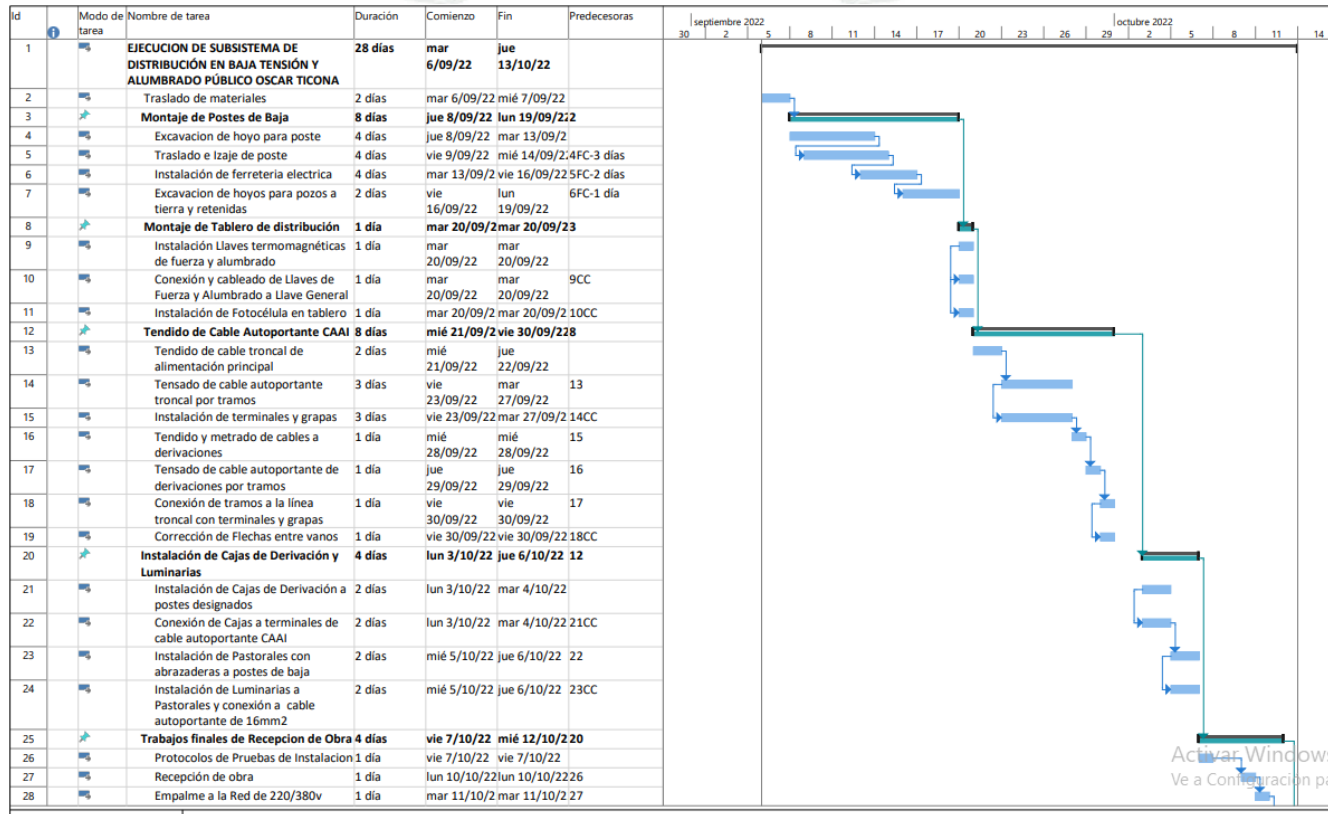
<b>Ite m</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>XI II 13. 1</b>	<b>ACARREO Y ALQUILER DE GRÚA</b> Traslado de postes C.A.C 8/300	HM	4	180.00	720.00
<b>13. 2</b>	Traslado de Carretes de cable Autoportante CAAI 3x50+16+NA35 y accesorios	HM	2	180.00	360.00
<b>13. 3</b>	Acarreo de postes C.A.C a puntos UTM	HM	15	125.00	1875.00
<b>13. 4</b>	Traslado de ferreteria electrica y materiales	HM	2	300.00	600.00
<b>13. 5</b>	Traslado de tierra y agua	HM	3	200.00	600.00
<b>13. 6</b>	Traslado de otros materiales	Glb	1	1000.00	1000.00
					5155.00
<b>COSTO PARCIAL DE TRASLADO Y ACARREO DE MATERIALES</b>					<b>5155.00</b>

**Fuente: Elaboración propia**



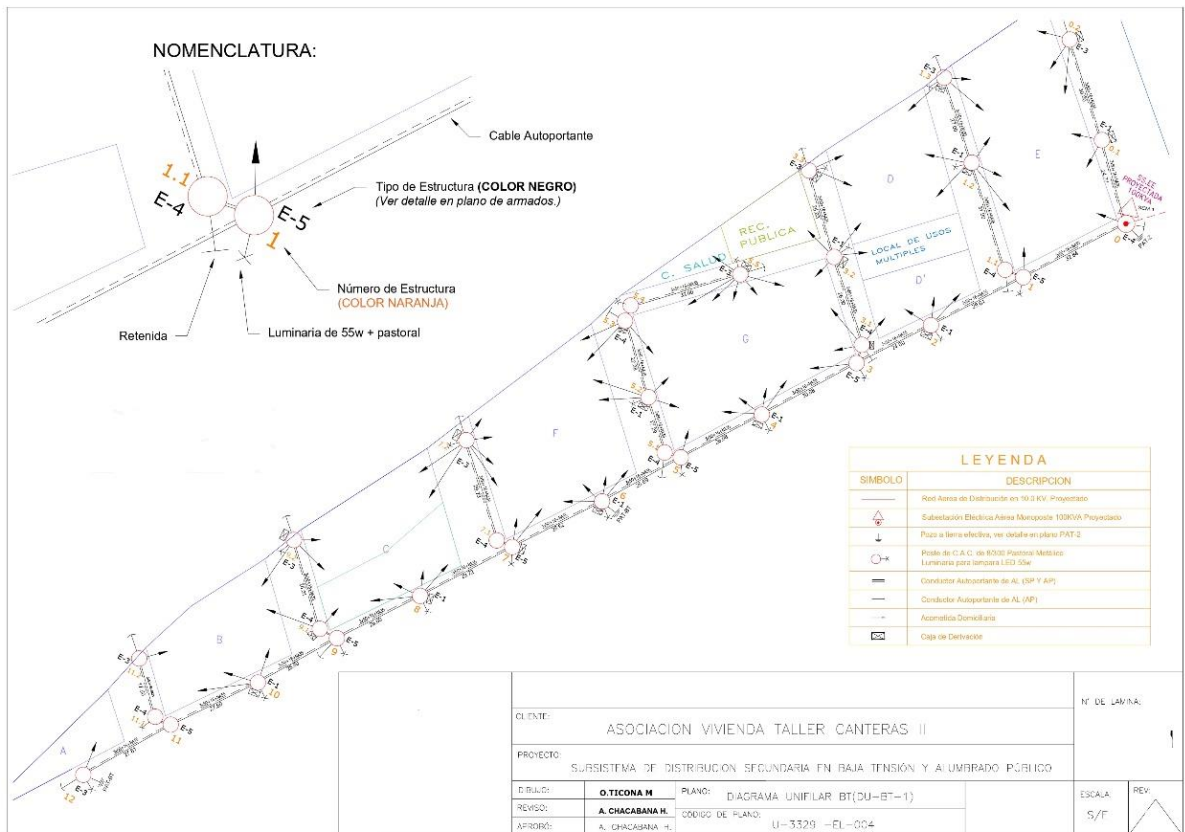
## CAPÍTULO XV CRONOGRAMA DE OBRA

**Figura 25**  
**Cronograma**





## CAPÍTULO XVI PLANOS BT



Fuente: Elaboración propia



**DISEÑO DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y  
ALUMBRADO PÚBLICO PARA ASOCIACIÓN VIVIENDA CANTERAS II  
UTILIZANDO DIRED CAD**

En esta parte de la Tesis a presentar detallaremos los pasos realizados y los datos considerados para realizar el proyecto antes realizado, pero ahora haciendo uso del software Dired Cad 2022.

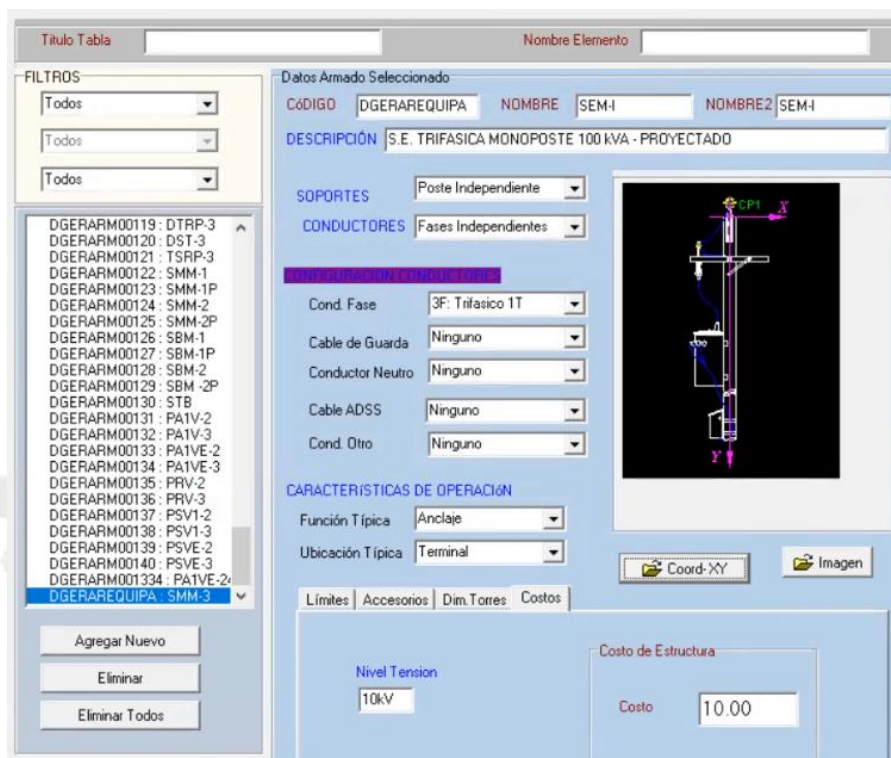
Comenzamos definiendo la norma en la cual estará basada nuestro proyecto, recordar que este software también puede trabajar con otras normas de diferentes países, en este caso al realizar la tesis para Perú usaremos la norma DGE para todo los equipos y materiales a usar.

En caso algún de los elementos a usar no estén ingresados en la norma DGE que seleccionamos podemos crear el elemento de acuerdo a sus características consideradas o podemos ayudarnos de fichas técnicas para esto.

Al considerar una subestación trifásica Monoposte y no encontrar el elemento configurado en la base de datos de la norma DGE en el software procedemos a crear nuestra subestación trifásica Monoposte, yendo a base de datos general, luego BD estructuras en MT, tomamos un modelo parecido, click en agregar nuevo, le ponemos un código para reconocer nuestro nuevo elemento,

Seguidamente colocamos los datos de acuerdo a nuestras necesidades: Monoposte, trifásica, anclaje, terminal, nivel de tensión 10 kV, descripción del elemento, de acuerdo a la imagen.

**Figura 26**  
**Creación de elemento**



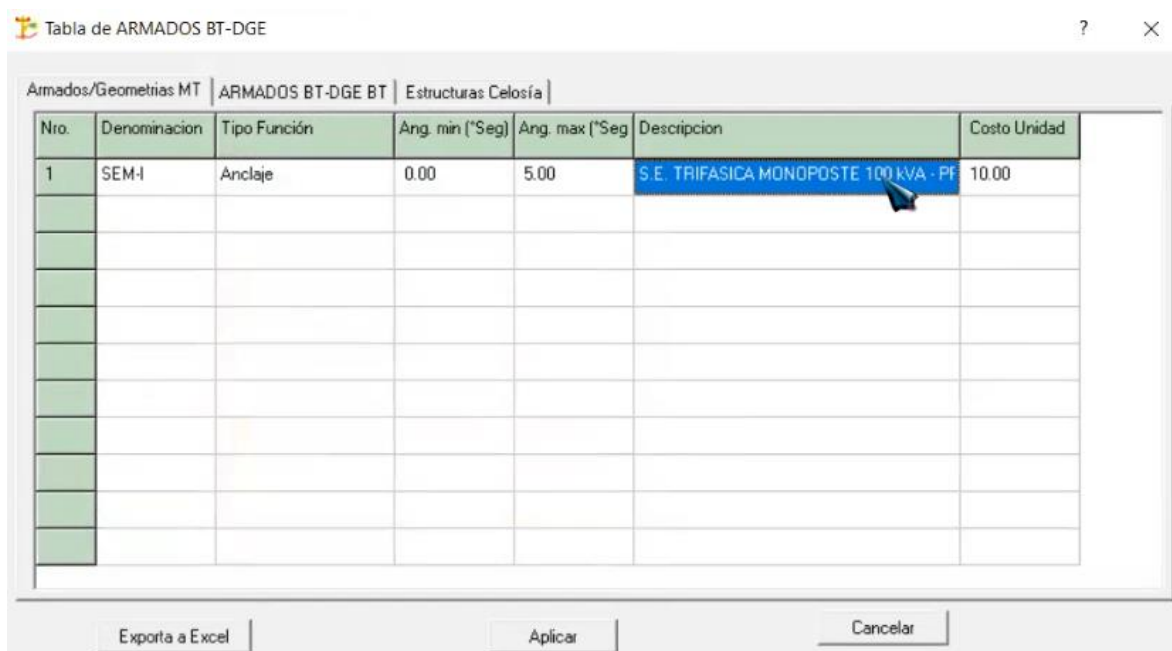
**Fuente: Elaboración propia**

En media tensión solo consideraremos ese armado, entonces el elemento creado lo añadimos a elemento a usar.

Entramos a Datos de Proyecto, Tabla de armados en MT, y adjuntamos el armado creado.

**Figura 27**

**Tabla de armados MT**



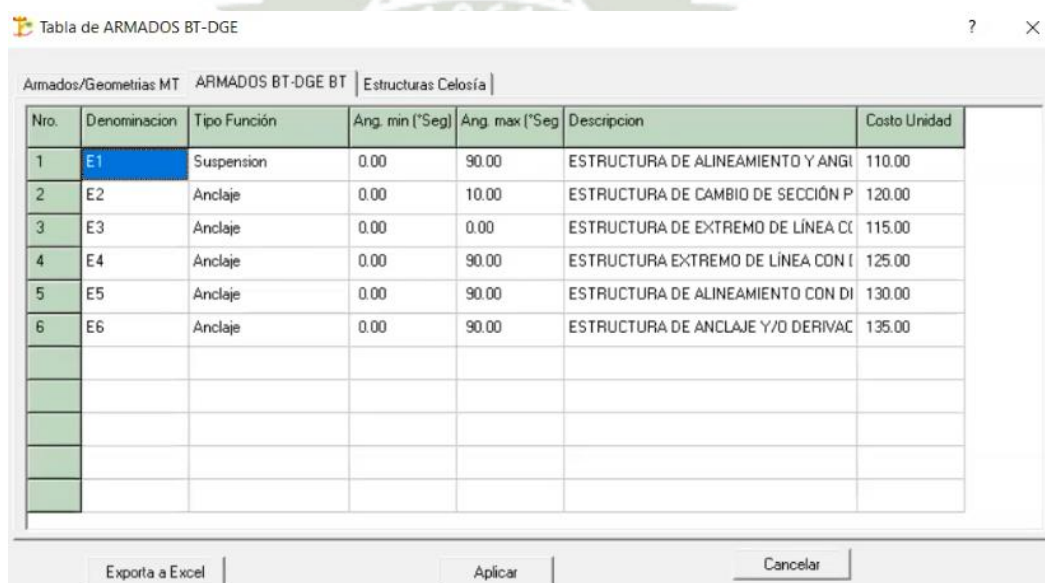
Nro.	Denominación	Tipo Función	Ang. min (*Seg)	Ang. max (*Seg)	Descripción	Costo Unidad
1	SEM-I	Anclaje	0.00	5.00	S.E. TRIFASICA MONOPOSTE 100 KVA - PF	10.00

**Fuente: Elaboración propia**

Ahora en armados para la baja tensión consideraremos para el proyecto los siguientes según la imagen y ya están agregados debido a que todos los armados para la baja tensión que usaremos están dentro de la base de datos del software.

**Figura 28**

**Tabla de armados BT**



Nro.	Denominación	Tipo Función	Ang. min (*Seg)	Ang. max (*Seg)	Descripción	Costo Unidad
1	E1	Suspension	0.00	90.00	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO Y ANCL	110.00
2	E2	Anclaje	0.00	10.00	ESTRUCTURA DE CAMBIO DE SECCIÓN P	120.00
3	E3	Anclaje	0.00	0.00	ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LÍNEA C	115.00
4	E4	Anclaje	0.00	90.00	ESTRUCTURA EXTREMO DE LÍNEA CON I	125.00
5	E5	Anclaje	0.00	90.00	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON DI	130.00
6	E6	Anclaje	0.00	90.00	ESTRUCTURA DE ANCLAJE Y/O DERIVAC	135.00

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 30**  
**Conductor de Baja tensión**

EDITAR CONDUCTOR PRE ENSAMBLADO

CÓDIGO	DGERCON00011	TIPO	AAC
NOMBRE	3x50+16+NA35	NOMBRE2	k
DESCRIPCIÓN	Autoportante 3x50+16+NA35		

<b>Configuración</b>		<b>Características Eléctricas</b>	
Num. Cond. Fase	3	Resistencia DC-SD (Ohms/km)	0.64100
Num. Conductor AP	1	Resistencia DC-AP (Ohms/km)	1.91000
Num. Cable Neutro	1	Temperatura de Prueba (°C)	20.0
<b>Datos del Portante</b>		Coef. Variación de Resistencia (1/°C)	0.003600
Sección (mm <sup>2</sup> )	35.00	Reactancia-SD (Ohms/km)	0.09668
Carga de rotura (Kg)	710.20	Reactancia-AP (Ohms/km)	0.10736
ME Final (Kg/mm <sup>2</sup> )	6206.12	<b>Factores Caída de Tensión (Por Corriente)</b>	
Coeficiente de Dilatación (1/°C)	0.00002100	Temperatura de Diseño (°C)	40.00
<b>Datos del Conjunto</b>		Resistencia Diseño-SD (Ohms/km)	0.69
Diámetro exterior (mm)	20.00	Resistencia Diseño-AP (Ohms/km)	2.05
Peso unitario (Kg/m)	481.00	Factor K-SD (Ohms/km)	1.52245
Costo /(km)	20.00	Factor K-AP (Ohms/km)	3.77913

**Fuente: Elaboración propia**

Vamos ahora a datos del proyecto y añadimos el conductor de baja tensión que hemos creado y clic en aplicar.

Seguidamente para la subestación de media tensión SEM-1 (Subestación trifásica Monoposte) la agregamos a la lista de equipos a usar para el proyecto.

Al igual que con el transformador de 100 kVA , 10 Kv en el primario y 380/220 en el secundario, creo mi transformador y lo agrego a los elemento a usar en el proyecto.

**Figura 31**  
**Transformador**

frmEditTrasformador

<b>CODIGO</b>	DEGERTRA0005		
<b>NOMBRE 1</b>	DY_10_380/220(100)	<b>NOMBRE 2</b>	DY_10_380/220(100)
<b>DESCRIPCION</b>	Trafo 3F, 220 convencional, 10 kV, 100 kVA		

<b>Lado MT</b>	<b>Lado BT</b>
Entrada MT	Salida BT
Trifasico_D	Trifasico_Y
Voltaje Primario (kV)	Voltaje Linea (V)
10	380
	Voltaje Fase (V)
	220

<b>Potencia</b>	<b>Perdidas</b>
Pot. Unid 1 (KVA)	Perdidas Fe (W)
100.0	417.0
Pot. Unid 2 (KVA)	Pérdidas Cu (W)
0.0	1975.0
Pot. Unid 3 (KVA)	Tipo Proteccion
0.0	Conveccional

**Costo** 700.0

**Grabar y Salir** **Cancelar**

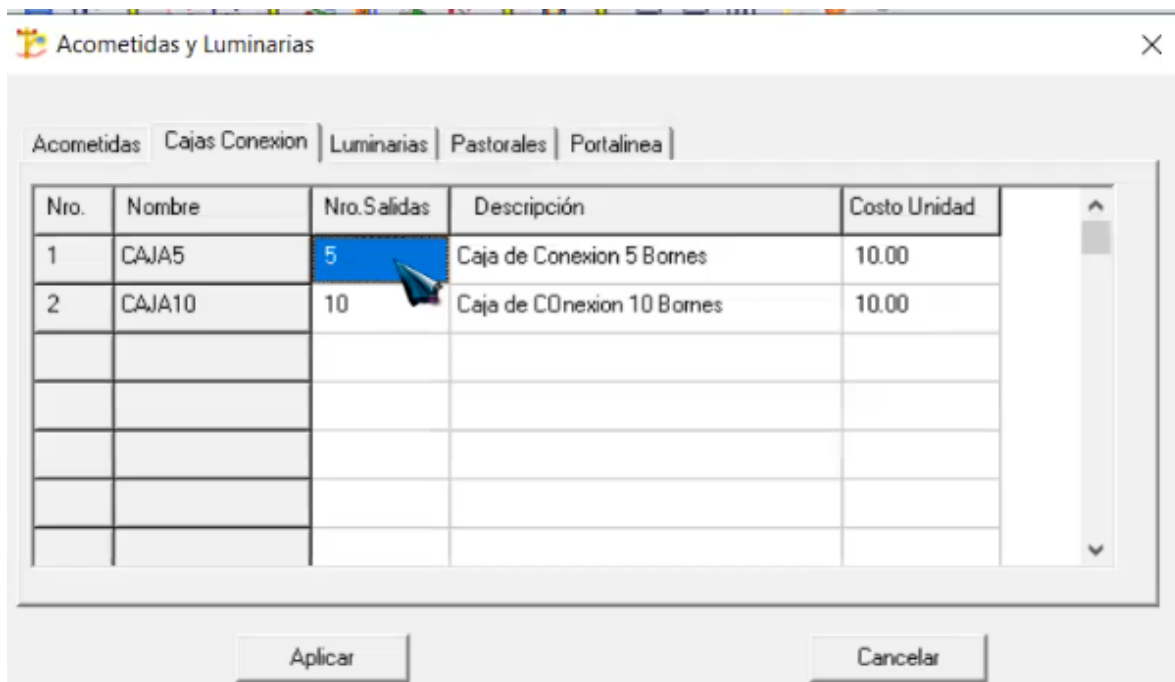
**Fuente: Elaboración propia**

Agregamos también los seccionadores a usar y pararrayos.

Agrego los tipos de luminarias y las acometidas (cortas hasta 15m de longitud y larga hasta 25 m de longitud las mismas que se dan en los cruces) que usaremos en el desarrollo de la tesis

Agrego las cajas de derivación según la imagen

**Figura 32**  
**Cajas de Derivación**

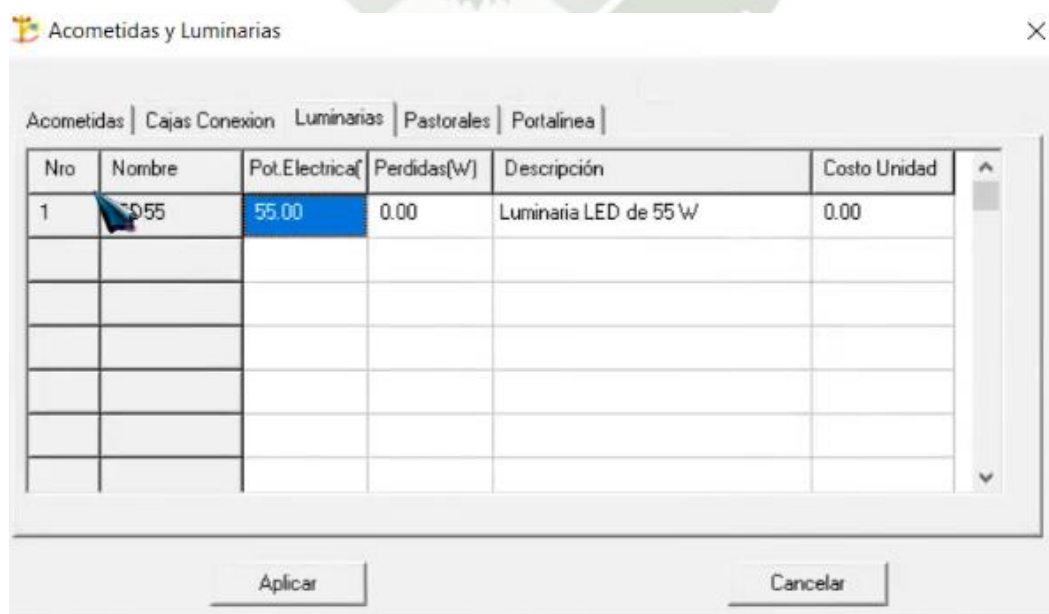


Nro.	Nombre	Nro.Salidas	Descripción	Costo Unidad
1	CAJA5	5	Caja de Conexion 5 Bornes	10.00
2	CAJA10	10	Caja de Conexion 10 Bornes	10.00

**Fuente: Elaboración propia**

Agrego luego las luminarias consideradas que serán luminarias LED de 55 W de potencia

**Figura 33**  
**Luminarias**



Nro	Nombre	Pot.Electrica	Perdidas[W]	Descripción	Costo Unidad
1	L55	55.00	0.00	Luminaria LED de 55 W	0.00

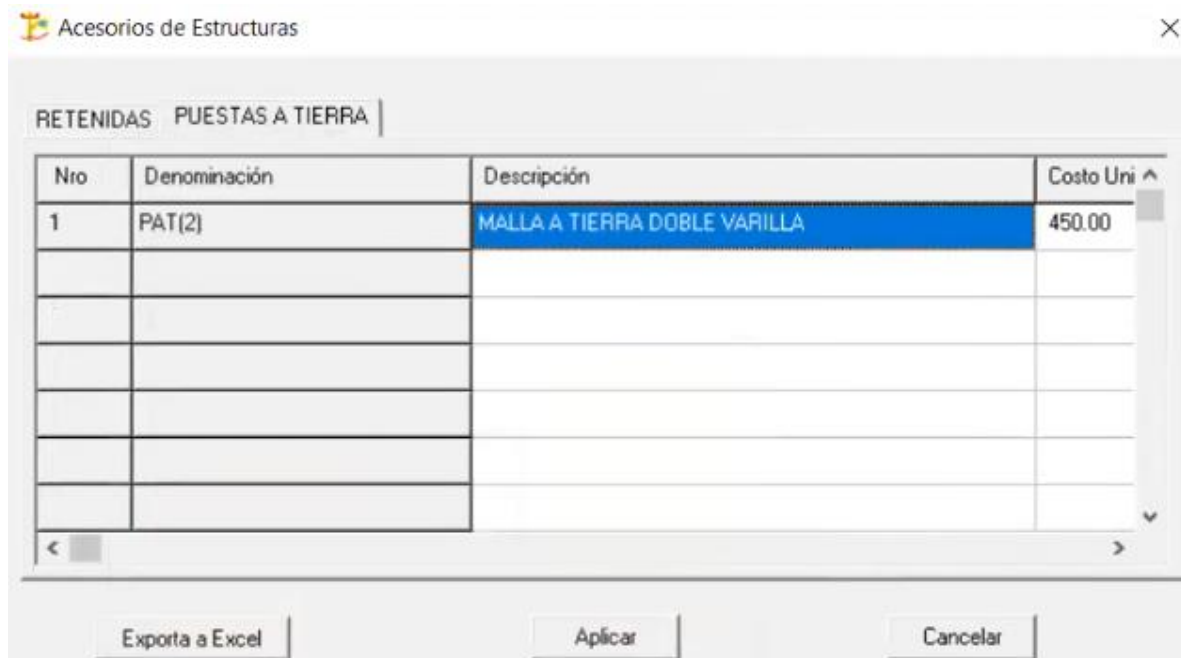
**Fuente: Elaboración propia**

Agrego las retenidas y las puestas a tierra.

En retenidas usaremos retenidas verticales e inclinadas para las estructuras de cambio de dirección mayormente

En puestas a tierra modelo PAT 2

**Figura 34**  
**Modelo PAT 2**



Nro	Denominación	Descripción	Costo Uni ^
1	PAT(2)	MALLA A TIERRA DOBLE VARILLA	450.00

**Fuente: Elaboración propia**

Después de definir los elementos que usaremos para el lugar Asociación Vivienda Taller Canteras II procedemos a cargar el plano con los lotes del lugar, en archivo DXF.

Es ahora donde empezaremos el diseño de la baja tensión

Hacemos click en configuración BT

**Figura 35**  
**Baja tensión**

Archivos

Cálculos | Diseño | Numeración | Gráficos | Calc.Mecánicos | Planos | Proyecto

**Calificaciones Eléctricas**

Descripción	Demanda (W)
Tipo - A	1000.00
Tipo - B	2000.00
Tipo - C	3000.00

Calificación Eléctrica CE (W)

Distribución de Cargas AP

AP en Circuito Independiente

AP y SP en mismo Circuito

NFases AP

Calculos Electricos

Calcular MT y BT desde PD MT

Calcular solo BT desde Trafos

Modelo de Calculos Electricos

Sistema Desbalanceado

Simula Sistema Balanceado

**Condiciones del Proyecto**

Temperatura de Diseño (°C)

Frecuencia de la Red (Hz)

**Factores de Diseño**

Factor de simultaneidad SP

Valor Predefinido

Variable segun Abonados

Factor de Simultaneidad CE

Factor de Simultaneidad AP

F. de Potencia (Cosf - SP)

F. de Potencia (Cosf - CE)

F. de Potencia (Cosf - AP)

**Limites de Referencia**

Limite de Caída Tensión (%)

Limite de Pérdidas SE (%)

**Fuente: Elaboración propia**

Primero definimos las calificaciones eléctricas, para nuestro caso todos los lotes serán de 1KW CON 2 CARGAS ESPECIALES DE 3 Kw

**Figura 36**  
**Cargas especiales**

CUADRO DEMANDAS

Nro	Nombre Tipo	Demanda (W)	Descripción
1	A	1000	Sector A
2	B	2000	Sector B
3	C	3000	Sector C

Color Acometida

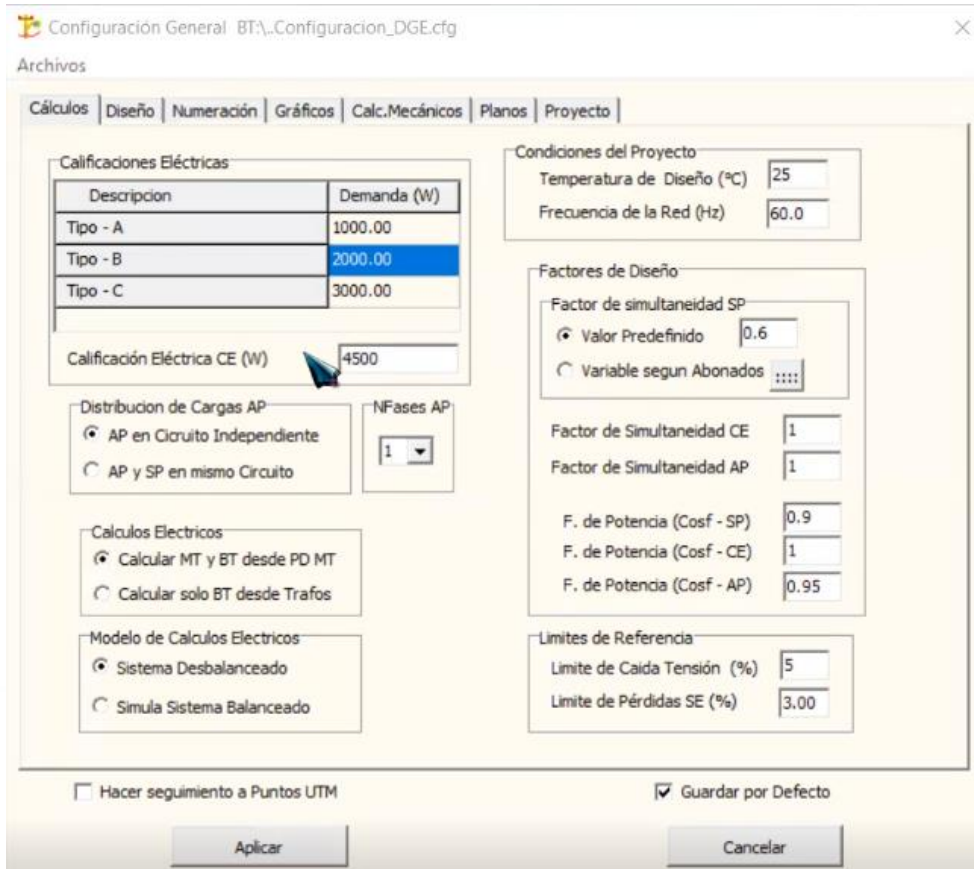
Tipo: E

**Fuente: Elaboración propia**

No habrá cargas especiales que requieran potencia mayor.

Alumbrado Público aquí en el Perú usamos de circuito independiente

**Figura 37**  
**Circuito independiente**



Configuración General BT\..\Configuracion\_DGE.cfg

Archivos

Cálculos | Diseño | Numeración | Gráficos | Calc.Mecánicos | Planos | Proyecto

**Calificaciones Eléctricas**

Descripción	Demanda (W)
Tipo - A	1000.00
Tipo - B	2000.00
Tipo - C	3000.00

Calificación Eléctrica CE (W) 4500

**Condiciones del Proyecto**

Temperatura de Diseño (°C) 25  
Frecuencia de la Red (Hz) 60.0

**Factores de Diseño**

Factor de simultaneidad SP  
 Valor Predefinido 0.6  
 Variable segun Abonados

Factor de Simultaneidad CE 1  
Factor de Simultaneidad AP 1

F. de Potencia (Cosf - SP) 0.9  
F. de Potencia (Cosf - CE) 1  
F. de Potencia (Cosf - AP) 0.95

**Distribución de Cargas AP**

AP en Circuito Independiente  
 AP y SP en mismo Circuito

NFases AP 1

**Calculos Electricos**

Calcular MT y BT desde PD MT  
 Calcular solo BT desde Trafos

**Modelo de Calculos Electricos**

Sistema Desbalanceado  
 Simula Sistema Balanceado

**Limites de Referencia**

Limite de Caída Tensión (%) 5  
Limite de Pérdidas SE (%) 3.00

Hacer seguimiento a Puntos UTM  Guardar por Defecto

Aplicar Cancelar

Fuente: Elaboración propia

Si nos vamos a la pestaña diseño

**Figura 38**  
**Pestaña diseño**

**Fuente: Elaboración propia**

Llenamos la parte de cajas de derivación según la DGE

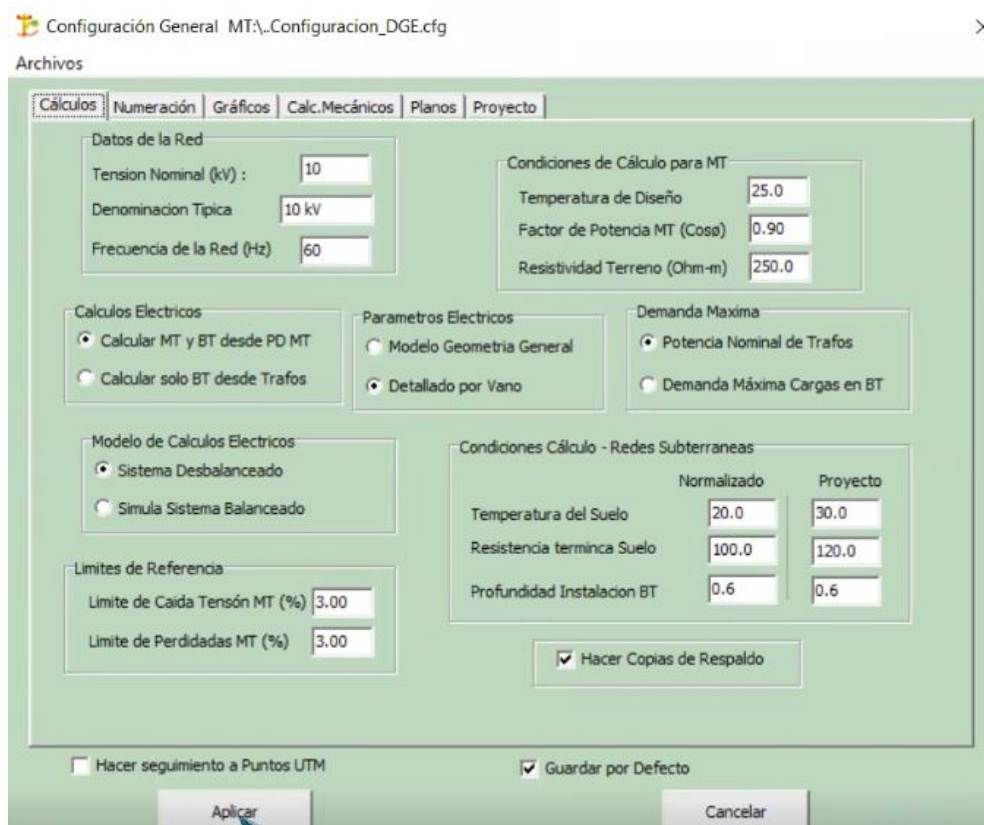
Después llenamos la parte de datos por omisión, donde se seleccionarán los datos o elementos por defectos con los cuales comenzara nuestro diseño postes, estructuras, conductores, etc.

**Figura 39**  
**Media Tensión**

**Fuente: Elaboración propia**

Así mismo realizo lo mismo para la Media Tensión

**Figura 40**  
**Media Tensión**

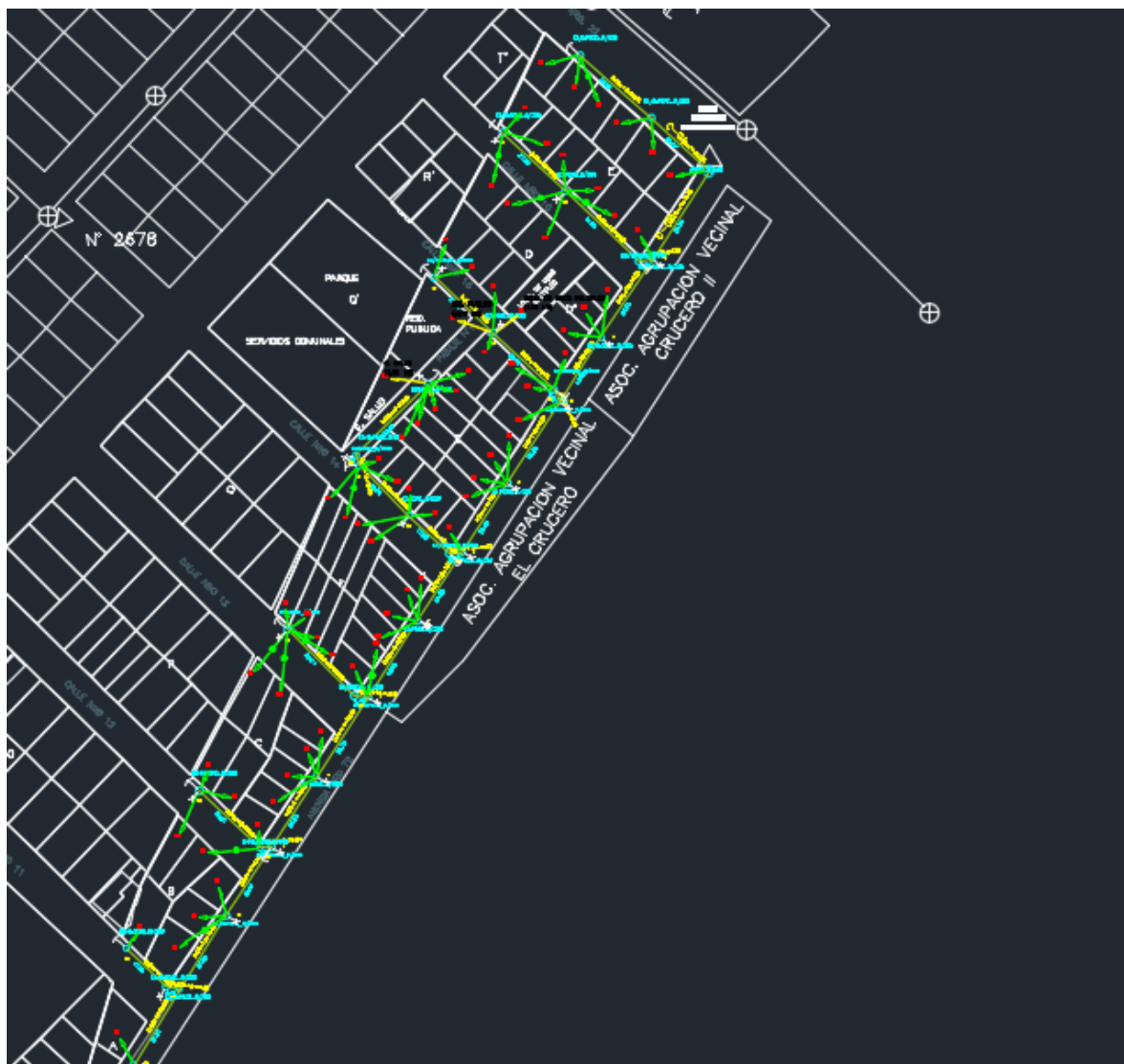


**Fuente: Elaboración propia**

Ahora comenzamos en el plano ya cargado definiendo mi punto de diseño en Media Tensión y la sub estación de distribución en baja tensión.

Seguidamente con ayuda de las herramientas de diseño colocamos los postes, armados, acometidas, conductores, retenidas, luminarias y puestas a tierra que incluirá nuestro proyecto, tal cual se muestra en la imagen

**Figura 41**  
**Resultados de caída de tensión**



**Fuente: Elaboración propia**

Seguidamente mostramos los resultados de caída de tensión, materiales, planos entre otros documentos que nos entrega el programa

# 1. TABLA DE CAÍDA DE TENSION

## SERVICIO PARTICULAR

**Figura 42**  
**Tabla de caída de tensión**

Tabla de Caída de Tensión - BT

Transformador: SED-01

Malla Actual: SED-01

Circuito: 2

Circuito: C-02

Exporta:  Circuito Actual  Todo el Proyecto  Malla Actual

Nodo	Vano	Pot.SP(KW)	Pot.CE(KW)	Total Nodo(KW)	total Acumulado	acumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Nodo (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	Caída (%)
SED-01	--		-		48.55		380.0/219.4	82.44	0.61	0.61	0.28
Barra-TD	SED-01-TD		-		48.55	16.2:16.2:16.2	218.34	82.44	1.05	1.66	0.76
0	0-0	0.00	0.00	0.00	43.80	0.00	218.34	76.33	1.05	1.66	0.76
1	0-1	0.60	0.00	0.60	43.80	15.00	216.91	76.84	1.60	3.19	1.45
2	1-2	1.80	0.00	1.80	38.40	13.20	215.77	67.97	1.14	4.23	1.92
3	2-3	0.60	0.00	0.60	36.60	12.60	214.88	65.15	1.01	5.24	2.38
4	3-4	2.40	0.00	2.40	28.20	10.80	213.91	56.10	0.98	6.21	2.82
5	4-5	0.60	0.00	0.60	25.80	9.60	213.17	50.04	0.79	7.00	3.18
6	5-6	2.40	0.00	2.40	15.60	6.60	212.67	34.48	0.50	7.45	3.39
7	6-7	1.20	0.00	1.20	13.20	6.00	212.16	31.42	0.51	7.86	3.57
8	7-8	2.40	0.00	2.40	8.40	3.60	211.84	18.88	0.32	8.18	3.72
9	8-9	0.00	0.00	0.00	6.00	3.00	211.60	15.75	0.24	8.40	3.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla de Caída de Tensión - BT

Transformador: SED-01

Malla Actual: SED-01

Circuito: 2

Circuito: C-02

Exporta:  Circuito Actual  Todo el Proyecto  Malla Actual

Nodo	Vano	Pot.SP(KW)	Pot.CE(KW)	Total Nodo(KW)	total Acumulado	acumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Nodo (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	Caída (%)
10	9-10	1.80	0.00	1.80	3.00	1.20	211.51	6.30	0.09	8.49	3.86
11	10-11	0.00	0.00	0.00	1.20	0.60	211.46	3.15	0.05	8.54	3.88
12	11-12	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	211.41	3.15	0.05	8.59	3.90
1.1	1-1.1	0.00	0.00	0.00	4.80	1.80	216.89	9.22	0.02	3.21	1.46
1.2	1.1-1.2	3.00	0.00	3.00	4.80	1.80	216.72	9.23	0.17	3.38	1.53
1.3	1.2-1.3	1.80	0.00	1.80	1.80	0.60	216.67	3.08	0.05	3.42	1.56
3.1	3-3.1	1.80	0.00	1.80	7.80	1.20	214.86	9.31	0.06	5.29	2.41
3.2	3.1-3.2	1.20	3.60	4.80	6.00	0.60	214.77	6.21	0.32	5.62	2.55
3.3	3.2-3.3	1.20	0.00	1.20	1.20	0.60	214.72	3.10	0.05	5.66	2.57
5.1	5-5.1	0.00	0.00	0.00	9.60	4.20	213.13	15.64	0.05	7.05	3.20
5.2	5.1-5.2	2.40	0.00	2.40	9.60	4.20	212.98	15.65	0.21	7.26	3.30
5.3	5.2-5.3	2.40	0.00	2.40	7.20	3.60	212.86	9.40	0.24	7.50	3.41
5.4	5.3-5.4	0.00	0.00	0.00	4.80	3.00	212.85	6.26	0.03	7.53	3.42

Fuente: Elaboración propia

TABLA DE CAÍDA DE TENSION - BT

<b>Transformador</b> SED-01		<b>Malla Actual :</b> SED-01 Pot. Nominal (KVA) 100 Pot. Entregada (KVA) 52.79 Pérdidas Malla (KW) 1.1679		<b>Circuito</b> C-02 Pot. Circuito (KW) 44.95 Pérdidas Circuito (KW) 1.166		Exporta <input type="radio"/> Circuito Actual <input checked="" type="radio"/> Todo el Proyecto <input type="radio"/> Malla Actual						
<b>Circuito</b> 2												
Consolidado SP y AP   Resumen SP   Resumen AP												
Nodo	Vano	Pot.SP(KW)	Pot.CE(KW)	.Total Nodo(KW)	otal Acumulado	acumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Nodo (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	Caida (%)	
5.5	5.4 - 5.5	3.00	1.80	4.80	4.80	3.00	212.73	6.27	0.28	7.81	3.55	
7.1	7-7.1	0.00	0.00	0.00	3.60	1.80	212.13	9.43	0.02	7.88	3.58	
7.2	7.1 - 7.2	3.60	0.00	3.60	3.60	1.80	211.97	9.44	0.16	8.03	3.65	
9.1	9-9.1	1.20	0.00	1.20	3.00	1.80	211.58	9.45	0.02	8.42	3.83	
9.2	9.1 - 9.2	1.80	0.00	1.80	1.80	1.20	211.49	6.30	0.09	8.51	3.87	
11.1	11-11.1	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	211.46	3.15	0.01	8.54	3.88	

Fuente: Elaboración propia

## ALUMBRADO PÚBLICO

TABLA DE CAÍDA DE TENSION - BT

<b>Transformador</b> SED-01		<b>Malla Actual :</b> SED-01 Pot. Nominal (KVA) 100 Pot. Entregada (KVA) 52.79 Pérdidas Malla (KW) 1.1679		<b>Circuito</b> C-02 Pot. Circuito (KW) 44.95 Pérdidas Circuito (KW) 1.166		Exporta <input type="radio"/> Circuito Actual <input checked="" type="radio"/> Todo el Proyecto <input type="radio"/> Malla Actual						
<b>Circuito</b> 2												
Consolidado SP y AP   Resumen SP   Resumen AP												
Nodo	Vano	rK_APx100(Ohr)	Nº Luminarias	Pot.Nodo(KW)	otal Acumulado	acumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Vano (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	CaidaV(%)	
SED-01	--				48.55		380.0/219.4	82.44	0.61	0.61	0.28	
Barra-TD	SED-01- TD				48.55	16.2:16.2:16.2	218.34	82.44	1.05	1.66	0.76	
0	0-0	376.14	0	0.00	1.16	0.00	218.34	0.00	1.05	1.66	0.76	
1	0-1	376.14	1	0.06	1.16	0.00	218.34	2.78	0.00	1.66	0.76	
2	1 - 2	376.14	1	0.06	0.99	0.00	218.34	2.39	0.00	1.66	0.76	
3	2 - 3	376.14	1	0.06	0.94	0.00	218.34	2.25	0.00	1.66	0.76	
4	3 - 4	376.14	1	0.06	0.77	0.00	218.34	1.86	0.00	1.66	0.76	
5	4 - 5	376.14	1	0.06	0.71	0.00	218.34	1.72	0.00	1.66	0.76	
6	5 - 6	376.14	1	0.06	0.49	0.00	218.34	1.19	0.00	1.66	0.76	
7	6 - 7	376.14	1	0.06	0.44	0.00	218.34	1.06	0.00	1.66	0.76	
8	7 - 8	376.14	1	0.06	0.33	0.00	218.34	0.80	0.00	1.66	0.76	
9	8 - 9	376.14	1	0.06	0.28	0.00	218.34	0.66	0.00	1.66	0.76	
10	9 - 10	376.14	1	0.06	0.17	0.00	218.34	0.40	0.00	1.66	0.76	
11	10 - 11	376.14	0	0.00	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76	

Fuente: Elaboración propia

TABLA DE CAÍDA DE TENSION - BT

X

<b>Transformador</b> SED-01		<b>Malla Actual :</b> SED-01 Pot. Nominal (KVA) 100 Pot. Entregada (KVA) 52.79 Pérdidas Malla (KW) 1.1679		<b>Circuito</b> C-02 Pot. Circuito (KW) 44.95 Pérdidas Circuito (KW) 1.166		Exporta <input type="radio"/> Circuito Actual <input checked="" type="radio"/> Todo el Proyecto <input type="radio"/> Malla Actual					
Consolidado SP y AP Resumen SP Resumen AP											
Nodo	Vano	rK <sub>APx100</sub> (Ohr)	Nº Luminarias	Pot.Nodo(KW)	otal Acumulado	cumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Vano (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	CaidaV(%)
12	11 - 12	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
1.1	1-1.1	376.14	0	0.00	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
1.2	1.1 - 1.2	376.14	1	0.06	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
1.3	1.2 - 1.3	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
3.1	3-3.1	376.14	0	0.00	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
3.2	3.1 - 3.2	376.14	1	0.06	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
3.3	3.2 - 3.3	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
5.1	5-5.1	376.14	0	0.00	0.17	0.00	218.34	0.40	0.00	1.66	0.76
5.2	5.1 - 5.2	376.14	1	0.06	0.17	0.00	218.34	0.40	0.00	1.66	0.76
5.3	5.2 - 5.3	376.14	0	0.00	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
5.4	5.3 - 5.4	376.14	1	0.06	0.11	0.00	218.34	0.27	0.00	1.66	0.76
5.5	5.4 - 5.5	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
7.1	7-7.1	376.14	0	0.00	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
7.2	7.1 - 7.2	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
9.1	9-9.1	376.14	0	0.00	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76

Fuente: Elaboración propia

TABLA DE CAIDA DE TENSION - BI

<b>Transformador</b> SED-01		<b>Malla Actual :</b> SED-01 Pot. Nominal (KVA) 100 Pot. Entregada (KVA) 52.79 Pérdidas Malla (KW) 1.1679		<b>Circuito</b> C-02 Pot. Circuito (KW) 44.95 Pérdidas Circuito (KW) 1.166		Exporta <input type="radio"/> Circuito Actual <input checked="" type="radio"/> Todo el Proyecto <input type="radio"/> Malla Actual					
Consolidado SP y AP Resumen SP Resumen AP											
Nodo	Vano	rK <sub>APx100</sub> (Ohr)	Nº Luminarias	Pot.Nodo(KW)	otal Acumulado	cumulado/Fase	V. Nodo(V)	I.Vano (A)	DV Vano(V)	DV Total(V)	CaidaV(%)
9.2	9.1 - 9.2	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
11.1	11-11.1	376.14	1	0.06	0.06	0.00	218.34	0.13	0.00	1.66	0.76
11.2	11.1 - 11.2	376.14	0	0.00	0.00	0.00	218.34	0.00	0.00	1.66	0.76

Fuente: Elaboración propia

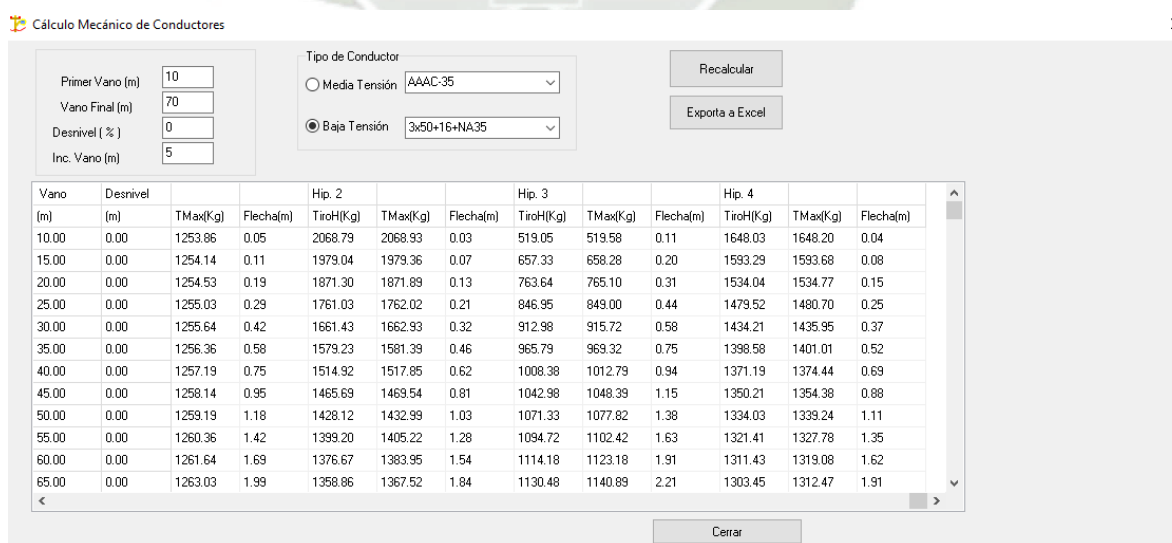
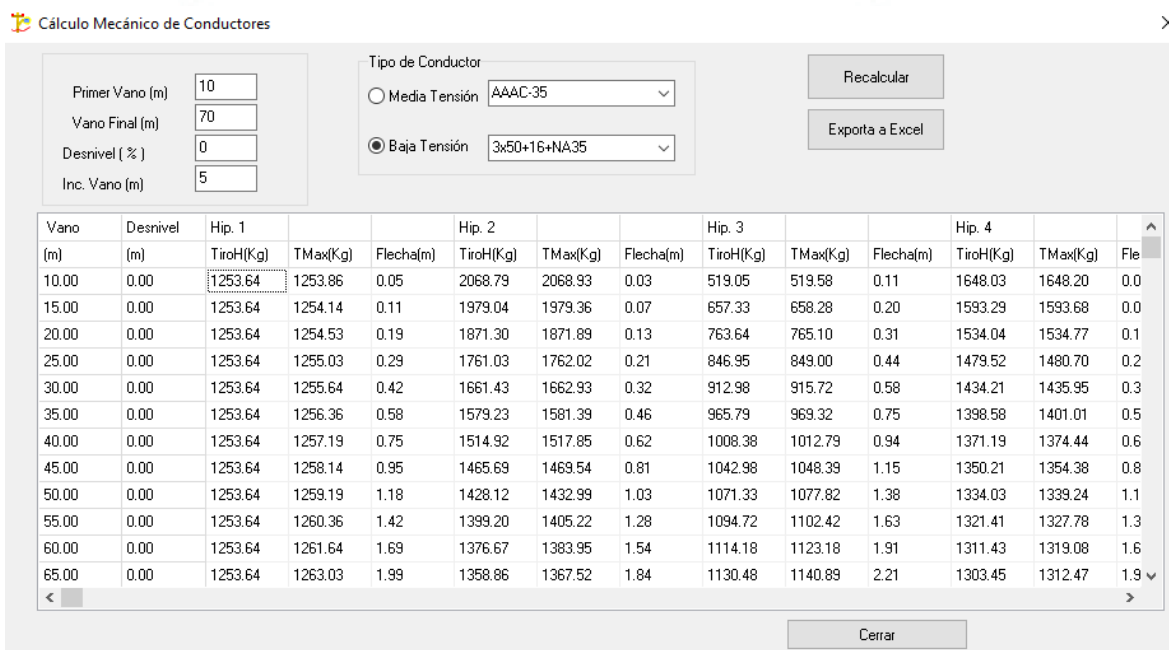


#### 4. CÁLCULOS MECÁNICOS

Para Los Cálculos Mecánicos Según Hipótesis, Obtenemos

Deben ser inferior al tiro de rotura del cable 60 % según el Código Nacional de Electricidad se puede considerar el 40% para mayo seguridad

**Figura 45**  
**Cálculos Mecánicos**



Fuente: Elaboración propia

## 5. TABLA DE TENDIDO

Figura 46  
Tabla de tendido

Tabla Tensado

Rango de Vanos Equivalentes  
 Vano Inicial (m) 10  
 Vano Final (m) 70  
 % Desnivel/Vano 0  
 Inc. de Vano (m) 5

Simulación de Vanos Reales  
 N° Vanos por VIR 5  
 Variación de Vanos (m) 2

Rangos de Temperatura  
 Datos Arriba 5  
 Datos Abajo 5  
 Variación de Temperatura (°C) 1

Tipo de conductores  
 Media Tension AAAC-35  
 Baja Tension 3x50+16+NA35

Sector Hipotesis  
 Hipotesis de: Segun CNE S2011

Recalcular

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	
1	10.00	6.00	Tiro Der.(Kg)	10928.91	10591.29	10261.21	9939.11	9625.40	9320.49	9024.73	8738.45	8461.91	8195.33	
			Flecha(m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16	
2	10.00	8.00	Tiro Izq.(Kg)	10929.91	10591.29	10261.21	9939.11	9625.40	9320.49	9024.73	8738.45	8461.91	8195.33	
			Tiro Der.(Kg)	10929.60	10592.00	10261.94	9939.86	9626.18	9321.29	9025.56	8739.31	8462.80	8196.25	
			Flecha(m)	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	
3	10.00	10.00	Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16	
			Tiro Izq.(Kg)	10929.60	10592.00	10261.94	9939.86	9626.18	9321.29	9025.56	8739.31	8462.80	8196.25	
			Tiro Der.(Kg)	10930.48	10592.91	10262.88	9940.83	9627.18	9322.33	9026.63	8740.41	8463.94	8197.42	
4	10.00	12.00	Flecha(m)	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16	
			Tiro Izq.(Kg)	10930.48	10592.91	10262.88	9940.83	9627.18	9322.33	9026.63	8740.41	8463.94	8197.42	
5	10.00	14.00	Tiro Der.(Kg)	10931.56	10594.02	10264.03	9942.02	9628.41	9323.59	9027.93	8741.76	8465.33	8198.86	
			Flecha(m)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16	
6	15.00	11.00	Tiro Izq.(Kg)	10931.56	10594.02	10264.03	9942.02	9628.41	9323.59	9027.93	8741.76	8465.33	8198.86	
			Flecha(m)	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16	
7	15.00	13.00	Tiro Izq.(Kg)	10932.83	10595.33	10265.38	9943.42	9629.85	9325.08	9029.48	8743.35	8466.97	8200.56	
			Tiro Der.(Kg)	10930.99	10667.78	10412.29	10164.59	9924.69	9692.57	9468.19	9251.47	9042.33	8840.64	
			Flecha(m)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	
8	15.00	15.00	Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97	
			Tiro Izq.(Kg)	10930.99	10667.78	10412.29	10164.59	9924.69	9692.57	9468.19	9251.47	9042.33	8840.64	
			Tiro Der.(Kg)	10932.17	10668.98	10413.53	10165.86	9925.98	9693.89	9469.54	9252.86	9043.75	8842.09	
9	15.00	15.00	Flecha(m)	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97	
			Tiro Izq.(Kg)	10932.17	10668.98	10413.53	10165.86	9925.98	9693.89	9469.54	9252.86	9043.75	8842.09	
10	15.00	15.00	Tiro Der.(Kg)	10933.54	10670.39	10414.97	10167.33	9927.49	9695.44	9471.13	9254.48	9045.41	8843.78	
			Flecha(m)	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97	

Tabla Tensado

Rango de Vanos Equivalentes  
 Vano Inicial (m) 10  
 Vano Final (m) 70  
 % Desnivel/Vano 0  
 Inc. de Vano (m) 5

Simulación de Vanos Reales  
 N° Vanos por VIR 5  
 Variación de Vanos (m) 2

Rangos de Temperatura  
 Datos Arriba 5  
 Datos Abajo 5  
 Variación de Temperatura (°C) 1

Tipo de conductores  
 Media Tension AAAC-35  
 Baja Tension 3x50+16+NA35

Sector Hipotesis  
 Hipotesis de: Segun CNE S2011

Recalcular

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
5	10.00	14.00	Tiro Der.(Kg)	10932.83	10595.33	10265.38	9943.42	9629.85	9325.08	9029.48	8743.35	8466.97	8200.56
			Flecha(m)	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10590.38	10260.27	9938.14	9624.40	9319.46	9023.67	8737.35	8460.77	8194.16
6	15.00	11.00	Tiro Izq.(Kg)	10932.83	10595.33	10265.38	9943.42	9629.85	9325.08	9029.48	8743.35	8466.97	8200.56
			Tiro Der.(Kg)	10930.99	10667.78	10412.29	10164.59	9924.69	9692.57	9468.19	9251.47	9042.33	8840.64
			Flecha(m)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
7	15.00	13.00	Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97
			Tiro Izq.(Kg)	10930.99	10667.78	10412.29	10164.59	9924.69	9692.57	9468.19	9251.47	9042.33	8840.64
			Tiro Der.(Kg)	10932.17	10668.98	10413.53	10165.86	9925.98	9693.89	9469.54	9252.86	9043.75	8842.09
8	15.00	15.00	Flecha(m)	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97
			Tiro Izq.(Kg)	10932.17	10668.98	10413.53	10165.86	9925.98	9693.89	9469.54	9252.86	9043.75	8842.09
9	15.00	15.00	Tiro Der.(Kg)	10933.54	10670.39	10414.97	10167.33	9927.49	9695.44	9471.13	9254.48	9045.41	8843.78
			Flecha(m)	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97

Tabla Tensado

Media Tension    AAAC-35    Sector Hipotesis    Hipotesis de : Segun CNE S2011    
  
 Baja Tension    3x50+16+NA35

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
9	15.00	17.00	Tiro Der.(Kg)	10935.11	10671.99	10416.61	10163.02	9929.22	9697.21	9472.94	9256.33	9047.30	8845.72
			Flecha(m)	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97
			Tiro Izq.(Kg)	10935.11	10671.99	10416.61	10163.02	9929.22	9697.21	9472.94	9256.33	9047.30	8845.72
10	15.00	19.00	Tiro Der.(Kg)	10936.87	10673.80	10418.46	10170.91	9931.16	9699.20	9474.97	9258.42	9049.43	8847.90
			Flecha(m)	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10664.74	10409.19	10161.41	9921.43	9689.23	9464.77	9247.97	9038.75	8836.97
			Tiro Izq.(Kg)	10936.87	10673.80	10418.46	10170.91	9931.16	9699.20	9474.97	9258.42	9049.43	8847.90
11	20.00	16.00	Tiro Der.(Kg)	10934.30	10732.63	10537.01	10347.32	10163.44	9985.26	9812.63	9645.42	9483.48	9326.67
			Flecha(m)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32
			Tiro Izq.(Kg)	10934.30	10732.63	10537.01	10347.32	10163.44	9985.26	9812.63	9645.42	9483.48	9326.67
12	20.00	18.00	Tiro Der.(Kg)	10935.96	10734.63	10538.73	10349.08	10165.23	9987.08	9814.49	9647.31	9485.40	9328.62
			Flecha(m)	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32
			Tiro Izq.(Kg)	10935.96	10734.63	10538.73	10349.08	10165.23	9987.08	9814.49	9647.31	9485.40	9328.62

Tabla Tensado

Media Tension    AAAC-35    Sector Hipotesis    Hipotesis de : Segun CNE S2011    
  
 Baja Tension    3x50+16+NA35

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
13	20.00	20.00	Tiro Izq.(Kg)	10935.96	10734.33	10538.73	10349.08	10165.23	9987.08	9814.49	9647.31	9485.40	9328.62
			Tiro Der.(Kg)	10937.82	10736.22	10540.67	10351.04	10167.24	9989.12	9816.56	9649.42	9487.55	9330.80
			Flecha(m)	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32
14	20.00	22.00	Tiro Izq.(Kg)	10937.82	10736.22	10540.67	10351.04	10167.24	9989.12	9816.56	9649.42	9487.55	9330.80
			Tiro Der.(Kg)	10939.88	10738.32	10542.80	10353.22	10169.45	9991.37	9818.85	9651.75	9489.92	9333.22
			Flecha(m)	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32
15	20.00	24.00	Tiro Izq.(Kg)	10939.88	10738.32	10542.80	10353.22	10169.45	9991.37	9818.85	9651.75	9489.92	9333.22
			Tiro Der.(Kg)	10942.13	10740.61	10545.14	10355.60	10171.87	9993.84	9821.36	9654.30	9492.52	9335.86
			Flecha(m)	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.34	0.35	0.35	0.36
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32
16	25.00	21.00	Tiro Izq.(Kg)	10942.13	10740.61	10545.14	10355.60	10171.87	9993.84	9821.36	9654.30	9492.52	9335.86
			Tiro Der.(Kg)	10938.83	10783.56	10632.54	10485.67	10342.83	10203.91	10068.80	9937.38	9809.54	9685.18
			Flecha(m)	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10726.25	10530.50	10340.69	10156.70	9978.40	9805.65	9638.32	9476.26	9319.32

**Tabla Tensado**

Tipo de conductores:  Media Tension  Baja Tension

AAAC-35  
3x50+16+NA35

Sector Hipotesis:  Hipotesis de: Segun CNE S2011

Recalcular

Rango de Vanos Equivalentes  
Vano Inicial (m): 10  
Vano Final (m): 70  
% Desnivel/Vano: 0  
Inc. de Vano (m): 5

Simulacion de Vanos Reales  
N° Vanos por VIR: 5  
Variación de Vanos (m): 2

Rangos de Temperatura  
Datos Arriba: 5  
Datos Abajo: 5  
Variación de Temperatura (°C): 1

Grabar a Excel

Salir

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10772.60	10621.43	10474.40	10331.41	10192.33	10057.06	9925.49	9797.50	9672.99
			Tiro Izq.(Kg)	10938.83	10783.56	10632.54	10485.67	10342.83	10203.91	10068.80	9937.38	9809.54	9685.18
17	25.00	23.00	Tiro Der.(Kg)	10940.98	10785.74	10634.76	10487.92	10345.11	10206.22	10071.14	9939.75	9811.95	9687.62
			Flecha(m)	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.32
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10772.60	10621.43	10474.40	10331.41	10192.33	10057.06	9925.49	9797.50	9672.99
			Tiro Izq.(Kg)	10940.98	10785.74	10634.76	10487.92	10345.11	10206.22	10071.14	9939.75	9811.95	9687.62
18	25.00	25.00	Tiro Der.(Kg)	10943.33	10788.13	10637.17	10490.37	10347.59	10208.74	10073.69	9942.34	9814.57	9690.28
			Flecha(m)	0.33	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10772.60	10621.43	10474.40	10331.41	10192.33	10057.06	9925.49	9797.50	9672.99
			Tiro Izq.(Kg)	10943.33	10788.13	10637.17	10490.37	10347.59	10208.74	10073.69	9942.34	9814.57	9690.28
19	25.00	27.00	Tiro Der.(Kg)	10945.88	10790.71	10639.80	10493.03	10350.29	10211.47	10076.46	9945.14	9817.41	9693.15
			Flecha(m)	0.39	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10772.60	10621.43	10474.40	10331.41	10192.33	10057.06	9925.49	9797.50	9672.99
			Tiro Izq.(Kg)	10945.88	10790.71	10639.80	10493.03	10350.29	10211.47	10076.46	9945.14	9817.41	9693.15
20	25.00	29.00	Tiro Der.(Kg)	10948.62	10793.49	10642.62	10495.89	10353.19	10214.41	10079.44	9948.16	9820.47	9696.25

**Tabla Tensado**

Tipo de conductores:  Media Tension  Baja Tension

AAAC-35  
3x50+16+NA35

Sector Hipotesis:  Hipotesis de: Segun CNE S2011

Recalcular

Rango de Vanos Equivalentes  
Vano Inicial (m): 10  
Vano Final (m): 70  
% Desnivel/Vano: 0  
Inc. de Vano (m): 5

Simulacion de Vanos Reales  
N° Vanos por VIR: 5  
Variación de Vanos (m): 2

Rangos de Temperatura  
Datos Arriba: 5  
Datos Abajo: 5  
Variación de Temperatura (°C): 1

Grabar a Excel

Salir

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
			Flecha(m)	0.45	0.45	0.46	0.46	0.47	0.48	0.48	0.49	0.50	0.50
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10772.60	10621.43	10474.40	10331.41	10192.33	10057.06	9925.49	9797.50	9672.99
			Tiro Izq.(Kg)	10948.62	10793.49	10642.62	10495.89	10353.19	10214.41	10079.44	9948.16	9820.47	9696.25
21	30.00	26.00	Tiro Der.(Kg)	10944.58	10823.31	10704.93	10589.38	10476.58	10366.44	10258.89	10153.85	10051.26	9951.03
			Flecha(m)	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10806.57	10688.01	10572.28	10459.28	10348.96	10241.23	10136.01	10033.23	9932.83
			Tiro Izq.(Kg)	10944.58	10823.31	10704.93	10589.38	10476.58	10366.44	10258.89	10153.85	10051.26	9951.03
22	30.00	28.00	Tiro Der.(Kg)	10947.23	10825.98	10707.64	10592.12	10479.34	10369.23	10261.71	10156.70	10054.14	9953.94
			Flecha(m)	0.41	0.42	0.42	0.43	0.43	0.44	0.44	0.45	0.45	0.46
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10806.57	10688.01	10572.28	10459.28	10348.96	10241.23	10136.01	10033.23	9932.83
			Tiro Izq.(Kg)	10947.23	10825.98	10707.64	10592.12	10479.34	10369.23	10261.71	10156.70	10054.14	9953.94
23	30.00	30.00	Tiro Der.(Kg)	10950.07	10828.85	10710.54	10595.05	10482.31	10372.23	10264.74	10159.77	10057.23	9957.07
			Flecha(m)	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.52	0.52
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10806.57	10688.01	10572.28	10459.28	10348.96	10241.23	10136.01	10033.23	9932.83
			Tiro Izq.(Kg)	10950.07	10828.85	10710.54	10595.05	10482.31	10372.23	10264.74	10159.77	10057.23	9957.07

Tabla Tensado

Media Tension    AAAC-35    Sector Hipotesis:    Hipotesis de: Segun CNE S2011    
  
 Baja Tension    3x50+16+NA35

N°	VIR (m)	Vano R(m)	Temp(°C)>	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
24	30.00	32.00	Tiro Der.(Kg)	10953.11	10831.92	10713.65	10598.19	10485.48	10375.44	10267.98	10163.04	10060.54	9960.41
			Flecha(m)	0.54	0.55	0.55	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10806.57	10688.01	10572.28	10459.28	10348.96	10241.23	10136.01	10033.23	9932.83
25	30.00	34.00	Tiro Der.(Kg)	10953.11	10831.92	10713.65	10598.19	10485.48	10375.44	10267.98	10163.04	10060.54	9960.41
			Tiro Der.(Kg)	10956.34	10835.19	10716.95	10601.54	10488.86	10378.85	10271.43	10166.53	10064.06	9963.97
			Flecha(m)	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65	0.65	0.66	0.67	0.67
26	35.00	31.00	Tiro H.(Kg)	10928.03	10806.57	10688.01	10572.28	10459.28	10348.96	10241.23	10136.01	10033.23	9932.83
			Tiro Izq.(Kg)	10956.34	10835.19	10716.95	10601.54	10488.86	10378.85	10271.43	10166.53	10064.06	9963.97
			Tiro Der.(Kg)	10951.56	10855.19	10760.80	10668.34	10577.75	10488.98	10402.00	10316.74	10233.17	10151.24
27	35.00	33.00	Flecha(m)	0.51	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.55
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10831.45	10736.85	10644.18	10553.38	10464.41	10377.22	10291.76	10207.98	10125.84
			Tiro Izq.(Kg)	10951.56	10855.19	10760.80	10668.34	10577.75	10488.98	10402.00	10316.74	10233.17	10151.24
			Tiro Der.(Kg)	10954.70	10858.36	10763.99	10671.55	10580.99	10492.26	10405.30	10320.07	10236.53	10154.62
			Flecha(m)	0.58	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.61	0.61	0.62	0.62
			Tiro H.(Kg)	10928.03	10831.45	10736.85	10644.18	10553.38	10464.41	10377.22	10291.76	10207.98	10125.84

Fuente: Elaboración propia



## 6. CUADRO DE ESTRUCTURAS

**Figura 47**  
**Cuadro de estructuras**

CUADRO DE ESTRUCTURAS - BT

Nro	N.Malla	N.Circuito	Nro. Estructura	Armados	Soporte	Tipo Soporte	Este (m)	Norte(m)	Zona UTM
1	SED-01	C-01	1	E1/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224470.80	8192591.50	
2	SED-01	C-01	2	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224448.36	8192611.40	
3	SED-01	C-02	1	E5/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224471.11	8192547.10	
4	SED-01	C-02	2	E1/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224454.99	8192522.30	
5	SED-01	C-02	3	E5/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224441.93	8192502.10	
6	SED-01	C-02	4	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224425.25	8192476.40	
7	SED-01	C-02	5	E1/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224411.06	8192454.50	
8	SED-01	C-02	6	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224397.09	8192432.90	
9	SED-01	C-02	7	E5/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224381.52	8192408.90	
10	SED-01	C-02	8	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224365.35	8192384.00	
11	SED-01	C-02	9	E5/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224350.88	8192361.70	
12	SED-01	C-02	10	E1/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224336.85	8192340.00	
13	SED-01	C-02	11	E5/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224321.83	8192316.90	
14	SED-01	C-02	12	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224307.51	8192293.00	
15	SED-01	C-02	1.1	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224466.72	8192546.50	
16	SED-01	C-02	1.2	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224443.55	8192568.50	
17	SED-01	C-02	1.3	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224423.94	8192587.00	

Exporta a Excel      Grabar TXT      Cerrar

CUADRO DE ESTRUCTURAS - BT

Nro	N.Malla	N.Circuito	Nro. Estructura	Armados	Soporte	Tipo Soporte	Este (m)	Norte(m)	Zona UTM
18	SED-01	C-02	3.1	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224440.30	8192505.90	
19	SED-01	C-02	3.2	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224421.08	8192523.80	
20	SED-01	C-02	3.3	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224402.35	8192541.30	
21	SED-01	C-02	5.1	E1/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224407.14	8192454.40	
22	SED-01	C-02	5.2	E1	PCAC_8/300	Poste Concreto	224394.48	8192466.20	
23	SED-01	C-02	5.3	E4	PCAC_8/300	Poste Concreto	224378.57	8192481.90	
24	SED-01	C-02	5.4	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224377.75	8192485.10	
25	SED-01	C-02	5.5	E3	PCAC_8/300	Poste Concreto	224400.38	8192507.80	
26	SED-01	C-02	7.1	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224377.04	8192409.20	
27	SED-01	C-02	7.2	E3	PCAC_8/300	Poste Concreto	224356.01	8192430.20	
28	SED-01	C-02	9.1	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224347.22	8192361.30	
29	SED-01	C-02	9.2	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224328.19	8192379.50	
30	SED-01	C-02	11.1	E4/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224317.74	8192317.40	
31	SED-01	C-02	11.2	E3/S	PCAC_8/300	Poste Concreto	224305.16	8192329.60	

Exporta a Excel      Grabar TXT      Cerrar

**Fuente: Elaboración propia**

## 7. CUADRO DE LUMINARIAS

**Figura 48**  
**Cuadro de luminarias**

**Cálculo Número Luminarias**

**Datos generales**

Factor KALP:

Horas de AP Mensual:

Factor AP:

Potencia Lamparas:

**CUADRO DE CANTIDADES**

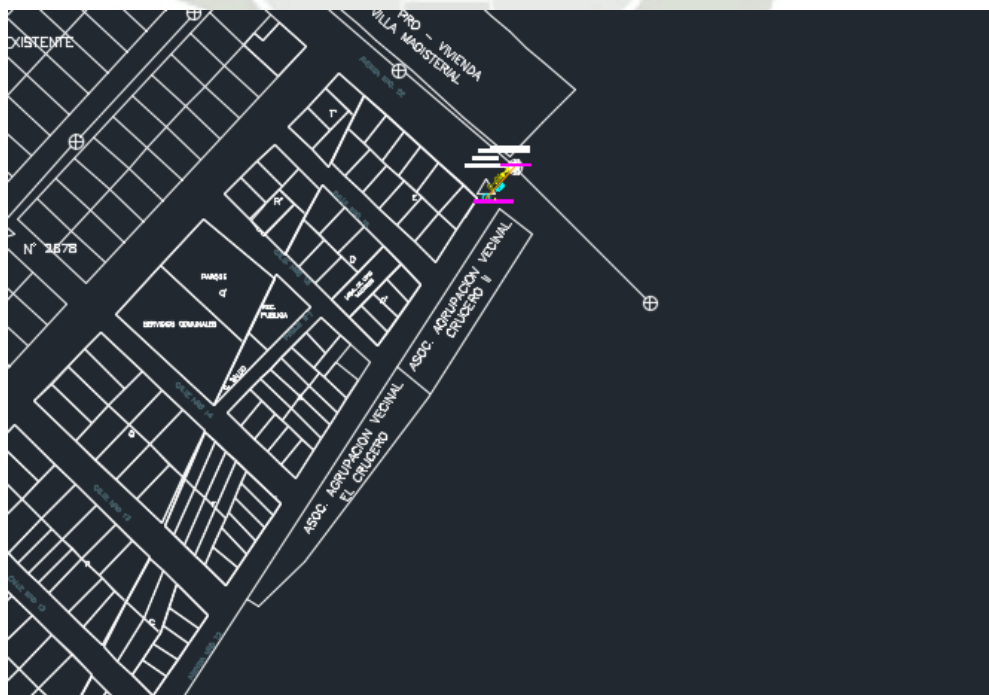
Red	Nº. Viviendas	Pts. Iluminación
SED-01	73	11
<b>TOTALES :</b>	<b>73</b>	<b>11</b>

Fuente: Elaboración propia

## 8. PLANOS DE MT Y BT

### 8.1. Media Tensión

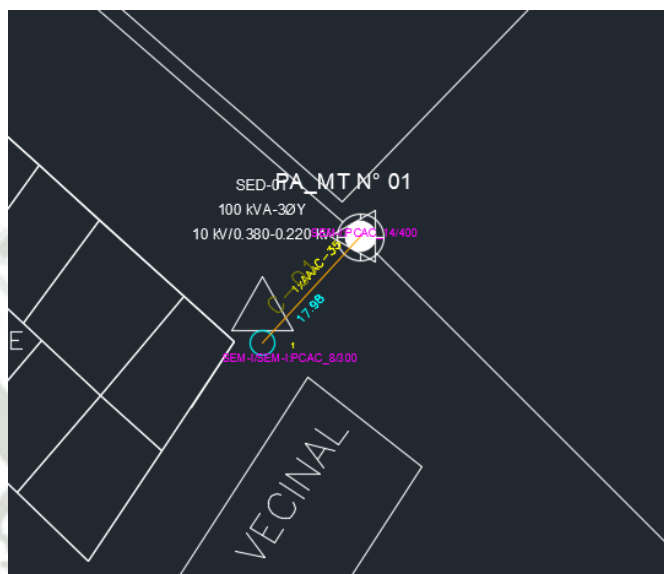
**Figura 49**  
**Media Tensión**



Fuente: Elaboración propia

## 8.2. Media Tensión Zoom

**Figura 50**  
**Media Tensión Zoom**



**Fuente: Elaboración propia**

### 8.3. Baja Tensión

**Figura 51**  
**Baja Tensión**



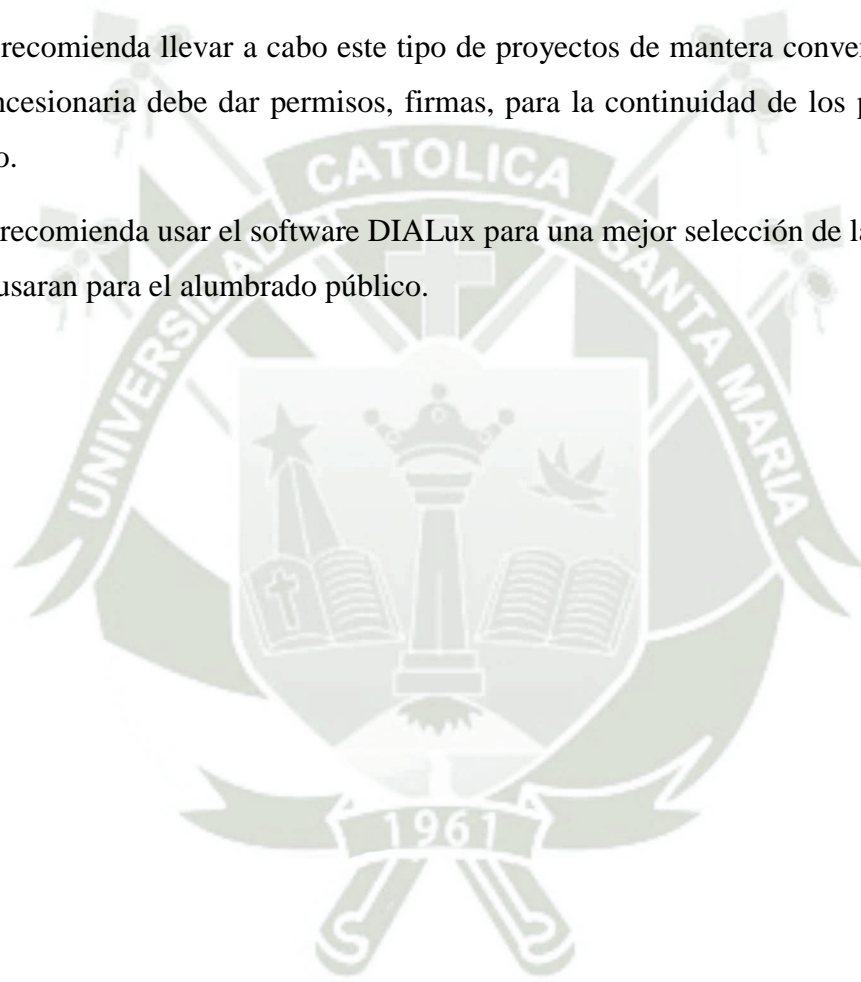
Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño del subsistema de distribución de media tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIREC CAD cumpliendo por los dos métodos en no superar el 3% según norma.
- Se realizó el diseño del subsistema de distribución de baja tensión para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIREC CAD cumpliendo por los dos métodos en no superar el 5% según norma.
- Se realizó el diseño de alumbrado público para la Asociación Vivienda Taller Canteras II con cálculos eléctricos y usando DIREC CAD cumpliendo por los dos métodos en no superar el 5% según norma.
- Llegamos a la conclusión que el uso del software reduce los tiempos y costos, pero cabe indicar que es indispensable realizar el proyecto con cálculos convencionales, debido a las normativas que tienen las empresas concesionarias (SEAL), a la firma de planos y los procedimientos que están regidos.

## RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de la presente Tesis se recomienda usar la versión más actualizada del CNE y la DGE las cuales son pilares para llevar a cabo el trabajo.
- Se recomienda usar la última versión del Direc CAD debido a que este software está en constante actualización y mejora
- Se recomienda llevar a cabo este tipo de proyectos de manera convencional ya que la concesionaria debe dar permisos, firmas, para la continuidad de los proyectos de este tipo.
- Se recomienda usar el software DIALux para una mejor selección de las luminarias que se usaran para el alumbrado público.



**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- American National Standard for Switchgear. (2020). *Especificaciones de cortes de distribución y enlaces de fusibles ANSI C-37.42*. Obtenido de <https://www.nema.org/standards/view/american-national-standard-for-switchgear-medium-voltage-metal-clad-assemblies-conformance-test-procedures>
- Azapa. (2010). *Memoria Descriptiva y especificaciones*.
- Bravo. (2018). *Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9 Kv y subestación tipo caseta de 1000Kva para la empresa congelados gutierrez*. Universidad Católica de Santa María.
- Callalli. (2006). *Ampliación y renovación de redes de media tensión baja tensión y alumbrado público Abancay 2006 II - Etapa*. Electro Sur Este S.A.A.
- Callasi. (2020). *Impactos por la integración de la generación distribuida con energía solar fotovoltaica en redes de media tensión de la ciudad del Cusco*. Universidad Andina del Cusco. Obtenido de [https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3564/Jose\\_Tesis\\_doctorado\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3564/Jose_Tesis_doctorado_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Callupe. (2003). *Diseño del subsistema de distribución primaria en 13.2 kv y subsistema de distribución secundaria 380/220 v. de la urbanización popular San Luis, Nuevo Chimbote*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://1library.co/document/z3dpx3my-diseno-subsistema-distribucion-subsistema-distribucion-secundaria-urbanizacion-chimbote.html>
- Capuñay. (2013). *Ampliación de Potencia Para su Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9kV Trifsico*.
- Chávez et al. (2018). *Proyecto de Vivienda Social Autosostenible en Arequipa*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Dired - CAD. (2020). *Uso del DIREC - CAD*. Obtenido de <https://dired-cad.com/>
- Gallegos. (2018). *Diseño de la Sub Estación Eléctrica para la Planta Industrial Kumho Llantas SA*. Obtenido de [https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7166&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=820466202274044819](https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7166&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=820466202274044819)

8&ei=-sKpY8KXEciBywTy-

buYDQ&scisig=AAGBfm1feF1pqm71wV1x08PsI06qtE3y-g

Gobierno Regional La Libertad. (2018). *Sistema de utilización en media tensión 10 kv-3φ para el mejoramiento y ampliación de los servicios de salud del hospital provincial de virú-distrito Virú, provincia de Virú-Región La Libertad.*

Gonzales. (2017). *Selección De Redes De Distribución secundaria 380/220v Aplicando El Software Dired-Cad Para El Sed (En 2205), Ubicado En El Distrito De Lavictoria - Chiclayo – Lambayeque.* Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Instituto de Normas Técnicas y Certificación. (2005). *Normas tecnicas Colombianas.*

Jara, & Shulca. (2019). *estimación del potencial de energía eléctrica aprovechable de un grupo de bicicletas estáticas pertenecientes al gimnasio power house gym, mediante el uso de un prototipo.* Ecuador.

Minga et al. (2020). *Diseño de un sistema de distribución eléctrica en media tensión, baja tensión y alumbrado público para la Asociación Señor Cautivo.* Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2454/IMEC-MIN-RAM-TAL-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Codigo Nacional de Electricidad Suministro 2001.* Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/1.CNE%20SUMINISTRO.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2002). *Norma técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución”.* Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>

Ministerio de energía y minas. (2003). *Bases para el diseño de lineas y redes.* Obtenido de <https://seb3b59fa63c33acb.jimcontent.com/download/version/1410575733/module/10290925357/name/NORMA-BASES%20PARA%20EL%20DISE%20C3%91%20DE%20LINEAS%20Y%20REDES%20PRIMARIAS.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional de Electricidad.* Obtenido de <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>

- Montalvo. (2006). *Proyecto de redes de subsistema de distribución primaria y secundaria antihurto para la urbanización telmo carbajo 1 - Callao*. Obtenido de <https://1library.co/document/zkwnd84z-proyecto-subsistema-distribucion-primaria-secundaria-antihurto-urbanizacion-carbajo.html>
- PHILIPS S.A. (2020). *Artículos para la investigación*. Obtenido de <https://www.philips.com.pe/>
- Ramirez. (2004). *Redes de distribución de energía*. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Rioja. (2019). *Ampliación de redes secundarias 440/220v y conexiones domiciliarias de los sectores Vallejos y Sandoval del caserío Briceño, distrito de Motupe-Lambayeque*. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.
- Rodríguez. (2011). *Estudio sobre la compartición de infraestructura de red de acceso necesaria para brindar servicios públicos de telecomunicaciones en la ciudad de Lima*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/936/RODRIGUEZ\\_MEDINA\\_CARLOS\\_ACCESO\\_SERVICIOS\\_PUBLICOS\\_LIMA.pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/936/RODRIGUEZ_MEDINA_CARLOS_ACCESO_SERVICIOS_PUBLICOS_LIMA.pdf?sequence=1)
- Ticse Estrella, D. (2020). *Análisis del sistema de protección para la optimización de la calidad de suministro del alimentador A4703-Tarma*. [Para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Eléctrica].
- Turpo Cutimbo, D. (2018). *Análisis de los componentes de protección en subsistemas de distribución secundaria para lograr la confiabilidad de la continuidad del sistema*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero eléctrico].