
1 ALCANCE

El presente documento tiene como objetivo establecer un manual para el diseño de líneas aéreas de transmisión eléctrica. Este documento está inserto en el proyecto denominado "Asesoría en Líneas de Transmisión", perteneciente a Chilquinta Energía S.A.

2 GENERALIDADES

El presente documento entrega los criterios y pasos principales a considerar en la elaboración del diseño de una línea aérea de transmisión eléctrica, atendiendo a la normativa y reglamentación vigente a utilizar, las condiciones ambientales, las características del sistema eléctrico, las condiciones de diseño de los elementos de la línea de transmisión, las distancias eléctricas, los cruces de líneas y la faja de seguridad.

En el diseño de una línea, una vital herramienta para su modelo y localización de estructuras, es la utilización del software PLSCADD (Power Line Systems - Computer Aided Design and Drafting).

3 NORMAS Y REGLAMENTOS

Los diseños de las líneas de transmisión, deben estar de acuerdo a la edición más reciente de las Normas emitidas por los siguientes organismos:

- INN Instituto Nacional de Normalización - Normas Chilenas.
- NCH Norma Chilena Oficial
- SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles
- ANSI American National Standards Institute
- ASTM American Society for Testing and Materials.
- IEC International Electrotechnical Commission.
- IEEE 1976 Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- NEC National Electrical Code.
- NESC National Electrical Safety Code.
- NEMA National Electrical Manufacturers Association.
- ANS/IEEE std 524-1992 Guide to the installation of overhead transmission line conductor.

Además, se debe cumplir con todas los Estándares de seguridad del Cliente para el cual se desarrolla un proyecto de líneas y con lo establecido en los siguientes reglamentos:

- NSEG 5 E.n.71 Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes.
- NSEG 6 E.n.71 Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas.
- Estándares Endesa Estándares y procedimientos para cálculo de distancia entre conductores.

4 CONDICIONES AMBIENTALES

Para iniciar el diseño de una línea de transmisión eléctrica, se debe definir su ubicación geográfica y las condiciones ambientales. Estos parámetros particulares del sitio donde se localizará el trazado de la línea a considerar son las siguientes:

- Zona. Se debe considerar la asignación del tipo de Zona de acuerdo a lo establecido en el Artículo 112.1 del Reglamento de Corrientes Fuertes (en adelante RCF), donde Chile se divide en cuatro (4) Zonas, según la ubicación geográfica de la línea de transmisión.
- Altura sobre el nivel del mar (m).
- Tipo de clima.
- Temperatura máxima, media y mínima ambiente ($^{\circ}C$). A menor temperatura, se produce una mayor tensión mecánica en los cables, que implica una mayor carga en las estructuras; a mayor temperatura, la tensión mecánica en los cables disminuye y se producen mayores flechas y a temperatura media, es la condición en que la línea estará sometida en su mayor tiempo.
- Lluvia promedio (mm/año).
- Porcentaje de humedad relativa (máxima y mínima).
- Velocidad del viento base, máxima registrada en la zona (m/s).
- Presión del viento (Pa) máximo y medio en los cables (conductor de fase, fibra óptica, cable de guardia), aisladores y estructuras. Para la determinación del valor de la presión de viento base máximo se utiliza la siguiente expresión, entregada directamente por el software PLSCADD:

$$P_{Ve(MAX)} = \frac{\rho}{2} * v^2 \cdot (Pa) \quad (\text{Presión de viento máximo en la estructura})$$

Donde:

ρ : densidad del aire.

v : velocidad del viento (m/s).

En tanto, las presiones de viento máximo sobre los cables y aisladores son las siguientes: $P_{Vc(MAX)} = P_{Ve(MAX)} / 2$ (Presión de viento máximo en los cables)

$$P_{Va(MAX)} = 1,83 * P_{Vc(MAX)} \quad (\text{Presión de viento máximo en los aisladores})$$

Por otro lado, el criterio utilizado para la determinación de la presión de viento medio, corresponde a un cuarto de los valores de presión máximos para cada uno de los elementos indicados anteriormente. Se sugiere trabajar con kg/m^2 como unidad de medida de presión de viento.

- Densidad del aire. El criterio de diseño que se utiliza para la determinación de la densidad relativa del aire es considerar en los cálculos la temperatura media ambiente del sector donde se emplazará la línea. En caso de requerirse la utilización de la temperatura máxima ambiente para la determinación de la densidad del aire, debe ser indicada por el Cliente según los requerimientos del proyecto asociado.
- Nivel de contaminación (mm/kV). Este valor depende de las condiciones ambientales, según IEC 60815¹.
- Nivel ceraúnico².
- Hielo sobre los cables (mm). El manguito de hilo a considerar dependerá directamente de la Zona en que se encuentre la línea y de las condiciones particulares del sitio.

5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Corresponde al sistema eléctrico en que operará la línea de transmisión, atendiendo a datos de voltaje nominal (kV), tensión máxima (kV), frecuencia nominal ($50 Hz$), número de circuitos, número de fases, número y tipo de conductores por fase, número y tipo de cables de guardia, longitud de la línea (km), temperatura máxima de operación del conductor ($^{\circ}C$) para condición N-1, temperatura para diseño condición normal de operación del conductor ($^{\circ}C$), disposición de conductores (vertical, horizontal, delta) y tipo de estructuras.

6 CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR DE FASE Y CABLE DE GUARDIA (CABLES)

6.1 Límite Térmico

Corresponde a la temperatura máxima de operación del conductor para condición N-1.

¹ IEC 60815. Selección y dimensionamiento de aisladores de alto voltaje para uso en condiciones de contaminación.

² Corresponde al nivel de riesgos de caída de rayos en un sector determinado.