

## Cátedra Centrales y Sistemas

### LINEAS AÉREAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

A manera de breve introducción a las líneas de distribución de energía, les hago algunas aclaraciones:

Los niveles de tensión que tenemos (en nuestro país) son:

<u>Baja tensión</u>	220/380V
<u>Media tensión</u>	13,2kV 33kV
<u>Alta tensión</u>	66kV 132kV 220kV 330kV
<u>Extra alta tensión</u>	500kV

En otros países existen líneas con tensiones mayores, como hablamos, esto depende por un lado de la potencia a transmitir y asociado con esto, la corriente nominal, de la que dependen las pérdidas.

Los conductores utilizados son básicamente: cobre, aluminio y acero

Vamos a diferenciar: conductores de fase, los cables de energía propiamente dichos

Hilo de guardia: en la mayoría de las líneas, por encima de los conductores, se instala un cable, generalmente de acero, que en todas las estructuras de la línea está conectado a tierra. De manera que se genera un plano a 0V (cero voltios) que protege a los conductores ante la caída de un rayo sobre ellos.

Independientemente del nivel de tensión, los conductores que se utilizan, no tienen ningún tipo de cobertura, son cables desnudos. Lo que garantiza en nivel de aislación, son los "aisladores" que se instalan para sujetar los cables en cada estructura.

Hay dos tipos constructivos para la aislación:

\* perno rígido



donde el cable "apoya" sobre el aislador. Esto se utiliza mayormente en líneas de media tensión.

\* aislación suspendida, formando lo que se denomina "cadena de aisladores"



esta es la forma usual en líneas de media, alta y extra alta tensión.

Los aisladores pueden ser de porcelana (color marrón característico ó gris), vidrio templado (color verde) ó material orgánico (color gris) elaborado en base a polímeros y resinas sintéticas.

Normalmente en media y alta tensión, las líneas **no poseen neutro**. Por lo tanto, tenemos solamente las fases. Formando una, dos ó más ternas, según la necesidad del proyecto. Además, podemos disponer de 1, 2, 3 ó 4 conductores por fase.

Esto da lugar a diferentes configuraciones. Además debemos tener en cuenta que se pueden disponer los conductores en diferentes planos:

Línea coplanar horizontal: las tres fases están en un mismo plano horizontal, una al lado de la otra



Línea coplanar vertical: las tres fases están una debajo de la otra:



Línea triangular:



Ejemplos de doble terna:



Ejemplo de triple y cuádruple terna

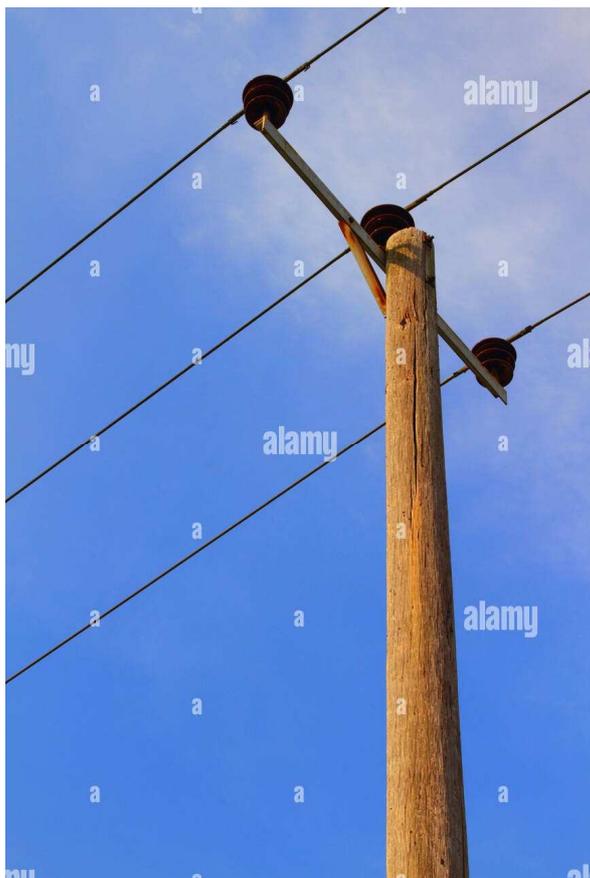
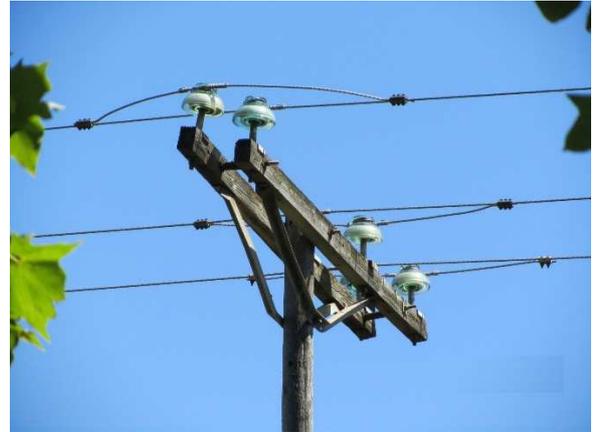


Las líneas rurales, generalmente se construyen con postes de madera, generalmente troncos de eucalipto, que son bastante rectos. Deben respetar medidas mínimas, no tener grietas o fisuras que puedan comprometer su resistencia mecánica. Tampoco deben presentar nudos en su desarrollo.

Las normas IRAM que definen las características que deben cumplir estos postes son: IRAM 9501, 9502, 9508, 9511, 9512, 9513, 9530, 9531, 9532, 9588 y 9593.

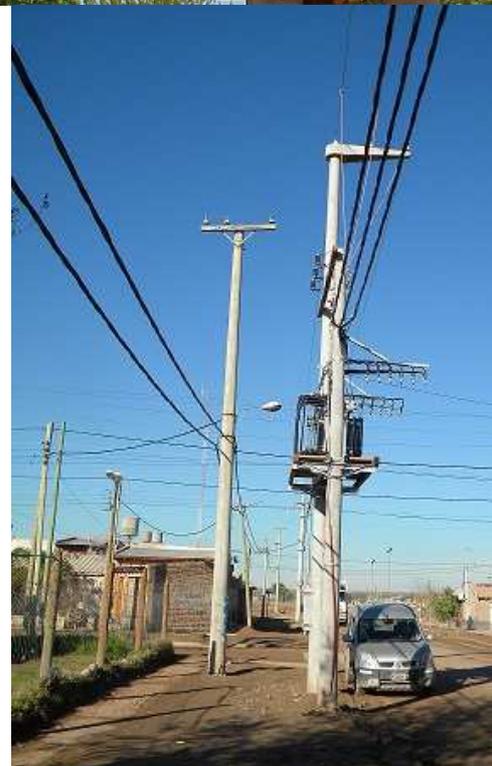
Para su conservación, los postes son impregnados a presión con creosota, un derivado del tanino, o impregnados con sal; lo que los hace resistentes a la humedad, y a las diferentes condiciones climáticas a que se verán sometidos.

Generalmente se utilizan en líneas rurales, de 13,2 ó 33kV.



A medida que las exigencias mecánicas y de importancia de la línea aumentan, se utilizan estructuras de hormigón armado.

Estos son generalmente centrifugados, y en algunos casos, el hormigón puede ser pre tensionado. Lo que significa que la armadura de hierro interior, es tensada antes de colar el hormigón y una vez fraguado se vuelve a su tensión original, aumentando de esta manera la resistencia mecánica del mismo.



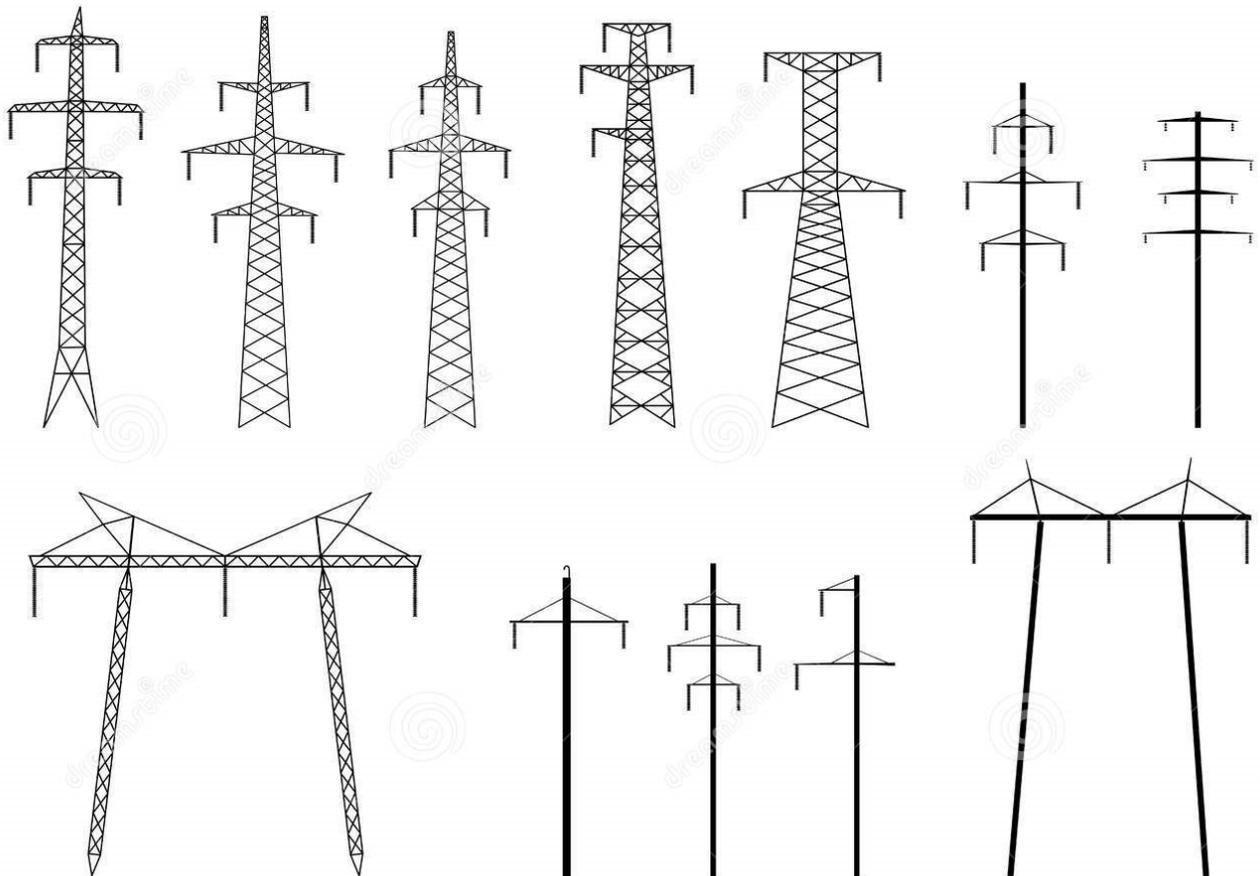
En nuestro país se utilizan estructuras de hormigón en media tensión y en líneas de 132kV mayormente.

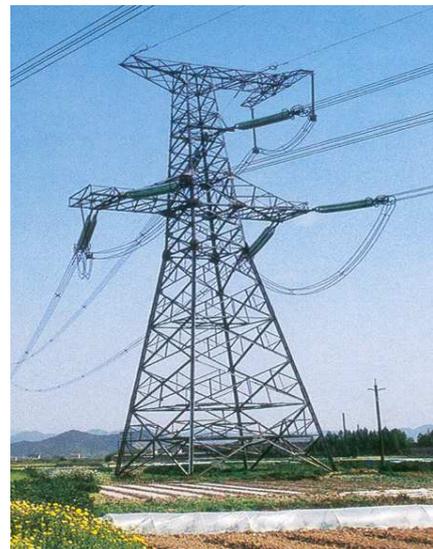
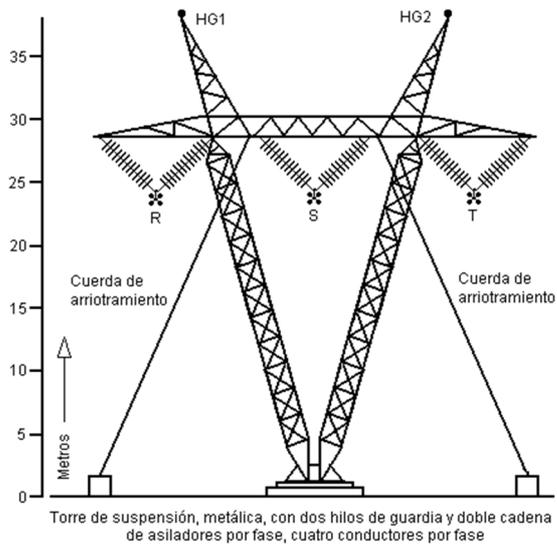
Existe una única línea de 220kV sobre estructuras de hormigón que es la doble terna que alimenta las instalaciones de Acindar, en el sur de la provincia de Santa Fe.



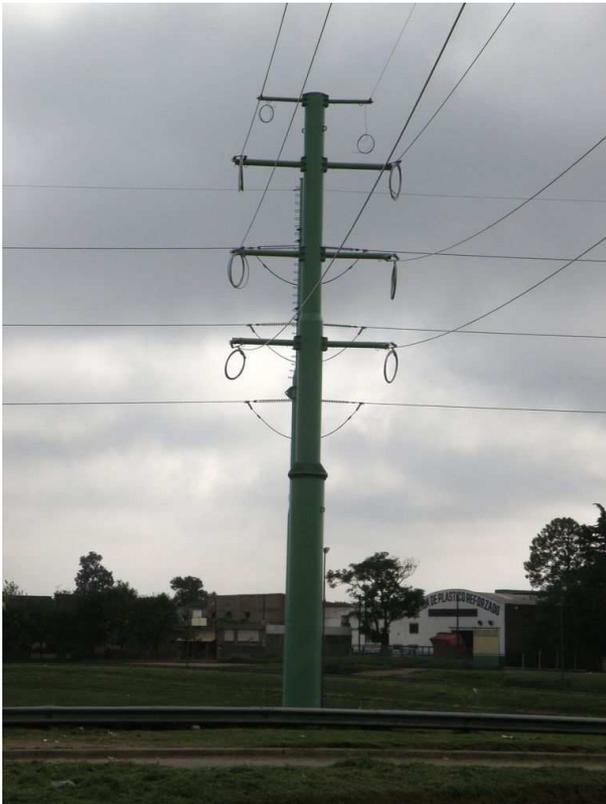
Y una línea de 500kV que sale la central de Embalse Río Tercero hacia la provincia de Santa Fe.

También se utilizan estructuras metálicas reticuladas, con diferentes esquemas constructivos:





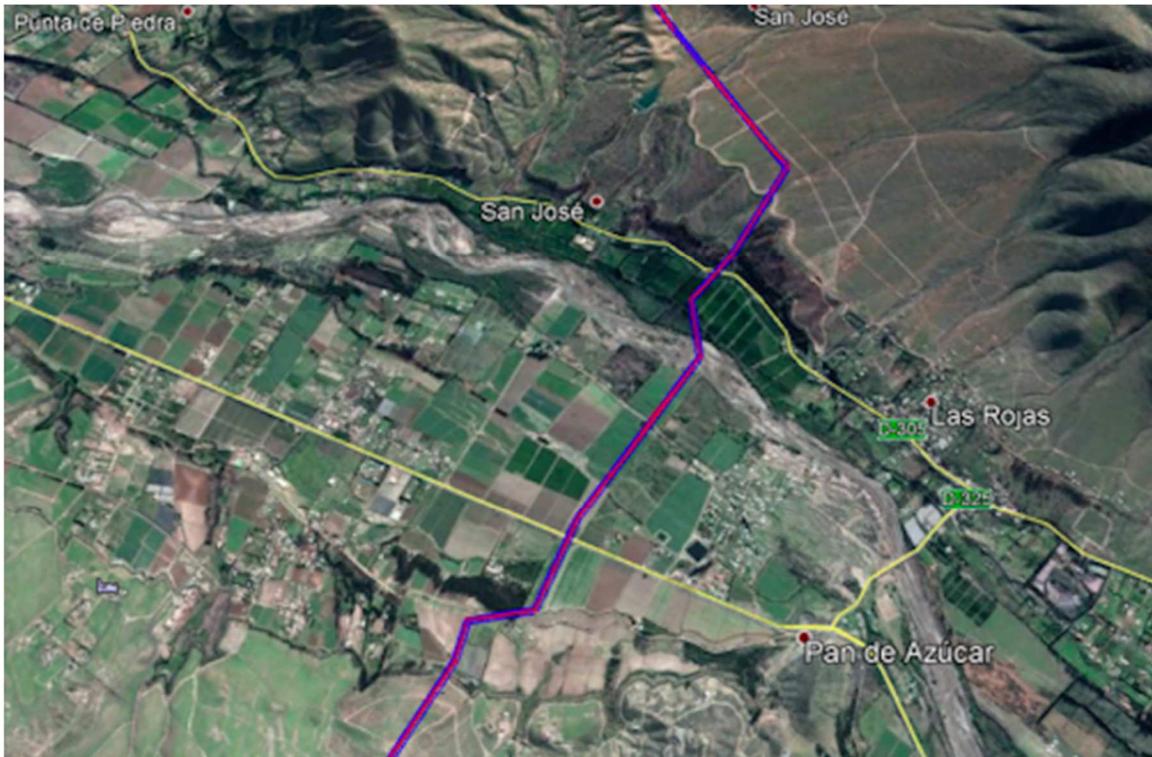
También se utilizan estructuras tubulares metálicas, realizadas cilindrando chapa de espesores adecuados.



Los elementos perpendiculares al eje del poste, sobre los que se sujetan los conductores, se denominan ménsulas cuando salen del eje del poste hacia un solo lado, o cruceas cuando "cruzan" el poste en ambos sentidos.

## Traza

Una vez definido el nivel de tensión, la cantidad de conductores por fase y conociendo los puntos de inicio y final de la línea, se debe establecer el recorrido completo de la traza, evitando aquellas interferencias que puedan generar complicaciones durante la ejecución: arboledas, lagos y otros obstáculos.



Para definir la traza con exactitud, es necesaria la colaboración de un Agrimensor para establecer la longitud exacta de cada tramo, los ángulos de desvío, las alturas de otras líneas existentes que se puedan cruzar, para establecer alturas mínimas en dichos cruces, etc.

Dentro de lo posible, se debe tener en cuenta en acceso a caminos o rutas, que permitan el mantenimiento de la línea una vez construida.

Por otro lado, todas las interferencias deberán ser salvadas, elevando la línea proyectada o generando un desvío.

Surge así una poligonal donde cada desvío se define como vértice.

Esta poligonal quedará entonces definida por el punto de inicio, donde se instalará una estructura terminal (**T**); el punto de final, donde se instalará otra estructura terminal (**T**); todos los vértices, en cada uno de los cuales se instalará una estructura de retención angular (**RA**).

En cada tramo recto resultante, conociendo la longitud del mismo, y conocido en vano de proyecto (distancia entre dos postes consecutivos), se puede determinar cuantas estructuras deberán instalarse en cada tramo.

La mayor cantidad de estructuras de una línea son las estructuras de suspensión (**S**).

Si un tramo entre vértices, requiere un número de estructuras de entre 12 a 15, pueden instalarse todas suspensiones. Si la cantidad es estructuras supera éste número, deberá instalarse en el punto medio una estructura de retención recta (**RR**).

Supongamos que entre la primera estructura y el primer vértice resultan 23 estructuras, la distribución nos quedaría de la siguiente manera:

Piquete:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Tipo:	T	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	RR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	RA

En función del cálculo de alturas necesarias, en función de la tensión nominal y de las distancias de seguridad entre conductores, resultará una altura tipo para cada proyecto. Eso definirá la altura de la mayor parte de las estructuras.

Si por alguna razón particular, cruce con otra línea, altura requerida para un cruce de calle, cruce de ruta, cruce de río, etc. alguna estructura requiere una altura mayor; ésta se define a partir de la altura de proyecto más el incremento necesario.

Por ejemplo, supongamos que para nuestro proyecto la altura estándar es de 20,00mts, la suspensión simple será "S", si una estructura en particular requiere una altura de 21,00mts, se define como "S+1", si debe ser de 22,50mts, se expresa como "S+2,5"

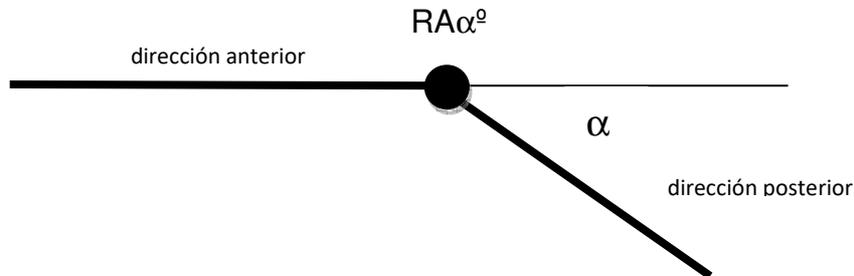
Comenzamos así, a definir los diferentes tipos de estructuras que completarán el trazado de la línea:

Estructura de suspensión	S
Estructura terminal	T (principio y fin de línea)
Estructura de retención recta	RR
Estructura de retención angular	RA (se agrega a continuación el ángulo de desvío).

Cuando se requieran estructuras de mayor altura se expresarán como:

S+1	S+2	S+3
RR+1	RR+2	RR+3

Para las estructuras angulares, se considera ángulo de desvío, al ángulo formado por la prolongación de la dirección anterior y la nueva dirección.



Se pueden agregar otras letras para identificar particularidades de cada estructura, por ejemplo, si se trata de un cruce de ruta se puede agregar **CR**, para estructuras urbanas **U**, para estructuras rurales **R**, estructuras especiales **E**; de esta manera resulta:

SU	suspensión urbana
RAR20°	retención angular rural de veinte grados
RCR	retención cruce de ruta
etc.	

### Diseño del cabezal

Una vez seleccionada la disposición de la línea, es necesario calcular las distancias mínimas que se deben verificar entre las diferentes fases y respecto del terreno, esto nos permitirá conocer la altura de las estructuras y las longitudes de ménsulas y crucetas.