

LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

EJECUCIÓN y PRUEBAS DE
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN
Ing. Carlos Huayllasco Montalva

EJECUCIÓN DE OBRA

- Replanteo: Seguimiento en el terreno de la ruta de la línea y modificación según presencia de obstáculos
- Ejecución: Construcción por uno, dos o más frentes, optimización del uso de equipos

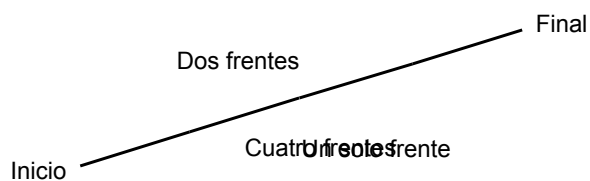


TABLA DE FLECHADO

- Se debe flechar los conductores en tramos comprendidos entre dos estructuras de anclaje.
- Las longitudes de los vanos difieren entre sí, debido a que en las Líneas Eléctricas el perfil del terreno no es plano, asimismo en la distribución de estructuras se trata de buscar vanos de máxima longitud.
- Las estructuras de alineamiento son predominantes en cada tramo de línea.

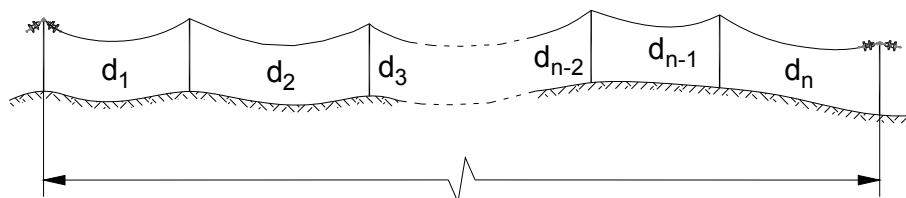
TABLA DE FLECHADO

VANO BÁSICO

Esta definido como el vano teórico que permite, dentro de ciertos límites absorber las diferencias de tiros de los conductores por variación en las condiciones ambientales, posibilitando con ello conseguir un tiro uniforme a lo largo de cada tramo de Línea.

TABLA DE FLECHADO

CÁLCULO DEL VANO BÁSICO



En terrenos sin desnivel:

$$d_b = \sqrt{\frac{\sum d_i^3}{\sum d_i}}$$

TABLA DE FLECHADO

En terrenos con desnivel:

$$d_b = \frac{\sum b_i}{\sum d_i} \sqrt{\frac{\sum \frac{d_i^5}{b_i^2}}{\sum d_i}}$$

$$b_i = \sqrt{d_i^2 + h_i^2}$$

TABLA DE FLECHADO

ELABORACIÓN DE LA TABLA DE FLECHADO

- En la planilla de estructuras se identificarán todas las estructuras de anclaje.
- Se dividirá la Línea en tramos entre cada estructura de Anclaje.
- Se calculará el vano básico en cada tramo de la línea.
- Se definirá un rango de temperaturas de tal forma que el valor de la temperatura central sea el de la Hipótesis EDS.

TABLA DE FLECHADO

ELABORACION DE LA TABLA DE FLECHADO

- Para cada vano básico se determinan las flechas para cada temperatura de flechado, considerando las ecuaciones de cambio de estado y como condición inicial la Hipótesis EDS.

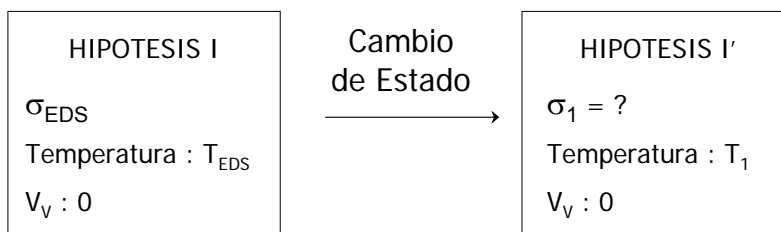
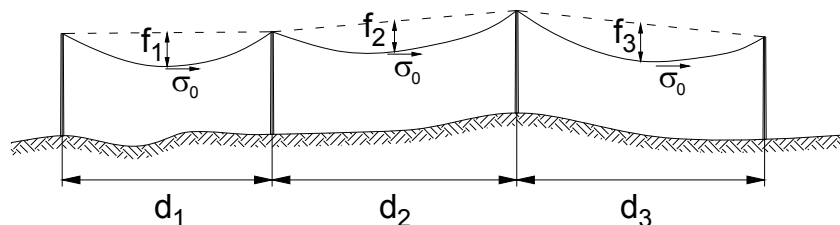


TABLA DE FLECHADO

- Para las condiciones de templado se debe cumplir que los esfuerzos en los puntos más bajos sean iguales para distintos vanos dentro de un mismo tramo.



- A partir de la condición anterior podemos calcular las flechas para los diferentes vanos dentro de un mismo tramo.

$$f_i = f_b \cdot \left(\frac{d_i}{d_b} \right)^2$$

PLAN DE TENDIDO

Con el fin de organizar, distribuir y optimizar el uso de los diferentes recursos, se debe elaborar el "Plan de Tendido", el cual deberá contener la siguiente información:

- Tramos de Tendido.
- Distribución y Ubicación de Bobinas del Conductor.
- Ubicación del Winche y Freno.
- Ubicación de empalmes y distancia de los mismos a la estructura más próxima.
- Puntos de cruce con los diferentes obstáculos (caminos, carreteras, líneas eléctricas, etc.)
- Ubicación de pórticos y empalmes.

MANIPULACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar daños en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras, líneas existentes y otros obstáculos durante todas las operaciones del tendido.

Los conductores se desenrollarán y tirarán de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones.

MANIPULACIÓN DE LOS CONDUCTORES

MÉTODO DE TENDIDO

El Tendido de los Conductores se realizará utilizando el Método de "Tensión Controlada".

En este método, el tendido del conductor se efectúa aplicando un esfuerzo de tracción suficiente con el fin de que el conductor nunca roce con el suelo.

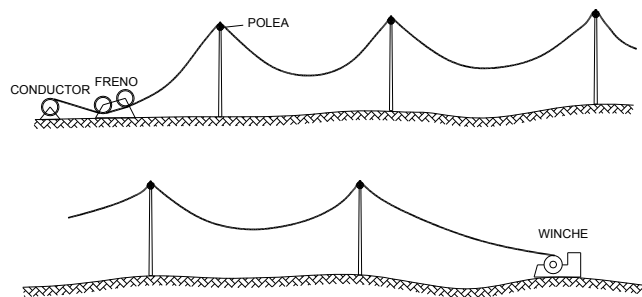
En el punto inicial de tendido se instala un freno, sobre el cual se puede mantener un esfuerzo de tracción capaz de dar al conductor la tensión necesaria para permitir estar suspendido sobre los diferentes obstáculos a lo largo de la Línea Eléctrica (terrenos de cultivo, carreteras, líneas de energía eléctrica, zonas rocosas, etc.)

En el punto opuesto del tramo se ubica el winche, el cual deberá suministrar la tensión necesaria para poder jalar y así poner en movimiento al conductor.

MANIPULACIÓN DE LOS CONDUCTORES

MÉTODO DE TENDIDO

El parámetro para definir la Tensión de Tendido (T_t) es el Tiro en la Condición EDS (T_{EDS}) del Conductor, por ello para lograr que el conductor alcance una altura de 3m (valor recomendable) sobre el terreno, considerando que el valor de la Tensión de Tendido deberá estar en el rango del 40% al 60% del Tiro EDS del Conductor.



INFORMACIÓN NECESARIA

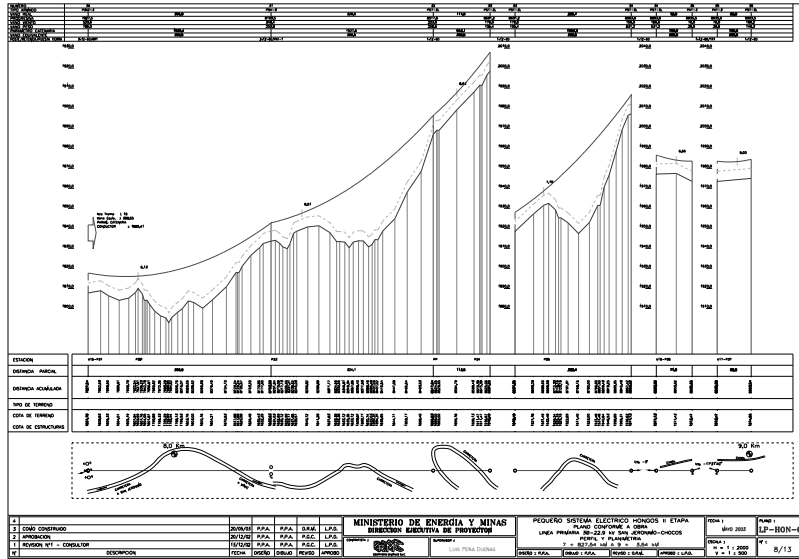
PLANOS DE PERFIL Y PLANIMETRIA

Constituyen la fuente principal de información, para lo cual deberán estar lo más actualizados posibles, ya que durante la ejecución de la obra se han podido realizar modificaciones al Trazo de Ruta Inicial.

Aquí se indican los diferentes obstáculos y cruces que se pueden presentar en la ruta de la Línea Eléctrica:

- Ríos, lagunas y quebradas.
- Caminos de herradura, carreteras y vías férreas.
- Líneas Eléctricas y de Comunicaciones existentes.
- Zonas rocosas y zonas con vegetación.
- Vértices.

INFORMACIÓN NECESARIA



INFORMACIÓN NECESARIA

PLANILLAS DE ESTRUCTURAS

Aquí se indica en forma correlativa las diferentes estructuras que se ubican a lo largo de la Línea eléctrica, detallándose en cada uno de ellos, su progresiva, vanos, ubicación de retenidas y puestas a tierra.

OBRA: PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO HONGOS II ETAPA												
SECCION 1: LINEAS PRIMARIAS												
TRAMO: SAN JERONIMO-CHOCOS												
Nº Est.	Estructura	Progresiva m.	Cota m.	Vértice	Angulo	Vano Adelante	Poste 12.6D	Conductor 35mm ²	Aisladores 56-2 52-3	Retenidas R1	Puesta a tierra	Observaciones
PE	Exist	0.00	1150.43	---	---	22.09		66.27	3			Estructura L.P. Existente P.S.E. Lunahuana
1	TS-3L	22.09	1150.91	V1-P1	-30°34'20"	353.58	1	1060.74	3	6	1	
2	PR3-3L	375.67	1180.13	V2-P2	-14°40'	49.30	1	147.90	1	12	1	
3	PS1-3L	424.97	1187.49	V3-P3	1°49'30"	496.41	1	1489.23	3		1	
4	PRH-3	921.38	1215.55	V4-P4	4°14'24"	243.69	2	731.07	12	4		
5	PA1-3L	1165.07	1233.95	V5-P5	9°24'42"	246.17	1	738.51	6		1	
6	PA2H-3	1411.24	1253.17	V6-P6	-51°19'30"	383.77	2	1151.31		6	1	
7	PRH-3	1795.01	1269.12	---	---	119.20	2	357.60		12	2	
8	PR3-3L	1914.21	1282.01	---	---	280.33	1	840.99	1	12	1	
9	PS1-3L	2194.54	1303.22	---	---	195.81	1	587.43	3			
10	PR3-3L	2390.35	1309.88	V7-P10	5°26'	261.76	1	785.28	1	12	2	
11	PA1H-3	2652.11	1318.31	V8-P11	-27°51'	354.20	2	1062.60	6		1	
12	PS1-3L	3008.31	1343.08	---	---	177.48	1	532.44	3		1	
13	PS1-3	3183.79	1362.37	---	---	74.31	1	222.93	3			
14	PSH-3	3258.10	1366.67	---	---	511.89	2	1535.67	3			
15	PA2H-3	3769.99	1425.75	V9-P16	41°30'40"	196.69	2	590.07		6	1	

INFORMACIÓN NECESARIA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CONDUCTORES

- Sección
- Diámetro Exterior
- Peso Unitario
- Carga de Rotura Mínima
- Módulo de Elasticidad Inicial y Final
- Coeficiente de Dilatación Lineal

TRAMOS DE TENDIDO

Para poder realizar el Tendido de Conductores, se dividirá en tramos para poder tener una mejor comunicación, control y manejo de los equipos y el personal que participará.

En los puntos extremos de cada Tramo de Tendido se ubicarán el winche y freno respectivamente, dichos puntos necesariamente deberán ser estructuras de retención o anclaje, también deberán contar con accesos para facilitar el traslado de los equipos.

En Líneas de Transmisión se recomienda tramos con longitudes promedios de 5,5 km

DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN DE BOBINAS

Una vez definido los tramos de Tendido, se proceden a distribuir las bobinas de tal forma que se obtenga el menor número de empalmes y que los mismos caigan a más de 15 m de la estructura más cercana y así optimizar su uso y no retacear el conductor.

UBICACIÓN DE WINCHE Y FRENO

Deberán estar ubicados en zonas con espacio suficiente y que cuenten con accesos, para facilitar su traslado, en lo posible se evitará su ubicación en terrenos rocosos ya que dificultaría la instalación de los anclajes temporales.

Los equipos no deberán ubicarse muy cerca de una estructura, ya que podrían someterlos a considerables esfuerzos.

La ubicación del freno deberá ser tal que el ángulo de salida del conductor o cordina con la horizontal no supere los 14° grados, siendo conveniente en general que esté ubicada cerca del centro del vano

EMPALMES DE LOS CONDUCTORES

Se buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir, al mínimo el número de juntas o empalmes. Los empalmes no se podrán ubicar a menos de 15 m del punto de fijación del conductor más cercano.

No se emplearán empalmes en los siguientes casos:

- Donde estén separadas por menos de dos vanos.
- En vanos que crucen líneas de energía eléctrica o de telecomunicaciones, carreteras importantes y ríos.
- En vanos adyacentes a estructuras de anclaje y en los tramos entre estructuras de anclaje con menos de cuatro vanos intermedios.

CRUCES

Se deberá cumplir con todos los requisitos, condiciones y medidas de seguridad que impongan los entes u organismos responsables o propietarios de los caminos, canales, líneas eléctricas, líneas telefónicas, etc.

Cruce con Líneas Eléctricas

Se solicitará la desenergización de las líneas eléctricas a cruzar. Se planificarán las tareas con métodos confiables y seguros, de manera tal de efectuar el corte en días feriados y durante el menor tiempo posible.

Antes de efectuar el cruce se deberán construir estructuras aporcadas que permitan tender la cordina y los conductores sin que éstos toquen en ningún momento a la línea a cruzar.

CRUCES

Cruce con rutas

Dentro de estos cruces están consideradas las trochas, caminos, carreteras, etc., se deberá evaluar el tráfico peatonal y vehicular, para poder escoger el tipo de protección a utilizar durante el tendido.

Una vez analizado el nivel de protección se puede considerar las siguientes alternativas de protección de acuerdo a su importancia:

- Señalización y colocación de tranqueras.
- Señalización y colocación de soportes de protección simple.
- Señalización y colocación de pórticos.

PUESTA A TIERRA TEMPORARIAS

Durante el tendido, los conductores estarán permanentemente puestos a tierra para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas, inducción electrostática o electromagnética.

Se deberán conectar a tierra el Winche, Freno y Portabobinas.

Igualmente se deben aterrar tanto el conductor en el freno como la cordina en el winche, por medio de puestas a tierra móviles, durante la operación del tendido

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

EL WINCHE

Es el equipo destinado a efectuar el tensionado de los conductores, dando así la tensión necesaria para suspenderlo sobre las poleas y poder mantenerlos a una distancia no inferior a los tres metros del suelo.



Características:

- Velocidad de enrollado entre 3 y 5 km/h
- Sistema de bloqueo automático regulable ante fallas de tendido.
- Frenos que impidan la caída de tensión en la cordina durante las interrupciones de tendido.
- Instrumental para medir esfuerzos de tiro y velocidad de tendido en forma permanente.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

EL FRENO

Se encarga de soltar al conductor de manera coordinada con el winche. El freno está constituido por un armazón sobre ruedas que puede estar fijo en el suelo y sobre el cual se colocan unos tambores móviles provistos de gargantas en el que se enrollan los conductores. Los tambores tienen un sistema de frenos regulables que evitan su libre rotación.



Características:

- Los tambores deben tener capacidad de por lo menos cinco vueltas de cable.
- Las gargantas de los tambores deberán estar revestidas o ser de un material que no dañe a los conductores
- Instrumental para medir esfuerzos de tiro en forma permanente.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

LAS POLEAS

Son indispensables tanto para el tendido y flechado del conductor. Deberán presentar una ranura suficientemente profunda para impedir los descarrilamientos del conductor, inclusive en el paso de los yuntos giratorios o de los manguitos de empalmes.

Tendrán un diámetro al fondo de la ranura igual, por lo menos a 30 veces el diámetro del conductor.



Diámetro cm	Espesor mm	Carga de Trabajo (kN)	Carga de Rotura (kN)	Peso kg
28	24	2,5	4,5	5,0
37	40	3,5	6,0	8,0
42	40	4,5	8,0	14,0

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

LA CORDINA

Es utilizado como cable guía o piloto al inicio del tendido, debido a que en la mayor parte del tiempo se encontrará a nivel del suelo y muchas veces será arrastrado, el cable deberá ser de un material muy resistente, por ello los cables de acero son los más adecuados.



Diámetro Nominal mm	Masa kg/m	Carga de Rotura kN	Longitud m
6	0,11	22	1800-3600
8	0,22	42	1600
10	0,35	68	1200

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

PORTABOBINA

Son los equipos en los cuales estarán instalados los conductores, deberán tener la capacidad suficiente para sostener las bobinas y un sistema de frenado regulable de manera que el conductor esté siempre tensado a la salida de la bobina y no se produzcan desenrollados rápidos.



EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

PUESTA A TIERRA DESLIZANTE



YUNTOS



DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL

- Cuadrilla de instalación de poleas
- Cuadrilla de tendido de Cable Cordina
- Cuadrilla de tendido de los conductores
- Cuadrilla de anclaje de los conductores
- Cuadrilla de flechado de conductores

ACTIVIDADES PREVIAS AL TENDIDO

VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Antes del traslado e instalación de los equipos y herramientas se debe verificar que dichos elementos estén en buenas condiciones de estado y funcionamiento.



ACTIVIDADES PREVIAS AL TENDIDO

INSTALACIÓN DE POLEAS

Se instalarán las poleas en todas las estructuras comprendidas en el tramo de tendido.

Se fijarán las poleas utilizando sogas de nylon en las estructuras de suspensión y lingas de acero en las estructuras de anclaje, ángulos y vanos especiales.

En el caso de que alguna estructura pueda estar sometida a contratiros se deberán colocar las poleas en sentido invertido.

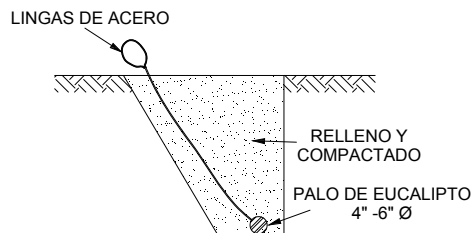


ACTIVIDADES PREVIAS AL TENDIDO

ACONDICIONAMIENTO DE PLATAFORMAS Y ANCLAJES PROVISIONALES

Con el fin de asegurar las mejores condiciones de operación de los equipos de tendido (winche y freno) en cuanto a espacio y estabilidad, se requiere del acondicionamiento de anclajes provisionales.

Los anclajes serán acondicionados con las retenidas en la cual se anclaran los equipos (winche y freno) para así evitar su desplazamiento, así mismo se aprovecharán éstos para el anclaje provisional de los conductores.



ACTIVIDADES PREVIAS AL TENDIDO

INSTALACIÓN DE PÓRTICOS, TRANQUERAS Y PROTECCIONES

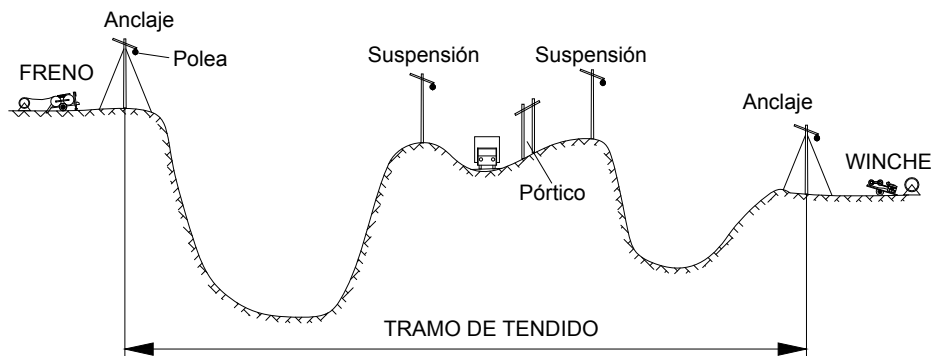
Habiéndose analizado y verificado los diferentes cruces y obstáculos que presenta la línea a lo largo de su ruta, se instalarán pórticos o tranqueras.

Los pórticos deberán tener una altura mínima de 5,0 m, estarán conformados por 02 postes de madera enterrados y en la parte superior de ambos se colocará un listón de madera.

En los casos que se haya observado la posibilidad de que el conductor roce el suelo (sobretudo en terrenos rocosos), se deberá colocar listones de madera.

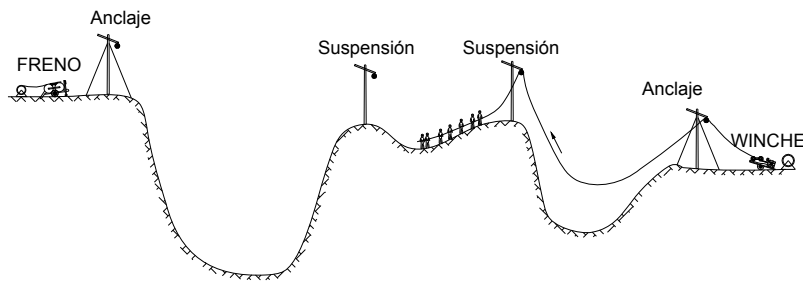


ACTIVIDADES PREVIAS AL TENDIDO



EXTENDIMIENTO DE LA CORDINA

- Se procederá a jalar la punta de la cordina a través del tramo de tendido hasta llegar al otro extremo donde se encuentra el conductor.
- Se deberá ubicar el personal técnico en cada estructura conforme vaya avanzando el cable cordina, para que ayuden y verifiquen el paso normal a través de las poleas.

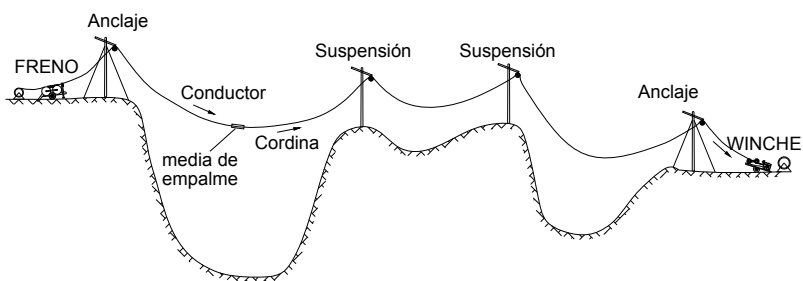


EXTENDIMIENTO DE LA CORDINA

- El personal ubicado en el portabobina de la cordina verificará el normal desenvolvimiento del cable una vez que empiece a ser jalado y también apoyará soltando el cable para su fácil extendimiento.
- Una vez que se haya terminado la cordina de la primera bobina, se procederá a empalmar la punta de este con el nuevo cable a extender, para lo cual se utilizarán medias de acero y yuntos giratorios.
- Esta actividad se realizará con la cordina prácticamente al nivel del suelo.
- En los puntos donde se hayan instalado pórticos o tranqueras se deberá dejar personal para que verifique el pase normal del cable piloto y no represente algún peligro para las personas, vehículo o líneas existentes.
- En partes de la línea que presenta zonas con accesos para vehículos, se puede extender la cordina con el apoyo de una unidad móvil (camión o grúa).

EXTENDIMIENTO DEL CONDUCTOR

- Una vez que haya sido extendida toda la cordina, se procederá a empalmar el extremo inicial de éste con el conductor, utilizando las medias de acero y los yuntos giratorios.
- Por medio del winche que está ubicado en el extremo final del tramo de tendido, se empezará a jalar el cable cordina. Durante esta acción el freno estará detenido.

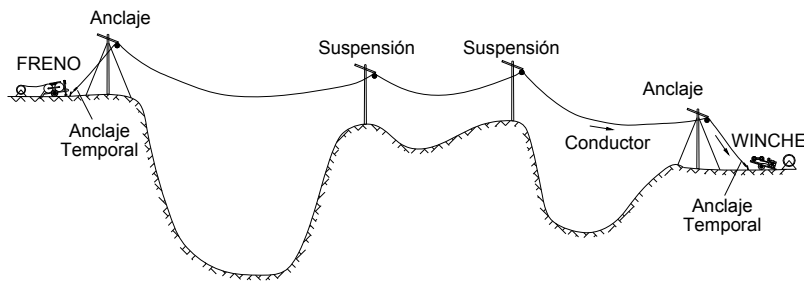


EXTENDIMIENTO DEL CONDUCTOR

- Una vez que se observe que la cordina empiece a tomar altura (aproximadamente 3,0 metros) lo cual se deberá verificar a lo largo de todo el tramo de tendido, el freno empezará a soltar el conductor iniciando de esta manera el tendido
- Será obligatorio el seguimiento de la punta del conductor por medio de un personal que contará con un equipo de comunicación y que en todo momento indicará el paso del conductor a través de las poleas y obstáculos a lo largo de la Línea.
- Aquí se deberá observar que la tensión máxima durante el tendido de conductores esté entre el 50 % del tiro de flechado (EDS), esto se conseguirá verificando los valores que indican los instrumentos de medición que tiene el winche y freno.
- Cuando el conductor esté cerca al winche, se deberá proceder a detener el jalado del conductor, para observar las alturas del conductor en todo el tramo del tendido, sobretodo en los vanos especiales. Se verificará visualmente las posibles flechas del conductor, para ello podrá indicar al winche que siga jalando el conductor pero estando el freno parado.

EXTENDIMIENTO DEL CONDUCTOR

- Una vez que se haya verificado que el conductor tenga las alturas necesarias en todo el tramo de tendido, se procede a detener el winche y se ancla provisionalmente al conductor en ambos extremos del tramo tendido. Es importante que en los puntos donde se realizan los anclajes provisionales se deba dejar reservas de conductor.



PUESTA EN FLECHA DEL CONDUCTOR

- El flechado de conductores se realizará después de 24 horas como mínimo y 48 horas como máximo después de finalizado el tendido de cada tramo.
- El flechado se hará durante el día, bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento de tal manera que no impidan realizar un normal trabajo.
- El flechado se hará en tramos entre estructuras de anclaje, para lo cual se utilizarán teodolitos, miras topográficas, regletas o instrumentos de comprobada precisión.
- La temperatura será controlada mediante un termómetro cuya menor división sea 1 grado C.
- El termómetro será expuesto a las condiciones ambientales del momento, durante un tiempo no menor de 15 minutos.

PUESTA EN FLECHA DEL CONDUCTOR

- Las lecturas de temperatura se harán cada hora.
- La flecha de los conductores se controlará por lo menos en dos vanos por cada tramo entre dos estructuras de anclaje.
- Se definirá para cada tramo, los vanos en que se medirán las flechas, tratando en lo posible que su valor sea lo más próximo al vano básico, debiendo en lo posible tener las siguientes características:
 - Deberá ubicarse en un terreno llano.
 - No debe ser muy largo
 - No debe ser muy corto
 - No ser adyacente a estructuras en ángulo
 - Permitirá una cómoda operación para los flechadores

PUESTA EN FLECHA DEL CONDUCTOR

- Para el flechado se distribuirá al personal de la siguiente manera:
 - Un primer grupo se dedicará a verificar las temperaturas y medir las flechas en los vanos de acuerdo a la tabla de flechado.
 - Un segundo grupo se ubicará en un extremo del tramo de anclaje, el cual va a esperar las órdenes para recuperar o soltar el conductor, según sea el caso.
 - El tercer grupo se ubicará en las estructuras de anclajes, para trasladar los conductores de las poleas hacia las pistolas de anclaje y también dar el acabado a los cuellos.

PUESTA EN FLECHA DEL CONDUCTOR

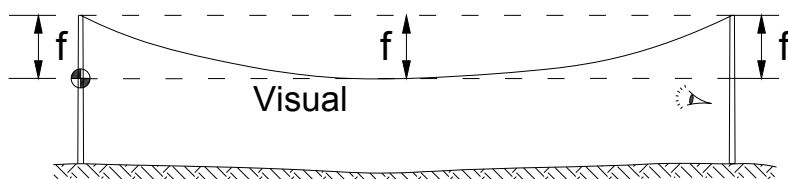
- Todos los grupos deben contar con un medio de comunicación para que se puedan realizar los trabajos de manera coordinada, toda esta operación se realizará para cada sub-tramo de anclaje dentro de un mismo tramo de tendido.
- Una vez que se haya realizado la verificación de las flechas en el tramo de tendido, con el objeto de evitar modificaciones en la misma, se colocarán grapas de madera en los conductores en las estructuras más críticas (vanos largos y con desnivel) del tramo de flechado para impedir que los cables se deslicen.
- Concluido el flechado de una fase se procederá a marcar en cada estructura el punto del conductor ubicado en un plano vertical, normal al eje de la línea y que pasa por el punto de sujeción del aislador.

TOLERANCIAS

- Es admitida una tolerancia de más o menos 1% con relación a la flecha dada en la tabla de flechado.
- La diferencia de flechas entre dos conductores de fases distintas, en paralelo, no debe superar a lo equivalente al valor de 2 veces el diámetro del conductor.

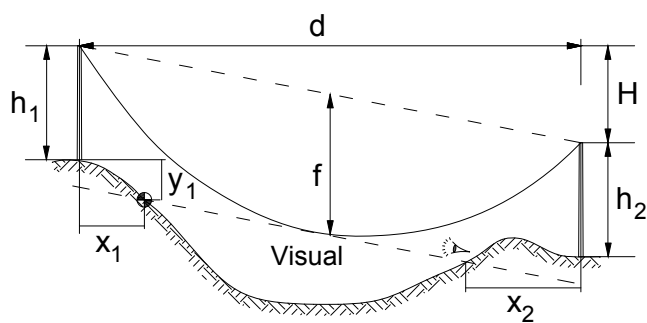
FLECHADO MEDIANTE CONTROL DE FLECHAS

TERRENO SIN DESNIVEL



FLECHADO MEDIANTE CONTROL DE FLECHAS

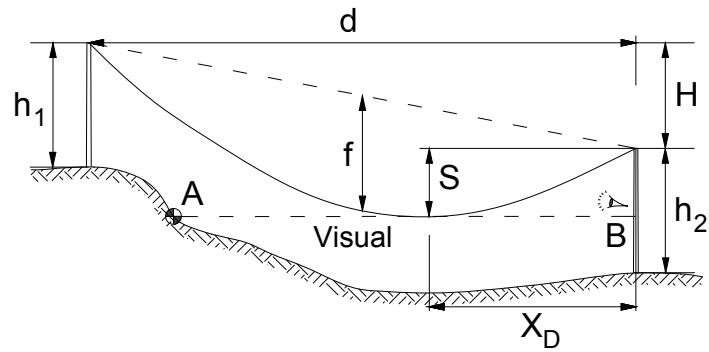
TERRENO CON DESNIVEL



$$y_1 = h_{ai} - f \pm x_i (H/d)$$

FLECHADO MEDIANTE CONTROL DE SAETAS

FLECHADO MEDIANTE CONTROL DE SAETAS

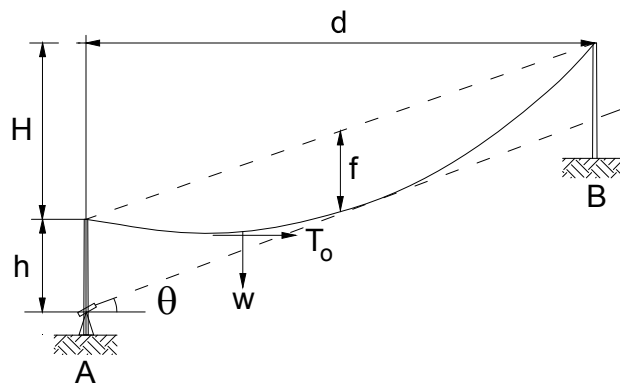


$$S = f (1 - H / 4f)^2$$

$$X_D = 0,5 d (1 - H / 4f)$$

FLECHADO CON EL MÉTODO TANGENCIAL

FLECHADO CON EL MÉTODO TANGENCIAL



$$\tan \theta = - d/2C + H/d + (2h/C)^{1/2}$$

PRUEBAS A LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

PRUEBAS DE LA L.T.

- Clase de Precisión de Equipos de Prueba:
 - La precisión de los instrumentos para la medición de las corrientes y tensiones aplicadas durante las pruebas de los equipos serán de clase 1,5 como mínimo

PRUEBAS DE LA L.T.

– Relación de Equipos:

- Probador de Puesta a Tierra

- Megóhmetro

Tendrán una escala tal que permita efectuar las siguientes mediciones:

Megóhmetro de 2 500 V c.c.; 1 a 50 megóhms

Megóhmetro de 5 000 V c.c.; 2 a 100 megóhms

Preferentemente se hará uso de un megóhmetro motorizado

- Cronómetro antimagnético o digital
- Transformador trifásico de relación 380/220 ó 380/110 V, la potencia máxima del transformador se calculará considerando la impedancia directa del tramo más corto de línea que se probará

PRUEBAS DE LA L.T.

– Relación de Equipos:

- Medidores de tensión alterna o continua

Para la medición de los parámetros de la línea, éstos rangos serán de 0 - 150 V ó 0 - 400 V

- Medidor de corriente continua

Para la medición de los parámetros de la línea, estos rangos serán de 0 - 20 A

PRUEBAS DE LA L.T.

– Relación de Equipos:

- Medidor de corriente alterna
Para la medición de los parámetros de la línea, estos rangos serán de 0 - 20 A
- Medidor de Potencia de escalas apropiadas a las medidas que se tomarán y serán trifásicos o monofásicos, según el caso
Para la medición de los parámetros de la línea, estos rangos serán de 0 – 2 000 W

PRUEBAS DE LA L.T.

– Relación de Equipos:

- Medidor de potencia reactiva de escalas apropiadas a las medidas que se tomarán, será trifásico
- Una fuente de alimentación de c.c., puede ser una batería de automóvil o la batería de una subestación
- Medidor de frecuencia de lengüetas o digital
- Largavistas para inspección ocular
- Termómetro para medición de temperatura ambiente de 0° a 50° C

PRUEBAS DE LA L.T.

– Relación de Equipos:

- Detector portátil de radio-interferencia
- Equipo portátil de comunicación inalámbrica
- Para los ensayos de la capacidad portante del terreno se podrá emplear un penetrómetro que estará constituido por lo siguiente:

Penetrómetro de 5 cm (2") de diámetro y 45 cm (18") mínima de longitud, tipo muestreador de barra partida (Split Spoon Barrel Sampler)

Martillo de 64 kg (140 lbs) de peso y 76 cm (30") de caída libre

Malacate o winche mecánico y trípode

Envases para muestras

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA L.T.

– Pruebas que pueden realizarse:

- Verificación del Proyecto
- Características de Montaje
- Determinación de la Secuencia de Fases
- Medida de la Resistencia Eléctrica de los Conductores de Fase
- Medida de la Resistencia a Tierra de un Soporte
- Medida de la Resistencia Dieléctrica (Aislamiento) entre Conductores
- Medida de la Impedancia Directa
- Medida de la Impedancia Homopolar
- Medida de la Impedancia Mutua y Propia

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA L.T.

- Pruebas que pueden realizarse:
 - Prueba de Tensión Gradual
 - Prueba de Tensión Brusca
 - Prueba en Cortocircuito
 - Pruebas de Funcionamiento
 - Pruebas de Comunicación
 - Protección Distanciométrica
 - Repuestos y Herramientas
 - Documentación Técnica

VERIFICACIÓN DEL PROYECTO

- Se comprobará lo siguiente, según Proyecto:
 - Reserva de transmisión
 - Trazo
 - Protección contra rayos
 - Distancias de seguridad
 - Valores de puesta a tierra
 - Accesos
 - Servidumbres y defensas
 - Comprobación de flechas
 - Alineamiento

CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

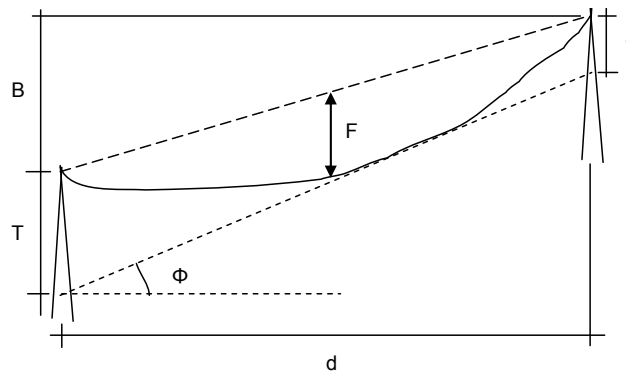
- Se comprobará las características de todos y cada uno de los materiales suministrados, tomando como referencia las bases de diseño y especificaciones (Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas), Protocolos de Prueba de los materiales, realizada por el Contratista o Terceros, resultado de pruebas mecánicas de estructuras típicas, especificaciones e información técnica de los proveedores de los componentes de la línea (Material y Equipo), para compararlas a las especificadas y ofertadas

CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

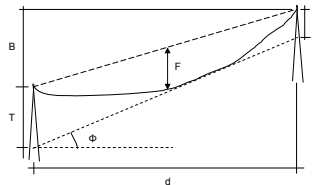
- Inspección estructura por estructura con escalamiento y comprobación de estructuras
- Se comprobará la cimentación y montaje de todas y cada una de las instalaciones y materiales utilizados
- Inspección visual minuciosa en todo el recorrido de la línea, siendo inspeccionadas con largavista las cadenas de los aisladores, las juntas o empalmes de conductores, superficie externa del conductor y cable de guarda; se verificará las distancias de seguridad, alineamiento y limpieza de los aisladores

CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

- Se procederá a la verificación de las flechas en donde la inspección visual hubiese detectado algunas anomalías



CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE



- F = Flecha
t = Distancia vertical debajo del soporte para la línea de la figura
- $$= T \pm B - d \tan \phi$$
 cuando el ángulo ϕ está sobre la horizontal
- $$= T \pm B + d \tan \phi$$
 cuando el ángulo ϕ está debajo de la horizontal
- T = Distancia vertical debajo del apoyo entre el punto de medición y amarre
B = Distancia vertical entre los puntos de apoyo, obtenida del perfil, de la hoja de datos de la torre o medida en el campo
d = Distancia horizontal entre puntos de soporte
 ϕ = Ángulo medido según la figura

Cálculos

$$F = \left(\frac{\sqrt{T} + \sqrt{t}}{2} \right)^2$$

IEEE Guide to the Installation of Overhead Transmission Line Conductor

CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

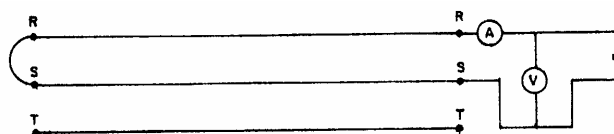
- Inspección ocular de los accesos, fajas de servidumbre y defensas, y otras inspecciones necesarias para energizar la línea
- Verificar los caminos de acceso a todas las estructuras, con pendientes no mayores de 12% y plataforma de volteo en la cumbre para los vehículos de inspección y/o mantenimiento
- Fajas de servidumbre totalmente despejadas, y los árboles próximos a la faja talados
- Tener las autorizaciones de paso y las escrituras de los terrenos ocupados por las estructuras, accesos, etc., y las indemnizaciones debidas al montaje

CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

- Defensas adecuadas para la protección contra ríos, huaycos, avenidas, deslizamientos, etc., incluyendo drenajes y otros
- Albergues y almacenes adecuados para las brigadas de inspección y/o mantenimiento, incluyendo equipos de comunicación
- Plantas de tratamiento de agua adecuados para el lavado de aisladores de la línea

SECUENCIA DE FASES

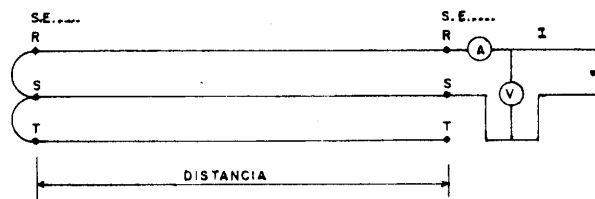
- Usar fuente de CC (batería o batería de la subestación) con fusible o interruptor de protección
- Circular por lo menos 1 A para verificar falsos contactos



Secuencia de Fases

RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LOS CONDUCTORES DE FASE

- Se emplea corriente continua
- Los valores entre las tres fases no deben variar más de 3%
- Los valores medidos no deben variar con respecto al teórico más de 5%
- La corriente debe ser de 1 A para detectar conexiones defectuosas



$$\text{Resistencia por Fase } R = V / (2 \times I)$$

R = Resistencia por fase

V = Tensión medida en el voltímetro

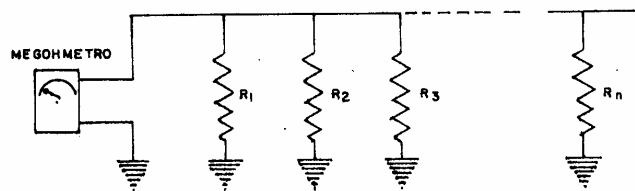
I = Corriente medida en el amperímetro

RESISTENCIA A TIERRA DE UN SOPORTE

- Se ejecuta sólo si no se ha realizado la medida de resistencia a tierra durante la construcción
- Se utiliza un probador de puesta a tierra
- La línea debe estar sin tensión
- El cable de guarda, si existe, debe estar desconectado
- Utilizar método de Caída de Potencial

RESISTENCIA DIELECTRICA

- Medir el aislamiento de cada fase contra tierra
- Los valores deben ser sensiblemente iguales
- La medición se compara con la obtenida en una cadena similar limpia
- Megóhmetro de 5 000 Vcc aplicado no menos de 1 minuto



Resistencia Dieléctrica $R_c = n R$

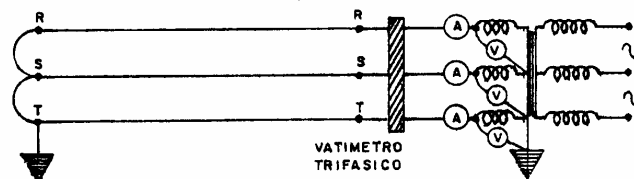
R_c = Resistencia de la cadena de aisladores

n = Número de cadenas de aisladores por fase del tramo que se mide

R = Resistencia medida con el megóhmetro

IMPEDANCIA DIRECTA

- Utilizar transformador auxiliar (380/220 o 380/110 V)
- Medir 3 tensiones y 3 corrientes y la potencia activa
- Con la potencia activa se obtiene componente resistiva y reactiva de la impedancia



Impedancia Directa

$$Z = V / I$$

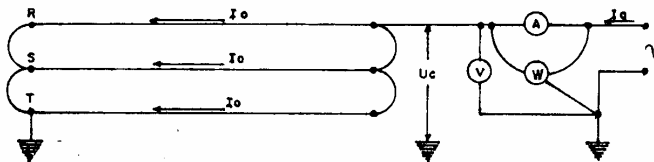
Z = Impedancia directa/fase

V = Valor de tensión medida

I = Valor de la corriente medida

IMPEDANCIA HOMOPOLAR

- Utilizar transformador monofásico o una fase de uno trifásico
- El retorno de la corriente es por tierra



Impedancia Homopolar

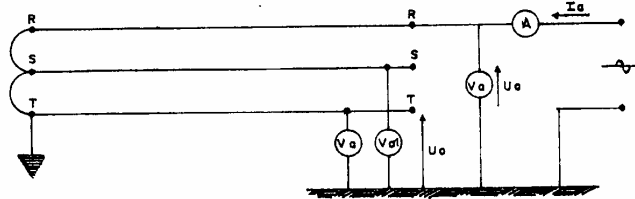
$$Z_o = U_a / I_o$$

$$Z_o = 3 U_a / I_a$$

Impedancia homopolar, Ω / fase

IMPEDANCIA MUTUA y PROPIA

- Utilizar el mismo transformador de la prueba anterior
- El retorno es por tierra



Impedancia Mutua y Propia

Impedancia Mutua (Z_m)
 $Z_m = U_o / I_a$, Ω / fase
Impedancia Propia (Z_a)
 $Z_a = U_a / I_a$, Ω / fase

PRUEBAS ADICIONALES

- Prueba de tensión gradual
- Prueba de tensión brusca
- Prueba en cortocircuito
- Prueba de funcionamiento
- Pruebas de comunicación
- Pruebas de protección
- Repuestos y herramientas
- Documentación técnica