



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Reporte de Experiencia Laboral **“Proceso Constructivo de Líneas de Transmisión”**, que presenta:

DAVID RAMIREZ PEREZ

Para obtener el Título de:
INGENIERO ELECTRICISTA

Asesor:
INGENIERO ELECTRICISTA
ING. IGNACIO FRANCO TORRES

Morelia, Michoacán Enero del 2015

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le agradezco a Dios por la sabiduría que me dio, por la tenacidad para buscar siempre lo mejor, a lo largo de mi carrera por la vida llena de aprendizajes y experiencias; por toda la felicidad para culminar este gran proyecto.

Con enorme agradecimiento a mis padres Serafín y Angelina por haber sido siempre unos padres de buen corazón, les doy las gracias por el esfuerzo que hicieron a diario para que no me faltara nada, los amo y siempre vivirán en mi corazón Papa y Mama.

A la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y muy en especial al Ing. Ignacio Franco Torres, por su paciencia, amabilidad, buena disposición por su tiempo para culminar este trabajo con éxito.

A mi esposa

Gracias por los años de matrimonio, por tu comprensión por ser madre y esposa por estar ahí para compartir este gran logro, esperando que comprendas que mis logros son también los tuyos, te Amo.

A mis hijos

Doy gracias a Dios por darme el gran privilegio de ser su padre, hoy comparto con ustedes este logro, esperando compartan conmigo los suyos, gracias por su confianza, apoyo y amor.

Osmar Fernando, Betzy Daniela y David Rodrigo, los Amo y siempre contarán conmigo.

A mis Hermanos

Agradezco de todo corazón a mis hermanos por su apoyo para terminar este proyecto en especial a mi hermana María Elena por toda su ayuda, su apoyo y comprensión para que lograra terminar mi carrera profesional. Hasta donde estés hermana siempre te recordaré.

DEDICATORIA

Principalmente quiero dedicar este trabajo a Dios por haberme regalado el don de la vida por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de mucho aprendizaje, experiencias, felicidad, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con todo mi cariño y mi amor para todas las personas que hicieron que pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, mi agradecimiento por siempre.

Papá y Mamá

A la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Nicolás de Hidalgo, a mis maestros que influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien, preparada para los retos que pone la vida a todos y a cada uno les dedico una de estas páginas.

A ti Gricelda por apoyarme y alentarme para que me esforzara para culminar este gran proyecto.

A mis muy amados hijos Osmar Fernando, Betzy Daniela y David Rodrigo, siempre los amaré.

También quiero agradecerles a esas personas que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, gracias por confiar y creer en mí.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
CONTENIDO	IV
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Personales	1
1.2 Antecedentes Laborales	2
CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 Estructuración	6
2.2. Tipos de Líneas de Transmisión	7
2.3 Líneas de Transmisión aéreas.....	8
2.3.1 Por su Tensión	11
2.3.2 Por su Tipo de Corriente.....	11
CAPÍTULO 3 ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.	12
3.1 Actividades Previas	12
3.2 Ingeniería.....	16
3.2.1 Ingeniería Básica.....	17
3.2.2 Ingeniería de detalle.....	17
3.3 Contratación y Administración de Contratos	20
3.4 Construcción.....	21
3.4.1 Obra civil	21
3.4.1.1 Localización de estructuras	21
3.4.1.2 Tipos de cimentación	21
3.4.1.3 Nivelado de bottom panel.	23

3.4.2	Obra electromecánica	24
3.4.2.1	Pre-armado de estructuras.....	24
3.4.2.2	Armado, montaje y revisión de estructuras.....	24
3.4.2.3	Sistema de tierras	26
3.4.2.4	Vestido de estructuras	28
3.4.2.5	Tendido y tensado de cables	29
3.5	Componente del vestido de una estructura	31
3.5.1	Aisladores	31
3.5.2	Herrajes de suspensión.....	32
3.5.3	Herrajes de tensión.....	32
3.5.4	Amortiguado de vibración	34
3.5.5	Separadores	35
3.5.6	Señalización aérea para líneas de transmisión.	35
3.5.6.1	Señalización a base de pintura en estructuras	35
3.5.6.2	Señalización a base de Boyas en Cables de Guarda.	36
CAPÍTULO 4	CONCLUSIONES.	39
BIBLIOGRAFÍA		40
ANEXO A		41

RESUMEN

En este reporte de experiencia profesional se describe en forma general el proceso constructivo de Líneas de Transmisión de 115 hasta 400 kV, aplicando los cuatro procesos que se tienen desarrollados en la Coordinación de Proyectos de Transmisión y transformación (CPTT), siendo Desarrollo del Proyecto, Contratación del Proyecto, Supervisión del Proyecto y Administración del Contrato y Entrega del Proyecto al Cliente. Estos procesos están basados en las Normas de Calidad ISO 9001 (NOM MNX 001) y en las especificaciones de Diseño de Líneas de transmisión y de construcción.

Esta descripción se basa en mi experiencia laboral que obtenido en la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) desde el 9 de Julio de 1987 a la fecha.

PALABRAS CLAVE

CPTT (Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación), PIF (Proyecto de inversión Financiada), L.T. (Líneas De Transmisión), Actividades Previas, Licitación del Proyecto, Contratación del Proyecto supervisión de la construcción.

ABSTRACT

This professional experience report, describes in a general way the constructive process of transmission lines from 115 Kv until 400 Kv. Applying the four processes developed in the Coordination of Projects of Transmission and Transformation (CPTT), being Project Development, Project Contract, Project Supervision and Contract Administration and Project Delivery to Client. This processes are based on the quality rules ISO 9001 (NOM MNX 001) and the Specifications of Design and Construction of Transmission Lines.

This description is based on my work experience obtained in the Federal Commission of Electricity (C.F.E.) since July 9, 1987 to date.

KEYWORDS

CPTT (Coordination of Projects of Transmission and Transformation), PIF (Project of Financed Investment) T.L. (Transmission Lines), Previous Activities, Project Bidding, Project Contract, Construction Supervision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de la Generación, Transmisión, Sub Transmisión, Distribución y consumidor	5
Figura 2	Programa de obras integrales del sector eléctrico (POISE).....	6
Figura 3	Organigrama de CFE -DPIF.....	7
Figura 4	Tipos de líneas de transmisión.....	7
Figura 5	Esquema del proceso para la construcción de una línea de transmisión	8
Figura 6	Estructuras para líneas de transmisión multicircuito en disposición vertical	9
Figura 7	Estructuras para líneas de transmisión para un circuito en disposición horizontal....	9
Figura 8	Postes troncocónico 2 circuitos tipo camellón y transición	10
Figura 9	Estructura de tres postes de concreto o madera.....	10
Figura 10	Postes troncocónico Multicircuitos.....	10
Figura 11	Postes troncocónico 2 circuitos tipo camellón.....	10
Figura 12	Plano trayectoria.....	12
Figura 13	Sondeo de penetración estándar.....	13
Figura 14	Sondeo a cielo abierto.....	13
Figura 15	Derecho de vía para líneas de Transmisión.....	14
Figura 16	Apertura de brecha forestal	16
Figura 17	Esquema de eje de línea con punto de inflexión (PI)	18
Figura 18	Plano de planta y perfil.....	18
Figura 19	Localización de Estructuras	21
Figura 20	Mojoneras de identificación	21
Figura 21	Cimentaciones superficiales.....	22
Figura 22	Perforación para Cimentaciones ancladas	22
Figura 23	Excavación para Pilas.....	22
Figura 24	Pila de cimentación.....	22
Figura 25	Nivelación de Bottom Panel	23
Figura 26	Nivelación de Bottom Panel	24
Figura 27	Montaje Bottom Panel	24
Figura 28	Pre armado cuerpo piramidal	24
Figura 29	Pre armados de cuerpo recto.....	24
Figura 30	Montaje con pluma flotante.....	25
Figura 31	Montaje con grúa hidráulica.....	25
Figura 32	Estructuras montadas.....	25
Figura 33	Sistema de tierras para torres.....	27
Figura 34	Sistema de tierras para postes troncocónicos	27
Figura 35	Hincado de varillas de cobre	28
Figura 36	Conexión de cable de cobre	28
Figura 37	Conjuntos de tensión.....	28
Figura 38	Conjunto de suspensión en V.....	28
Figura 39	Vestido de estructuras.....	29

Figura 40 Evitar que cable conductor tenga contacto con el suelo.....	30
Figura 41 Equipo de tendido	30
Figura 42 Cabezal para hacer empalme en cable ACSR.....	30
Figura 43 Para empalme en cable ACSR	30
Figura 44 Medición de empalme exterior	30
Figura 45 Medición de empalme interior.....	30
Figura 46 Tendido de cable	31
Figura 47 Dinamómetro para medir tensión de conductor	31
Figura 48 Línea terminada	31
Figura 49 Aisladores sintéticos	32
Figura 50 Aisladores vidrio.....	32
Figura 51 Conjunto de suspensión.....	32
Figura 52 Herrajes de tensión para 1 conductor.....	33
Figura 53 Herrajes de tensión para 2 conductores	33
Figura 54 Herrajes de tensión para 3 conductores	34
Figura 55 Amortiguado de vibración	34
Figura 56 Separadores para 2 conductores.....	35
Figura 57 Separadores para 3 conductores.....	35
Figura 58 Señalización para cruces con líneas de transmisión y carreteras federales	35
Figura 59 Señalamiento de estructuras en las proximidades de aeropuertos.....	36
Figura 60 Señalamiento de estructuras en proximidades de aeropuertos y zonas de tráfico aéreo; así como ríos, lagos y mares.....	37
Figura 61 Señalamiento de estructuras en cruzamientos con barrancas profundas.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Actividades para Liberar un Proyecto.....	12
Tabla 2 Esquema calculo derecho de vía	14
Tabla 3 Flechas y tensiones.....	19
Tabla 4 Lista de distribución.	19
Tabla 5 Determinación del sistema de tierras.....	26

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES PERSONALES

Egrese de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en el año de 1986, me di a la tarea de buscar trabajo en la Ciudad de Lázaro Cárdenas en la Empresa Fertimex y en Sicartsa, se me presenta la oportunidad de trabajar en la Construcción de una Línea de Transmisión de la S.E. Carapan a Salamanca en de 400kV, empezando a obtener experiencia profesional en la construcción de líneas de transmisión

En Junio de 1987 entre a laborar en la coordinadora ejecutiva del centro en la construcción de Líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas, desempeñando el puesto de sobrestante de obra electromecánica en el cual me dieron el cargo de la instalación de protección catódica para la L.T. Carapan-Salamanca.

En Mayo de 1988 en la Misma Comisión Federal de Electricidad entre a trabajar a la Coordinadora Ejecutiva del Sureste Construcción de Líneas de Transmisión y Sub estaciones Eléctricas, ingresando como auxiliar de Residente de Obra Electromecánica para la construcción de la Subestación Eléctrica El Castillo Xalapa III 1 Banco de 100 MVA-1F-230/115/13.8 kV/0A/5 A.

Posteriormente dentro de la misma Coordinadora Ejecutiva del Sureste me cambiaron a la Zona Tuxtla Gutiérrez Chiapas en Septiembre de 1989 como Residente de Obra para la construcción de obra electromecánica para un alimentador en la S:E Chicoasén y dos alimentadores en la S:E San Cristóbal de las Casas Chiapas.

Posteriormente me cambiaron a la Zona Tabasco-Chiapas; como Residente de Obra Electromecánica donde quede a cargo de la construcción de la ampliación de dos alimentadores de 115 kV, en la Sub estación Emiliano Zapata y dos Alimentadores en la Sub estación Eléctrica El Zopo, supervisión de la instalación de cable de fibra óptica de la Sub estación Eléctrica Chicoasén a la casa de maquina Chicoasén

En Enero de 1992 solicito el cambio a la Residencia General de Occidente desempeñándome como Residente de Obra Electromecánica en la Zona Guerrero-Michoacán para la construcción de obra electromecánica en el montaje de un Transformador trifásico de 50 MVA 161/115/13.8 kV. Construcción de la puesta en servicio de un alimentador de 69 kV Uruapan III. En el mismo año me cambiaron a la Residencia General de Occidente como Auxiliar de Control de Equipo para Subestaciones de la Zona Occidente.

En Septiembre de 1993 me cambiaron como Residente de Obra Electromecánica para la Construcción de montaje Electromecánico de la S.E. Tepic II Banco III 4 AT-1F-125MVA, 400/230/13.8-5 A/0A/0a kV con arreglo de interruptor y medio.

En Enero de 1996 me cambiaron a la Zona Michoacán- Guanajuato desempeñándome como Residente de área Apatzingán para la supervisión de la construcción de las líneas de transmisión y sub estaciones eléctricas.

En Enero del 2000 me desempeñe como Residente de Obra Área Uruapan para la construcción del paquete PIF-305 para el proyecto Uruapan potencia un banco de 100 MVA 1F de 230/115/138/0A/5 A/13.8 kV, un banco de transformación de 100MVA 230/161-0A/1A, un Banco de Transformación para la sub estación Zamora Potencia de 100 MVA 1F 230/115/13.8/2 A/5 A.

En Abril de 2002 participe en la construcción de la obra civil y electromecánica para el montaje de un Banco de Transformación de 20 MVA115/69 kV de y otro banco de 72 MVA69/13.8/0A/5 A.

En Abril de 2003 Residente de Supervisión de Obra en la Zona Lázaro Cárdenas en la Supervisión de obra civil y electromecánica para 4 alimentadores de 230 kV, construcción de banco de reactores de 400 kV,

En Julio de 2005 Supervisión y Puesta en Servicio de las Obras del Paquete PIF 709 para las obra de Líneas de transmisión y subestaciones electricas de la Zona Metropolitana de Guadalajara

En Marzo de 2006 Residente de Supervisión de Obra del paquete PIF 806 segunda fase Obras S:E San Juan de los Lagos, un banco 4AT 1F-125MVA-230/115/8 kV una L.T. Potrerillos – Aguascalientes en 400 kv dos circuitos, L.T. Aguascalientes-San Juan de los Lagos 230 kv un circuito, L.T. San Juan de los Lagos II entronque San Juan de los Lagos–Teocaltiches en 115 kV, L.T. la Virgen–Lagos derivación Lagos Galera.

En Diciembre de 2007 me nombraron como Residente de Obra de Zona San Luis-Aguascalientes-Zacatecas el cual está a mi cargo la construcción de las Obras de Líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas puesto que a la fecha sigo desempeñando.

1.2 ANTECEDENTES LABORALES

Actualmente trabajo en la Comisión Federal de Electricidad en el área de la Construcción de Líneas de Transmisión y subestaciones Eléctricas como Residente de Obra de Zona San Luis Aguascalientes Zacatecas, ubicada en el municipio de San Luis Potosí, La cual depende de la Residencia General de Construcción Occidente con sede en la Cd. De Guadalajara que es parte de la Coordinación de Proyectos y Construcción de Transmisión<Transformación

Dentro de las responsabilidades de un Residente de Obra de Zona está la de:

- Administrar en su ámbito geográfico los procesos operativos de actividades previas y supervisión de la construcción de los proyectos a cargo de la Residencia Regional.
- Administrar los recursos necesarios de su área, para la construcción y los procesos operativos de los proyectos a su cargo.
- Atender los asuntos sociales, ambientales, indemnizatorios y arqueológicos derivados de la construcción de obras.
- Llevar a cabo la adquisición de derechos inmobiliarios y el pago de las afectaciones a los bienes distintos a la tierra.
- Gestionar los avalúos para adquisición de predios o pago de indemnizaciones por servidumbres legales de paso.
- Contratar servicios notariales, para el pago y constitución legal de los testimonios por adquisiciones o servidumbres legales de paso.
- Gestionar la entrega de la documentación final al área operativa: registros de calidad, expedientes de actividades previas y de derechos inmobiliarios (convenios de servidumbre de paso y bienes distintos a la tierra), así como manuales e instructivos de operación y mantenimiento y planos como se construyó.
- Validar los avances de obra que se envían a la Residencia Regional.
- Supervisar el cumplimiento de los términos y condicionantes de los resolutivos, en materia de impacto ambiental, forestal, arqueológico y social de las obras en construcción.
- Supervisar las actividades de rescate y/o salvamento arqueológico de los proyectos.
- Elaborar las actas de entrega-recepción de los proyectos a su cargo y gestionar su formalización ante las áreas operativas.
- Tomar acciones para el cumplimiento de los programas de construcción, puesta en servicio y entrega al cliente.
- Validar el finiquito de los contratos de obra pública.
- Conciliar las reclamaciones presentadas por los contratistas, avaladas y conciliadas por la Supervisión de obra.
- Coordinar la conciliación efectuada por la supervisión de obra con el contratista, para la preparación del oficio de solicitud de autorización de los precios unitarios extraordinarios.
- Vigilar el cumplimiento del programa en aspectos ambientales, arqueológicos, sociales e indemnizatorios.
- Proponer el cambio de trayectoria.

- Vigilar el manejo de las bitácoras de obra.
- Autorizar el trámite y pago de las estimaciones.
- Dar seguimiento a los programas de licitación pública o invitación a cuando menos tres personas de OPP y servicios relacionadas con las mismas.
- Presidir la formalización de las actas de inicio de las obras, así como en la apertura y firma de bitácora de obra.
- Garantizar que se cuente en la obra con la documentación correspondiente a las autoridades federales, estatales y municipales vigentes, previo al inicio de los trabajos.
- Vigilar y ejecutar acciones para que se cuente en sitio con los equipos materiales de instalación permanente para la ejecución de los trabajo de acuerdo con los términos contractuales.
- Promover reuniones con los contratistas y residentes de obra para revisión de avances constructivos, problemáticas, suministros definiendo acciones a seguir.
- Conciliar con los contratistas el cierre administrativo de los contratos.
- Aprobar en sus aspectos constructivos la procedencia a la solicitud de cambios de trayectoria a los proyectos OPF.
- Validar el dictamen de adjudicación directa en sus aspectos constructivos proyectos-OPF.

CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

2.1 ANTECEDENTES

¿Por qué Existen Las Líneas de Transmisión?

Las Centrales Generadoras de energía como son las hidroeléctricas, termoeléctricas, eoloelectricas, geotermoeléctricas o nucleoelectricas en la República Mexicana, están ubicadas lejos de los centros de consumo y generan a tensiones bajas de 4000 a 22000 volts corrientes eléctricas altas que para su transmisión se elevan entre otras a 69,115, 230, y 400 kV. Es por eso de la necesidad de construir las Líneas de Transmisión a grandes distancias ya cuando se elevó el voltaje para lo cual describiremos el proceso constructivo de las líneas aéreas

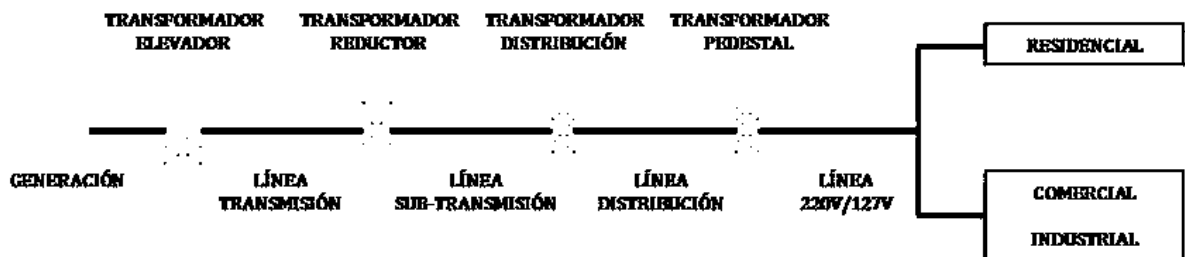


Figura 1 Esquema de la Generación, Transmisión, Sub Transmisión, Distribución y consumidor

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa del Gobierno Mexicano que Genera Transmite Distribuye y comercializa energía eléctrica para 37 millones de clientes lo que representa más de 100 millones de habitantes e incorpora más de un millón de clientes nuevos.

La Comisión Federal de Electricidad también se encarga de la planeación del sistema eléctrico nacional la cual se plasma en el Programa de Obras e inversión del sector Eléctrico, (POISE) En el cual describe la evolución del sistema eléctrico incluida la expansión de la capacidad de Generación y transmisión para satisfacer la demanda en los próximos diez años y que anualmente se Actualiza siendo la responsabilidad de la Subdirección de Programación.

Figura 2 Programa de obras integrales del sector eléctrico (POISE)

Al interior de la estructura de la Comisión Federal de Electricidad, como para todos los procesos, existe un responsable de la construcción de la infraestructura eléctrica de transmisión y transformación y en particular un responsable de la construcción de líneas de transmisión; como lo es la **Dirección de Proyectos Financiados** de la cual se desprende la Subdirección de de Proyectos de Inversión Financiada, misma que está integrada por: la Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación (CPTT). Que a su vez tiene a su cargo las seis Residencias Regionales de Construcción, distribuidas estratégicamente para cubrir el total del territorio nacional.

6

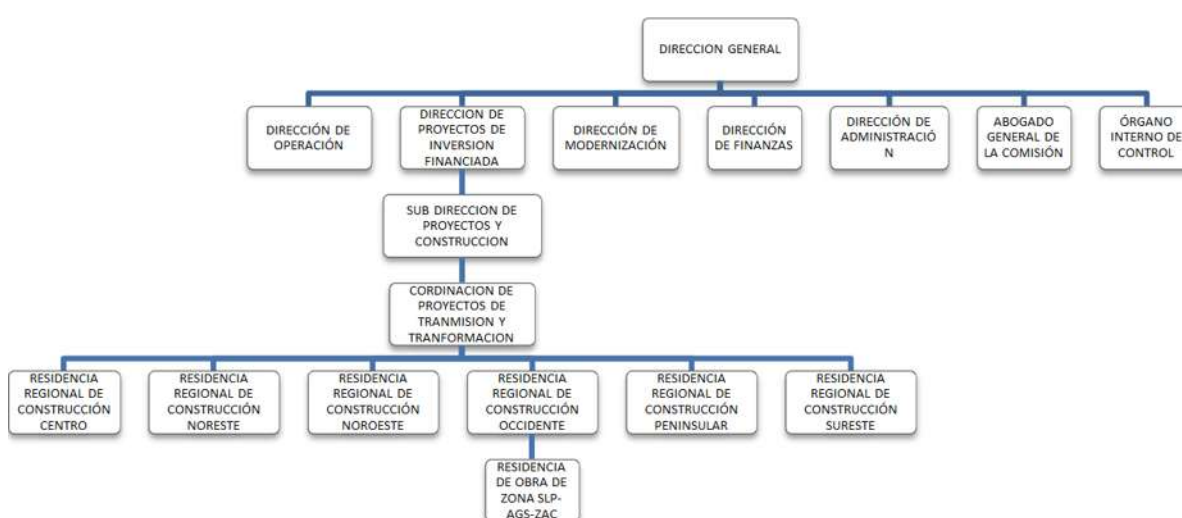


Figura 3 Organigrama de CFE -DPIF

2.2. TIPOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Existen diferentes tipos de Líneas de Transmisión como son las Líneas de Transmisión aéreas, Líneas de Transmisión Subterránea y líneas de Transmisión Submarinas y es importante conocer la clasificación y sus componentes.

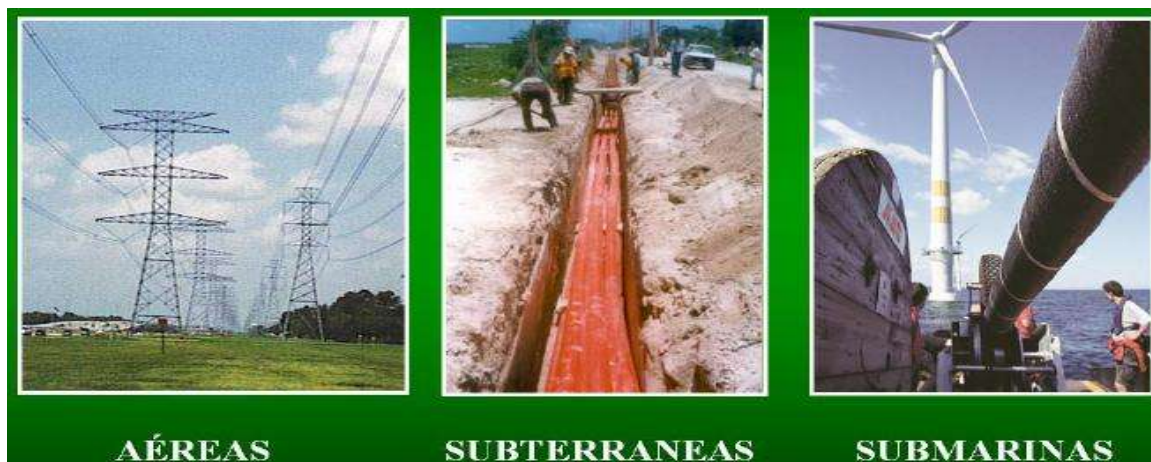


Figura 4 Tipos de líneas de transmisión

Dentro del ámbito de la CPTT se cuenta con un esquema de procesos en el cual se visualiza las diferentes etapas necesarias para los proyectos de transformación y transformación de la energía eléctrica, como se muestra a continuación en el siguiente esquema:

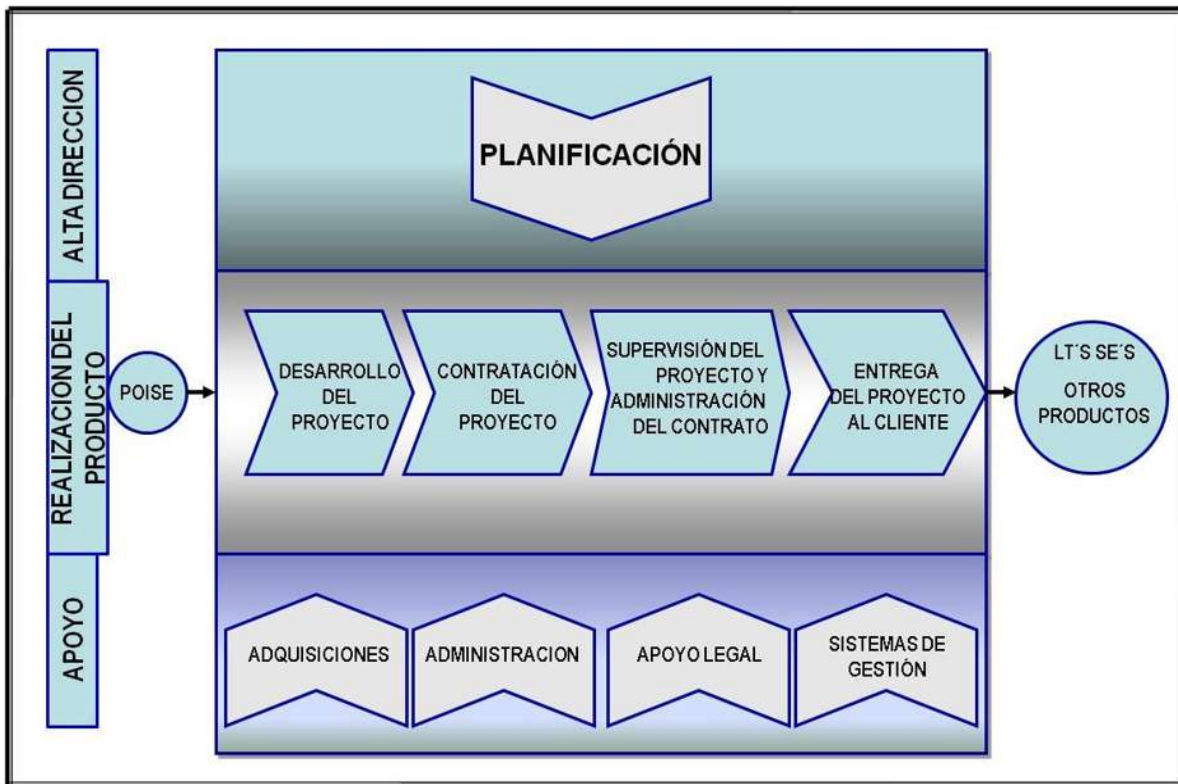


Figura 5 Esquema del proceso para la construcción de una línea de transmisión

Para la construcción de las Líneas de Transmisión se llevan a cabo una serie de actividades como son las **Actividades Previas**, **La Licitación Y La Contratación** de la Obra, **Supervisión de la Construcción** y la Puesta en Operación.

Las Líneas de Transmisión tiene como principal finalidad el transmitir la energía eléctrica desde las plantas generadoras hasta las subestaciones y de estas últimas a los centros de consumo como se muestra en la Fig. 2.

En el presente trabajo trataremos únicamente las líneas aéreas y las principales actividades en sus funciones vertebrales.

2.3 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AÉREAS

Es un conjunto de elementos contruidos por conductores desnudos en una determinada disposición en el espacio, que a su vez forman circuitos que se encuentran aislados en aire mediante accesorios de vidrio, porcelana o sintéticos, suspendidos o rematados a través de herrajes en estructuras soporte, localizadas a lo largo de la trayectoria y tienen como finalidad transportar la energía eléctrica desde los puntos de generación hasta los puntos de transmisión y finalmente a los puntos de consumo.

Para las líneas de transmisión aéreas principalmente se utilizan las estructuras autoportadas para tensiones de 115 hasta 400 kV Así como los postes troncocónicos

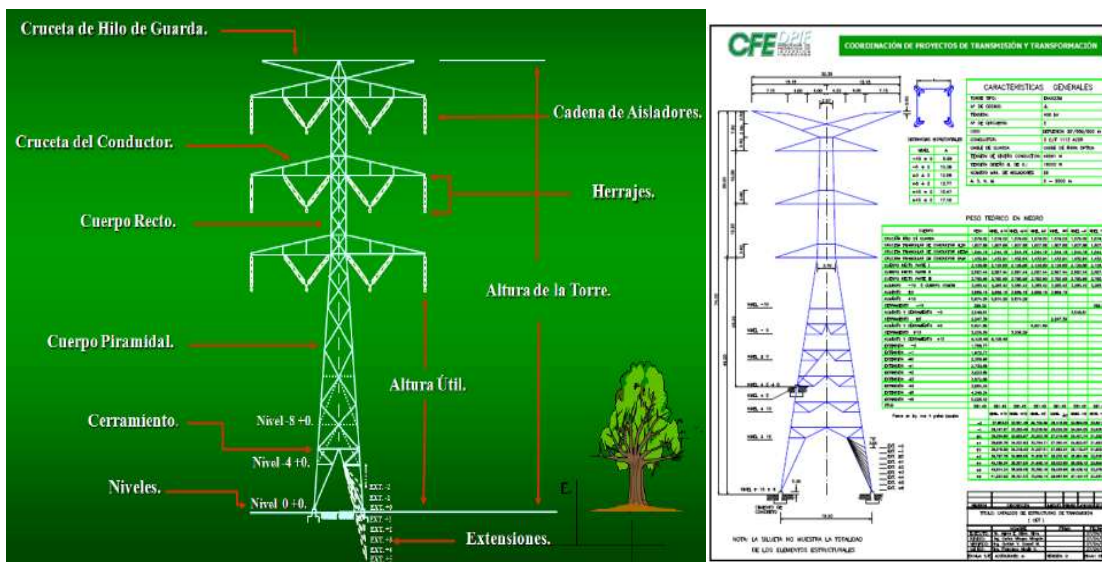


Figura 6 Estructuras para líneas de transmisión multicircuito en disposición vertical

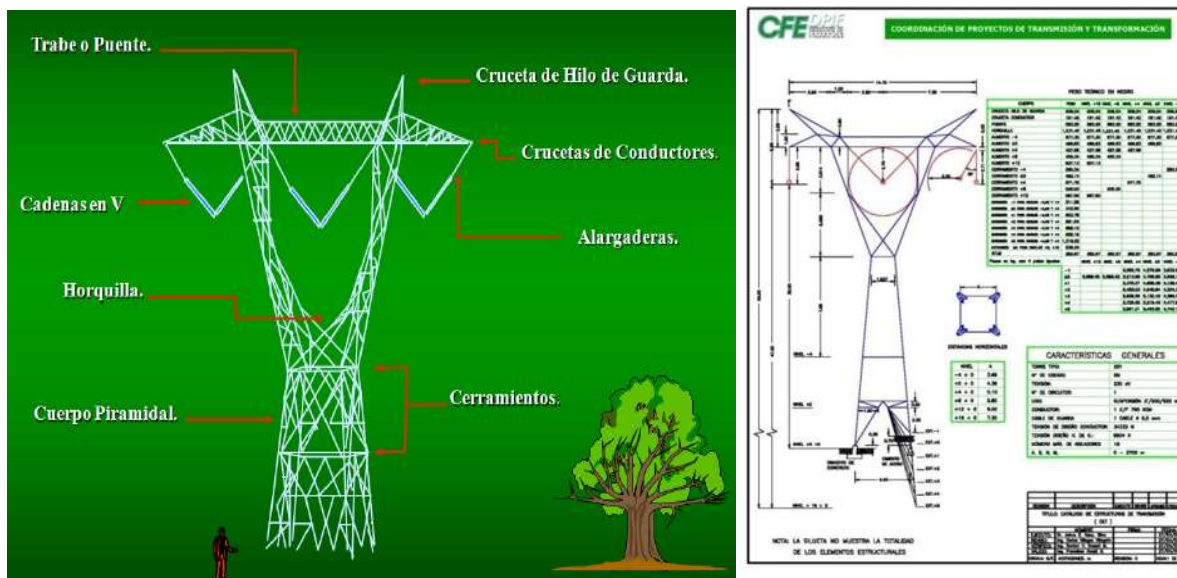


Figura 7 Estructuras para líneas de transmisión para un circuito en disposición horizontal



Figura 8 Postes troncocónico 2 circuitos tipo camellón y transición

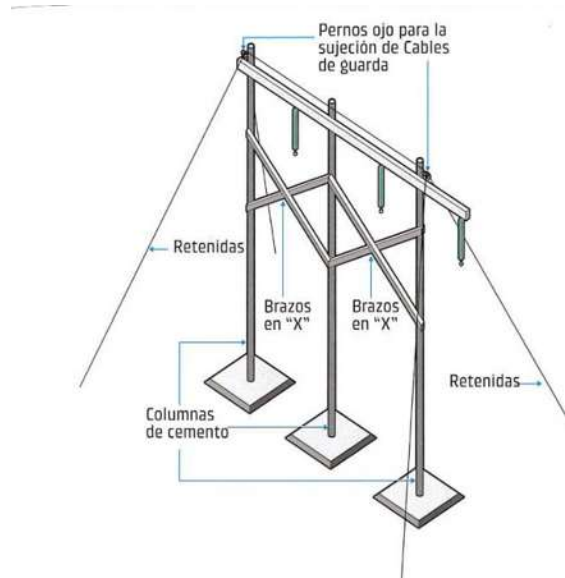


Figura 9 Estructura de tres postes de concreto o madera

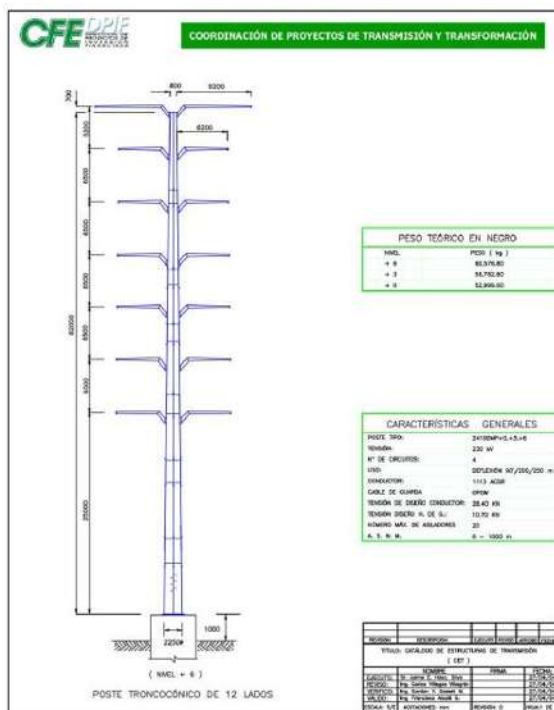


Figura 10 Postes troncocónico Multicircuitos

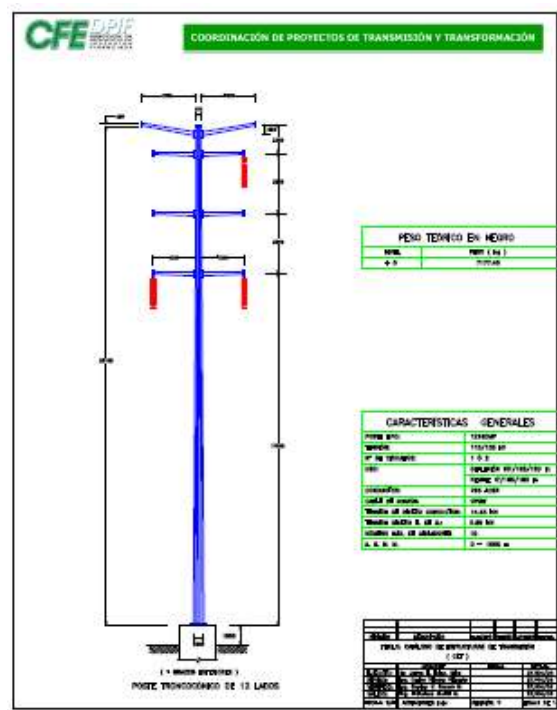


Figura 11 Postes troncocónico 2 circuitos tipo camellón

Las líneas de transmisión aéreas se pueden clasificar de la siguiente forma:

2.3.1 *POR SU TENSIÓN*

- De alta tensión, el voltaje de estas entre fases deberá ser de 115 hasta 800 k.V.
- De mediana tensión el voltaje de estas entre fases deberá ser desde 34.5 hasta 115 k.V.
- De baja tensión el voltaje entre fases deberá ser desde 34.5 y 6.6 k.V.

2.3.2 *POR SU TIPO DE CORRIENTE*

- Líneas de corriente alterna ¹
- Líneas de corriente continua (directa)
- Numero de fases
- Monofásica
- Bifásica
- Trifásica ²
- Frecuencia de trabajo o ciclos
 - 50 ciclos/seg.
 - 60 ciclos/seg.

De lo anterior expuesto, es importante mencionar que se debe de trabajar con una u otro a frecuencia, en toda la red de transmisión o sistema mallado, esto es debido a que la frecuencia depende básicamente de la generación de energía.

CAPÍTULO 3 ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

Para definir las etapas de la construcción de una Línea de Transmisión esta se. Dividirá cuatro principales funciones y una secundaria de accesorios

3.1 ACTIVIDADES PREVIAS

En el caso de las obras que aparecen en el poise con cargo a la Subdirección de Proyectos y Construcción, en la CPTT quien, por medio de las Residencias Regionales efectúa, a través administración directa con un grupo multidisciplinario y parámetros bien definidos se selecciona la trayectoria final de las líneas de transmisión

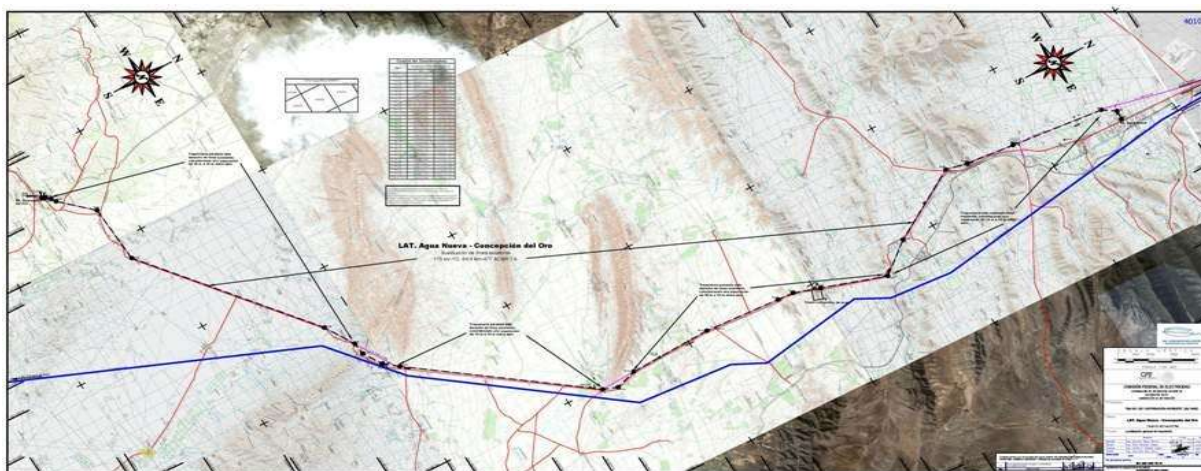


Figura 12 Plano trayectoria

Las actividades previas son las que se llevan a cabo previo a la construcción del En el rubro de actividades previas existen 29 principales actividades que el personal encargado de ésta área debe realizar con la finalidad de definir adecuadamente la trayectoria de una línea, posteriormente conseguir las anuencias de paso por los predios de los propietarios particulares y de dependencia.

Tabla 1 Actividades para Liberar un Proyecto

1	Elaboración de diagnóstico social	15	Obtención documentación legal
2	Gestión de anuencias municipales	16	Notificación de anuencias
3	Gestión de compatibilidad de proyecto (Telmex SCT Municipios Pemex Ferrocarriles etc.)	17	Obtención de anuencias
4	Sensibilización a la sociedad	18	Deslinde de predio

5	Sensibilización dependencias gubernamentales	19	Solicitud de avalúo
6	Elaboración de manifestación de impacto ambiental	20	Obtención de la aceptación de avalúos
7	Informe técnico obras urbanas y sub urbanas	21	Envío de expediente a la subgerencia de afectaciones
8	Elaboración estudio técnico justificativo	22	Solicitud de fondos
9	Autorización remoción de vegetación	23	Envío expediente notario
10	Atención a términos y condiciones	24	Cita propietario
11	Rescate de flora y fauna	25	Realización de pagos
12	Restauración de suelos	26	Pago de bienes distintos a la tierra
13	Atención auditorias PROFEPA	27	Registro escrituras en RPP
14	Obtención de la relación de propietarios	28	Registro escrituras en RPPIF

Una vez verificado los puntos 15 al 26 de la tabla 1 se procede a la adquisición de de los derechos inmobiliarios y el pago de la servidumbre de paso de los predios afectados por la trayectoria de la línea de transmisión.

Otras actividades que también son parte de las actividades previas son: Estudios Geotécnicos en la Línea de .Transmisión Se realizan para conocer datos que son esenciales para el diseño de las estructuras de la Línea de Transmisión como la Estratigrafía de los sitios donde se realizaron las excavaciones, capacidad de carga del terreno, consolidación del terreno entre otros.



Figura 13 Sondeo de penetración estándar



Figura 14 Sondeo a cielo abierto

Y derecho de vía Se refiere al desmonte de terreno en el cual quedara alojada la L.T. y sirve para protección de las estructuras y conductores contra la caída de árboles y ramas que ocasionen daños o provoquen disparos en la L.T.

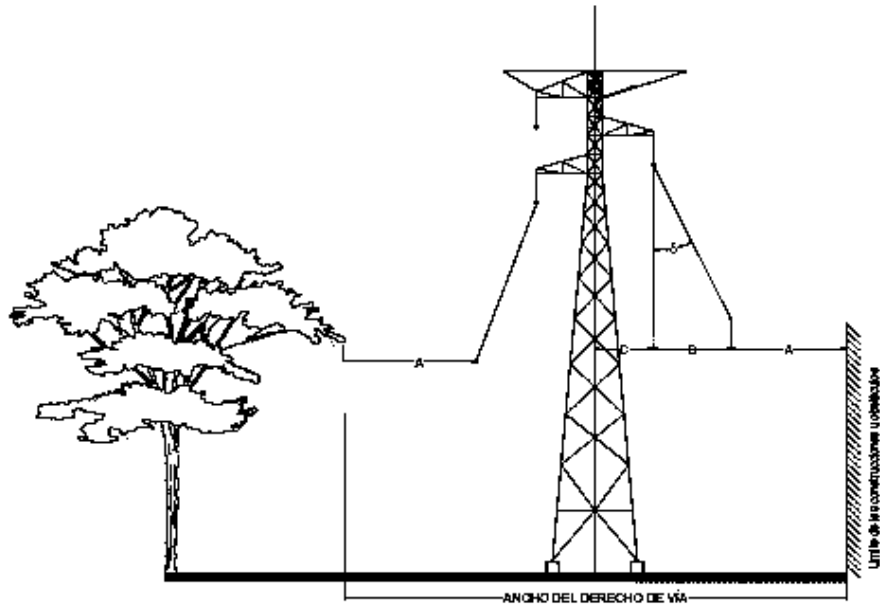


Figura 15 Derecho de vía para líneas de Transmisión

Tabla 2 Esquema calculo derecho de vía

Calculo de derecho de vía	
1) Normas que aplican: DERECHO DE VÍA NRF - 014 - CFE 2004 (ANEXO A)	
2) A continuación se muestran los Parámetros que aplicarán a dicho cálculo, así como las formulas correspondientes.	
<i>A</i>	Distancia horizontal mínima de seguridad, de acuerdo al nivel de voltaje. (m)
<i>La</i>	Longitud de la cadena de aisladores (m)
<i>f_{16°C}</i>	Flecha final a 16°C, (m).
<i>B</i>	Proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, (m).
<i>C</i>	Distancia del eje de la estructura al conductor extremo en reposo (m).
Ancho del derecho de Vía =	
3) Los tipos de estructuras que se utilizarán serán, E71A11	
4) Las Fórmulas que aplican son:	
Ancho del derecho de Vía =	
Donde:	
<i>A</i>	Separación Horizontal mínima de seguridad, (m).
<i>B</i>	Proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, (m).
<i>C</i>	Distancia del eje de la estructura al conductor extremo en reposo, (m).
=	
Donde:	
<i>Calt</i>	= constante por corrección por altitud
<i>V</i>	= Tensión entre fases del circuito en kV
<i>La</i>	= Longitud oscilante de la cadena de aisladores en m. Tipo 25SVC111C
<i>f_{16 °C}</i>	= Flecha final a 16 °C en m
<i>α</i>	= Angulo de desplazamiento del conductor y de la cadena de aisladores

Calculo de derecho de vía

-

Donde:

CMH	=	Claro medio horizontal en m
Pv	=	Presión de viento en Pa
K1	=	Constante debido a la presión de viento
Øc	=	Diámetro del conductor en m
CV	=	Claro vertical en m
K2	=	Constante debida a la masa del conductor
Wc	=	Peso del conductor en N/
Wa	=	Peso de la cadena de los aisladores y del sistema de soporte en

Debe suponerse el conductor desplazado de su posición en reposo por una presión de viento de 284.00

Pa con flecha final a 16 °C Esta presión de viento puede reducirse a 196

Pa en áreas protegidas por edificios, construcciones, bosques u otros obstáculos.

5) A continuación se describirán los valores de los parámetros que intervendrán para los cálculos y resultados:

Asnm	=	1869 m
Wc	=	15.931 N/m
Dmin	=	2.782532309 m
La	=	1.85 m
f16 °C	=	10.45 m
Wa	=	368.75 N
k1	=	1
K2	=	1
Pv	=	284.00 m
Øc	=	0.02814 m
CMH	=	390 m

Los cálculos son:

Del apéndice A, la separación horizontal mínima es de:

- $$=$$
- $$=$$

La proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, esto es, la distancia B resulta.

-

Aplicando la fórmula del Apéndice A.

$$=$$

Sustituyendo valores:

$$=$$

Sustituyendo en B tenemos:

- $$= \text{m}$$

La distancia C del eje de la estructura al conductor extremo en reposo, en este caso es de:

- $$C = 3.2 \text{ m}$$

Por lo tanto:

Calculo de derecho de vía

Ancho del derecho de vía=

CONDUCTOR 795 ACSR

CARACTERISTICAS MECANICAS DEL CONDUCTOR

Área	468.5 mm ²
Diámetro	28.14 mm
Peso unitario	15.931 N/m
Resistencia a la ruptura	14165 daN
Módulo de elasticidad final	70205.265 N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	0.0000174 kg/mm ²
Flecha permisible	0.00 m
Presión de viento	284.00 Pa

El ancho de derecho de vía es de acuerdo a lo indicado en Norma oficial NRF-014-CFE-2004 publicado en el diario oficial de la federación el 10 de Diciembre de 2004

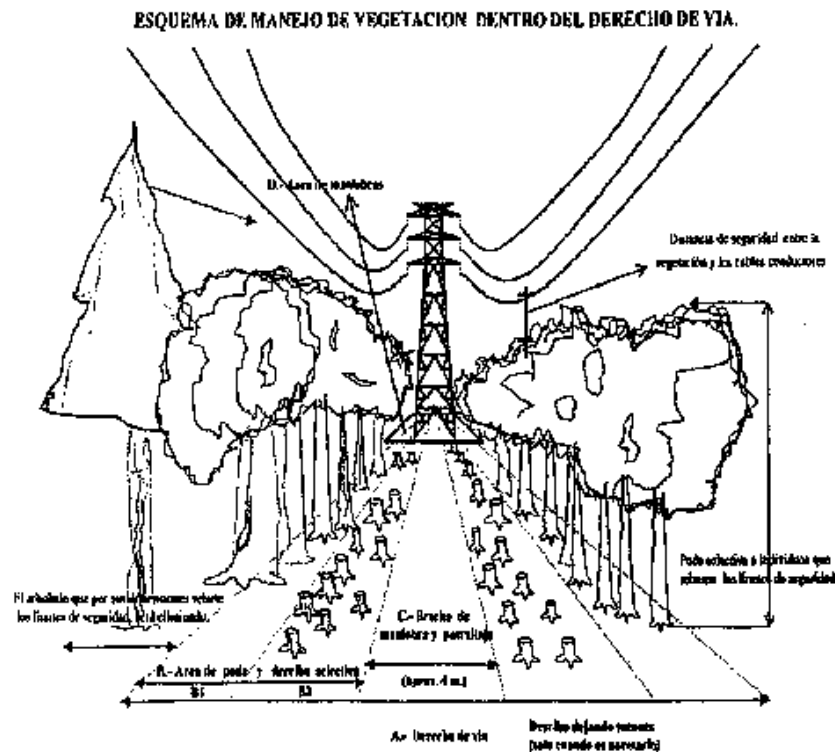


Figura 16 Apertura de brecha forestal

3.2 INGENIERÍA

Con relación a la Ingeniería existen dos partes fundamentales que se toman en cuenta para el diseño de estructuras metálicas como se describe a continuación:

3.2.1 INGENIERÍA BÁSICA.

Son los datos fundamentales con los que se debe de contar para iniciar con el diseño y son los siguientes:

- 1 Características Generales del Poise
- 2 Silueta Eléctrica de Estructuras (dimensionamiento eléctrico)
- 3 Plano General de la Trayectoria
- 4 Detalle de Planta y Perfil de llegadas, salidas y entronques
- 5 Coordinación de aislamiento
- 6 Relación de estructuras
- 7 Cables y Herrajes
- 8 Datos meteorológicos
- 9 Planos de Planta, Perfil y Proyecto
- 10 Limitaciones Ambientales

3.2.2 INGENIERÍA DE DETALLE

Puede llevarse a cabo en forma manual ó utilizando algún software especializado de los que existan varios en el mercado, para este tipo de ingeniería se debe considerar lo siguiente:

- 1 Localización de Estructuras
- 2 Sistema de tierras
- 3 Separadores
- 4 Señalización especial
- 5 Supervisión del Diseño.-

Durante el diseño se deben revisar lo siguiente:

- 5.1 Localización de estructuras en puntos de remate y deflexión
- 5.2 Condiciones mecánicas de la estructura
- 5.3 Revisión estructural de torres con tiros ascendentes (por grandes desniveles entre estructuras)
- 5.4 Verificar la distancia entre torres de tensión para la instalación de Torres intermedias de suspensión (de acuerdo a especificación)
- 5.5 Líneas mayores de 150km requieren de torres de transposición de acuerdo a especificación
- 5.6 Revisión de estructuras en cruzamientos con vías de comunicación
- 5.7 Revisión de las distancias entre la primera estructura y el marco en llegadas y salidas a la Sub Estación.

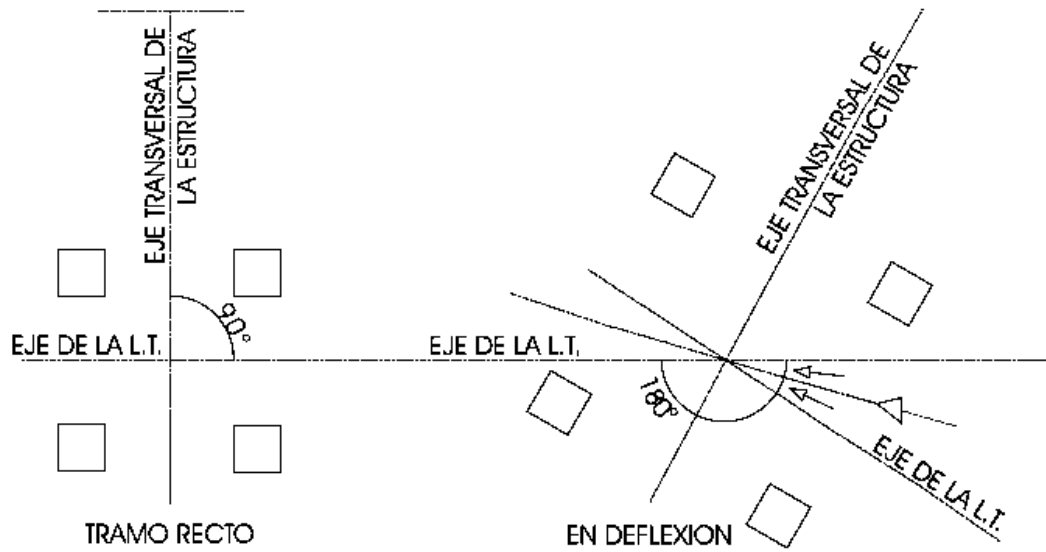


Figura 17 Esquema de eje de línea con punto de inflexión (PI)

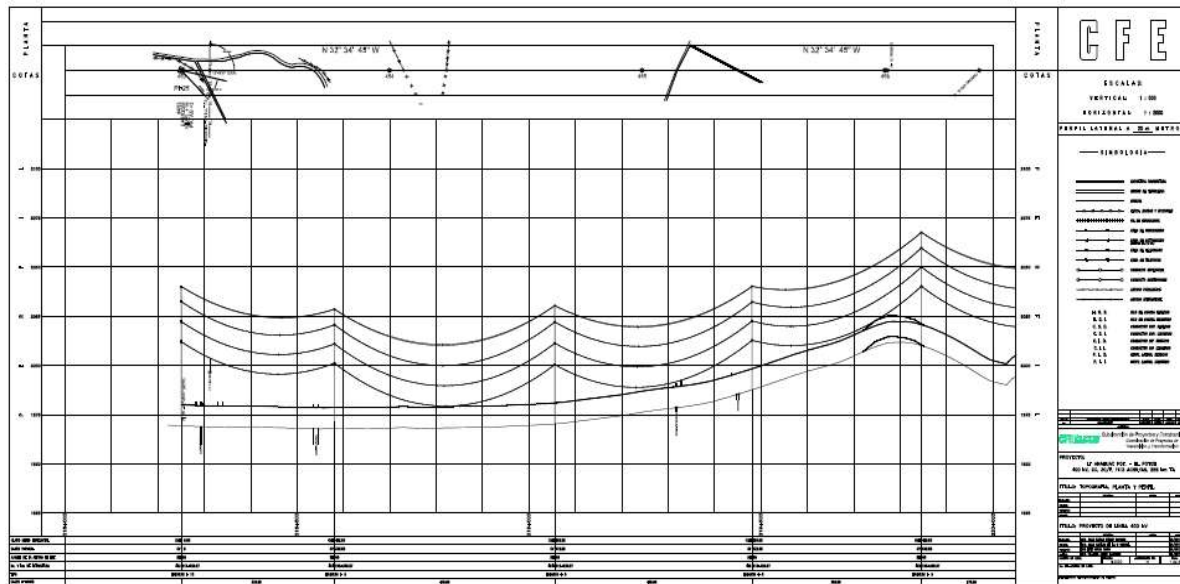


Figura 18 Plano de planta y perfil.

Tabla 3 Flechas y tensiones.

CFE Una empresa
de clase mundial

Subdirección de Construcción
Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación
Gerencia de Construcción
Residencia General de Construcción de Proyectos de Transmisión y Transformación Occidente
Departamento de Diseño de Líneas de Transmisión

***** C . F . E . Departamento de Diseño de Líneas de Transmisión *****

LISTADO DE FLECHAS Y TENSIONES DE TORRE EXISTENTE 509 A TORRE NUEVA 510

De torre Existente 509 (EA4A23M+0) a torre nueva 510 (EA4X23M+0) Circuito Derecho

Cable 1113 ACSR, Ruling span (m) 375.483

Parámetro (m) 1341

Span Length	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Mid Span	Left Span	Span Vertical
Sag -5 C	Sag 0 C	Sag 5 C	Sag 10 C	Sag 15 C	Sag 20 C	Sag 25 C	Sag 30 C	Sag 35 C	Sag 40 C	Sag 45 C	Sag 50 C	Struct Sag	Projection	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
375.5	11.05	11.25	11.45	11.65	11.84	12.04	12.23	12.42	12.61	12.80	12.98	13.17	509	-0.93
Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension	Horiz Tension		
-5 C	0 C	5 C	10 C	15 C	20 C	25 C	30 C	35 C	40 C	45 C	50 C			
(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)		
28516	28008	27530	27066	26620	26193	25781	25389	25011	24642	24294	23949			
Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant	Catenary Constant		
-5 C	0 C	5 C	10 C	15 C	20 C	25 C	30 C	35 C	40 C	45 C	50 C			
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
1596	1568	1541	1515	1490	1466	1443	1421	1400	1380	1360	1341			

Tabla 4 Lista de distribución.

Claro en metros		Extensión		Cruzamientos												Observaciones	
V	M	E	No.	Tipos	D	Ubicación	Patras No.	D	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.		
t	e	f		de	ef	de las	1	2	3	4	de	de	de	de	de		
i	d	e		alturas	li	torres	2	3	4		torre	torre	torre	torre	torre		
c	i	c		de	e	en metros	Longitud										
a	o	o		las	x		en metros										
i	r	v		torres	i												
z	o	o			o												
	30.00		0	Marco		0+000.00										SE. Agua Nueva	Resumen de torres
	60.00		1	E71W21-6	05° 46' 21" DER.	0+060.00	+0	+0	+0	+0	0.210	1				PI No. 1	
248.00	195.79	331.58	2	E71A21+0		0+391.58	+1	+1	+1	+1	0.050	2					
395.00	339.23	346.87	3	E71W21-3	60° 57' 43" IZQ.	0+738.45	+0	+0	+0	+0	0.030	6	3			PI No. 2	E71W21-6 = 2
308.00	352.97	359.06	4	E71A21+0		1+097.51	+1	+1	+1	+1	0.050	4					E71W21-3 = 1
392.00	359.09	359.12	5	E71A21+0		1+456.63	+0	+0	+0	+0	0.010	5					E71A21+3 = 11
356.00	347.21	335.29	6	E71X21-3	29° 23' 17" IZQ.	1+791.92	+0	+0	+0	+0	0.070	5				PI No. 3	E71A21+0 = 6
318.00	355.27	375.24	7	E71A21+3		2+167.16	+0	+0	+0	+0	0.260	6					E71X11+9 = 1
410.00	400.12	425.00	8	E71A21+3		2+592.16	+0	+0	+0	+0	0.010	8					E71A11+0 = 1
433.00	425.00	425.00	9	E71A21+3		3+017.16	+0	+0	+0	+0	0.010	9	6	6			Total = 24
424.00	425.00	425.00	10	E71A21+3		3+442.16	+0	+0	+0	+0	0.090	10					
401.00	425.00	425.00	11	E71A21+3		3+867.16	+0	+0	+0	+0	0.090	11					
422.00	417.52	410.04	12	E71A21+3		4+277.20	+0	+0	+0	+0	0.030	12					
420.00	417.74	425.44	13	E71A21+3		4+702.65	+0	+0	+0	+0	0.220	13					
423.00	427.60	429.76	14	E71A21+3		5+132.41	+0	+0	+0	+0	0.020	14					
421.00	422.57	415.37	15	E71A21+0		5+547.78	+1	+1	+1	+1	0.250	15	6	6			
387.00	405.51	395.05	16	E71A21+3		5+943.43	+0	+0	+0	+0	0.050	16					
427.00	415.86	399.52	17	E71A21+3		6+342.95	+0	+0	+0	+0	0.110	17					
412.00	418.41	404.63	18	E71A21+3		6+775.14	+0	+0	+0	+0	0.100	18					
365.00	389.94	375.25	19	E71A21+0		7+179.77	+0	+0	+0	+0	0.090	19					
375.00	348.85	322.44	20	E71A21+0		7+555.02	+0	+0	+0	+0	0.240	20					
270.00	346.64	370.84	21	E71W21-6		7+877.46	+0	+0	+0	+0	0.230	21					
483.00	392.98	415.12	22	E71X11+9	0° 04' 24" DER.	8+248.30	+0	+0	+0	+0	0.150	22	3				
336.00	387.71	360.30	23	E71A11-3		8+663.42	+0	+0	+0	+0	0.120	23					
388.00	370.44	380.58	24	E71A11+0		9+023.72	+0	+0	+0	+0	0.150	24					

3.3 CONTRATACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS

La Contratación: se realizara a través de los Procedimientos de Licitación como se establece en el artículo 27 de la LOPSRM, para asegurar con esto que las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que las dependencias y entidades deban realizar a través de terceros, garanticen al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Las dependencias y entidades seleccionarán de entre los procedimientos que a continuación se señalan, aquél que de acuerdo con la naturaleza de la contratación asegure al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes:

- I. Licitación pública;
- II. Invitación a cuando menos tres personas, o
- III. Adjudicación directa.

Los contratos de obras públicas y los servicios relacionados con las mismas se adjudicarán, por regla general, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente.

El Contrato: Es un instrumento jurídico que contiene los derechos y obligaciones de la dependencia o entidad y del contratista en relación con las obras públicas o servicios relacionados con las mismas que deriven de un procedimiento de contratación, en términos de las disposiciones aplicables. Estos pueden ser de acuerdo a las condiciones establecidas en el artículo 45 de la LOPSRM.

Las dependencias y entidades deberán incorporar en las convocatorias a las licitaciones, las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de los trabajos, ajustándose a las condiciones de pago señaladas en este artículo.

Las condiciones de pago en los contratos podrán pactarse conforme a lo siguiente:

- I. Sobre la base de precios unitarios**, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado;
- II. A precio alzado**, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido.
Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por lo menos en cinco actividades principales;

III. Mixtos, cuando contengan una parte de los trabajos sobre la base de precios unitarios y otra, a precio alzado, y

IV. Amortización programada, en cuyo caso el pago total acordado en el contrato de las obras públicas relacionadas con proyectos de infraestructura, se efectuará en función del presupuesto aprobado para cada proyecto.

3.4 CONSTRUCCIÓN

La Construcción de L. T's se divide principalmente en Obra Civil y Obra Electromecánica.

3.4.1 OBRA CIVIL

3.4.1.1 Localización de estructuras

Una vez que se ha definido la trayectoria, se realiza la ubicación de las estructuras. El contratista ganador colocara en cada una de las estructuras una mojonera que marcara el centro.



Figura 19 Localización de Estructuras



Figura 20 Mojoneras de identificación

3.4.1.2 Tipos de cimentación

Las cimentaciones en estructuras se dividen en dos, las cimentaciones superficiales y las cimentaciones profundas.

Cimentaciones superficiales: son aquellas que se hacen a poca profundidad como zapatas, losas de cimentación, muertos de anclaje o cimentaciones ancladas en roca.



Figura 21 Cimentaciones superficiales.



Figura 22 Perforación para Cimentaciones ancladas

Cimentaciones profundas: son aquellas que se realizan a una profundidad considerable y se hacen cuando no es factible emplear cimentaciones superficiales debido a que los esfuerzos incluidos en el suelo para la estructura excede la capacidad de carga de los estratos más Superficiales



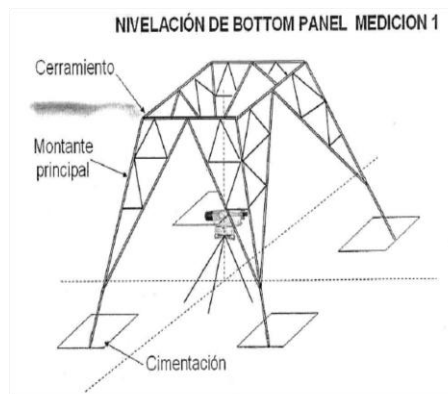
Figura 23 Excavación para Pilas



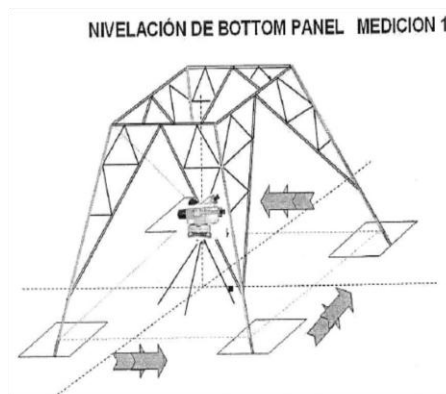
Figura 24 Pila de cimentación

3.4.1.3 Nivelado de bottom panel.

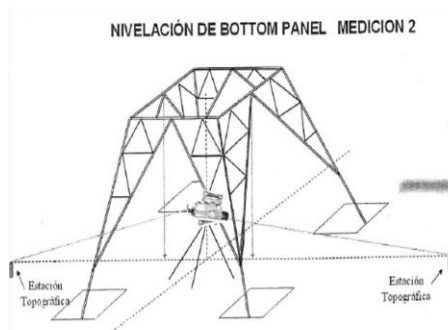
Es la actividad primera del montaje. Es de gran importancia que el bottom panel se nivele perfectamente para que el montaje de la estructura se realice de manera adecuada. Para el nivelado se emplea el procedimiento de suspensión, levantando las cuatro patas o extensiones por medio de montacargas. Existen otros métodos para el nivelado que podrán usar de acuerdo a los requerimientos en campo y a la experiencia de la persona encargada de esta actividad para nivelar el bottom panel es preciso verificar tres datos fundamentales: el nivel, la línea (sobre la trayectoria) y la distancia entre muescas, (mediciones 1, 2, y 3 respectivamente).



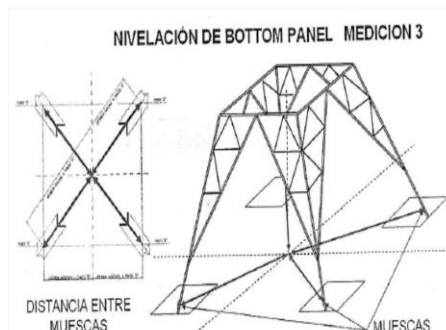
Se coloca nuevamente el nivel en el centro y se nivela, ahora se manda una visual a un punto donde exista una estación topográfica Finalmente se verifica que la torre quede en línea sobre el eje de la trayectoria.



Posteriormente se repite la operación con los siguientes montantes hasta completar la nivelación.



Medición 1 Se coloca el nivel en el centro de la torre y se nivela, se toma una medida del cerramiento a un punto de la cimentación, a través del montante.



Esta medición y las anteriores se deben realizar antes de colocar el concreto en la cimentación, se medirán las distancias entre muescas, partiendo del plano de montaje para stubs (montante principal.). Se medirá tomando como base el centro de la torre hacia cada una de las muescas, verificando que las mediciones coincidan con los datos del plano.

Figura 25 Nivelación de Bottom Panel



Figura 26 Nivelación de Bottom Panel



Figura 27 Montaje Bottom Panel

3.4.2 OBRA ELECTROMECÁNICA

3.4.2.1 Pre-armado de estructuras

Para esta actividad que forma parte de la obra electromecánica, se debe considerar el espacio adecuado para hacer el armado de la estructura por partes, si el lugar no lo permite se deberá elegir el método de montaje más adecuado.



Figura 28 Pre armado cuerpo piramidal



Figura 29 Pre armados de cuerpo recto

3.4.2.2 Armado, montaje y revisión de estructuras

Una vez nivelada la base y ejecutado el relleno y compactado de materiales en las cepas para los cimientos, se podrá continuar con el armado de los cuerpos superiores. El contratista armará y montará todos los miembros que comprenden la estructura de acuerdo con los planos de montaje aprobados por CFE con los métodos que ella considere convenientes, siempre y cuando no se dañen las partes de las torres ni se encarezca el proceso de montaje.

Existen cuatro métodos de montaje, cada uno se aplica de acuerdo al equipo que se tenga y a las condiciones del lugar:

1° Montaje con grúa hidráulica.- Este método se usa en terrenos planos donde no se tenga problema para estar cerca a la torre el pre-armado puede ser por secciones que se pueden montar con este método completo en piso y montar en

2° Montaje con pluma flotante. Es uno de los más usados consiste en ir montando la estructura en partes o secciones con la ayuda de una pluma sogas y poleas, la pluma se va recorriendo según las necesidades.

3° Pieza por pieza.- Este método se usa en lugares de difícil acceso, donde no hay caminos para vehículos. En ocasiones se traslada el material en bestias de carga.

4° Montaje con helicóptero.- Más que un método de montaje, es un recurso para ejecutar el izaje de la torre en forma rápida. Se utiliza comúnmente en el montaje de estructura de emergencia (también llamada LINDSEY).



Figura 30 Montaje con pluma flotante



Figura 31 Montaje con grúa hidráulica



Figura 32 Estructuras montadas

3.4.2.3 Sistema de tierras

El sistema de tierra, consiste en el hincado de varillas de cobre o de acero recubiertas de cobre a una cierta distancia, conectada entre sí y a la torre por medio de alambre de cobre o acero recubierto de cobre

Tanto el cable de guarda como el sistema de tierras forman la protección más eficiente en cuanto a las descargas atmosféricas se refiere, Por lo que se hace necesario instalar en cada estructura un sistema de tierras adecuado y acorde para transmitir la energía al terreno natural y evitar que se afecte la operación de la línea.

El sistema de tierras adecuado se diseña de acuerdo a los resultados que arroja un estudio de resistividad de suelo.

Tabla 5 Determinación del sistema de tierras

Diseño de sistema de tierras para torres			
Intervalo de resistividad Ohms-m	Longitud de contra antena en m	Longitud de contra antena Por estructura en m.	Número de varillas por estructura
Menor a 100	3	12	4
100 a 300	6	24	8
300 a 500	12	48	12
500 a 750	24	96	20
750 a 1000	30	120	24

Diseño de sistema de tierras para postes			
Intervalo de resistividad Ohms-m	Longitud de contra antena en m	Longitud de contra antena Por estructura en m.	Número de varillas por Estructura
Menor a 100	3	6	2
100 a 300	6	12	4
300 a 500	12	24	6
500 a 750	24	48	8
750 a 1000	30	60	12

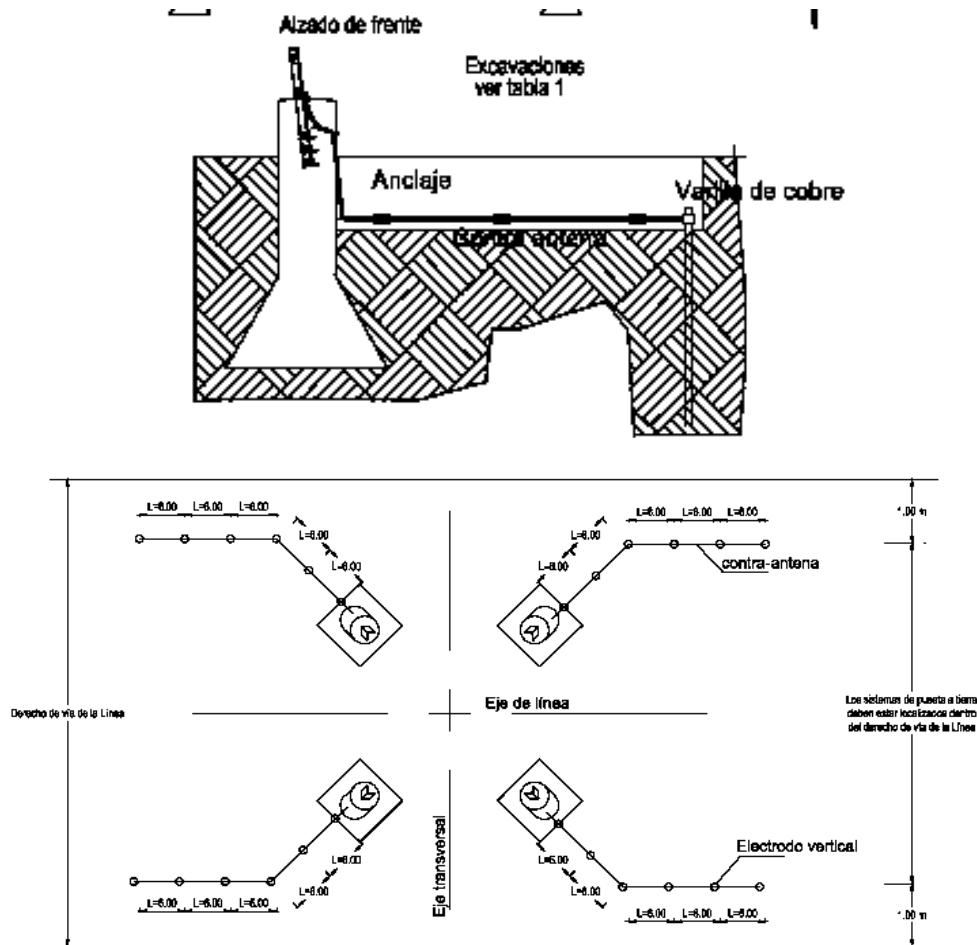


Figura 33 Sistema de tierras para torres

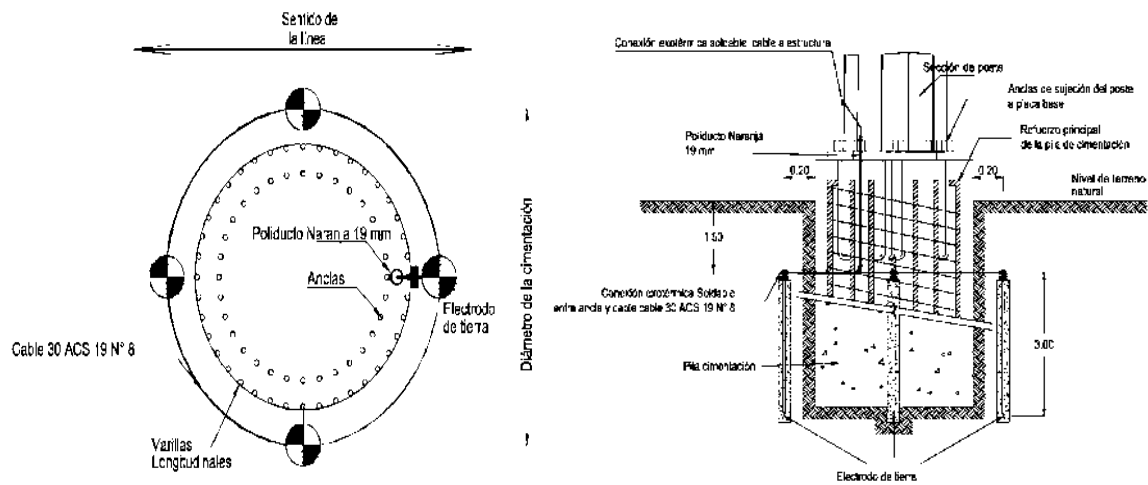


Figura 34 Sistema de tierras para postes troncocónicos



Figura 35 Hincado de varillas de cobre



Figura 36 Conexión de cable de cobre

3.4.2.4 Vestido de estructuras

Es la preliminar al tendido de cables y consiste en sujetar en la torre los herrajes y aisladores que forman parte de los conjuntos de tensión o suspensión. Que servirán además para el aislamiento de los cables conductores, como apoyo para el sostén de los cables.

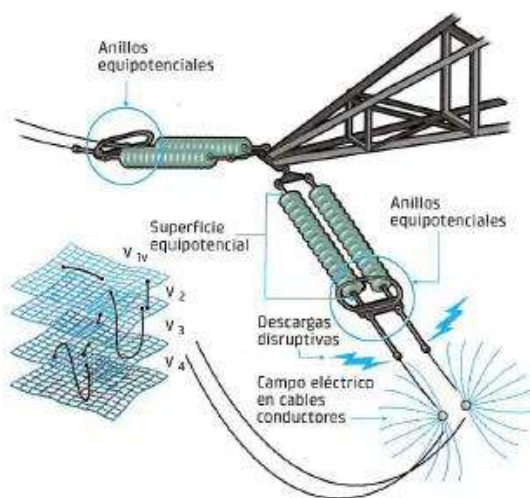


Figura 37 Conjuntos de tensión



Figura 38 Conjunto de suspensión en V

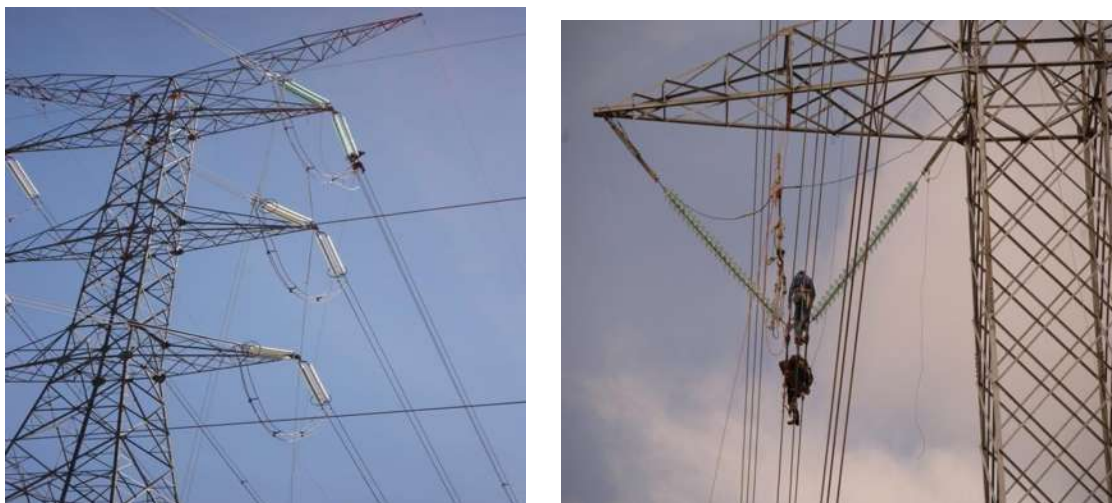


Figura 39 Vestido de estructuras

3.4.2.5 Tendido y tensado de cables

Actividad Consiste en tender y tensionar el cable conductor, de guarda convencional y guarda con fibra óptica a lo largo de la línea así como en realizar los empalmes (unión de cables) e instalar los puentes y remates señalados en el proyecto

Tendido de cable conductor. Consiste en el tendido de los cables en forma definitiva y esto se realizara bajo el procedimiento de tensión mecánica controlada, evitando que cable conductor tenga contacto con el suelo, el equipo para esta actividad se compone de una unidad de frenado y otra de tensión, se utilizara para el tendido un cable guía que deberá conectarse al cable conductor por medio de eslabones giratorios (swivel) y mordazas tipo calcetín sencillo. En cada una de las estructuras por las que pasara el cable se colocaran poleas. Una vez tendido y tensionado el cable conductor se instalara los separadores, puentes y remates de acuerdo

Tendido y tensado de cable de guarda convencional. Este tendido y tensionado también se hace por el procedimiento de tensión mecánica controlada. Estos cables tienen la función de proteger la línea de transmisión de las descargas atmosféricas. Este tipo de cable puede ser acero galvanizado o aluminio soldado, de 7 hilos trenzados a la izquierda.

Cable de guarda con fibra óptica (CGFO). Al igual que los anteriores este tendido y tensionado también se hace por el procedimiento de tensión mecánica controlada, aunque a diferencia de los tendidos anteriores el de fibra óptica debe planearse desde la ubicación de los empalmes ópticos, se debe determinar con anterioridad la longitud de los carretes de tal manera que se ubiquen los empalmes ópticos en torres predeterminadas, en entronques ópticos y en las estructuras dentro de las subestaciones. Para la instalación del CGFO en las estructuras de las líneas de transmisión, se requieren herrajes especiales, los cuales son: herrajes de tensión y suspensión, herrajes de guía y fijación, conectores dobles para aterrizar el cable al sistema de tierra o con los elementos de la estructura.



Figura 40 Evitar que cable conductor tenga contacto con el suelo



Figura 41 Equipo de tendido



Figura 42 Cabezal para hacer empalme en cable ACSR



Figura 43 Para empalme en cable ACSR



Figura 44 Medición de empalme exterior



Figura 45 Medición de empalme interior

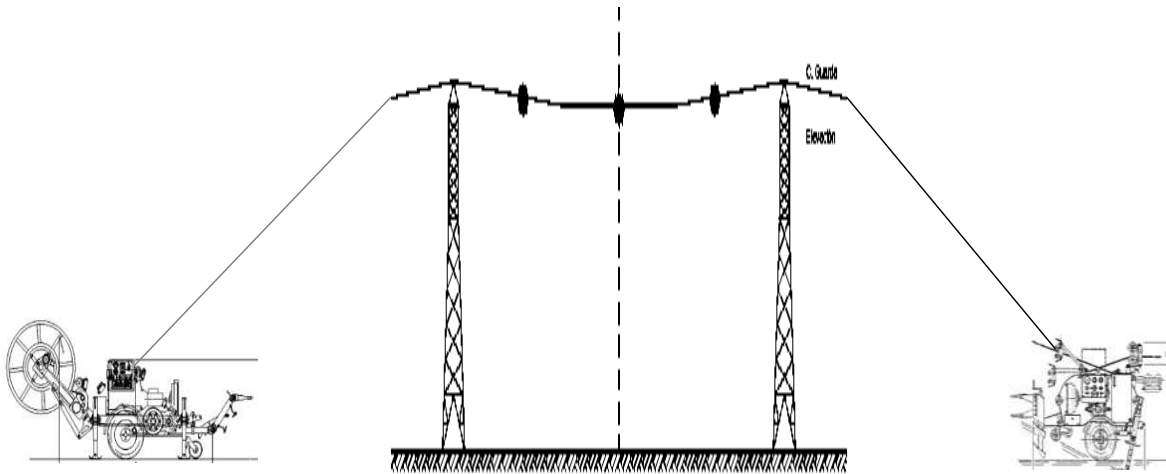


Figura 46 Tendido de cable



Figura 47 Dinamómetro para medir tensión de conductor



Figura 48 Línea terminada

3.5 COMPONENTE DEL VESTIDO DE UNA ESTRUCTURA

3.5.1 AISLADORES

Elementos de vidrio porcelana o sintéticos que tienen la función de aislar la corriente del cable y con esto evitar que la estructura se energice

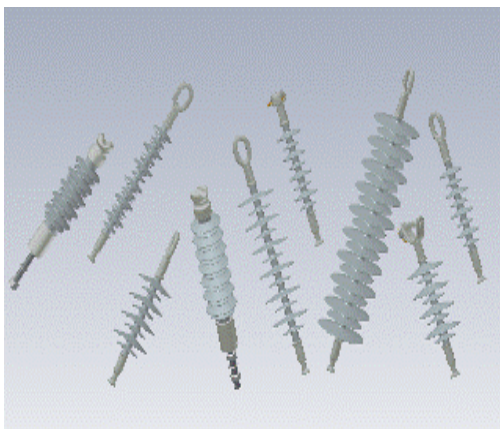


Figura 49 Aisladores sintéticos

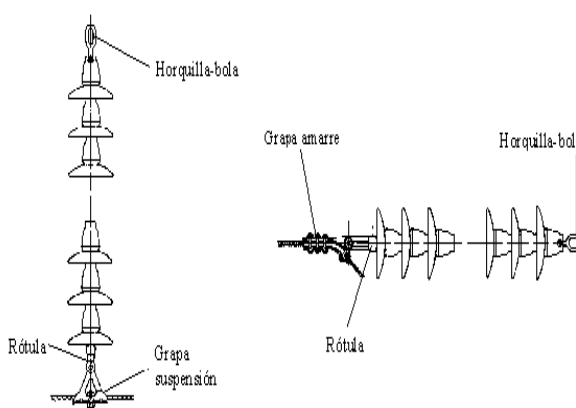


Figura 50 Aisladores vidrio

3.5.2 HERRAJES DE SUSPENSIÓN

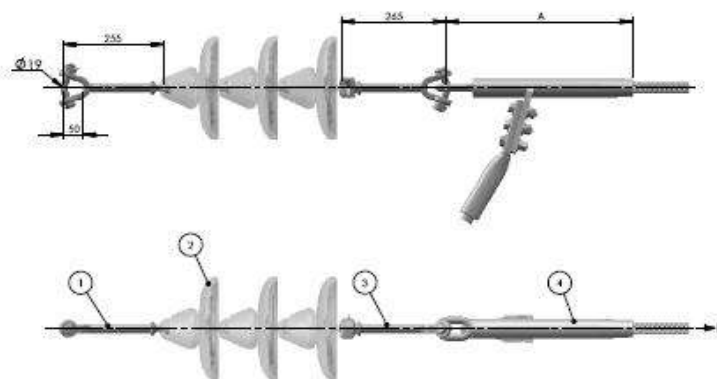
Elementos de acero galvanizado o aluminio que transmiten a la estructura el peso del conductor, por lo que se diseñan y construyen de modo que puedan moverse libremente y con momento de inercia bajo

No.	Catálogo	Descripción	Material	Cant.	Resistencia a la tensión	Peso del conjunto
1	HYBLV-160	Horquilla "Y" bola larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	1	160 kN.	44.00 kg. aprox.
2	----	Aislador tipo disco ANSI 52.8	----	---	---	
3	CHYLV-160	Calavera horquilla "Y" larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	1	160 kN.	
4	YTS-160-450	Yugo triple de suspensión	Placa de Acero galvanizado	1	160 kN.	
5	HYOR-57	Horquilla "Y" ojo revirado	Acero forjado galvanizado	3	140 kN.	
6	GSLC-52	Grapa de suspensión	Aleación de Aluminio	3	111 kN.	
7	AAR-3070	Varillas preformadas (juego)	Aleación de Aluminio	3	---	

Figura 51 Conjunto de suspensión

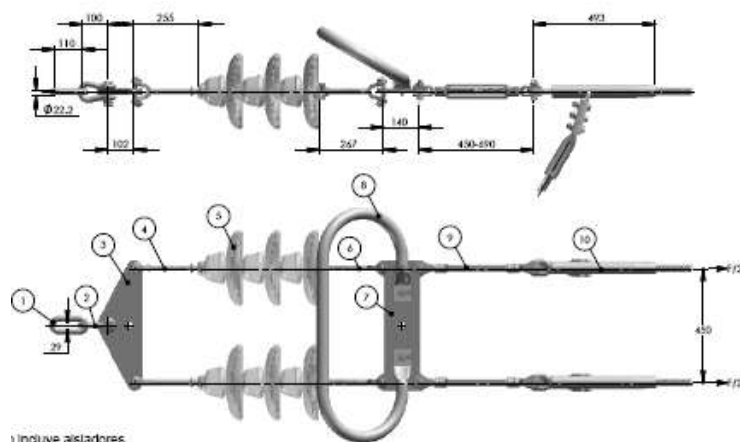
3.5.3 HERRAJES DE Tensión

Elementos de acero galvanizado o aluminio que se utilizan para soportar y transmitir el esfuerzo a tensión provocado por el peso del cable conductor hacia la estructura.



No.	Catálogo	Descripción	Material	Cant.	A	Resistencia a la tensión	Peso del Conjunto
1	HYBLV-140	Horquilla "Y" bola larga ANSI 52.5	Acero forjado galvanizado	1	---	140 kN	---
2	---	Aislador tipo ANSI 52.5	---	---	---	---	---
3	CHYLV-140	Calavera horquilla "Y" larga ANSI 52.5	Acero forjado galvanizado	1	---	140 kN	---
4	CTPOL-477-26/7	Grapa de tensión a compresión	Aleación de Aluminio y Acero galvanizado	1	410	95% del conductor	5.50 Kg.
	CTPOL-795-26/7			1	453		7.00 Kg.
	CTPOL-900-54/7			1	493		7.00 Kg.
	CTPOL-1113-45/7			1	493		8.00 Kg.

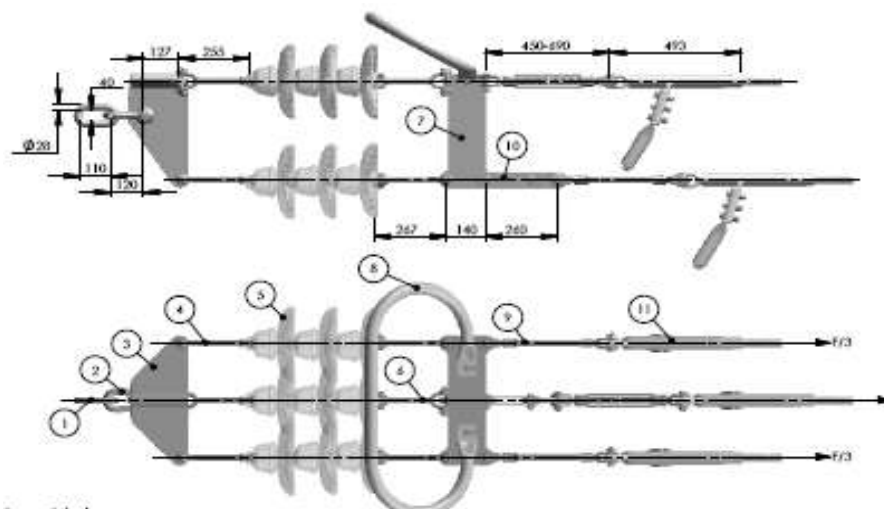
Figura 52 Herrajes de tensión para 1 conductor



Induye aisladores.

No.	Catálogo	Descripción	Material	Cant.	Resistencia a la tensión	Peso del Conjunto
1	E-320	Eslabón	Acero forjado galvanizado	1	320 kN	48.43 Kg. aprox.
2	G-320	Grillete	Acero forjado galvanizado	1	320 kN	
3	YTR-320-450	Yugo triangular	Placa de Acero galvanizado	1	320 kN	
4	HYBLV-160	Horquilla "Y" bola larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	2	160 kN	
5	---	Aislador tipo disco ANSI 52.8	---	---	---	
6	CHYLV-160	Calavera horquilla "Y" larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	2	160 kN	
7	YRR-320-450	Yugo rectangular	Placa de Acero galvanizado	1	320 kN	
8	AE-400	Anillo equipotencial	Aleación de Aluminio	1	---	
9	THH-160	Tensor horquilla-horquilla	Acero forjado galvanizado	2	160 kN	
10	CTPOL-1113-45/7	Grapa de tensión a compresión	Aleación de Aluminio y Acero galvanizado	2	95% de la del conductor	

Figura 53 Herrajes de tensión para 2 conductores



No.	Catálogo	Descripción	Material	Cant.	Resistencia a la tensión	Peso del Conjunto
1	E-500	Eslabón	Acero forjado galvanizado	1	500 kN	89.05 Kg.
2	G-500	Grillete	Acero forjado galvanizado	1	500 kN	
3	YTR-480-450	Yugo triple de remate	Placa de Acero galvanizado	1	480 kN	
4	HYBLV-160	Horquilla "Y" bola larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	3	160 kN	
5	---	Aislador tipo disco ANSI 52.8	---	---	---	
6	CHYLV-160	Calavera horquilla "Y" larga ANSI 52.8	Acero forjado galvanizado	3	160 kN	
7	YTP-480-450	Yugo triple de paso	Placa de Acero galvanizado	1	320 kN	
8	AE-400	Anillo equipotencial	Aleación de Aluminio	1	---	
9	THH-160	Tensor horquilla-horquilla	Acero forjado galvanizado	3	160 kN	
10	EHO-260	Extensión horquilla-ojo	Placa de Acero galvanizado	1	160 kN	
11	CTPOL-1113-45/7	Grapa de tensión a compresión	Aleación de Aluminio y Acero galvanizado	3	55% de la del conductor	

Figura 54 Herrajes de tensión para 3 conductores

3.5.4 AMORTIGUADO DE VIBRACIÓN

Son elementos de acero que evita que las vibraciones provocadas por el viento sobre los cables se transmitan a las estructuras.

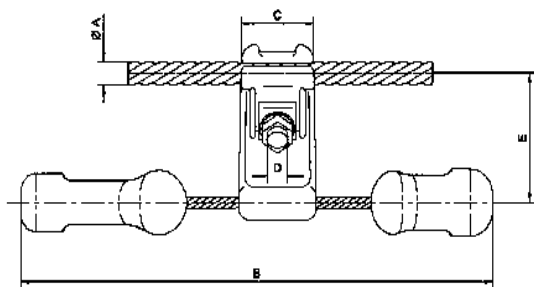


Figura 55 Amortiguado de vibración

3.5.5 SEPARADORES

Son elementos de acero que sirven para evitar que el cable conductor se golpee entre sí por la acción del viento.

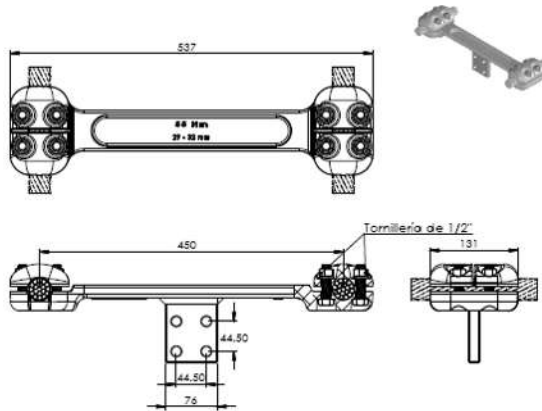


Figura 56 Separadores para 2 conductores

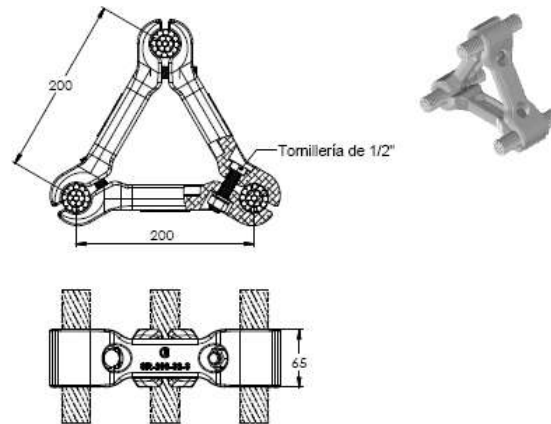


Figura 57 Separadores para 3 conductores

3.5.6 SEÑALIZACIÓN AÉREA PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

3.5.6.1 Señalización a base de pintura en estructuras

- Cruzamientos con otras líneas de transmisión y carreteras federales.

En los casos en que la línea de transmisión dentro de su trayectoria, presente cruzamientos con líneas de transmisión o carreteras federales, deben pintarse de color rojo las crucetas de cable de guarda y conductor de las estructuras adyacentes al cruzamiento y de color amarillo las crucetas de cable de guarda y conductor de las dos estructuras anteriores y las dos posteriores a las estructuras adyacentes (ver figura 33).

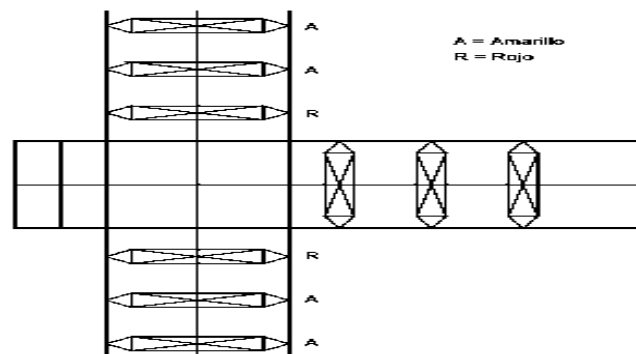


Figura 58 Señalización para cruces con líneas de transmisión y carreteras federales

- Líneas de transmisión en las proximidades de aeropuertos.

Atendiendo a las disposiciones fijadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con el fin de proporcionar seguridad a las maniobras aéreas y a las líneas de transmisión de Comisión, se deberán pintar la totalidad de las estructuras que se localicen en un radio de 4 km. respecto al centro geométrico del área de operaciones del aeropuerto o del cono de aproximación en el caso de pistas aéreas. Dichas estructuras deberán de pintarse de blanco y rojo, en bandas alternadas que contrasten entre sí. El ancho de las bandas deberá ser de $1/7$ de la altura total de las estructuras (ver figura 34).

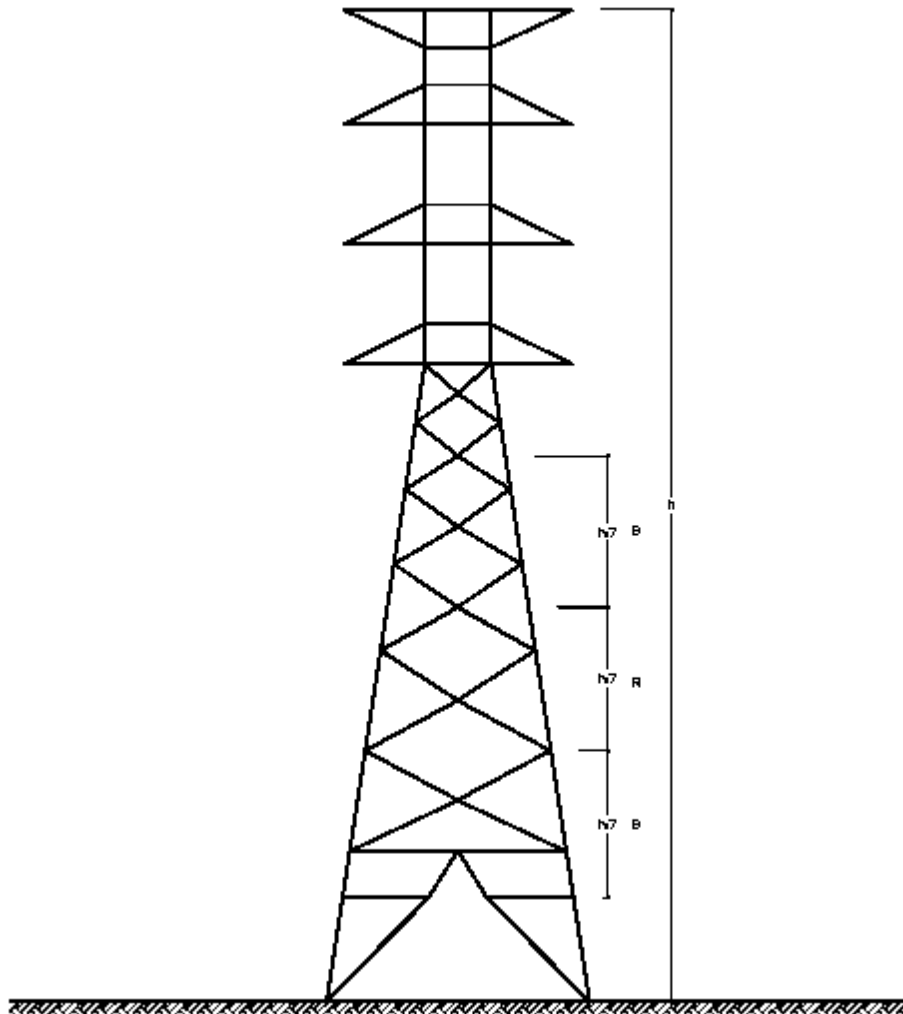


Figura 59 Señalamiento de estructuras en las proximidades de aeropuertos

3.5.6.2 Señalización a base de Boyas en Cables de Guarda.

- Líneas de transmisión en proximidades de aeropuertos y zonas de tráfico aéreo; así como ríos, lagos y mares.

En todos los casos de líneas que presenten proximidades con aeropuertos deberán instalarse boyas de señalización en los cables de guarda con mayor altura, debiéndose dividir el claro entre dos estructuras en cuatro partes, de tal forma que queden instaladas tres boyas en forma alternada en caso de existir dos cables en dicho claro (ver figura 35).

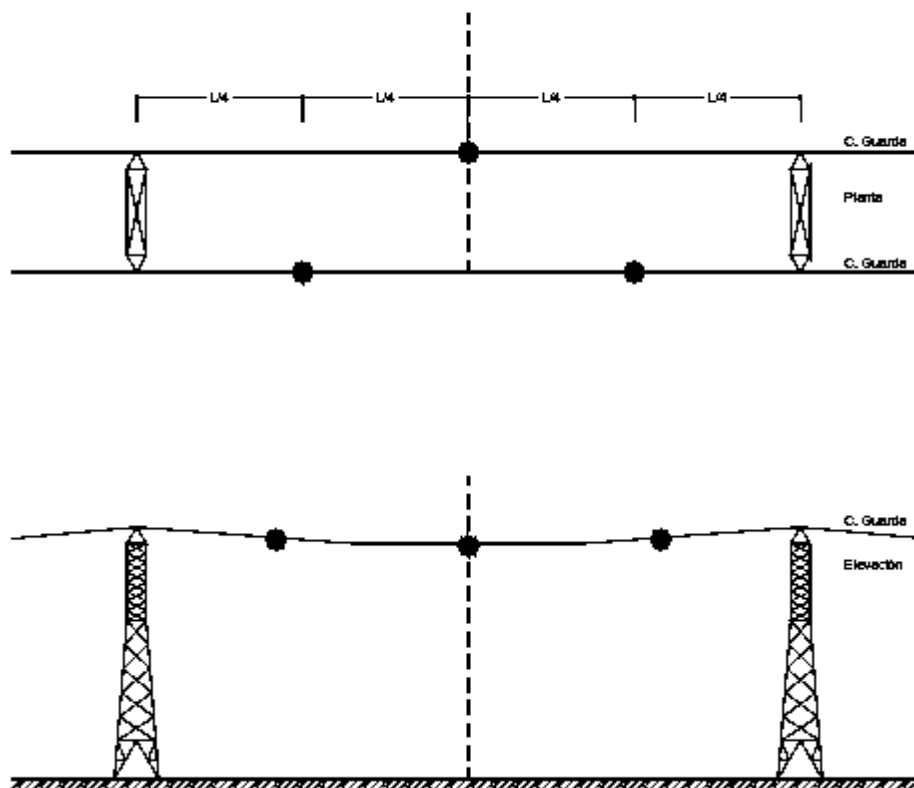


Figura 60 Señalamiento de estructuras en proximidades de aeropuertos y zonas de tráfico aéreo; así como ríos, lagos y mares.

- Líneas de transmisión en cruzamientos con barrancas profundas
Como caso especial en cruzamientos de líneas de transmisión con barrancas profundas y amplias, debe de instalarse en este claro boyas de señalización tanto en los cables más altos (cable de guarda), como en los más bajos (cable conductor), esto con el objeto de evitar accidentes por tráfico aéreo en ambos sentidos, en este claro se deben colocar 5 boyas a una distancia de 50 metros tomando como referencia el eje central del cruzamiento (ver figura 36).
Para las boyas instaladas en el cable de guarda, estas deberán ser de lámina de aluminio y acabado en pintura mate color rojo.
Para las boyas instaladas en el cable conductor, estas deberán ser de PVC o Fibra de Vidrio y acabado en pintura mate color rojo.

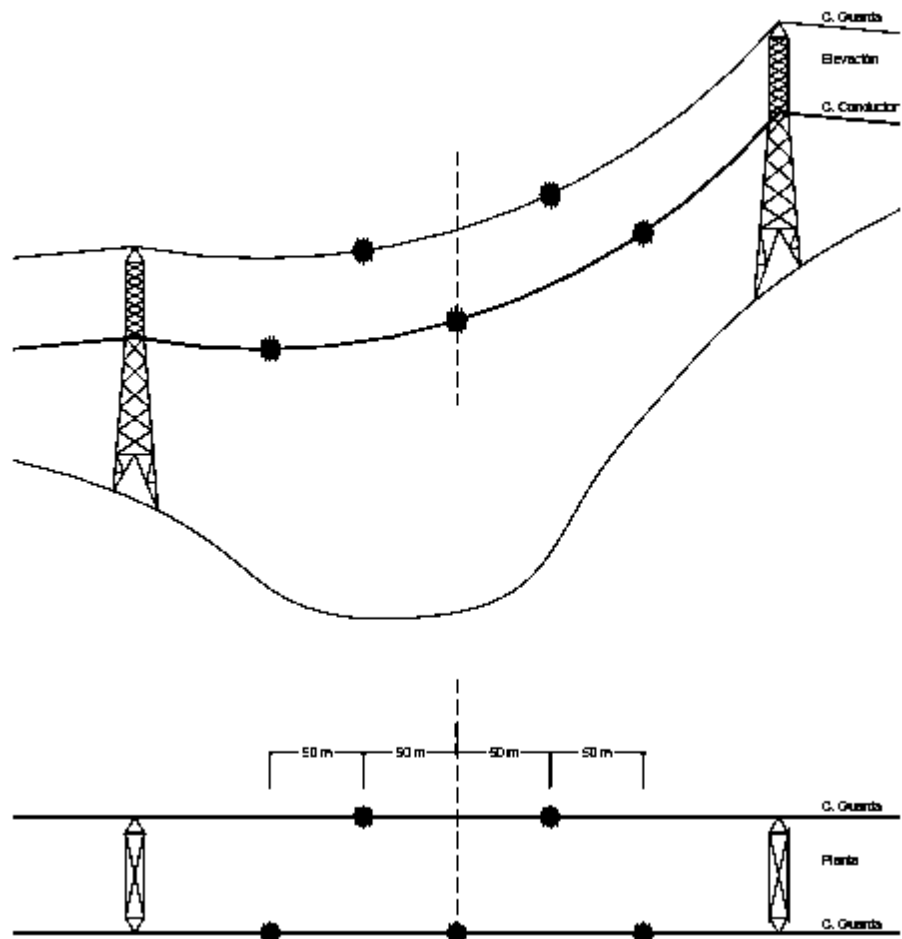


Figura 61 Señalamiento de estructuras en cruzamientos con barrancas profundas

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES.

En este reporte se da a conocer el proceso constructivo de líneas de transmisión de alta tensión de voltajes de 115 a 400 kV. Aplicando los procesos de la Normas de calidad ISO-9001 NOM MNX y las especificaciones de diseño y de construcción de Líneas de Transmisión.

En este proceso se da a conocer como nacen los proyectos de líneas de transmisión que se conectaran al sistema eléctrico nacional, todo derivado del crecimiento de la carga eléctrica a nivel nacional debido a que en el país se están instalando diversas empresas que demandan día a día mas carga por lo cual hace que el departamento de programación de la c.f.e. realice estudios a nivel nacional para programar las obras en un periodo de diez años a través del programa de obras de inversión del sector eléctrico (POISE).

Para la construcción de la línea de transmisión de aplican los cuatro procesos que se tienen desarrollados a través del sistema de calidad ISO-9001

Desarrollo del Proyecto: En este proceso básicamente son las entradas de diseño, las actividades previas levantamientos topográficos y desarrollo de los planes de proyectos.

Contratación del Proyecto: En este proceso se lleva a cabo una vez que se tienen todos los planos del proyecto así como las cantidades de obras que son cuantificadas de los planos, esta contratación se lleva a cabo a través de la Ley de Obras Publicas y servicios relacionados con las mismas y pueden ser por Obra Pública Presupuestal (OPP) o por proyecto de inversión financiera (PIF).

Supervisión y Administración: del Contrato: Una vez que se ha asignado el contrato se lleva a cabo la supervisión y administración del proyecto aplicando las normas ISO-9001 (NOM-NMX) y las especificaciones de construcción.

Entrega del Proyecto al Cliente: Una vez concluida la construcción del proyecto se hace la entrega al área que va a operar la instalación y la cual puede ser las Área Divisionales y de las Sub Área de Transmisión.

BIBLIOGRAFÍA

- [1.] Especificación CFE JA000-62, LAPEM “*Montaje Electromecánico de Líneas de Transmisión*” Abril de 2000
- [2.] Especificación CPTT-DDLT-001/02 “*Especificación para diseño de líneas de transmisión aéreas*” Febrero 2007 México
- [3.] Especificación particular construcción *Especificación particular para construcción de líneas de transmisión desde 115 kV hasta 400 kV*. Ingeniería En Residencia, Octubre 01
- [4.] Dirección de Proyectos de Inversión Financiada *Manual de organización funcional de la coordinación de proyectos de transmisión y transformación*, Junio 2008
- [5.] Catalogo CECOHEsa en línea, Consulta: 25 octubre 2014, disponible en: <http://www.cecohesa.com.mx/CATALOGO%20CECOHEsa.pdf>
- [6.] Norma NRF-014. <http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/f/NRF-014.pdf>

ANEXO A

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD



DERECHOS DE VÍA

NRF-014-CFE-2001

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
------------------------	--

PREFACIO

Esta norma de referencia ha sido elaborada de acuerdo con las Reglas de Operación del Comité de Normalización de CFE (CONORCFE), habiendo participado en la aprobación de la misma las áreas de CFE y organismos miembros del CONORCFE, indicados a continuación:

Asociación de Normalización y Certificación

Cámara Nacional de la Industria de la Transformación

Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

Centro Nacional de Control de Energía de CFE

Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas

Coordinación de Transmisión y Transformación de CFE

Dirección General de Normas

Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana

Gerencia de Abastecimientos de CFE

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Luz y Fuerza del Centro

Subdirección de Construcción de CFE

Subdirección de Distribución de CFE

Subdirección de Generación de CFE

Universidad Nacional Autónoma de México

La presente norma de referencia será actualizada y revisada tomando como base las observaciones que se deriven de la aplicación de la misma, en el ámbito de CFE. Dichas observaciones deben enviarse a la **Gerencia de LAPEM**, quien por medio de su Departamento de Normalización y Metrología, coordinará la revisión.

Esta norma de referencia revisa y sustituye a los documentos normalizados CFE, relacionados con el derecho de vía (CFE L0000-10), que se hayan publicado.

La entrada en vigor de esta norma de referencia será 60 días después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

Nota: Esta Norma de Referencia es vigente a partir del 25 de septiembre del 2002

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
------------------------	--

CONTENIDO

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
3	REFERENCIAS	1
4	DEFINICIONES	1
4.1	Línea de Transmisión Aérea	1
4.2	Derecho de Vía	1
4.3	Eje del Trazo Topográfico	1
4.4	Claro	1
4.5	Claro Medio Horizontal o Claro de Viento de una Estructura	1
4.6	Claro Vertical o Claro de Masa de una Estructura	1
4.7	Flecha	1
4.8	Zona Urbana	1
4.9	Zona Rural	1
4.10	Tensión Eléctrica	1
4.11	Tensión Eléctrica de un Circuito no Conectado a Tierra	1
4.12	Tensión Eléctrica de un Circuito Efectivamente Conectado a Tierra	1
4.13	Presión de Viento en Cables	1
5	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES	2
5.1	Objetivos del Derecho de Vía	2
5.2	Requisitos que Deben Cumplirse para que el Derecho de Vía sea Funcional	2
5.3	Parámetros que Influyen en la Determinación del Ancho del Derecho de Vía	2
5.4	Tipos de Derechos de Vía	2
5.5	Procedimiento para Calcular el Ancho del Derecho de Vía	2
5.6	Derecho de Vía en Terrenos: Plano, con Lomas o Montañoso	3
5.7	Valores Típicos de Derechos de Vía, para las Estructuras y Características de Diseño Normalizadas	4
5.8	Formas de Construir el Derecho de Vía	5
5.9	Conservación del Derecho de Vía	5

DERECHOS DE VÍA		NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
5.10	Uso Compartido con Ductos Metálicos	6
6	BIBLIOGRAFÍA	6
7	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	6
APÉNDICE A	EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 115 kV, CON ESTRUCTURAS TIPO H, DE UN CIRCUITO SEMIFLEXIBLE, EN ZONA URBANA	10
APÉNDICE B	EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 230 kV DE DOS CIRCUITOS EN ZONA URBANA CON ESTRUCTURA 2410SMP	11
APÉNDICE C	EJEMPLO DE UNA DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 400 kV, UN CIRCUITO EN UNA ZONA RURAL CON TORRES AUTOSOPORTADAS	12
TABLA 1	Valores de las constantes K1 y K2	3
TABLA 2	Separación horizontal mínima de conductores a edificios, construcciones y cualquier Otro obstáculo	4
TABLA 3	Anchos del derecho de vía en líneas aéreas con estructuras tipo rural	8
TABLA 4	Anchos del derecho de vía en líneas aéreas normalizadas con estructuras tipo urbano	9
FIGURA 1	Flecha	7
FIGURA 2	Integración del derecho de vía	7

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

1 de 12

1 OBJETIVO

Esta norma de referencia tiene por objeto unificar los criterios de las diversas áreas de CFE, para determinar, obtener y conservar los derechos de vía que se requieren para el adecuado diseño, construcción, operación y mantenimiento de sus líneas aéreas.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

En líneas aéreas de distribución, subtransmisión y transmisión de energía eléctrica en todo el país, tanto existentes como futuras.

3 REFERENCIAS

NOM-008-SCFI-1993; Sistema General de Unidades de Medida.

NRF-015-CFE-2001; Requerimientos para la Construcción en Paralelo y Cruces de Ductos Metálicos con Líneas de Transmisión de 115 kV y Mayores.

NRF-013-CFE-2001; Señales de Seguridad e Higiene

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados debe tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición en la fecha de apertura de las propuestas de la licitación, salvo que la CFE indique otra cosa.

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma de referencia, se dan las siguientes definiciones:

4.1 Línea de Transmisión Aérea

Es aquella que está constituida por conductores desnudos o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras o postes, con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

4.2 Derecho de Vía

Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje coincide con el central longitudinal de las estructuras o con el del trazo topográfico.

4.3 Eje del Trazo Topográfico

Es la línea imaginaria que une las marcas de referencia fijas, establecidas en el terreno, que define la trayectoria de un levantamiento topográfico.

4.4 Claro

Es la parte de una línea aérea comprendida entre dos estructuras consecutivas.

4.5 Claro Medio Horizontal o Claro de Viento de una Estructura

Es la semi-suma de los valores de los dos claros adyacentes a la estructura de referencia.

4.6 Claro Vertical o Claro de Masa de una Estructura

Es el valor de la distancia horizontal existente entre los dos puntos más bajos de las catenarias adyacentes a la estructura de referencia.

4.7 Flecha

Es la vertical medida del punto más bajo del conductor al punto medio a la línea recta imaginaria que une los dos soportes del conductor. Véase figura 1.

4.8 Zona Urbana

Son las localidades o áreas con 5000 habitantes o más; o bien, las cabeceras municipales independientemente del número de habitantes.

4.9 Zona Rural

Son las localidades o áreas con menos de 5000 habitantes.

4.10 Tensión Eléctrica

Es la diferencia de potencial en valor eficaz entre dos fases.

Las tensiones son valores nominales, a menos que se indique otra cosa.

La tensión nominal de un sistema o circuito, es el valor de designación del mismo, al que están referidas ciertas características de operación.

La tensión de operación puede variar arriba o abajo de este valor.

4.11 Tensión Eléctrica de un Circuito no Conectado a Tierra

Es la tensión nominal entre dos fases cualesquiera del circuito.

4.12 Tensión Eléctrica de un Circuito Efectivamente Conectado a Tierra

Es la tensión nominal entre cualquier fase del circuito y tierra.

4.13 Presión de Viento en Cables

Es la fuerza que ejerce el viento sobre el área proyectada del cable en un plano vertical.

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

2 de 12

5 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

5.1 Objetivos del Derecho de Vía

Los objetivos del derecho de vía son: disponer del área bajo las líneas, que permita su adecuada operación con la máxima confiabilidad y el menor índice de salidas, en beneficio del servicio público eléctrico; facilitar su inspección y mantenimiento con las mínimas interferencias; proporcionar la seguridad necesaria a los residentes que se ubiquen en la vecindad de los conductores, para evitar la posibilidad de accidentes, debido a una tensión eléctrica mortal por contacto directo, o por fenómenos de inducción.

5.2 Requisitos que Deben Cumplirse para que el Derecho de Vía sea Funcional

Dentro del área que ocupa el derecho de vía, no deben existir obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza pudiéndose aceptar vialidades y áreas verdes que contengan árboles que en su edad adulta no rebasen los 2 m; así también se pueden aceptar estacionamientos previa autorización técnica-jurídica de la CFE, siendo obligación del arrendatario o dueño del estacionamiento el contar con un seguro de responsabilidad civil por daños a terceros en sus bienes y personas, previendo daños por la caída de cables y/o estructuras; debiendo cumplir con los lineamientos de seguridad establecidos por CFE. Así mismo, podrá autorizar la instalación de áreas verdes, recreativas, vialidades y de beneficio social, siempre que estas no impliquen la construcción de edificaciones ni obstaculicen o pongan en riesgo la correcta operación de las líneas y a la población en general. En estos casos la CFE quedará exenta de cualquier responsabilidad jurídica.

5.3 Parámetros que Influyen en la Determinación del Ancho del Derecho de Vía

El ancho del derecho de vía está integrado por el doble de la suma de las siguientes distancias: separación horizontal mínima eléctrica de seguridad (distancia A); proyección horizontal de la flecha del conductor y de la longitud de la cadena de aisladores de suspensión (en su caso), según el ángulo de oscilación que produce la presión del viento (distancia B); del eje de la estructura al conductor extremo en reposo (distancia C); (véase figura 2). Estos parámetros varían de acuerdo con: la tensión eléctrica nominal, el calibre del conductor, la magnitud de la presión del viento, el tipo de estructura, la zona en que se localice y la altitud respecto al nivel del mar en que se ubique.

5.4 Tipos de Derechos de Vía

Para aplicar esta norma de referencia y efectuar el cálculo del derecho de vía requerido, se debe considerar la zona en que se localice la línea aérea.

- Derecho de vía en zona urbana.
- Derecho de vía en zona rural.

Además de considerar el tipo de terreno donde pasa la línea aérea.

- Terreno plano.
- Terreno montañoso o con lomas.

5.5 Procedimiento para Calcular el Ancho del Derecho de Vía

5.5.1 Aplicación

Los requisitos de esta sección, se refieren a la separación de los conductores energizados desnudos, cables de guarda con o sin fibras ópticas, mensajeros, retenidas y neutros, de una línea con respecto a edificios, construcciones, árboles y cualquier otro obstáculo.

5.5.2 Consideraciones sobre la proyección horizontal de la flecha del conductor y de la longitud de la cadena de aisladores en suspensión

- Debe suponerse el conductor desplazado de su posición en reposo por una presión de viento de 254 Pa con flecha final a 15 °C. Esta presión de viento puede reducirse a 198 Pa en áreas protegidas por edificios, construcciones, bosques u otros obstáculos.

En zonas urbanas normalmente se puede considerar la presión de viento reducida, ya que la irregularidad en la parte superior de las construcciones ocasiona turbulencias que reducen la velocidad del viento.

- El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre cuando éstos se utilizan.

Para calcular este desplazamiento puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$\tan \alpha = \frac{(CMH)(PV)(K1)(\phi c)}{(CV)(K2)(Wc) + (0,5)(Wa)}$$

Donde:

α = ángulo de desplazamiento del conductor y de la cadena de aisladores de suspensión, cuando estos se utilicen, en grados

CMH = claro medio horizontal o claro de viento de una estructura, en m

PV = presión de viento, en Pa

ϕc = diámetro del conductor, en m

CV = claro vertical o claro de masa en una estructura, en m

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

3 de 12

- Wc = peso unitario del conductor, en N/m
- Wa = Peso de la cadena de aisladores y del sistema de soporte, en N
- K1 = Constante debida a la presión del viento
- K2 = Constante debida a la masa del conductor

TABLA 1- Valores de las constantes K1 y K2

Conductores por fase	K1	K2
1	1	1
2	1,5	2
3	2,5	3

NOTAS:

- La presión de viento sobre la cadena y al sistema de soporte, se desprecia.
- Cuando se utilicen aisladores de los tipos alfiler, poste o cualquier otro, que no permitan el desplazamiento del soporte del conductor, se debe omitir el segundo sumando del denominador.
- En líneas con dos conductores por fase dispuestos horizontalmente, la presión de viento actúa sobre 1,5 veces el área proyectada de uno de los conductores.
- Para líneas de más de tres conductores por fase, se deben calcular los valores de K1 y K2.

5.5.3 Separación horizontal mínima eléctrica de seguridad de conductores energizados a edificios construcciones, árboles y cualquier otro obstáculo

- a) La separación horizontal de los conductores a la superficie de edificios, construcciones, anuncios, chimeneas, antenas, tanques de agua, árboles y cualquier otro obstáculo no debe ser menor que la que indica la tabla 2.
- b) Cuando los edificios pasen de 3 pisos o 15 m de altura, se recomienda que entre el conductor energizado más cercano al edificio, se deje un espacio libre de cuando menos 1,80 m adicional a lo indicado en la tabla 2, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio.
- c) Las distancias mencionadas en los incisos a y b, que son de seguridad, no implican que se permita construir o instalar objeto alguno dentro del derecho de vía.

5.6 Derecho de Vía en Terrenos: Plano, con Lomas o Montañoso

5.6.1 Terreno plano

Cuando la longitud de los claros es aproximadamente igual al claro base indicado en las tablas 3 y 4, el ancho del derecho de vía seleccionado se debe aplicar a todo lo largo de la línea

de transmisión y cuando no se cumpla se debe efectuar el estudio del caso específico.

5.6.2 Terreno con lomas o montañoso, en zonas rurales

En terrenos con lomas y/o montañosos, debe procurarse un ancho de derecho de vía uniforme a lo largo de la línea.

Sin embargo, en claros excesivamente grandes o cortos, puede ser necesario modificar el ancho del derecho de vía, de conformidad con las características particulares del terreno en el claro de que se trate, aplicando el criterio descrito en el inciso 5.3 de esta norma.

Donde el libramiento real del conductor al piso, es mayor a la suma del libramiento vertical mínimo normalizado del conductor al piso más la altura máxima alcanzada por los árboles circundantes en edad madura, se puede reducir el derecho de vía de acuerdo con el área técnica.

En estas áreas, en las partes cercanas a las estructuras se recomienda conservar el derecho de vía normalizado, evitando hacerlo en la parte baja de la flecha del conductor.

5.6.3 Derecho de vía en terrenos con pendientes

5.6.3.1 Terreno con pendiente longitudinal al eje del trazo topográfico

En terrenos con pendiente longitudinal al eje del trazo topográfico o de la línea, el ancho del derecho de vía se debe medir como si se tratara de terreno plano, refiriéndose a las tablas 3 y 4.

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
------------------------	--

4 de 12

TABLA 2 - Separación horizontal mínima de conductores a edificios, construcciones y cualquier otro obstáculo

Tensión nominal entre fases (V)	Distancia horizontal mínima "A" (m)
De 150 a 600	1.0
Hasta 6 600	1.20
13 800	1.35
23 000	1.40
34 500	1.45
69 000	1.80
85 000	2.00
115 000	2.30
138 000	2.40
150 000	2.40
161 000	2.90
230 000	3.20
400 000	4.00

NOTAS:

- 1) Las distancias indicadas en la tabla 2, se incrementarán 1 % por cada 100 m de altitud que supere los 1000 msnm.
- 2) Los cables de comunicación y mensajeros, deben guardar una distancia mínima de 1 m con el obstáculo más cercano.
- 3) Para tensiones de 34,5 kV o menores, cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m, siempre que los conductores tengan aislamiento para prevenir un corto-circuito en caso de un contacto momentáneo a tierra.

5.6.3.2 Terreno con pendiente transversal al eje del trazo topográfico

En terrenos con pendiente transversal al trazo del eje de la línea, el ancho del derecho de vía corresponde a la proyección horizontal del terreno, es decir, la dimensión a medir sobre el terreno, debe ser la que resulte de dividir el ancho calculado del derecho de vía, entre el coseno del ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal.

5.6.4 Terrenos en zonas conflictivas

5.6.4.1 Recomendaciones para modificar el derecho de vía en zonas conflictivas

En terrenos urbanos o rurales con serios problemas para la obtención del derecho de vía, es factible aplicar, previo estudio técnico económico, una o más de las siguientes medidas, con objeto de reducir el ancho necesario para el paso de la línea.

- a) Considerar la instalación de conductores aislados o semiaislados para cada tensión.
- b) Instalar contrapesos en los puntos de soporte oscilantes de los conductores, previa verificación de la capacidad de carga vertical.
- c) Limitar en alguna otra forma la oscilación transversal de los conductores (entre otros: la instalación de cadenas de aisladores en "V" o aisladores tipo poste).
- d) Utilizar disposición vertical de los conductores.
- e) Reducir la flecha, incrementando la tensión mecánica de los cables, previo estudio de flechas y tensiones.
- f) Reducir la longitud de los claros.
- g) Cambio de la trayectoria del trazo original de la línea.
- h) Instalar estructuras más altas cuidando libramientos mínimos de seguridad vertical.
- i) Cambio de tipo de estructura.

Cuando exista la necesidad de instalar una línea o darle mantenimiento en las zonas conflictivas, se debe elaborar un convenio técnico-jurídico entre CFE y el (los) afectado(s).

5.7 Valores Típicos de Derechos de Vía, para las Estructuras y Características de Diseño Normalizadas

5.7.1 Aplicación

Con objeto de facilitar la selección del ancho del derecho de vía, para líneas aéreas con estructuras normalizadas, cuyas características de diseño, son las más usuales en CFE se adjuntan las tablas 3 y 4, que muestran los valores normalizados para el ancho del derecho de vía en terreno plano así como las principales características de identificación que sirvieron de base para la elaboración de dichas tablas.

La tabla 3 contiene los valores del ancho del derecho de vía, para líneas con estructuras tipo rural y la tabla 4, para líneas con estructuras tipo urbano.

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

5 de 12

5.7.2 Casos especiales

Los valores de anchos del derecho de vía indicados en las tablas 3 y 4 son válidos únicamente para las características de las líneas normalizadas que ahí se muestran. Para líneas donde se utilice otro tipo de estructura, valores de claro, flechas o conductores diferentes. El ancho del derecho de vía debe calcularse aplicando el procedimiento establecido en el inciso 5.3.

5.8 Formas de Constituir el Derecho de Vía

La forma de constituir el derecho de vía de las líneas de conducción de energía eléctrica, puede variar de acuerdo al régimen de tenencia de la tierra de los terrenos que se requieran para tal efecto, el área encargada de la ejecución del proyecto debe obtener la adquisición de los derechos de vía en los terrenos en donde se construirá la línea, entregando la documentación respectiva que los ampare al terminar de construir la obra.

Fundamentalmente podemos dividir el régimen de tenencia de la tierra en las siguientes categorías:

- a) Propiedad de los particulares.
- b) Propiedad ejidal y comunal.
 - tierras de uso común,
 - tierras destinadas al asentamiento humano,
 - tierras parceladas,
- c) Propiedad de los entes públicos.
 - de la federación.
 - . del dominio directo,
 - . del dominio público,
 - . del dominio privado.
 - de los estados,
 - de los municipios,
 - de otros entes públicos.

5.8.1 Propiedad de los particulares

El derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica pueden establecerse en bienes inmuebles propiedad de los particulares a través de:

- a) Instituciones de derecho público, como la expropiación, limitación de dominio e imposición de modalidades a la propiedad. La expropiación se puede tramitar en la vía federal ante la Secretaría de Desarrollo Social o en la vía local ante la autoridad competente del estado que se trate.

- b) Actos regulados por el derecho privado, como la compraventa, donación, servidumbre de paso y permuta.

5.8.2 Propiedad ejidal y comunal

Actualmente, la Ley Agraria permite que el derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica se pueda establecer mediante:

- a) Instituciones de derecho público, como la expropiación, limitación de dominio e imposición de modalidades a la propiedad, que deben gestionarse ante la Secretaría de la Reforma Agraria.
- b) Actos regulados por el derecho privado que no impliquen la transmisión del dominio de la tierra, como los contratos de servidumbre de paso, arrendamiento y comodato. Dichos contratos se celebran con el ejido o comunidad, excepto que se trate de tierras parceladas, en cuyo caso, podrán firmarse con los titulares de las parcelas.
- c) Actos regulados por el derecho privado que impliquen la transferencia de la propiedad de la tierra, como los contratos de compraventa y permuta, que sólo podrán celebrarse hasta que se adquiera el dominio pleno sobre las parcelas, respetando el derecho del tanto que consigna la ley de la materia.

5.8.3 Propiedad de los entes públicos

A fin de constituir el derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica puede acudir a:

- a) Instituciones de derecho público, como el cambio de destino, por decreto del ejecutivo federal, o acuerdo de la legislatura local, según corresponda.
- b) Contratos de compraventa, donación y permuta, entre otros actos jurídicos.

5.9 Conservación del Derecho de Vía

Deben preverse las medidas necesarias para conservar el derecho de vía en condiciones tales que en forma plena y permanente, cumpla su función. Para lo anterior se requiere:

5.9.1 Inspecciones periódicas del Derecho de Vía

Deben efectuarse en forma programada, registrando los tipos de vegetación y usos del suelo.

En zonas urbanas y semiurbanas, se recomienda incrementar la periodicidad de las inspecciones, de tal manera que oportunamente se puedan detectar y reportar las construcciones incipientes que afecten el derecho de vía. Lo anterior con objeto que el área responsable del mantenimiento de la línea, gestione la solución adecuada y oportuna.

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

6 de 12

5.9.2 Mantenimiento

Para mantener la seguridad operativa de las líneas de transmisión y en la proximidad de los conductores, los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases.

También se recomienda podar los árboles, para evitar que sus ramas al desprenderse puedan caer sobre los conductores, realizando cortes selectivos conforme a la normatividad de impacto ambiental vigente.

5.9.3 Instalación de avisos

En cruzamientos con vías de comunicación, así como en zonas urbanas y semiurbanas, se deben instalar en la estructura avisos que indiquen el derecho de vía; esto se debe efectuar en líneas de 115 kV o mayores, conforme a la NRF-013-CFE.

5.9.4 Campañas publicitarias

Debido a los problemas de invasión del derecho de vía que a la fecha se han suscitado, se recomienda realizar campañas publicitarias por los distintos medios de comunicación masiva, con objeto de resaltar la importancia de respetar el derecho de vía de las líneas y los peligros que implica su invasión.

5.10 Uso Compartido con Ductos Metálicos

Cuando el derecho de vía sea compartido, se debe utilizar los criterios y guías de seguridad operativa indicadas en la norma de referencia NRF-015-CFE.

6 BIBLIOGRAFÍA

LGEEPA-2000; Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

NOM-001-SEDE-1999; Instalaciones Eléctricas (Utilización).

NOM-114-ECOL-1998; Que establece las Especificaciones de Protección Ambiental para la Planeación, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de las Líneas de Transmisión y de Subtransmisión Eléctrica que se Pretendan Ubicar en Áreas Urbanas, Suburbanas, Rurales, Agropecuarias, Industriales, de Equipamiento Urbano o de Servicios y Turísticas.

7 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No puede establecerse concordancia con normas internacionales por no existir referencias al momento de la elaboración de la presente norma de referencia.

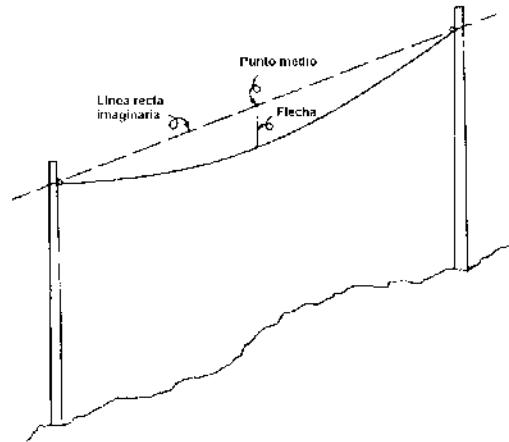


FIGURA 1 – Flecha

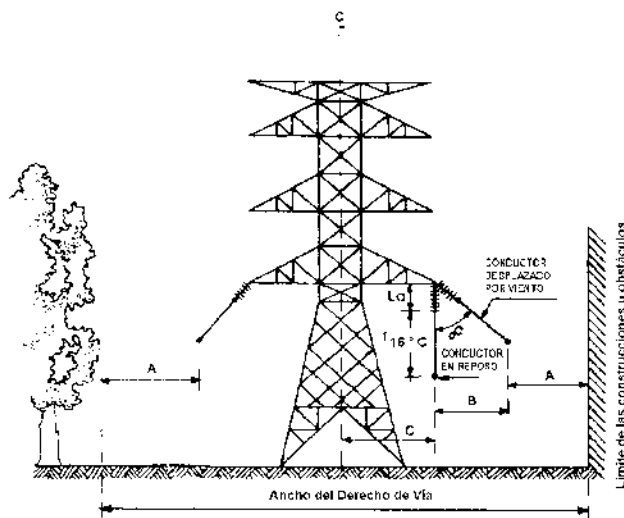


FIGURA 2 – Integración del derecho de vía

Donde:

- A = Separación horizontal mínima de seguridad (véase inciso 5.5.3)
- B = Proyección horizontal de la flecha más cadena de aisladores (véase inciso 5.5.2)
- C = Distancia del eje de la estructura al conductor externo en reposo
- La = Longitud oscilante de la cadena de aisladores
- $f_{16\text{ }^{\circ}\text{C}}$ = flecha final a 16 °C.

$$\text{Ancho del derecho de vía} = 2 (A + (La + f_{16\text{ }^{\circ}\text{C}}) \tan \alpha + C)$$

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
-----------------	------------------------------------

8 de 12

TABLA 3 – Anchos del derecho de vía en líneas aéreas con estructuras tipo rural

Tensión nominal entre fases (kV)	Número de circuitos	Tipo de estructura	Conductor	Claro base (m)	Flecha final a 15 °C (m)	Longitud de la cadena de aisladores (m)	Distancia de fase extrema al eje de la estructura (m)	Separación mínima horizontal 1) (m)	Ancho del derecho de vía 1) 2) (m)	
			kCA1						Zona urbana 3)	Zona rural 4)
400	1	4BA1	2 X 1113	400	13,35	4,35	10,00	4,00	-	41,00
400	2	AEA2	2 X 1113	400	13,35	4,15	5,00	4,00	-	30,00
400	3	4A23	3 X 1113	430	14,00	3,85	10,16	4,00	-	44,00
400	2	4M2	2 X 1113	430	13,35	4,15	15,54	4,00	-	52,00
400	2	4PS2	2 X 1113	145	7,35	3,68	4,45	4,00	22,00	-
230	1	2M1	1 X 1113	390	10,99	2,96	7,20	3,20	33,00	-
230	2	2M2	1113	450	18,00	2,80	4,00	3,20	-	37,00
230	2	AD42	1113	210	8,00	2,80	4,00	3,20	21,00	-
230	2	2410SMP	1113	190	7,70	2,80	5,40	3,20	21,00	-
115	1	1M1	795	380	10,34	3,20	3,50	2,40	15,00	-
115	2	TASQ2P	795	350	10,00	1,51	3,60	2,40	-	21,00
115	2	1210SMP	795	350	5,00	1,51	3,25	2,40	16,00	-
115	1	H	266,8 336,4 477	210	3,01	1,41	4,1	2,30	15	18
85	2	TA – 5F	795	300	8,13	1,06	2,35	2	15	17
69	1	H	266,8 336,4	235	3,76	1,12	3,2	1,80	14,5	15,5
34	1	HC	266,8 3/0 1/0	140	1,25	0,75	2,97	1,45	-	13,5
34	1	PC	266,8 3/0 1/0	115 150 175	0,8 1,45 1,93	5)	0,93	1,45	-	8
23	1	HC	266,8 3/0 1/0	140	1,25	0,61	2,97	1,40	-	12
23	1	PC	266,8 3/0 1/0	115 150 175	0,8 1,45 1,93	5)	0,93	1,40	-	8
13	1	HC	266,8 3/0 1/0	155	1,55	0,47	2,97	1,35	-	12
13	1	PC	266,8 3/0 1/0	115 150 175	0,8 1,45 2,28	5)	0,93	1,35	-	9

- NOTAS:
- 1) Valores aplicados hasta 3000 mmnm
 - 2) Redondeado al valor inmediato inferior o superior, en m
 - 3) Presión de viento 195 Pa
 - 4) Presión de viento 284 Pa
 - 5) Aislador tipo affiler
 - 6) Para tensiones de 34,5 kV o menores, cuando el espacio disponible V permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m siempre que los conductores tengan aislamiento para prevenir un corto-circuito en caso de un contacto momentáneo a tierra.

TABLA 4 – Anchos del derecho de vía en líneas aéreas normalizadas con estructuras tipo urbano

Tensión nominal entre fases (kV)	Número de circuitos	Tipo de estructura	Conductor ACSR k C M	Claro base (m)	Flecha final a 16 °C (m)	Longitud de la cadena de aisladores (m)	Distancia de fase extrema al eje de la estructura (m)	Separación mínima horizontal 1) (m)	Ancho del derecho de vía (m) 1) - 2)
									Zona rural 3)
400	2	PATS - 22	2x 1113	175	5,10	3,90	7,15	4,00 4)	26,5
230	1	PATS - 2	900	125	2,65	2,80	4,15	3,20 4)	18
230	2	PA - S	1113	225	7,05	2,55	3,90	3,20	21
230	2	PA - S	1113	225	7,05	5)	3,40	3,20	17
138	2	PA. 2S. 138S	477	100	3,12	1,57	2,45	2,40	13
115	1	PAS. 115P	477	100	3,12	6)	7)	2,30	7,5
115	1	P.M.O. S. 115P	477	100	3,12	6)	7)	2,30	7,5
115	1	PA S 115S	795	100	3,12	1,41	7)	2,30	7,5
115	2	PA. 2S. 115S	795	100	3,12	1,41	2,23	2,30	12,5
115	2	P.M.O. 2S. 115P	477	100	3,12	6)	1,58	2,30	10,5
85	2	PA - MS	795	180	5,69	1,08	2,05	2,00	13
69	2	PA 2 S. 69P	477	100	3,12	6)	0,99	1,80	8,5
34	1	TGM	268,8 3/0 1/0	80	0,58 0,32 0,32	8)	1,15	1,45	6
23	1	T	268,8 3/0 1/0	80	0,58 0,32 0,32	8)	0,93	1,40	5
13	1	T	268,8 3/0 1/0	60	0,58 0,32 0,32	8)	0,93	1,35	5

- NOTAS:
- 1) Valores aplicados hasta 3000 m
 - 2) Redondeado al valor superior, en m
 - 3) Presión de viento 196 Pa
 - 4) Valores aplicables hasta 1000 msnm
 - 5) Cadenas en "V"
 - 6) Aisladores tipo poste
 - 7) En estas estructuras los conductores van colocados de un solo lado. El eje del derecho de vía coincide con el eje de los conductores
 - 8) Aislador tipo alfiler
 - 9) Para tensiones de 34,5 kV o menores, cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m siempre que los conductores tengan aislamiento para prevenir un corto-circuito en caso de un contacto momentáneo a tierra.

APÉNDICE A

EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 115 kV, CON ESTRUCTURAS TIPO H, DE UN CIRCUITO SEMIFLEXIBLE, EN ZONA URBANA

Datos

Tipo de estructura	HS
1 Conductor ACSR por fase	477 kCM "Hawk"
ϕ_c Diámetro del conductor	0,0218 m
W_c Peso unitario del conductor	9,56 N/m
$f_{16}^{\circ} C$ Flecha final a 16 °C	3,01 m
PV Presión de viento	196 Pa
CMH Claro medio horizontal	210 m
CV Claro vertical	210 m
W_a Peso de la cadena de aisladores y del sistema de soporte	324 N
La longitud de la cadena de aisladores	1,41 m
Altitud msnm	1000

Cálculo:

De la tabla 1 la separación horizontal mínima es de:

$$1,00 (230) = 230 \text{ cm} = \text{distancia A (véase figura 2).}$$

La proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, esto es, la distancia B resulta.

$$B = (L_a + f_{16}^{\circ} C) \tan \alpha \text{ aplicando la fórmula del inciso 4.5.2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(CMH)(PV)(K1)(\phi_c)}{(CV)(K2)(W_c) + (0,5)(W_a)}$$

sustituyendo valores

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(210)(196)(1)(0,0218)}{(210)(1)(9,56) + (0,5)(324)} = \tan^{-1} \frac{897,2}{2169,6}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,4135 = 22,47^{\circ}$$

Sustituyendo en B tenemos:

$$B = (1,41 + 3,01) \tan (22,47^{\circ}) = (4,42) (0,4135) = 1,82$$

La distancia C del eje de la estructura al conductor extremo en reposo, en este caso es de:

$$C = 4,1 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$\text{Ancho del derecho de vía} = 2 (A + B + C) = 2(2,30 + 1,82 + 4,1) = 16,44 \text{ m.}$$

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
------------------------	--

11 de 12

APÉNDICE B

EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 230 kV DE DOS CIRCUITOS EN ZONA URBANA CON ESTRUCTURA 2410SMP

Datos

Tipo de estructura	2410SMP
1 conductor por fase	1113 ACSR/AS "Bluejay"
ϕ_c Diámetro del conductor	0,032 m
W_c Peso unitario del conductor	18,34 N/m
$f_{16} \text{ } ^\circ\text{C}$ Flecha final a 16 °C	7,70 m
PV Presión de viento	196 Pa
CMH Claro medio horizontal	190 m
CV Claro vertical	190 m
W_a Peso de la cadena de aisladores y del sistema de soporte	833 N
La longitud de la cadena de aisladores	2,80 m
Altitud msnm	1000

Cálculo:

De la tabla 1 la separación horizontal mínima es de:

$$1,00 (320) = 320 \text{ cm} = \text{distancia A (véase figura 2).}$$

La proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, esto es, la distancia B resulta.

$$B = (L_a + f_{16} \text{ } ^\circ\text{C}) \tan \alpha \text{ aplicando la fórmula del inciso 4.5.2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(CMH)(PV)(K1)(\phi_c)}{(CV)(K2)(W_c) + (0,5)(W_a)}$$

sustituyendo valores

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(190)(196)(1)(0,032)}{(190)(1)(18,34) + (0,5)(833)} = \tan^{-1} \frac{1191,68}{390,110}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,30547 = 16,98^\circ$$

Sustituyendo en B tenemos:

$$B = (7,70 + 2,80) \tan (16,98^\circ) = (10,5) (0,30547) = 3,2074 \text{ m}$$

Sustituyendo en C del eje de la estructura del conductor extremo en reposo, en este caso es de:

$$C = 4,00 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$\text{Ancho del derecho de vía} = 2 (A + B + C) = 2(3,20 + 3,2074 + 4,00) = 20,81 \text{ m.}$$

DERECHOS DE VÍA	NORMA DE REFERENCIA NRF-014-CFE
------------------------	--

12 de 12

APÉNDICE C

EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL ANCHO DEL DERECHO DE VÍA EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 400 kV, UN CIRCUITO EN UNA ZONA RURAL CON TORRES AUTOSOPORTADAS

Datos

Tipo de estructura	4BA1
2 conductores ACSR por fase	1113 kCM "Bluejay"
ϕ_c Diámetro de conductores	0,032 m
W_c Peso unitario del conductor	18,34 N/m
$f_{16}^{\circ C}$ Flecha final a 16 °C	13,35 m
PV Presión de viento	284 Pa
CMH Claro medio horizontal	400 m
CV Claro vertical	400 m
W_a Peso de la cadena de aisladores y del sistema de soporte	1452 N
La longitud de la cadena de aisladores	4,35 m
Altitud msnm	1000

Cálculo:

De la tabla 1 la separación horizontal mínima es de:

$$A = 1,00 (400) = 4,00 \text{ m (véase figura 2)}$$

La proyección horizontal de la flecha más la cadena de aisladores, esto es, la distancia B resulta.

$$B = (L_a + f_{16}^{\circ C}) \tan \alpha \text{ aplicando la fórmula del inciso 4.5.2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(CMH)(PV)(K1)(\phi_c)}{(CV)(K2)(W_c) + (0,5)(W_a)}$$

sustituyendo valores

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(400)(284)(1,5)(0,032)}{(400)(2)(18,34) + (0,5)(1452)} = \tan^{-1} \frac{5452,80}{15398}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,35412 = 19,50^{\circ}$$

Sustituyendo en B tenemos:

$$B = (13,35 + 4,35) \tan (19,50^{\circ}) = (17,70) (0,35412) = 6,2679 \text{ m}$$

La distancia C del eje de la estructura al conductor extremo en reposo, en este caso es de:

$$C = 10,00 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$\text{Ancho del derecho de vía} = 2 (A + B + C) = 2(4,00 + 6,2679 + 10,00) = 40,5358 \text{ m.}$$