



TITULACIÓN INTEGRAL

TESIS PROFESIONAL

“DISEÑO DE CIMENTACIÓN DE LA TORRE DE
TRANSMISIÓN 4PR1”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERIA CIVIL

PRESENTA:
PALLARES MORA BLANCA AZUCENA
No. DE CONTROL: 13650177

PROPUESTA DE DIRECTOR:
DR. JAVIER GARCÍA HURTADO

H. ZITÁCUARO, MICH. OCTUBRE DE 2021



INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es indispensable en todo el mundo, ya que constituye un factor necesario para el desarrollo del país, por ello la infraestructura para las líneas de transmisión de energía es muy importante y debe ser segura y confiable.

Las líneas de transmisión están sometidas a diferentes tipos de cargas ya sea vivas o muertas las cuales actúan constantemente, para ello se requiere un buen diseño de la cimentación, el cual cuente con la seguridad de que estas torres estarán sujetas por medio de su cimentación tomando en cuenta los factores confiables para su diseño y este nos brinde seguridad ante cualquier fenómeno meteorológico y cíclico.

Para ello se analiza el tipo de suelo que se encuentra sobre estas líneas de transmisión como es la mecánica de suelos, esta nos dará los tipos de suelos existentes en el lugar donde se encuentren las torres y así poder elegir el suelo confiable y estable para la cimentación de las nuevas torres.

La topografía como la mecánica de suelos es muy importante en este proyecto ya que esta nos aporta, los tipos de desniveles que se encuentra en el suelo y así poder seleccionar el punto que favorece a la cimentación y a las torres de transmisión eléctrica, incluyendo los cables, herrajes que estas torres sujetan.

Problemática

Este proyecto considera ejecutar el cruce de la línea de transmisión, que va del **Río Pantepec** y la nueva autopista **Tuxpan – Tampico**, esto se deriva de que, dada la nueva construcción de esta pista, las estructuras (torres existentes) no cuentan con los lineamientos y normatividad indicada por CFE ya que la altura de las líneas al suelo cambia al construir la nueva autopista y está a su vez hace que las líneas estén fuera del rango de alturas establecido por CFE por eso es necesaria la reubicación de las estructuras.

Objetivos



Objetivo general

- ◆ Diseño de la cimentación de la zapata aislada y dado.

Objetivos específicos

- ◆ Analizar los resultados de los estudios de mecánica de suelos.
- ◆ Analizar los niveles de velocidad del viento, condiciones del medio ambiente.
- ◆ Análisis de las nuevas estructuras 46 y 47 de la línea de transmisión aérea.

Justificación

Las líneas de transmisión son encargadas de conducir energía por medio de los conectores que son soportados por las torres, y se desmantelara las estructuras existentes ya que no cumple con las características que se requieren para la conducción de energía, para que de esta forma las líneas de transmisión sean redirigidas y adecuadas para continuar con la trayectoria hacia las subestaciones. Por qué así el nuevo diseño a elaborar se corrobora con lo establecido por la constructora encargada de las líneas de transmisión, creando un diseño que tenga un soporte adecuado y resistente al viento, reubicación designada y ajena a construcciones futuras.

Hipótesis

Las líneas de alta tensión están especificadas por normas las cuales determinan la altura mínima en los cables conductores de energía, los resultados de mecánica de suelos determinan que tipo de suelo se encuentra para así poder especificar el lugar donde se realizara la cimentación tomando en cuenta la topografía del lugar para conocer los tipos de desniveles que se encuentran durante la trayectoria de la línea, la memoria de cálculo de flechas y tensiones nos ayudara a determinar el tipo de cable que se necesita para las líneas



de transmisión y las tensiones máximas a las que será sometida la estructura. Se realizará el diseño de cimentación adecuado que de confiabilidad y estabilidad a las torres para que estas soporten las tensiones de los cables y algunas cargas adicionales que le afecten.

INDICE PROPUESTO

Introducción

Capítulo I Metodología de la investigación

1. Antecedentes

1.1 La energía eléctrica en México

1.2 Problemática

1.3 Justificación

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

1.4.2 Objetivos específicos

1.5 Hipótesis

Capítulo II Generalidades de las líneas de transmisión

2. Características de una línea de transmisión

2.1 Componentes de las líneas de transmisión

2.2 Componentes y clasificación de las torres de transmisión

2.3 Condiciones topográficas

2.3.1 Tensión

2.3.1.1 Tensión nominal del sistema

2.3.1.2 Tensión máxima del sistema

2.4 Cantidad de circuitos

2.5 Calibre

2.5.1 Cantidad de conductores por fase



- 2.6 Cantidad de cables de guarda
- 2.7 Estructuras de soporte
- 2.8 Tipos de estructuras de soporte
 - 2.8.1 Torres autosoportadas
 - 2.8.2 Torres autoretenidas
 - 2.8.3 Postes tronconicos
 - 2.8.4 Marcos de remate
 - 2.8.5 Estructuras formadas por postes de concreto
- 2.9 Cimentaciones
- 2.10 Tipos de cimentaciones de torres de transmisión eléctrica
 - 2.10.1 Zapatas aisladas
 - 2.10.2 Cimentaciones con pilotes
 - 2.10.3 Pilas acampanadas
 - 2.10.4 Losa de cimentación
- 2.11 Componentes de líneas de transmisión
 - 2.11.1 Tipos de estructuras según su uso
- 2.12 Estructuras de suspensión
- 2.13 Estructuras de remate o anclaje
- 2.14 Estructuras especiales

CAPITULO III Datos específicos del proyecto

- 3. Descripción del proyecto
 - 3.1 Ubicación geográfica
 - 3.2 Situación actual
 - 3.3 Situación futura
 - 3.4 Condiciones de diseño
 - 3.4.1 Parámetros eléctricos
 - 3.4.2 Datos geográficos y ambientales
 - 3.4.3 Hipótesis de carga a considerar para el diseño



3.4.4 Libramientos mínimos

3.5 Materiales

3.5.1 Cable conductor

3.5.2 Cable Guarda 7#8 AAS

3.5.3 Cables de Guarda con Fibras Ópticas Integradas

3.6 Estructuras

3.7 Aislamiento

3.8 Herrajes

3.9 Conjunto de Herrajes para Cable Conductor (tensión)

3.10 Conjunto de Herrajes para Cable Conductor (suspensión en "V")

3.11 Conjunto de Herrajes para Cable de Guarda 7#8

3.12 Conjunto de Herrajes para CGFO (tensión doble pasante)

3.13 Plano de localización general de la trayectoria

CAPITULO IV Análisis de los resultados de mecánica de suelos

4. Descripción de la estratigrafía del sondeo mixto sms-061.

4.1 Descripción de la estratigrafía del sondeo mixto sms-064.

4.2 Análisis específicos para el proyecto

4.3 Plano de perfil geotécnico

CAPITULO V Topografía del proyecto

5. Reporte de actividades topográficas

5.1 Objetivo general

5.2 Características

5.3 Ubicación

5.4 Actividades

5.5 Memoria del levantamiento topográfico

5.6 Plano del perfil topográfico



CAPITULO VI Memoria de cálculo de flechas y tensiones

6. Cálculo mecánico del conductor e hilo de guarda

6.1.1 Características principales de los cables y la ficha técnica del fabricante

6.1.2 Condiciones climáticas

6.1.3 Hipótesis de carga

6.1.4 Ecuación general del cambio de estado

6.1.4.1 H1.- Tensión Diaria EDS (Every day strength) 1113BLUEJAY/AS

6.1.4.2 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.3 H2.- Flecha Máxima

6.1.4.4 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.5 H3.- Viento Máximo

6.1.4.6 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.7 H4.- Flecha Minima

6.1.4.8 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.9 H5.- Viento Reducido

6.1.4.10 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.11 H6.- Balanceo

6.1.4.12 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.4.13 H7.- Condición de Rayo

6.1.4.14 Resultantes de fuerzas inicial y final sobre el cable

6.1.5 Calculo del creep

6.2 Criterios para aislamientos dieléctricos principales para la a.s.n.m. del proyecto.

6.2.1 Aislamiento Fase-Tierra

6.2.2 Aislamiento Fase-Fase

6.2.3 Claro efectivo máximo

6.3 Características de las estructuras a instalar en el proyecto

6.3.1 Características geométricas

6.3.2 Características mecánicas

6.4 Criterios para la distribución de estructuras



6.4.1 Topografía del terreno

6.4.2 Libramiento mínimo

6.4.3 Libramientos y separaciones de la fase inferior al hg en cruces con líneas existentes

6.4.4 Resistencia mecánica de cables

6.4.5 Resistencia mecánica de estructuras

6.4.6 Consideraciones constructivas

6.4.7 Software de diseño

6.5 Gráficas de tensiones para cada tipo de cable con las hipótesis indicadas en esta especificación (claro regla versus tensión mecánica de diseño).

6.5.1 Cable Conductor

6.5.2 Cable de Guarda de Acero

6.5.3 Cable de Guarda con Fibra Optica

6.6 Tablas de tensiones versus claros regla del proyecto.

6.7 Los estudios detallados del comportamiento del desplazamiento de los cables conductor y de guarda con respecto a los perfiles laterales.

6.8 Cable conductor

6.9 Cable de Guarda 7#8 AAS

6.10 OPGW (cable de fibra óptica)

CAPITULO VII Memoria de cálculo de zapatas aisladas para torre 4pr1

7. Descripción

7.1 Normas y especificaciones que aplican

7.2 Diseño de zapatas aisladas para torres de transmisión

7.3 Dimensiones de la cimentación

7.4 Reacciones para el diseño de la cimentación

7.5 Parámetros de diseño

7.5.1 Terreno

7.5.2 Materiales

7.6 Geometría del cuerpo piramidal de la torre



- 7.7 Coeficientes y factores de carga
- 7.8 Revisión de la cimentación a compresión
 - 7.8.1 Cálculo de los momentos debidos a compresión
 - 7.8.2 Calculo de los momentos debidos a tensión
 - 7.8.2.1 Momentos mayorados para diseño
 - 7.8.2.2 Cálculo de acciones sobre el terreno
 - 7.8.2.3 Presión efectiva de las acciones
 - 7.8.2.4 Cálculo de resistencia
- 7.9 Revisión de la cimentación a tensión
- 7.10 Angulo de arrancamiento β
- 7.11 Revisión por Momento de Volteo
- 7.12 Revisión por deslizamiento
- 7.13 Calculo de asentamientos
- 7.14 Diseño estructural de la cimentación
 - 7.14.1 Calculo del acero de refuerzo en el lecho inferior y superior
 - 7.14.1.1 Acero en lecho inferior
 - 7.14.1.2 Acero en lecho superior
- 7.15 Revisión por cortante como viga ancha
- 7.16 Revisión de Cortante por Penetración

CAPITULO VIII Memoria de cálculo del dado

- 8. Diseño estructural de dados
 - 8.1 Diseño de columna rectangular a flexotensión y flexocompresión en dos direcciones
 - 8.2 Revisión del dado con el software sp columna
 - 8.3 Diseño de la cimentación compuesta por zapata y dado
 - 8.4 Plano de cimentación de zapata aislada para torre 4PR1

Resultados

Conclusiones



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Zitácuaro

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos