



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

Trabajo monográfico para optar al Título de Ingeniero Eléctrico

**Diseño de una red de distribución monofásica para electrificación rural de la
comunidad Jocomico, Municipio San José de Cusmapa, Madriz.**

Autores:

- Bustos Conrado Carlos Daniel 2017-1116U
- Rodríguez Rodríguez Karla Florita 2017-1333U

Tutor:

Msc. Sandro Chavarría

Septiembre 2023
Managua, Nicaragua

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Carlos Daniel Bustos Conrado.

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por haberme llenado de sabiduría, fuerza e inspiración para la culminación de este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio de ser su hija.

“Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para el Señor y no para los hombres.”

Colosenses 3: 23

Karla Florita Rodríguez Rodríguez.

Agradecimientos

Durante cada proceso de la vida se presentan circunstancias que nos hacen dudar de nuestras capacidades y habilidades, pero al rodearnos de personas que nos aman y nos recuerdan cada día del gran valor que tenemos, nos hacen regresar a las batallas con mayor fuerza.

Agradecemos a Dios por ser nuestro mayor pilar, por llenarnos de fuerza en cada noche de duro esfuerzo, por darnos paciencia y sabiduría para culminar con éxito una de nuestras grandes metas propuestas.

A nuestros padres y familia por su amor y apoyo incondicional durante todos estos años, por caminar juntos a nosotros y guiarnos por el camino del bien.

Agradecemos a nuestro tutor Ing. Sandro Chavarría que gracias a sus consejos y correcciones nos orientó para hoy culminar este trabajo

Agradecemos a cada uno de las personas involucradas que nos apoyaron con sus conocimientos y experiencia en la rama para culminar cada uno de los alcances de este diseño.

Finalmente nos agradecemos a nosotros mismos, por confiar en los procesos y perseverar en cada una de las etapas, hoy finalizamos una de tantas en nuestras vidas y sabemos que el Señor tiene grandes cosas preparadas para nosotros.

Índice de contenido

1.	Introducción	1
2.	Justificación	3
3.	Objetivos.....	4
3.1	Objetivo general	4
3.2	Objetivos específicos.....	4
4.	Marco teórico	5
4.1	Delimitación del proyecto	5
4.2	Diseño de proyecto.....	5
4.3	Demanda eléctrica	5
4.4	Carga instalada	5
4.5	Factor de potencia	6
4.6	Factor de demanda	6
4.7	Caída de tensión	6
4.8	Red de distribución.....	6
4.9	Cálculos mecánicos	8
4.10	Criterios de construcción	9
4.11	Derecho de vía y limpieza	28
5.	Capítulo 1.....	31
5.1	Introducción	32

5.2	Condiciones topográficas del terreno	32
5.3	Determinar punto de entronque.....	33
5.4	Ubicación exacta de los beneficiarios	34
5.5	Levantamiento MT/BT.....	35
6.	Capítulo 2.....	37
6.1	Introducción	38
6.2	Demanda eléctrica	38
6.3	Selección de transformadores.....	39
6.4	Caída de tensión	42
6.4.1	Calculo caída de tensión en TX2/P42.....	44
7.	Capítulo 3.....	52
7.1	Introducción	53
7.2	Metodología de cálculos mecánicos.....	53
7.3	Criterios de cálculos mecánicos	54
7.4	Ecuaciones implementadas para realizar los cálculos mecánicos	58
7.5	Vano ideal de regulación.....	58
7.5.1	Esfuerzos mecánicos en los apoyos:	59
7.5.2	Teoría del eolovano.....	60
7.5.3	Sobrecargas movidas por el viento	60
7.6	Esfuerzos equivalentes - respecto al apoyo:.....	62

7.6.1	Tablas de cálculos mecánicos	63
7.6.2	Tabla de hipótesis de vano de regulación.	64
7.6.3	Tabla de tendido.....	64
8.	Capítulo 4.....	66
8.1	Listado de unidades constructivas	67
8.2	Listado de materiales	68
9.	Conclusiones	73
10.	Recomendaciones	74
11.	Bibliografía	75
12.	Anexos	77

Índice de figuras

Figura 1: Esfuerzos o cargas en postes	9
Figura 2: Instalación sin cimentación	11
Figura 3: Aislador tipo carrete y soporte horquilla	14
Figura 4: Espiga punta de poste	15
Figura 5: Arandela de presión.....	15
Figura 6: Aislador tipo espiga.....	16
Figura 7: Pararrayo	26
Figura 8: Cortacircuitos	27
Figura 9: Equipos eléctricos en transformador	28
Figura 10: Distancia de corte lateral	30
Figura 11: Posición geodésico del punto de entronque.	33
Figura 12: Punto de entronque.....	34
Figura 13: Diagrama de caída de tensión.....	45
Figura 14: Esfuerzos mecánicos.	59

Índice de tablas

Tabla 1: Rango de esfuerzos máximos de las maderas	11
Tabla 2: Profundidad mínima de entierre	12
Tabla 3: Determinar anclajes por fuerza	18
Tabla 4: Distancia mínima vertical de conductor	25
Tabla 5: Distancia mínima vertical y lateral de conductor	25

Tabla 6: Listado de beneficiario.	35
Tabla 7: Censo de carga típico por vivienda.....	39
Tabla 8: Coeficientes de simultaneidad.	40
Tabla 9: Selección de transformadores.	41
Tabla 10: Resistencia por conductor en función de la temperatura.	44
Tabla 11: Caída de tensión en TX2.....	45
Tabla 12: Caída de tensión en TX1.....	49
Tabla 13: Caída de tensión en TX3.....	49
Tabla 14: Caída de tensión en TX.....	50
Tabla 15: Análisis de resultados.	50
Tabla 16: Ecuaciones para cálculos mecánicos.	58
Tabla 17: Resumen de esfuerzos de apoyos.	60
Tabla 18: Presión del viento.	61
Tabla 19: Características mecánicas de apoyos.	62
Tabla 20: Ejemplo de tabla de cálculos mecánicos.	63
Tabla 21: Tabla para determinar el tense máximo.	64
Tabla 22: Tabla para determinar el tendido del conductor.	65
Tabla 23: Lista de materiales por unidades constructivas.	67
Tabla 24: Listado de materiales.	69
Tabla 25: Presupuesto total.	71

1. Introducción

El desarrollo de un país depende directamente de la calidad de vida de sus habitantes, la cual conlleva a la utilización de nuevas tecnologías y mejoramientos en sus procesos, teniendo un papel vital el suministro de energía eléctrica. El presente trabajo monográfico consiste en el diseño de una red de media y baja tensión, ubicado en la comunidad Jocomico, Municipio San José de Cusmapa, Madriz.

San José de Cusmapa, está ubicado en el departamento del Madriz, tiene una población de 7,000 habitantes de los cuales el 19.03% viven en áreas urbanas y el 80.97% en el área rural; presentando una densidad poblacional de 71.61 habitantes por km² a los cuales el servicio de energía eléctrica favorece a un 72% de la población y el otro 28% no cuenta con servicio eléctrico, este es el caso de la comunidad el Jocomico. (Anónimo, 2019)

El diseño consiste en llevar 3.29 kilómetros de red de distribución a la comunidad Jocomico, para 163 habitantes de 31 casas, se ha diseñado bajo los criterios de construcción de la normativa Enel 98 para postes redondos de concretos, con nivel de tensión 14.4/24.9KV, con sus respectivos cálculos eléctricos, mecánicos, plano eléctrico y presupuesto.

En función de lo planteado, el trabajo monográfico se ha estructurado en cuatro capítulos fundamentales, que se desglosa primeramente en las condiciones topográficas del terreno de la comunidad, con el fin de garantizar el acceso para la construcción y desarrollo de la obra.

Posteriormente realizar la memoria de cálculos eléctricos para determinar la capacidad de los transformadores y la selección de los conductores de media y baja tensión a instalar en el proyecto.

Así mismo el tercer capítulo del diseño se basa en los cálculos mecánicos, para determinar los danajes de los postes ya que por medio de ellos se obtienen los datos de las tensiones ejercidas en los apoyos debido al peso de los conductores, las distancias de los vanos y a las estructuras instaladas en los apoyos.

Finalmente, en el cuarto capítulo se presentará una propuesta de presupuesto, contemplando todos aquellos gastos requeridos en el proyecto, tanto como directos e indirectos.

2. Justificación

El “Diseño de una red de distribución monofásica para electrificación rural de la comunidad Jocomico, Municipio San José de Cusmapa, Madriz.” Pretende diseñar una red de distribución, tomando en cuenta los criterios de construcción de la normativa Enel 98. Dicho proyecto constará con un impacto positivo para la población, ya que beneficiará en el desarrollo sostenible de la comunidad, así como mejorar la calidad de vida de las familias, el incremento de nuevas actividades productivas, generación de empleo y reducción de la pobreza en el país.

“Normas y Criterios para el Diseño de Establecimientos Escolares” dicta que todo establecimiento escolar urbano deberá contar con el óptimo sistema de energía eléctrica que pueda obtenerse en el medio urbano a que pertenezca. En las localizaciones rurales se instalará el servicio cuando sea razonable y lo permita la red de distribución nacional existente. (Ministerio de educación)

Al contar la escuela primaria con los servicios básicos como es la energía eléctrica, los docentes tendrán la disponibilidad de utilizar las herramientas adecuadas para el desarrollo de nuevas estrategias para el aprendizaje, al igual que mejora las condiciones del estudiante en las aulas de clase con un sistema de iluminación adecuado.

Por otro lado, en el sector agropecuario valdrán de nuevas técnicas de producción para el desarrollo de su labor, ya que la energía se utiliza de diversas formas en agricultura como es el bombeo de agua, en maquinaria de laboreo, tratamientos o recolección, en el transporte de los productos desde las fincas a los centros de transformación, comercialización, o hasta los centros de consumo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar el diseño de electrificación rural de media y baja tensión, tomando en cuenta los criterios de construcción de la normativa Enel 98 para postes redondos de concretos, con nivel de tensión 14.4/24.9KV, para los pobladores de la comunidad Jocomico, Municipio San José de Cusmapa, Matriz.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones topográficas de la comunidad Jocomico para garantizar la construcción y desarrollo de la obra.
- Efectuar memoria de cálculos eléctricos conforme a la demanda eléctrica por vivienda, selección de transformadores y caída de tensión, para determinar capacidad de transformadores y las distancias permisibles de caída de tensión.
- Realizar cálculos mecánicos a la red de distribución en media y baja tensión para determinar los danaje de los postes y retenidas a instalar en la obra.
- Estimar el presupuesto del proyecto, contemplando todos los gastos directos e indirectos para la evaluación de la construcción en la obra.

4. Marco teórico

4.1 Delimitación del proyecto

El siguiente diseño de electrificación rural se encuentra en la comunidad Jocomico, a 34 km del municipio de San José de Cusmapa, con una extensión territorial de 98 klms², está ubicado en el departamento de Madriz, entre las coordenadas 13° 17' Latitud Norte y 86° 39' a 274 klms de Managua y a 34 Km de Somoto, la cabecera departamental de Madriz. (Anónimo, 2019)

4.2 Diseño de proyecto

El diseño de proyectos se considera como la fase inicial de un proyecto, en el cual se planifican las características claves, la estructura y los criterios de construcción, con el fin de lograr los objetivos deseados del proyecto. (MST, 2022)

Cabe destacar que un buen diseño garantiza un cronograma de trabajo acertado, a la estrategia y planificación de la ejecución de la obra del proyecto.

4.3 Demanda eléctrica

La demanda eléctrica se conoce como la cantidad de electricidad que una serie de consumidores necesitan para abastecer sus necesidades. (Twenergy, 2019)

4.4 Carga instalada

Se conoce como la carga que será demandada a la instalación en un momento determinado. Esta demanda no es necesariamente la sumatoria de todas las cargas instaladas. Podemos decir entonces que esta es la suma de la demanda máxima de alumbrado y la carga de salidas especiales. (Willis, 2002)

4.5 Factor de potencia

Para medir el grado de eficiencia de un aparato eléctrico, tenemos que saber la relación existente entre la energía consumida y la energía que es útil. Esto se conoce como factor de potencia. (Electrica aplicada, 2014)

4.6 Factor de demanda

Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema a la carga total conectada de un sistema o a la parte del sistema bajo consideración. (Electrica aplicada, 2014)

4.7 Caída de tensión

Es la diferencia de potencial que existe entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo. (concreto., 98)

4.8 Red de distribución

Según (Ramirez, 2004) define que un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que tienen como misión energizar de la forma más segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión ubicados en diferentes lugares.

4.8.1 Estructura de la red de distribución

La estructura de la red se refiere a cómo está formada, es decir, en forma de malla, radial, etc. A continuación, se presentan las más utilizadas:

Estructura radial: Es aquella que tiene un solo camino desde la subestación hasta las cargas. La principal ventaja tiene que ver con el control que se realiza desde un solo punto que es la subestación, su flujo es unidireccional, los esquemas de protección son más simples y sus costos menos elevados.

Estructura en mallas: Posee la ventaja de tener más de un camino para el flujo de potencia, sus costos serán más elevados y su control más complejo.

La estructura dependerá de factores como la ubicación geográfica donde se ubique la red, continuidad de servicio, regulación de tensión y costos (Ramirez, 2004)

4.8.2 Clasificación de los sistemas de distribución

Estos se pueden clasificar en distintos ámbitos como:

Construcción:

- a) Redes de distribución aéreas
- b) Redes de distribución subterráneas

Ubicación geográfica:

- a) Redes de distribución urbanas
- b) Redes de distribución rurales
- c) Redes de distribución suburbanas
- d) Redes de distribución turísticas

Tipo de carga:

- a) Redes de distribución para cargas residenciales.
- b) Redes de distribución para cargas comerciales.
- c) Redes de distribución para cargas industriales.
- d) Redes de distribución para cargas de alumbrado público.

e) Redes de distribución para cargas mixtas.

4.9 Cálculos mecánicos

4.9.1 Esfuerzos permanentes

Esfuerzos debido al propio peso del apoyo, peso del conductor y demás elementos que contiene la estructura como crucetas, aislamiento, etc.

4.9.2 Esfuerzos transversales

El esfuerzo transversal es una carga manifiesta en todos los apoyos y se les debe calcular a cada uno por separado y depende de la presión del viento y del Eolovano.

Se define Eolovano como la semisuma de los vanos adyacentes al apoyo y se utiliza para determinar el esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento sobre el conductor, estos transmiten al apoyo.

4.9.3 Esfuerzos longitudinales

Son los esfuerzos debido al desequilibrio de tracciones que el conductor transmite a la cruceta cuando este se tensa. (concreto., 98)

Estos se pueden dividir en:

- Esfuerzos longitudinales en alineamiento: Los apoyos de alineamiento no perciben esfuerzos longitudinales debido a la tensión del conductor, ya que este solamente se apoya.
- Esfuerzos longitudinales en ángulo: Perciben esfuerzos longitudinales debido a la tensión del conductor, pero estos, al cambiar de dirección en el apoyo se convierten en esfuerzos transversales, aunque son esfuerzos longitudinales horizontales, se consideran como cargas transversales y no como cargas longitudinales.

- Esfuerzos longitudinales en fin de línea: El esfuerzo longitudinal en los apoyos de Fin de Línea, es equivalente al Tense máximo del conductor obtenido en la Tabla de Regulación, ya que es en este punto donde se remata el cable de todo el cantón.

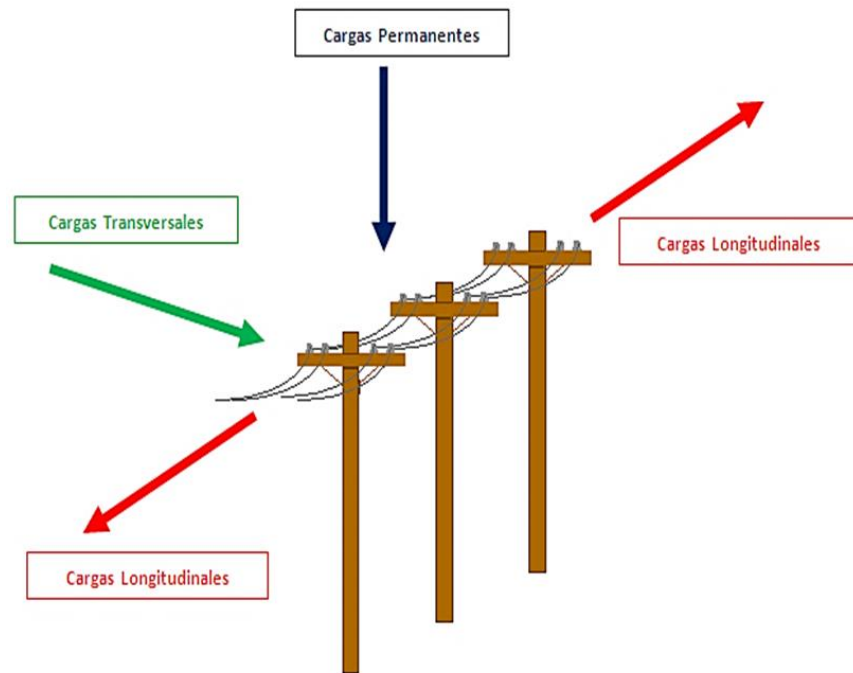


Figura 1: Esfuerzos o cargas en postes

4.10 Criterios de construcción

4.10.1 Postes de concreto y madera

- Naturaleza de los postes

Teniendo en cuenta a (CIED, JUNIO 1998) los postes podrán ser de concreto armado, madera, metálicos u otros materiales apropiados, ya sea de material homogéneo o combinación de varios de los citados anteriormente.

Los materiales utilizados deberán presentar una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos y en el caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos para tal fin.

- Además, se tendrá en cuenta en su diseño constructivo, la accesibilidad a todas sus partes por el personal especializado, de modo que pueda ser realizada fácilmente la inspección y conservación del poste
- Características de los postes de concreto

Los postes de concreto serán de concreto armado o pretensado, compactadas por vibración o centrifugación.

La longitud de los postes de concreto a utilizarse en redes de distribución primarias deberá ser de 10.5, 12 o 14M. La carga de trabajo del poste podrá ser de 100, 200, 300, 400, 500 kg.

4.4.1.1. Especificaciones

Según (ENEL , 98) Los postes utilizados en las líneas de distribución no deberán contener papeles ni anuncios pegados, fracturas, tachuelas o clavos, etc. Así mismo deberán estar libres de todo agujero y cualquier defecto que se considere inapropiado para su instalación, salvo lo estipulado en las especificaciones técnicas.

No se usarán postes que hayan sido arrastrados, golpeados o presenten daños y usados, es decir todo poste a instalar deberán ser nuevos.

Conforme lo describe las normas todo poste de concreto deberá presentar grabado sobre el concreto su fecha de fabricación, fabricante, iniciales del dueño, etc.

- Características de los postes de Madera

Los postes de madera deberán cumplir con las normas ASTM. Además, deberán ser identificados por la especie de madera, grupo, clase y su longitud, así como por el tratamiento preservador administrado, con indicación del año en que fue realizado.

Las maderas apropiadas para postes se clasifican en 5 grupos, de acuerdo al esfuerzo máximo de flexión, utilizando valores correspondientes a madera humedad.

RANGO DE ESFUERZOS MAXIMOS DE LAS MADERAS	
GRUPO	MAXIMO ESFUERZO DE FLEXION kg/cm ²
A	Mayor de 800
B	701 - 800
C	601 - 700
D	501 - 600
E	400 - 500

Tabla 1: Rango de esfuerzos máximos de las maderas

4.4.1.2 Selección de postes

Se tendrá el cuidado de seleccionar postes de 40 pies donde se tenga que instalar transformadores o equipos de protección, salvo excepciones cuando se especifique y apruebe se deberán instalar postes de 35 pies. (ENEL , 98)

4.4.1.3 Profundidad mínima de entierre

Las profundidades de entierre para los postes no deberán ser menores que las establecidas en la Col. N° 1.

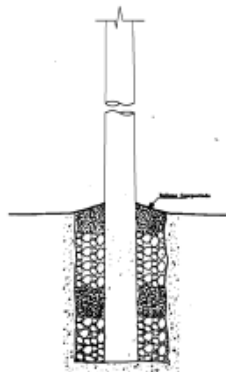


Figura 2: Instalación sin cimentación

Tabla 1.A. LONGITUD DE POSTE PIES	PROFUNDIDA MINIMA DE ENTIERRA (PIES)			
	POSTE DE MADERA		POSTE DE CONCRETO	
	Col.1 En tierra	Col. 2 En roca sólida	Col 1. En tierra	Col2. En roca sólida
25	5.0	3.5	5.0	4.0
30	5.5	3.5	5' 6"	4' 6"
35	6.0	4.0	6' 0	4' 6"
40	6.0	4.0	6' 6"	5' 0
45	6.5	4.5	7' 6"	5' 6"
50	7.0	4.5	8' 6"	6' 0
55	7.0	5.0		

Tabla 2: Profundidad mínima de entierre

Se podrán utilizar los valores de la Col. 2 en los siguientes casos:

a) Cuando el agujero esté sobre roca sólida y sea a próximamente vertical con un diámetro uniforme y lo suficientemente grande para permitir el uso de la barra de apisonar a través de toda su profundidad, siempre y cuando el diámetro del agujero del poste medido no sea mayor del doble del diámetro del poste medido éste a una distancia a partir de su base, igual a la profundidad del agujero. (ENEL , 98)

b) Donde exista una capa de tierra igual o menor a dos pies a sobre roca sólida, entonces igual a lo especificado por la Col.2, más el espesor de la capa de tierra.

4.4.1.4 Instalación de los postes

Los postes deberán estar enterrados con verticalidad, alineados, excepto en puntos de ángulos, esquinas, terminales, uniones o otros puntos de esfuerzo de manera que los conductores queden en línea. (ENEL , 98)

En dichos casos, los postes serán enterrados desviados contra el esfuerzo del conductor no menos de unas pulgadas por cada (10) pies de la longitud del poste y no más de dos pulgadas cada diez pies de longitud del poste, después que los conductores hayan sido instalados a la tensión requerida.

El relleno para la base de los postes deberá hacerse apisonando en toda la profundidad del agujero, a fin de obtener la máxima compactación posible. El exceso de tierra deberá ser acumulado alrededor del poste.

Todos los postes deberán presentar sólidamente incorporados las salidas de puesta a tierra conforme lo describen las normas para postes de concretos. De estos puntos se realizarán los aterrizamiento tanto en la parte superior de las crucetas, para inferior y otros. (ENEL. 1998)

4.4.2 Apertura de hueco y erección de postes

De acuerdo con (ENEL, 1998, Pág. 4) Plantea que para la apertura de hueco y erección de postes se debe de llevar a cabo los siguientes pasos:

- a) Todos los huecos para los postes deberán ser suficientemente amplios para permitir el uso de apisonadores a todo el contorno del poste en la profundidad completa del hueco.
- b) Los terrenos inclinados la profundidad del hueco para los postes siempre será medida desde el lado más bajo del mismo.
- c) La profundidad de entierre para postes en terrenos rocoso solido es descrita en la tabla 1.a.
- d) Luego de colocar los postes deberán quedar alineados y mantenerse a plomo hasta el montaje de su estructura. Estos postes deberán quedar en alineación con los huecos para los pernos en la posición conforme aplicación.
- e) En la construcción de poste de concreto deberán clasificarse, conforme a su función en el punto de erección, teniendo presente la estructura de montaje y las tensiones a que está sometido.
- f) Los huecos para erección de postes se rellenarán con el material adecuado y serán bien apisonados en niveles de no más de 10 cm de espesor.

g) Cuando el material extraído del hueco no sea adecuado para la compactación, deberá obtenerse el material adecuado en los lugares cercanos del sitio de trabajo.

h) Terminada la obra de construcción donde se instaló la estructura, ya sea en área urbano o rural, el área debe quedar libre de material sobrante y desechos.

4.4.3 Montaje de herrajes primarios y secundarios.

4.4.3.1 Soporte de secundarios

Los soportes del secundario están compuestos de un aislador carrete NEMA 53-2, su soporte y su perno de maquina cabeza cuadrada para ser sujetado al apoyo, con su respectiva arandela curva cuadrada y su arandela de presión. Cabe destacar que según la normativa declara que los herrajes que soportan el secundario deberán ser instalados en los postes viendo hacia la calle. (ENEL , 98)



Figura 3: Aislador tipo carrete y soporte horquilla

4.4.3.2 Espiga punta de poste

Cuando se use la espiga punta de poste como soporte del primario deberá instalarse sobre el poste en cualquiera de las siguientes formas:

- a) Al lado opuesto de la muesca de la cruceta.
- b) La espiga punta de poste se instalará con la parte no plana contra el poste de concreto.

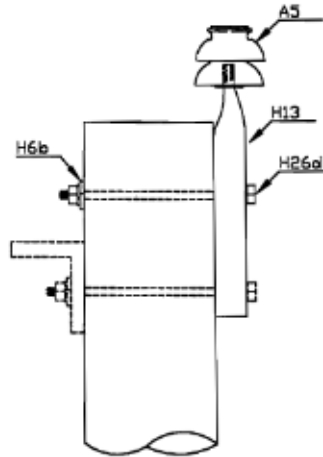


Figura 4: Espiga punta de poste

4.4.3.3 Arandela de presión

Las arandelas de presión sirven para asegurar una sujeción efectiva, evitando el aflojamiento de la fijación debido a las vibraciones, por lo tanto, según la normativa indica que con cada tuerca en herrajes roscados u otro asegurador roscado, se deberá instalar una arandela de presión en todos los pernos.



Figura 5: Arandela de presión

4.4.3.4 Aislador tipo espiga

El aislador tipo espiga es fabricado de porcelana y específicamente diseñado para ajustarse al herraje tipo espiga.

Cuando se usen postes altos para liberar obstáculos tales como edificios, cruce de alambres, pistas bastantes anchas, etc., al nivelar las líneas, los aisladores tipo espiga no deberán ser sometidos a ningún esfuerzo en ninguna dirección de los postes más bajos. (ENEL , 98)



Figura 6: Aislador tipo espiga

4.4.3.5 Retenidas

En todos los casos que se necesite usar una retenida en postes de pino, ésta y los herrajes correspondientes deberán cumplir exactamente lo especificado en las unidades HA-100 B/C, HA-104/C, HA-106/C Y HA-108/C. Similares a los modelos D1-1, D1-2, D3-1, D4-1 equivalente a poste de madera. La estructura HA-100 A/C y HA-100B/C y se deberán usar para ángulos y remates. (ENEL , 98)

- a) Todas las retenidas deberán presentar el guarda retenidas indistintos del lugar donde se apliquen.
- b) En los puntos donde se necesario instalar retenidas, dicho punto deberá ser puesto a tierra, debiendo además seguirse las indicaciones de la unidad de aterrizamiento. Donde sea necesario instalar dos o más retenidas, éstas deberán ser interconectadas entre sí por medio de conductores de conexión apropiada.
- c) En estructura secundaria se utilizarán la estructura HA-100 A/C, equivalente a D3-1.

- d) En casos en que la retenida tuviese que quedar en la calle o cuando en las carreteras quedase muy próxima a la pista, o cuando sea peligrosa por cualquier razón, se deberá usar retenidas HA-106/C (similar a D4-1).
- e) Las retenidas deben ser instaladas antes del tendido de conductores.
- f) Deberán asegurarse que cada retenida instalada deberá desarrollar la efectiva tensión requerida. Cuando se instale en un mismo poste varias retenidas, todas deberán quedar tensada a fuerza participativa correspondiente.
- g) En caso de utilizar doble vientos de retención utilizar HA-108/C equivalente a D1-1.

4.4.3.6 Anclas y varillas

- h) Todas las anclas y varillas de anclajes estarán en líneas con el esfuerzo y deberán ser instaladas de manera tal que la varilla sobresalga 6 pulgadas aproximadamente del nivel del suelo. En campo cultivados o en otros sitios en que se juzgue necesario, se permitirá que la varilla de anclaje sobresalga hasta 12 pulgadas para prevenir que el ojo de la misma quede enterrado.
- i) En terrenos suaves, es decir que no ofrecen resistencia a la abertura de agujeros, se usará la unidad de anclaje Ha-100 B/C. En caso que el terreno sea flojo se usará la unidad HA-108/C y conforme a entierre de ancla con piedra compacta HA-101/C y D-5 en correspondencia a la fuerza que se necesita contrarrestar.
- j) En claros relativamente largos se deberá calcular dicha fuerza a fin de determinar la unidad de anclaje correspondiente.

Fuerza Axial en Lbs.	Unidad de Anclaje. a usarse.
Menos de 8,000 lbs	D-2-1
de 8,000 a 10,000 lbs	D-1-1 ó HA-100B/C
de 10,000 a 12,000 lbs	D-1-2 ó HA-108/C
de 12,000 a 16,000 lbs	

Tabla 3: Determinar anclajes por fuerza

El relleno de todos los huecos de anclas deberá hacerse apisonándose fuertemente en su profundidad total.

El cable de acero galvanizado usado para la retención deberá quedar aislado a punto medio, a través de un aislador de retenida a fin de interrumpir cualquier conexión y conducción de descarga que se pueda resultar a través del cable.

El constructor debe asegurarse de que las anclas desarrollen efectivamente resistencia necesaria, para lo que usará el material de relleno adecuado.

4.4.4 Puestas a tierras

Se define como puesta a tierra, como la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de la instalación, en el cual consiste en electrodos enterradas en el suelo, con objeto de conseguir que no exista diferencia de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o la de descarga de origen atmosférico. (Ciprotec, 2016)

A continuación, se presentan las especificaciones de puesta a tierra por la normativa:

Los electrodos de conexión a tierra, deberán ser enterradas de acuerdo a las unidades de aterrizamiento PR-101/C y PR-102/C (M2-1). (ENEL , 98)

Las varillas utilizadas como electrodos de conexión a tierra serán varillas de hierro bañado en cobre de 5/8" x 8" y deberán ser enterrados en tierra compactas que no haya sido removida.

La parte superior de la varilla deberá estar por lo menos 12 bajo la superficie de la tierra, será fijado a este por medio de una mordaza y asegurado al alambre de puesta a tierra del poste con conectores.

Todos los puntos en donde se tengan que instalar transformadores, medidores, reguladores, recerradores, cuchillas seccionadoras, capacitores, grupos de interruptores, pararrayos, etc, deberán ser indiscriminadamente puestos a tierra.

En un punto del sistema, donde un equipo esté protegido por pararrayos, tanto el equipo, como el conductor de puestas a tierra del sistema y los pararrayos, deberán ser conectados al conductor del electrodo de conexión a tierra común, por medio de conductores de conexión a tierra apropiadas.

Cuando se usen varillas como electrodos de conexión a tierra, nunca se deberán enterrar en el agujero del poste.

En donde se coloque equipos y siempre que sea posible se deberán reducir la resistencia a tierra a 25 ohmios.

Normalmente esto se puede realizarse colocando varias varillas adicionales en serie o en paralelo tal como se indica la unidad PR-102.

Deberá tenerse mucho cuidado de cumplir con las puestas a tierra de circuitos y equipos, tal como se indica en estas normas, ya que con ello se elimina una gran cantidad de problemas en distribución, tales como fallas de equipo y operación de fusibles. (ENEL , 98)

El conductor a conexión a tierra deberá ser #4 de acero galvanizado, cobre salvo aprobación expresa. Todos los postes de concretos deberán suministrarse con las salidas de puestas a tierra firmemente colocado en el interior de los mismos y saldrán al exterior a través de las perforaciones correspondientes conforme lo señalan las fichas técnicas ET-PC4 y ET-PC5.

La varilla de tierra deberá instalarse a una distancia de 24 pulgadas del poste y 12 pulgadas bajo nivel del terreno. La conexión a la varilla a tierra es rígida ajustada por un conector.

4.4.5 Especificaciones de estructuras

En los montajes primarios monofásicos de media tensión se deberá considerar:

- a) En tramos rectos o con ángulos muy pequeños comprendidos hasta 5° se deberá usarla estructura o montaje tangentes denominados MT-601.
- b) En tramos con ángulos comprendidos de 6° a 30° se debe usar la estructura MT-602.

- c) En tramos con ángulos comprendidos entre 30° a 60°, se deberá usar la estructura MT-603, siempre que el conductor sea pequeño y permita doblado sin deteriorarse. En el caso contrario se deberá usar la estructura MT-604.
- d) En tramos con ángulos muy grandes comprendidos entre 60° a 90° deberá usarse la estructura MT-604.
- e) En todo remate sencillo de línea deberá usar una estructura MT-605.

4.4.6 Conductores

4.4.6.1 Selección y uso de conductores

Según (ENEL , 98), en general se deberá usar conductor ACSR en toda construcción nueva de primario y neutro. El conductor ACSR puede combinarse con conductores de cobre (en el caso del bajante a tierra).

El secundario ACSR ó AA deberán estar bajos los conductores primarios o bien los conductores del secundario podrán estar bajo el neutro común como el primario.

El calibre mínimo del conductor ACSR ó AA que se permite es el #2, a excepción del dúplex #6 AA. El conductor primario troncal e áreas urbanas no deberá ser menor del #1/0 y el #2 se podrá usar en ramales de derivaciones cortas, salvo excepción del #4 en derivaciones bastantes cortas y que presente poca carga y donde las amplificaciones son improbables. (ENEL , 98)

En líneas secundaria el calibre mínimo permitido será AA #2 AWG forrado con neutro desnudo (cable multiplex).

Todas las acometidas aéreas se efectuarán con conductores tipo intemperie o cables múltiples. En las líneas nuevas se deberá usar un conductor neutro de un número inferior o igual a los de fase y el conductor no deberá ser una menor de 4/0 ACSE o equivalente ni menor del #4 ACSR equivalente. (ENEL , 98)

4.4.5.2 Manejo de conductores

El constructor deberá tener cuidado que el personal de obra en el manejo de conductores a fin de que no se mal traten, ni puedan ser arrollados por vehículos y ganado.

- a) El carrete y el cable deberán ser examinados, a fin de determinar cortadura, dobleces, quiebres u otros daños. En determinados casos la porción defectuosa deberá cortarse y el conductor deberá ser empalmado.
- b) Se deberá evitar que el conductor sea arrastrado por el suelo, cercas u otras superficies y que sea prensado por vehículos o pisoteado por animales.
- c) Las líneas deberán ser halados y tendidos mediante carretes, rodillos garruchas de tendido debidamente montados en postes o crucetas, previamente colocadas, por la que se deslizara el conductor para evitar cualquier resistencia del conductor al ejecutar el tendido con el cuidado de no dañarle su superficie ni retuerza.

4.4.5.3 Amarre de los conductores

Los conductores deberán ser atados en la parte superior de la ranura del aislador si estos son del tipo espiga y están en estructura tangente, debiendo la ranura estar en líneas paralelas con el conductor

Los conductores serán atados al lado del aislador de espiga, opuesto al esfuerzo, cuando sean estructuras para ángulo.

4.4.5.4 Conductores de conexión

- Bajantes

De acuerdo con (ENEL, 1998) todos los bajantes a equipos de transformadores, recerradores, etc. Deberán tener una capacidad de corriente no inferior a la del conductor cobre N°4 AWG.

4.4.5.5 Secundarios y acometidas de servicio

Los conductores secundarios por lo general deben ser desnudos, salvo casos muy especiales forrados o conductores múltiples. Los conductores serán flechados de acuerdo a las especificaciones. Los conductores secundarios debajo de líneas primarias serán normalmente desnudos excepto los conductores de acometidas.

Los secundarios y bajantes de servicio deberán ser instalados de tal manera que no se obstruya el acceso a los puntos más altos.

En el secundario no deberá haber más de un empalme por conductor y por vano, debiendo estas ubicados a 3 metros del soporte del conductor. Donde los mismos conductores forrados múltiples sean usados para secundarios y bajantes de servicios podrán ser instalados en fila continua. (ENEL , 98)

- Flechado de conductores

Todos los conductores deberán ser flechados por igual después del tendido según las recomendaciones del fabricante y en forma tal que en ningún momento se sobrepasen las normas de seguridad estipuladas. Se permitirá un incremento máximo de 3 pulgadas sobre la flecha especificada por el fabricante, sin embargo, bajo ninguna circunstancia se permitirá una disminución en la flecha especificada.

- Mordaza para línea viva y conectores

En todas las instalaciones de mordaza para línea vivas la mordaza y el conductor de conexión (jumper) deberá ser instalado de tal manera que estén permanentemente ligados del lado de la carga permitiéndole al conductor de conexión quedar desenergizado, cuando la mordaza se desconecte. Esto se aplica en todos los casos aun cuando el trazado de la línea sea tal que la derivación actúe como retorno principal a la fuente de energía. Siempre se deberán preferir los conectores de compresión tipo H y C a los conectores ranurados de rosca.

Cuando se instalen conectores de compresión se deberá tener el cuidado que la máquina de compresión este ajustada apropiadamente, que el conector y el dado sean del calibre apropiado y a la vez se hagan el número de muescas requeridas.

Siempre cuando sea necesario conectar conductores de cobre con otro de aluminio, se deberá usar un conector de aluminio debiendo el conductor de cobre colocarse sobre el de aluminio para minimizar la corrosión. (ENEL , 98)

Todos los conductores ACSR con alma de acero trenzado deberán empalmar con un manguito de tensión standard, mientras que los conductores forrados deberán empalmarse con conectores aislados de compresión o conectores de compresión de servicio aislados con cubiertas. (ENEL , 98)

- Varillas de armar

Los conductores desnudos se deberán proteger en los puntos de contactos con los aisladores de espigas o punta de poste con alambre de amarre o varilla de armar. Todos los conductores desnudos ACSR instalados en mordazas de suspensión deberán ir protegidos con varilla de armar. Los cables aéreos forrados podrán amarrarse a los aisladores de tipo espiga, carrete y punta de poste sin quitarse los forros. En los puntos de remate los cables deben ser instalados sin el forro. (ENEL , 98)

- Alambre de amarre

El alambre de amarra que se deberá usar es el número N° 6 AA.

- Remate preformado

Los conductores desnudos se deberán proteger en los puntos de contactos de la superficie de horquillas y grilletes con remate preformado.

La temperatura ambiente a la hora y lugar del flechado será hecha con un termómetro certificado con graduación impresa sobre vidrio. (ENEL , 98)

4.4.5.6 Distancia de seguridad mínima

Las distancias mínimas de seguridad cumplen una doble función:

- Limitar la posibilidad de contacto entre personas y circuitos o equipos
- Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con las instalaciones de otros o con la propiedad pública o privada.

Tipo de superficie el conductor	<u>Distancia vertical mínima</u> <u>(metros)</u> <u>Voltaje fase a tierra.</u>		
	Voltaje de operación (KV)		
	<u>0 - 0.75</u>	<u>0.75-13.8</u>	<u>13.8 - 24.9</u>
Cruce de rieles	8.3	8.6	9.1
Cruce de calles	5.5	6.0	6.3
Cruce sobre carreteras	7.0	7.0	7.0
A lo largo de caminos rurales	4.0	5.5	5.73
Terrenos cultivados y zonas Forestales	5.5	6.1	6.40
Espacio libre a peatones.	4.6	4.6	4.80
Zonas acuáticas	4.6	5.2	5.2

Tabla 4: Distancia mínima vertical de conductor

Claros mínimo entre conductores y	<u>Distancia vertical mínima y lateral de conductor.</u> <u>(metros)</u>		
	Voltaje nominal entre líneas (KV)		
	<u>0 - 0.75</u>	<u>13.2</u>	<u>24.9</u>
Superficie de soporte	0.05	0.10	0.16
Retenidas	0.15	0.18	0.26
Neutro o mensajero.	0.15	0.20	0.32

Tabla 5: Distancia mínima vertical y lateral de conductor

4.4.5 Transformadores

4.4.5.1 Estructuras de bancos de transformadores

Los bancos de transformadores deberán ser montados y conectados de acuerdo a las estructuras TR-104, TR-105, TR-10.6-1, TR-106-2, TR2-211-1, TR2-211-2, TR2-305, TR2-306, TR2-360, TR2-500.

4.4.6 Pararrayos

Los pararrayos cumplen la función de garantizar la protección de los transformadores, frente a los rayos o sobretensión que se presenten en alguna actividad atmosférica. Por lo tanto, cada transformador deberá ser protegido contra sobre voltaje por medio de este elemento instalado en el lado primario, el cual estará colocado eléctricamente delante del fusible, con el fin de preservarlo de las descargas del pararrayo.



Figura 7: Pararrayo

4.4.7 Cortacircuitos

El cortacircuitos es el elemento de protección, que se utiliza para interrumpir el paso de la corriente eléctrica en el caso que la misma exceda su límite.

Dicho esto, según la norma nos indica que se instalará un corta circuito fusible en cada fase primaria de cada transformador.



Figura 8: Cortacircuitos

4.4.7.1 Conductores de conexión

Como lo indica la normativa ENEL 98, todos los conductores de conexión o también conocidos como jumpers, el primario y secundario de las terminales del transformador, deberán ser de cobre y el calibre apropiado. La conexión entre la línea de alimentación en M.T. y el CT se realizará con conductor desnudo de cobre AWG # 2 ó ACSR 4/0 mediante una conexión amovible.

El orden de conexión de los elementos será:

- 1.-Línea de M.T. (conexión amovible).
- 2.-Seccionador fusible de expulsión.
- 3.-Borna del pararrayos.
- 4.-Borna de M.T. del transformador.

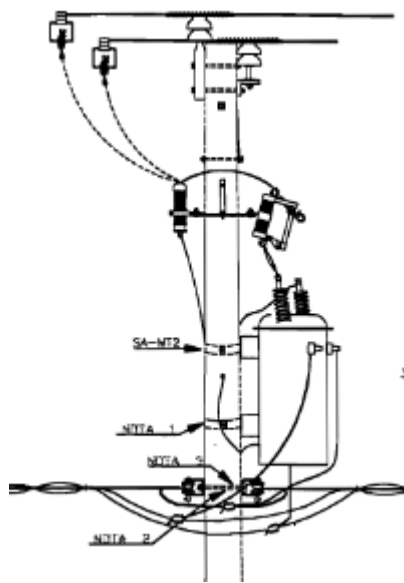


Figura 9: Equipos eléctricos en transformador

4.11 Derecho de vía y limpieza

4.5.1 Derecho de vía

A continuación, se presentan aquellos requisitos legales para construir:

- a) El interesado deberá garantizar escrito a la Empresa Nicaragüense de Electricidad que tiene derecho legal para construir las líneas en una faja de tierra cuyas dimensiones están especificadas.

Este derecho de vía comprende una faja de terreno, por debajo de las líneas eléctricas y en dirección a la trayectoria de la ruta de la línea, agregado una faja de terreno en su lado lateral desde los caminos públicos que sirven de acceso a ellas, a fin de realizar actividades de construcción y mantenimientos de las líneas eléctricas.

El ancho de la faja, palas líneas de distribución será de 12 metros en zonas montañosas y 6.1 metros en potreros, cerca de carreteras.

- b) En caso que el derecho vía atraviesa terrenos cultivados, se deberá indicar la zona para el movimiento de los grupos obras civiles y quipo de manera que cause el menos daño posible a propiedad, cultivo.
- c) La firma constructora no será responsable por terrenos cultivados dentro del derecho de vía necesaria para la construcción de obra.
- d) Siempre que se trabaje o se construya una línea de distribución, se deberá tener el cuidado necesario a fin de prevenir interferencias con líneas adyacentes. Así también no efectuar corte en las líneas de telefónicas o TV cable o de distribución sin el previo aviso y autorización correspondiente.
- e) Siempre que se realice una excavación ya sea para colocar un poste, un ancla o para enterrar una varilla de polo a tierra, se deberá tener el cuidado de no dañar cables subterráneos o tuberías de aguas potables y negras.
- f) Los daños ocasionados a propiedades de un tercero, deberá ser pagados por la firma contratista.

4.5.2 Limpieza del derecho de vía

- a) La limpieza de derecho de vía será indispensable, deberá ser previamente autorizado por ENEL.
- b) En zonas rurales dentro de una faja no menor de 6.10 metros de ancho se deberán eliminar todos los arbustos y despejar la maleza, los árboles de los bordes deberán ser podados, simétricamente si fuera posible a fin de prever daños posteriores. Los árboles que al caer pueden interferir con el buen funcionamiento del circuito y que se encuentren fuera del derecho de vía deberán ser recortados.
- c) Los árboles que interfieran las líneas y sean seleccionados para ser recortados conforme describe las especificaciones, presentarán un corte lateral menor de 2 metros.

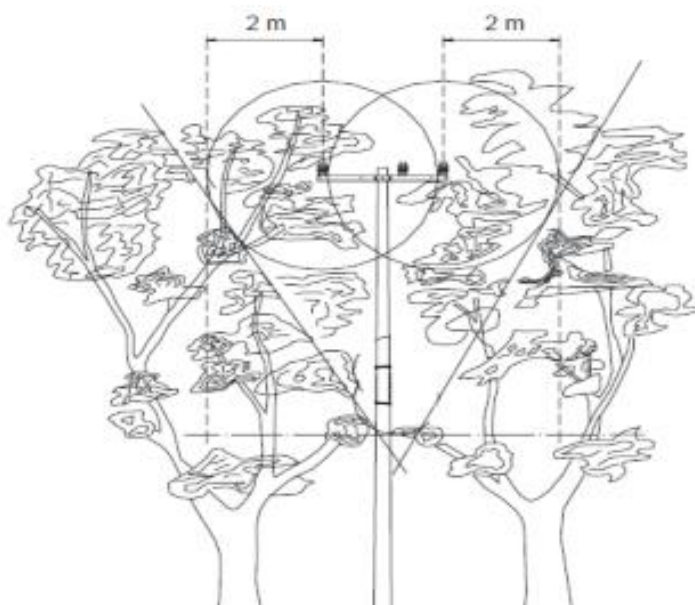


Figura 10: Distancia de corte lateral

5. Capítulo 1

“Condiciones topográficas del terreno”

5.1 Introducción

En este capítulo se desarrollará las condiciones topográficas del terreno de la comunidad Jocomico, con el fin de determinar las condiciones y estado de accesos por donde transcurrirá la red de media tensión, para definir los alcances necesarios a ejecutar en la obra.

Una vez que sean delimitados los accesos se procederá a determinar la red eléctrica existente más cercana a la comunidad Jocomico, en la cual se conectara la nueva extensión de red MT – monofásica, con niveles de tensión 14.4/24.9 kV, posteriormente se determinara la ubicación exacta de los habitantes que serán beneficiados para dicho proyecto y por último se realizara diseño tomando en cuenta los criterios de construcción con Norma Enel 98, en donde se definirá los tipos de alcances a realizar.

5.2 Condiciones topográficas del terreno

Las condiciones topográficas del terreno se evalúan con respecto a la accesibilidad para efectos de construcción, inspección y mantenimiento que tiene la comunidad para llevar a cabo el proyecto. Este proceso se realiza mediante un recorrido sobre la trayectoria por donde se construirá la obra, que se determina bajo inspección visual para valorar el acceso a las unidades de transporte que se utilizarán para dicha construcción.

En las valoraciones a las condiciones topográficas, en caso de ser negativas se sugieren alternativas de mejoras de accesos que permiten a las unidades de transporte movilizarse adecuadamente.

Para esta obra, se realizó recorrido e inspecciones visuales donde se encontraron accesos en buen estado óptimos para construcción, inspección y mantenimiento, por lo tanto, se procede a diseñar bajo normativa para postes de concretos.

5.3 Determinar punto de entronque

El punto de entronque se define como la ubicación exacta en donde se conectará la red MT existente con la red a construir. Este se localizará por el punto más cercano situado al proyecto.

Para esta obra, se define como punto de entronque, la red MT existente ubicada en la comunidad “Las Malvas”, perteneciente al mismo municipio de San José de cusmapa, dicha red tiene como nivel de tensión 14.4KV con calibre de conductores fase más neutro 1/0 ACSR, que está conectada del circuito (YGA-4020) de la subestación Yalaguina, como punto de referencia el centro de transformación con matrícula CT: N11956, BDI: 120066, en las coordenadas X:535271 Y:1461023.



Figura 11: Posición geodésico del punto de entronque.



Figura 12: Punto de entronque.

5.4 Ubicación exacta de los beneficiarios

Para realizar diseño del proyecto, se requiere la cantidad de viviendas y ubicación exacta de las mismas, para correcta ubicación de los centros de transformación de voltaje y conductores que garantizarán el servicio domiciliario, así mismo la cantidad de alcances y longitud del proyecto. En estas obras rurales la ubicación de los beneficiarios varía entre sí, con diferentes medidas a la vía pública, por donde transcurrirá la red MT.

En la siguiente tabla se presentará la lista de los 31 habitantes beneficiados del proyecto, con sus distancias y punto de alimentación.

LISTADO DE BENEFICIARIOS COMUNIDAD JOCOMICO_MADRIZ				
No.	Nombre del Usuario / Dueño de la vivienda	# de Cédula	Punto	Acometida (m)
1	Manuel de Jesus Diaz Izaguirre	Pendiente	P-3	360 mts
2	Denis Antonio Diaz Gonzales	Pendiente	P-3	377 mts
3	Secundino Diaz	Pendiente	P-2	400 mts
4	Flor de Maria Gonzales	Pendiente	P-2	400 mts
5	Angelina Diaz Guevara	Pendiente	P-2	460 mts
6	Bertha del Carmen Vasquez Ruiz	Pendiente	P-2	480 mts
7	Francisco Calix Ruiz	Pendiente	P-2	493 mts
8	Nicolas Garcia	Pendiente	P-2	500 mts
9	Zoila Alvarado Mendez	Pendiente	P-12	50 mts
10	Edy Ramon Martinez	Pendiente	P-12	350 mts
11	Anastacia Mejia Perez	Pendiente	P-12	420 mts
12	Katalina Mendez Miranda	Pendiente	P-39	40 mts
13	Ileana Ester Alvarado Mendez	Pendiente	P-39	100 mts
14	Felix Vasquez	Pendiente	P-42	25 mts
15	Domingo Alvarado	Pendiente	P-42	40 mts
16	Isidro Gonzales Martinez	Pendiente	P-42	70 mts
17	Milton Vasquez	Pendiente	P-42	90 mts
18	Elvin Alejandro Mendez Alvarado	Pendiente	P-44	30 mts
19	Jairo Cristino Alvarado Mendez	Pendiente	P-45	70 mts
20	Electerio Mendez Velasquez	Pendiente	P-45	50 mts
21	Jaime Mendez Alvarado	Pendiente	P-46	25 mts
22	Harvin Antonio Mendez Alvarado	Pendiente	P-46	40 mts
23	Samuel Antonio Alvarado	Pendiente	P-53	30 mts
24	Francisca Mendez Velasquez	Pendiente	P-53	200 mts
25	Ramon Alvarado Mendez	Pendiente	P-53	150 mts
26	Carlos Rene Alvarado Mendez	Pendiente	P-53	200 mts
27	Escuela Sagrada Familia	Pendiente	P-55	50 mts
28	Vladimir Mendez Muñoz	Pendiente	P-55	80 mts
29	Benjamin Mendez Velasquez	Pendiente	P-52.4	50 mts
30	Brenda del Socorro Alvarado Mendez	Pendiente	P-52.4	70 mts
31	Juana Lopez Alvarado	Pendiente	P-52.4	70 mts

Tabla 6: Listado de beneficiario.

5.5 Levantamiento MT/BT

El levantamiento se caracteriza por realizarse de forma clara, legible, cumpliendo con las solicitudes y consideraciones recibidas por parte de DN-DS, con lo necesario para realizar el diseño de manera óptima.

A continuación, se describirá los pasos para el levantamiento en campo del diseño a realizar:

- Primeramente, se debe utilizar un plano de BDI o Google Earth, de tal forma que la cartografía se ajusté lo real en campo, de ser lo contrario se irán haciendo las debidas modificaciones, tomando en cuenta los accidentes geográficos y viviendas que no estén representadas.
- Posterior se irá trazando la trayectoria de la red aérea de media tensión en el plano a mano alzada, iniciando desde el punto de entronque hasta el último beneficiario del proyecto, apoyándose con el GPS, cámara (registro fotográfico), odómetro y cinta de 100mts.
- Se determinará la ubicación de los postes de acuerdo a las soluciones técnicas más óptimas que se presentan en campo, de acuerdo a los accidentes geográficos que se presentan en el terreno. La ubicación de los postes definirá la estructura y retenida de acuerdo al ángulo que se presente.
- Los centros de transformación se instalarán en aquellos puntos donde se cumpla con el 5% permisible de caída de tensión, garantizando el servicio a cada beneficiario.
- Una vez de haber concluido con el levantamiento a mano alzada, tomando en cuenta los accidentes geográficos, ubicación de postes, retenidas y centros de transformación, se procede a realizar el diseño por medio del track marcado por el GPS.
- El diseño se realizará por medio del software de diseño asistido por computadora AutoCad con la simbología de la norma ENEL 98 que se mostrará en anexos.

En anexos se adjuntan tabla de estaqueo y plano eléctrico desde la pág. 92 – 95, 104.

6. Capítulo 2

“Memoria de cálculos eléctricos”

6.1 Introducción

En el desarrollo del siguiente capítulo se aplicará el método explicativo, teniendo en cuenta a (Sampieri, 2014) los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales.

Por otra parte para realizar los cálculos eléctricos, primeramente se determinará la demanda eléctrica de las viviendas a conectar a la red de baja tensión, posteriormente se procederá a realizar la selección del calibre de conductor de la red de baja tensión por medio del cálculo de caída de tensión y por último se seleccionara la capacidad y cantidad de transformadores a instalar en la comunidad Jocomico, para facilitar los cálculos se utilizaran unas tablas de Microsoft Excel suministrada por DN-DS.

Los cálculos se realizan con la finalidad de demostrar y asegurar que el diseño cumple con las normas establecidas en la norma ENEL y Disnorte, Dissur.

6.2 Demanda eléctrica

La demanda eléctrica se refiere a la cantidad de energía eléctrica que se necesita en un momento determinado para satisfacer las necesidades de consumo de un determinado sistema eléctrico. Se mide en unidades de potencia, generalmente en kilovatios (kW). La demanda eléctrica puede variar según la hora del día, la temporada y el tipo de consumidor.

A continuación, se procede a determinar la demanda eléctrica para los clientes beneficiados a conectar a la red de baja tensión, de acuerdo con (Juárez, 1995) explica que la determinación de las cargas es la primera etapa en el proyecto de cualquier sistema de distribución de energía eléctrica ya que en base a ellas se realizan los diferentes tipos de cálculos eléctricos como:

- Selección de transformadores.
- Caída de tensión.

Para este diseño eléctrico se determinó un censo de carga típico por vivienda, ya que la demanda eléctrica en zonas rurales suele ser diferente a la demanda en zonas urbanas debido a las diferentes actividades y necesidades energéticas de la población rural, por lo tanto, en la tabla 1 se muestra el censo de carga típico por vivienda para este proyecto, obteniendo como resultado un consumo de **0.43 KVA**.

Donde:

- FP: Factor de potencia
- Fd: Factor de demanda

CENSO DE CARGA TÍPICO POR VIVIENDA			
No.	Descripción	Potencia (Kw)	Potencia Total (Kw)
2	Lámparas incandescentes de 40 W	0,08	0,16
1	Televisor B/N 12 pulg, de transistores	0,17	0,17
1	Radio 60W	0,06	0,06
1	Refrigeradora	0,11	0,11
1	Abanico de 30"	0,18	0,18
	Fp 0,95	TOTAL (KW)	0,68 kW
	Fd 0,6	Los KVA resultante es:	0,43 KVA

Tabla 7: Censo de carga típico por vivienda.

6.3 Selección de transformadores

Una vez determinada la demanda eléctrica típica por vivienda se procede a la selección del transformador de distribución, el cual se caracteriza por ser el elemento más importante en el sistema eléctrico de distribución, ya que se encarga de transformar el voltaje del sistema de distribución primario hasta el sistema de distribución secundario o redes de baja tensión, por tal razón, la selección de un transformador es muy importante para un sistema de distribución, debido

a que las pérdidas que se presentan en la máquina con llevan afectaciones económicas en las redes, por ende el cálculo de un transformador de distribución, se realiza con la mayor proximidad a la realidad y acorde a los consumos de todos los suministros propuestos a alimentar.

La selección de un transformador consiste en la sumatoria de todos los clientes, luego se considerará que las cargas de los usuarios no estarán conectadas de forma simultánea, es decir tal y como se indica en la siguiente tabla establecida en la norma DN-DS. Además, se tomó en cuenta el crecimiento anual de la carga y proyectando el transformador a diez años.

Coefficiente de simultaneidad	
Suministros	Factor
1	1.00
2 a 4	0.80
5 a 15	0.60
16 o más	0.40

Tabla 8: Coeficientes de simultaneidad.

Por otra parte, se debe de optimizar la potencia del transformador entre el 70 al 90 % de su capacidad nominal, procurando dejar siempre un margen para el crecimiento de futuras cargas en el sector.

La distribuidora implementa en sus proyectos transformadores de distribución del tipo convencionales y auto protegidos.

- Transformador convencional: tiene como características particulares que cada uno de los extremos del devanado primario de alto voltaje sale a través de la tapadera del tanque por medio de dos bujes dieléctricos o bushings primarios, también es necesarios proteger este tipo de transformador con equipos adicionales, como fusible (cortacircuitos) y pararrayos.

- Transformador auto protegido: a diferencia física con el convencional, este solamente cuenta con un bushings primario, además cuenta con un fusible de protección de alta tensión interno (Magnex), incluyendo el montaje del pararrayo en la cuba del transformador.

A continuación, se presenta una hoja de cálculo Excel donde se muestran los transformadores de distribución seleccionados los cuales brindaran servicio de energía eléctrica a los beneficiarios de la comunidad Jocomico.

CALCULO DE TRANSFORMADOR					
No. DE VIVIENDAS	Fc. DE SIMULT.	POTENC. (KVA)	TF SELEC. (KVA)	PUNTO DE UBICACION	Regimen de trabajo
3	0,8	1,39	5	P12	27,7%
11	0,6	3,81	5	P42	76,2%
9	0,6	3,12	5	P53	62,3%
TOTAL 23		8,3 kVA	15 kVA		
	Crecimiento Anual de Carga		3,00%		
	Numero de Años Proyectos		10 años		

Tabla 9: Selección de transformadores.

De acuerdo a la tabla 3 se llegó a las siguientes conclusiones:

- Seleccionar en el punto P12 un transformador de 5 kVA el cual quedaría trabajando al 27.7% de su capacidad nominal.
- Seleccionar en el punto P42 un transformador de 5KVA el cual quedaría trabajando al 76.2% de su capacidad nominal.
- Seleccionar en el punto P53 un transformador de 5KVA el cual quedaría trabajando al 62.3% de su capacidad nominal.

6.4 Caída de tensión

En esta etapa del proyecto, es en donde se determina el calibre de conductor adecuado para las redes de baja tensión que serán alimentadas por los bancos de transformadores monofásicos previamente seleccionados, dicho conductor aéreo deberá de ser capaz de alimentar a todos los suministros de la comunidad el Jocomico, Madriz.

Para la selección de conductores de baja tensión será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea, debido a la propia resistencia de los conductores. De acuerdo con Proyecto Tipo líneas eléctricas aéreas de baja tensión V5 (2002), explica que “El cálculo de caída de tensión se realiza desde los bajantes del transformador hasta el punto donde finalice el tendido de las líneas de baja tensión. Se considerará un buen cálculo el que dé como resultado que la caída de tensión no sobrepase el 5% del voltaje entre línea- neutro o línea- línea.

Es permisible que exista hasta un 4.2% de caída de tensión en el punto donde termine las líneas BT, fuera de eso se considerará la instalación de un conductor de mayor calibre ya que por norma no se permitirá más del 0.8% de caída de tensión en la acometida de servicio. Para facilitar el cálculo de caída de tensión se realizará con una tabla de cálculos en Microsoft Excel suministrada por DN-DS.

En el caso de las líneas monofásicas bitensión (120/240 V) a tres hilos se considerará la carga equilibrada y, por lo tanto, equivalente a una línea monofásica a 240V. Además, para el cálculo de las caídas de tensión en las redes se considerará que las cargas de los usuarios no estarán conectadas de forma simultánea.

Partiendo de las características eléctricas de los conductores de energía, como son su resistencia eléctrica (R) y su reactancia óhmica (X), es posible calcular la sección adecuada de calibre de conductor, para la conducción de corriente, cuando se limita la caída de tensión por transporte de energía a un determinado valor, mediante el cálculo de la impedancia óhmica a un determinado factor de potencia.

La caída de tensión expresada en tanto por ciento, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$e = 10^5 \cdot \frac{[(R_f + R_n) + (2 \cdot X \cdot \operatorname{tg} \phi)]}{U^2} \cdot P \cdot L \quad (\%)$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión (V).

e: Caída de tensión relativa (%).

R_f : Resistencia del conductor de fase (Ω/km).

R_n : Resistencia del conductor de neutro (Ω/km).

X: Reactancia del conductor (Ω/km).

ϕ : Desfase entre tensión e intensidad.

U: Tensión entre fases (V).

P: Potencia consumida al final de la línea (kW).

L: Longitud del tramo de línea (km).

Para los valores de resistencia, se considerará la siguiente tabla de acuerdo al calibre de conductor:

Resistencia por conductor en función de la temperatura			
Conductor	R'_{20} (Ω/km)	R'_{75} (Ω/km)	R'_{90} (Ω/km)
Cu #8 AWG	2,275	2,767	2,901
Cu #6 AWG	1,431	1,740	1,825
Cu #4 AWG	0,900	1,095	1,148
AAC #6 AWG	2,155	2,416	2,633
AAC #2 AWG	0,860	1,051	1,103
AAAC #2 AWG	0,999	1,220	1,281
AAC 1/0 MCM	0,539	0,658	0,691
AAAC 1/0 MCM	0,626	0,765	0,803
AAC 4/0 MCM	0,269	0,329	0,345

Tabla 10: Resistencia por conductor en función de la temperatura.

Para el valor de la reactancia tanto en el caso de los conductores trenzados en haz se adopta el valor de $X = 0,1 \Omega/\text{km}$, que se puede introducir en los cálculos sin error apreciable.

6.4.1 Cálculo caída de tensión en TX2/P42.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para cada una de las extensiones de red de baja tensión asociadas por transformador y se mostrara el ejemplo de caída de tensión del transformador 2 propuesto a instalar en el punto P42.

Para el cálculo de caída de tensión del transformador TX2 se realizó un diagrama de caída de tensión por tramos para poder facilitar los cálculos a como se muestra en la siguiente figura1 y posteriormente se insertaron datos en la hoja de cálculo 1.

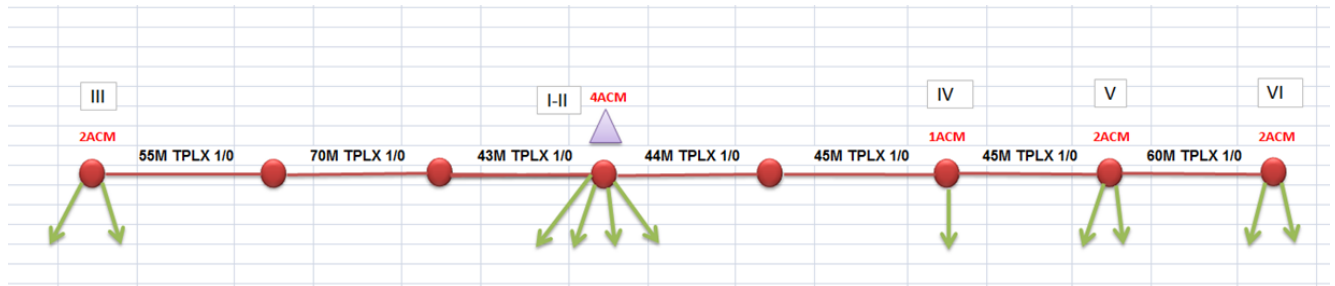


Figura 13: Diagrama de caída de tensión.

Datos

Tipo de red: Rural
 Nivel de potencia: Especial
 cos fi: 0,90
 N° tramos: 5
 N° CT: PUNTO P42 TX2: 5KVA

Calcular Tabla

Borrar Datos Tabla



Las secciones de los conductores son correctas
 La c.d.t. en el cond. de línea o en el cond. de acom. es superior a la permitida
 La c.d.t. tanto en el cond. de línea como en el cond. de acom. es superior a la permitida

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	N° clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)	C. de T. nudo final (%)	
1	2	Línea	1F	240/120	Trip. 1/0	11	1,5	5,17	23,93	7,75	0,02	0,02	Ok!
2	3	Línea	1F	240/120	Trip. 1/0	2	168	1,22	5,67	205,63	0,47	0,48	Ok!
2	4	Línea	1F	240/120	Trip. 1/0	5	89	2,72	12,59	242,08	0,55	0,57	Ok!
4	5	Línea	1F	240/120	Trip. 1/0	4	45	2,31	10,70	104,04	0,24	0,80	Ok!
5	6	Línea	1F	240/120	Trip. 1/0	2	60	1,22	5,67	73,44	0,17	0,97	Ok!

Tabla 11: Caída de tensión en TX2.

Los datos que se tomaron en cuenta en la hoja de cálculo fueron los siguientes:

1. Consumo de 0.68kW por vivienda.
2. Nodo inicial y nodo final: Se tomo como nodo inicial el bajante del transformador el cual tiene una distancia de 1.5metros y como nodo final los últimos clientes que serán alimentados.
3. Clientes conectados por tramo.
4. Longitud de tramo en metros.
5. Tensión de línea: 120/240V.
6. Calibre de conductor propuesto a instalar.
7. Potencia acumulada en cada tramo: Para determinar la potencia acumulada en cada tramo se considerará que las cargas de los usuarios no estarán conectadas de forma simultánea tal y como se indicó en la tabla 2 y partiendo de la siguiente ecuación:

$$P = (N^{\circ} \text{ clientes} * kW * F. \text{ Simultaneidad}) \text{ Ec (2).}$$

❖ **Tramo I-II:**

$$P = (1 * 0.68 * 1) + (3 * 0.68 * 0.8) + (7 * 0.68 * 0.6)$$

$$P = 5.17 \text{ KW}$$

❖ **Tramo III**

$$P = (1 * 0.68 * 1) + (1 * 0.68 * 0.8)$$

$$P = 1.22 \text{ KW}$$

❖ **Tramo IV**

$$P = (1 * 0.68 * 1) + (3 * 0.68 * 0.8) + (1 * 0.68 * 0.6)$$

$$P = 2.72 \text{ KW}$$

❖ **Tramo V**

$$P = (1 \cdot 0.68 \cdot 1) + (3 \cdot 0.68 \cdot 0.8)$$

$$P = 2.31 \text{ KW}$$

❖ **Tramo VI**

$$P = (1 \cdot 0.68 \cdot 1) + (1 \cdot 0.68 \cdot 0.8)$$

$$P = 1.22 \text{ KW}$$

8. Ahora se calculará el momento (PXL) el cual es se le denomina momento eléctrico de la carga P, situada a la distancia L del origen de la energía.

❖ **Tramo I-II:**

$$P = (5.17 \text{ Kw} \cdot 1.5 \text{ metros})$$

$$P = 7.75 \text{ KW} \cdot \text{m}$$

❖ **Tramo III**

$$P = (1.22 \text{ Kw} \cdot 168 \text{ metros})$$

$$P = 205.6 \text{ KW} \cdot \text{m}$$

❖ **Tramo IV**

$$P = 2.72 \text{ kw} \cdot 89 \text{ metros}$$

$$P = 242.08 \text{ KW} \cdot \text{m}$$

❖ **Tramo V**

$$P = 2.31 \cdot 45 \text{ metros}$$

$$P = 104.04 \text{ KW} \cdot \text{m}$$

❖ **Tramo VI**

$$P = (1.22 \text{ Kw} \cdot 60 \text{ metros})$$

$$P = 77.44 \text{ KW} \cdot \text{m}$$

9. Por último, se calcula la caída de tensión para cada tramo por medio de la ecuación (1):

❖ **Tramo I-II:**

$$\Delta U (\%) = \frac{[(7.75 \text{kw} \cdot \text{m}) * (0.604 \Omega / \text{km} + 0.604 \Omega / \text{km} + 2 * 0.1 * \tan (25.84))}{240^2}$$

$$\Delta U (\%) = 0.02\%$$

❖ **Tramo III**

$$\Delta U (\%) = \frac{[(205.6 \text{kw} \cdot \text{m}) * (0.604 \Omega / \text{km} + 0.604 \Omega / \text{km} + 2 * 0.1 * \tan (25.84))}{240^2}$$

$$\Delta U (\%) = 0.47\%$$

❖ **Tramo IV**

$$\Delta U (\%) = \frac{[(242.08 \text{kw} \cdot \text{m}) * (0.604 \Omega / \text{km} + 0.604 \Omega / \text{km} + 2 * 0.1 * \tan (25.84))}{240^2}$$

$$\Delta U (\%) = 0.55\%$$

❖ **Tramo V**

$$\Delta U (\%) = \frac{[(104.04 \text{kw} \cdot \text{m}) * (0.604 \Omega / \text{km} + 0.604 \Omega / \text{km} + 2 * 0.1 * \tan (25.84))}{240^2}$$

$$\Delta U (\%) = 0.24\%$$

❖ **Tramo IV**

$$\Delta U (\%) = \frac{[(77.44 \text{kw} \cdot \text{m}) * (0.604 \Omega / \text{km} + 0.604 \Omega / \text{km} + 2 * 0.1 * \tan (25.84))}{240^2}$$

$$\Delta U (\%) = 0.17\%$$

La caída total de tensión será la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios tal y como se muestra en la hoja de cálculo 1.

De igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión para los demás transformadores que se conectaran a la red monofásica.

Datos

Tipo de red:

Rural

Nivel de potencia:

Especial

C. de T. máx. total: 5,0%

cos fi:

0,90

680 W

C. de T. máx. en línea: 4,2%

Nº tramos:

4

C. de T. máx. en acom.: 0,8%

Nº CT:

PUNTO P12 TX1: 5KVA,

Calcular Tabla

Borrar Datos Tabla

Las secciones de los conductores son correctas

La c.d.t. en el cond. de línea o en el cond. de acom. es superior a la permitida

La c.d.t. tanto en el cond. de línea como en el cond. de acom. es superior a la permitida

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)	C. de T. nudo final (%)		
1	2	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	3	1,5	1,77	8,19	2,65	0,01	--	0,01	Ok!
2	3	Acom.	1F	240/120	Cond. #4	1	217	0,68	3,15	147,56	0,71	Ok!	0,71	Ok!
2	4	Acom.	1F	240/120	Cond. #4	1	227	0,68	3,15	154,36	0,74	Ok!	0,74	Ok!
2	5	Acom.	1F	240/120	Cond. #6	1	28	0,68	3,15	19,04	0,15	Ok!	0,16	Ok!

Tabla 12: Caída de tensión en TX1.

Datos

Tipo de red:

Rural

Nivel de potencia:

Especial

cos fi:

0,90

680 W

Nº tramos:

3

Nº CT:

PUNTO P53 TX3: 5KVA

C. de T. máx. total:

5,0%

C. de T. máx. en línea:

4,2%

C. de T. máx. en acom.:

0,8%

Calcular Tabla

Borrar Datos Tabla

Las secciones de los conductores son correctas

La c.d.t. en el cond. de línea o en el cond. de acom. es superior a la permitida

La c.d.t. tanto en el cond. de línea como en el cond. de acom. es superior a la permitida

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)		C. de T. nudo final (%)	
1	2	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	9	1,5	4,35	20,15	6,53	0,01	--	0,01	Ok!
2	3	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	2	96	1,22	5,67	117,50	0,27	--	0,28	Ok!
2	4	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	3	242	1,77	8,19	427,86	0,97	--	0,98	Ok!

Tabla 13: Caída de tensión en TX3.

Adicionalmente se realizará el cálculo de caída de tensión, para la adecuación donde se propone extensión de red de baja tensión para las viviendas que se encuentran de manera ilegal las cuales serán normalizadas, donde serán alimentadas por el transformador de 10KVA existente en el punto de entronque con placa BDI: 120066, CT: N11956.

Datos
Tipo de red: Rural
Nivel de potencia: Especial
cos fi: 0,90 680 W
Nº tramos: 5
Nº CT: PUNTO PE, TX 10KVA, CT:N11956

Calcular Tabla

Borrar Datos Tabla

Las secciones de los conductores son correctas
La c.d.t. en el cond. de línea o en el cond. de acom. es superior a la permitida
La c.d.t. tanto en el cond. de línea como en el cond. de acom. es superior a la permitida

C. de T. máx. total: 5,0%
C. de T. máx. en línea: 4,2%
C. de T. máx. en acom.: 0,8%

Nudo inicial	Nudo final	Línea o acometida	Tipo	Tensión (V)	Tipo conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (KW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (KW x m)	C. de T. tramo (%)		C. de T. nudo final (%)	
1	2	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	17	1,5	7,34	34,00	11,02	0,02	--	0,02	Ok!
2	3	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	8	83	3,94	18,26	327,35	0,74	--	0,77	Ok!
3	4	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	2	36	1,22	5,67	44,06	0,10	--	0,87	Ok!
2	5	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	9	50	4,35	20,15	217,60	0,49	--	0,52	Ok!
5	6	Línea	1F	240/120	Tríp. 1/0	2	51	1,22	5,67	62,42	0,14	--	0,66	Ok!

Tabla 14: Caída de tensión en TX.

Con el resultado de estos cálculos llegamos a las siguientes conclusiones:

Análisis de resultados			
Punto	Transformador	Calibre de conductor seleccionado	ΔV máx permisible en el punto de entrega más largo
P12	TX1: 5KVA	CU#4 AWG	0,74%
P42	TX2: 5KVA	TPLX 1/0 AWG	0,97%
P53	TX3: 5KVA	TPLX 1/0 AWG	0,98%
PE	TX: 10KVA	TPLX 1/0 AWG	0,87%

Tabla 15: Análisis de resultados.

La caída de tensión realizada para el transformador TX1 a instalar en el punto P12 se seleccionó un conductor #4 AWG, ya que alimentará a 3 viviendas y por lo tanto no se extenderá red de baja tensión, solo acometidas las cuales serán alimentadas directamente desde los bushings de baja tensión del transformador y la acometida más larga con el calibre de conductor propuesto a instalar no presenta caída de tensión, tal y como se muestra en la tabla 4.

La caída de tensión realizada para el transformador TX2, TX3 y TX existente, el conductor que hemos seleccionado es el Tríplex 1/0 AWG ya que es el más adecuado para instalarse, caso contrario de utilizar un conductor de mayor calibre quedaría sobredimensionado.

7. Capítulo 3

“Memoria de cálculos mecánico”

7.1 Introducción

Los cálculos mecánicos se refieren a la evaluación y análisis de las cargas eléctricas y mecánicas que actúan sobre los componentes de la red de media tensión, como los postes, las líneas de distribución y los transformadores. Estos cálculos incluyen factores como la fuerza del viento, la tensión mecánica, la temperatura ambiente y otros factores ambientales.

Es importante realizar cálculos mecánicos precisos y detallados para garantizar que la red de media tensión pueda soportar las cargas eléctricas y mecánicas esperadas. También es importante evaluar la capacidad de la red para resistir las condiciones climáticas extremas, como fuertes vientos, lluvias intensas o terremotos.

Este capítulo tendrá como fin realizar un análisis mecánico a la nueva red de media tensión de la comunidad Jocomico, donde se tendrán en cuenta las fuerzas ejercidas sobre el conductor, postes, aisladores, elementos de sujeción y además se incluirá una plantilla de Excel donde se tendrá la posibilidad de ingresar los datos de la línea, como la distancia entre postes, tipo de conductor, peso de elemento de sujeción y demás equipos ubicados en los postes, para realizar de manera rápida dichos cálculos.

Como anexo a este capítulo se presentará un ejemplo de un cantón de la red monofásica que consta de tres vanos, al cual se le aplicaran todos los aspectos mencionados en el presente capítulo con el fin de verificar la veracidad de lo plasmado en el mismo.

7.2 Metodología de cálculos mecánicos.

Los cálculos mecánicos, son una parte muy importante al momento de realizar los diseños eléctricos, ya que por medio de ellos se obtienen los datos de las tensiones ejercidas en los apoyos (Postes), debido al peso de los conductores, las distancias de los vanos y a las estructuras instaladas

en los apoyos. Estos cálculos se realizarán tomando en cuenta los cantones que existan en la red de media tensión monofásica, donde se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

El módulo de elasticidad y coeficiente de dilatación de los conductores, si estos conductores no son homogéneos, se debe considerar la proporción de los materiales que lo componen.

- Las características meteorológicas y geográficas de la zona.
- La flecha que tomarán los conductores en los diferentes vanos y para las distintas hipótesis.
- Las características mecánicas de apoyos y crucetas a utilizar en el proyecto.
- La tensión mecánica a la que se verán sometidos los conductores al variar las condiciones ambientales en las distintas hipótesis.
- El comportamiento frente a la aparición de fenómenos vibratorios.

7.3 Criterios de cálculos mecánicos

Todo diseño de una red de distribución debe realizarse bajo los criterios de una norma, podrán existir diversos textos que expongan las expresiones de cálculo, en nuestro caso, para realizar los cálculos mecánicos en base a la norma ENEL se tomaron en todos los criterios y datos descritos por la norma Disnorte ya que ambas normas siguen la misma lógica de cálculo con la excepción de tomar una velocidad del viento a 100 Km/h.

- Velocidad de Viento a 100 km/h, Área B
- Altitud menor de 2000 m, Zona 1
- Tense Máximo de Conductor, Coeficiente de seguridad: 3
- Esfuerzo Nominal de Poste, Coeficiente de seguridad: 2
- Tense máx. Cable de Retenida, Coeficiente de seguridad: 1.5
- Hipótesis de condiciones normales.

- Hipótesis de condiciones anormales.
- Selección del conductor Primario MT, conductor Neutro y conductor BT en caso de existir simultáneamente.
- Obtener las características mecánicas de los conductores (diámetro nominal en mm, peso en dan/m, carga de rotura en dan).
- Obtener las tablas de regulación para cada conductor, se utilizarán las tablas en anexos de norma DN-DS según la Zona y Área correspondiente.
- Definir los cantones de la red considerando la topografía del terreno, derechos de vías, los accesos a las propiedades privadas, etc.
- Definir las estructuras de MT y BT de cada apoyo y obtener los puntos de aplicación de cada conductor determinando la distancia con respecto a la cogolla del poste (extremo superior), según manual constructivo.
- Determinar el vano regulador para cada cantón. Según expresión de cálculo dada.
- Determinar la tensión máxima de cada hilo de conductor en las tablas de regulación del conductor para la condición de flecha máxima e hipótesis de viento y temperatura.
- Determinar el esfuerzo por sobrecarga transversal de cada apoyo debida a la presión del viento.
- Determinar el esfuerzo equivalente que se ejerce sobre el apoyo debido a la presión del viento, trasladando los esfuerzos individuales al punto crítico del poste, cuyo punto se encuentra generalmente a 0.30m de la cogolla del poste.
- Determinar el esfuerzo nominal del apoyo a instalar en cada punto considerando los esfuerzos equivalentes. En el caso de los apoyos en ángulo, se determina las retenidas a instalar.

- Determinar el esfuerzo debido a la carga longitudinal de cada apoyo en fin de línea y apoyos de anclaje considerándolos como fin de Línea en sus respectivos cantones, por cada conductor.
- Presentar los resultados obtenidos de forma tabulada, según tablas en anexos.

Los conductores usados para líneas eléctricas de media tensión (LAMT) son del tipo heterogéneo, conformados por hilos de aluminio y acero. Es por eso que el cálculo mecánico se debe hacer en función del módulo de elasticidad y del coeficiente de dilatación correspondiente a la proporción de aluminio y acero que conforman el conductor. El valor de los coeficientes los da el fabricante del conductor.

Para los conductores homogéneos (triplex), el cálculo es el mismo, solo que los coeficientes corresponden al tipo de material sea aluminio (AAC) o aleación de aluminio y acero (AAAC).

Los conductores de líneas eléctricas aéreas están sometidos a la influencia de:

- Cambios de la temperatura ambiente.
- Cambios de la velocidad del viento.

Los cambios de temperatura alteran la longitud de los conductores tendidos, produciendo alargamiento o acortamientos.

- Si la temperatura aumenta, la longitud del conductor será mayor (alargamiento), la flecha que forma la parábola será mayor y simultáneamente disminuirá la tensión mecánica.
- Si la temperatura baja, la longitud del conductor será menor (acortamiento), la flecha disminuirá y por ende la tensión mecánica aumentará.

Las modificaciones de la longitud de los conductores se producen en función del coeficiente de dilatación lineal del mismo (α). Además, el viento actúa como una sobrecarga ya que, al sumarse geoméricamente al peso propio del conductor, hace que el efecto sea un aumento aparente de dicho peso propio.

Por consiguiente, se deduce que es necesario tener en cuenta las variaciones de temperatura y sobrecargas que se pueden presentar, para que se cumpla con la tensión máxima admisible, flechas, distancias de seguridad, etc.

➤ **Las zonas en que se dividirá el área de concesión de la Distribuidora y el país serán.**

Zona A - Franja de 50 km del litoral Atlántico: Vientos de 120 km/h.

Es una extensa llanura o explanada comprendida en una franja de 50 km perpendicular a cualquier parte del litoral Atlántico del país, en el área de la concesión de la Distribuidora.

Zona B – Zona Rural: Vientos de 100 km/h.

Se refiere al resto de áreas no urbanas que comprende zonas agrícolas, ganaderas, llanuras, planicies o montañas donde existen viviendas dispersas. Se considerarán zonas rurales las comunidades, comarcas, sobre los caminos y carreteras fuera de la zona urbana.

Zona C – Zona Urbana: Vientos máximos de 80 km/h.

Corresponde al área de la capital, las ciudades y pueblos donde existe cerrada concentración de edificaciones, comercios o viviendas. Todas las zonas se ubican a una altura inferior a los 2,000 MSNM. (PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2, 24,9 Y 34,5 kV Versión 7, 2005)

7.4 Ecuaciones implementadas para realizar los cálculos mecánicos

Tipo de Apoyo	Esfuerzo Transversal	Esfuerzo Longitudinal
Apoyo Alineamiento	$F_t = p_v \cdot a_v$	No aplica
Apoyo en Angulo	$F_t = p_v \cdot a_v \cdot \cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2 \cdot T_{m\acute{a}x} \cdot \sen\left(\frac{\beta}{2}\right)$	
Apoyo Fin de Línea	$F_t = p_v \cdot \frac{a_v}{2}$	$F_l = T_{m\acute{a}x}$

Tabla 16: Ecuaciones para cálculos mecánicos.

Cada una de las expresiones dadas en la tabla resumen se aplican para determinar el esfuerzo correspondiente que transmite el conductor individual al apoyo a través de su medio de fijación, por lo tanto, este cálculo debe realizarse por cada hilo, según el calibre y el punto de aplicación, o sea, se debe de tener en cuenta que tipo de red es, ya sea monofásica, bifásica o trifásica, además se debe tener presente el esfuerzo del conductor neutro.

7.5 Vano ideal de regulación.

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón, o conjunto de vanos comprendidos entre dos apoyos de anclaje, se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Con el vano ideal de regulación se determina el tense máximo del conductor para ese cantón, considerando las hipótesis de sobrecarga y las condiciones de temperatura en las tablas de Regulación.

La longitud del vano de regulación se determina mediante la siguiente expresión:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}} \text{ (m)}$$

Ec. (1): Vano ideal de regulación

Donde:

ai: Longitud de vanos i medido en la dirección longitudinal (m)

7.5.1 Esfuerzos mecánicos en los apoyos:

Los esfuerzos se referirán a un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal y vertical).

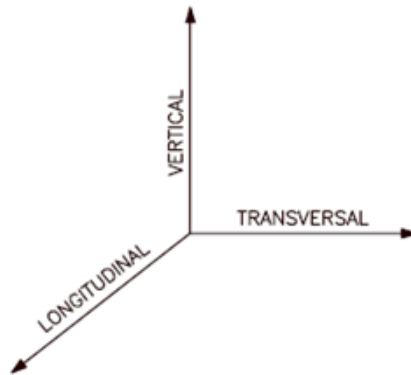


Figura 14: Esfuerzos mecánicos.

Esfuerzos verticales (FV): También llamadas cargas permanentes, las cuales se deben al propio peso del apoyo, peso del conductor y demás elementos que contiene la estructura como crucetas, aislamientos, ect.

Esfuerzos Horizontales Transversales (Ft): Conocidas como cargas transversales son los esfuerzos debido a la presión del viento que ejerce sobre el conductor, movimiento telúricos o vibratorios, etc.

Esfuerzos Horizontales Longitudinales (FL): Llamadas cargas longitudinales, son los esfuerzos debido al desequilibrio de tracciones que el conductor transmite a la cruceta cuando este se tensa.

Tipo de apoyo	Esfuerzos a considerar en cálculo
Alineamiento	Cargas permanentes (Verticales)
	Cargas transversales (Horizontales)
Angulo	Cargas permanentes (Verticales)
	Cargas transversales (Horizontales)
	Cargas permanentes (Horizontales)
Anclaje	Cargas permanentes (Verticales)
	Cargas transversales (Horizontales)
	Cargas Longitudinales (Horizontales)
Fin de línea	Cargas permanentes (Verticales)
	Cargas transversales (Horizontales)
	Cargas Longitudinales (Horizontales)

Tabla 17: Resumen de esfuerzos de apoyos.

7.5.2 Teoría del eolovano

Se define Eolovano como la semisuma de los vanos adyacentes al apoyo y se utiliza para determinar el esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento sobre el conductor, estos transmiten al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ (m)}$$

Ec. (2): Ecuación de eolovano.

Donde:

a_v = longitud del eolovano medido en dirección longitudinal (metros).

a_1 = longitud del vano anterior medido longitudinalmente (metros).

a_2 = longitud del vano posterior medido longitudinalmente (metros).

7.5.3 Sobrecargas movidas por el viento

Los conductores en determinadas condiciones se considerarán sometidos a una sobrecarga horizontal transversal debida al viento. Esta sobrecarga por unidad de longitud está relacionada con

el diámetro del conductor y con la velocidad del viento y se determina mediante la siguiente expresión:

$$p_v = 4,7238 \cdot v^2 \cdot d \cdot 10^{-6} \text{ (daN/m)}$$

Ec. (3): Presión del viento.

Donde:

Pv: presión del viento sobre el conductor por unidad de longitud.

V: Velocidad en km/h.

d: Diámetro del conductor en mm.

En la siguiente tabla se ha determinado el valor de la presión del viento sobre los distintos conductores y para las tres velocidades de viento consideradas.

		80 km/h	100 km/h	120 km/h
Sparrow	#2 ACSR	0,243	0,379	0,546
Raven	1/0 ACSR	0,306	0,478	0,688
Pigeon	3/0 ACSR	0,385	0,602	0,867
Penguin	4/0 ACSR	0,433	0,676	0,973
Linnet	336.4 MCM	0,553	0,864	1,244
-	Tríplex #2	0,635	0,992	1,428
-	Tríplex 1/0	0,816	1,275	1,837
-	Tríplex 4/0	1,058	1,653	2,381
-	Cuádruplex 1/0	0,998	1,559	2,245
-	Cuádruplex 4/0	1,209	1,890	2,721

Tabla 18: Presión del viento.

7.6 Esfuerzos equivalentes - respecto al apoyo:

Los puntos de aplicación de cada esfuerzo varían según el tipo de estructura, por lo tanto, el apoyo percibe un esfuerzo aparente en su punto crítico o punto de esfuerzo nominal admisible que generalmente se encuentra a 0.3m de la cogolla del apoyo. Todos los esfuerzos se deben referir desde el punto de aplicación a este punto para compararlo con su esfuerzo admisible nominal.

Esto se determina mediante la siguiente expresión:

$$F_{eq} = \sum F_i \frac{h_l - h_a}{h_l - h_c}$$

Ec. (4): Esfuerzo equivalente en los apoyos.

Dónde:

- h_l = altura libre del apoyo (metros).
- h_a = altura de aplicación del esfuerzo (metros).
- h_c = altura del punto crítico (30cm).

Una vez aplicado correctamente lo descrito, podemos determinar la selección correcta del apoyo a instalar en el proyecto.

La selección del danaje de poste se realizará conforme a los cálculos mecánicos y de acuerdo a la siguiente tabla norma ENEL.

Altura de postes	Carga nominal soportada
30 pies	1,3kN
35 pies	2,5kN
40 pies	3,3kN

Tabla 19: Características mecánicas de apoyos.

7.6.1 Tablas de cálculos mecánicos

A continuación, se muestra un ejemplo de un cantón de la red de distribución el cual consta de cuatro puntos y tres vanos, donde se hará uso de unas tablas de cálculos Microsoft Excel, suministrado por la empresa Disnorte-Dissur ya que estas cumplen con las normas ENEL98 y la Norma de la empresa distribuidora. Estos formatos presentaran los resultados de los cálculos de una manera más concreta y comprensible para cualquiera con dominio del tema presentado.

- Nombre común: Raven
- Velocidad del viento: 100km/H
- Calibre de conductor: 1/0 ACSR
- Presión del viento: 0.478 daN/m
- Vano de regulación: 72.52 m

Cantón 10	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VR	T máx															
	Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	72,52	390,32														
	Red MT2	ACSR																			
	Neutro	ACSR	1/0	1	0,478	10677,17	390,32														
Red BT	Triplex				203																
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Esf. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red				Total Equiv	Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)		Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P11	AC	10,5	250	8,95		48	0,203		1,218		11,47	0,00	11,47	0,00	21,86	390,32	0,00	390,32	0,00	743,59	
P12	ANG	12	333	10,3	29,00	85	0,1		2,03		225,25	0,00	225,25	0,00	416,04	-	-	-	-	-	
P13	ANG	10,5	250	8,95	6,00	70	0,1		1,218		77,80	0,00	77,80	0,00	149,14	-	-	-	-	-	
P14	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,73	0,00	16,73	0,00	32,27	390,32	0,00	390,32	0,00	752,89	

Tabla 20: Ejemplo de tabla de cálculos mecánicos.

Posteriormente se utilizará la siguiente tabla para facilitar el cálculo de la tensión máxima del cantón para ello se toma en cuenta cantidad en metros, tipo de conductor y presión del viento.

7.6.2 Tabla de hipótesis de vano de regulación.

HIPÓTESIS DE CÁLCULO			
20 °C + V		50 °C	
T _{máx} (daN)	f (mts)	T _{máx} (daN)	f (mts)
390,32	0,89	143,62	0,98

Vano de regulación - metros:	73	▲ ▼
Velocidad de viento - Km/h:	100	▼
Conductor LAMT o LABT:	1/0 ACSR	RAVEN
Presión de viento (Pv) - daN/m	0,478	

Tabla 21: Tabla para determinar el tense máximo.

7.6.3 Tabla de tendido.

La tabla de tendido permite obtener resultados de esfuerzo mecánico de tendido del conductor con temperaturas de 20 a 50 grados centígrados, a esto se le conoce como hipótesis de cálculo, los cuales son resultados de los apoyos en un cantón, el vano regulador y el peso del conductor, sea primario o secundario.

La hipótesis de tendido nos permite determinar el tense del conductor según la temperatura ambiente. Esta tabla proporciona información específica sobre el proceso del tendido del conductor.

TABLA DE TENDIDO

A) NOMBRE DEL PROYECTO

Proyecto	ELECTRIFICACIÓN JOCOMICO													
Cantón No :	10													
Apoyo Inicial:	P11	Equivalencias												
Apoyo Final:	P14	• 1 daN = 0.01 KN												
Distancia Total (mts)	203	• 1 daN = 2.2480 Lbf												

B) HIPOTESIS DE VIENTO

Viento (km/h):	100													
----------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C) DATOS DEL CONDUCTOR

Conductor a	1/0 AC SR													
Peso del Conductor	0.212													
Vanos de	73													

D) LONGITUDES Y FLECHAS DEL VANO

Número de Vano	Vano 1	Vano 2	Vano 3	Vano 4	Vano 5	Vano 6	Vano 7	Vano 8	Vano 9	Vano 10	Vano 11	Vano 12	Vano 13
Longitudes Vanos	48,00	85,00	70,00										
Temperatura Tendido (°C)	Tense (daN)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)	Flecha (mts)
10	331,33	0,18	0,58	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	294,80	0,21	0,65	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	261,68	0,23	0,73	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	232,50	0,26	0,82	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	207,45	0,29	0,92	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	186,39	0,33	1,03	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	168,89	0,36	1,13	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	154,40	0,40	1,24	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	142,37	0,43	1,34	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 22: Tabla para determinar el tendido del conductor.

En anexos se adjuntan las demás tablas de cálculos mecánicos realizadas en los diferentes cantones de la red de distribución. Pág. 96 - 103.

8. Capítulo 4

“Presupuesto del proyecto”

8.1 Listado de unidades constructivas

Item	Descripción	u/m	Cantidad instalar
1	Poste de concreto de 30'	ud.	6
2	Poste de concreto de 35'	ud.	50
3	Poste de concreto de 40'	ud.	3
4	Línea primaria de aluminio 1/0 ACSR	ml.	3028
5	Conductor neutro de aluminio 1/0 ACSR	ml.	2477
6	Conductor trenzado tplx 1/0	ml.	819
7	Transf Conv. 5KVA 14.4/24.9KV 120/240V	ud.	3
8	PR-101/c	ud.	25
9	PR2-205/c	ud.	1
10	HA-100 a/c	ud.	10
11	HA-100 b/c	ud.	67
12	HA-106 a/c	ud.	2
13	HA-108 a/c	ud.	7
14	IC-BT	ud.	31
15	Internas	ud.	31
16	MT-602/C	ud.	20
17	MT-603/C	ud.	6
18	MT-604/C	ud.	10
19	MT-605/C	ud.	1
20	MT-606/C	ud.	12
21	EC2-MT2/C	ud.	2
22	SU2-MT/C	ud.	2
23	F3-MT2/C	ud.	1
24	F4-MT2/C	ud.	1
25	TR2-104/C	ud.	2
26	TR2-105/C	ud.	1
27	BT-101/C	ud.	1
28	BT-102/C	ud.	1
29	BT-103/C	ud.	2
30	BT-104/C	ud.	2
31	BT-107/C	ud.	1
32	F1-BT	ud.	2
33	F2-BT	ud.	5

Tabla 23:Lista de materiales por unidades constructivas.

8.2 Listado de materiales

Item	Descripción de material	Unidades	Totales
1	Abrazadera sencilla para poste de concreto	Und	5
2	Accesorio base p/ret a compres (soporte)	Und	2
3	Accesorio grapa para retenida a compresión	Und	2
4	Aislador composite tipo suspensión 24.9 kv	Und	56
5	Aislador p/ retenida ansi 54-2	Und	76
6	Aislador p/retenida 3-1/2x2-1/2 ansi-54-1	Und	17
7	Aislador para comedita con tornillo	Und	31
8	Aislador porcelano tipo carrete (ansi 53-2)	Und	28
9	Aislador tipo espiga nema 56- 1	Und	56
10	Apagadores superficiales sencillo	Und	31
11	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2-1/4x3/16	Und	249
12	Arandela galv/ cuadrada 4x4x1/2 p/perno 5/8	Und	86
13	Arandela galv/ curva 4x4 p/perno 5/8 4x4x1/4	Und	93
14	Arandela presión 5/8	Und	374
15	Breaker ch 1p x 15 amp	Und	31
16	Cable - cond aluminio acero acsr 1/0 raven	Mts	5670
17	Cable - cond de acero galv-p retenida 3/8	Mts	1188
18	Cable - cond de aluminio #6 awg p/amarre	Mts	84.0
19	Cable - cond de cobre desnudo 7 hilo #4 awg	Mts	101
20	Cable - cond forrado de cobre #8	Mts	93
21	Cable - cond tren triplex 600v 1/0 acsr	Mts	844
22	Cable dúplex t/tsj 2x12	Mts	186
23	Cable dúplex t/tsj 2x8	Mts	93
24	Cable ml. conductor aislado xlp 1/0 awg 600 v	Mts	18
25	Cable ml. conductor dúplex #6 acsr	Mts	1860
26	Cable triplex t/tsj 3x12	Mts	124
27	Cepo p/lamp.rosca e-27	Und	31
28	Cinta bandit 3/4 acerada	Mts	3
29	Cinta eléctrica de vinilo 3/4p x 66p	Mts	3
30	Conec comp c/c/sep 2-1/0 acsr a 6-1/0 cu (conector compresión con separador caja 2)	Und	29
31	Conec mec p/aterizar transf	Und	3
32	Conec. comp. tipo yc p 1/0-2/0 (caja 4)	Und	74
33	Conector compresión tipo c ##4 cu	Und	65
34	Conector de line viva 1/0 a 4/0	Und	3
35	Conector de servicio aislado 6 acsr 10 - 8 al/cu es4w8w	Und	62
36	Conector p/varilla polo tierra 5/8 cu de cobre	Und	61
37	Conectores romex 0 1/2	Und	124
38	Cono de anclaje superficie 250 pulg2	Und	86
39	Cortacircuitos fusible 100 amp 27 kv	Und	3

40	Cubierta protect. conc. comprec.1/0 (2 3/4 y 3 1/2)	Und	20
41	Cubiertas plásticas para retenida	Und	86
42	Empalme manguito compresión preaislado 1/0-1/0	Und	2
43	Empalme plena tracción acsr-aaac 1/0	Und	1
44	Espiga p/aislador cabeza de poste 20/ rosca 1-3/8	Und	56
45	Estribo p/conec. CLV 1/0-4/0 acsr	Und	3
46	Fusible expulsión 0.70 a tipo sq	Und	3
47	Grapa de suspensión aluminio cond. awg 1/0 (raven)	Und	8
48	Grapas plásticas de 10mm	Und	651
49	Grapas plásticas de 14mm	Und	93
50	Grillete normal recto 5/8	Und	56
51	Hebilla para cinta bandit 3/4	Und	3
52	Horquilla con pasador de 5/8 em forma de ojo	Und	48
53	Lampara compacta 18 w 120v	Und	31
54	Paneles de 2 esp. 120/240v 50.70 amp	Und	31
55	Pararrayos auto válvula 24.9 kv 10 ka (ur = 18kv)	Und	3
56	Perno galv t/ todo rosca 5/8 x 12	Und	88
57	Perno galv t/maquina 5/8 x12	Und	104
58	Perno galv t/neutro tope senc. de 5/8x12	Und	1
59	Perno guardac. galv. t/ ángulo de 5/8x12 in	Und	93
60	Soporte doble unidad pararrayo-seccionador	Und	3
61	Soporte en poste simple tipo (l)	Und	3
62	Soporte p/1 aislador t/ carrete 3 diam	Und	27
63	Sujetador de cable # 2 a 1/ .2/0 a 3/0	Und	27
64	Toma corriente superficial polarizado doble, 15 amp	Und	31
65	Transf conv. 5kva 14.4/24.9kv 120/240v	Und	3
66	Tubo galv. p/ retenida ac. 2inx1.5 mts	Und	2
67	Tuerca de ojo acero galvanizado 5/8	Und	56
68	Tuerca galv/ ojo ranurada p/perno 5/8	Und	63
69	Varilla retención preformada acero 3/8	Und	372
70	Varilla anclaje 5/8 x 7 galv-ranura senc	Und	79
71	Varilla anclaje 5/8x7 galv doble ranura	Und	7
72	Varilla cooperwell p/puesta a tierra 5/8 in x 4p	Und	33
73	Varilla cooperwell p/puesta a tierra 5/8 in x 8p	Und	28
74	Varilla pref. remate 1/0 acsr	Und	111
75	Varilla pref. remate 6acsr	Und	62
76	Varilla protectora. 1 aislad. 52 1/0 acsr	Und	50.0
77	Poste de concreto 30'/c5	Und	6
78	Poste de concreto 35'/c5	Und	50
79	Poste de concreto 40'/c5	Und	3

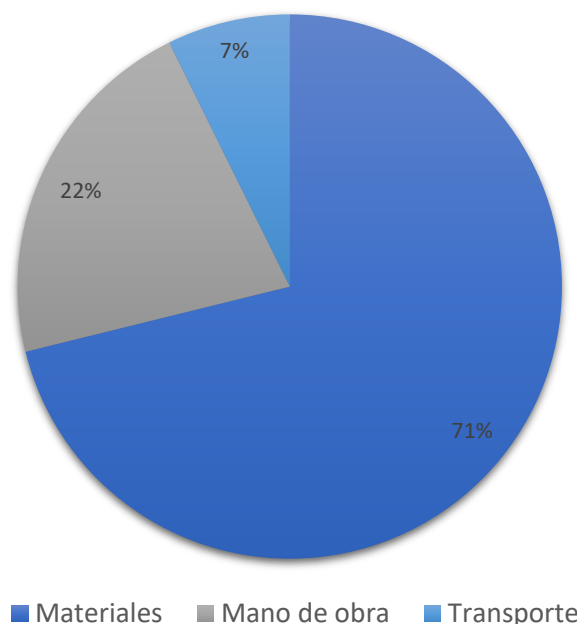
Tabla 24: Listado de materiales.

Item	Descripción	u/m	Cantidad instalar	P/unit estructura	P/unit transporte	P/unit mano de obra	Costo por materiales	Costo por transporte	Costo por mano de obra	Total
1	Suministro e instalación de poste de concreto de 30'	ud.	6	\$ 210.00	\$ 35.00	\$ 105.00	\$ 1,260.00	\$ 210.00	\$ 630.00	\$ 2,100.00
2	Suministro e instalación de poste de concreto de 35'	ud.	50	\$ 300.00	\$ 35.00	\$ 105.00	\$ 15,000.00	\$ 1,750.00	\$ 5,250.00	\$ 22,000.00
3	Suministro e instalación de poste de concreto de 40'	ud.	3	\$ 400.00	\$ 35.00	\$ 105.00	\$ 1,200.00	\$ 105.00	\$ 315.00	\$ 1,620.00
4	Suministro e instalación de Línea primaria de aluminio 1/0 ACSR	ml.	3028	\$ 1.84	\$ 0.20	\$ 0.60	\$ 5,571.52	\$ 605.60	\$ 1,816.80	\$ 7,993.92
5	Suministro e instalación de conductor neutro de aluminio 1/0 ACSR	ml.	2477	\$ 1.84	\$ 0.20	\$ 0.60	\$ 4,557.68	\$ 495.40	\$ 1,486.20	\$ 6,539.28
6	Suministro e instalación de conductor trenzado tplx 1/0	ml.	819	\$ 6.80	\$ 0.20	\$ 0.60	\$ 5,569.20	\$ 163.80	\$ 491.40	\$ 6,224.40
7	Suministro e instalación Transf Conv. 5KVA 14.4/24.9KV 120/240V	ud.	3	\$ 1,395.00	\$ 15.00	\$ 45.00	\$ 4,185.00	\$ 45.00	\$ 135.00	\$ 4,365.00
8	Suministro e instalación de PR-101/c	ud.	25	\$ 52.47	\$ 7.00	\$ 21.00	\$ 1,311.75	\$ 175.00	\$ 525.00	\$ 2,011.75
9	Suministro e instalación de PR2-205/c	ud.	1	\$ 106.48	\$ 7.00	\$ 21.00	\$ 106.48	\$ 7.00	\$ 21.00	\$ 134.48
10	Suministro e instalación de HA-100 a/c	ud.	10	\$ 56.70	\$ 14.00	\$ 42.00	\$ 567.00	\$ 140.00	\$ 420.00	\$ 1,127.00
11	Suministro e instalación de HA-100 b/c	ud.	67	\$ 57.20	\$ 14.00	\$ 42.00	\$ 3,832.40	\$ 938.00	\$ 2,814.00	\$ 7,584.40
12	Suministro e instalación de HA-106 a/c	ud.	2	\$ 116.04	\$ 14.00	\$ 42.00	\$ 232.08	\$ 28.00	\$ 84.00	\$ 344.08
13	Suministro e instalación de HA-108 a/c	ud.	7	\$ 85.78	\$ 14.00	\$ 42.00	\$ 600.46	\$ 98.00	\$ 294.00	\$ 992.46
14	Suministro e instalación de IC-BT	ud.	31	\$ 100.63	\$ 1.00	\$ 3.00	\$ 3,119.53	\$ 31.00	\$ 93.00	\$ 3,243.53
15	Suministro e instalación de internas	ud.	31	\$ 66.63	\$ 3.00	\$ 9.00	\$ 2,065.53	\$ 93.00	\$ 279.00	\$ 2,437.53
16	Suministro e instalación de estructura MT-602/C	ud.	20	\$ 76.48	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 1,529.60	\$ 200.00	\$ 600.00	\$ 2,329.60
17	Suministro e instalación de estructura MT-603/C	ud.	6	\$ 70.25	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 421.50	\$ 60.00	\$ 180.00	\$ 661.50

18	Suministro e instalación de estructura MT-604/C	ud.	10	\$ 87.96	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 879.60	\$ 100.00	\$ 300.00	\$ 1,279.60
19	Suministro e instalación de estructura MT-605/C	ud.	1	\$ 42.86	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 42.86	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 82.86
20	Suministro e instalación de estructura MT-606/C	ud.	12	\$ 109.89	\$ 10.00	\$ 30.00	\$ 1,318.68	\$ 120.00	\$ 360.00	\$ 1,798.68
21	Suministro e instalación de ensamble EC2-MT2/C	ud.	2	\$ 51.53	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 103.06	\$ 20.00	\$ 42.00	\$ 165.06
22	Suministro e instalación de ensamble SU2-MT/C	ud.	2	\$ 45.30	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 90.60	\$ 20.00	\$ 42.00	\$ 152.60
23	Suministro e instalación de ensamble F3-MT2/C	ud.	1	\$ 29.68	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 29.68	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 60.68
24	Suministro e instalación de ensamble F4-MT2/C	ud.	1	\$ 63.28	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 63.28	\$ 10.00	\$ 21.00	\$ 94.28
25	Suministro e instalación de Estructura TR2-104/C	ud.	2	\$ 354.89	\$ 29.60	\$ 60.00	\$ 709.78	\$ 59.20	\$ 120.00	\$ 888.98
26	Suministro e instalación de Estructura TR2-105/C	ud.	1	\$ 354.89	\$ 25.00	\$ 51.15	\$ 354.89	\$ 25.00	\$ 51.15	\$ 431.04
27	Suministro e instalación de ensamble BT-101/C	ud.	1	\$ 8.29	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 8.29	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 33.29
28	Suministro e instalación de ensamble BT-102/C	ud.	1	\$ 24.95	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 24.95	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 49.95
29	Suministro e instalación de ensamble BT-103/C	ud.	2	\$ 27.00	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 54.00	\$ 18.00	\$ 32.00	\$ 104.00
30	Suministro e instalación de ensamble BT-104/C	ud.	2	\$ 10.26	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 20.52	\$ 18.00	\$ 32.00	\$ 70.52
31	Suministro e instalación de ensamble BT-107/C	ud.	1	\$ 11.52	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 11.52	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 36.52
32	Suministro e instalación de ensamble F1-BT	ud.	2	\$ 10.26	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 20.52	\$ 18.00	\$ 32.00	\$ 70.52
33	Suministro e instalación de ensamble F2-BT	ud.	5	\$ 23.08	\$ 9.00	\$ 16.00	\$ 115.40	\$ 45.00	\$ 80.00	\$ 240.40
							\$ 54,977.36	\$ 5,645.00	\$ 16,645.55	\$ 77,267.91

Tabla 25: Presupuesto total.

Las cotizaciones las podrá encontrar en los anexos, pág.: 106 – 108.



Se realiza diagrama de resumen de presupuesto, con un total del 71% Materiales: \$54,977.36, un 22% Mano de obra: \$5,645.00 y un 7% en transporte: \$16,645.55, con un total de: \$77,267.91.

Se realizó la conversión del total con respecto a la moneda nacional utilizando el cambio vigente de acuerdo al Banco Nacional: C\$36.58.

Cambio		Dólar	Total
C\$	36.58	\$ 1.00	C\$ 36.58
C\$	36.58	\$ 77,267.91	C\$ 2,826,460.15

Según la página oficial de ENATREL, muestran las inversiones que tienen cada uno de los proyectos rurales, donde se hace la relación de un proyecto de 3.29km con un fondo de C\$ 4 millones 732 mil córdobas. (ENATREL, 2022)

El costo del kilómetro de red del proyecto tiene como resultado un total de \$ 23, 485.68 o su equivalente en Córdoba C\$ 859,106.42.

9. Conclusiones

En el siguiente trabajo monográfico del “Diseño de una red de distribución monofásica para electrificación rural de la comunidad Jocomico, Municipio San José de Cusmapa, Madriz.” Se ha tomado en cuenta los criterios de construcción de la normativa ENEL 98 para postes redondos de concretos, con nivel de tensión 14.4/24.9KV y sustentado de otras normas eléctricas de Nicaragua. Esto nos ha permitido elaborar un diseño acorde a las necesidades de la comunidad, cumpliendo con los estándares técnicos y garantizando un suministro eléctrico eficiente y seguro para sus habitantes, por lo que en base a estas normas hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Nuestro diseño propuesto se ajusta a los requisitos específicos de la comunidad el Jocomico, considerando factores como la demanda de energía, la ubicación geográfica y condiciones topográficas.
- La implementación de este diseño contribuirá a mejorar la calidad de vida de los residentes de la comunidad, al garantizar un suministro eléctrico confiable y seguro.
- Se realizó el análisis mecánico a la red de distribución tanto en media como en baja tensión con el tense máximo de la línea de acuerdo a las casuísticas que se presentaron en los diferentes cantones de la red, para determinar el dimensionamiento adecuado de los postes y retenidas en la obra, para así evitar posibles fallos estructurales, caídas de postes y otros riesgos asociados a una instalación inadecuada.
- Finalmente se realizó una propuesta de presupuesto, con un resultado de \$77, 267.91 costando el kilómetro de red por \$ 23, 485.68 contemplando todos aquellos gastos directos e indirectos del proyecto, en el cual se concluye que es factible bajo los fondos del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energías Renovables (PNESER).

10. Recomendaciones

- Se recomienda instalar puesta a tierra (PR-101/C y M2-1) conforme a los acuerdos de mesa técnica entre ENATREL y DISNORTE-DISSUR cada tres puntos y en aquellos casos donde se propongan derivaciones, fin de líneas, retenidas, elementos de protección y transformadores, esto de acuerdo al plano aprobado.
- Para futuros diseños de redes de media y baja tensión, los transformadores se seleccionen cerca del 80 por ciento de su capacidad nominal. Esta práctica se basa en consideraciones de eficiencia, seguridad y vida útil del transformador ya que las cargas pueden variar y, en algunos casos, puede ser necesario operar el transformador más cerca de su capacidad nominal.
- Al diseñar una red de media tensión, es importante realizar cálculos precisos de caída de tensión y comparar los resultados con los límites establecidos por la normativa Disnorte-Dissur. Si la caída de tensión excede los límites permitidos, se deben realizar ajustes en el diseño, como el uso de conductores de mayor calibre, la redistribución de cargas o la instalación de dispositivos de regulación de voltaje, para cumplir con los requisitos normativos.

11. Bibliografía

Agurcia, G., & Ruiz, D. (2020). *Propuesta del diseño de la red de distribución eléctrica en la comunidad Santa María, Municipio de San Francisco Libre.*

Anónimo. (2019). *Pueblos Indígenas.* Obtenido de <http://www.pueblosindigenaspcn.net/territorios/san-jos%C3%A9-de-cusmapa>

Caicedon, H., & Arias, J. (2019). *Construcción de la electrificación en la Vereda la Cristalina, del municipio de Neiva.* Obtenido de <file:///C:/Users/g/Documents/Ingenieria%20Electrica/Nuevo%20protocolo/Antecedentes/antecedente%201.pdf>

concreto., N. d. (98). *ENEL*. Managua, Nicaragua.

Electrica aplicada. (2014). Obtenido de <https://www.electricaplicada.com/>

ENATREL. (25 de 03 de 2022). Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/san-jose-de-cusmapa-celebra-la-electrificacion-de-jocomico/>

López, R. (2018). *Construcción de red eléctrica Bo. Miguel Mereles.* Nicaragua, Managua.

Ministerio de educación . (s.f.). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.urbanismomanagua.gob.ni/wp-content/uploads/2020/10/Normas-y-Criterios-para-el-Diseño-de-Establecimientos-Escolares-2008.pdf>

MST. (20 de 06 de 2022). *MST Desing School.* Obtenido de <https://www.mstschool.mx/post/ques-dise%C3%B1o>

Municipio de San Jose de Cusmapa . (2010). Obtenido de
file:///C:/Users/g/Downloads/Caracterizacion%20de%20SAN%20del%20Municipio%20d
e%20San%20Jose%20de%20Cusmapa%20%20Nicaragua%20(7).pdf

Raffino, M. E. (04 de junio de 2021). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>

Ramirez, S. (2004). *Redes de distribución*.

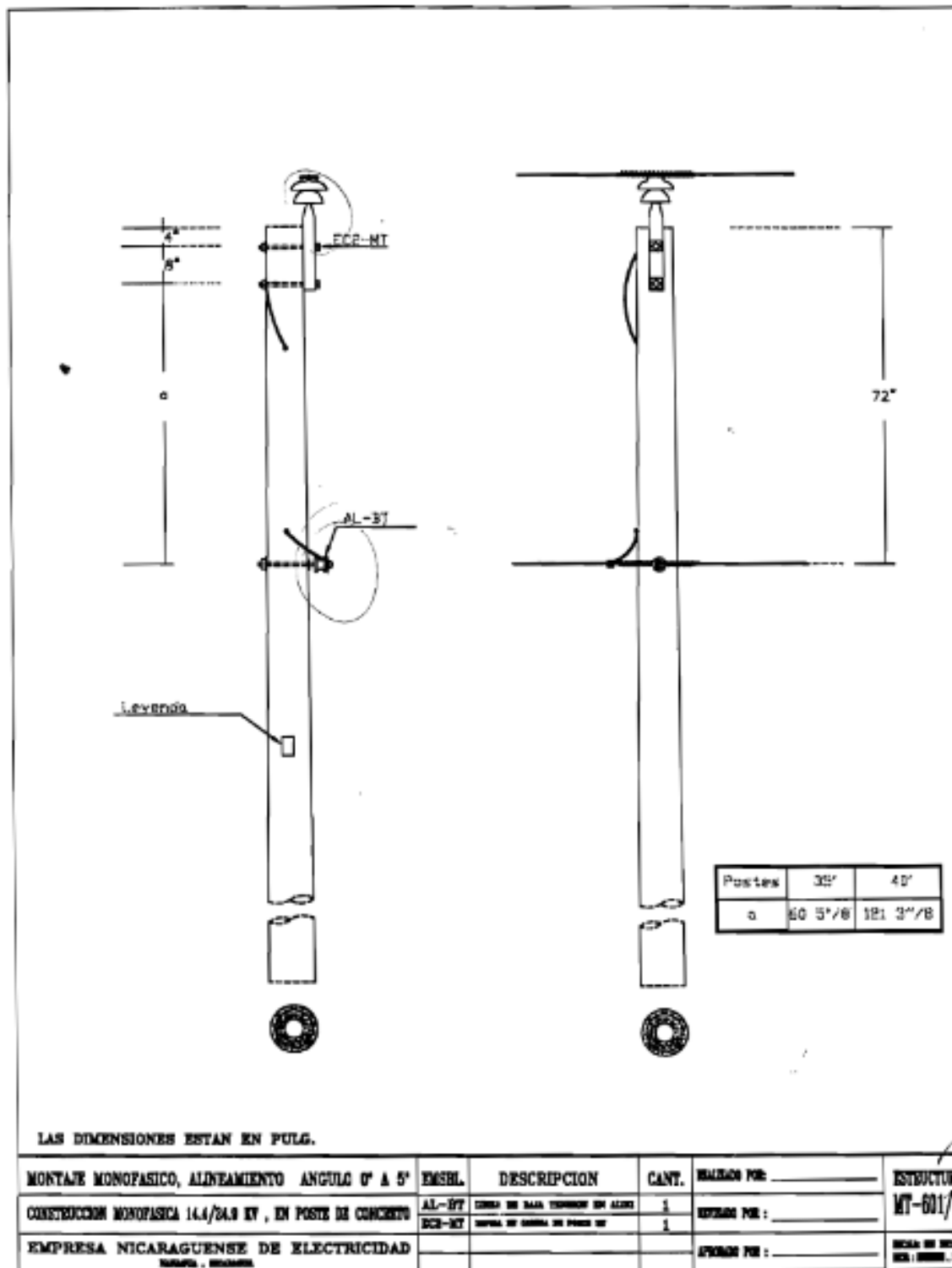
Sampieri, D. R., & Fernández Collado, D. (2014). *Metodología de la investigación* . México D.F.

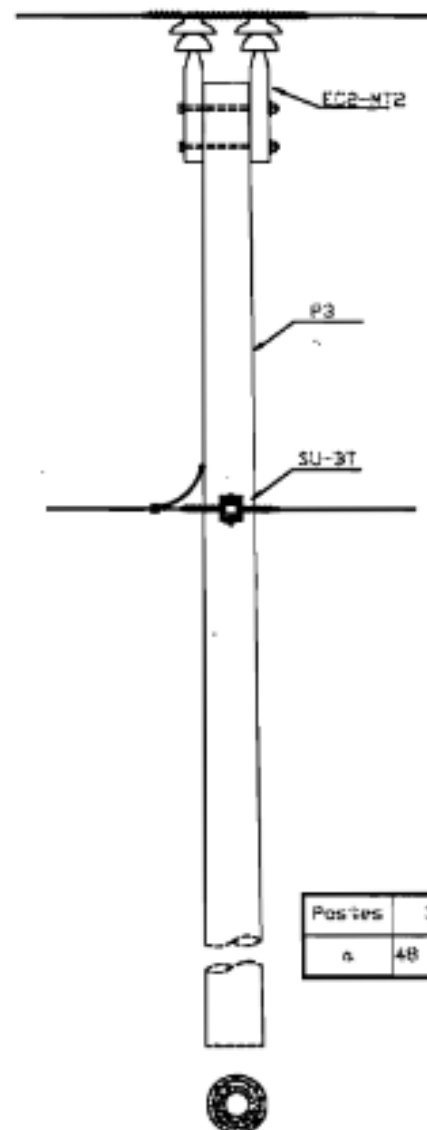
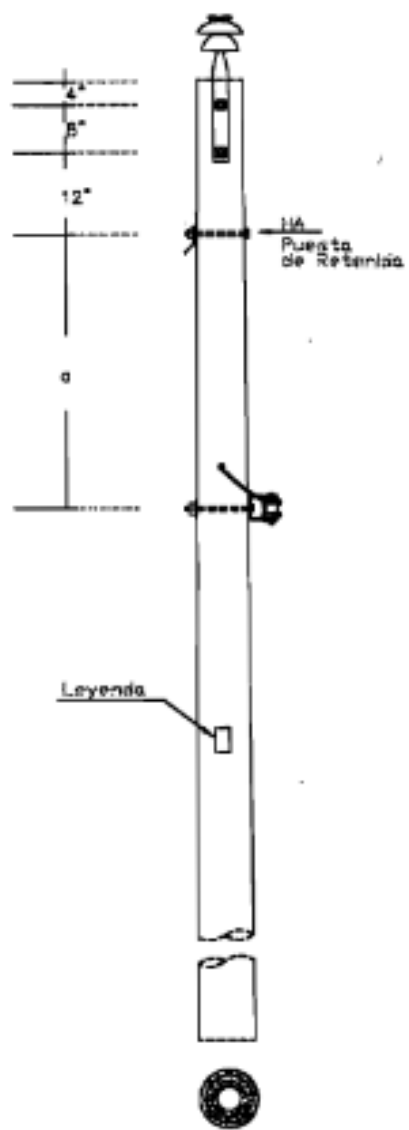
tierra, I. d. (Junio de 2016). *Ciprotec*.

Twenergy. (27 de 08 de 2019). Obtenido de <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/como-ahorrar-energia-casa/la-demanda-electrica-953/#:~:text=Se%20entiende%20por%20demanda%20el%C3%A9ctrica,necesitan%20para%20abastecer%20sus%20necesidades.>

Willis. (2002). *Sector Electricidad*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>

12. Anexos

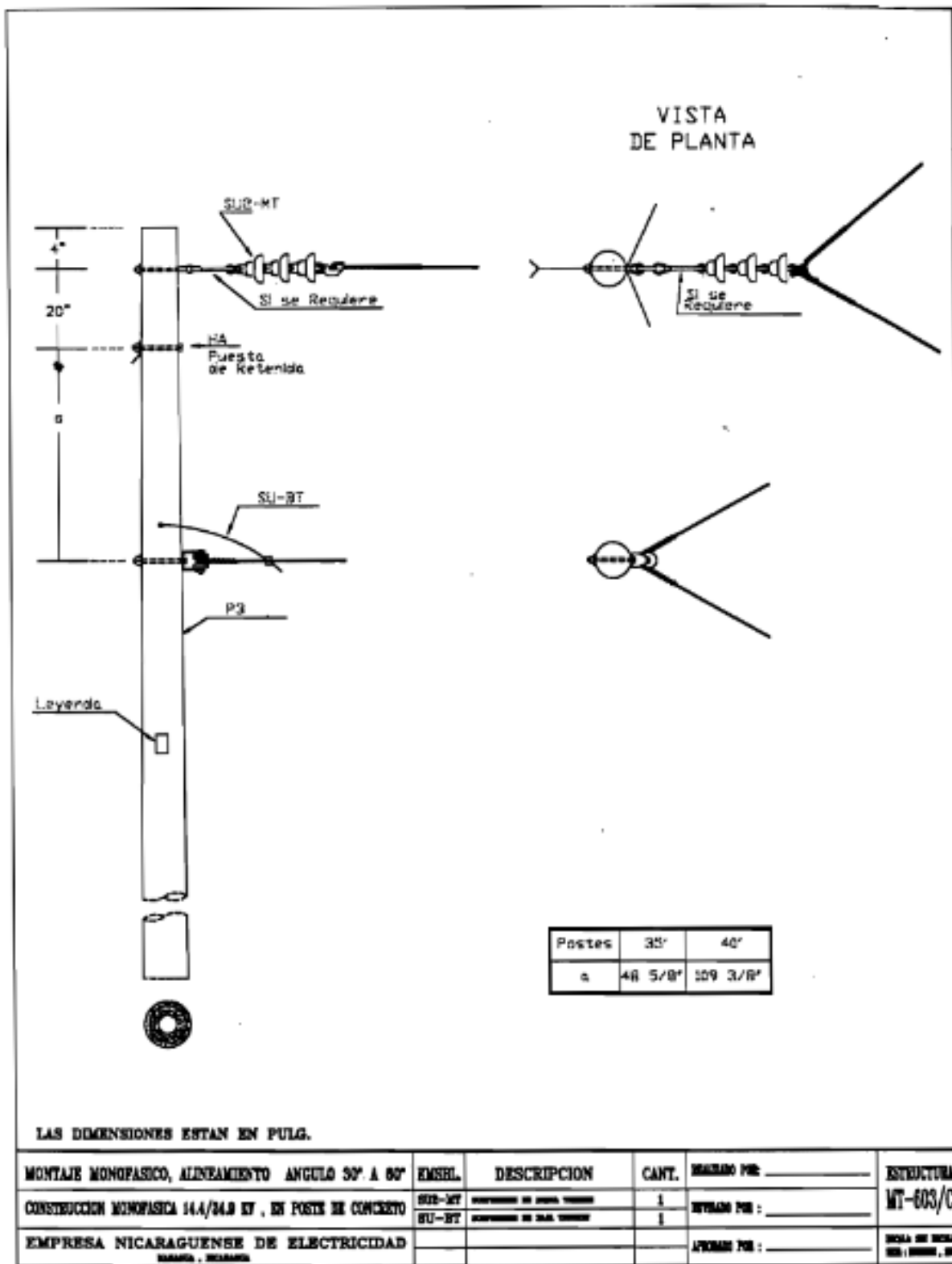




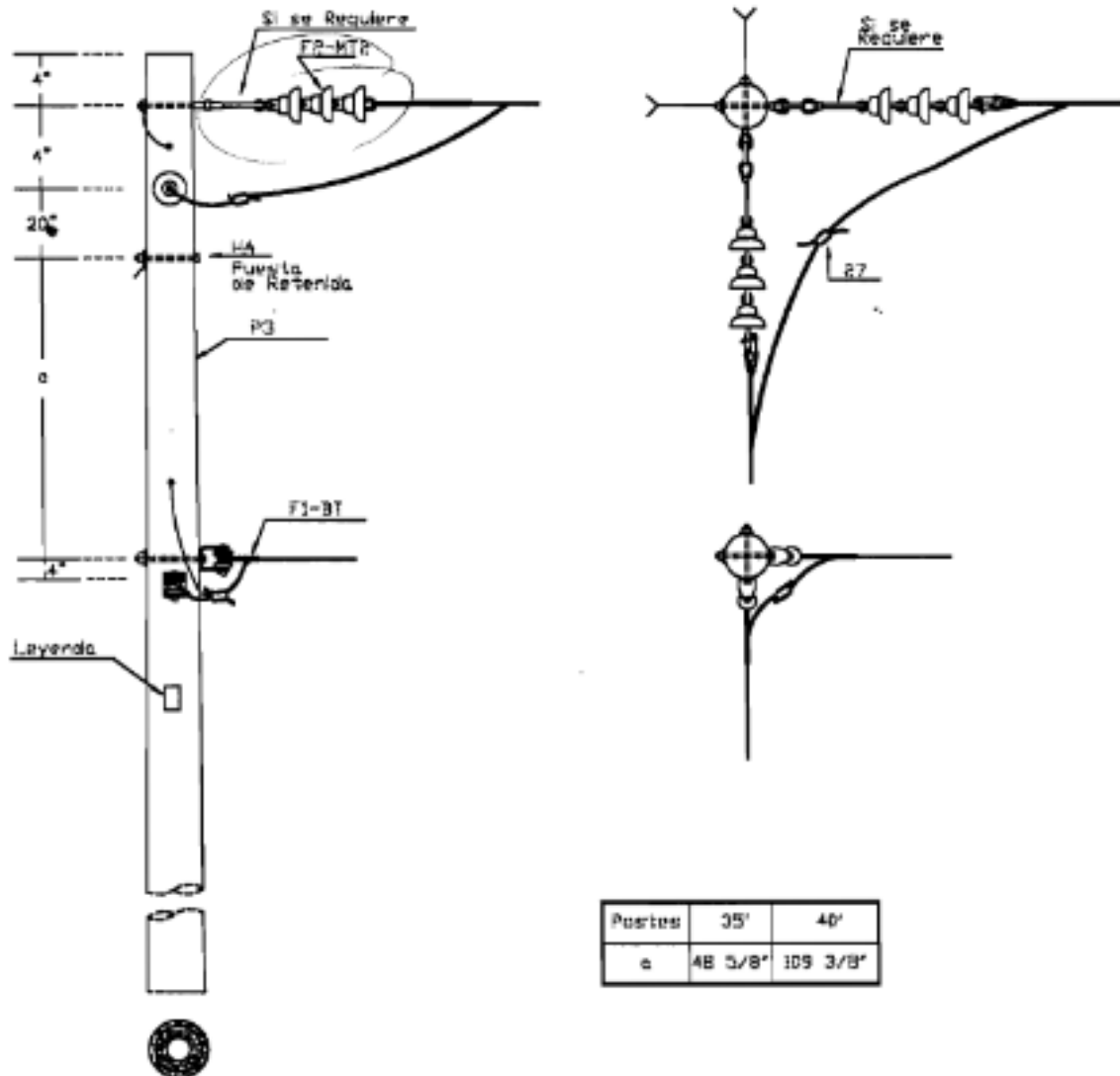
Postes	35'	40'
a	48 5/8"	109 3/8"

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

MONTAJE MONOFASICO, ALINEAMIENTO ANGULO 5° A 30°	EMSH.	DESCRIPCION	CANT.	REVISADO POR: _____	ESTRUCTURA MT-602/C
CONSTRUCCION MONOFASICA 144/24.9 KV, EN POSTE DE CONCRETO	ECP-MT2	CONSTR. MONOFASICA EN CONCRETO DE POSTE	1	REVISADO POR: _____	
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD	SU-BT	CONSTRUCCION DE BARRA TRANSVERSA	1	APROBADO POR: _____	REVISADO POR: _____
MADRID, NICARAGUA					

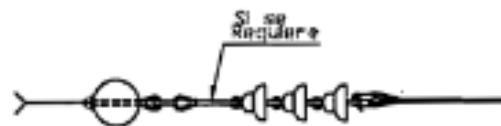
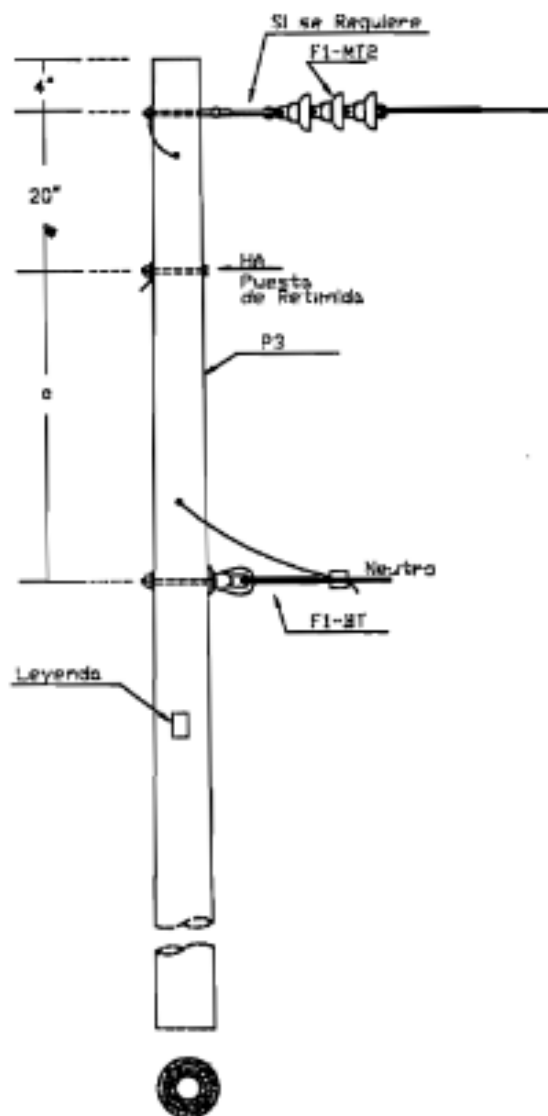


VISTA
DE PLANTA



LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

MONTAJE MONOFASICO, LINEA CON ANGULO 61° A 50°	EMSE.	DESCRIPCION	CANT.	REALIZADO POR:	ESTRUCTURA
CONSTRUCCION MONOFASICA 14.4/24.9 KV, EN POSTE DE CONCRETO	F1-BT	FOR BOLA CONCRETO	2	DISEÑADO POR:	MT-604/C
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD	F1-MTR	FOR BOLA CONCRETO	2	APROBADO POR:	REGLA DE REGLA
SAN CARLOS, NICARAGUA					REG. - 100000, 00



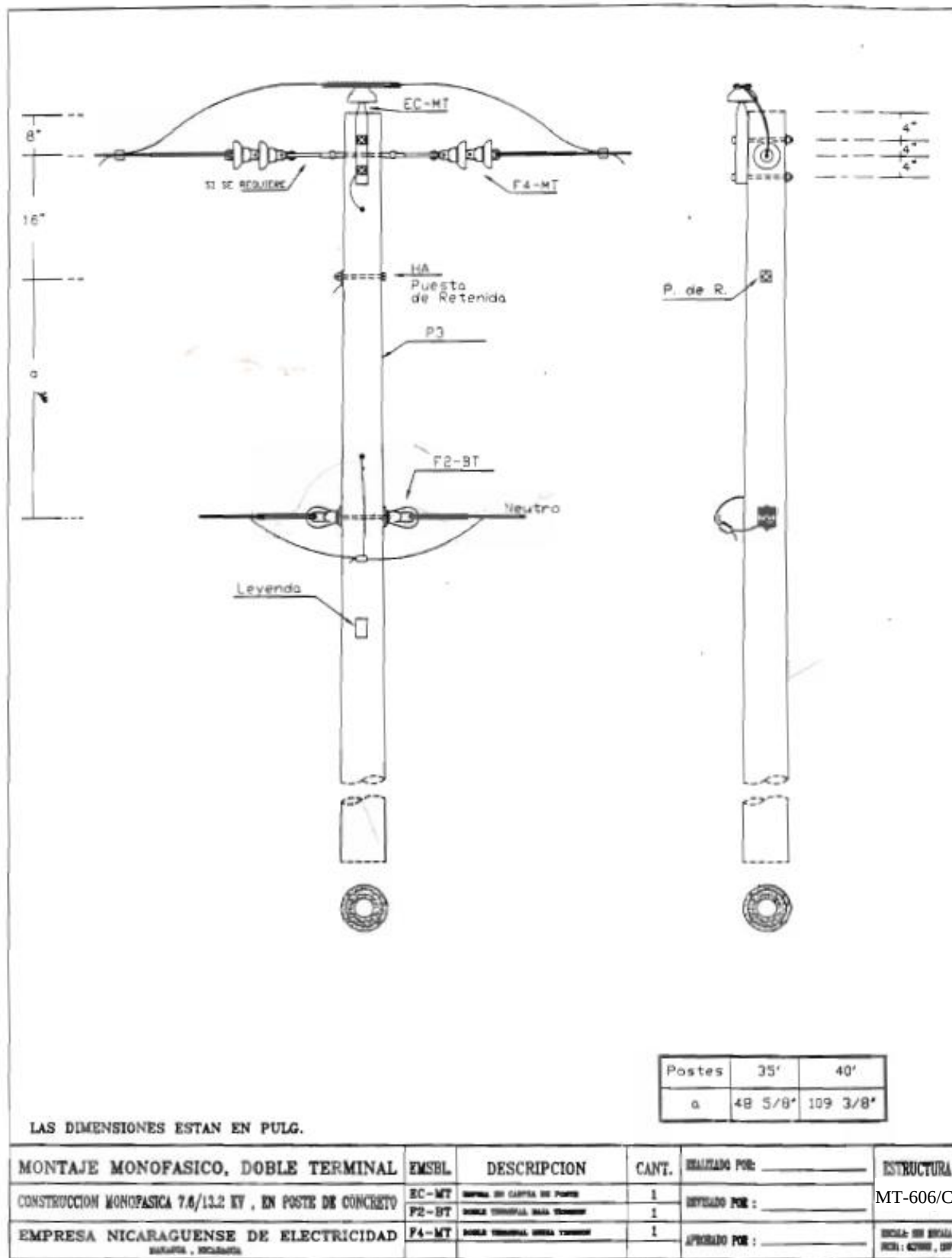
VISTA
DE PLANTA

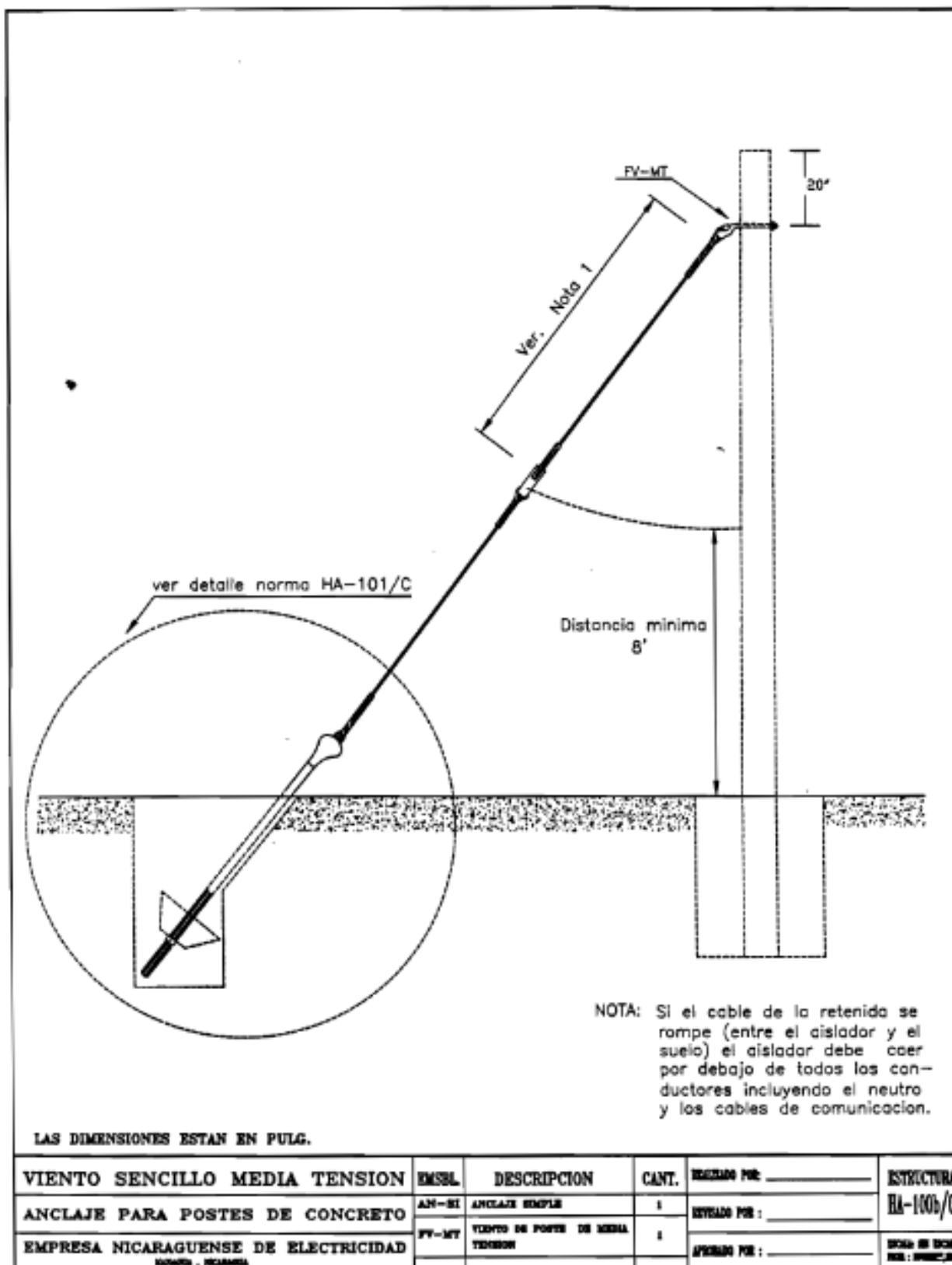


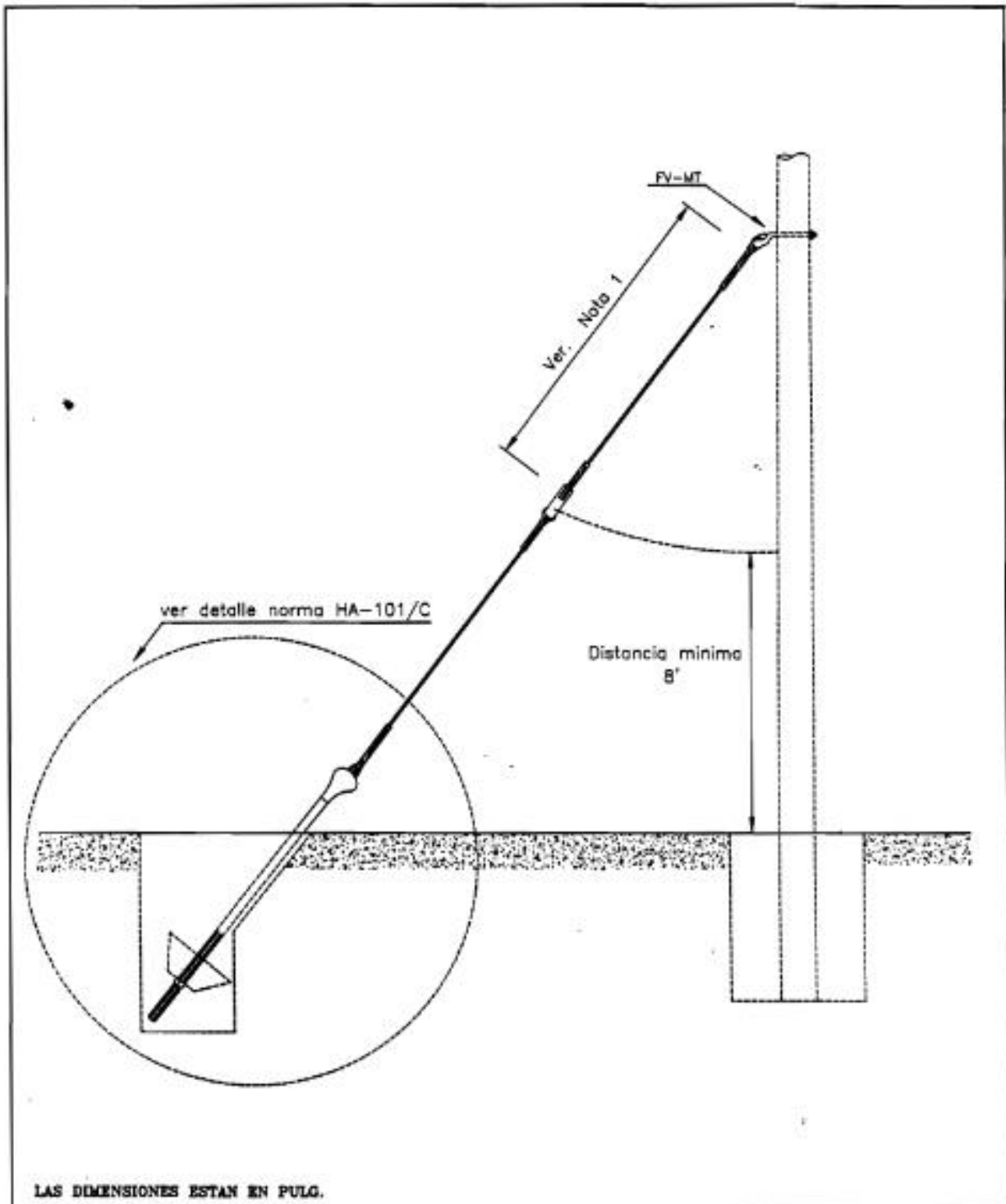
Postes	35'	40'
a	48 5/8"	109 3/8"

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

MONTAJE MONOFASICO, FIN DE LINEA	KMSHL	DESCRIPCION	CANT.	ENTREGADO POR:	ESTRUCTURA
CONSTRUCCION MONOFASICA 14.4/24.9 KV, EN POSTE DE CONCRETO	F1-MT2	POR CADA TRAMO	1	ENTREGADO POR:	MT-605/C
	F1-BT	POR CADA TRAMO	1		
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD				APROBADO POR:	SEALA DE SEALA
					SEAL - SEALA, SEP

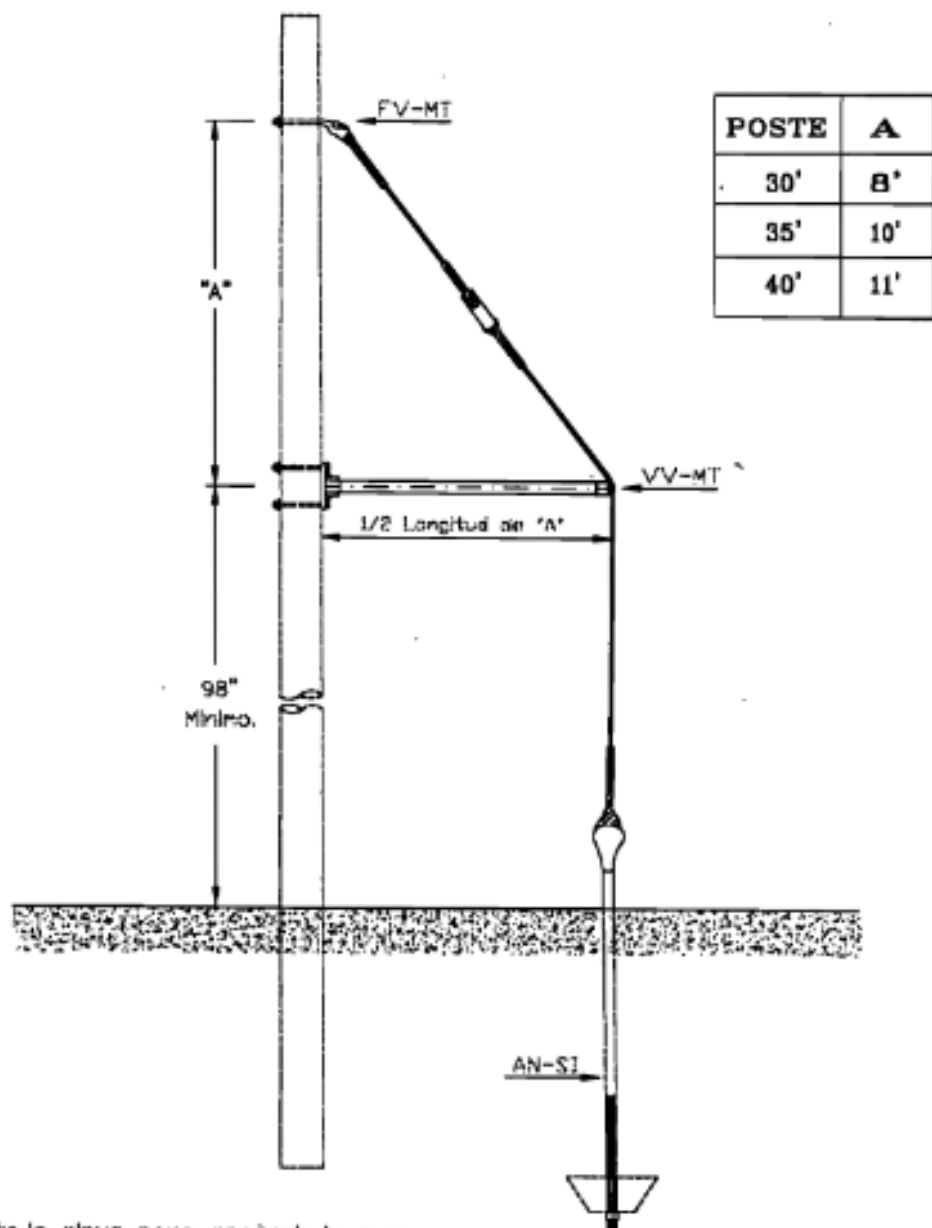






LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

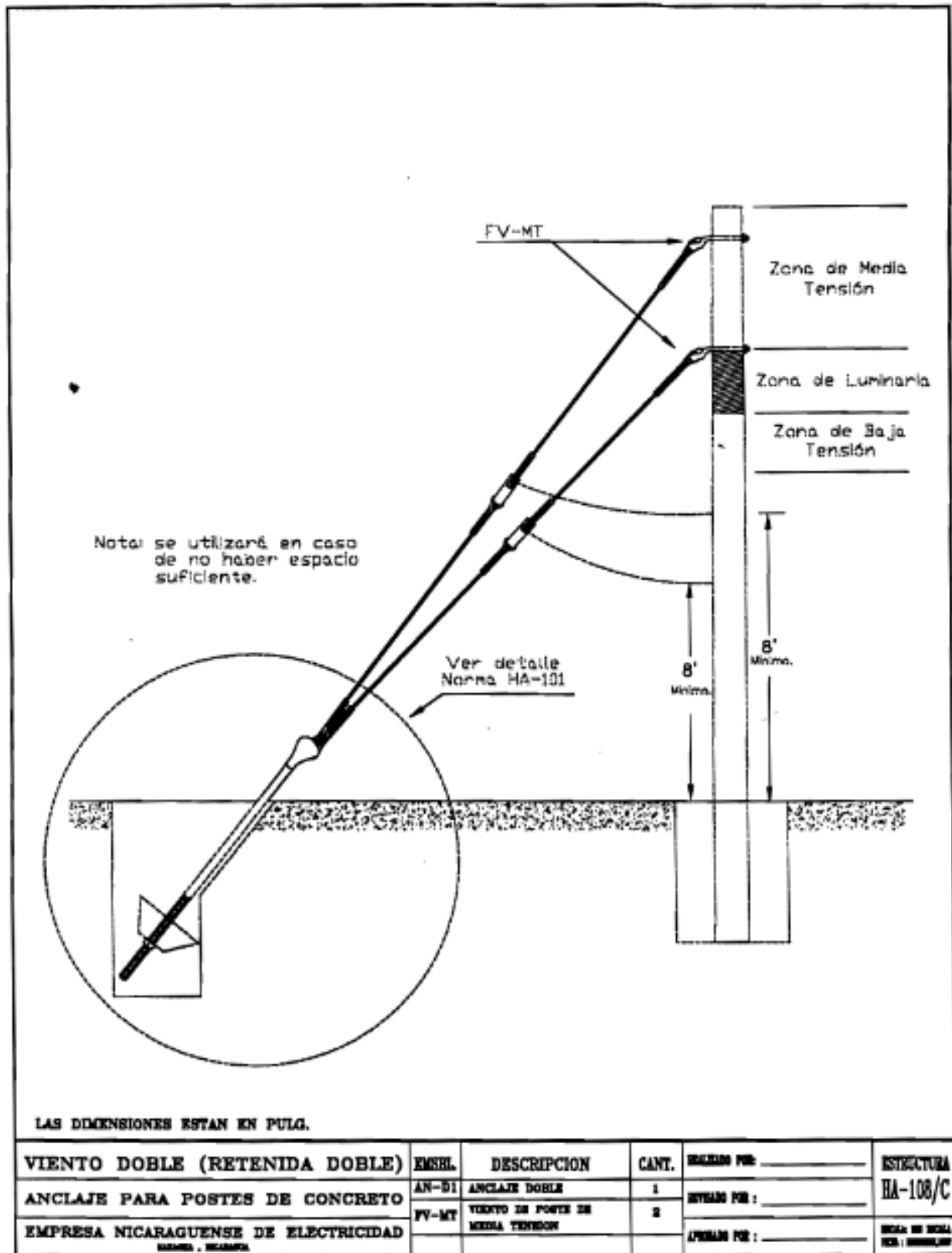
VIENTO SENCILLO BAJA TENSION	EMSEL	DESCRIPCION	CANT.	REVISADO POR: _____	ESTRUCTURA
ANCLAJE PARA POSTES DE CONCRETO	AN-SI	ANCLAJE SENCILLO	1	REVISADO POR: _____	HA-100a/C
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD	FV-MT	VIENTO DE POSTE DE BANDA TENSION	1	REVISADO POR: _____	ESCALA: 1/4" = 1'-0"
					FECHA: 10/10/2010

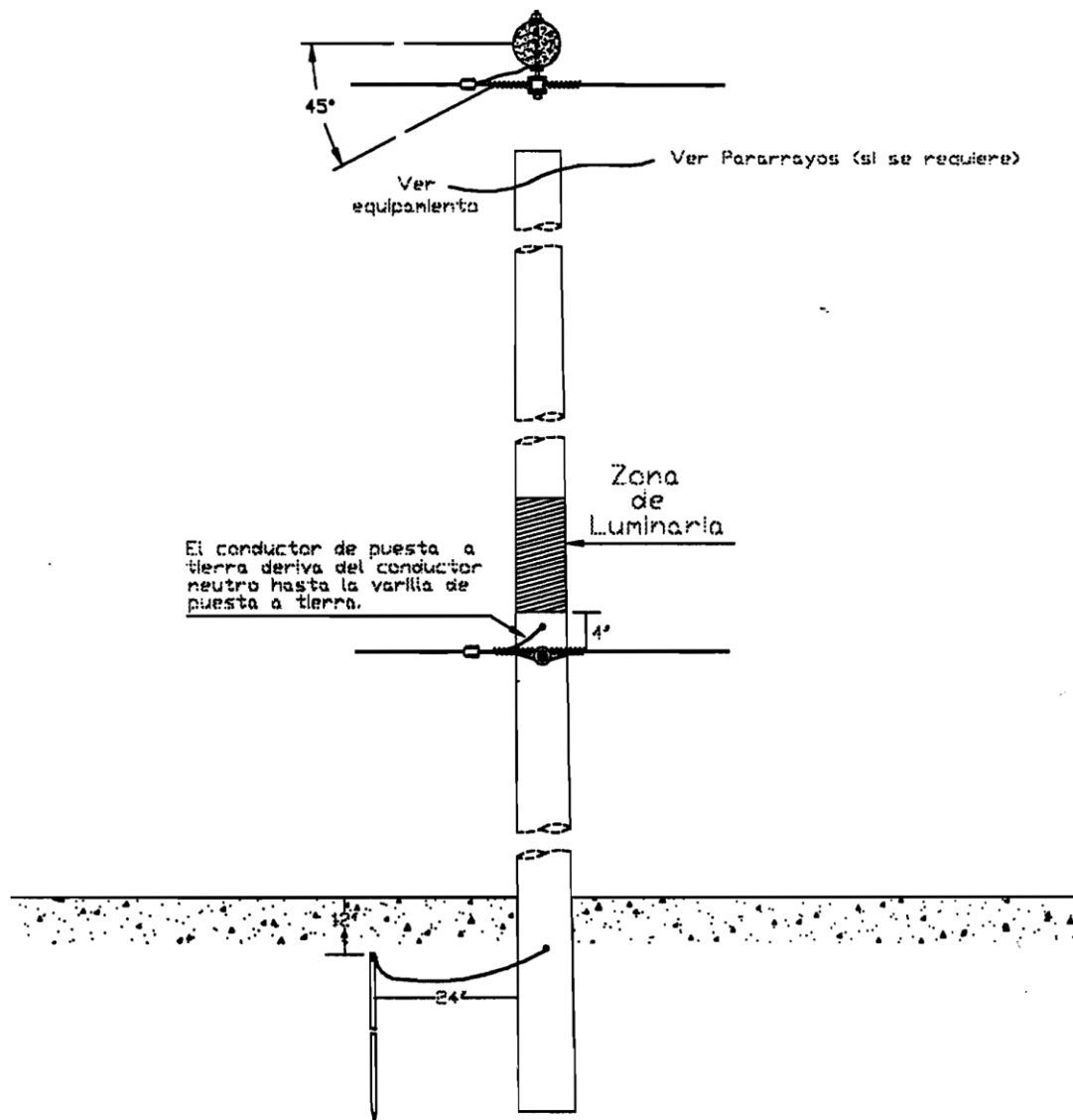


NOTA:
El montaje sirve para contrabalancear el pequeño esfuerzo.

LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

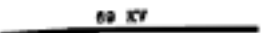
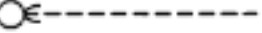
ANCLAJE VERTICAL (RETENIDA A COMPRESION)	EMBL.	DESCRIPCION	CANT.	REVISADO POR :	ESTRUCTURA
ANCLAJE PARA POSTES DE CONCRETO	AN-SI	ANCLAJE SIMPLE	1	DISEÑADO POR :	HA-106/C
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD	FT-MT	TIPO DE POSTE DE CONCRETO	1	APROBADO POR :	SECCION DE DISEÑO
ENCARGO : ENCARGADO	VT-MT	TIPO VERTICAL PARA ANCLAJE SIMPLE	1		SECCION DE DISEÑO

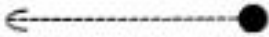
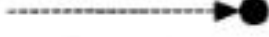




LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULG.

INSTALACION DEL CONDUCTOR Y ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	REVISIONES :	REALIZADO POR: _____	ESTRUCTURA PR-101/C
PROTECCION - PUESTA A TIERRA PARA POSTE DE CONCRETO	_____	REVISADO POR: _____	
EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD MANAGUA, NICARAGUA	_____	APROBADO POR: _____	REVISADO POR: _____

SIMBOLOGIA		T1-1
SIMBOLO	DESCRIPCION	
	LINEA DE TRANSMISION EXISTENTE	
	LINEA DE SUBTRANSMISION	
	LINEA PRIMARIA EXISTENTE	
	LINEA PRIMARIA A INSTALAR	
	LINEA SECUNDARIA EXISTENTE	
	LINEA SECUNDARIA A INSTALAR	
	LINEA DE COMUNICACION	
	LINEA DE TV CABLE	
	LINEA DE COMUNICACION SUBTERRANEA	
	LINEA ELECTRICA SUBTERRANEA (INDICAR VOLTAJE)	
	REMATE DE LINEA EXISTENTE	
	REMATE DE LINEA A INSTALAR	
	DOBLE REMATE DE LINEA SECUNDARIA EXISTENTE E INDEPENDIENTE	
	DOBLE REMATE DE LINEA SECUNDARIA EXISTENTE E INDEPENDIENTE A INSTALAR	
	DOBLE REMATE DE LINEA SECUNDARIA Y JUMPER EXISTENTE	
	DOBLE REMATE DE LINEA SECUNDARIA Y JUMPER A INSTALAR	
	CRUCE DE DOS LINEAS INDEPENDIENTE	
	LINEAS SECUNDARIAS INDEPENDIENTES	
DISEÑADO POR: _____ DIBUJADO POR: _____ APROBADO POR: _____	FECHA: Julio 97 ESCALA: Sin Escala	REVISIONES: _____ EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD División de Distribución

SIMBOLOGIA		T1-2		
SIMBOLO	DESCRIPCION			
	RETENIDA SENCILLA EXISTENTE			
	RETENIDA SENCILLA A INSTALAR			
	RETENIDA AEREA EXISTENTE			
	RETENIDA AEREA A INSTALAR			
	RETENIDA A COMPRESION EXISTENTE			
	RETENIDA A COMPRESION A INSTALAR			
	CERCO EXISTENTE			
	POSTE DE PINO EXISTENTE			
	POSTE DE PINO A INSTALAR			
	POSTE DE CONCRETO EXISTENTE			
	POSTE DE CONCRETO A INSTALAR			
	POSTE DE HIERRO EXISTENTE			
	POSTE DE MADERA SIN TRATAR			
	POSTE EN MAL ESTADO			
	BANCO DE CAPACITORES EXISTENTE (INDICAR KVAR)			
	BANCO DE CAPACITORES A INSTALAR (INDICAR KVAR)			
	LUMINARIA ALTA PRESION EXISTENTE (ESPECIFICAR EL TIPO , MERCURIO , SODIO ETC.)			
DISEÑADO POR: _____ DIBUJADO POR: _____ APROBADO POR: _____		FECHA: Julio 97 ESCALA: Sin Escala	REVISIONES: _____ _____ _____	EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD División de Distribución

SIMBOLOGIA		T1-3	
SIMBOLO	DESCRIPCION		
	LUMINARIA ALTA PRESION MERCURIO A INSTALAR		
	LUMINARIA ALTA PRESION SODIO A INSTALAR		
DP	FOTOCELDA		
CL	CONTROL DE LUMINARIA DE ALTA PRESION		
CF	CONTROL FOTOELECTRICO		
	PUNTO DE MEDICION		
	TRANSFORMADOR EXISTENTE		
	TRANSFORMADOR A INSTALAR		
	TRANSFORMADOR EXCLUSIVO ALUMBRADO PUBLICO EXISTENTE		
	TRANSFORMADOR EXCLUSIVO ALUMBRADO PUBLICO A INSTALAR		
	BANCO TRIFASICO EXISTENTE		
	BANCO TRIFASICO A INSTALAR		
	POSTE CUADRADO EXISTENTE		
	POSTE CUADRADO A INSTALAR		
	ESTRUCTURA DE HIERRO		
	CORTACIRCUITO FUSEBLE N.A (NORMALMENTE ABIERTO)		
	CORTACIRCUITO FUSEBLE N.C (NORMALMENTE CERRADO)		
DISEÑADO POR: _____ FECHA: <u>Julio 97</u>		REVISIONES: _____ _____ _____	EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD División de Distribución
DIBUJADO POR: _____ ESCALA: <u>En Escala</u>			
APROBADO POR: _____			

SIMBOLOGIA		T1-4			
SIMBOLO	DESCRIPCION				
	CUCHILLA SECCIONADORA A 2 CIRCUITO N.A (NORMALMENTE ABIERTO)				
	CUCHILLA SECCIONADORA A 1 CIRCUITO N.C (NORMALMENTE CERRADO)				
	RECERRADOR				
	BANCO DE REGULADORES EXISTENTE				
	BANCO DE REGULADORES A INSTALAR				
	TRANSFORMADOR TRIFASICO EXISTENTE				
	TRANSFORMADOR TRIFASICO A INSTALAR				
	EDIFICIO IMPORTANTE (INDICAR NOMBRE)				
	ESCUELA (INDICAR NOMBRE)				
	IGLESIA (INDICAR NOMBRE)				
	FÁBRICA (INDICAR NOMBRE)				
	HOSPITAL (INDICAR NOMBRE)				
	GASOLINERA (INDICAR NOMBRE)				
	NORTE MAGNETICO				
	CASA EN BUEN ESTADO				
	CEMENTERIO				
	TUBERIA EXISTENTE				
DISEÑADO POR: _____		FECHA: <u>Julio 97</u>	REVISIONES: _____ _____ _____	EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD - División de Distribución	
DIBUJADO POR: _____					ESCALA: <u>sin Escala</u>
APROBADO POR: _____					

ESTAQUEO DE LA COMUNIDAD JOCOMICO																
PUNTO	Postes		Vano	Conductor Mts			Estruc.		Acometidas		Polariz. /		Inst.		Transformadores	
Inicio	PC	(mts)	Prim.	Neutro	TPX	Estruc. Prim.	Secund.	Domiciliares	Proteccion	Retenidas						
PE						EC2-MT2	1	F2-BT	1				HA-108/C	1		
						F3-MT2	1	BT-107/C	1							
P1	35' 2.5 KN	1	30	1/0 ACSR	TPX 1/0	F4-MT2	1					PR-101/C	1	HA-108/C	1	
												PR2-205/C	1			
P2	35' 2.5 KN	1	53	1/0 ACSR	TPX 1/0	MT-602/C	1			IC-BT	6		HA-100B/C	1		
P3	35' 2.5 KN	1	36	1/0 ACSR	TPX 1/0	SU2-MT2	1	F2-BT	1	IC-BT	2	PR-101/C	1	HA-100A/C	1	
														HA-100B/C	1	
P4	35' 2.5 KN	1	50	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-603/C	1						HA-100B/C	1		
P5	35' 2.5 KN	1	46	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	3		
P6	35' 2.5 KN	1	40	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-603/C	1					PR-101/C	1	HA-100B/C	1	
P7	35' 2.5 KN	1	47	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2		
P8	35' 2.5 KN	1	49	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	3		
P9	35' 2.5 KN	1	107	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1					PR-101/C	1	HA-100B/C	3	
P10	35' 2.5 KN	1	51	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2		
P11	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2		
P12	40' 3.3 KN	1	48	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1			IC-BT	3	PR-101/C	1	HA-100B/C	1	Transformador Conv. de 5 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V
						TR2-104/C	1									1
P13	35' 2.5 KN	1	85	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1									
P14	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	3		
P15	35' 2.5 KN	1	63	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1					PR-101/C	1			
P16	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	2		

ESTAQUEO DE LA COMUNIDAD JOCOMICO																		
PUNTO	Postes		Vano	Conductor Mts			Estruc.		Acometidas		Polariz. /		Inst.					
Inicio	PC	(mts)	Prim.	Neutro	TPX	Estruc. Prim.	Secund.	Domiciliares	Proteccion	Retenidas	Transformadores							
P17	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1					HA-100B/C	1					
P18	35' 2.5 KN	1	28	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1				PR-101/C	1	HA-100B/C	1				
P19	35' 2.5 KN	1	105	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	3				
P20	35' 2.5 KN	1	68	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	2				
P21	35' 2.5 KN	1	57	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1				PR-101/C	1	HA-100B/C	1				
P22	35' 2.5 KN	1	56	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-603/C	1						HA-100B/C	1				
P23	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2				
P24	35' 2.5 KN	1	44	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1				PR-101/C	1	HA-100B/C	2				
P25	35' 2.5 KN	1	65	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2				
P26	35' 2.5 KN	1	80	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1						HA-100B/C	1				
P27	35' 2.5 KN	1	43	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1				PR-101/C	1	HA-100B/C	3				
P28	35' 2.5 KN	1	80	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1						HA-100B/C	2				
P29	35' 2.5 KN	1	71	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1						HA-100B/C	2				
P30	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1				PR-101/C	1	HA-100B/C	1				
P31	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1						HA-100B/C	1				
P32	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1						HA-100B/C	1				
P33	35' 2.5 KN	1	55	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1				PR-101/C	1						

ESTAQUEO DE LA COMUNIDAD JOCOMICO																		
PUNTO	Postes		Vano	Conductor Mts			Estruc.		Acometidas		Polariz. /		Inst.					
Inicio	PC		(mts)	Prim.	Neutro	TPX	Estruc. Prim.	Secund.	Domiciliares		Proteccion		Retenidas		Transformadores			
P34	35' 2.5 KN	1	61	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602/C	1					HA-100B/C	1				
P35	35' 2.5 KN	1	60	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-603/C	1					HA-100B/C	1				
P36	35' 2.5 KN	1	85	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602/C	1				PR-101/C	1					
P37	35' 2.5 KN	1	50	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602/C	1										
P38	35' 2.5 KN	1	69	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-604/C	1					HA-100B/C	2				
P39	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR	1/0 ACSR		SU2-MT2	1	F2-BT	1	IC-BT	2	PR-101/C	1	HA-100B/C	1		
															HA-100A/C	1		
P40	35' 2.5 KN	1	55	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602/C	1					HA-106/C	1				
P41	35' 2.5 KN	1	70	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602/C	1					HA-100B/C	1				
P42	40' 3.3 KN	1	43	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602/C	1			IC-BT	4	PR-101/C	1	HA-100B/C	1	Transformador Conv. de 5 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V	
							TR2-104/C	1										
P43	35' 2.5 KN	1	44	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-606/C	1							HA-108/C	2		
															HA-106/C	1		
P44	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602/C	1			IC-BT	1			HA-100B/C	1		
P45	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-603/C	1			IC-BT	2	PR-101/C	1	HA-108/C	1		
P46	35' 2.5 KN	1	60	1/0 ACSR		TPX 1/0	EC2-MT2	1	F2-BT	1	IC-BT	2	PR-101/C	1	HA-100B/C	1		
															HA-100A/C	1		
P47	35' 2.5 KN	1	47	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602/C	1										
P48	35' 2.5 KN	1	55	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602/C	1					HA-100B/C	1				

ESTAQUEO DE LA COMUNIDAD JOCOMICO																		
PUNTO	Postes	Vano	Conductor Mts			Estruc.		Acometidas		Polariz. /		Inst.						
Inicio	PC	(mts)	Prim.	Neutro	TPX	Estruc. Prim.	Secund.	Domiciliares	Proteccion	Retenidas	Transformadores							
P49	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-602/C	1					PR-101/C	1	HA-100B/C	1			
P50	35' 2.5 KN	1	40	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-606/C	1							HA-100B/C	3			
P51	35' 2.5 KN	1	45	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-603/C	1							HA-100B/C	1			
P52	35' 2.5 KN	1	52	1/0 ACSR	1/0 ACSR	MT-604/C	1	F1-BT	1			PR-101/C	1	HA-100B/C	1			
														HA-108/C	1			
P52.1	30' 1.3 KN	1	25		TPX 1/0				BT-103/C	1			PR-101/C	1	HA-100A/C	1		
P52.2	30' 1.3 KN	1	37		TPX 1/0				BT-101/C	1								
P52.3	30' 1.3 KN	1	45		TPX 1/0				BT-102/C	1			PR-101/C	1	HA-100A/C	1		
P52.4	30' 1.3 KN	1	65		TPX 1/0				BT-104/C	1	IC-BT	3	PR-101/C	1	HA-100A/C	1		
P53	40' 3.3 KN	1	70	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-605/C	1	F1-BT	1	IC-BT	4	PR-101/C	1	HA-108/C	1	Transformador Conv. de 5 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V	1
							TR2-105/C	1							HA-100A/C	1		
P54	30' 1.3 KN	1	54			TPX 1/0			BT-103/C	1				PR-101/C	1	HA-100A/C	2	
P55	30' 1.3 KN	1	42			TPX 1/0			BT-104/C	1	IC-BT	2	PR-101/C	1	HA-100A/C	1		
					</													

CÁLCULOS MECÁNICOS.																				
NOMBRE DEL PROYECTO		PROYECTO JOCOMICO																		

Cantón	1	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478		29,00	75,89
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR					24,33	
Red BT	Triplex	1/0	1	1,275		29	114,97

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Esf. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
PE	AC	12	333	10,3		29	0,1			2,030	6,93	0,00	0,00	18,49	22,36	75,89	0,00	0,00	114,97	172,49
P1	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1			1,927	6,93	0,00	0,00	18,49	22,10	75,89	0,00	0,00	114,97	170,99

Cantón	2	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478		47,53	333,92
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR					417864	
Red BT	Triplex					185	

CANTON DE FASE 1/0 ACSR

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Esf. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P1	AC	10,5	250	8,95		53	0,1				12,67	0,00	0,00	0,00	12,96	333,92	0,00	0,00	0,00	341,64
P2	ANG	10,5	250	8,95	16,00	36	0,203				113,81	0,00	0,00	0,00	115,08	-	-	-	-	-
P3	ANG	10,5	250	8,95	32,00	50	0,203				203,08	0,00	0,00	0,00	205,35	-	-	-	-	-
P4	ANG	10,5	250	8,95	45,00	46	0,203				275,16	0,00	0,00	0,00	278,24	-	-	-	-	-
P5	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1				10,99	0,00	0,00	0,00	11,25	333,92	0,00	0,00	0,00	341,64

HA-108/C
HA-100b/C
HA-100b/C
HA-100b/C
HA-100b/C

Cantón	3	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1	ACSR					46,87	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR					195533	
Red BT	Triplex	1/0	1	1,275		89	347,96

CANTON DE TPLX

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Esf. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P1	AC	10,5	250	8,95	0,00	53				1,927	0,00	0,00	0,00	33,79	27,43	0,00	0,00	0,00	347,96	282,51
P2	ANG	10,5	250	8,95	16,00	36				1,218	0,00	0,00	0,00	152,49	136,31	-	-	-	-	-
P3	AC	10,5	250	8,95	0,00					1,115	0,00	0,00	0,00	22,95	20,79	0,00	0,00	0,00	347,96	315,18

HA-100a/C

Cantón	4	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1	ACSR					48,12	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478		222334	333,92
Red BT	Triplex					96	

CANTON DE NEUTRO

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Esf. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P3	AC	10,5	250	8,95	0,00	50					0,00	0,00	11,95	0,00	10,82	0,00	0,00	333,92	0,00	302,46
P4	ANG	10,5	250	8,95	45,00	46					0,00	0,00	0,00	318,56	329,61	-	-	-	-	-
P5	AC	10,5	250	8,95	0,00						0,00	0,00	10,99	0,00	9,96	0,00	0,00	333,92	0,00	302,46

Cantón	5	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	43,92	324,18
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	1678,27	324,18
Red BT		Triplex				87	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P5	AC	10,5	250	8,95	0,00	40	0,1		1,115		9,56	0,00	9,56	0,00	18,44	324,18	0,00	324,18	0,00	625,31
P6	AN8	10,5	250	8,95	35,00	47	0,203		1,218		213,88	0,00	213,88	0,00	407,46	-	-	-	-	-
P7	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		11,23	0,00	11,23	0,00	21,67	324,18	0,00	324,18	0,00	625,31

HA-100b/C

HA-100b/C

HA-100b/C

Cantón	6	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	49,00	336,33
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	1192,45	336,33
Red BT		Triplex				49	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P7	AC	10,5	250	8,95		49	0,203		1,218		11,71	0,00	11,71	0,00	22,31	336,33	0,00	336,33	0,00	640,74
P8	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		11,71	0,00	11,71	0,00	22,59	336,33	0,00	336,33	0,00	648,75

HA-100b/C

HA-100b/C

Cantón	7	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	107,00	454,85
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	12250,43	454,85
Red BT		Triplex				107	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P8	AC	10,5	250	8,95		107	0,1		1,115		25,57	0,00	25,57	0,00	49,33	454,85	0,00	454,85	0,00	877,36
P9	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		25,57	0,00	25,57	0,00	49,33	454,85	0,00	454,85	0,00	877,36

HA-100b/C

HA-100b/C

Cantón	8	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	51,00	341,10
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	13265	341,10
Red BT		Triplex				51	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P9	AC	10,5	250	8,95		51	0,1		1,115		12,19	0,00	12,19	0,00	23,51	341,10	0,00	341,10	0,00	657,95
P10	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		12,19	0,00	12,19	0,00	23,51	341,10	0,00	341,10	0,00	657,95

HA-100b/C

HA-100b/C

Cantón	9	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	45,00	326,62
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	9112	326,62
Red BT		Triplex				45	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P10	AC	10,5	250	8,95		45	0,203		1,218		10,76	0,00	10,76	0,00	20,49	326,62	0,00	326,62	0,00	622,24
P11	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,76	0,00	10,76	0,00	20,75	326,62	0,00	326,62	0,00	630,02

HA-100b/C

HA-100b/C

Cantón 10		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx														
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	72,52	390,32														
Red MT2		ACSR																			
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	104,75	390,32														
Red BT		Triplex				203															
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P11	AC	10,5	250	8,95		48	0,203		1,218		11,47	0,00	11,47	0,00	21,86	390,32	0,00	390,32	0,00	743,59	HA-100b/C
P12	ANG	12	333	10,3	29,00	85	0,1		2,03		225,25	0,00	225,25	0,00	416,04	-	-	-	-	-	HA-100b/C
P13	ANG	10,5	250	8,95	6,00	70	0,1		1,218		77,80	0,00	77,80	0,00	149,14	-	-	-	-	-	HA-100b/C
P14	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,73	0,00	16,73	0,00	32,27	390,32	0,00	390,32	0,00	752,89	

Cantón 11		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx														
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	56,20	352,83														
Red MT2		ACSR																			
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	34,15	352,83														
Red BT		Triplex				108															
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P14	AC	10,5	250	8,95	0,00	63	0,203		1,218		15,06	0,00	15,06	0,00	28,68	352,83	0,00	352,83	0,00	672,17	HA-100b/C
P15	ANG	10,5	250	8,95	11,00	45	0,1		1,218		93,21	0,00	93,21	0,00	178,68	-	-	-	-	-	HA-100b/C
P16	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,76	0,00	10,76	0,00	20,75	352,83	0,00	352,83	0,00	680,57	

Cantón 12		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx														
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	45,00	326,62														
Red MT2		ACSR																			
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	91,15	326,62														
Red BT		Triplex				45															
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P16	AC	10,5	250	8,95		45	0,1		1,115		10,76	0,00	10,76	0,00	20,75	326,62	0,00	326,62	0,00	630,02	HA-100b/C
P17	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,76	0,00	10,76	0,00	20,75	326,62	0,00	326,62	0,00	630,02	HA-100b/C

Cantón 13		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx														
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	28,00	73,93														
Red MT2		ACSR																			
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	219,55	73,93														
Red BT		Triplex				28															
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P17	AC	10,5	250	8,95		28	0,203		1,218		6,69	0,00	6,69	0,00	12,75	73,93	0,00	73,93	0,00	140,84	
P18	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		6,69	0,00	6,69	0,00	12,91	73,93	0,00	73,93	0,00	142,60	

Cantón 14							
	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	105,00	451,41	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478	110,42	451,41	
Red BT	Triplex				105		

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P18	AC	10,5	250	8,95		105	0,1		1,115		25,10	0,00	25,10	0,00	48,41	451,41	0,00	451,41	0,00	870,73	HA-100b/C
P19	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		25,10	0,00	25,10	0,00	48,41	451,41	0,00	451,41	0,00	870,73	HA-100b/C

Cantón 15							
	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	68,00	379,68	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478	3144,52	379,68	
Red BT	Triplex				68		

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P19	AC	10,5	250	8,95		68	0,1		1,115		16,25	0,00	16,25	0,00	31,35	379,68	0,00	379,68	0,00	732,36	HA-100b/C
P20	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,25	0,00	16,25	0,00	31,35	379,68	0,00	379,68	0,00	732,36	HA-100b/C

Cantón 16							
	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	62,02	366,49	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478	7038,97	366,49	
Red BT	Triplex				183		

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P20	AC	10,5	250	8,95		57	0,1		1,115		13,62	0,00	13,62	0,00	26,28	366,49	0,00	366,49	0,00	706,92	HA-100b/C
P21	ANG	10,5	250	8,95	26,00	56	0,1		1,218		190,63	0,00	190,63	0,00	365,24	-	-	-	-	-	HA-100b/C
P22	ANG	10,5	250	8,95	51,00	70	0,1		1,218		340,09	0,00	340,09	0,00	651,95	-	-	-	-	-	HA-100b/C
P23	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,73	0,00	16,73	0,00	32,27	366,49	0,00	366,49	0,00	706,92	HA-100b/C

Cantón 17							
	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	44,00	324,18	
Red MT2	ACSR						
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478	8816,52	324,18	
Red BT	Triplex				44		

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
P23	AC	10,5	250	8,95		44	0,203		1,218		10,52	0,00	10,52	0,00	20,03	324,18	0,00	324,18	0,00	617,59	HA-100b/C
P24	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,52	0,00	10,52	0,00	20,28	324,18	0,00	324,18	0,00	625,31	HA-100b/C

Cantón 18						
Red MT1 Red MT2 Neutro Red BT	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
	ACSR	1/0	1	0,478	65,00	373,14
	ACSR					
	ACSR	1/0	1	0,478	274,625	373,14
Red BT	Triplex				65	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P24	AC	10,5	250	8,95		65	0,203		1,218		15,54	0,00	15,54	0,00	29,60	373,14	0,00	373,14	0,00	710,86
P25	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		15,54	0,00	15,54	0,00	29,97	373,14	0,00	373,14	0,00	719,74

HA-100b/C
HA-100b/C

Cantón 19						
Red MT1 Red MT2 Neutro Red BT	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
	ACSR	1/0	1	0,478	69,35	381,84
	ACSR					
	ACSR	1/0	1	0,478	59,1507	381,84
Red BT	Triplex				123	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P25	AC	10,5	250	8,95	0,00	80	0,203		1,218		19,12	0,00	19,12	0,00	36,43	381,84	0,00	381,84	0,00	727,43
P26	ANG	10,5	250	8,95	18,00	43	0,1		1,218		148,14	0,00	148,14	0,00	283,99	-	-	-	-	-
P27	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,28	0,00	10,28	0,00	19,82	381,84	0,00	381,84	0,00	736,52

HA-100b/C
HA-100b/C
HA-100b/C

Cantón 20						
Red MT1 Red MT2 Neutro Red BT	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
	ACSR	1/0	1	0,478	80,00	404,70
	ACSR					
	ACSR	1/0	1	0,478	512000	404,70
Red BT	Triplex				80	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P27	AC	10,5	250	8,95		80	0,1		1,115		19,12	0,00	19,12	0,00	36,88	404,70	0,00	404,70	0,00	780,62
P28	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		19,12	0,00	19,12	0,00	36,88	404,70	0,00	404,70	0,00	780,62

HA-100b/C
HA-100b/C

Cantón 21						
Red MT1 Red MT2 Neutro Red BT	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
	ACSR	1/0	1	0,478	71,00	386,10
	ACSR					
	ACSR	1/0	1	0,478	3579,11	386,10
Red BT	Triplex				71	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P28	AC	10,5	250	8,95		71	0,203		1,218		16,97	0,00	16,97	0,00	32,33	386,10	0,00	386,10	0,00	735,56
P29	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,97	0,00	16,97	0,00	32,73	386,10	0,00	386,10	0,00	744,75

HA-100b/C
HA-100b/C

Cantón	22	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	65,91	375,33
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	65,91	375,33
Red BT		Triplex				565	

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P29	AC	10,5	250	8,95		70	0,1		1,115		16,73	0,00	16,73	0,00	32,27	375,33	0,00	375,33	0,00	723,97
P30	ANG	10,5	250	8,95	28,00	70	0,1		1,218		213,10	0,00	213,10	0,00	408,52	-	-	-	-	-
P31	ANG	10,5	250	8,95	16,00	45	0,1		1,218		131,43	0,00	131,43	0,00	251,94	-	-	-	-	-
P32	ANG	10,5	250	8,95	26,00	55	0,1		1,218		191,55	0,00	191,55	0,00	367,21	-	-	-	-	-
P33	ANG	10,5	250	8,95	7,00	61	0,1		1,218		73,45	0,00	73,45	0,00	140,80	-	-	-	-	-
P34	ANG	10,5	250	8,95	28,00	60	0,1		1,218		208,83	0,00	208,83	0,00	400,33	-	-	-	-	-
P35	ANG	10,5	250	8,95	33,00	85	0,1		1,218		245,06	0,00	245,06	0,00	469,78	-	-	-	-	-
P36	ANG	10,5	250	8,95	6,00	50	0,1		1,218		71,46	0,00	71,46	0,00	137,00	-	-	-	-	-
P37	ANG	10,5	250	8,95	8,00	69	0,1		1,218		80,67	0,00	80,67	0,00	154,64	-	-	-	-	-
P38	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		16,49	0,00	16,49	0,00	31,81	375,33	0,00	375,33	0,00	723,97

Cantón	23	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	60,06	361,98
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR				101,904	
Red BT		Triplex				282	

CANTON FASE 1/0 ACSR

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P38	AC	10,5	250	8,95		70	0,203		1,218		16,73	0,00	0,00	0,00	16,92	361,98	0,00	0,00	0,00	366,04
P39	ANG	10,5	250	8,95	48,00	55	0,1		1,115		319,40	0,00	0,00	0,00	326,79	-	-	-	-	-
P40	ANG	10,5	250	8,95	6,00	70	0,1		1,218		67,68	0,00	0,00	0,00	69,25	-	-	-	-	-
P41	ANG	10,5	250	8,95	11,00	43	0,1		1,218		96,15	0,00	0,00	0,00	98,37	-	-	-	-	-
P42	ANG	12	333	10,3	23,00	44	0,1		2,03		164,30	0,00	0,00	0,00	167,59	-	-	-	-	-
P43	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		10,52	0,00	0,00	0,00	10,76	361,98	0,00	0,00	0,00	370,35

Cantón	24	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR				70,00	
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR	1/0	1	0,478	343,005	383,98
Red BT		Triplex				70	

CANTON NEUTRO

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P38	AC	10,5	250	8,95		70			1,218		0,00	0,00	16,73	0,00	14,95	0,00	0,00	383,98	0,00	343,23
P39	AC	10,5	250	8,95	0,00				1,115		0,00	0,00	16,73	0,00	15,15	0,00	0,00	383,98	0,00	347,80

Cantón	25	Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx
Red MT1		ACSR				56,39	
Red MT2		ACSR					
Neutro		ACSR				274,645	
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	212	362,02

CANTON TPLX

Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P39	AC	10,5	250	8,95		55			1,115		0,00	0,00	0,00	35,06	31,76	0,00	0,00	0,00	362,02	327,91
P40	ANG	10,5	250	8,95	6,00	70			1,218		0,00	0,00	0,00	117,36	104,91	-	-	-	-	-
P41	ANG	10,5	250	8,95	11,00	43			1,218		0,00	0,00	0,00	140,77	125,83	-	-	-	-	-
P42	ANG	12	333	10,3	23,00	44			2,03		0,00	0,00	0,00	197,61	163,42	-	-	-	-	-
P43	AC	10,5	250	8,95	0,00				1,115		0,00	0,00	0,00	28,05	25,41	0,00	0,00	0,00	362,02	327,91

Cantón Z6							CANTON FASE 1/0 ACSR														
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominat (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	49,44	336,33					10,76	0,00	0,00	0,00	11,00	336,33	0,00	0,00	0,00	344,10	
Red MT2	ACSR										171,74	0,00	0,00	0,00	175,71	-	-	-	-	-	
Neutro	ACSR										252,22	0,00	0,00	0,00	258,05	-	-	-	-	-	
Red BT	Triplex				337						181,21	0,00	0,00	0,00	185,40	-	-	-	-	-	
P43	AC	10,5	250	8,95		45	0,1				10,76	0,00	0,00	0,00	11,00	336,33	0,00	0,00	0,00	344,10	
P44	AL	10,5	250	8,95	26,00	45	0,1				171,74	0,00	0,00	0,00	175,71	-	-	-	-	-	
P45	AL	10,5	250	8,95	40,00	60	0,1				252,22	0,00	0,00	0,00	258,05	-	-	-	-	-	
P46	AL	10,5	250	8,95	27,00	47	0,1				181,21	0,00	0,00	0,00	185,40	-	-	-	-	-	
P47	AL	10,5	250	8,95	11,00	55	0,1				88,63	0,00	0,00	0,00	90,67	-	-	-	-	-	
P48	AL	10,5	250	8,95	19,00	45	0,1				134,27	0,00	0,00	0,00	137,37	-	-	-	-	-	
P49	AL	10,5	250	8,95	23,00	40	0,1				163,61	0,00	0,00	0,00	167,17	-	-	-	-	-	
P50	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1				9,56	0,00	0,00	0,00	9,78	336,33	0,00	0,00	0,00	344,10	
Cantón Z7							CANTON NEUTRO														
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominat (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
Red MT1	ACSR					47,69															
Red MT2	ACSR																				
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478		333,92															
Red BT	Triplex					187															
P46	AC	10,5	250	8,95		47			1,115		0,00	0,00	11,23	0,00	10,17	0,00	0,00	333,92	0,00	302,46	
P47	ANG	10,5	250	8,95	11,00	55			1,218		0,00	0,00	88,16	0,00	78,81	-	-	-	-	-	
P48	ANG	10,5	250	8,95	19,00	45			1,218		0,00	0,00	133,48	0,00	119,31	-	-	-	-	-	
P49	ANG	10,5	250	8,95	23,00	40			1,218		0,00	0,00	152,66	0,00	136,45	-	-	-	-	-	
P50	AC	10,5	250	8,95	0,00				1,115		0,00	0,00	9,56	0,00	8,66	0,00	0,00	333,92	0,00	302,46	
Cantón Z8							CANTON TPLX														
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominat (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
Red MT1	ACSR					51,53															
Red MT2	ACSR																				
Neutro	ACSR																				
Red BT	Triplex	1/0	1	1,275		150															
P43	AC	10,5	250	8,95		45			1,115		0,00	0,00	0,00	28,69	25,98	0,00	0,00	0,00	356,28	322,71	
P44	ANG	10,5	250	8,95	26,00	45			1,218		0,00	0,00	0,00	214,76	191,97	-	-	-	-	-	
P45	ANG	10,5	250	8,95	40,00	60			1,218		0,00	0,00	0,00	302,82	270,68	-	-	-	-	-	
P46	AC	10,5	250	8,95	0,00				1,115		0,00	0,00	0,00	38,25	34,65	0,00	0,00	0,00	356,28	322,71	
Cantón Z9							CANTON TPLX														
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominat (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (°)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes					
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	
Red MT1	ACSR	1/0	1	0,478	48,88	381,84															
Red MT2	ACSR																				
Neutro	ACSR	1/0	1	0,478		381,84															
Red BT	Triplex					97															
P50	AC	10,5	250	8,95	0,00	45	0,1		1,115		10,76	0,00	10,76	0,00	20,75	381,84	0,00	381,84	0,00	736,52	
P51	ANG	10,5	250	8,95	47,00	52	0,1		1,115		324,01	0,00	324,01	0,00	624,99	-	-	-	-	-	
P52	AC	10,5	250	8,95	0,00		0,1		1,115		12,43	0,00	12,43	0,00	23,97	381,84	0,00	381,84	0,00	736,52	

Cantón 30		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx													
Red MT1		ACSR	1/0	1	0,478	70,00	383,98													
Red MT2		ACSR																		
Neutro		ACSR																		
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	70	377,36													
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (*)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P52	AC	10,5	250	8,95		70	0,1			1,927	16,73	0,00	0,00	44,63	53,35	383,98	0,00	0,00	377,36	699,24
P53	AC	12	333	10,3	0,00		0,1			2,030	16,73	0,00	0,00	44,63	53,97	383,98	0,00	0,00	377,36	703,74

HA-108/C

HA-108/C

Cantón 31		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx													
Red MT1		ACSR				54,00														
Red MT2		ACSR																		
Neutro		ACSR																		
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	54	359,24													
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (*)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P53	AC	12	333	10,3		54				2,030	0,00	0,00	0,00	34,43	28,47	0,00	0,00	0,00	359,24	297,09
P54	AC	9	133	7,6	0,00					0,100	0,00	0,00	0,00	34,43	35,37	0,00	0,00	0,00	359,24	369,08

HA-100a/C

HA-100a/C

Cantón 32		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx													
Red MT1		ACSR				42,00														
Red MT2		ACSR																		
Neutro		ACSR																		
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	42	338,16													
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (*)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P54	AC	9	133	7,6		42				0,203	0,00	0,00	0,00	26,78	27,13	0,00	0,00	0,00	338,16	342,66
P55	AC	9	133	7,6	0,00					0,100	0,00	0,00	0,00	26,78	27,51	0,00	0,00	0,00	338,16	347,43

HA-100a/C

HA-100a/C

Cantón 33		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx													
Red MT1		ACSR				42,00														
Red MT2		ACSR																		
Neutro		ACSR																		
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	42	106,89													
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (*)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P52	AC	10,5	250	8,95		42				2,030	0,00	0,00	0,00	26,78	21,42	0,00	0,00	0,00	106,89	85,51
P52.1	AC	9	133	7,6	0,00					0,100	0,00	0,00	0,00	26,78	27,51	0,00	0,00	0,00	106,89	109,82

HA-100a/C

HA-100a/C

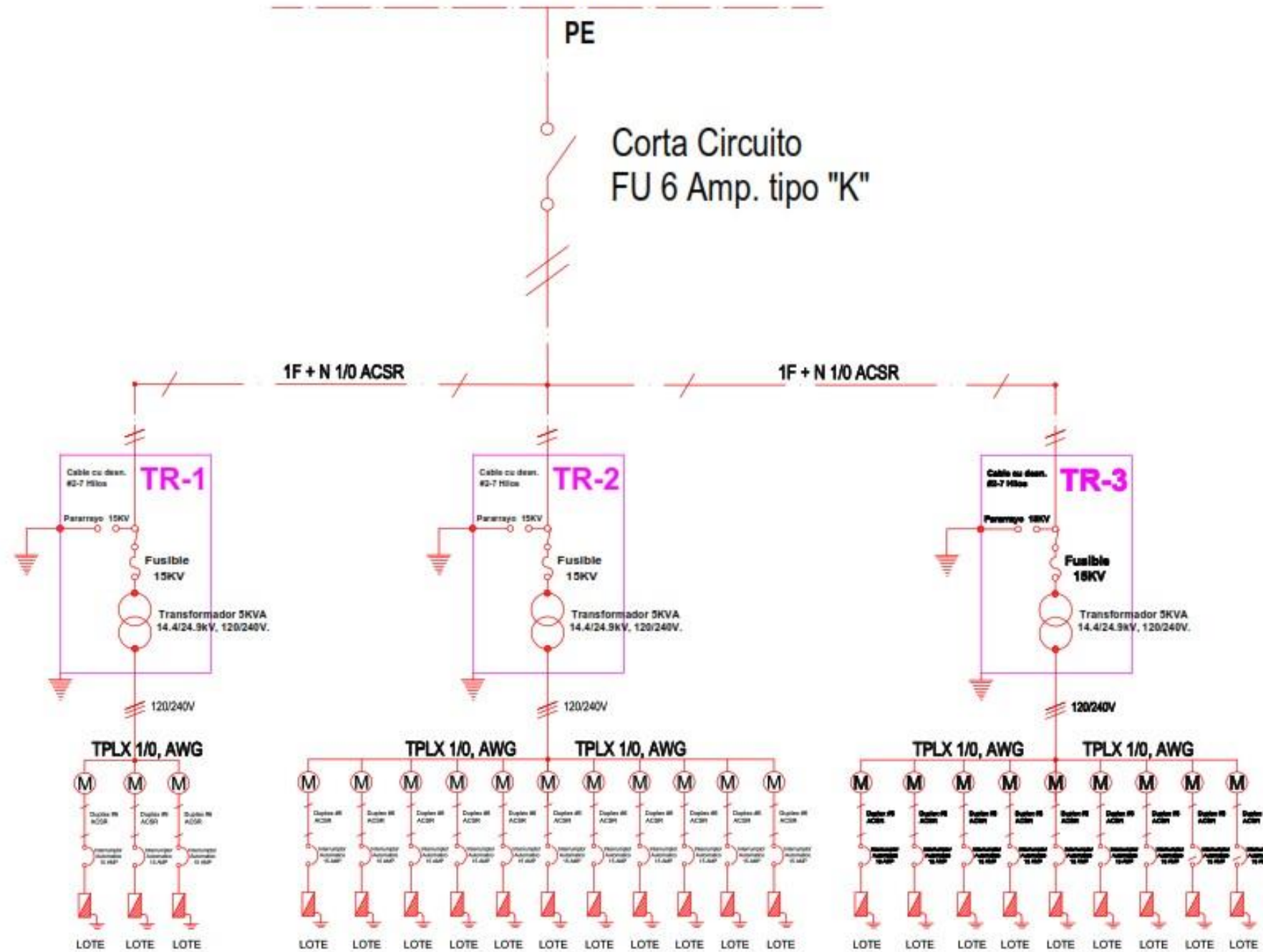
Cantón 34		Tipo	Calibre	Hilos	P viento	VIR	T máx													
Red MT1		ACSR				53,22														
Red MT2		ACSR																		
Neutro		ACSR																		
Red BT		Triplex	1/0	1	1,275	147	357,78													
Punto	Tipo	Cota Apoyo (m)	Est. Nominal (daN)	Altura libre (m)	Angulo Red (*)	Vano post (m)	Altura de Aplicación de Red				Esfuerzo Transversal por Red					Esfuerzo Longitudinal en Anclajes				
							Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (m)	Triplex (m)	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv	Red MT1 (m)	Red MT2 (m)	Neutro (daN)	Triplex (daN)	Total Equiv
P52.1	AC	9	133	7,6		37				0,203	0,00	0,00	0,00	23,59	23,90	0,00	0,00	0,00	357,78	362,53
P52.2	AN0	9	133	7,6	0,00	45				0,203	0,00	0,00	0,00	52,28	52,97	-	-	-	-	-
P52.3	AN0	9	133	7,6	10,00	65				0,203	0,00	0,00	0,00	131,96	133,71	-	-	-	-	-
P52.4	AC	9	133	7,6	0,00					0,1	0,00	0,00	0,00	41,44	42,57	0,00	0,00	0,00	357,78	367,58

HA-100a/C

HA-100a/C

DIAGRAMA UNIFILIAR MT-BT COMUNIDAD JOCOMICO

Linea Monofásica Aérea MT 14.4-24.9kV
1F + N 1/0 ACSR
DISNORTE-DISSUR



SONIA MATAMOROS

PROFORMAS

TICA BUS UNA ABAJO UNA Y MEDIA AL SUR CEL:8962-2159 - 8240-6409

Manangua, Nicaragua

PROFORMA

N 1396

RUC:0010411890004T

DIA
24

MES
8

AÑO
2023

CLIENTE

ATENCION

ITEM	DESCRIPCIÓN	cantidad	Valor Unit	Valor Total
1	ABRASADERA SENCILLA	5	C\$ 330.00	C\$ 1,650.00
2	ACCESORIO BASE P/RETENIDA	2	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
3	ACCESORIO EXTREMO P/RETENIDA	2	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
4	AISLADOR DE SUSPENSION 24,9	56	C\$ 520.00	C\$ 29,120.00
5	AISLADOR PARA RETENIDA 54-2	76	C\$ 65.000	C\$ 4,940.00
6	AISLADOR PARA RETENIDA 54-1	17	C\$ 30.00	C\$ 510.00
7	AISLADOR CON TORNILLO REFORADO	31	C\$ 75.00	C\$ 2,325.00
8	AISLADOR DE CARRERE	28	C\$ 45.00	C\$ 1,260.00
9	AISLADOR TIPO ESPIGA NEMA 56-1	56	C\$ 295.00	C\$ 16,520.00
10	ARANDELA CURVA 2-1/4×2-1/4×3/16	249	C\$ 23.00	C\$ 5,727.00
11	ARANDELA CUADRADA 4×4×1/2	86	C\$ 85.00	C\$ 7,310.00
12	ARANDELA CURVA 4×4×1/4	93	C\$ 70.00	C\$ 6,510.00
13	ARANDELA DE PRECIOM 5/8	374	C\$ 4.00	C\$ 1,496.00
14	BREAKER CH 1×15 AMP	31	C\$ 520.00	C\$ 16,120.00
15	MTS DE CABLE ALUMINIO ACSR 1/0	5670	C\$ 55.00	C\$ 311,850.00
16	MTS DE CABLE RETENIDA 3/8	1188	C\$ 45.00	C\$ 53,460.00
17	MTS DE CABLE ALUMINIO #6 AWG	84	C\$ 20.00	C\$ 1,680.00
18	MTS DE CABLE COBRE DESNUDO 7 HILO #4	101	C\$ 130.00	C\$ 13,130.00
19	MTS DE CABLE FORTADO COBRE #8	93	C\$ -	C\$ -
20	MTS DE CABLE TRIPLE 1/0	844	C\$ 210.00	C\$ 177,240.000
21	MTS DE CABLE DUPLEX TSJ 2×12	186	C\$ 75.00	C\$ 13,950.00
22	MTS DE CABLE DUPLEX TSJ 2×8	93	C\$ 95.00	C\$ 8,835.00
23	MTS DE CABLE CONDUCTOR DUPLA #6 ACSR	1860	C\$ 35.00	C\$ 65,100.00
			TOTAL	C\$ 741,133.00

ELABORAR CK A NOMBRE SONIA MATAMOROS DIAZ

SONIA MATAMOROS

PROFORMAS

TICA BUS UNA ABAJO UNA Y MEDIA AL SUR CEL:8962-2159 - 8240-6409

Managua, Nicaragua

PROFORMA

N 1397

RUC:0010411890004T

DIA
24

MES
8

AÑO
2023

CLIENTE

ATENCION

ITEM	DESCRIPCIÓN	cantidad	Valor Unit	Valor Total
1	MTS DE CABLE TRIPLEX TSJ 3×12	124	C\$ 85.00	C\$ 10,540.00
2	CINTA BANDY 3/4	3	C\$ 1,700.00	C\$ 5,100.00
3	CONECTOR A COMPRECION CAJA #2	29	C\$ 35.00	C\$ 1,015.00
4	CONECTOR MECANICO PARA TRANSFORMADOR	3	C\$ 100.00	C\$ 300.00
5	CONECTOR A COMPRECION CAJA #4	74	C\$ 50.00	C\$ 3,700.00
6	CONECTOR A COMPRECION CAJA #4	65	C\$ 45.00	C\$ 2,925.00
7	CONECTOR DE LINEA VIVA 1/0-4/0	3	C\$ 400.00	C\$ 1,200.00
8			C\$ 30.00	C\$ 1,860.00
9	CONECTOR PARA VARILLA POLO A TIERRA 5/8	61	C\$ 100.00	C\$ 6,100.00
10	CONO DE ANCLAJE	86	C\$ 280.00	C\$ 24,080.00
11	CORTASIRCUITO DE 27KV 100AMP	3	C\$ 3,600.00	C\$ 10,800.00
12	CUBIERTA PROTEC .COM.COMPREC 1/0 (2-3/4 Y 3-1/4)	20	C\$ 60.00	C\$ 1,200.00
13	CUBIERTAS PLASTICAS	86	C\$ 180.00	C\$ 15,480.00
14	EMPALME MANGUITO COMPRECION PREAISLADO 1/0	2	C\$ 280.00	C\$ 560.00
15	EMPALME PLENATRACCION 1/0	1	C\$ 350.00	C\$ 350.00
16	ESPIGA P/AISLADOR CABEZA DE POSTE 20/ROS	56	C\$ 450.00	C\$ 25,200.00
17	ESTRIVO P/CONEC C.L.V 1/0-4/0 ACSR	3	C\$ 400.00	C\$ 1,200.00
18	FUSIBLE EXPULSION 0.70 TIPO SQ	3	C\$ 140.00	C\$ 420.00
19	GRAPA DE ALUMINIO 1/0	8	C\$ 520.00	C\$ 4,160.00
20	GRILLETE LARGO 5/8	56	C\$ 140.00	C\$ 7,840.00
21	HEBILLA PARA CINTA BANDY 3/4	3	C\$ 20.00	C\$ 60.00
22	HORQUILLA CON PASADOR 5/8 FORMA DE OJO	48	C\$ 110.00	C\$ 5,280.00
23	LAMPARA COMPACTA 18W 120V	31	C\$ 260.00	C\$ 8,060.00
			TOTAL	C\$ 137,430.00

ELABORAR CK A NOMBRE SONIA MATAMOROS DIAZ

SONIA MATAMOROS

PROFORMAS

TICA BUS UNA ABAJO UNA Y MEDIA AL SUR CEL:8962-2159 - 8240-6409

Manangua, Nicaragua

PROFORMA N 1398

RUC:0010411890004T

DIA 24 MES 8 AÑO 2023

CLIENTE
ATENCION

ITEM	DESCRIPCIÓN	cantidad	Valor Unit	Valor Total
1	PANELES DE 2 ESPACIOS 120/240V	31	C\$ -	C\$ -
2	PARARRAYO DE 18KV	3	C\$ 2,000.00	C\$ 6,000.00
3	PERNO TODO ROSCA 5/8×12	88	C\$ 90.00	C\$ 7,920.00
4	PERNO DE MAQUINA 5/8×12	104	C\$ 55.00	C\$ 5,720.00
5	PERNO NEUTRO TOPE SENC 5/8×12	1	C\$ 120.000	C\$ 120.00
6	PERNO GUARDACABO EN ANGULO 5/8×12	93	C\$ 130.00	C\$ 12,090.00
7	SOPORTE DOBLE PARARRAYO SECCIONADOR	3	C\$ 350.00	C\$ 1,050.00
8	SOPORTE EN POSTE SIMPLE TIPO L	3	C\$ 350.00	C\$ 1,050.00
9	SOPORTE PARA AISLADOR DE CARRETE 3 DIAM	27	C\$ 230.00	C\$ 6,210.00
10	TUBO GALVANIZADO PARA RERENIDA AC.2 INX1.5 M	2	C\$ 550.00	C\$ 1,100.00
11	TUERCA DE OJO 5/8	56	C\$ 55.00	C\$ 3,080.00
12	TUERCA DE OJO RANURADA 5/8	63	C\$ 75.00	C\$ 4,725.00
13	VARILLA DE RETENIDA 3/8	372	C\$ 140.00	C\$ 52,080.00
14	VARILLA PUESTA A TIERRA 5/8 IM ×4P	33	C\$ 220.00	C\$ 7,260.00
15	VARILLA PUESTA A TIERRA 5/8×8	28	C\$ 370.00	C\$ 10,360.00
16	VARILLA DE RENATE #6	62	C\$ 40.00	C\$ 2,480.00
17	VARILLA PROTECTORA 1/0	50	C\$ 230.00	C\$ 11,500.00
18	VARILLA DE REMATE 1/0	111	C\$ 75.00	C\$ 8,325.00
19				
20				
21				
22				C\$ -
23				C\$ -
			TOTAL	C\$ 141,070.00

ELABORAR CK A NOMBRE SONIA MATAMOROS DIAZ