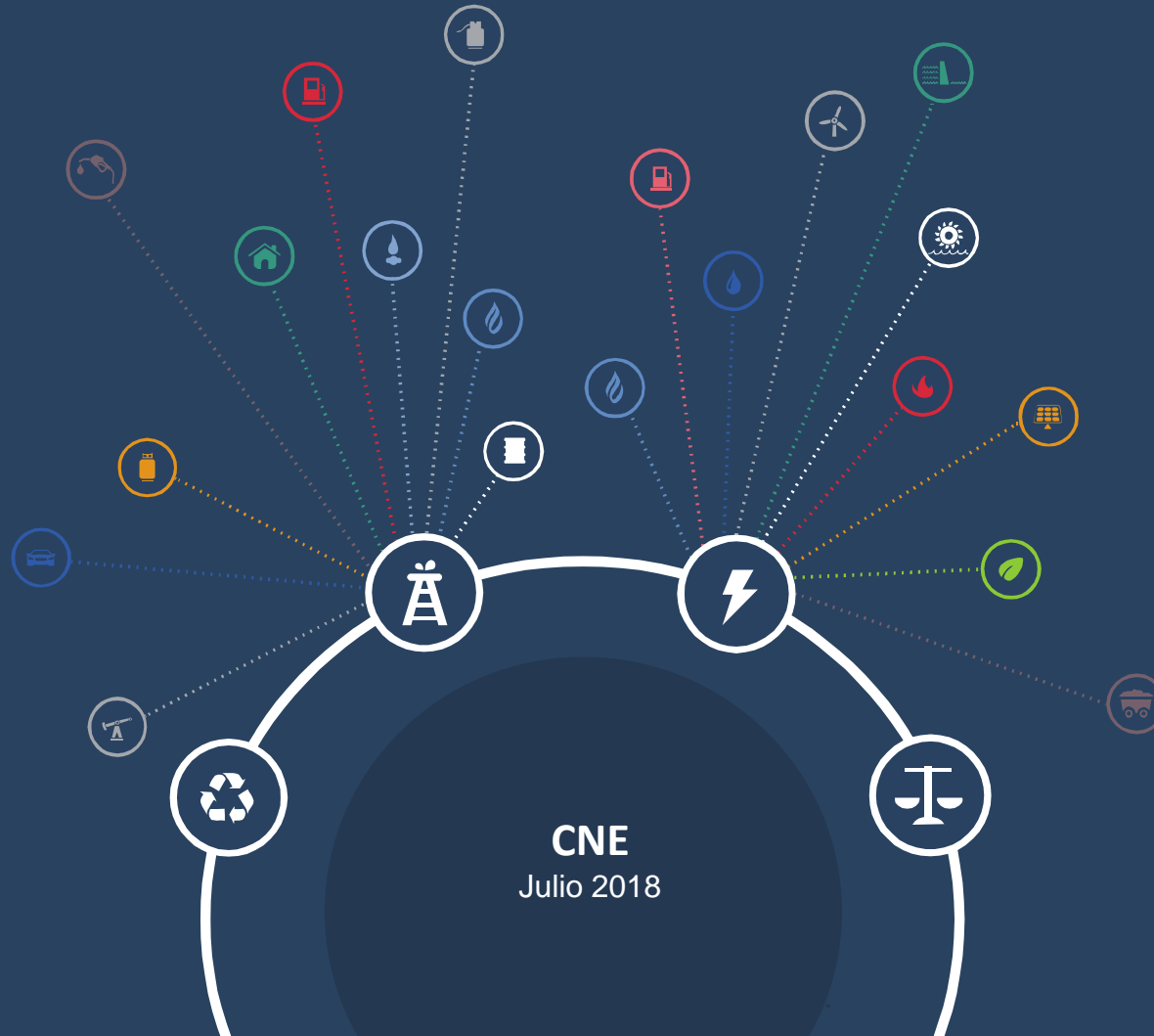


# Proceso Normativo

## Sesión 5: Anexo Técnico de Diseño de Instalaciones de Transmisión

### Comisión Nacional de Energía



# Agenda

---

- Revisión y Firma de Acta de Sesión N°4.
- Comentarios Generales.
- Diseño de Líneas de Transmisión
- Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión

# Revisión y Firma de Acta de Sesión N°4

---



- Acta de sesión n°4 se envía para revisión de los expertos técnicos el día miércoles 25 de julio.
- Se reciben 3 documentos con observaciones.

# Diseño de Líneas de Transmisión

---



## General

Para el diseño de una línea de transmisión se deben conocer las condiciones climáticas de la zona donde se emplazará la instalación, en cuanto a temperatura, viento máximos y nivel ceráunico, de lo contrario se aplicarán las condiciones establecidas por la norma NSEG 5 o los pliegos técnicos, según corresponda. En todo caso se deben aplicar las condiciones más desfavorables entre las dos mencionadas.

Las condiciones de diseño que se mencionan en este Título son las siguientes:

- Trazado
- Accesos
- Nivel de aislación
- Capacidad de transmisión
- Regulación de tensión
- Desbalance de tensión entre las fases para la transmisión máxima

# Diseño de Líneas de Transmisión

---



- **Trazado**

e) El trazado seleccionado debe permitir el establecimiento de la franja de seguridad según lo indicado en la norma NSEG 5. Cabe indicar que esta franja puede determinarse vano por vano, por tramos o para toda la línea en función del vano más desfavorable a lo largo del tramo considerado. En cuanto a la desviación de la catenaria por efecto del viento, se debe considerar el mayor valor entre los 30° mencionados en la norma como valor mínimo y el que se determine en función de la presión de viento y peso del conductor. En ambos casos, se debe considerar el conductor de la línea a máxima capacidad de transmisión.

- **Nivel de Aislación**

El nivel de aislación con el cual se diseñará la línea debe ser consecuente con las máximas tensiones de operación de ésta, las sobretensiones transitorias ocurridas durante fallas, las sobretensiones de maniobra y las sobretensiones causadas por descargas atmosféricas.

Para la corriente de descarga se debe establecer la corriente a partir de una probabilidad de falla, la que depende del nivel cerámico, de la densidad de descarga y de la tasa de fallas admisible para la línea, conforme sea definido en la NT.

- **Regulación de Tensión**

La regulación de tensión o diferencia entre la magnitud de la tensión entre los extremos de una línea considerando transmisión máxima a un factor de potencia de 0,95 o el que se determine a partir de los estudios de flujos de potencia no debe superar el 5% de la tensión nominal de la línea.

- **Desbalance de tensión entre las fases para la transmisión máxima**

Las líneas de transmisión deben garantizar que al transmitir la potencia correspondiente a su límite térmico a 25 °C con sol, en Estado Normal, el desbalance de tensiones en su extremo receptor no supere los límites siguientes:

Inferior al 1,0% para líneas de tensión igual o superior a 200 [kV];

Inferior al 1,5% para líneas de tensión inferior a 200 [kV].

En caso de no cumplir los límites anteriores, se debe incluir los ciclos de transposiciones necesarios para cumplir los límites indicados.

El estudio del impacto de la nueva instalación que el Coordinador que la explote debe presentar a la aprobación del Coordinador, debe demostrar el cumplimiento de esta exigencia mediante una simulación, que considere en el extremo transmisor una fuente ideal balanceada sólidamente puesta a tierra y en el extremo receptor una carga ideal balanceada con factor de potencia 0,98 inductivo, también puesta a tierra. En conformidad con la norma IEEE 1159, el índice de desbalance se debe medir como la máxima desviación, en módulo, de las tensiones entre fases respecto del promedio de ellas, dividida por dicho promedio, donde los subíndices *i* y *j* corresponden a las fases A, B y C, de acuerdo a lo siguiente:

$$u = 100 \times \max \left[ \frac{|U_{ij} - U_{prom}|}{U_{prom}} \right]$$

Asimismo, en el caso de un proyecto de seccionamiento de una línea existente mediante una subestación para efectuar inyecciones o retiros, así como mediante la conexión de una inyección o retiro en derivación, los estudios técnicos realizados por el Coordinador que solicita la conexión, deben verificar que el impacto del Nuevo Proyecto mantiene el cumplimiento de los límites de desbalance establecidos en el presente artículo. En caso contrario, corresponderá adaptar los ciclos de transposición de la línea a las nuevas condiciones.

# Diseño de Líneas de Transmisión

---



- **Sistema de Monitoreo**

Las líneas que determine el Coordinador incluirán un sistema de monitoreo con los siguientes componentes:

- Sensor del conductor, que en forma autónoma y energizado por la corriente que circula por el conductor permita medir la corriente y la temperatura del conductor
- Estación meteorológica, que recolecte como mínimo la temperatura a la sombra y la velocidad y dirección del viento.
- Sistema de comunicación que permita enviar esta información al Centro de Operación del coordinador. El sistema de comunicación debe poder registrar las variables durante al menos un mes para el caso de que se interrumpa la comunicación con el CO, enviándola cuando se recupere la comunicación
- Sistema de suministro de energía a partir de celdas solares o similar más baterías con una autonomía de al menos una semana

# Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión

---



- **Tipo de Conductor**

El tipo de conductor debe cumplir con las siguientes condiciones:

b) La temperatura máxima del conductor con carga normal y clima caluroso no debe superar los 65°C en zonas costeras y 75 °C en el resto del territorio para conductores de aluminio y sus variantes, excepto los conductores de alta temperatura y 90 °C para conductor de cobre. Esta temperatura determina la altura y ubicación de las torres considerando las condiciones de templado del conductor.

d) Debe causar un campo eléctrico no mayor que 21 kV/cm como valor efectivo o 30 kV/cm como valor máximo a frecuencia industrial.

f) Las hebras interiores de los conductores instalados en zonas costeras deben ser engrasadas.

- **Cable de Guarda**

El cable de guarda debe tener las siguientes características mínimas:

b) Las fibras deben estar dispuestas en forma helicoidal dentro de un tubo de aluminio relleno con gel, de tal manera que, con la dilatación del cable por la temperatura ambiente y radiación solar, las fibras no lleguen a tensionarse. Se ha detectado que en zonas de altas temperaturas y cercanas al mar, las fibras se deterioran por el efecto de la humedad salina, lo que se debe evitar con un diseño adecuado del cable.

- **Galloping**

Para prevenir el galloping ante una oscilación vertical del conductor se debe usar conductor compacto o bien instalar dispositivos anti-galloping que cambian el movimiento natural por uno de torsión.

Para prevenir el galloping debido a las oscilaciones del conductor por desprendimiento de hielo se debe aumentar las distancias entre fases aplicando el método de la elipse u otro apropiado.



# Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión



- **Estados de Carga en las torres y estructuras**

Si bien la norma NSEG 5 establece cargas máximas en el conductor y estados de carga para diversas situaciones, el diseñador debe también calcular los esfuerzos y cargas para todas las situaciones que se puedan presentar durante la operación de la línea.

Entre las condiciones se encuentran las siguientes:

d) En las estructuras de remate se debe considerar la tensión máxima del conductor en las condiciones más desfavorables y considerando un rango de desviación de  $15^\circ$  hacia cada lado de la perpendicular al marco.

f) En las estructuras de remate se debe considerar un ángulo entre  $0^\circ$  y  $15^\circ$  para los conductores de la acometida.

g) Cortadura de  $\frac{1}{3}$  de los conductores en la combinación más desfavorable.

h) En caso de conductores fasciculados se considera la cortadura de  $\frac{1}{3}$  de los conductores, redondeado hacia arriba, en  $\frac{1}{3}$  de las fases en la combinación más desfavorable.

i) En las estructuras en general se debe considerar la tensión longitudinal durante el tendido de los 3 conductores de un circuito simultáneamente. Esta tensión es la tensión normal a temperatura ambiente para las estructuras de anclaje y remate y es un 20% de esta tensión en las estructuras de suspensión.

Para determinar estas cargas se debe calcular la tensión en el conductor para diversas condiciones de temperatura, viento y hielo si corresponde, para el o los vanos más desfavorables, considerando las siguientes limitantes:

m) La tensión máxima no debe superar el 50% de la tensión de ruptura del conductor.

n) La tensión normal o EDS queda limitada por el comportamiento del conductor respecto a vibraciones no debe superar al 25% de la tensión de ruptura del conductor si es de cobre y el 20%, de preferencia menos aún, si es de aluminio o alguna de sus variantes. En zonas costeras, el aluminio se corroe más rápido a mayor tensión mecánica, por lo que es recomendable bajar la tensión EDS en estas zonas.

# Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión

---



- **Puestas a Tierra**

La norma NSEG 5 establece una resistencia de pie de torre máxima de 25 ohm, pero también se deben considerar otros criterios.

Entre estos criterios se puede enumerar:

- a) Que la resistencia de puesta a tierra de la línea a frecuencia industrial sea suficientemente baja como para lograr una corriente a tierra suficientemente alta para hacer operar las protecciones residuales de la línea.
- b) Que una persona parada al lado de la torre tocándola esté sometida a un potencial de contacto tolerable, lo que puede implicar que la puesta a tierra de la torre incluya uno o dos anillos alrededor de la torre.
- c) Que una persona caminando alrededor de la torre esté sometida a un potencial de paso tolerable.
- d) Que una descarga atmosférica produzca una tensión de torre soportable por la aislación y las distancias eléctricas con una probabilidad de falla suficientemente baja de acuerdo a la tasa de fallas aceptable en función del nivel cerámico, densidad de descargas y tasa de falla aceptable para la línea.

En el caso de terrenos de alta resistividad se puede considerar lo siguiente:

- e) Si no se logra obtener la resistencia de 25 ohm o la que resulte de los cálculos eléctricos alargando 4 radiales, se puede bajar la resistencia considerando 8 radiales. En la norma IEEE 142 se incluye una tabla con las fórmulas para la resistencia de estrellas de 2 a 8 puntas o radiales.
- f) También se puede bajar la resistencia usando un producto para mejoramiento de la malla, en cuyo caso se deben considerar las indicaciones del Artículo 36
- g) Si aumentando el tamaño de la malla no se logra un valor de resistencia de 25 ohm o la que resulte de los cálculos eléctricos, se puede instalar un conductor continuo, enterrado a lo largo de todo un tramo o de toda la línea, usualmente denominado contrapeso, aparte del cable de guardia.

# Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión

---



- **Paralelismo entre líneas de AT y AT**

La distancia entre líneas de AT debe ser tal que las franjas de seguridad de las líneas no se traslapen.

Si, por algún motivo justificable se requiere una distancia menor, esto debe ser consensuado por ambos propietarios, pero en ningún caso la distancia será menor que la distancia horizontal establecida en el punto 109.2 de la norma NSEG 5 o PLIEGO TÉCNICO NORMATIVO: RPTD N° 7

- **Cercanía de líneas de AT con aeródromos y aeropuertos y Señalización Aeronáutica**

La línea debe incluir en las cercanías de aeródromos o aeropuertos, en los cruces de carreteras y en los cruces de ríos mayores las señalizaciones para el tráfico aéreo que incluye algunas o todas de las siguientes medidas a discreción de la DGAC:

- a) Balizas reflectantes rojas o anaranjadas en el conductor superior o cable de guarda cada 30 m.
- b) Las torres deben ser pintadas de colores alternados rojo o anaranjado con el color blanco en 5, 7 o 9 franjas dependiendo de la altura de la torre, en donde la franja superior debe ser la de color rojo o anaranjado.
- c) Eventualmente, la DGAC podría exigir que las torres tengan baliza luminosa en su extremo superior, tal como se exige en los edificios y chimeneas.
- d) En todo caso, el proyecto de la línea en estos tramos debe ser presentado a la DGAC para su aprobación y correspondiente señalización.

# Criterios y Exigencias Mínimas para el Sistema de Transmisión

---



- **Líneas subterráneas**
  - ¿Qué consideraciones de diseño se deben tener en cuenta al definir una línea subterránea?
  - ¿Qué tópicos de los anteriores siguen siendo válidos para una línea subterránea?
  
- De lo revisado anteriormente, ¿Hay algún tema que no quede cubierto o no se haya discutido?

# Próxima Sesión

---



- Se realizará el día 23 de agosto de 2018 a las 10:00 am en Oficinas de la Comisión
- Tema a tratar: “Exigencias mínimas de Diseño de Conexión a Instalaciones ”
- Sus observaciones y comentarios relacionados con el tema a tratar favor enviarlos antes del día 14 de agosto de 2018
- Interesados en realizar una presentación sobre el tema a tratar enviar presentación antes el 14 de agosto de 2018.

# Temas a Tratar

---



N°	Asunto	Fecha
2	Exigencias Generales, exigencias Sísmicas, exigencias civiles	Jueves 31/05/2018
3	Exigencias mínimas de diseño de Subestaciones	Martes 19/06/2018
4	Exigencias mínimas de diseño de Equipos Primarios	Martes 10/07/2018
5	Exigencias mínimas del diseño de Líneas	Martes 31/07/2018
6	Exigencias mínimas de Diseño de Conexión a Instalaciones	Jueves 23/08/2018
7	Control, Protecciones	Martes 11/09/2018
8	Sistemas de Comunicación	Martes 09/10/2018

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**Comisión Nacional de Energía**