



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA LÍNEA DE
SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN
AÉREA Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA**

TESIS

Que para obtener el grado de
**MAESTRO EN INGENIERÍA CON OPCIÓN
TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN**

Presenta:

ING. ADRIANA LUNA LUNA

Director de tesis:

M.I. JOSÉ SALVADOR MOZO ARISTA

Director externo de tesis:

M.I. IRENE GÓMEZ REYES

Puebla, Pue.

Septiembre 2018



BUAP

Oficio No. 2708/2018

C. Adriana Luna Luna

Pasante de la Maestría en Ingeniería
con opción terminal en Construcción
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Comparativa de costos para una línea de subtransmisión entre una modernización aérea y una construcción subterránea**. Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción. Asignándose como Director al M.I. José Salvador Mozo Arista y Director Externo a la M.I. Irene Gómez Reyes.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Zaragoza, septiembre 5 de 2018.


M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director

C.c.p. M.I. José Salvador Mozo Arista y M.I. Irene Gómez Reyes, Director y Dir. Externo del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

ABH/WVL/sco*



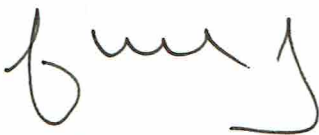
MTRO. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, B.U.A.P.
P R E S E N T E

Los que suscriben: **M. I. JOSÉ SALVADOR MOZO ARISTA** y **M. I. IRENE GÓMEZ RESYES**, asesores del Tema de Tesis denominado: **“COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA”**, presentado por la **ING. ADRIANA LUNA LUNA**, pasante de la Maestría en Construcción y en relación al oficio de autorización de tema de Tesis N° 2708/2018, de fecha 5 de Septiembre del 2018, me permito informar a usted que después de haber revisado la tesis correspondiente, no existe inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma, ya que cumple con el formato establecido por el Reglamento de Titulación de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad.

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los efectos legales a que haya lugar.

A T E N T A M E N T E

H. PUEBLA DE Z., A 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2018



M. I. JOSÉ SALVADOR MOZO ARISTA

Director de Tesis



M. I. IRENE GÓMEZ REYES

Director Externo de Tesis

c.c.p. Mesa de Exámenes Profesionales
c.c.p. Interesado

Dedicatorias

A mi padre, que ha sido mi mayor ejemplo entre querer, poder y hacer en la vida, que me brindó lo necesario de forma honrada en mi primera etapa formativa y nos demostró que los sacrificios tarde o temprano tienen su recompensa.

A mi madre, que ha sido mi más grande apoyo y fortaleza en todo momento, que me educó a mí y a mis hermanos como personas de bien, ser incondicional y lo más sagrado que Dios me pudo regalar.

A mis hermanos, que son el retrato de la perseverancia ante los obstáculos y la lucha diaria por sus objetivos, las personas que en muchas ocasiones me aterrizan y me regresan a la realidad.

A mi hermana, por su naturaleza sensible, gracias por todos tus desvelos, tu apoyo siempre ha sido un motor en mi vida.

Esta tesis es para ustedes, porque la familia es lo más importante en la vida y es fuente de inspiración.

Gracias a todos, los amo más de lo que se imaginan.

Agradecimientos

Agradezco a mi *alma mater*, esta Universidad que me ha acogido desde que ingresé a la preparatoria Lázaro Cárdenas del Río, que me abrió las puertas cuando entré a la facultad de Ingeniería para estudiar en el colegio de Ingeniería Civil y que me sigue viendo crecer ahora que concluyo la Maestría en Construcción.

Esta Universidad me ha regalado tanto, no sólo han sido conocimientos, hablo de vivencias, una forma de pensar, una visión analítica, un estilo de vida.

A lo largo de mi paso por esta universidad, he tenido el gusto de conocer a maestros, amigos y compañeros que han marcado mi vida y mi ser; gracias a ello, hoy puedo decir que el crecimiento profesional se encuentra íntimamente ligado con el personal.

Cursar esta maestría me permitió encontrar a muchos profesionales, que tienen pensamiento de líderes, que se han forjado para serlo y tienen hambre de ser y aportar a la sociedad, espero que todos logremos esos objetivos con los que ingresamos hace tres años y no perdamos el enfoque de nuestra misión.

Gracias a esta Universidad, la cual me ha proporcionado herramientas para crecer profesionalmente, que me ha regalado algunos de los más maravillosos recuerdos de mi vida y seguirá marcado mi futuro y el de mi familia.

Resumen

El sistema eléctrico ha sufrido un sinnúmero de cambios en los últimos años, las reformas que se han promulgado en nuestro país en el último sexenio han dado apertura a los nuevos consumidores. El reto de ingeniería es brindarle servicio a todas esas empresas que quieren formar parte del Mercado Eléctrico Mayorista.

Este trabajo analizó uno de los factores considerables para decidir la viabilidad de un proyecto, se realizó una comparativa de dos proyectos a costo directo; ambas opciones proporcionan el servicio de energía eléctrica a una empresa particular, la primera propuesta se basó en modernizar una línea aérea existente y la segunda consideró la construcción una nueva línea subterránea.

Los proyectos en general fueron basados en normatividad y diseños vigentes de la Comisión Federal de Electricidad; los resultados arrojaron algo poco esperado, las variaciones en costos entre ambos proyectos referentes al proceso constructivo son casi nulas y no son suficientes para determinar la viabilidad por realizar uno u otro proyecto.

Abstract

The electrical system has undergone a change in recent years, reforms have been enacted in our country in the last six years have opened to new consumers. The engineering challenge is to provide service to all those companies that want to be part of the Wholesale Electricity Market.

This work analyzed one of the considerable factors to decide the feasibility of a project, a comparison of the projects was made at direct cost; both options provide the electric power service to a particular company, the first proposal was based on modernizing an existing airline and the second considered the construction of a new underground line.

The projects in general were based on regulations and current designs of the Comisión Federal de Electricidad; the results threw something little expected, the variations in costs between both projects references to the constructive process are almost null and they are not enough to determine the viability to realize one or the other project.

Introducción

El Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos llevó a cabo una serie de reformas en materia energética en el año 2013, las cuales estaban a cargo del actual Presidente de la República Mexicana el Lic. Enrique Peña Nieto, dichas reformas se enfocaban en varios sectores como es: Educativo, Hacendario y Energético, Telecomunicaciones y Radiodifusión, de Competencia Económica, Financiera, Laboral, Transparencia, entre otras.

Enfocándonos en tema energético y más en concreto al Sector Eléctrico, uno de los mayores cambios que existen debido a la nueva reforma implementada, es la apertura del Mercado Eléctrico, que permitirá una planeación estratégica encaminada a la transición de un Sector Eléctrico más competitivo, de escala internacional y de conciencia ambiental.

Por tal motivo, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) deja de ser una empresa paraestatal tal como se conocía, y pasa a ser una Empresa Productiva del Estado, permitiendo que nuevas empresas nacionales o extranjeras tengan la oportunidad de introducirse en los diferentes sectores de la industria eléctrica, la cual a su vez se subdivide en la generación, transmisión, subtransmisión, distribución y suministro básico de energía eléctrica; las cuales en este momento se encuentran a cargo de Empresas Productivas Subsidiarias (EPS) y Empresas Filiales (EF) del Corporativo de la Comisión Federal de Electricidad.

Para tal caso se habla de la conexión de nuevos usuario al sistema eléctrico nacional, los cuales quieren beneficiarse con las nuevas oportunidades de recibir un servicio de energía eléctrica con las nuevas tarifas y reducir sus costos de facturación de manera significativa de acuerdo a los nuevos parámetros establecidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Con esta tendencia de crecimiento de usuarios con demandas altas, se visualiza el incremento en infraestructura de alta tensión y media tensión, debido a esto, durante el proceso de transición, la CFE seguirá obteniendo recursos de terceros para la

ejecución de estos proyectos, así como empresas privadas puedan generar proyectos y presentarlos al CENACE para su aprobación, por lo cual, es de suma relevancia analizar las opciones económicamente más viables para conectar a estos servicios, no perdiendo de vista los nuevos objetivos de la nueva reforma energética, todas las empresas productivas del estado deben de generar valor económico al Estado.

Para esta situación, a pesar de que la CRE por ley es la instancia facultada para establecer los costos que se cobran a los usuarios, ya sea en la facturación de su servicio de energía eléctrica, suministro de materiales o para la construcción de una obra específica por aportación, estos costos lamentablemente no están clasificados por zona y mucho menos por Estado de la República Mexicana, como consecuencia un porcentaje de los obras no son cobradas de acuerdo a la necesidad real del proyecto, lo que puede llevar a una pérdida económica para la empresa productiva del estado.

A partir de este preámbulo se establece la necesidad de verificar las opciones constructivas para alimentar cualquier servicio nuevo, ya que no todas las obras forzosamente requieren de la construcción de infraestructura nueva, en algunos casos se debe estudiar la opción de modificar infraestructura existente para dar una propuesta más viable que reduzca tiempos y costos.

El propósito general de la investigación consiste en comparar los aspectos económicos de la construcción de dos propuestas de proyectos que permitirán dar el servicio de energía eléctrica en alta tensión a una empresa particular, ambas opciones cumplen el objetivo conectar de manera satisfactoria al cliente, sin embargo, físicamente no conllevan los mismos elementos.

Se utiliza como referencia de análisis los importes autorizada por la CRE, los cuales son publicados en la página de la CFE, sin embargo, estos sólo sirve como una referencia, ya que las modernizaciones no tienen un tabulado ya establecido, lo que hace necesario estudiar estas propuestas.

De acuerdo a lo indicado por la CRE, la construcción de infraestructura aérea es más económica que la instalación subterránea, dada esta afirmación, se cree que la modernización de infraestructura aérea es una opción más viable que la construcción de una línea subterránea; se pretende comprobar que la modernización de infraestructura aérea existente, es la opción más rentable para dar servicio a los nuevos clientes que

soliciten; permitiendo que las empresas productivas del estado, o futuras empresas que se encuentren interesadas en este ámbito, puedan proporcionar propuestas económicas certeras para su cobro a clientes potenciales de servicio y verse beneficiadas económicamente, generando valor económico al Estado.

ÍNDICE

Resumen.....	V
Abstract	VI
Introducción	VII
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	12
1.1 Marco Legal	13
1.2 Prospectiva del Sector Eléctrico	16
1.3 Sistema de Energía Eléctrica	17
1.3.1 Generación de energía eléctrica	18
1.3.2 Subestaciones de Transformación	21
1.3.3 Líneas de Transmisión y Subtransmisión	23
1.4.1.1 Líneas de Transmisión y Subtransmisión Aéreas	24
1.4.1.2 Líneas Subterráneas	27
1.3.4 Red de Distribución	28
CAPÍTULO 2. TRAYECTORIA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN	30
2.1 Problemática	31
2.1 Delimitación	32
2.2 Ubicación Geográfica y Características del Proyecto	33
2.3 Propuesta Aérea.....	34
2.4 Características particulares del proyecto aéreo	35
2.4.1 Ingeniería civil y electromecánica del tramo aéreo	36
2.4.1.1 Localización de estructuras en el terreno	36
2.4.1.2 Cimentaciones.....	36
2.4.1.3 Sistema de red de tierras	37
2.4.1.4 Montaje de estructuras.....	37
2.4.1.5 Tendido de cable conductor.....	38
2.4.1.6 Ingeniería de distribución de fibra óptica	38
2.4.1 Ingeniería de las estructuras	38
2.4.2.1 Estructuras	39
2.4.2.2 Características particulares de cables	40
2.4.2.3 Cable conductor	40
2.4.2.4 Hilo de Guarda.....	40
2.4.2.5 Fibra óptica.....	41
2.5 Propuesta Subterránea	41

2.6	Características particulares del proyecto subterráneo	42
2.6.1	Ingeniería civil y electromecánica del tramo subterráneo.....	42
2.6.1.1	Censo de instalaciones	42
2.6.1.2	Localización de estructuras en el terreno	42
2.6.1.3	Banco de ductos	43
2.6.1.4	Pozos de visita	44
2.6.1.5	Tendido de hilo de neutro.....	45
2.6.1.6	Tendido de fibra óptica dieléctrica	45
2.6.1.7	Tendido de cable de potencia	46
2.6.2	Ingeniería de las estructuras	46
2.6.2.1	Estructuras	47
2.6.3	Características particulares de cables	47
2.6.3.1	Cable conductor	48
2.6.3.2	Hilo Neutro	48
2.6.3.3	Fibra óptica.....	48
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS		49
3.1	Criterios de evaluación de ofertas de materiales	53
3.2	Elaboración de precios unitarios.....	54
3.2.1	Tabulador de Salarios.....	55
3.2.2	Factor de salario real (FASAR)	55
3.2.3	Rendimientos de obra	55
3.2.3	Método de análisis	56
3.3	Proyecto Aéreo.....	56
3.4	Proyecto Subterráneo	59
3.5	Evaluación para aprobación	61
CONCLUSIONES		62
Recomendaciones		65
Bibliografía		66
Anexos.....		68

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

Existe una tendencia mundial por la utilización de energías limpias y renovables, la cual surge de generar una alternativa que favorezca a la independencia de la energía eléctrica generada por medio de combustóleo y fuentes fósiles, los cuales no son fuentes renovables que conllevan altos costos de operación, así como con un elevado nivel de contaminación al medio ambiente, hoy en día se impulsa el desarrollo de nuevas tecnologías y favorece a la implementación de sistemas que generen energía eléctrica de manera limpia para brindar a las nuevas generaciones otra perspectiva de vida.

Para elaborar este trabajo es necesario explicar la importancia de la situación actual a nivel mundial, referente al tema ambiental, debido al gran impacto climático que se intenta abatir por el consumo de hidrocarburos con la introducción de la generación de energías limpias y renovables, “WWF tiene la visión de un mundo cuya electricidad provenga del 100% de fuentes de energía renovable para el 2050. Sin esta transición, es muy probable que el mundo no pueda evitar la escalada de impactos negativos del cambio climático” (World Wildlife Fund, 2011, pág. 10).

Para lograr estos objetivos que se plantean a nivel internacional, se requiere de la colaboración e integración de los diferentes niveles de gobierno, empresas privadas y de la sociedad en general, con la finalidad de crear e implementar leyes y estrategias que nos permitan obtener los resultados necesarios para la mejora y cambios que impacten todo el territorio humano.

Aunado a esta situación mundial, se determina la necesidad de realizar la modernización del sector energético de nuestro país, por tal motivo el 20 de Diciembre del año 2013, la Secretaría de Gobernación publicó en su fuente oficial la Reforma Energética aprobada por el Congreso de la Unión, en la cual modifica el Artículo 25°, Artículo 27° y el Artículo 28° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Diario Oficial de la Federación, 2013, pág. 1). Al modificar los artículos se promulgaron una serie de leyes que abren paso a empresas privadas, favoreciendo la competencia en los diferentes sectores energéticos y se crea un parteaguas de oportunidades para diferentes entes interesados en ingresar en el sector eléctrico.

La Secretaría de Energía (SENER) implementará mecanismos que permitan cumplir la política en materia de diversificación de fuentes de energía, seguridad energética y la promoción de fuentes de energía limpias; para alcanzar dichos objetivos, la Secretaría establecerá obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias o Certificados de Emisiones Contaminantes y podrá celebrar convenio que permita su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 32).

1.1 Marco Legal

Como ya se mencionó, la Reforma Energética promulgada en el año 2013 deroga las paraestatales, como lo eran Petróleos Mexicanos (PEMEX) y Comisión Federal de Electricidad (CFE) y se dan a conocer las Empresas Productivas del Estado, las cuales son la nueva figura legal que implementó el Gobierno Federal para la planeación y control de Hidrocarburos y el Sistema Eléctrico Nacional (SEN); de igual manera se establece la apertura del sector privado mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal.

Meses después se da a conocer la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), la cual se implementa como reglamento a la Reforma Energética y desde su Artículo 2 establece por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica.

Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes. (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 1)

Dentro de la LIE se indica que el Estado es el encargado de la vigilancia de la industria eléctrica, definiendo a la SENER y a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) como los entes regulatorios que deben garantizar: eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional; de igual manera, en los numerales IV y V del artículo 12 de la LIE podemos encontrar que la CRE tiene la facultad de:

- Expedir y aplicar la regulación tarifaria a que se sujetarán la transmisión, la distribución, la operación de los Suministradores de Servicios Básicos, la operación del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y los Servicios Conexos no incluidos en el Mercado Eléctrico Mayorista, así como las tarifas finales del Suministro Básico en términos de lo dispuesto en el artículo 138 y 139 de la presente Ley;
- Expedir y aplicar las metodologías para determinar y ajustar las tarifas máximas de los Suministradores de Último Recurso y los precios máximos del Suministro de Último Recurso, y determinar las demás condiciones para dicho Suministro. (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 13)

El CENACE es destinado por el Estado para dirigir de manera operativa al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y se encargará de determinar lo elementos de la Red Nacional de Transmisión (RNT) y las Redes Generales de Distribución (RGD), así como de vigilar la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), las demás actividades se consideran a ejecución de Transportistas y Distribuidores bajo la coordinación del CENACE (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 18).

Al mismo tiempo en que surge la LIE, se publica la Ley de la Comisión Federal de Electricidad (LCFE), en la cual se indica el marco legal de las actividades y funciones que le son permitidas de acuerdo al nuevo régimen de la CFE como Empresa Productiva del Estado.

Artículo 4°: La Comisión Federal de Electricidad tiene como fin el desarrollo de actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto, las cuales generan valor económico y rentabilidad para el Estado Mexicano como su propietario.

En la ejecución de su objeto, la CFE deberá actuar de manera transparente, honesta, eficiente, con sentido de equidad, y responsabilidad social y ambiental, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad para minimizar los costos de la industria eléctrica en beneficio de la población y contribuir con ello al desarrollo nacional; asimismo, la CFE garantizará el acceso abierto a la Red Nacional de Transmisión y a las Redes Generales de Distribución, la operación eficiente del sector eléctrico y la competencia (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 2).

En la LCFE se indica en el Capítulo 1°, Empresas Productivas Subsidiarias (EPS) y Empresas Filiales (EF) del Título 4, Del Régimen Especial, “La Comisión Federal de Electricidad actuará a través de empresas productivas subsidiarias para realizar las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica” (Diario Oficial de la Federación, 2014, pág. 24).

Dentro de la nueva estructura de la CFE, el 11 de enero de 2016 se dan a conocer los *Términos para la estricta separación legal de la Comisión Federal de Electricidad*, en la cual se estipula de manera puntual la separación de la empresa y su nueva estructura que responderá a un Corporativo Nacional.

Las actividades que se indican a continuación (Actividades Independientes) serán realizadas por la CFE de manera independiente entre sí, bajo condiciones de estricta separación legal y a través de EPS, EF, o cualquier modelo de asociación previsto por la Ley de la CFE según corresponda: (a) Generación; (b) Transmisión; (c) Distribución; (d) Suministro Básico; (e) Comercialización distinta al Suministro Básico; y, (f) Proveeduría de Insumos Primarios. (Diario Oficial de la Federación, 2016, pág. 3)

Como resultado de estas reformas en materia de energía eléctrica, se puede identificar lo siguiente: cualquier proyecto que se desee ejecutar, ya sea con la finalidad de mejorar las instalaciones para el crecimiento del SEN, el cual está apegado al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), o que nazca a partir de una necesidad de conexión de un particular, deberá ser aprobado por el CENACE bajo las condiciones previamente establecidas por la CRE.

Es verdad que la temática nacional de algunos cambios se da a partir de las exigencias ambientales, sin embargo, no es la única necesidad que se pretende satisfacer a partir de la apertura del MEM, como resultado de todas estas leyes, el Gobierno Federal se encuentra apostando por delimitar los recursos destinados a este sector y comenzar a adquirir ganancias del mismo.

Queda muy claro que uno de los objetivos principales de las EPS debe ser la rentabilidad, lo cual nos define que las EPS deben ser auto sostenibles, en otras palabras, mantener sus operaciones con las utilidades generadas de sus propios ingresos y reinvertir para el mantenimiento de sus instalaciones proporcionando una mejora continua; por otro lado, debe producir valor económico al Estado Mexicano lo que se

traduce en lograr una ganancia económica para el Estado, realizando un proceso eficaz, eficiente, seguro; apegado a las diferentes leyes, normas y procedimientos establecidos por CFE Corporativo.

Esto abre el panorama a un sinfín de preguntas, ya que en años anteriores se dio a conocer que las antiguas paraestatales (PEMEX y CFE) eran instituciones que trabajaban con números rojos, aun cuando contaban con un amplio apoyo económico del Gobierno Federal, si esto sucedía cuando los recursos eran abundantes, ¿Qué pasará si los recursos no son lo suficiente para lograr los objetivos?, se requiere iniciar un análisis más detallado de cada una de sus fuentes de ingresos de las EPS, ya que los propósitos de estas son diferentes y uno de los principales es aportar utilidades para el propio Estado.

Como consecuencia a la apertura del mercado de la Industria Eléctrica, se prevé un alto índice de demanda de infraestructura para transportar energía eléctrica a nivel nacional, ya que las nuevas empresas que deseen ser parte del nuevo proceso de suministro, tendrán la posibilidad de generar, adquirir energía eléctrica en alta tensión con los Voltajes que se implementan a nivel nacional, los cuales son de Transmisión: 400 kV, 230 kV y Subtransmisión: 161 kV, 138 kV, 115 kV, 85 kV y 69 kV; realizar su transformación, consumo y reincorporar los excedentes a la Red Nacional de Transmisión. Gracias a esto se apertura la capacidad de las empresas para presentar sus propuestas de proyectos de conexión al CENACE y gestionar la necesidad de las empresas privadas.

Es por esto que surge la necesidad de analizar las diferentes soluciones que se pueden ofrecer a los nuevos usuarios que pretenden incorporarse al sistema eléctrico y requieren de la construcción de infraestructura para su conexión al Centro de Carga más cercano de la CFE.

1.2 *Prospectiva del Sector Eléctrico*

Dentro del crecimiento del Sistema Eléctrico Nacional, la Secretaría de Energía publica *Prospectiva del Sector Eléctrico*, en donde se establece una expectativa a 15 años de crecimiento de demanda conforme a estadísticas de los últimos años, se establece metas, propias de las necesidades del sistema eléctrico o en caso específico de las

empresas particulares que consideran entrar al MEM, por lo que las empresas privadas deben de solicitar su servicio conforme a las parámetros de la CRE y el CENACE, dando a conocer sus proyectos a nivel nacional para la conexión conforme a sus necesidades y objetivos, ya sean a nivel de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, incluyendo el desarrollo de infraestructura necesaria para lograr el objetivo.

1.3 Sistema de Energía Eléctrica

El sistema de energía eléctrico consta de varios elementos esenciales para que realmente la energía eléctrica tenga una utilidad en residencias, industrias, etcétera; todo comienza en las plantas generadoras de energía eléctrica, de las cuales existen varias formas de generar la energía (plantas geotérmicas, nucleares, hidroeléctricas, térmicas, eólicas, etcétera); después de ese proceso la energía creada se tiene que acondicionar de cierta manera para que en su transportación a los centros de consumo se tenga el mínimo de pérdidas de esa energía, y para eso está el proceso de elevación de Voltaje.

Al transmitir la energía se tiene alta tensión o Voltaje y menos corriente para que existan menores pérdidas en el conductor, ya que la resistencia varía con respecto a la longitud, y como estas líneas son demasiado largas, las pérdidas de electricidad por calentamiento serán muy grandes. Si ocurre una falla o incidente en alguna parte de la red eléctrica se cuenta con los equipos electrónicos que informan la calidad de la energía eléctrica; la electricidad llega a los centros de distribución, los cuales a su vez envían la electricidad a los centros de consumo, donde estos reciben electricidad acondicionada de acuerdo a sus instalaciones ya sean: 110, 127, 220 v, etc. (Figura 1.1).

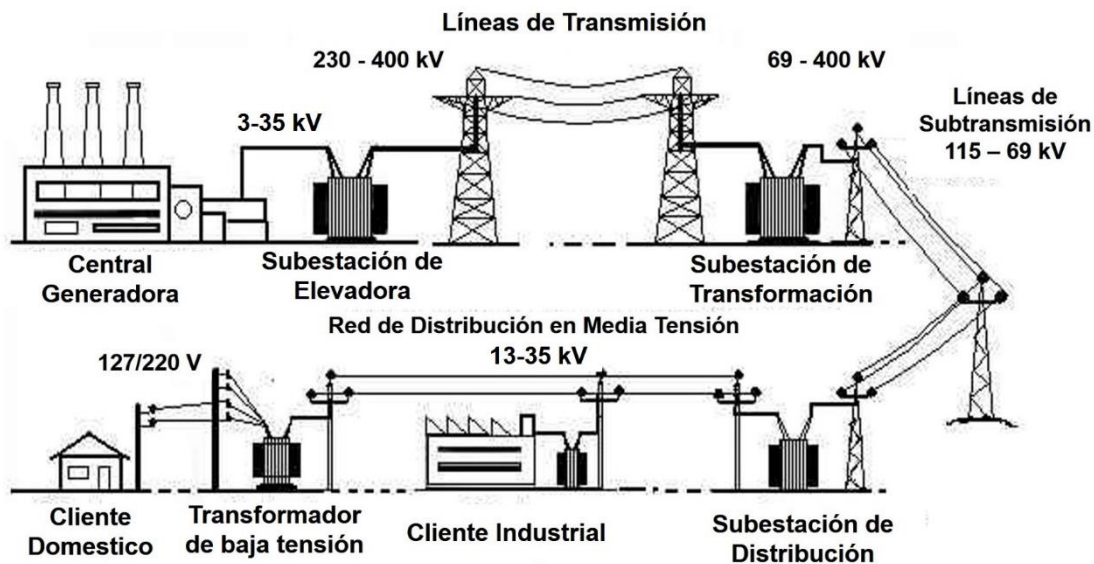


Figura 1.1 Representación del Sistema Eléctrico de Potencia y Distribución de la Energía Eléctrica.

(Fuente: [www.http://opex-energy.com](http://opex-energy.com))

1.3.1 Generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica; para la generación se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, las cuales forman el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país, tiene una variación a lo largo del día, esta variación depende del tipo de industrias existentes en la zona y número de turnos que realizan en su producción, tipo de clima predominante, tipo de electrodomésticos, así como la frecuencia de uso, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada, en este caso el CENACE se encarga del monitoreo, control y operación de las generadoras, así como del control de calidad de la energía.

Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos periodos. En general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que está planificado

que sean utilizados; se implementan como generadoras de base la nuclear y la eólica, de valle la termoeléctrica de combustibles fósiles, y de pico la hidroeléctrica.

La CFE tiene diferentes centrales generadoras, las cuales se clasifican dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada: termoeléctricas, hidroeléctricas (Figura 1.2), nucleoelectrica (Figura 1.3), solares fotovoltaicas, geotermoeléctrica, carboeléctrica, eoloeléctrica (Figura 1.4), turbogas, dual, productos externos, vapor convencional, ciclo combinado y de combustión interna. La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los dos primeros tipos de centrales reseñados; todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un alternador, movido mediante una turbina que será distinta o de energía primaria utilizada.



Figura 1.2 Presa Hidroeléctrica La Yesca, ubicada en Nayarit. (Fuente: <http://ica.2012.33aws.com/ids-innovacion.html#0>)



Figura 1.3 Nucleoeléctrica Laguna Verde, ubicada en Veracruz. (Fuente: <http://www.informador.com.mx>)



Figura 1.4 Parque Eólico La Venta, ubicada en Oaxaca. (Fuente: <https://sites.google.com/site/cienciacontemporanea1/unidad-iii/3-2-la-energia-que-no-humea/3-2-5-eolica>)

Con base en la *Prospectiva del Sector Eléctrico*, la CFE cuenta con una planeación para el logro de sus objetivos y metas de corto, mediano y largo plazos, construye centrales generadoras, líneas y subestaciones que producen, transmiten, transforman y distribuyen la energía eléctrica a lo largo del país, esto en correspondencia con las

oportunidades y amenazas que ofrece el sector eléctrico, aprovechando las mejores opciones de inversión y producción de energía que permitan satisfacer la demanda actual y futura de electricidad a un costo mínimo, con un nivel adecuado de confiabilidad y calidad.

A través de la SENER, la CRE y el CENACE, se optimiza la infraestructura física, equilibrando la demanda que requieren los consumidores finales en condiciones de cantidad, calidad y precio. Para que la luz llegue a los hogares y los diferentes sectores económicos, CFE cuenta con una red de líneas y subestaciones de distribución lo que, aunado a diferentes medios de atención electrónica altamente eficientes, permite ofrecer un servicio orientado a la satisfacción del cliente, con criterios de competitividad y sustentabilidad.

1.3.2 Subestaciones de Transformación

En las Subestaciones de Transformación, es donde la electricidad que está formada por electrones incrementa o reduce su nivel de tensión, de la frecuencia, del número de fases o la conexión, de dos o más circuitos conforme a la necesidad. Si aumenta el flujo eléctrico se define como de alta tensión, la cual pueden viajar largas distancias disminuyendo el mayor número de pérdidas de energía; si se reduce, entonces se define como de media y de baja tensión, que se utiliza para entregar a los centros de consumo.

1.3.2.1 Subestaciones transformadoras elevadoras

Elevan la tensión generada de media a alta o muy alta, para poderla transportar; se encuentran al aire libre y están situadas al lado de las centrales generadoras de electricidad. (Figura 1.5)



Figura 1.5 Subestación Eléctrica El Cajón, ubicada en Nayarit. (Fuente: <http://mapio.net/o/1009060/>)

1.3.2.2 Subestaciones transformadoras reductoras

Son subestaciones con la función de reducir la tensión de alta o muy alta a una tensión media para su posterior distribución (Figura 1.6). La tensión primaria de los transformadores depende de la tensión de la línea de transporte (Voltaje: 69, 85, 115, 138, 161, 230 o 400 kV), mientras que la tensión secundaria de los transformadores está condicionada por la tensión de las líneas de distribución (entre 3 y 35 kV) (González Sancho, 2014, pág. 14).



Figura 1.6 S.E. Tepexi, ubicada en Puebla. (Fuente: Propia)

1.3.3 Líneas de Transmisión y Subtransmisión

Después de que la electricidad es creada en las plantas generadoras, el siguiente paso es trasmitirla para que llegue a todos los centros de consumo: casas, fábricas, escuelas, hospitales, entre otros; para lo anterior se necesita la Red Eléctrica Integral a lo largo y ancho de todo México. Esta red está formada por Líneas de Transmisión, Subtransmisión y Subestaciones, apoyadas por equipos de protección, comunicación y control.

Las líneas de transmisión son el medio de transporte que usan los electrones que forman la electricidad, se definen como el conjunto de dispositivos que conducen o guían la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo (las cargas); estos son utilizados normalmente cuando no es costeable producir la energía eléctrica en los centros de consumo o cuando afecta el medio ambiente (visual, acústico o físico), buscando siempre maximizar la eficiencia, haciendo las pérdidas por calor o por radiaciones las más pequeñas posibles (Jiménez Meza, Cantú Gutiérrez, & Conde Enríquez, 2006, pág. 3).

Las líneas de transmisión y subtransmisión pueden ser aéreas, las cuales están constituidas por conductor ACSR, diferentes estructuras de acero o madera, de acuerdo a la zona en el que se desplanten y tienen su sistema de aislamiento a base de cadenas de aisladores de porcelana, vidrio o de tipo polimérico; o subterráneas a través de un banco de ductos de tubería PAD y usualmente por un conductor por fase, el cual puede ser de aluminio o cobre de tipo XLP.

La red de transporte es la encargada de enlazar las centrales con los puntos de utilización de energía eléctrica; para un uso racional de la electricidad es necesario que las líneas de transporte estén interconectadas entre sí con estructura de forma anillada, de manera que puedan transportar la electricidad entre puntos muy alejados, en cualquier sentido y con las menores pérdidas posibles.

Dentro de las posibilidades de crecimiento el desarrollo de líneas de transmisión y subestaciones, la adecuación de instalaciones existentes es un factor fundamental, el cual está íntimamente ligado a las funciones que soliciten los particulares, formulando un proyecto el cual se someterá a análisis y revisión.

En el 2014 la CFE cierra el año con una capacidad instalada de 163,571.7 MVA, 475 Subestaciones y una longitud de 57,453.4 km de líneas de transmisión en los

diferentes Voltajes de operación: 400, 230, 161, 138, 115, 85, 69 kilovolts (kV), con un manejo de energía anual de aproximadamente 250,000 Gigawatts hora (GWh); en 2015, estos datos incrementaron en 2,708 MVA, la capacidad instalada en operación y en 268 kilómetros las líneas de transmisión.

Adicionalmente, se tiene como dato una capacidad de 24,897 MVA y una longitud de 1,632 km de líneas de transmisión; en 2014 se incrementó en 1,845 MVA la capacidad instalada en operación y en 549 kilómetros las líneas de transmisión. (Comisión Federal de Electricidad, 2014, pág. 42)

Al cierre de 2015, el Sistema de Transmisión de CFE contaba con una capacidad instalada en operación de 166,279.6 Megavolts Ampere (MVA), en 486 subestaciones de potencia; para transportar la energía eléctrica de un punto a otro, contaba con 57,784.51 kilómetros de líneas de transmisión en los Voltajes de: 400, 230, 161, 138, 115, 85, 69 kV, con un manejo de energía anual de aproximadamente 265,350 Gigawatts hora (GWh).

En 2015, la CFE concluyó 12 proyectos de subestaciones y líneas de transmisión, bajo el esquema de Obra Pública Financiada (OPF), la extensión total de las líneas fue de 255.6 kilómetros-circuito (km-C); la capacidad de transformación fue de 2,648.3 MVA y 353.6 Megavolts Ampere reactivos (MVA_r). (Comisión Federal de Electricidad, 2015, pág. 35)

1.4.1.1 Líneas de Transmisión y Subtransmisión Aéreas

Las líneas aéreas son uno de los recursos más antiguos que existen para la transmisión de energía eléctrica, son procedimientos de gran amplitud que requieren de una gran inversión por las gestorías que se realizan, adquisición y liberación de derechos de vía, así como la adquisición de materiales y equipos que se deben de instalar dentro de la subestación para la operación, medición, monitoreo y control de la línea, así como la construcción de infraestructura necesaria para la conducción de energía eléctrica que cuente con los factores de seguridad e instalaciones adecuadas para su inspección y mantenimiento.

La cantidad de circuitos, calibre y cantidad de conductores por fase que debe llevar la línea de transmisión, la determina el Departamento de Planeación de la CFE con base en sus estudios preliminares y considerando los requerimientos de energía eléctrica del sistema. (Comisión Federal de Electricidad, 2012, pág. 21)

Una vez que se cuente con las características necesarias, se debe de analizar la trayectoria económicamente más viable para un servicio particular, por lo que plantear las posibles trayectorias es indispensable, se deben verificar las áreas disponibles y evaluar la propuesta técnica que sustente ese trayecto hasta el punto de conexión.

Este tipo de líneas presenta inconvenientes como cualquier otra obra que se encuentra en fase de proyecto, entre ellos se identifica la dificultad para conseguir permiso, derechos de vía con las diferentes dependencias e instituciones, proceder con la adquisición de los predios, así como los tiempos prolongados de gestión de estos trabajos, estudios de impacto ambiental, social y requerimientos especiales que en muchas ocasiones surgen de acuerdo a las características particulares de cada proyecto.

El Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en Materia de Aportaciones, indica que el suministrador estará obligado a proporcionar el servicio siempre y cuando previamente el solicitante convenga con el suministrador la celebración de los actos jurídicos y la previa obtención de las autorizaciones y permisos necesarios para la ejecución de la obra específica, o de las instalaciones para la ampliación (Diario Oficial de la Federación, 2011, pág. 11).

También se establece en el Artículo 36 de la misma ley lo siguiente: Cuando para la ejecución de la obra específica, ampliación o modificación, se requiera efectuar gastos adicionales para la adquisición de predios, la constitución de servidumbres, la elaboración de estudios de impacto ambiental, el pago de derechos para la obtención de permisos o el pago de otros trabajos en inmuebles de terceros, su importe deberá ser cubierto por el solicitante. Para tales efectos, el suministrador deberá cumplir con lo establecido en los criterios y bases para determinar y actualizar el monto de las aportaciones. (Diario Oficial de la Federación, 2011, pág. 16)

En la parte más alta de las estructuras aéreas (torres, postes tronco piramidales de acero o madera) se ubica el guarda, a su vez las estructuras puede trasladar un cable que cuenten en su interior con varias fibras de vidrio, llamadas en su conjunto fibra óptica,

y a través de ellas viajan señales luminosas que se transforman en voz, datos e imágenes; este hilo de guarda protege a las líneas de Transmisión de descargas atmosféricas, llevando una descarga eléctrica a tierra.

Existen una gran variedad de estructuras de transmisión, se eligen de acuerdo a las necesidades del proyecto, entre ellas las más importantes son las torres de amarre, postes troncocónicos de deflexión de 90° y postes de remate, estas estructuras han sido diseñadas para soportar grandes tensiones, por ende, hablamos de estructuras más robustas y de mayor altura, usadas comúnmente cuando es necesario realizar deflexiones con un ángulo pronunciado para cruzar carreteras, evitar obstáculos, así como elevar la línea para subir un cerro o pasar por debajo/arriba de una línea existente. (Figuras 1.7 - 1.8)



Figura 1.7 Poste troncocónico de cuatro circuitos (2 de 230 kV y 2 de 69 kV). (Fuente: Manual de Líneas de Transmisión Aéreas)

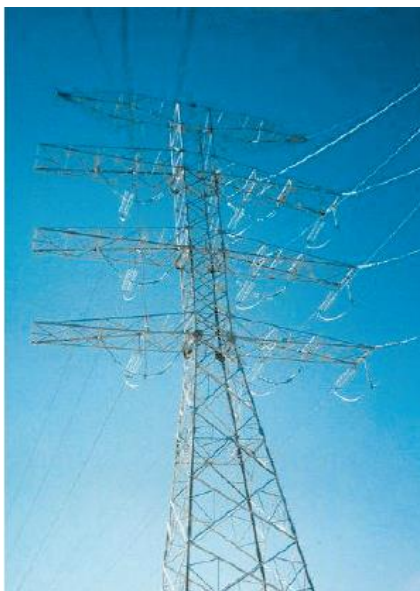


Figura 1.8 Torre de acero de cuatro circuitos de 230 kV (instalados tres circuitos). (Fuente: Manual de Líneas de Transmisión Aéreas)

Las estructuras de suspensión son aquellas que únicamente soportan el peso propio del conductor, estas estructuras se usan para llevar al conductor de un sitio hacia otro, tomando en cuenta que la trayectoria sea una línea recta y no existan cruces de líneas u obstáculos.

1.4.1.2 Líneas Subterráneas

Otra opción que existe en la actualidad es la construcción de una línea de transmisión tipo subterránea; en la especificación de Construcción de Sistemas Subterráneos se define como línea subterránea “Aquella que está constituida por uno o varios cables aislador que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos, o en cualquier otro tipo de canalización” (Comisión Federal de Electricidad, 2015, pág. 3).

Existe una variedad de factores que influyen para optar por la construcción de los elementos subterráneos; entre los cuales se encuentran las altas limitantes constructivas en carreteras y caminos, exigencias ambientales (en específico la contaminación visual, la cual cada vez se hace más estricta) y los reducidos espacios en banquetas para la construcción de la cimentación para estructuras aéreas.

Aunque el proyecto sea subterráneo, en la mayoría se implementa una transición aérea - subterránea, dadas estas condicionantes, la construcción de líneas de transmisión tipo subterránea solucionan la mayoría de los problemas antes mencionados, principalmente la problemática visual, las cimentaciones voluminosas a lo largo de la trayectoria, así como estructuras que requieren grandes espacios para su instalación y mantenimiento.

1.3.4 Red de Distribución

La Red de Distribución de la Energía Eléctrica se encarga del suministro eléctrico cuyo objetivo es transportar la energía eléctrica desde la subestación de distribución hasta el medidor del cliente final. La red de distribución se conforma de los siguientes componentes:

- Subestación de Distribución en media tensión: Conjunto de elementos eléctricos (transformadores, interruptores, seccionadores, conductor, etc.) cuya meta es reducir los niveles de Voltaje de alta tensión de las líneas de transmisión hasta niveles Voltaje de media tensión para su ramificación en múltiples salidas de circuitos.

Una vez que las líneas de transmisión han repartido la energía eléctrica en los Voltajes de alta tensión proveniente de las subestaciones de transformación, las cuales reparten la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución.

Las subestaciones transformadoras de distribución se encargan de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión en funcionamiento, que abarcan un Voltaje de 6 a 35 kV y con una característica muy radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de baja tensión (127/220 ó 440/220 V).

Cuando existe una falla, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red; la localización de averías se

hace por el método de "prueba y error", dividiendo la red que tiene la falla en dos mitades y energizando una de ellas; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red.

En el transcurso de localización de la falla se pueden producir varias interrupciones a un mismo usuario de la red, esto se encuentra ligado con el esquema o arreglo que tenga la red de distribución, la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución. En este sentido se enfoca a la forma como se distribuye la energía a partir de la fuente de suministro.

CAPÍTULO 2. TRAYECTORIA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Puebla es una ciudad con un alto número de industrias, algunas de las cuales ya se encuentran en miras de buscar entrar a la nueva modalidad de compra - venta de energía eléctrica. Algunas de estas industrias se encuentran en zonas ya bien establecidas y delimitadas geográficamente, con pocas posibilidades de crecimiento vial, la mayoría de las cuales gozan de líneas aéreas de transmisión; dadas estas condiciones, al incrementar los niveles de infraestructura en muchas avenidas y vialidades de la Ciudad de Puebla, no son factibles ya que se encuentran saturadas.

Se tiene conocimiento que la infraestructura aérea es más accesible que la subterránea, siempre y cuando se cuente con el espacio necesario para la implementación de dicho sistema: exista un suelo de buena capacidad de carga, se tengan los derechos de vía y no este localizada en una zona con altos índices de incidencia de problemáticas sociales.

La modernización de una línea es un recurso que se debe analizar con la finalidad de abatir costos, no podemos decir que el cambio de estructuras aéreas sea la opción más viable para estos casos, ya que existen puntos críticos dentro de las trayectorias de las líneas, que ni aun cambiando los postes de acero tipo troncocónico para incrementar el número de circuitos colocados en un poste, pueden satisfacer el crecimiento de la demanda.

Para estos casos se busca una alternativa subterránea, la cual originalmente se ha señalado que es más costosa, no obstante, esta posiblemente sea más accesible que el adquirir derechos de vía de nuevas trayectorias de líneas, las cuales en muchas ocasiones se verán involucradas en zonas industriales, que probablemente no podrán ser adquiridas por su significativo costo, por el volumen de obra adicional que implicaría ejecutar o por su falta de interés del propietario para vender.

Por todas estas razones, las cuales se dan dentro del proceso de construcción, se debe analizar la posibilidad de brindar a las empresas solicitantes de nuevos servicios, las cuales se encuentren en áreas saturadas y con poca capacidad de crecimiento, la

opción de proporcionar una solución subterránea u optar por la adecuación de infraestructura aérea existente, lo que lleva a preguntarnos ¿Cuál sería la propuesta más económica y viable para el servicio las nuevas empresas que buscan su conexión al Sistema Eléctrico Nacional?, ¿Qué proyecto permite brindar valor económico al Estado?

En la investigación se plantea proporcionar la solución económicamente más viable a empresas que tengan la necesidad del suministro de energía eléctrica en alta tensión.

2.1 Problemática

Analizamos el caso de una empresa que cuenta con un servicio en media tensión, sin embargo, por la carga y demanda que tiene contratada, es un buen candidato para realizar la contratación de un servicio en alta tensión y optar por un cambio de tarifa, esto permitirá a la empresa bajar su facturación por consumo de energía eléctrica, aunque este servicio pertenezca a una tarifa más alta, la obra a construir se torna como una inversión que se compensa con los ahorros de energía que pueden propiciar, siempre y cuando se realice la contratación de la demanda correcta.

El segundo gran beneficio proviene del cambio de tarifa para la empresa, ya que puede abastecer de energía eléctrica sus instalaciones como empresa particular y tiene la posibilidad de competir en el mercado eléctrico para distribuir sus excedentes de energía eléctrica.

El resultado es un nuevo ingreso para la empresa, esto con la finalidad de “solucionar el gran problema que presentaban la mayoría de las industrias y los comercios, al asumir altos costos de las tarifas eléctricas el nuevo modelo enmienda esta deficiencia, al crear un Mercado Eléctrico en el que los generadores competirán en igualdad de condiciones, para vender electricidad a menores costos y en el que los distribuidores y los grandes usuarios podrán elegir al suministrador” (Secretaría de Energía, 2015, pág. 15).

2.1 Delimitación

Como ya se había indicado, la CRE establece los costos de las tarifas autorizadas para cobro de las EPS a particulares con la finalidad de la construcción de obra para transportar o distribuir energía eléctrica, que abarca desde el desarrollo del proyecto, mano de obra, materiales e indirectos de construcción, pruebas operativas y la puesta en servicio; así como las tarifas de energía eléctrica para todos los usuarios del SEN.

Sin embargo, se ha detectado que la información proporcionada en la página de internet a cargo de Corporativo de CFE, indica costos de líneas nuevas, pero no se observan costos de modernización de infraestructura, eso aunado a que los parámetros establecidos por la CRE no están clasificados por zona o región del país y mucho menos por estado de la República Mexicana, esto provoca una situación de desventaja para algunos estados ya que no se viven las mismas condiciones de mercado, como consecuencia un porcentaje de los obras no son cobradas de acuerdo a la necesidad real del proyecto, dando como resultado pérdidas económicas para la EPS.

Debemos de estar conscientes que no siempre la opción más viable es la construcción de elementos nuevos, en muchas ocasiones una solución puede ser la modernización de elementos existentes, por lo que es de suma importancia lograr determinar los costos de cada una de las propuestas.

De acuerdo a lo indicado por la CRE, se sabe que los costos aéreos son más económicos que los subterráneos, por tal motivo, se plantea que la modernización línea aérea existente es más factible que la construcción de cualquier elemento que sea de índole subterráneo.

Este trabajo pretende realizar una comparación de costos para corroborar que una propuesta de modernización puede generar más beneficios económicos para la construcción de una solución a un usuario que tiene un servicio en media tensión, el cual desea aprovechar la apertura del MEM, por lo que se analiza la alternativa de construir una línea nueva de subtransmisión subterránea y compararla con la modernización de una línea aérea existente.

No se encuentra como alcance de este proyecto el estricto apego al diseño eléctrico, más bien, se procura proporcionar una comparativa de costos de construcción de dos propuestas de líneas de alta tensión, a costo directo, basado en el proceso

constructivo (ya establecido de manera previa en normas y especificaciones elaboradas por la CFE).

En este análisis se evalúan dos líneas con trayectorias muy similares que ofrecen la misma tensión eléctrica, pero físicamente son diferentes, los principales aspectos a considerar en ambas propuestas a costo directo son: materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de seguridad y herramienta.

Existen otros costos que impactan en el desarrollo de un proyecto de este tipo como son: gestión de permisos, actividades previas, adquisición de derechos de vía, actividades de libranza, pruebas eléctricas, pruebas de operación de la línea y del punto de conexión (subestación), del cual el servicio se va a alimentar, así como el análisis y comportamiento eléctrico de la construcción de esta obra.

Los proyectos de las línea de transmisión se basan en normatividad vigente de la Comisión Federal de Electricidad, la cual abarca tanto el panorama eléctrico aéreo y el panorama subterráneo, que tendrá como objetivo proporcionar un parámetro real de lo que es económicamente viable y hacer una evaluación certera del costo de la obra, sin dejar de lado las características eléctricas necesarias para satisfacer a los clientes.

Recordemos que un mal proceso constructivo puede afectar de manera negativa tiempos de ejecución y por ende, el costo final de la obra a ejecutar, dando como consecuencia incumplimientos de obra, pérdidas económicas y de energía, los cuales no son alcance del tema en estudio.

2.2 *Ubicación Geográfica y Características del Proyecto*

La hipótesis se desarrolla en el Municipio Puebla, Estado de Puebla, se elabora un análisis dentro de una zona con altos niveles de afluencia vehicular y que cuenta con instalaciones especiales de transporte público, un área ubicada en el Corredor Industrial la Ciénega, esta zona tiene una alta movilidad de vehículos pesados, por lo que dificulta mucho las actividades de reducción de carriles para trabajos derivados de una construcción. (Figura 2.1)

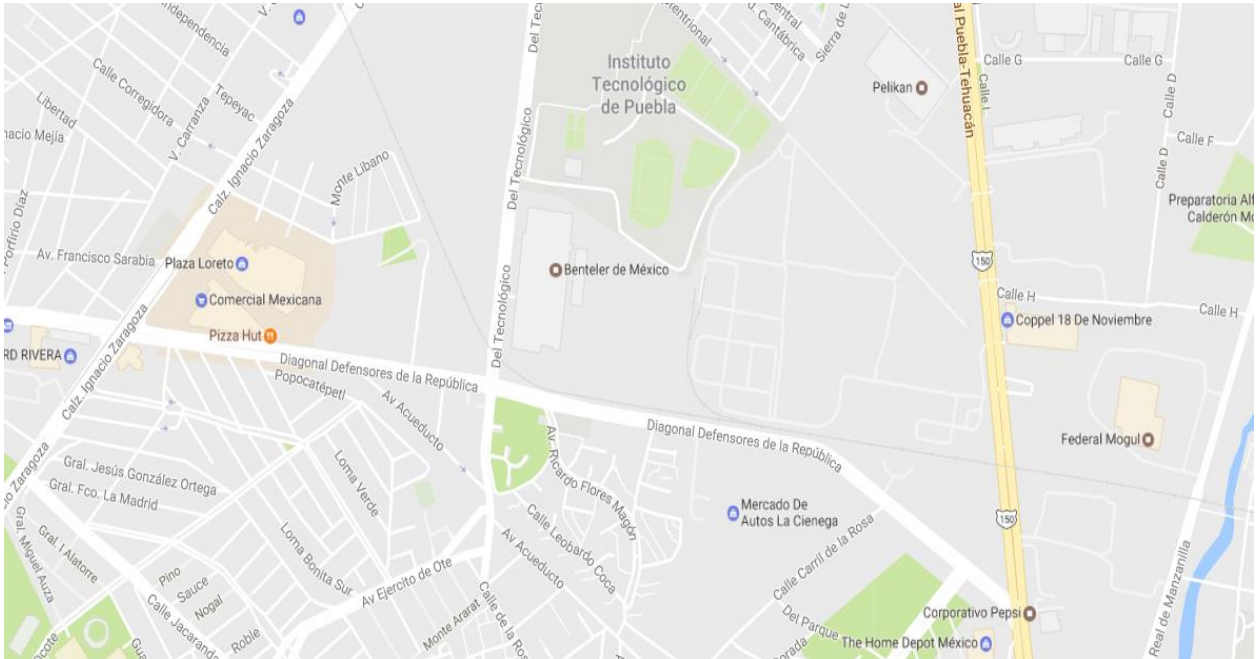


Figura 2.1 Ubicación del proyecto. (Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>)

El servicio será alimentado por la S.E. FUERTES, la cual se encuentra ubicada a 700.00 metros de la empresa, se contemplan dos planteamientos para la construcción de la línea de alta tensión.

2.3 Propuesta Aérea

La primera propuesta es modernizar la línea de forma aérea por lo que se implementa un trayecto que recorre por Diagonal Defensores de la República, posteriormente existe una deflexión hacia Calle Libredo Rivera hasta el punto de cambio a Calle de la Rosa, para ingresar a través de las instalaciones del área de construcción Fuertes. (Figura 2.2)



Figura 2.2 Trayectoria aérea. (Fuente: Propia)

Este trayecto cuenta con varios inconvenientes de saturación de las avenidas principales por: alumbrado público, redes de media tensión, instalaciones de gas, agua potable, drenaje y telefonía.

2.4 Características particulares del proyecto aéreo

Dentro de la propuesta aérea y subterránea se establecen ciertas condiciones de los procesos constructivos y materiales indispensables para determinar la ejecución de los trabajos y definir actividades, se indican algunas de ellas que se deben considerar como conceptos de análisis durante la elaboración del proyecto, catálogo de conceptos y presupuesto base.

2.4.1 Ingeniería civil y electromecánica del tramo aéreo

Existen conceptos que aplican tanto para el proyecto aéreo como el subterráneo, dentro de las actividades más comunes destacan: localización de estructuras, sistema de red de tierras y las cimentaciones para las estructuras de transición. Las actividades particulares de la línea tipo aérea son las siguientes:

2.4.1.1 Localización de estructuras en el terreno

Las estructuras a localizar corresponden al poste troncocónico de transición, así como los postes troncocónicos de paso y de deflexión, el diseño de estas estructuras es propiedad de la CFE, con disposición de conductores en forma horizontal, desde la transición de la salida de la S.E. FUERTES hasta la estructura de llegada a la percha de la subestación de la empresa solicitante. Como parte del alcance se obtienen y entregan a la CFE las referencias geodésicas de cada sitio de ubicación de las estructuras que componen el proyecto.

2.4.1.2 Cimentaciones

Aplica las especificaciones generales para la construcción de líneas de alta tensión aéreas; se deben implementar las actividades de excavación con equipos de perforación adecuado, de acuerdo a la profundidad de las pilas, lo establecido en el manual de líneas y los resultados del estudio de mecánica de suelos; además de instalar ademes metálicos sí es necesario.

Dentro del alcance se incluye la actividad de acarreo del material producto de la excavación hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio que corresponda. El habilitado y armado de acero de refuerzo que conforman las jaulas para la cimentación, debe ser ejecutado con la cantidad de acero proyectado, diámetros indicados en los planos, así como las separaciones del armado.

También entran en este apartado el concreto premezclado para la plantilla y el concreto para la pila de cimentación, este se encuentra regulado de acuerdo a las características y condiciones generales de la especificación CFE C0000-15 "Concreto para la construcción de estructuras y cimentaciones de subestaciones eléctricas de

potencia y líneas de transmisión”; se utiliza cemento tipo CPO 3OR BRA/RS de acuerdo a la Norma NMX-C-414-ONNCCE, si las condiciones contaminantes o del área a instalar son especiales, se evalúa la opción de instalar un concreto especial que satisfaga las necesidades del proyecto.

Dentro de este concepto se incluirán los trabajos y materiales asociados a la instalación del sistema de tierras para el poste troncocónico de transición de acuerdo a la especificación red de puesta tierra para estructura de líneas de transmisión aéreas de 69 kV a 400 kV en construcción.

2.4.1.3 Sistema de red de tierras

El sistema de tierras en los pozos de visita tiene como finalidad primordial resguardar las condiciones de seguridad del sistema y drenar a tierra las sobretensiones de las pantallas metálicas originadas por la inducción de la corriente en el conductor en condiciones normales y de emergencia del sistema subterráneo.

2.4.1.4 Montaje de estructuras

Las estructuras a montar corresponden a los postes de troncocónicos de transición, paso y deflexión, para fines de este proyecto, el solicitante solo requiere un circuito para su servicio, sin embargo la propuesta es considerar la modificación de estructuras de dos circuitos existentes a estructuras para cuatro circuitos, se debe recordar que el diseño es responsabilidad de EPS Transmisión, se realiza el tendido de conductores con disposición en forma horizontal, desde la transición de la S.E. FUERTES hasta la estructura de llegada a la percha de la subestación de la empresa solicitante.

Cada poste tiene características diferentes, sus capacidades de carga dependen de su diseño, la implementación de una determinada estructura se realiza de acuerdo a las necesidades de perfil y planta del proyecto, ya sean estructuras de paso, deflexión a los 10°, 30°, 60° o 90° y de remate.

2.4.1.5 *Tendido de cable conductor*

Una de las últimas actividades del proceso constructivo de la línea aérea consiste en el tendido del conductor, en este caso se proyecta cable ACSR 795, no se contempla un conductor de mayor calibre debido a la tensión eléctrica del proyecto y la longitud de la línea, no olvidemos que todo diseño de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas debe ser analizados y aprobadas por el CENACE. La implementación de los diferentes tipos de empalmes y herrajes para la sujeción del cable, así como el aislamiento, se requiere de acuerdo al tipo de estructura que se establece.

2.4.1.6 *Ingeniería de distribución de fibra óptica*

La ingeniería de distribución de fibra óptica se realiza para determinar las cantidades del suministro de cable OPGW y el número de fibras que se instalarán, desde el marco de remate de la S.E. FUERTES hasta la estructura de llegada a la percha de la subestación de la empresa solicitante.

2.4.1 *Ingeniería de las estructuras*

Se determina una propuesta con tres tramos en específico, de los cuales se aprecia la utilización de manera predominante de los postes troncocónicos Tipo 1219 DMP y 1419 DMP, conforme a la disposición del terreno y la trayectoria establecida (Anexo 1).

También se observa como primera en la estructura de la línea, un poste de transición con su pozo de visita, de la cual aplica la norma CFE-TRATPT-1/3 transición aéreo - subterránea alta tensión en poste troncocónico piramidal (1/2 circuitos).

Las estructuras que se instalen en la línea deberán apegarse a la especificación 011 CFE J6100-54 *Postes Metálicos de Transmisión*; en los incisos siguientes se puede apreciar la distribución de las estructuras de acuerdo a lo indicado en las Normas de Distribución - Construcción de Sistemas Aéreos.

2.4.2.1 Estructuras

TRAMO 1: Las estructuras a utilizar en este tramo es el poste de troncocónico de deflexión 1219 DMP el cual se encuentra justo fuera de la Subestación FUERTES, este realiza las actividades de entronque con otro poste que se encuentra frente a la bahía de 115 kV, sin embargo no consideramos el poste dentro de las subestación con la finalidad de separar las actividades de línea y subestación. (Tabla 2.1)

N° DE EST	TIPO DE ESTRUCTURA	USO	CANTIDAD DE CIRCUITOS	DEFLEXION (°)	CLARO MEDIO HORIZONTAL (M)	ALTITUD MENOR O IGUAL A (msnm)
1	1219 DMP	DEFLEXIÓN	1	90	-	2200
2	1419 DMP	DEFLEXIÓN	1/3	90	105.19	2200

Tabla 2.1 Relación de estructuras en el tramo 1 aéreo. (Fuente: Propia)

TRAMO 2: Las estructuras a utilizar en este tramo son estructuras de deflexión para cuatro circuitos, es la zona en la que se realiza la modernización de la línea y se considera el cambio de conductor, dejando la disposición existente de un conductor por fase, a continuación se indica los usos máximos. (Tabla 2.2)

N° DE EST	TIPO DE ESTRUCTURA	USO	CANTIDAD DE CIRCUITOS	DEFLEXION (°)	CLARO MEDIO HORIZONTAL (M)	ALTITUD MENOR O IGUAL A (msnm)
2	1419 DMP	DEFLEXIÓN	1/3	90	105.19	2200
3	1413 DMP	DEFLEXIÓN	1/3	30	82.53	2200
4	1419 DMP	DEFLEXIÓN	1/3	90	113.52	2200

Tabla 2.2 Relación de estructuras en el tramo 2 aéreo. (Fuente: Propia)

TRAMO 3: Las estructuras a utilizar en este tramo son estructuras de deflexión para dos circuitos, es esta zona se da la construcción de la línea continuando con la disposición existente de un conductor por fase, a continuación se indica los usos máximos. (Tabla 2.3)

N° DE EST	TIPO DE ESTRUCTURA	USO	CANTIDAD DE CIRCUITOS	DEFLEXION (°)	CLARO MEDIO HORIZONTAL (M)	ALTITUD MENOR O IGUAL A (msnm)
4	1419 DMP	DEFLEXIÓN	3/1	90	113.52	2200
5	1219 DMP	DEFLEXIÓN	1	90	43.24	2200
6	1211 DMP	DEFLEXIÓN	1	10	106.00	2200
7	1219 DMP	DEFLEXIÓN	1	90	101.62	2200
8	1219 DMP	DEFLEXIÓN	1	90	61.80	2200

Tabla 2.3 Relación de estructuras en el tramo 3 aéreo. (Fuente: Propia)

2.4.2.2 Características particulares de cables

Para este concepto se consideran que a las longitudes de los cables conductores, fibra óptica OPGW e hilo de guarda, se adicionan los porcentajes correspondientes a las catenarias que oscila entre 5 % y 8 % adicional la longitud horizontal de tendido.

2.4.2.3 Cable conductor

Para el proyecto se considera cable ACSR calibre 795, de acuerdo a Especificación CFE E0000-18 *Cable Aluminio con Cableado Concéntrico y Núcleo de Alambres de Acero Recubrimiento de Aluminio Soldado (ACSR/AS)*. No se deberá realizar ningún empalme de conductor, los herrajes y accesorios considerados para el tendido del cable conductor son: Conjuntos de tensión a compresión para un conductor por fase con una cadena de aisladores para tensión de 69 kV a 161 kV y se deben apegar a lo indicado en la especificación CFE 2C301-15 *Herrajes y Conjuntos de Herrajes para Líneas de Transmisión Aéreas con Tensiones de 69 kV a 400 kV*.

2.4.2.4 Hilo de Guarda

Cable AAS 7#8, el cual debe cumplir lo que se establezca en la NOM-008-SCFI *Sistema General de Unidades de Medida* apegándose a las especificaciones CFE E0000-22 *Cables de Guarda*.

2.4.2.5 Fibra óptica

El cable de fibra óptica OPGW tendrá de cantidad de fibras: 36 (treinta y seis); en lo que sea aplicable cumplirá con la Especificación CFE-E1000-21 *Cables de Guarda para Fibras Ópticas*. Los herrajes accesorios utilizados para su sujeción de la fibra óptica al poste tendrán que apegarse a lo indicado en la especificación CFE E1100-21 *Herrajes, Conjunto de Herrajes y Accesorios para Cable e Guarda con Fibras Ópticas*, no olvidando que en el punto de la transición a la subestación del solicitante se debe considerar una caja de empalme.

2.5 Propuesta Subterránea

La segunda opción es la construcción de una línea de alta tensión de manera subterránea, la cual tiene una trayectoria similar, con esta alternativa se aprovechan los espacios libres de avenidas poco concurridas; dando como resultado un trayecto que pasa por Diagonal Defensores de la República, cruzando por la calle Obrero Campesina, accediendo por la subestación Fuertes por Calle Acueducto (Figura 2.3), el trayecto tiene una longitud total de 780.00 metros, los cuales generan un proyecto bien definido.



Figura 2.3 Trayectoria Subterránea. (Fuente: Propia)

2.6 Características particulares del proyecto subterráneo

Cada proyecto conlleva su metodología de ejecución y de programación, la obra subterránea está íntimamente ligada con algunas actividades que no pueden cambiar de orden de ejecución, por lo que es indispensable que se ejecute conforme al proceso constructivo correspondiente, con la idea de evitar trabajos innecesarios e incrementos en costos.

2.6.1 Ingeniería civil y electromecánica del tramo subterráneo

A continuación se enuncian algunas de las actividades principales del proyecto, como: conceptos de análisis durante la elaboración del proyecto, catálogo de conceptos y presupuesto base; se debe recordar que hay actividades en común para proyectos aéreos y subterráneos, que son aquellas que fueron mencionadas en los puntos 2.4.1.1 - 2.4.1.3 del documento.

2.6.1.1 Censo de instalaciones

En este concepto se consideran el censo de instalaciones por medio de un equipo de resonancia, equipo electromagnético o sondas, para ubicar todas las instalaciones subterráneas existentes en la trayectoria de la línea subterránea y se tiene que ejecutar desde la estructura de transición en la salida de la S.E. FUERTES, hasta la estructura de transición de la subestación de la empresa solicitante.

Los resultados del censo se entregan a la CFE, indicando el tipo de instalación y la profundidad de las mismas, vaciando esta información en los planos de planta y perfil con el fin de que se tomen en cuenta para la planeación de la conformación del banco de ductos y la localización de pozos de visita del empalme, deflexión, paso, transición, galerías y trincheras, esto deberá ejecutarse de manera previa a iniciar la ingeniería de localización de estructuras.

2.6.1.2 Localización de estructuras en el terreno

Las estructuras a localizar corresponden al poste de transición, los pozos de visita y el banco de ductos, cuyo diseño es propiedad de la CFE, con disposición de conductores

en forma horizontal, desde la transición de salida de la S.E. FUERTES hasta la estructura de transición de la subestación de la empresa solicitante.

Como parte del alcance se obtendrán y entregarán a la CFE: las referencias geodésicas de cada sitio de ubicación de las estructuras que componen el proyecto y la distribución de los pozos de visita, que se hará de acuerdo a lo establecido en la determinación de la distancia máxima entre empalmes.

2.6.1.3 Banco de ductos

El proceso de construcción del banco de ductos se hará por medio de barrenación direccional (perforaciones direccionadas horizontalmente y verticalmente), que permiten una construcción rápida, eficiente, limpia y con un mínimo de afectaciones.

El barrenado para conformar los bancos de ductos, son las que se efectuarán para formar la sección donde se colocara la tubería que integrará los conductos para la instalación de los cables de potencia, los trabajos de barrenación se deben implementar en cualquier clase de material y se ubicarán según los planos de la trayectoria indicada por el censo de instalaciones. (Figura 2.4)



Figura 2.4 Perforación Direccional. (Fuente: <http://www.cielco.com.mx/perforacion-horizontal-direccional/>)

La cantidad de ductos depende del número de circuitos, se debe contemplar un ducto por fase del circuito, se ocupan tres ductos de 6" u 8" de tubería PAD, así como 2 tubos de 2" de tubería PAD por circuito (Figura 2.5), estos pueden variar de diámetro conforme lo indicado en la normas de diseño, ya que el diámetro del tubo se elige de acuerdo al calibre del conductor que se desea instalar.

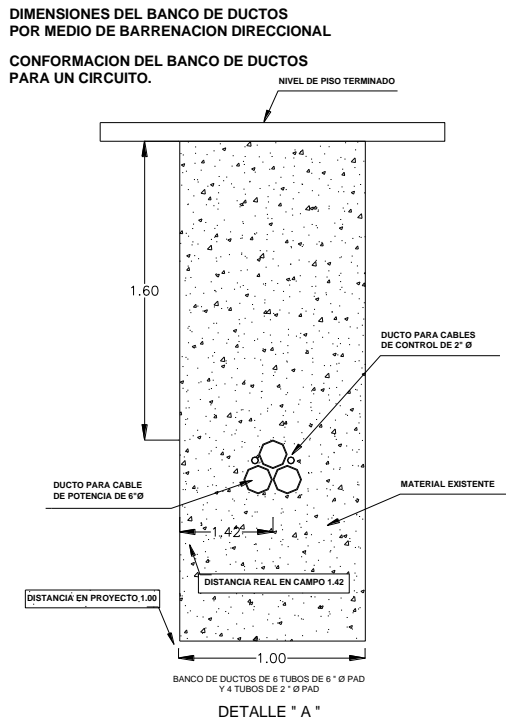


Figura 2.5 Trayectoria Subterránea. (Fuente: Propia)

Para la elaboración del banco de ductos se colocan tubos de polietileno de alta densidad para sistemas de cableado subterráneo conforme a la especificación CFE DF110-23 *Tubos de Polietileno de Alta Densidad para Sistemas de Cableado Subterráneo*.

2.6.1.4 Pozos de visita

Se efectuarán las excavaciones conformando la sección donde serán construidos los pozos de visita de transición, empalme deflexión, derivación, paso, mismos que conectarán a los bancos de ductos. Dentro del alcance se incluye la actividad de acarreo del material producto de la excavación hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio que corresponda.

Los pozos de vista se deben construir con muros de concreto armado, para tal caso, el habilitado y armado de acero para los muros, losa de fondo y losa tapa, deberán elaborarse con las características y la cantidad de acero proyectado, diámetros indicados en los planos, así como las separaciones del armado.

También entran en este apartado el concreto premezclado para la plantilla, muros y el concreto para la pila de cimentación del poste de transición, este se encuentra regulado de acuerdo a las características y condiciones generales de la especificación CFE C0000-15 “Concreto para la construcción de estructuras y cimentaciones de subestaciones eléctricas de potencia y líneas de transmisión”; se utiliza cemento tipo CPO 3OR BRA/RS de acuerdo a la Norma NMX-C-414-ONNCCE, si las condiciones contaminantes o del área a instalar son especiales, se evalúa la opción de instalar un concreto especial que satisfaga las necesidades del proyecto.

Dentro del concepto se incluyen los trabajos y materiales asociados a la instalación del sistema de tierras para el poste troncocónico de transición, así como los pozos de visita de acuerdo a la especificación red de puesta tierra para estructura de líneas de transmisión aéreas de 69 kV a 400 kV en construcción.

2.6.1.5 *Tendido de hilo de neutro*

Se refiere al tendido y colocación de un cable 30 ACS 19 N° 8, para esto se contempla un cable por circuito, el tendido se realiza a través de uno de los ductos de 2” de tubería PAD que conforman el banco de ductos, este debe de abarcar desde la transición de salida de la S.E. FUERTES hasta la estructura de transición de la subestación de la nueva empresa.

2.6.1.6 *Tendido de fibra óptica dieléctrica*

Se refiere al tendido y colocación de fibra óptica dieléctrica, este se considera un cable por circuito, se ocupa el segundo ducto de 2” de tubería PAD que conforman el banco de ductos, esta actividad de igual manera se realiza desde la transición de salida de la S.E.

FUERTES hasta la estructura de transición de la subestación de la nueva empresa. Aplica la Especificación CFE-E1000-21 *Cables de Guarda para Fibras Ópticas*.

2.6.1.7 Tendido de cable de potencia

Se refiere al tendido y colocación de cable de potencia, debemos recordar que el CENACE actualmente es quien determina las características y condiciones finales del cable a instalar, para estos fines se evalúa una de las condiciones más comunes que es: tendido de cable AL 1000 XLP, dicho cable se introduce dentro de la tubería que conforma el banco de ductos, y consiste en dar continuidad a los cables conductores, desde el poste de transición de salida de la S.E. FUERTES hasta la estructura de transición de la subestación de la nueva empresa.

Las características del cable de potencia a colocar serán conforme a los requerimientos de la línea subterránea basadas en la norma CFE-AT-DP *Diseño y Proyecto de Alta Tensión* y la especificación CFE E0000-17 *Cables de potencia para 69 kV a 138 kV con aislamiento XLP*.

2.6.2 Ingeniería de las estructuras

Se observa en el proyecto una propuesta con dos tramos en específico, de los cuales se aprecia la utilización de manera predominante de pozos de visita de 90° conforme a la disposición del terreno y la trayectoria establecida (Anexo 2).

La primera estructura de consiste en un poste de transición con su pozo de visita, le aplica la norma CFE-TRATPT-1/3 transición aéreo -subterránea alta tensión en poste troncocónico piramidal (1/2 circuitos), el suministro del poste deber apegarse a la especificación CFE J6100-54 *Postes Metálicos de Transmisión*, sin embargo, este elemento no se encuentra como parte de la línea ya que está ubicada dentro de las instalaciones de la subestación. En los incisos siguientes se puede apreciar la distribución de las estructuras de acuerdo a lo indicado en las Normas de Distribución - Construcción de Sistemas Subterráneos.

2.6.2.1 Estructuras

TRAMO 1: Las estructuras a utilizar en este tramo es el poste de troncocónico de transición de 115 kV de un circuitos el cual no se considera como alcance de la línea, pozos de visita de 90° y pozos de visita tipo X, para un circuito, un conductor por fase, se indican los usos máximos (Tabla 2.4)

N° DE EST	TIPO DE ESTRUCTURA	USO	CANTIDAD DE CIRCUITOS	DEFLEXIÓN (°)	CLARO MEDIO HORIZONTAL (M)	ALTITUD MENOR O IGUAL A (msnm)
0	POZO TRANSICIÓN 115 KV 1C	TRANSICIÓN	1	0	-	2200
1	POZO 90°	DEFLEXIÓN	1	90	-	2200
2	POZO X	DEFLEXIÓN	1	15	54.22	2200
3	POZO X	DEFLEXIÓN	1	134	35.52	2200
4	POZO 90°	DEFLEXIÓN	1	90	106.57	2200

Tabla 2.4 Relación de estructuras en el tramo 1 subterráneo. (Fuente: Propia)

TRAMO 2: Las estructuras a utilizar en este tramo son pozos de visita de 90°, de paso, pozo de empalme y pozo de transición para 115 kV, para un circuito, un conductor por fase, a continuación se indica los usos máximos. (Tabla 2.5)

N° DE EST	TIPO DE ESTRUCTURA	USO	CANTIDAD DE CIRCUITOS	DEFLEXIÓN (°)	CLARO MEDIO HORIZONTAL (M)	ALTITUD MENOR O IGUAL A (msnm)
4	POZO 90°	DEFLEXIÓN	1	90	106.57	2200
5	POZO EMPALME	EMPALME	1	0	148.74	2201
6	POZO 90°	DEFLEXIÓN	1	90	255.00	2204
7	POZO TRANSICIÓN 115 KV 1C	TRANSICIÓN	1	0	22.50	2205

Tabla 2.5 Relación de estructuras en el tramo 2 subterráneo. (Fuente: Propia)

2.6.3 Características particulares de cables

Para este concepto se considerarán que a las longitudes de los cables de potencia, cable de guarda, fibra óptica dieléctrica, se adicionarán las cantidades correspondientes a las cocas en pozos de visita, empalmes y bajadas en estructuras.

2.6.3.1 Cable conductor

Se implementa un cable AL 1000-XLP-115-100, el cual es un cable de aluminio calibre 1000 con un aislamiento de cadena cruzada para un Voltaje de 115 kV y un nivel de aislamiento del 100%, de acuerdo a Especificaciones CFE E0000-17 *Cable de Potencia Para 69 kV A 138 kV con Aislamiento de XLP*. Los empalmes a compresión para cable de potencia XLP serán instalados conforme lo indica la Norma de Referencia NMX-J-158 *Empalmes para Cables de Media Y Alta Tensión - Especificaciones y Métodos De Prueba*.

2.6.3.2 Hilo Neutro

Se considera Cable 30 ACS 19 N° 8, el cual debe cumplir lo que se establezca en la NOM-008-SCFI apegándose a las especificaciones CFE E0000-33 *Alambre y Cable de Acero con Recubrimiento de Cobre Soldado*.

2.6.3.3 Fibra óptica

El cable de fibra óptica dieléctrica tendrá de cantidad de fibras: 36 (treinta y seis), en lo que sea aplicable cumplirá con la Especificación CFE-E1000-21 *Cables de Guarda para Fibras Ópticas*.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS

La investigación realiza una evaluación de dos propuestas de obras, la primera es la modernización de una línea aérea de alta tensión y la segunda la construcción de una nueva línea subterránea de alta tensión, dichas propuestas económicas se apegan únicamente al costo directo de la obra, así que no nos enfocaremos al análisis del sobre costo de la obra conformado por costos indirectos, financiamiento, utilidad de la empresa y cargos adicionales de la obra, ya que el sobre costo se obtiene a partir de condiciones particulares, así como del esquema de trabajo de cada empresa que ejecute el proyecto, estos factores son muy variables, lo cual no son un motivo de evaluación de nuestro tema de estudio.

Para iniciar con la evaluación se debe recordar que la CRE emite los precios autorizados de cobro para los clientes interesados en que las EPS ejecuten obra en materia de aportaciones y construyan infraestructura solicitada, los cuales son publicados de manera oficial en el sitio web de la CFE y son actualizados mes con mes, en esta se puede ver de manera clara una relación de costos de actividades para la ejecución de proyectos, construcción, supervisión, adquisición de materiales de líneas nuevas, ya sea de tipo aérea o subterránea. (Figura 3.1)

[CFE](#) > [Licitaciones](#) > [Licitaciones de CFE](#)

Precio por obra solicitada

Se presenta el catalogo de precios unitarios por mano de obra, materiales y equipo. Para calcular y determinar la aportación definida en el artículo 12, del "Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en Materia de Aportaciones"

Precios Base Julio del 2013 Por año y mes Historial

Año que deseas consultar

Mes que deseas consultar

- ▶ Costos Administrativos y Cargos por Ampliación
- ▶ Costos de Construcción de Redes Aéreas
- ▶ Costos de Construcción de Redes Subterráneas
- ▶ Costos de Acometidas
- ▶ Costos Subestaciones
- ▶ Costos Alimentadores
- ▶ Banco de Capacitores en Alta Tensión
- ▶ Costos de Líneas de Alta Tensión
 - ▶ Kilometro de Línea de Subtransmisión (área normal) 115KV
 - ▶ Kilometro de Línea de Subtransmisión (área de normal)(con dispositivo de fibra optica) 115kv
 - ▶ Kilometro de Línea de Subtransmisión Subterráneas (conductores de aluminio)
 - ▶ Kilometro de Línea de Subtransmisión Subterráneas (conductores de cobre)
 - ▶ Kilometro de Línea de Transmisión De 220 Y 400 KV
 - ▶ Costo por Estructuras de Líneas de Subtransmisión de 69 KV
 - ▶ Costo por Estructuras de Líneas de Subtransmisión de 115 KV
 - ▶ Costo por Estructuras de Líneas de Subtransmisión de 138 KV
 - ▶ Costo de Conductores por Hilo Kilometro, para Líneas de Subtransmission (Terreno Normal)
 - ▶ Costo de Conductores por Hilo Kilometro, para Líneas de Subtransmission (Terreno Abrupto)
- ▶ Reactores
- ▶ Factores de Ajuste
- ▶ Listado de Materiales y Fournio

Concursos, contratos y Testigos Sociales ▼

Procedimientos por LAASSP y LOPSRM ▼

Programas Anuales ▼

Venta de Bienes ▼

Denuncias Anónimas ▼

Figura 3.1 Precio por obra solicitada en materia de aportaciones. (Fuente:

<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/Aportaciones/>)

En las Tablas 3.1 a 3.3, se elabora una comparativa de costos de líneas áreas y subterráneas extraídas de la página de la CFE al mes de julio de 2018, las diferentes opciones disponibles para su proyección, ejecución y construcción, deben ser evaluados con base en las necesidades de las empresas privadas, se debe de tener en cuenta que estos costos son monitoreados y regulados, conforme al mercado nacional y son susceptibles de modificación.

COSTO POR KILÓMETRO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN (ÁREA NORMAL) 115 kV						
CARACTERÍSTICAS	MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACIÓN PERMANENTE	MANO DE OBRA CÍVIL Y ELECTRO-MECÁNICA	DISEÑO	SUPERVISIÓN	COSTO TOTAL	RETIRO
115kV-1C-1km-795 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$3,592,826	\$1,424,093	\$76,353	\$100,986	\$5,194,258	\$559,814
115kV-1C-1km-1113 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$3,797,089	\$1,424,093	\$76,353	\$100,986	\$5,398,521	\$559,814
115kV-2C-1km-795 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$4,353,835	\$1,643,106	\$76,353	\$100,986	\$6,174,280	\$669,659
115kV-2C-1km-1113 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$4,762,362	\$1,643,106	\$76,353	\$100,986	\$6,582,807	\$669,659
115kV-1C-1km-795 ACSR-TA (RURAL) TERRENO NORMAL	\$1,687,755	\$1,181,839	\$68,172	\$90,166	\$3,027,932	\$334,094
115kV-1C-1km-1113 ACSR-TA (RURAL) TERRENO NORMAL	\$1,640,767	\$997,480	\$51,129	\$67,625	\$2,757,001	\$262,087
115kV-2C-1km-795 ACSR-TA (RURAL) TERRENO NORMAL	\$2,578,183	\$1,429,168	\$68,172	\$90,166	\$4,165,689	\$445,277
115kV-2C-1km-1113 ACSR-TA (RURAL) TERRENO NORMAL	\$2,986,710	\$1,429,168	\$68,172	\$90,166	\$4,574,216	\$445,277
115kV-1C-1km-795 ACSR-TA (RURAL) TERRENO ABRUPTO	\$1,675,026	\$1,951,562	\$68,172	\$90,166	\$3,784,927	\$350,373
115kV-1C-1km-1113 ACSR-TA (RURAL) TERRENO ABRUPTO	\$1,879,057	\$1,951,562	\$68,172	\$90,166	\$3,988,957	\$350,373
115kV-2C-1km-795 ACSR-TA (RURAL) TERRENO ABRUPTO	\$2,643,357	\$1,831,207	\$71,581	\$94,675	\$4,640,819	\$441,310
115kV-2C-1km-1113 ACSR-TA (RURAL) TERRENO ABRUPTO	\$3,051,417	\$1,831,207	\$71,581	\$94,675	\$5,048,879	\$441,310

Tabla 3.1 Costo por kilómetro de línea de alta tensión de 115 kV tipo aérea. (Fuente:

<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/Aportaciones/>)

COSTO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (CONDUCTORES DE ALUMINIO Y COBRE)								
CARACTERÍSTICAS	MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACIÓN PERMANENTE	MANO DE OBRA ELECTRO-MECÁNICA	MANO DE OBRA CÍVIL	DISEÑO DEL PROYECTO	SUPERVISIÓN	PRUEBAS PARA PUESTA EN OPERACIÓN	COSTO TOTAL	RETIRO
115 kV-1C-1km-750 KCM-AL-XLP	\$10,122,237	\$2,152,744	\$7,169,281	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$19,950,885	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-750 KCM-CU-XLP	\$10,674,340	\$2,544,661	\$7,169,281	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$20,894,905	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-1000 KCM-AL-XLP	\$10,545,331	\$2,257,722	\$7,169,281	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$20,478,957	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-1000 KCM-CU-XLP	\$13,279,418	\$2,708,426	\$7,169,281	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$23,663,748	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-1600 KCM-AL-XLP	\$11,440,853	\$2,414,489	\$7,109,094	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$21,471,058	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-1600 KCM-CU-XLP	\$14,793,571	\$2,911,383	\$7,109,094	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$25,320,671	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-2000 KCM-AL-XLP	\$13,654,369	\$3,014,961	\$7,109,094	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$24,285,047	\$2,709,825.98
115 kV-1C-1km-2000 KCM-CU-XLP	\$16,649,491	\$3,471,265	\$7,109,094	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$27,736,472	\$2,709,825.98
115 kV-2C-1km-750 KCM-AL-XLP	\$20,023,054	\$4,165,518	\$7,169,281	\$82,345	\$328,664	\$230,951	\$31,999,813	\$2,709,825.98
115 kV-2C-1km-750 KCM-CU-XLP	\$21,127,260	\$4,949,352	\$7,169,281	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$34,118,804	\$5,369,262.63
115 kV-2C-1km-1000 KCM-AL-XLP	\$20,869,242	\$4,375,473	\$7,169,281	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$33,286,908	\$5,369,262.63
115 kV-2C-1km-1000 KCM-CU-XLP	\$26,337,414	\$5,318,873	\$7,169,281	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$39,698,480	\$3,969,559.13
115 kV-2C-1km-1600 KCM-AL-XLP	\$22,660,285	\$4,758,992	\$7,109,094	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$35,401,282	\$5,369,262.63
115 kV-2C-1km-1600 KCM-CU-XLP	\$29,003,591	\$5,738,784	\$7,109,094	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$42,724,381	\$5,369,262.63
115 kV-2C-1km-2000 KCM-AL-XLP	\$27,268,382	\$5,937,542	\$7,109,094	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$41,187,929	\$5,369,262.63
115 kV-2C-1km-2000 KCM-CU-XLP	\$31,737,677	\$6,858,547	\$7,109,094	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$46,578,229	\$5,369,262.63

Tabla 3.2 Costo por kilómetro de línea de alta tensión de 115 kV tipo subterránea. (Fuente:

<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/Aportaciones/>)

COSTO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS									
CARACTERÍSTICAS	MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACIÓN PERMANENTE	MANO DE OBRA CIVIL Y ELECTROMECÁNICA	DISEÑO DEL PROYECTO	SUPERVISIÓN	PRUEBAS PARA PUESTA EN OPERACIÓN	COSTO TOTAL	RETIRO	COMPARATIVA I (AÉREO - SUBTERRÁNEO)	COMPARATIVA II (AÉREO - SUBTERRÁNEO)
115kV-1C-1km-795 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$3,592,826	\$1,424,093	\$76,353	\$100,986		\$5,194,258	\$559,814.00		
115kV-2C-1km-795 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$4,353,835	\$1,643,106	\$76,353	\$100,986		\$6,174,280	\$669,659.00		
115 kV-1C-1km-1000 KCM-AL-XLP	\$10,545,331	\$9,427,003	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$20,478,957	\$2,709,825.98	394.26%	
115 kV-1C-1km-1000 KCM-CU-XLP	\$13,279,418	\$9,877,707	\$82,345	\$193,327	\$230,951	\$23,663,748	\$2,709,825.98	455.58%	
115 kV-2C-1km-1000 KCM-AL-XLP	\$20,869,242	\$11,544,754	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$33,286,908	\$5,369,262.63		539.12%
115 kV-2C-1km-1000 KCM-CU-XLP	\$26,337,414	\$12,488,154	\$82,345	\$328,664	\$461,902	\$39,698,480	\$3,969,559.13		642.97%

Tabla 3.3 Comparativa de costos de líneas de alta tensión aéreo y subterráneo de 115 kV. (Fuente: Propia)

De acuerdo a lo indicado en las relaciones de costos anteriores, la línea subterránea es más cara, esto se puede atribuir a la implementación de equipos especializados para la perforación y algunos materiales que se utilizan para la construcción, los cuales no son de origen nacional, esto trae como consecuencia costos elevados ya que tienen una fluctuación que penden del tipo de cambio del dólar.

Se visualiza una variación de costos entre línea aérea y subterránea de un circuito de 394.26 % y una variación en costos entre línea aérea y subterránea de dos circuitos de 539.12 %, sin embargo, estos datos solo son válidos para construcciones nuevas con situaciones idóneas, en las cuales se discrimina por completo deflexiones o elevaciones a lo largo de la trayectoria, puesto que estas pueden ser un factor importante ya que ante este escenario, se necesita implementar otro tipo de infraestructura, lo que impacta directamente en el precio final.

Dentro de los costos establecidos por la CRE no se toma en consideración las indemnizaciones de predios, actividades previas y gestorías de permisos. Partiendo de que la construcción de una línea aérea es más económica y debido al poco espacio existente en la zona para la construcción una nueva línea aérea, se plantea que la modernización de la línea aérea existente es una mejor alternativa para abatir costos, en comparación con la construcción de un nuevo circuito subterráneo, el cual, como resultado de la comparativa de costos de la Tabla 3.3, se define que es más caro.

Se considera que el proyecto debe adecuarse a las condiciones de trabajo que se encuentran a ejecutarse por la CFE, es decir, con la finalidad de entrar en las condiciones reales de licitación de un proyecto para una empresa productiva del Estado, nos apegaremos a las nuevas disposiciones de contratación, se realiza la evaluación completa de los conceptos del proyecto con estricto apego a los requerimientos mínimos que se consideran como indispensables en el análisis.

3.1 Criterios de evaluación de ofertas de materiales

Para la conformación de los precios unitarios se elaboró una investigación de mercado, tomando como base el procedimiento establecido en el inciso 6.1 Metodología para calcular el Precio Máximo de Contratación, el cual establece que se debe de obtener el Precio Máximo de Contratación (PMC) por medio de cotizaciones de materiales, definiendo intervalos de precio considerando siempre N-1 datos de cotización (siendo N el número total de cotizaciones), posteriormente se determina la frecuencia de los intervalos, se identifica el intervalo con mayor frecuencia y se obtiene la media aritmética del intervalo, el cual, comparado con la cotización más baja, el menor de los dos proporcionara el PMC (Comisión Federal de Electricidad, 2015, págs. 4 - 6).

Con esta metodología se puede determinar el precio de adquisición de los insumos, en específico de materiales, equipos y maquinaria necesaria para la ejecución de los trabajos; no se aplica el mismo método para establecer la mano de obra, ya que esta se encuentra regida por otros factores.

Se aplicaron diferencias al proceso indicado en la disposición específica, ya que la técnica sugiere que se deben adquirir costos de por lo menos tres fuentes distintas de cotización por insumo, sin número máximo, con la finalidad obtener el Precio Máximo de Contratación de la obra, el cual no es alcance del proyecto. Como fuentes de información no se aplicaron precios de insumos del Catálogo de Precios de la CRE, tampoco se utilizaron costos de algún sistema que recopile información histórica de manera institucional por parte de la CFE, ni propuestas económicas de licitaciones anteriores. Las fuentes de información que se implementaron son de cotizaciones de materiales, equipos y maquinaria por parte de proveedores externos. Esto hace que los presupuestos obtenidos a costo directo, sean lo más apegados posible al mercado actual, dando

certidumbre, recordando que los costos de materiales, fueron cotizados para el Estado de Puebla, así como los fletes se calculan para el sitio de la obra en análisis.

El procedimiento realizado se resume de la siguiente manera, del número total de fuentes de cotización obtenidas, se debe discriminar aquel costo que se identifique fuera del rango a evaluar, una vez excluido se procede a realizar el promedio del número de propuestas económicas restantes, el cual nos arroja un precio máximo de adquisición del insumo.

Con esta metodología nos aseguramos de tener una línea de trabajo que pueda ser verificada y actualizada de manera constante, ya que la vigencia de este estudio de mercado es de máximo tres meses y por tal motivo es indispensable este proceso y se vuelve particular en cada proyecto.

3.2 *Elaboración de precios unitarios*

Algunos de los insumos a suministrar o implementar son de origen extranjero y su cotización se realiza en Dólares, para fijar esta situación evitando oscilaciones en el precio de los materiales y variaciones dentro del tiempo de elaboración del estudio, se realiza una recopilación del tipo de cambio diario que se presentó en los meses de Abril a Julio de 2018 (Anexo 3), dicho datos tienen como fuente la página de internet del Banco de México (BANXICO), se generó la siguiente relación de promedios mensuales (Tabla 3.1) de la cual se obtiene como media aritmética por un monto de \$19.30 M.N., el cual se implementa como tipo de cambio para materiales primarios, como son los postes de transición, terminales y apartarrayos.

Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU.A., pagaderas en la República Mexicana	
Mes	Media aritmética mensual
Abril	\$ 18.35
Mayo	\$ 19.46
Junio	\$ 20.31
Julio	\$ 19.10
Media aritmética del periodo	\$ 19.30

Tabla 3.1 Media aritmética de tipo de cambio, meses de Abril - Julio de 2018. (Fuente: Propia)

Es conocido que la situación ha sido directamente inferida por la inestabilidad política y económica de nuestro país, así como las diferentes problemáticas que se han suscitado con los Estados Unidos de Norte América, por lo tanto, se establece este mecanismo para disminuir los riesgos que implican esta volatilidad cambiaria.

3.2.1 Tabulador de Salarios

Los salarios considerados en los análisis de precios unitarios se apegan directamente al tabulador de salarios del Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), el cual se actualiza en el mes de Mayo de cada año; en los procesos licitatorios por la CFE y en apego al Contrato Colectivo de Trabajo de la CFE, se indica que no se puede presentar una oferta económica con pago de mano de obra inferior a lo indicado en dicho tabulador, se puede realizar una propuesta igual o mayor, pero por ningún motivo será menor, ya que esto es motivo de desechamiento de una propuesta, por consiguiente se implementan los salarios de estos tabuladores, sin realizar una investigación de mercado.

3.2.2 Factor de salario real (FASAR)

El factor de salario real se encuentra definido por las condiciones del Contrato Colectivo de Trabajo y la Ley Federal del Trabajo, resaltando como puntos dominantes de este análisis: 61 días de aguinaldo, 12 días de vacaciones, prima vacacional del 25%, 7 días festivos oficiales, 6 días no laborables según contrato colectivo y 5 días por sindicato (Comisión Federal de Electricidad; Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana, 2018).

3.2.3 Rendimientos de obra

Los rendimientos de mano de obra y maquinaria implementada en los precios unitarios, se tomaron con base en dos factores indispensables: experiencia de los trabajadores que se han desempeñado en supervisar este tipo de obras especializadas, con la información plasmada en las notas de bitácoras donde se indicaban los avances de obra, así como de los *Catálogos de Costos Directos* la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), generando rendimientos lo más apegados a la realidad.

3.2.3 Método de análisis

Aun cuando se realizó el análisis de todas las tarjetas de los conceptos de obra necesarios para este trabajo, únicamente se presentan en los Anexos 18 y 19 la parte más representativa, esto siguiendo la Ley de Pareto: 80 - 20, el cual define que el 20% de las actividades son las predominantes y dan el 80% de los resultados y costos de la obra.

El objetivo principal es proporcionar información que nos permita realizar un estudio lo más apegado a los costos actuales de mercado, complementado con los rasgos principales de la *Aplicación de Criterios de Evaluación de Ofertas en Materia de Adquisiciones, Arrendamiento*. En los siguientes apartados se realiza una descripción completa de ambas propuestas de proyecto, se definen los criterios generales y alcances para la creación y elaboración de los proyectos.

3.3 Proyecto Aéreo

El proyecto aéreo se plantea de la siguiente manera: La línea de 115 kV sale de la percha de la S.E. FUERTES rumbo a la calle Acueducto a través de una estructura 1219 DMP, la trayectoria de la línea gira a la derecha hasta entroncarse con la Calle Librado Rivera en la cual realiza un cambio de dirección de 76° por medio de un poste troncocónico tipo 1419 DMP, (la estructura se considera de cuatro circuitos con la finalidad de realizar el libramiento de la catenaria del conductor y evitar el contacto con el poste de transición que se encuentra a la salida de la S.E. FUERTES), el trayecto de la línea continua por la Calle Librado Rivera con dirección hacia la Diagonal Defensores de la República, dentro del proyecto se considera el retiro de la estructura E1 que se encuentra indicada en la Figura 3.1; 5.00 metros después de dicha estructura se plantea la instalación de un poste 1413 DMP, se requiere la adecuación de esta estructura con la finalidad de que albergue los circuitos que actualmente están en operación (CTO El Conde - CTO Oriente) y se pueda instalar el nuevo circuito para la atención a la empresa requirente, una situación similar pasa con la estructura E2 ubicada 113.52 mts adelante, la cual se debe realizar el retiro de la estructura y metros adelante se proyecta la instalación de un postes troncocónico 1419 DMP, este poste realizara la derivación de las líneas de los circuitos existentes sobre la Diagonal Defensores de la República.

La primera derivación tendrá dirección hacia el Viaducto Ignacio Zaragoza, entroncando con la estructura E3, en la cual concluye con el tendido del conductor de los dos circuitos existentes hasta este poste troncocónico.

El nuevo circuito de la empresa solicitante se dirige con sentido hacia la Carretera Federal Puebla – Tehuacán, llegando a una estructura 1219 DMP, se considera la instalación de esta estructura proyectando una posible ampliación de otro circuito, sin embargo, no se realiza la proyección de la instalación de los brazos del segundo circuito, ya que se debe recordar que la propuesta debe ser lo más económicamente viable posible, continua la trayectoria con un poste 1211 DMP el cual sigue el mismo patrón de vestido de la estructura anterior, llegando a una estructura 1219 DMP la cual se vestirá de manera completa con la finalidad de acomodar las fases, facilitando la deflexión de la trayectoria de la línea hacia la última estructura 1219 DMP, previa a la percha de la subestación de la empresa solicitante (Plano de planta del proyecto aéreo se visualiza con detalle en Anexo 1).

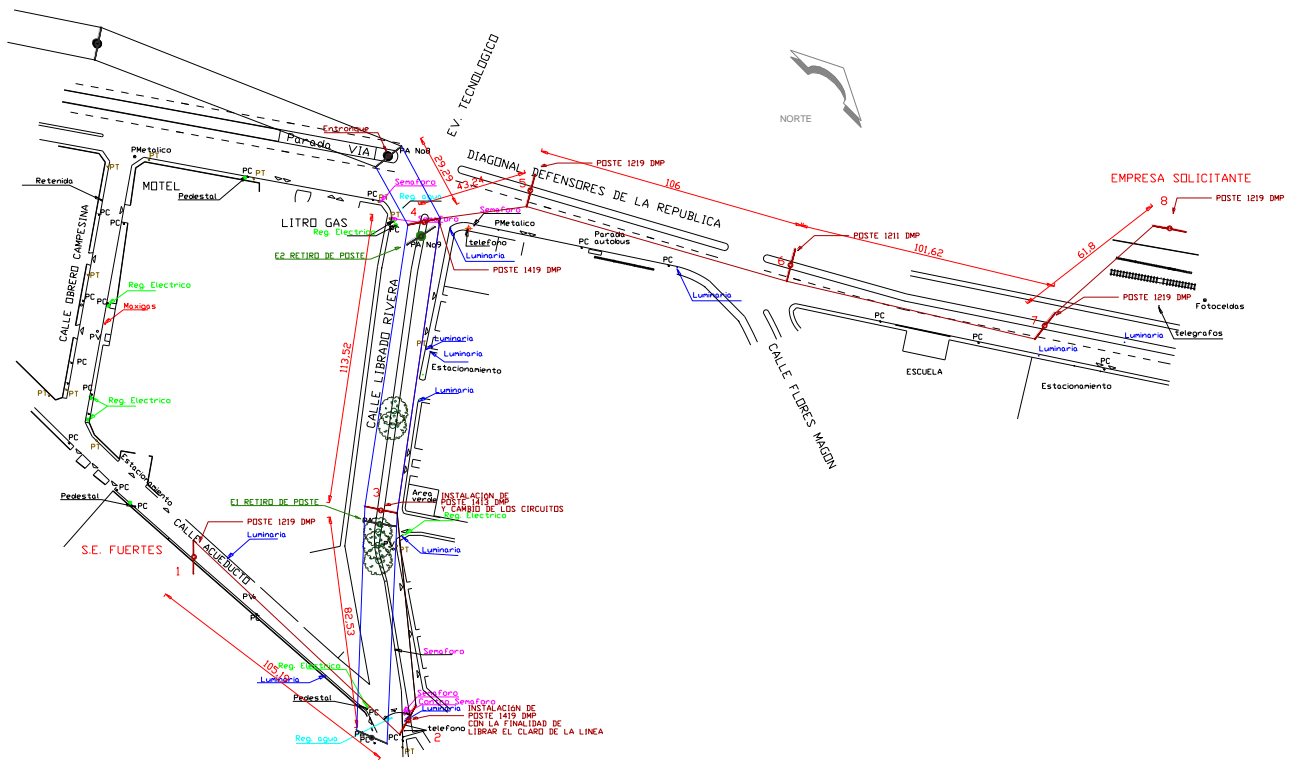


Figura 3.1 Plano de Planta, Proyecto Aéreo. (Fuente: Propia)

El catálogo de conceptos que corresponde al proyecto aéreo se encuentra dentro de los Anexos con el numeral 4; dicho catálogo se desarrolla con base en generadores de obra previamente calculados para esta propuesta económica y atienden a los planos de los elementos fundamentales que integran la propuesta, como son:

- Planos de cimentaciones de postes tipo troncocónicos

Anexo 6 Cimentaciones de postes troncocónicos de dos circuitos

Anexo 7 Cimentaciones de postes troncocónicos de cuatro circuitos

- Planos de los postes troncocónicos

Anexo 8 Poste troncocónico 1419 DMP

Anexo 9 Poste troncocónico 1416 DMP

Anexo 10 Poste troncocónico 1219 DMP

Anexo 11 Poste troncocónico 1211 DMP

Para el caso particular de las cimentaciones de los postes troncocónicos, ya que no se cuenta con una mecánica de suelos particular de cada uno de los puntos donde se considera desplantar cada una de las estructuras del proyecto, se opta por implementar la propuesta de cimentación más desfavorable, la cual, de acuerdo a los lineamientos técnicos para el desarrollo de líneas aéreas de 69 a 138 kV, corresponde a un terreno cohesivo en estado blando con capacidad de 0.5 kg/cm^2 .

Esta propuesta de suelo se mantendrá para todas las estructuras que integran el proyecto aéreo con la finalidad de obtener un costo máximo que permita obtener resultados convincentes en nuestra comparación. Se debe especificar que la propuesta aérea implica colados sobre el nivel de terreno natural, estos tienen la finalidad de proteger las estructuras contra cualquier tipo de impacto y se consideran con motivos de seguridad, de igual manera nos ayuda y proporciona altura adicional que favorece a librar elementos que se puedan encontrar en la trayectoria.

3.4 Proyecto Subterráneo

El proyecto subterráneo se describe en los siguientes términos:

Se realiza una transición aéreo subterránea de la línea dentro de la Subestación FUERTES, saliendo de esta y llegando a la Calle Acueducto, con un pozo de visita de 90°, más adelante sobre la misma calle se contempla un pozo tipo X, la trayectoria continúa rumbo al poniente hasta llegar a la Calle Obrero Campesina en la cual se considera la instalación de un pozo de visita tipo X para realizar la deflexión de la línea, la cual supera los 90°, continua el recorrido hasta llegar a la Diagonal Defensores de la República, en la esquina se implementa la instalación de un pozo de visita de 90° para continuar sobre la misma Diagonal, 148.74 mts más adelante, como se indica en el manual de líneas de transmisión subterránea, se realiza la colocación de un pozo de visita de paso tipo empalme, el cual tiene la función de apoyo para las maniobras de mantenimiento de la línea; a 255.00 mts se instala un pozo de visita de 90° con el cual se realizará el cruce de la Diagonal Defensores de la República, en este tramo se consideran actividades adicionales ya que antes de llegar a la entrada de la Subestación de la empresa solicitante, se encuentran las vías del tren, las condiciones topográficas del terreno tienen cambio abruptos, y no obstante las cargas generadas por los esfuerzos dinámicos del tren son elevados, con la finalidad de evitar situaciones que pongan en riesgo la seguridad del proyecto subterráneo, así como de las instalaciones férreas se sugiere realizar la transición de la línea poco antes del cruce con las vías del tren y de esta manera ejecutar una conexión del tipo aéreo a pie del predio de la empresa solicitante (Figura 3.2).

Esto conforme a lo indicado en el Reglamento de la Ley de Servicio de Energía Eléctrica en materia de aportaciones, el cual indica que la Comisión Federal de Electricidad no puede ejecutar obra en propiedad privada, únicamente se puede realizar en áreas que pertenezcan al uso público y se encuentren debidamente donadas al municipio. A continuación se ejemplifica el trayecto de la línea, así como la disposición de los pozos de visita a construir.

Es muy importante aclarar que el proyecto subterráneo tiene ventajas frente al proyecto aéreo, ya que las excavaciones pueden realizarse a la par que el armado y el habilitado de acero, siendo que esta última actividad puede ejecutarse en un área que no se encuentre cerca del sitio de excavación y trasladar el armado del acero justo antes de realizar el cimbrado del mismo, efectuando un proceso más eficiente. Esto permite que las actividades de perforación del banco de ductos sean más rápidas.

De igual manera se puede implementar el suministro de pozos de visita prefabricados, lo que implicaría una reducción de tiempos considerable en los diferentes conceptos a ejecutar, sin embargo, este panorama se tendría que evaluar en un trabajo posterior para conocer los costos que implica un cambio de este tipo en un proyecto.

3.5 Evaluación para aprobación

Dado que este proyecto tiene la finalidad de proporcionar un comparativo de costos entre una modernización y la adecuación de instalaciones existentes, contra una propuesta de construcción nueva de una línea subterránea, debemos considerar que los proyectos tienen que ser presentados ante CFE Transmisión y el CENACE para su aprobación.

La evaluación del CENACE para la aprobación de un proyecto, se hace en función de las necesidades que se presentan de manera actual y de acuerdo al crecimiento de las áreas de influencia que se encuentran dependientes del centro de carga (punto de conexión para un particular que solicita un servicio de energía eléctrica), así como de la infraestructura existente en la zona, afectaciones económicas, sociales y ambientales, derivadas de la construcción y, en algunos otros casos, cuando se impacta a otros niveles de tensión, se llegan a evaluar la influencia general a redes de Distribución, ya que esto puede influir en realizar otro tipo de adecuaciones de infraestructura que afectan directamente en la visión económica.

Por lo tanto, debemos tener en cuenta que estos proyectos son susceptibles a cambios considerables, el CENACE puede negar la aprobación de la construcción, inclusive puede solicitar una nueva propuesta completamente diferente a la inicial que se plantee como solución.

CONCLUSIONES

Los costos paramétricos que se tienen dentro del CATPRE, autorizados por la CRE, no son costos que se apeguen al análisis de todos los proyectos, si bien es verdad que este es la forma aprobada por la Secretaría de Energía y el CENACE para que realice cobros de obras por aportación, esto no prevé casos de modernizaciones, lo que dificulta realizar una comparativa real de cada posible solución, lo cual tiene una íntima relación con que una modernización completamente tiene características muy particulares y se debe analizar cada proyecto con detenimiento para dar la mejor solución.

En el análisis podemos apreciar que ambas líneas tienen costos muy similares, la propuesta aérea tiene un costo directo de \$11'895,040.32 M.N. y la propuesta subterránea asciende a \$12'249,380.07 M.N., la diferencia que existe entre ambas es de un 2.89%, lo cual no es un porcentaje significativo que propicie una tendencia a la modernización en este proyecto.

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS				
N°	Propuesta	Características de las líneas de alta tensión	Costo Directo de la obra	% Variación
1	Modernización de Línea Aérea	115kV-1C-0.614 km-795 ACSR-PT	\$ 11,895,040.32	2.89%
2	Construcción de Línea Subterránea	115kV-1C-0.623 km-AL-1000-XLP	\$ 12,249,380.07	
Diferencia			\$ 354,339.75	

Tabla comparativa de costos entre la modernización de una línea aérea y la construcción de una nueva línea subterránea. (Fuente: Propia)

Con los resultados obtenidos se descarta que la modernización de la línea aérea sea la opción más viable para este proyecto, ya que se puede identificar que las variaciones entre una construcción de una línea aérea de alta tensión y una modernización de una línea de alta tensión con estructuras más robustas, no son comparables con los costos de la construcción de una nueva línea subterránea.

En la siguiente comparativa se aprecia la diferencia de costos entre la construcción de una línea aérea nueva (datos tomados de la Tabla 1.3 basados en la información publicada por la CRE, considerando una longitud de 1.0 km) y la modernización de la línea aérea existente con una longitud de 0.614 km, mostrado en la siguiente Tabla.

COMPARATIVA ENTRE LÍNEAS AÉREAS A COSTO DIRECTO				
N°	Propuesta	Características de las líneas de alta tensión	Importe	% Variación
1	Construcción de línea Aérea	115kV-1C-1 km-795 ACSR-PT (URBANO) TERRENO NORMAL	\$ 5'194,258.00	235.83%
2	Modernización de línea Aérea	115kV-1C-0.614 km-795 ACSR-PT (MODERNIZACIÓN)	\$ 12'249,380.07	
Diferencia			\$ 7'055,122.07	

Tabla comparativa de costos entre la modernización de una línea aérea y la construcción de una nueva línea aérea. (Fuente: Propia)

Como se observa, los costos de la modernización de la línea aérea existente se encuentran muy por arriba de los costos de la construcción de la línea aérea, para ser precisos varían en un 235.83 %, sin embargo, recordemos que la construcción de la línea nueva no fue planteada de manera inicial ya que no existe espacio para generar un nuevo circuito aéreo.

Cabe señalar que no se encuentra dentro del alcance de este trabajo, analizar en ambas propuestas, costos de actividades previas para la construcción de las líneas, gestión y pago de permisos para la construcción en ambos proyectos, impacto económico de las pruebas de operación para ambas líneas, costos de libranzas para realizar la instalación de los postes troncocónicos en particular para la línea aérea; por lo que se puede indicar lo siguiente: la modernización de la línea aérea implica un costo adicional a la propuesta, ya que los pagos de libranzas son elevados y son establecidos por la CRE y el CENACE.

Este cargo adicional a la modernización de la línea aérea, deja en una situación desfavorable a esta propuesta, ya que dentro de la hipótesis se indica la creencia de que la modernización de la línea aérea sería económicamente viable y amortizaría los demás factores que no se encuentran en análisis de este proyecto, sin embargo, al tenerse como

resultado que ambos proyectos tienen importes a costo directo muy similares, se descarta la posibilidad de buscar la modernización para este proyecto.

También es importante recalcar que el Dólar es uno de los factores más importantes en esta comparativa, ya que la mayoría de los materiales que son unidades primarias para el desarrollo de ambos proyectos, se cotizan en Dólares y el análisis se desarrolla en medio de una elevada inestabilidad económica e incertidumbre política, por lo tanto, las condiciones monetarias son fluctuantes, por lo cual se optó por implementar la media aritmética de los datos diarios del tipo de cambio que se publicaron en la página de BANXICO, esto brinda resultados confiables en los presupuesto y con efectos a mediano plazo.

La construcción de una nueva línea subterránea deja en claro que es la mejor opción, ya que a pesar de ser ligeramente más cara, tampoco lo es por un porcentaje significativo, genera menores molestias dentro del proceso constructivo, ya que las áreas de trabajo se encuentran a los costados de la Diagonal Defensores de la República, a diferencia del proyecto aéreo, ya que este último se considera a ejecutar en el eje central de la Diagonal Defensores de la República y de la Calle Librado, lo que complica mucho las maniobras de construcción y genera mayores molestias a los usuarios que transitan en esas avenidas de alta afluencia vehicular, sin considerar que se tiene un índice alto de aforo de vehículos de carga pesada por ubicarse en una zona industrial, así también se encuentra la trayectoria del sistema de transporte RUTA, la cual no puede ser interrumpida.

Como se planteó al inicio del trabajo, se busca obtener propuestas viables que permitan a las nuevas empresas y la EPS CFE proporcionar valor al Estado, con mira en este objetivo, determinamos que en este proyecto en particular la opción de la modernización no es factible, de hecho genera muchos puntos de incertidumbre que más adelante pueden convertirse en focos rojos de atención, lo que a su vez desataría pérdidas económicas.

Estas son las situaciones no se deben permitir dentro de una propuesta para ninguna empresa, ya que en cualquier ámbito desencadena una crisis, que si es reincidente, provoca una situación puede llegar hasta el punto de la quiebra.

Recomendaciones

Cada uno de los proyectos tiene características particulares muy diferentes, esto es a raíz de las condiciones de cada lugar en donde se tiene planeado realizar una obra, así como la finalidad del proyecto.

Es indispensable que para cada proyecto se desarrollen dos propuestas como mínimo, las cuales deben plantear a fondo la propuesta técnica, como la propuesta económica, ya que esto da un claro panorama de las necesidades que se presentarán dentro de la ejecución de la obra, obviar este punto puede ser crítico e infructífero. Contar con una base de datos actualizada de insumos, maquinaria y herramienta necesaria, son factores indispensables para el éxito de un presupuesto.

Realizar un ponderado de incremento mensual a los materiales, no es la opción más recomendable, ya que en momentos en donde la economía del país se encuentra tan fluctuante, este método económico no permite definir un punto de equilibrio real, dejando muy abierta las opciones que pueden afectar de manera positiva o negativa.

Dado que la CRE es la encargada de establecer las tarifas autorizadas para cobros de obras por aportación y tarifas de energía eléctrica, se sugiere que sea analizada la posibilidad de solicitar un ajuste de tarifas que se encuentre zonificado, ya que se observan algunas disparidades entre los costos de obra obtenidos, lo que puede ser resultado de una generalización nacional por parte de la CRE.

Bibliografía

- Banco de México. (2016). Obtenido de Banco de México: <http://www.banxico.org.mx/>
- Comisión Federal de Electricidad. (Marzo de 2011). Diseño de Líneas Aéreas de 69 a 138 kV. *Lineamientos Técnicos*. México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad. (2012). *Manual de Diseño Electromecánico de Líneas de Transmisión Aéreas, Primera*. Ciudad de México, México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad. (2014). *Informe Anual 2014*. México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad. (07 de octubre de 2015). *Disposición Específica DA-002.- Aplicación de criterios de evaluación de ofertas en materia de adquisiciones, arrendamientos y contratación de servicios*. Ciudad de México, México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad. (Enero de 2015). *Especificación DCCSSUBT Construcción de Sistemas Subterráneos*. México, México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad. (2015). *Informe Anual 2015*. Ciudad de México, México: Autor.
- Comisión Federal de Electricidad; Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana. (2018). *Contrato Colectivo de Trabajo Único CFE-SUTERM 2018 - 2020*. México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación. (16 de diciembre de 2011). De la ejecución de las obras específicas y de las ampliaciones. *Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en Materia de Aptaciones (Sección cuarta)*. México, México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación. (20 de diciembre de 2013). *Decreto por el que se reforma y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía*. Ciudad de México, México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación. (11 de agosto de 2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. Ciudad de México, México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación. (11 de agosto de 2014). *Ley de la Comisión Federal de Electricidad*. Ciudad de México, México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación. (11 de enero de 2016). *Términos para la estricta separación legal de la Comisión Federal de Electricidad*. Ciudad de México, México: Autor.
- González Sancho, E. (Julio de 2014). *Simulador de Subestaciones Eléctricas 2.0*. Valladolid, España.
- International Energy Agency. (2011). *World Energy Outlook*. Resumen Ejecutivo.
- Jiménez Meza, O., Cantú Gutiérrez, V., & Conde Enríquez, A. (Abril de 2006). *Líneas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica*. Nuevo León, San Nicolas de la Garza, México.
- Peña, N. E. (2014). *Iniciativa con Proyecto de Decreto por el que se expide la Ley de la Industria Eléctrica*. Presidencia de la República, Ciudad de México.

Rueda, J. L. (June de 2016). *Reliability of Transmission Links Consisting of Overhead Lines and Underground Cables*, VOL. 31(NO. 3). IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY.
doi:10.1109/TPWRD.2015.2476596

Secretaría de Energía. (Enero de 2006). Energías Renovables. *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. Autor.

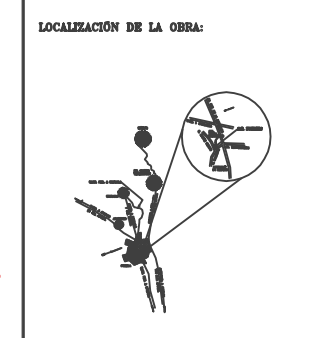
Secretaría de Energía. (2015). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2015 - 2019*. México: Autor.

World Wildlife Fund. (2011). *El Informe de la Energía Renovable 100% de Energía Renovable para el Año 2050*. Autor.

Anexos



BUAP
 TESIS:
 COMPARATIVA DE COSTOS PARA
 UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN
 ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AEREA Y UNA
 CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

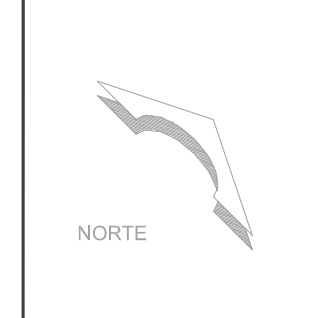


MAESTRIA EN CONSTRUCCIÓN
 ALUMNA:
 ING. ADRIANA LUNA LUNA
 DIRECTOR DE TESIS:
 M.I. JOSÉ SALVADOR MOZO ARISTA
 DIRECTOR EXTERNO DE TESIS:
 M.I. IRENE GÓMEZ REYES

SIMBOLOGÍA:
 — Línea Alta tensión
 — Poste tronocónico
 ● Maxigas
 ● PT
 ● PC
 ○ Reg. Electrico
 ○ Luminaria
 △ Entrada de vehculo
 ○ Semaforo
 ▨ Via de CCFF
 Malla ciclonica

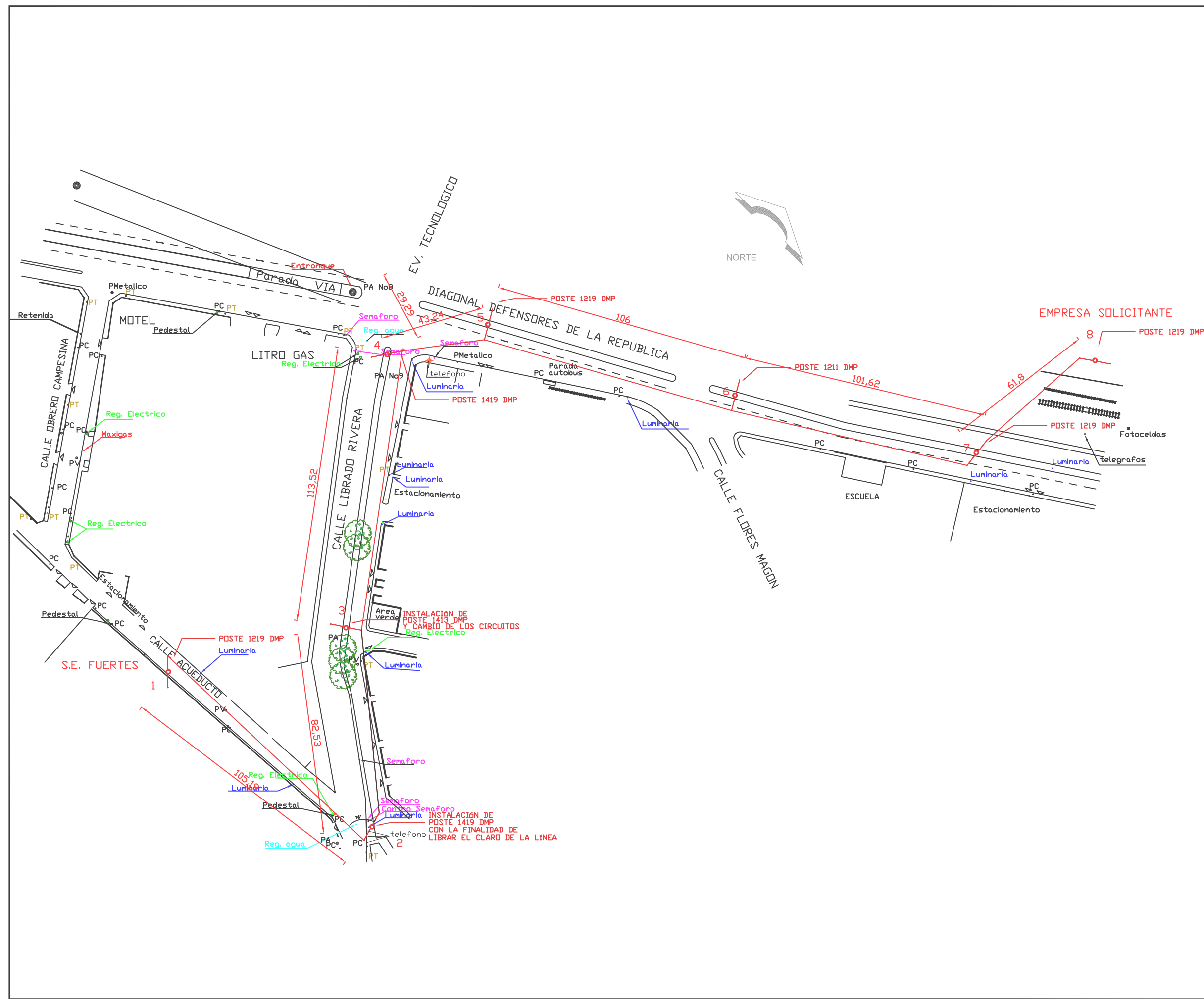
NOTAS GENERALES:
 LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN AEREA
 MODERNIZACIÓN
 115KV-1C-0.614 km-795 ACSB-PT

LUGAR:
 CORREDOR INDUSTRIAL LA CIÉNEGA

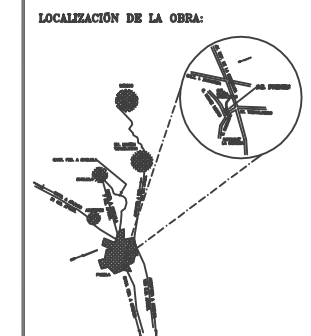


NOMBRE DEL PLANO:
 PLANTA DEL PROYECTO AEREO

ESCALA: S/E	CLAVE: ANEXO 1
ESCALA: metros	
FECHA: SEPTIEMBRE 2018	









TESIS:
COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA



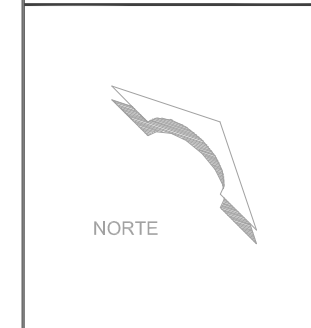
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
 ALUMNA:
ING. ADRIANA LUNA LUNA
 DIRECTOR DE TESIS:
M.I. JOSÉ SALVADOR MOZO ARISTA
 DIRECTOR EXTERNO DE TESIS:
M.I. IRENE GÓMEZ REYES

SIMBOLOGÍA:

-  LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 115 KV. DE PROYECTO
-  REGISTRO DE PASO DE PROYECTO
-  REGISTRO DE EMPALME EN PROYECTO
-  REGISTRO DE PASO TIPO "P"
-  REGISTRO DE 90°
-  TRANSICIÓN AEREO-SUBTERRÁNEA

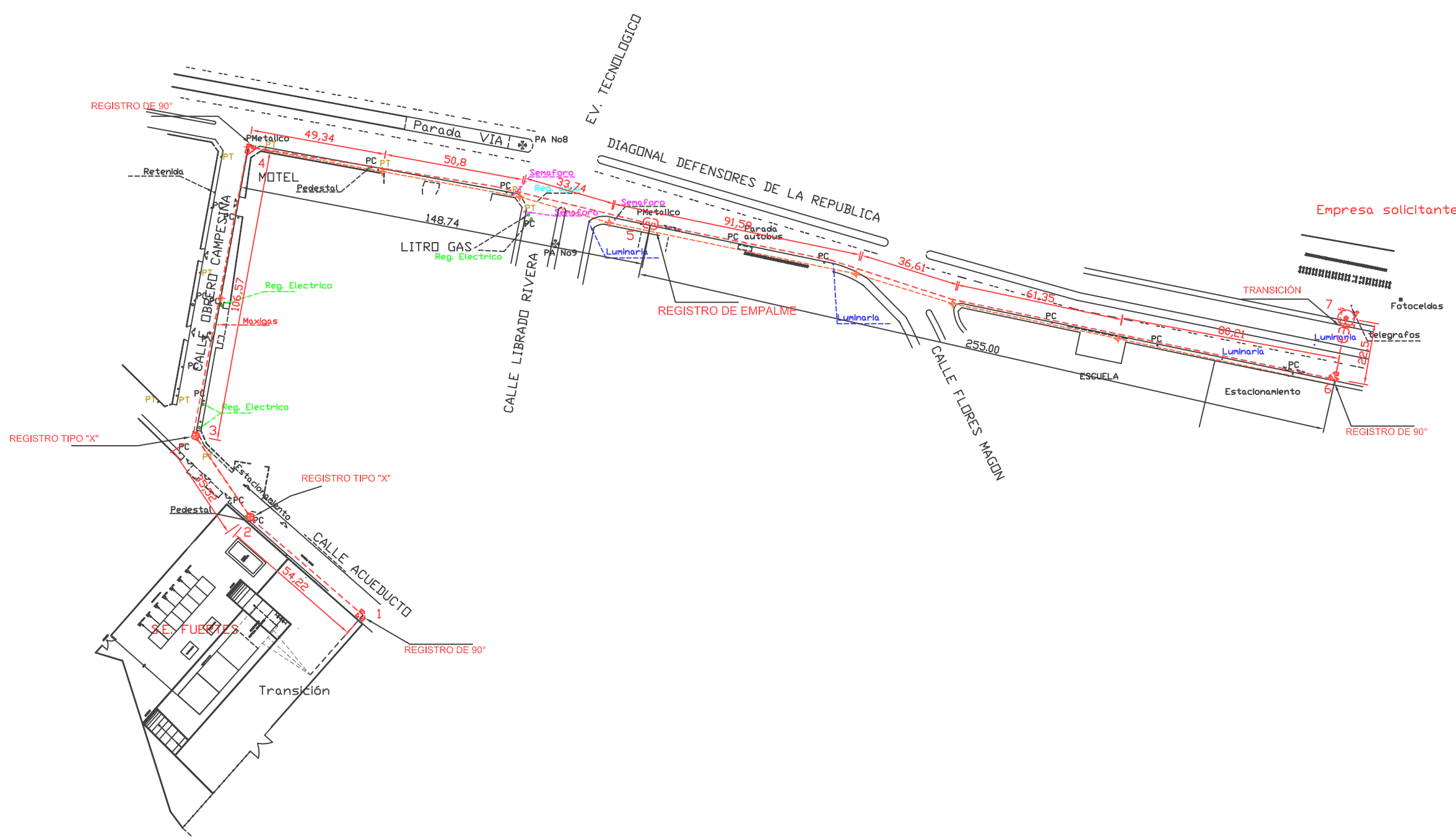
NOTAS GENERALES:
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA CONSTRUCCIÓN 115KV-1C-0.625 km-AL-1000-XLP

LUGAR:
CORREDOR INDUSTRIAL LA CIÉNEGA



NOMBRE DEL PLANO:
PLANTA DEL PROYECTO SUBTERRÁNEO

ESCALA: s/B	CLAVE: ANEXO 2
ESCALA: metros	
FECHA: SEPTIEMBRE 2016	



Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU.A.,				
Información diaria				
Fecha	Determinación	Publicación	Para solventar	
		DOF	obligaciones	
01/04/2018	N/E	N/E	\$	18.34
02/04/2018	\$ 18.30	\$ 18.27	\$	18.34
03/04/2018	\$ 18.20	\$ 18.30	\$	18.27
04/04/2018	\$ 18.22	\$ 18.20	\$	18.30
05/04/2018	\$ 18.11	\$ 18.22	\$	18.20
06/04/2018	\$ 18.29	\$ 18.11	\$	18.22
07/04/2018	N/E	N/E	\$	18.11
08/04/2018	N/E	N/E	\$	18.11
09/04/2018	\$ 18.28	\$ 18.29	\$	18.11
10/04/2018	\$ 18.29	\$ 18.28	\$	18.29
11/04/2018	\$ 18.20	\$ 18.29	\$	18.28
12/04/2018	\$ 18.14	\$ 18.20	\$	18.29
13/04/2018	\$ 18.09	\$ 18.14	\$	18.20
14/04/2018	N/E	N/E	\$	18.14
15/04/2018	N/E	N/E	\$	18.14
16/04/2018	\$ 18.04	\$ 18.09	\$	18.14
17/04/2018	\$ 17.98	\$ 18.04	\$	18.09
18/04/2018	\$ 18.03	\$ 17.98	\$	18.04
19/04/2018	\$ 18.28	\$ 18.03	\$	17.98
20/04/2018	\$ 18.62	\$ 18.28	\$	18.03
21/04/2018	N/E	N/E	\$	18.28
22/04/2018	N/E	N/E	\$	18.28
23/04/2018	\$ 18.86	\$ 18.62	\$	18.28
24/04/2018	\$ 18.81	\$ 18.86	\$	18.62
25/04/2018	\$ 19.05	\$ 18.81	\$	18.86
26/04/2018	\$ 18.86	\$ 19.05	\$	18.81
27/04/2018	\$ 18.68	\$ 18.86	\$	19.05
28/04/2018	N/E	N/E	\$	18.86
29/04/2018	N/E	N/E	\$	18.86
30/04/2018	\$ 18.79	\$ 18.68	\$	18.86
01/05/2018	N/E	N/E	\$	18.68
02/05/2018	\$ 19.09	\$ 18.79	\$	18.68
03/05/2018	\$ 19.12	\$ 19.09	\$	18.79
04/05/2018	\$ 19.20	\$ 19.12	\$	19.09
05/05/2018	N/E	N/E	\$	19.12
06/05/2018	N/E	N/E	\$	19.12
07/05/2018	\$ 19.42	\$ 19.20	\$	19.12
08/05/2018	\$ 19.58	\$ 19.42	\$	19.20
09/05/2018	\$ 19.54	\$ 19.58	\$	19.42
10/05/2018	\$ 19.30	\$ 19.54	\$	19.58
11/05/2018	\$ 19.35	\$ 19.30	\$	19.54
12/05/2018	N/E	N/E	\$	19.30

Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU.A.,				
Información diaria				
Fecha	Determinación	Publicación	Para solventar	
		DOF	obligaciones	
13/05/2018	N/E	N/E	\$	19.30
14/05/2018	\$ 19.52	\$ 19.35	\$	19.30
15/05/2018	\$ 19.79	\$ 19.52	\$	19.35
16/05/2018	\$ 19.71	\$ 19.79	\$	19.52
17/05/2018	\$ 19.70	\$ 19.71	\$	19.79
18/05/2018	\$ 19.93	\$ 19.70	\$	19.71
19/05/2018	N/E	N/E	\$	19.70
20/05/2018	N/E	N/E	\$	19.70
21/05/2018	\$ 19.91	\$ 19.93	\$	19.70
22/05/2018	\$ 19.75	\$ 19.91	\$	19.93
23/05/2018	\$ 19.77	\$ 19.75	\$	19.91
24/05/2018	\$ 19.70	\$ 19.77	\$	19.75
25/05/2018	\$ 19.56	\$ 19.70	\$	19.77
26/05/2018	N/E	N/E	\$	19.70
27/05/2018	N/E	N/E	\$	19.70
28/05/2018	\$ 19.59	\$ 19.56	\$	19.70
29/05/2018	\$ 19.75	\$ 19.59	\$	19.56
30/05/2018	\$ 19.73	\$ 19.75	\$	19.59
31/05/2018	\$ 19.98	\$ 19.73	\$	19.75
01/06/2018	\$ 19.87	\$ 19.98	\$	19.73
02/06/2018	N/E	N/E	\$	19.98
03/06/2018	N/E	N/E	\$	19.98
04/06/2018	\$ 19.99	\$ 19.87	\$	19.98
05/06/2018	\$ 20.39	\$ 19.99	\$	19.87
06/06/2018	\$ 20.31	\$ 20.39	\$	19.99
07/06/2018	\$ 20.46	\$ 20.31	\$	20.39
08/06/2018	\$ 20.53	\$ 20.46	\$	20.31
09/06/2018	N/E	N/E	\$	20.46
10/06/2018	N/E	N/E	\$	20.46
11/06/2018	\$ 20.47	\$ 20.53	\$	20.46
12/06/2018	\$ 20.60	\$ 20.47	\$	20.53
13/06/2018	\$ 20.63	\$ 20.60	\$	20.47
14/06/2018	\$ 20.70	\$ 20.63	\$	20.60
15/06/2018	\$ 20.72	\$ 20.70	\$	20.63
16/06/2018	N/E	N/E	\$	20.70
17/06/2018	N/E	N/E	\$	20.70
18/06/2018	\$ 20.70	\$ 20.72	\$	20.70
19/06/2018	\$ 20.55	\$ 20.70	\$	20.72
20/06/2018	\$ 20.39	\$ 20.55	\$	20.70
21/06/2018	\$ 20.37	\$ 20.39	\$	20.55
22/06/2018	\$ 20.13	\$ 20.37	\$	20.39
23/06/2018	N/E	N/E	\$	20.37

Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU.A.,				
Información diaria				
Fecha	Determinación	Publicación	Para solventar	
		DOF	obligaciones	
24/06/2018	N/E	N/E	\$	20.37
25/06/2018	\$ 20.09	\$ 20.13	\$	20.37
26/06/2018	\$ 19.88	\$ 20.09	\$	20.13
27/06/2018	\$ 20.06	\$ 19.88	\$	20.09
28/06/2018	\$ 19.86	\$ 20.06	\$	19.88
29/06/2018	\$ 19.69	\$ 19.86	\$	20.06
30/06/2018	N/E	N/E	\$	19.86
01/07/2018	N/E	N/E	\$	19.86
02/07/2018	\$ 20.15	\$ 19.69	\$	19.86
03/07/2018	\$ 19.60	\$ 20.15	\$	19.69
04/07/2018	\$ 19.43	\$ 19.60	\$	20.15
05/07/2018	\$ 19.25	\$ 19.43	\$	19.60
06/07/2018	\$ 19.07	\$ 19.25	\$	19.43
07/07/2018	N/E	N/E	\$	19.25
08/07/2018	N/E	N/E	\$	19.25
09/07/2018	\$ 19.16	\$ 19.07	\$	19.25
10/07/2018	\$ 19.06	\$ 19.16	\$	19.07
11/07/2018	\$ 18.96	\$ 19.06	\$	19.16
12/07/2018	\$ 18.82	\$ 18.96	\$	19.06
13/07/2018	\$ 18.89	\$ 18.82	\$	18.96
14/07/2018	N/E	N/E	\$	18.82
15/07/2018	N/E	N/E	\$	18.82
16/07/2018	\$ 18.84	\$ 18.89	\$	18.82
17/07/2018	\$ 18.88	\$ 18.84	\$	18.89
18/07/2018	\$ 18.91	\$ 18.88	\$	18.84
19/07/2018	\$ 19.08	\$ 18.91	\$	18.88
20/07/2018	\$ 19.07	\$ 19.08	\$	18.91
21/07/2018	N/E	N/E	\$	19.08
22/07/2018	N/E	N/E	\$	19.08
23/07/2018	\$ 19.08	\$ 19.07	\$	19.08
24/07/2018	\$ 18.85	\$ 19.08	\$	19.07
25/07/2018	\$ 18.77	\$ 18.85	\$	19.08
26/07/2018	\$ 18.62	\$ 18.77	\$	18.85
27/07/2018	\$ 18.55	\$ 18.62	\$	18.77
28/07/2018	N/E	N/E	\$	18.62
29/07/2018	N/E	N/E	\$	18.62
30/07/2018	\$ 18.54	\$ 18.55	\$	18.62
31/07/2018	\$ 18.65	\$ 18.54	\$	18.55
	Media aritmética		\$	19.30

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 4
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA

115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
LT001	PROPUESTA 1 LÍNEA AÉREA, 115 KV-1C- 0.614 KM-795 ACSR - PA		1.00	11'895,040.32	
OC	OBRA CIVIL		1.00	10'197,743.73	
RETIRO	RETIROS DE OBRA ELECTROMECAÁNICA		1.00	171,545.28	
10001	Desvestido de poste troncocónico de dos circuitos. Incluye: Retiro de 6 conjuntos de suspensión por estructura, accesorios, 6 aisladores poliméricos; maniobras, clasificación y transporte hasta el sitio de almacenamiento.	PZ	2.00	15,994.48	31,988.96
10002	Retiro de poste troncocónico. Incluye: Retiro de todas las secciones por poste, maniobras de carga y descarga, clasificación y transporte hasta el sitio de almacenamiento.	PZ	2.00	19,337.96	38,675.92
10003	Retiro de una fase de cable conductor. Incluye: Retiro y embobinado de cable conductor, maniobras de carga y descarga, clasificación y transporte hasta el sitio de almacenamiento.	M	4,460.00	19.42	86,613.20
10004	Retiro de cable de guarda. Incluye: Retiro y embobinado de cable de guarda, maniobras de carga y descarga, clasificación y transporte hasta el sitio de almacenamiento.	M	740.00	19.28	14,267.20
RETIRO	Total de RETIROS DE OBRA ELECTROMECAÁNICA		1.00	171,545.28	171,545.28
DEMO	DEMOLICIONES DE CONCRETO		1.00	3,254.14	
20001	Demolición de concreto armado hasta 0.60 m por debajo del nivel de pisos terminado. Incluye: Demolición de corona de la pila de cimentación hasta sesenta centímetros por debajo del nivel de piso terminado, corte de varillas, abundamiento, maniobras de carga, descarga y retiro de material en camión de volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio.	M3	4.00	682.41	2,729.64
20002	Excavación de cepas a cielo abierto por medios mecánicos hasta 3.50 m de profundidad en material tipo B, de acuerdo a plano de proyecto. Incluye: acarreo de material para dejar paso, afine de taludes, acarreo de material sobrante producto de excavación, en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M3	2.00	262.25	524.50
DEMO	Total de DEMOLICIONES DE CONCRETO		1.00	3,254.14	3,254.14
PTE 1419 EM	MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1419 DMP - 2 PZ		1.00	5'117,059.30	
30001	Localización de estructuras y verificación del perfil para postes metálicos tipo troncocónicos. Incluye: Reporte de la verificación, equipo topográfico.	PZ	2.00	1,062.60	2,125.20
30002	Perforación en cualquier tipo de material, con dimensiones de cimentación de acuerdo al tipo de poste y plano anexo. Incluye: polímero, afine de taludes, ademes, extracción de agua, abatimiento del nivel agua freática, retiro de material para dejar paso y acarreo de material al banco de tiro más cercano aprobado por el municipio.	M3	185.60	2,046.06	379,748.74
30003	Plantilla de concreto simple f'c= 100 kg/cm2 agregado max. 3/4" de 10 cm. de espesor. Incluye: Suministro de materiales, fabricación y colocación de concreto por medio de bomba, mano de obra, maquinaria y equipo.	M2	14.90	331.27	4,935.92
30004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios, herramienta y maquinaria para maniobras de carga y descarga.	KG	15,367.10	31.62	485,907.70
30005	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 Kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días a través de tubería tremie. Incluye: Aditivo acelerante y de curado; colocación de moldes metálicos en las coronas, aplicación de desmoldante, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento; mano de obra, materiales y herramienta.	M3	193.00	2,054.90	396,595.70
30006	Suministro y colocación del sistema de tierras. Incluye: excavación para la colocación de contra antenas, hincado a golpes de marro de	PZ	8.00	2,917.22	23,337.76

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 4
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	varilla copperweld, moldes y cargas de soldadura exotérmica, mano de obra, maquinaria y equipo, según especificación CFE-56100-16 y CFE-E0000-33.				
30007	Suministro y montaje de la primera sección de postes de acero tipo troncocónico 1419 DMP, mediante fijación de tuercas. Incluye: Suministro de primera sección de poste troncocónico, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, soldadura o fijación de escalones, plomeado verificado con equipo topográfico, relleno con grout en el espacio comprendido entre la placa del poste y la cimentación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	2.00	639,646.18	1'279,292.36
30008	Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónicos de transición sobre la primera sección, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones subsecuentes de poste troncocónico de 2 circuito MPTR-60 - Transición, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	2.00	1'272,557.96	2'545,115.92
PTE 1419 EM	Total de MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1419 DMP - 2 PZ		1.00	5'117,059.30	5'117,059.30
PTE 1413 DM	MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1413 DMP - 1 PZ		1.00	1'565,347.80	
40001	Localización de estructuras y verificación del perfil para postes metálicos tipo troncocónicos. Incluye: Reporte de la verificación, equipo topográfico.	PZ	1.00	1,062.60	1,062.60
40002	Perforación en cualquier tipo de material, con dimensiones de cimentación de acuerdo al tipo de poste y plano anexo. Incluye: polímero, afine de taludes, ademes, extracción de agua, abatimiento del nivel agua freática, retiro de material para dejar paso y acarreo de material al banco de tiro más cercano aprobado por el municipio.	M3	47.98	2,046.06	98,169.96
40003	Plantilla de concreto simple f'c= 100 kg/cm2 agregado max. 3/4" de 10 cm. de espesor. Incluye: Suministro de materiales, fabricación y colocación de concreto por medio de bomba, mano de obra, maquinaria y equipo.	M2	4.80	331.27	1,590.10
40004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios, herramienta y maquinaria para maniobras de carga y descarga.	KG	4,231.60	31.62	133,803.19
40005	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 Kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días a través de tubería tremie. Incluye: Aditivo acelerante y de curado; colocación de moldes metálicos en las coronas, aplicación de desmoldante, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento; mano de obra, materiales y herramienta.	M3	50.40	2,054.90	103,566.96
40006	Suministro y colocación del sistema de tierras. Incluye: excavación para la colocación de contra antenas, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, moldes y cargas de soldadura exotérmica, mano de obra, maquinaria y equipo, según especificación CFE-56100-16 y CFE-E0000-33.	PZ	4.00	2,917.22	11,668.88
40007	Suministro y montaje de la primera sección de postes de acero tipo troncocónico 1413 DMP, mediante fijación de tuercas. Incluye: Suministro de primera sección de poste troncocónico, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, soldadura o fijación de escalones, plomeado verificado con equipo topográfico, relleno con grout en el espacio comprendido entre la placa del poste y la cimentación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	1.00	407,406.84	407,406.84
40008	Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónicos de transición sobre la primera sección, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro	PZ	1.00	808,079.27	808,079.27

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 4
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	de secciones subsecuentes de poste troncocónico de 2 circuito MPTR-60 - Transición, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.				
PTE 1413 DM	Total de MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1413 DMP - 1 PZ		1.00	1'565,347.80	1'565,347.80
PTE 1219 DM	MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1219 DMP - 4 PZ.		1.00	2'915,987.31	
50001	Localización de estructuras y verificación del perfil para postes metálicos tipo troncocónicos. Incluye: Reporte de la verificación, equipo topográfico.	PZ	4.00	1,062.60	4,250.40
50002	Perforación en cualquier tipo de material, con dimensiones de cimentación de acuerdo al tipo de poste y plano anexo. Incluye: polímero, afine de taludes, ademes, extracción de agua, abatimiento del nivel agua freática, retiro de material para dejar paso y acarreo de material al banco de tiro más cercano aprobado por el municipio.	M3	95.10	2,046.06	194,580.31
50003	Plantilla de concreto simple f'c= 100 kg/cm2 agregado max. 3/4" de 10 cm. de espesor. Incluye: Suministro de materiales, fabricación y colocación de concreto por medio de bomba, mano de obra, maquinaria y equipo.	M2	10.70	331.27	3,544.59
50004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios, herramienta y maquinaria para maniobras de carga y descarga.	KG	10,801.70	31.62	341,549.75
50005	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 Kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días a través de tubería tremie. Incluye: Aditivo acelerante y de curado; colocación de moldes metálicos en las coronas, aplicación de desmoldante, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento; mano de obra, materiales y herramienta.	M3	105.80	2,054.90	217,408.42
50006	Suministro y colocación del sistema de tierras. Incluye: excavación para la colocación de contra antenas, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, moldes y cargas de soldadura exotérmica, mano de obra, maquinaria y equipo, según especificación CFE-56100-16 y CFE-E0000-33.	PZ	16.00	2,917.22	46,675.52
50007	Suministro y montaje de la primera sección de postes de acero tipo troncocónico 1219 DMP, mediante fijación de tuercas. Incluye: Suministro de primera sección de poste troncocónico, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, soldadura o fijación de escalones, plomeado verificado con equipo topográfico, relleno con grout en el espacio comprendido entre la placa del poste y la cimentación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	4.00	177,613.26	710,453.04
50008	Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónico 1219 DMP, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones las secciones subsecuentes del poste, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	4.00	349,381.32	1'397,525.28
PTE 1219 DM	Total de MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1219 DMP - 4 PZ.		1.00	2'915,987.31	2'915,987.31
PTE 1211 DM	MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1211 DMP - 1 PZ.		1.00	424,549.90	
60001	Localización de estructuras y verificación del perfil para postes metálicos tipo troncocónicos. Incluye: Reporte de la verificación, equipo topográfico.	PZ	1.00	1,062.60	1,062.60
60002	Perforación en cualquier tipo de material, con dimensiones de cimentación de acuerdo al tipo de poste y plano anexo. Incluye: polímero, afine de taludes, ademes, extracción de agua, abatimiento	M3	10.90	2,046.06	22,302.05

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 4
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	del nivel agua freática, retiro de material para dejar paso y acarreo de material al banco de tiro más cercano aprobado por el municipio.				
60003	Plantilla de concreto simple f'c= 100 kg/cm2 agregado max. 3/4" de 10 cm. de espesor. Incluye: Suministro de materiales, fabricación y colocación de concreto por medio de bomba, mano de obra, maquinaria y equipo.	M2	1.60	331.27	530.03
60004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios, herramienta y maquinaria para maniobras de carga y descarga.	KG	1,341.10	31.62	42,405.58
60005	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 Kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días a través de tubería tremie. Incluye: Aditivo acelerante y de curado; colocación de moldes metálicos en las coronas, aplicación de desmoldante, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento; mano de obra, materiales y herramienta.	M3	12.50	2,054.90	25,686.25
60006	Suministro y colocación del sistema de tierras. Incluye: excavación para la colocación de contra antenas, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, moldes y cargas de soldadura exotérmica, mano de obra, maquinaria y equipo, según especificación CFE-56100-16 y CFE-E0000-33.	PZ	4.00	2,917.22	11,668.88
60007	Suministro y montaje de la primera sección de postes de acero tipo troncocónico 1211 DMP, mediante fijación de tuercas. Incluye: Suministro de primera sección de poste troncocónico, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, soldadura o fijación de escalones, plomeado verificado con equipo topográfico, relleno con grout en el espacio comprendido entre la placa del poste y la cimentación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	1.00	108,913.24	108,913.24
60008	Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónico 1211 DMP, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones las secciones subsecuentes del poste, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	1.00	211,981.27	211,981.27
PTE 1211 DM	Total de MONTAJE DE POSTE TRONCOCÓNICO 1211 DMP - 1 PZ.		1.00	424,549.90	424,549.90
OC	Total de OBRA CIVIL		1.00	10'197,743.73	10'197,743.73
LAT	OBRA ELECTROMECAÁNICA		1.00	1'697,296.59	
VEST	VESTIDO DE ESTRUCTURAS		1.00	588,505.84	
70001	Vestido de estructuras de deflexión (poste troncocónico de cuatro circuitos). Incluye: Suministro, colocación y fijación de 24 conjuntos de tensión a compresión, 12 conjuntos de suspensión, accesorios, 36 aisladores poliméricos, transporte hasta el sitio de su instalación, rotular la numeración de los postes y avisos de peligro según indique CFE.	PZ	3.00	105,303.88	315,911.64
70002	Vestido de estructuras de remate (poste troncocónico de dos circuitos). Incluye: Suministro, colocación y fijación de 12 conjuntos de tensión a compresión, 6 conjuntos de suspensión, accesorios, 18 aisladores poliméricos, transporte hasta el sitio de su instalación, rotular la numeración de los postes y avisos de peligro según indique CFE.	PZ	4.00	60,809.56	243,238.24
70003	Vestido de estructuras de paso (poste troncocónico de dos circuitos). Incluye: Suministro, colocación y fijación de 6 conjuntos de suspensión, accesorios, 6 aisladores poliméricos, transporte hasta el sitio de su instalación, rotular la numeración de los postes y avisos de peligro según indique CFE.	PZ	1.00	29,355.96	29,355.96

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 4
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
VEST	Total de VESTIDO DE ESTRUCTURAS		1.00	588,505.84	588,505.84
TEND CP	TENDIDO DE CONDUCTOR Y FIBRA OPTICA		1.00	1'108,790.75	
80001	Suministro, tendido y colocación de Cable AAS 7#8. Incluye: Suministro de cable ACS (conforma a la especificación CFE E0000-33), cortes, empalmes y sujeción de las puntas con cinta de aislar y todo lo necesario para su correcta colocación.	M	825.00	208.47	171,987.75
80002	Suministro, tendido y tensado cable ACSR 795 un conductor por fase. Incluye: Suministro de cable conductor ACSR 795, colocación de poleas en crucetas para el paso del cable piloto y conductor, remate y fijación del mismo a los conjuntos de tensión a compresión o suspensión en las estructuras, traslado hasta el sitio de su instalación, mano de obra, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta colocación.	M	4,460.00	187.59	836,651.40
80003	Suministro, tendido y colocación de cable con fibra óptica OPGW 36 fibras del poste de la salida de la subestación a poste de llegada a la subestación del solicitante, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: Suministro de fibra óptica OPGW de 36 fibras, tendido, cocas, caja de empalme, desperdicios; herrajes, conjunto de herrajes y accesorios conforme especificación CFE E1100-21 de diciembre 2015, cortes, traslado al sitio, maniobras de carga y descarga, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	M	740.00	135.34	100,151.60
TEND CP	Total de TENDIDO DE CONDUCTOR Y FIBRA OPTICA		1.00	1'108,790.75	1'108,790.75
LAT	Total de OBRA ELECTROMECÁNICA		1.00	1'697,296.59	1'697,296.59
LT001	Total de PROPUESTA 1 LÍNEA AÉREA, 115 KV-1C- 0.614 KM-795 ACSR - PA		1.00	11'895,040.32	11'895,040.32
	Total de Presupuesto				11'895,040.32

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
LT001	PROPUESTA 2 LÍNEA SUBTERRÁNEA, 115 KV-1C-0.623 KM-AL-1000-XLP		1.000	12'249,380.07	
LAT	OBRA CIVIL		1.000	5'674,601.15	
CIM TRAN	MONTAJE DE POSTE DE TRANSICIÓN DE 1 CIRCUITO MPTR-60-TRANSICIÓN - 1 PZ		1.000	499,488.29	
10001	Localización de estructuras y verificación del perfil para postes metálicos tipo troncocónicos. Incluye: Reporte de la verificación, equipo topográfico.	PZ	1.000	1,062.60	1,062.60
10002	Perforación en cualquier tipo de material, con dimensiones de cimentación de acuerdo al tipo de poste y plano anexo. Incluye: polímero, afine de taludes, ademes, extracción de agua, abatimiento del nivel agua freática, retiro de material para dejar paso y acarreo de material al banco de tiro más cercano aprobado por el municipio.	M3	8.500	2,046.06	17,391.51
10003	Plantilla de concreto simple f'c= 100 kg/cm2 agregado max. 3/4" de 10 cm. de espesor. Incluye: Suministro de materiales, fabricación y colocación de concreto por medio de bomba, mano de obra, maquinaria y equipo.	M2	1.600	331.27	530.03
10004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios, herramienta y maquinaria para maniobras de carga y descarga.	KG	970.000	31.62	30,671.40
10005	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 Kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días a través de tubería tremie. Incluye: Aditivo acelerante y de curado; colocación de moldes metálicos en las coronas, aplicación de desmoldante, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento; mano de obra, materiales y herramienta.	M3	9.800	2,054.90	20,138.02
10006	Suministro y colocación del sistema de tierras. Incluye: excavación para la colocación de contra antenas, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, moldes y cargas de soldadura exotérmica, mano de obra, maquinaria y equipo, según especificación CFE-56100-16 y CFE-E0000-33.	PZ	4.000	2,917.22	11,668.88
10007	Suministro, montaje y nivelado de la primera sección de postes metálicos de acero tipo troncocónico de transición. Incluye: Suministro la primera sección de poste troncocónico de 2 circuitos MPTR-60 - Transición, maniobras de carga y descarga, traslado al sitio de su instalación y soldadura en escalones al poste, alineación con equipo topográfico, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	1.000	140,804.85	140,804.85
10008	Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónicos de transición sobre la primera sección, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones subsecuentes de poste troncocónico de 2 circuito MPTR-60 - Transición, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZ	1.000	277,221.00	277,221.00
CIM TRAN	Total de MONTAJE DE POSTE DE TRANSICIÓN DE 1 CIRCUITO MPTR-60-TRANSICIÓN - 1 PZ		1.000	499,488.29	499,488.29
P TRANS	POZO DE VISITA DE TRANSICIÓN - 1 PZ		1.000	392,457.48	
20001	Localización, trazo y nivelación de cimientos, estableciendo previamente ejes principales y de referencia en dos sentidos ortogonales. Incluye: equipo topográfico.	M2	19.600	11.79	231.08
20002	Excavación de cepas a cielo abierto por medios mecánicos hasta 3.50 m de profundidad en material tipo B, de acuerdo a plano de proyecto. Incluye: acarreo de material para dejar paso, afine de taludes, acarreo de material sobrante producto de excavación, en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M3	100.140	262.25	26,261.72

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
20003	Plantilla de concreto simple hecho en obra con revoladora en obra f'c=100 Kg/cm2, agregado máximo ¾" de 5 cm. De espesor de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, apisonado de la superficie, preparación, fabricación, colocado de materiales, afine del concreto, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	20.000	190.49	3,809.80
20004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios y herramienta adecuada.	KG	9,794.700	28.19	276,112.59
20005	Cimbrado y descimbrado aparente con triplay de pino de 16 mm. Para cimientos con aristas rematadas con chaflán de ¾" de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, armado y habilitado de cimbra, impregnación de diesel, achaflanado, maniobras necesarias, descimbrado con acabado aparente, clavos, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	108.200	374.58	40,529.56
20006	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días, agregado máximo ¾" para estructuras de concreto acabado aparente de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de concreto premezclado, impermeabilizante en polvo, equipo para la colocación, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento y compresión; mano de obra, materiales y herramienta adecuada.	M3	12.300	1,945.45	23,929.04
20007	Suministro, hincado y conexión de electrodo de tierra constituido por varillas Copperweld, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: ubicación, suministro de varillas Copperweld diámetro 5/8" (conforme a la especificación CFE 56100-16), excavación para la colocación de electrodos, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, molde y cargas de soldadura exotérmica para unir el alambre ACS a electrodo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZ	2.000	1,116.40	2,232.80
20008	Relleno y compactado con bailarina con material producto de la excavación, agregando agua hasta la humedad óptima, en capas de 20 cm. Incluye: acarreo de material producto de excavación, afines de taludes y preparación de superficie, pruebas de compactación al 90% proctor mediante laboratorio certificado ante EMA, mano de obra y herramienta.	M3	63.000	99.57	6,272.91
20009	Suministro y colocación de aro y tapa 84A de fierro fundido. Incluye: suministro de aro y tapa 84A de fierro fundido, con acabado antiderrapante, con nervaduras y bisagra que permita un ángulo de apertura de 180º para registro subterráneo, según norma CFE-2D100-38; mano de obra, acarreos y desperdicios.	PZ	2.000	2,029.89	4,059.78
20010	Suministro e instalación y fijación de correderas de 1400 mm en registro o pozo existente con forme a normal CFE-BMT-EOCEMAH, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: trazo, ubicación, nivelación, suministro de corredera de 1400 mm, taquetes, tornillos para fijación de soportes conforme a la especificación 2DI00-06 y todo lo necesario para su correcta ejecución, desperdicios, mano de obra y herramienta.	PZ	10.000	375.08	3,750.80
20011	Suministro e instalación de ménsula CS 35 en corredera en pozo existente, de acuerdo a normal CFE-BMT-EOCEMAH y planos de proyectos. Incluye: ubicación, suministro ménsula CS 35 y perno CS conforme a la especificación 2DI00-17, mano de obra y herramienta.	PZ	30.000	83.06	2,491.80
20012	Suministro, instalación y fijación de tres soportes de neopreno por ménsula CS 35 sobre una corredera mediante perno, en registro o pozo existente, estos trabajos deben de efectuarse de acuerdo a instructivo técnico del fabricante. Incluye: suministro de tres aisladores de neopreno; fijado, habilitado; mano de obra y herramienta.	PZ	30.000	92.52	2,775.60
P TRANS	Total de POZO DE VISITA DE TRANSICIÓN - 1 PZ		1.000	392,457.48	392,457.48
P X	POZO DE VISITA TIPO X- 2 PZ.		1.000	236,551.94	
30001	Localización, trazo y nivelación de cimientos, estableciendo previamente ejes principales y de referencia en dos sentidos ortogonales. Incluye: equipo topográfico.	M2	12.300	11.79	145.02

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
30002	Excavación de cepas a cielo abierto por medios mecánicos hasta 3.50 m de profundidad en material tipo B, de acuerdo a plano de proyecto. Incluye: acarreo de material para dejar paso, afine de taludes, acarreo de material sobrante producto de excavación, en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M3	98.800	262.25	25,910.30
30003	Plantilla de concreto simple hecho en obra con revoladora en obra f'c=100 Kg/cm ² , agregado máximo ¾" de 5 cm. De espesor de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, apisonado de la superficie, preparación, fabricación, colocado de materiales, afine del concreto, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	12.500	190.49	2,381.13
30004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm ² , diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios y herramienta adecuada.	KG	4,573.800	28.19	128,935.42
30005	Cimbrado y descimbrado aparente con triplay de pino de 16 mm. Para cimientos con aristas rematadas con chaflán de ¾" de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, armado y habilitado de cimbra, impregnación de diesel, achaflanado, maniobras necesarias, descimbrado con acabado aparente, clavos, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	92.900	374.58	34,798.48
30006	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 kg/cm ² con resistencia rápida a 7 días, agregado máximo ¾" para estructuras de concreto acabado aparente de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de concreto premezclado, impermeabilizante en polvo, equipo para la colocación, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento y compresión; mano de obra, materiales y herramienta adecuada.	M3	9.700	1,945.45	18,870.86
30007	Suministro, hincado y conexión de electrodo de tierra constituido por varillas Copperweld, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: ubicación, suministro de varillas Copperweld diámetro 5/8" (conforme a la especificación CFE 56100-16), excavación para la colocación de electrodos, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, molde y cargas de soldadura exotérmica para unir el alambre ACS a electrodo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZ	4.000	1,109.32	4,437.28
30008	Relleno y compactado con bailarina con material producto de la excavación, agregando agua hasta la humedad óptima, en capas de 20 cm. Incluye: acarreo de material producto de excavación, afines de taludes y preparación de superficie, pruebas de compactación al 90% proctor mediante laboratorio certificado ante EMA, mano de obra y herramienta.	M3	80.300	99.57	7,995.47
30009	Suministro y colocación de aro y tapa 84A de fierro fundido. Incluye: suministro de aro y tapa 84A de fierro fundido, con acabado antiderapante, con nervaduras y bisagra que permita un ángulo de apertura de 180° para registro subterráneo, según norma CFE-2D100-38; mano de obra, acarreos y desperdicios.	PZ	2.000	2,029.89	4,059.78
30010	Suministro e instalación y fijación de correderas de 1400 mm en registro o pozo existente con forme a normal CFE-BMT-EOCEMAH, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: trazo, ubicación, nivelación, suministro de corredera de 1400 mm, taquetes, tornillos para fijación de soportes conforme a la especificación 2DI00-06 y todo lo necesario para su correcta ejecución, desperdicios, mano de obra y herramienta.	PZ	10.000	375.08	3,750.80
30011	Suministro e instalación de ménsula CS 35 en corredera en pozo existente, de acuerdo a normal CFE-BMT-EOCEMAH y planos de proyectos. Incluye: ubicación, suministro ménsula CS 35 y perno CS conforme a la especificación 2DI00-17, mano de obra y herramienta.	PZ	30.000	83.06	2,491.80
30012	Suministro, instalación y fijación de tres soportes de neopreno por ménsula CS 35 sobre una corredera mediante perno, en registro o pozo existente, estos trabajos deben de efectuarse de acuerdo a instructivo técnico del fabricante. Incluye: suministro de tres aisladores de neopreno; fijado, habilitado; mano de obra y herramienta.	PZ	30.000	92.52	2,775.60

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
P X	Total de POZO DE VISITA TIPO X- 2 PZ.		1.000	236,551.94	236,551.94
P EMP	POZO DE VISITA DE EMPALME - 1 PZ.		1.000	392,443.32	
40001	Localización, trazo y nivelación de cimientos, estableciendo previamente ejes principales y de referencia en dos sentidos ortogonales. Incluye: equipo topográfico.	M2	19.600	11.79	231.08
40002	Excavación de cepas a cielo abierto por medios mecánicos hasta 3.50 m de profundidad en material tipo B, de acuerdo a plano de proyecto. Incluye: acarreo de material para dejar paso, afine de taludes, acarreo de material sobrante producto de excavación, en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M3	100.140	262.25	26,261.72
40003	Plantilla de concreto simple hecho en obra con revoladora en obra f'c=100 Kg/cm2, agregado máximo ¾" de 5 cm. De espesor de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, apisonado de la superficie, preparación, fabricación, colocado de materiales, afine del concreto, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	20.000	190.49	3,809.80
40004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios y herramienta adecuada.	KG	9,794.700	28.19	276,112.59
40005	Cimbrado y descimbrado aparente con triplay de pino de 16 mm. Para cimientos con aristas rematadas con chaflán de ¾" de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, armado y habilitado de cimbra, impregnación de diesel, achaflanado, maniobras necesarias, descimbrado con acabado aparente, clavos, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	108.200	374.58	40,529.56
40006	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días, agregado máximo ¾" para estructuras de concreto acabado aparente de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de concreto premezclado, impermeabilizante en polvo, equipo para la colocación, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento y compresión; mano de obra, materiales y herramienta adecuada.	M3	12.300	1,945.45	23,929.04
40007	Suministro, hincado y conexión de electrodo de tierra constituido por varillas Copperweld, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: ubicación, suministro de varillas Copperweld diámetro 5/8" (conforme a la especificación CFE 56100-16), excavación para la colocación de electrodos, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, molde y cargas de soldadura exotérmica para unir el alambre ACS a electrodo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZ	2.000	1,109.32	2,218.64
40008	Relleno y compactado con bailarina con material producto de la excavación, agregando agua hasta la humedad óptima, en capas de 20 cm. Incluye: acarreo de material producto de excavación, afines de taludes y preparación de superficie, pruebas de compactación al 90% proctor mediante laboratorio certificado ante EMA, mano de obra y herramienta.	M3	63.000	99.57	6,272.91
40009	Suministro y colocación de aro y tapa 84A de fierro fundido. Incluye: suministro de aro y tapa 84A de fierro fundido, con acabado antiderapante, con nervaduras y bisagra que permita un ángulo de apertura de 180º para registro subterráneo, según norma CFE-2D100-38; mano de obra, acarreo y desperdicios.	PZ	2.000	2,029.89	4,059.78
40010	Suministro e instalación y fijación de correderas de 1400 mm en registro o pozo existente con forme a normal CFE-BMT-EOCEMAH, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: trazo, ubicación, nivelación, suministro de corredera de 1400 mm, taquetes, tornillos para fijación de soportes conforme a la especificación 2D100-06 y todo lo necesario para su correcta ejecución, desperdicios, mano de obra y herramienta.	PZ	10.000	375.08	3,750.80
40011	Suministro e instalación de ménsula CS 35 en corredera en pozo existente, de acuerdo a normal CFE-BMT-EOCEMAH y planos de proyectos. Incluye: ubicación, suministro ménsula CS 35 y perno CS	PZ	30.000	83.06	2,491.80

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	conforme a la especificación 2DI00-17, mano de obra y herramienta.				
40012	Suministro, instalación y fijación de tres soportes de neopreno por ménsula CS 35 sobre una corredera mediante perno, en registro o pozo existente, estos trabajos deben de efectuarse de acuerdo a instructivo técnico del fabricante. Incluye: suministro de tres aisladores de neopreno; fijado, habilitado; mano de obra y herramienta.	PZ	30.000	92.52	2,775.60
P EMP	Total de POZO DE VISITA DE EMPALME - 1 PZ.		1.000	392,443.32	392,443.32
P 90	POZO DE VISITA DE 90° -3 PZ.		1.000	673,315.72	
50001	Localización, trazo y nivelación de cimientos, estableciendo previamente ejes principales y de referencia en dos sentidos ortogonales. Incluye: equipo topográfico.	M2	26.700	11.79	314.79
50002	Excavación de cepas a cielo abierto por medios mecánicos hasta 3.50 m de profundidad en material tipo B, de acuerdo a plano de proyecto. Incluye: acarreo de material para dejar paso, afine de taludes, acarreo de material sobrante producto de excavación, en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M3	187.700	262.25	49,224.32
50003	Plantilla de concreto simple hecho en obra con revoladora en obra f'c=100 Kg/cm2, agregado máximo ¾" de 5 cm. De espesor de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, apisonado de la superficie, preparación, fabricación, colocado de materiales, afine del concreto, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	27.200	190.49	5,181.33
50004	Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocado, mano de obra, materiales necesarios y herramienta adecuada.	KG	15,793.500	28.19	445,218.77
50005	Cimbrado y descimbrado aparente con triplay de pino de 16 mm. Para cimientos con aristas rematadas con chaflán de ¾" de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, armado y habilitado de cimbra, impregnación de diesel, achaflanado, maniobras necesarias, descimbrado con acabado aparente, clavos, desperdicios, mano de obra y herramienta adecuada.	M2	227.000	374.58	85,029.66
50006	Suministro y colocación de concreto premezclado f'c= 250 kg/cm2 con resistencia rápida a 7 días, agregado máximo ¾" para estructuras de concreto acabado aparente de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de concreto premezclado, impermeabilizante en polvo, equipo para la colocación, vibrado, curado del concreto, desperdicios, pruebas de proporcionamiento y compresión; mano de obra, materiales y herramienta adecuada.	M3	22.900	1,945.45	44,550.81
50007	Suministro, hincado y conexión de electrodo de tierra constituido por varillas Copperweld, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: ubicación, suministro de varillas Copperweld diámetro 5/8" (conforme a la especificación CFE 56100-16), excavación para la colocación de electrodos, hincado a golpes de marro de varilla copperweld, molde y cargas de soldadura exotérmica para unir el alambre ACS a electrodo, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZ	6.000	1,109.32	6,655.92
50008	Relleno y compactado con bailarina con material producto de la excavación, agregando agua hasta la humedad óptima, en capas de 20 cm. Incluye: acarreo de material producto de excavación, afines de taludes y preparación de superficie, pruebas de compactación al 90% proctor mediante laboratorio certificado ante EMA, mano de obra y herramienta.	M3	142.000	99.57	14,138.94
50009	Suministro y colocación de aro y tapa 84A de fierro fundido. Incluye: suministro de aro y tapa 84A de fierro fundido, con acabado antiderrapante, con nervaduras y bisagra que permita un ángulo de apertura de 180º para registro subterráneo, según norma CFE-2D100-38; mano de obra, acarreos y desperdicios.	PZ	6.000	2,029.89	12,179.34
50010	Suministro e instalación y fijación de correderas de 1400 mm en registro o pozo existente con forme a normal CFE-BMT-EOCEMAH, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: trazo, ubicación, nivelación, suministro de	PZ	12.000	375.08	4,500.96

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	corredera de 1400 mm, taquetes, tornillos para fijación de soportes conforme a la especificación 2DI00-06 y todo lo necesario para su correcta ejecución, desperdicios, mano de obra y herramienta.				
50011	Suministro e instalación de ménsula CS 35 en corredera en pozo existente, de acuerdo a normal CFE-BMT-EOCEMAH y planos de proyectos. Incluye: ubicación, suministro ménsula CS 35 y perno CS conforme a la especificación 2DI00-17, mano de obra y herramienta.	PZ	36.000	83.06	2,990.16
50012	Suministro, instalación y fijación de tres soportes de neopreno por ménsula CS 35 sobre una corredera mediante perno, en registro o pozo existente, estos trabajos deben de efectuarse de acuerdo a instructivo técnico del fabricante. Incluye: suministro de tres aisladores de neopreno; fijado, habilitado; mano de obra y herramienta.	PZ	36.000	92.52	3,330.72
P 90	Total de POZO DE VISITA DE 90° -3 PZ.		1.000	673,315.72	673,315.72
BCO 1V6"	BANCO DE DUCTOS DE 1 VÍA - 6" PAD		1.000	3'480,344.40	
60001	Censo de instalaciones subterráneas existentes, por medio de georadar. Incluye: plano (impreso y en medio electrónico) conteniendo los resultados del censo de la trayectoria de la L.T. Universidades y Todos los cargos incluidos en el precio unitario que se indican en las especificaciones de construcción.	M	780.000	105.97	82,656.60
60002	Construcción de banco de ductos para un circuito de cable de potencia, ductos para cable de control, mediante barrenación direccional con tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) liso de 6" de diámetro RD-13.5 de pared gruesa de color rojo, tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) liso de 2" de diámetro RD-13.5. Incluye: Suministro de materiales, leyenda en tubería indicada por CFE, acarreo de material para dejar paso, acarreo de material sobrante producto de excavación en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.	M	780.000	4,356.01	3'397,687.80
BCO 1V6"	Total de BANCO DE DUCTOS DE 1 VÍA - 6" PAD		1.000	3'480,344.40	3'480,344.40
LAT	Total de OBRA CIVIL		1.000	5'674,601.15	5'674,601.15
OE	OBRA ELECTROMECHANICA		1.000	6'574,778.92	
TEND COI	TENDIDO DE CONDUCTORES		1.000	6'028,239.85	
70001	Suministro, tendido y colocación de cable AL 1000 XLP - 115 - 100 de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro, traslado del cable al sitio de su instalación, ubicación, tendido, acomodo, fijación de cable en registros, cocas, desperdicios; identificado y etiquetado de nomenclatura a cables, sellado de ductos mediante el uso espuma de poliuretano, maniobras de carga y descargas, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M	2,680.000	2,132.14	5'714,135.20
70002	Suministro, tendido y colocación de cable de 30 ACS 19 numero 8. Incluye: Suministro de cable ACS (conforma a la especificación CFE E0000-33), cortes, empalmes y sujeción de las puntas con cinta de aislar y todo lo necesario para su correcta colocación.	M	825.000	208.47	171,987.75
70003	Suministro, tendido y colocación de cable con fibra óptica dieléctrica 36 fibras del poste de transición a poste de transición, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: Suministro de fibra óptica dieléctrica de 36 fibras, tendido, cocas, caja de empalme, desperdicios, instalación y fijación de cable en registros y fosa de la caseta existentes; herrajes, conjunto de herrajes y accesorios conforme especificación CFE E1100-21 de diciembre 2015, cortes, atados, instalación en registros, fosa de la caseta, etiquetado de nomenclatura, traslado al sitio, maniobras necesarias, mano de obra, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta colocación.	M	825.000	158.62	130,861.50
70004	Suministro, tendido y tensado cable ACSR 795 un conductor por fase. Incluye: Suministro de cable conductor ACSR 795, colocación de poleas en crucetas para el paso del cable piloto y conductor, remate y fijación del mismo a los conjuntos de tensión a compresión o suspensión en las estructuras, traslado hasta el sitio de su instalación, mano de obra, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta colocación.	M	60.000	187.59	11,255.40

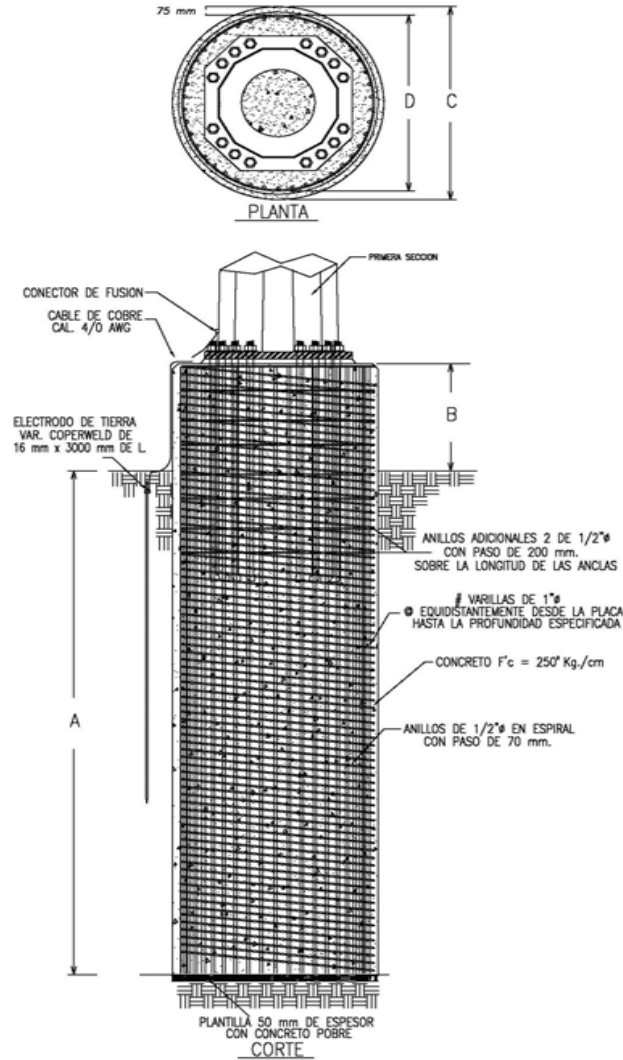
COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 5
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
TEND COI	Total de TENDIDO DE CONDUCTORES		1.000	6'028,239.85	6'028,239.85
PTRAN	POSTE DE TRANSICIÓN		1.000	546,539.07	
80001	Vestido de estructuras de remate poste troncocónico de transición. Incluye: Suministro, colocación y fijación de cadenas de aisladores de vidrio, 6 conjuntos de tensión a compresión y herrajes de sujeción, transporte hasta el sitio de su instalación, rotular la numeración de los postes y avisos de peligro según indique CFE.	PZ	1.000	39,751.71	39,751.71
80002	Elaboración e instalación de terminales exteriores para cable de potencia CU-1000-XLP de porcelana en poste de transición de acuerdo al plano de proyecto y manual de fabricante. Incluye: Suministro de brida (de acuerdo a las características del poste y terminales suministradas por la CFE), cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG y elementos de sujeción de cable conductor al poste, puentes con cable ACSR 795 kcm; traslado de terminales del almacén indicado por CFE al sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, aterrizamiento al sistema de tierras, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta necesaria y adecuada para los trabajos.	PZ	3.000	126,608.65	379,825.95
80003	Instalación y conexión de apartarrayos en poste de transición de acuerdo al plano de proyecto y manual de fabricante. Incluye: Suministro de cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG, traslado de los apartarrayos Protecta Lite del almacén indicado por CFE al sitio de instalación; maniobras de carga y descarga, aterrizamiento al sistema de tierras; mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta necesaria y adecuada para los trabajos.	PZ	3.000	42,320.47	126,961.41
PTRAN	Total de POSTE DE TRANSICIÓN		1.000	546,539.07	546,539.07
OE	Total de OBRA ELECTROMECHANICA		1.000	6'574,778.92	6'574,778.92
LT001	Total de PROPUESTA 2 LÍNEA SUBTERRÁNEA, 115 KV-1C-0.623 KM-AL-1000-XLP		1.000	12'249,380.07	12'249,380.07
	Total de Presupuesto				12'249,380.07

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS AÉREAS DE 69 A 138 KV

CIMENTACIONES DE POSTE TRONCOCONICO DE ACERO DE 115 kv CON PLACA BASE

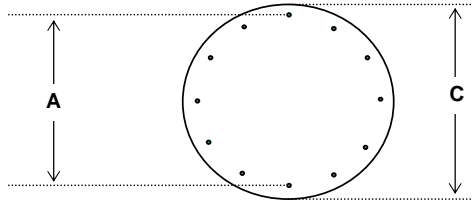


SIN ESCALA

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1 "	A COLADO A RAZANTE	B COLADO SOBRE RAZANTE	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO JAULA DE AC.
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO BLANDO DE 0.5 Kg/cm²					
1210 SMP	18 (1@17)	570	100	120	106
1211 DMP	24 (1@15)	670	100	140	126
1213 DMP	27 (1@16)	720	100	160	146
1216 DMP	36 (1@13)	820	100	170	156
1219 DMP	42 (1@12)	890	100	180	166
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO SEMI-RESISTENTE DE 1 Kg/cm²					
1210 SMP	18 (1@17)	420	100	120	106
1211 DMP	25 (1@15)	490	100	140	126
1213 DMP	28 (1@15)	520	100	160	146
1216 DMP	37 (1@13)	590	100	170	156
1219 DMP	42 (1@12)	630	100	180	166
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO RESISTENTE DE 1.5 Kg/cm²					
1210 SMP	19 (1@16)	360	100	120	106
1211 DMP	25 (1@15)	410	100	140	126
1213 DMP	27 (1@16)	430	100	160	146
1216 DMP	36 (1@13)	490	100	170	156
1219 DMP	42 (1@12)	530	100	180	166
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO MUY RESISTENTE DE 2 Kg/cm²					
1210 SMP	18 (1@17)	310	100	120	106
1211 DMP	25 (1@15)	360	100	140	126
1213 DMP	28 (1@15)	380	100	160	146
1216 DMP	39 (1@12)	440	100	170	156
1219 DMP	43 (1@12)	470	100	180	166
PARA TERRENOS ALGO ROCOSO DE 3 Kg/cm²					
1210 SMP	18 (1@16)	270	100	120	106
1211 DMP	25 (1@14)	300	100	140	126
1213 DMP	28 (1@15)	320	100	160	146
1216 DMP	38 (2@24)	360	100	170	156
1219 DMP	43 (2@22)	390	100	180	166
PARA TERRENOS ROCOSO DE 5 Kg/cm²					
1210 SMP	19 (1@16)	220	100	120	106
1211 DMP	27 (1@13)	260	100	140	126
1213 DMP	27 (1@16)	260	100	160	146
1216 DMP	40 (2@22)	300	100	170	156
1219 DMP	44 (2@22)	310	100	180	166
PARA TERRENOS ROCOSO DE 7.5 Kg/cm²					
1210 SMP	18 (1@16)	190	100	120	106
1211 DMP	29 (1@12)	230	100	140	126
1213 DMP	29 (1@15)	230	100	160	146
1216 DMP	40 (2@22)	260	100	170	156
1219 DMP	44 (2@22)	270	100	180	166

DIMENSIONES EN CM

DETALLE DE CIMENTACION DE POSTES TUBULARES DE ACERO CIMENTADOS SOBRE TERRENO NATURAL Ó PAVIMENTO, CON PLACA BASE

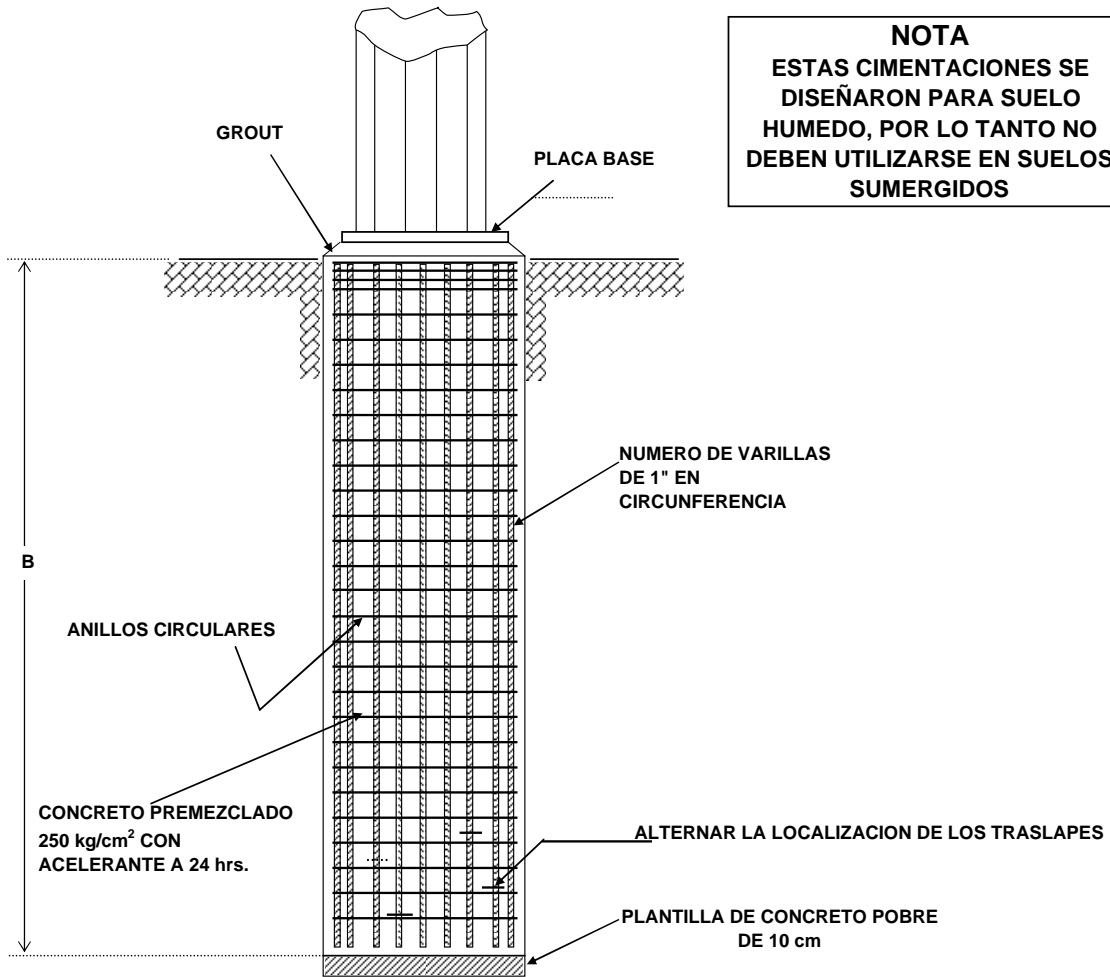


SECCION TRANSVERSAL DEL PILOTE

NOTAS PARA LOS ANILLOS:

- 1.- EL DISEÑO DE ESTA CIMENTACION ES DE ACUERDO CON LA MEMORIA DE CALC. AG-C-M0010
- 2.- EL TRASLAPE PARA CERRAR LOS ANILLOS SERA DE 52 cm
- 3.- SE COLOCARAN 4 ANILLOS @ 10 cm, EN EL TOPE DE EL PILOTE.
- 4.- SE TENDRA CUIDADO DE QUE EL TRASLAPE DE LOS ANILLOS SE COLOQUE ALTERNADO VERTICALMENTE

NOTA
ESTAS CIMENTACIONES SE DISEÑARON PARA SUELO HUMEDO, POR LO TANTO NO DEBEN UTILIZARSE EN SUELOS SUMERGIDOS



ELEVACION

**CIMENTACION PARA POSTES TUBULARES DE ACERO FIJADOS
CON PLACA BASE**

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 0.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	13	110	440	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	18	120	496	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	28	125	562	150	89	1/2"	20
1216DMPL	37	140	622	165	102	1/2"	18
1219DMPL	49	150	678	175	110.1	1/2"	15

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 1.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	12	110	425	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	20	120	496	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	26	125	485	150	89	1/2"	20
1216DMPL	38	140	607	165	102	1/2"	18
1219DMPL	50	150	663	175	110.1	1/2"	14

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	13	110	394	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	20	120	450	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	28	125	302	150	89	1/2"	11
1216DMPL	39	140	561	165	102	1/2"	15
1219DMPL	48	150	602	175	110.1	1/2"	12

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	14	110	394	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	20	120	450	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	29	125	500	150	89	1/2"	20
1216DMPL	37	140	546	165	102	1/2"	16
1219DMPL	50	150	602	175	110.1	1/2"	10

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 5.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	13	110	364	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	20	120	419	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	29	125	470	150	89	1/2"	18
1216DMPL	29	140	470	165	102	1/2"	18
1219DMPL	47	150	556	175	110.1	1/2"	10

DIMENSIONES EN CENTIMETROS (EXCEPTO DONDE SE INDICA)

**CIMENTACION PARA POSTES TUBULARES DE ACERO FIJADOS
CON PLACA BASE**

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 0.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	12	110	501	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	18	120	617	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	27	125	744	150	89	1/2"	20
1216DMPL	37	140	881	165	102	1/2"	18
1219DMPL	46	150	983	175	110.1	1/2"	17

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 1.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	12	110	333	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	20	120	419	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	26	125	333	150	89	1/2"	17
1216DMPL	37	140	577	165	102	1/2"	18
1219DMPL	46	150	647	175	110.1	1/2"	17

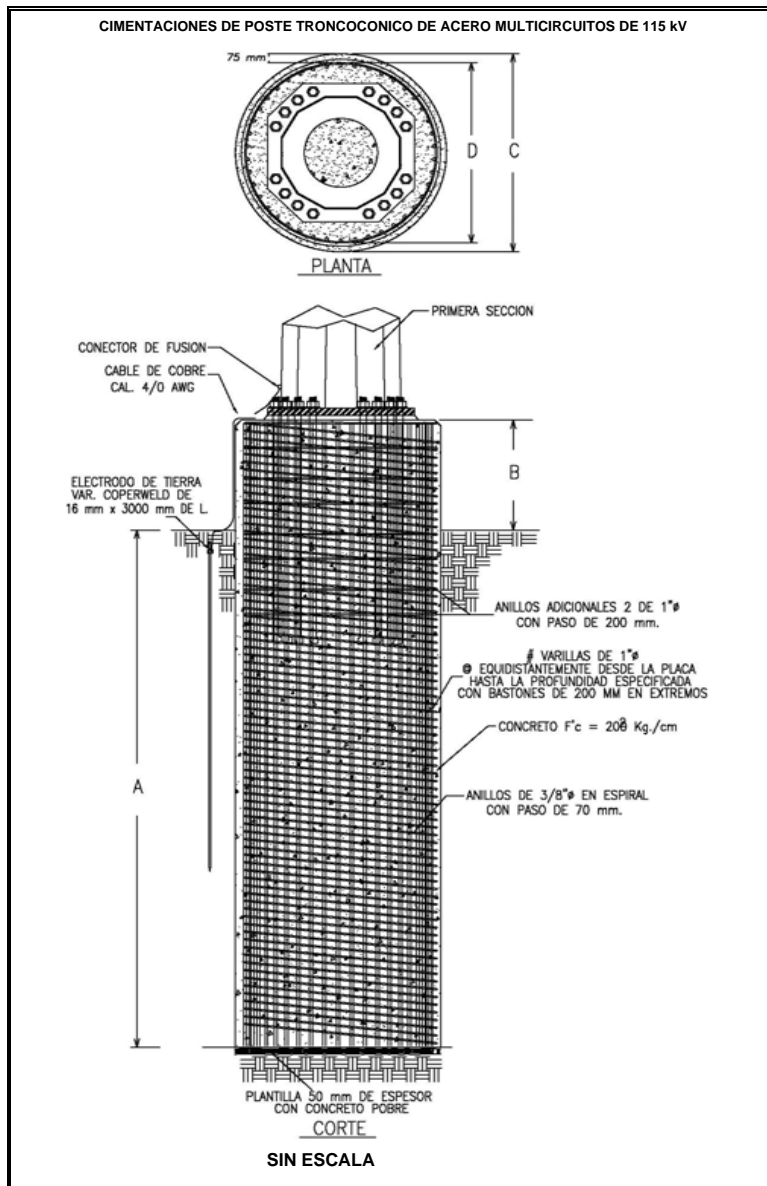
PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	12	110	300	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	19	120	300	145	82.8	1/2"	21
1213DMPL	29	125	300	150	89	5/8"	9
1216DMPL	37	140	394	165	102	1/2"	13
1219DMPL	46	150	434	175	110.1	1/2"	11

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	13	110	300	135	75.7	1/2"	23
1211DMPL	19	120	300	145	82.8	1/2"	17
1213DMPL	17	125	300	150	89	1/2"	20
1216DMPL	37	140	348	165	102	1/2"	10
1219DMPL	46	150	388	175	110.1	1/2"	8

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 5.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1210SMPL	14	110	300	135	75.7	1/2"	9
1211DMPL	19	120	300	145	82.8	1/2"	7
1213DMPL	17	125	300	150	89	1/2"	9
1216DMPL	37	140	300	165	102	5/8"	8
1219DMPL	45	150	300	175	110.1	5/8"	7

DIMENSIONES EN CENTIMETROS (EXCEPTO DONDE SE INDICA)

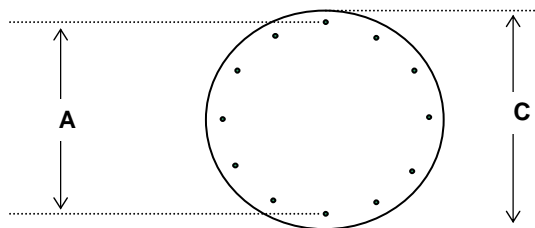
LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS AÉREAS DE 69 A 138 KV



TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A COLADO A RAZANTE	B COLADO SOBRE RAZANTE	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO JAULA DE AC.
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO BLANDO DE 0.5 Kg/cm²					
1410 SMP	41	770	50	180	166
1411 DMP	65	920	50	200	186
1413 DMP	76	1010	50	240	226
1416 DMP	92	1320	50	290	276
1416 RMP	43	660	50	290	276
1419 DMP	116	1250	50	300	286
1419 RMP	72	1000	50	300	286
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO SEMI-RESISTENTE DE 1 Kg/cm²					
1410 SMP	42	600	50	180	166
1411 DMP	62	750	50	200	186
1413 DMP	76	770	50	240	226
1416 DMP	92	920	50	290	276
1416 RMP	43	480	50	290	276
1419 DMP	114	930	50	300	286
1419 RMP	72	760	50	300	286
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO RESISTENTE DE 1.5 Kg/cm²					
1410 SMP	43	510	50	180	166
1411 DMP	60	610	50	200	186
1413 DMP	76	660	50	240	226
1416 DMP	92	760	50	290	276
1416 RMP	43	400	50	290	276
1419 DMP	114	790	50	300	286
1419 RMP	72	660	50	300	286
PARA TERRENOS COHESIVO EN ESTADO MUY RESISTENTE DE 2 Kg/cm²					
1410 SMP	42	450	50	180	166
1411 DMP	60	530	50	200	186
1413 DMP	76	580	50	240	226
1416 DMP	92	670	50	290	276
1416 RMP	43	360	50	290	276
1419 DMP	120	720	50	300	286
1419 RMP	72	580	50	300	286
PARA TERRENOS ALGO ROCOSO DE 3 Kg/cm²					
1410 SMP	43	390	50	180	166
1411 DMP	62	450	50	200	186
1413 DMP	74	490	50	240	226
1416 DMP	94	560	50	290	276
1416 RMP	43	310	50	290	276
1419 DMP	116	610	50	300	286
1419 RMP	74	500	50	300	286
PARA TERRENOS ROCOSO DE 5 Kg/cm²					
1410 SMP	44	320	50	180	166
1411 DMP	62	370	50	200	186
1413 DMP	78	420	50	240	226
1416 DMP	90	450	50	290	276
1416 RMP	43	270	50	290	276
1419 DMP	120	510	50	300	286
1419 RMP	72	410	50	300	286
PARA TERRENOS ROCOSO DE 7.5 Kg/cm²					
1410 SMP	43	280	50	180	166
1411 DMP	68	330	50	200	186
1413 DMP	78	350	50	240	226
1416 DMP	94	390	50	290	276
1416 RMP	43	240	50	290	276
1419 DMP	120	430	50	300	286
1419 RMP	72	350	50	300	286

DIMENSIONES EN CM

DETALLE DE CIMENTACION DE POSTES TUBULARES DE ACERO CIMENTADOS SOBRE TERRENO NATURAL Ó PAVIMENTO, CON PLACA BASE

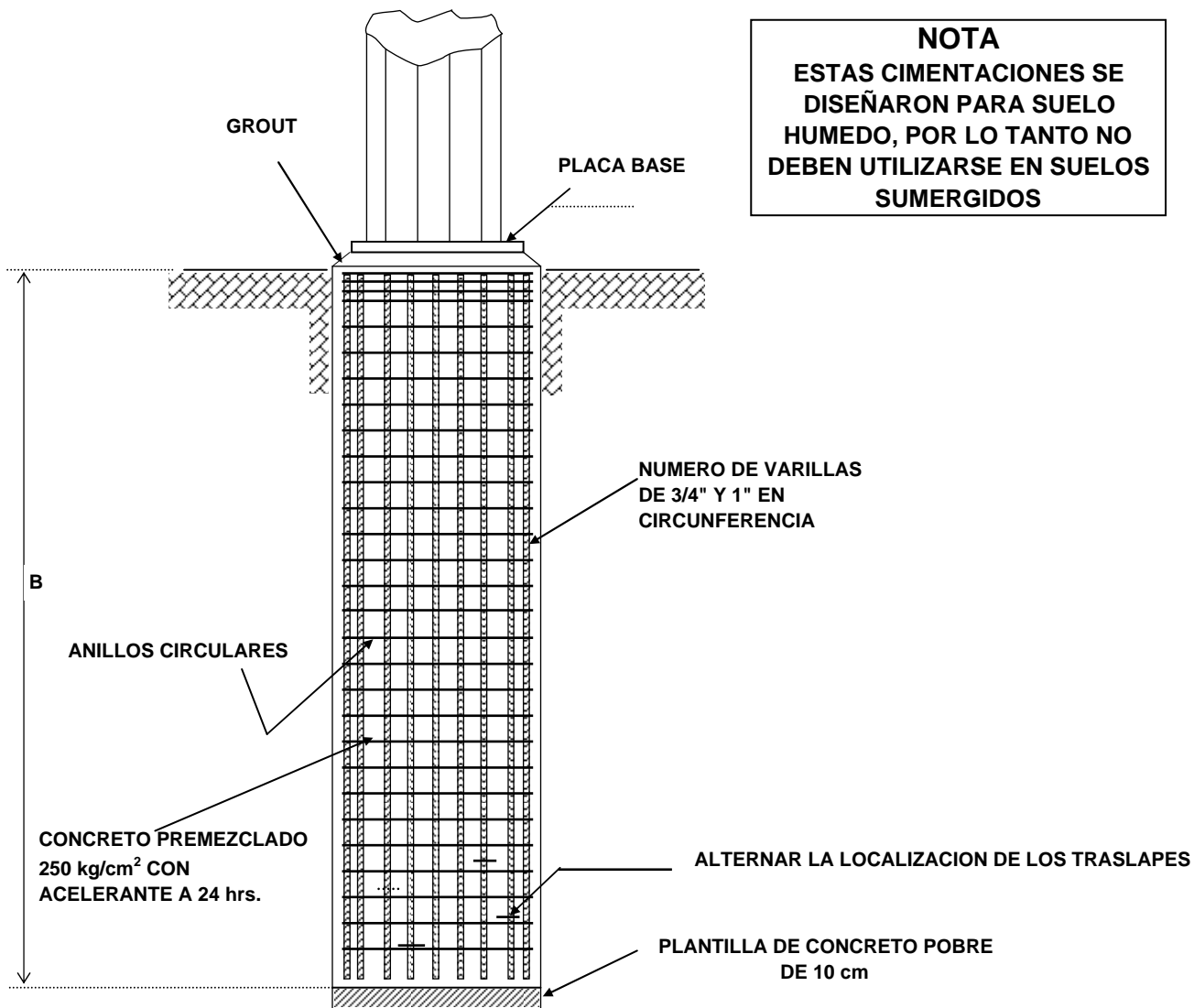


SECCION TRANSVERSAL DEL PILOTE

NOTAS PARA LOS ANILLOS:

- 1.- EL TRASLAPE PARA CERRAR LOS ANILLOS SERA DE 52 cm PARA VARILLAS DE 1/2" Y DE 65 cm PARA VARILLAS DE 5/8"
- 2.- SE COLOCARAN 4 ANILLOS @ 10 cm, EN EL TOPE DE EL PILOTE.
- 3.- SE TENDRA CUIDADO DE QUE EL TRASLAPE DE LOS ANILLOS SE COLOQUE ALTERNADO VERTICALMENTE

NOTA
ESTAS CIMENTACIONES SE DISEÑARON PARA SUELO HUMEDO, POR LO TANTO NO DEBEN UTILIZARSE EN SUELOS SUMERGIDOS



ELEVACION

**CIMENTACION PARA POSTES TUBULARES DE ACERO FIJADOS
CON PLACA BASE**

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 0.5 Kg/cm²

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 11/2"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	23	136	679	161	103	3/4"	29
1411DMP	33	152.5	772	177.5	119	3/4"	19
1413DMP	42	179	844	204	143.5	3/4"	15
1416DMP	56	212	938	237	176	3/4"	12
1419DMP	60	253	994	278	183	3/4"	14

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 1.0 Kg/cm²

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	23	136	664	161	103	3/4"	26
1411DMP	34	152.5	757	177.5	119	3/4"	39
1413DMP	44	179	829	204	143.5	3/4"	14
1416DMP	56	212	908	237	176	3/4"	12
1419DMP	62	253	949	278	183	3/4"	12

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.0 Kg/cm²

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	22	136	603	161	103	3/4"	23
1411DMP	34	152.5	696	177.5	119	3/4"	14
1413DMP	42	179	753	204	143.5	1"	22
1416DMP	56	212	831	237	176	1"	18
1419DMP	62	253	872	278	183	1"	17

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.5 Kg/cm²

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	23	136	603	161	103	1"	37
1411DMP	33	152.5	680	177.5	119	1"	26
1413DMP	41	179	737	204	143.5	1"	22
1416DMP	58	212	831	237	176	1"	17
1419DMP	61	253	857	278	183	1"	17

PARA TERRENOS FRICCIONANTES (ARENAS) CON RESISTENCIA HASTA 5.0 Kg/cm²

TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	22	136	557	161	103	1"	34
1411DMP	33	152.5	635	177.5	119	1"	23
1413DMP	41	179	692	204	143.5	1"	19
1416DMP	56	212	770	237	176	1"	15
1419DMP	59	253	796	278	183	1"	16

DIMENSIONES EN CENTIMETROS (EXCEPTO DONDE SE INDICA)

CIMENTACION PARA POSTES TUBULARES DE ACERO FIJADOS CON PLACA BASE							
PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 0.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	21	136	984	161	103	3/4"	41
1411DMP	33	152.5	122.9	177.5	119	3/4"	39
1413DMP	41	179	140.8	204	143.5	3/4"	34
1416DMP	55	212	165.4	237	176	3/4"	29
1419DMP	59	253	175.6	278	183	3/4"	25

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 1.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	21	136	649	161	103	3/4"	41
1411DMP	33	152.5	802	177.5	119	3/4"	39
1413DMP	40	179	905	204	143.5	3/4"	34
1416DMP	53	212	106	237	176	3/4"	29
1419DMP	59	253	113.1	278	183	3/4"	25

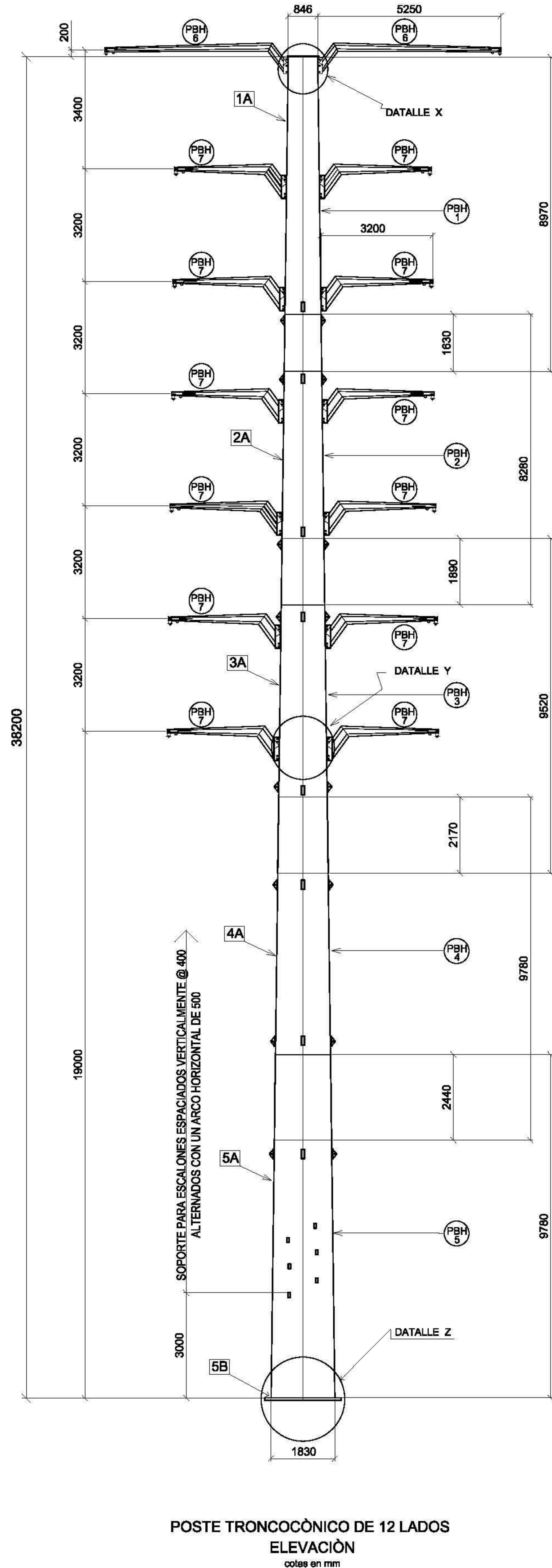
PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	21	136	435	161	103	1"	40
1411DMP	33	152.5	543	177.5	119	1"	29
1413DMP	41	179	616	204	143.5	1"	27
1416DMP	53	212	709	237	176	1"	25
1419DMP	56	253	750	278	183	1"	27

PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 2.5 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	21	136	390	161	103	1"	30
1411DMP	33	152.5	482	177.5	119	1"	23
1413DMP	40	179	539	204	143.5	1"	21
1416DMP	53	212	633	237	176	1"	19
1419DMP	59	253	674	278	183	1"	20

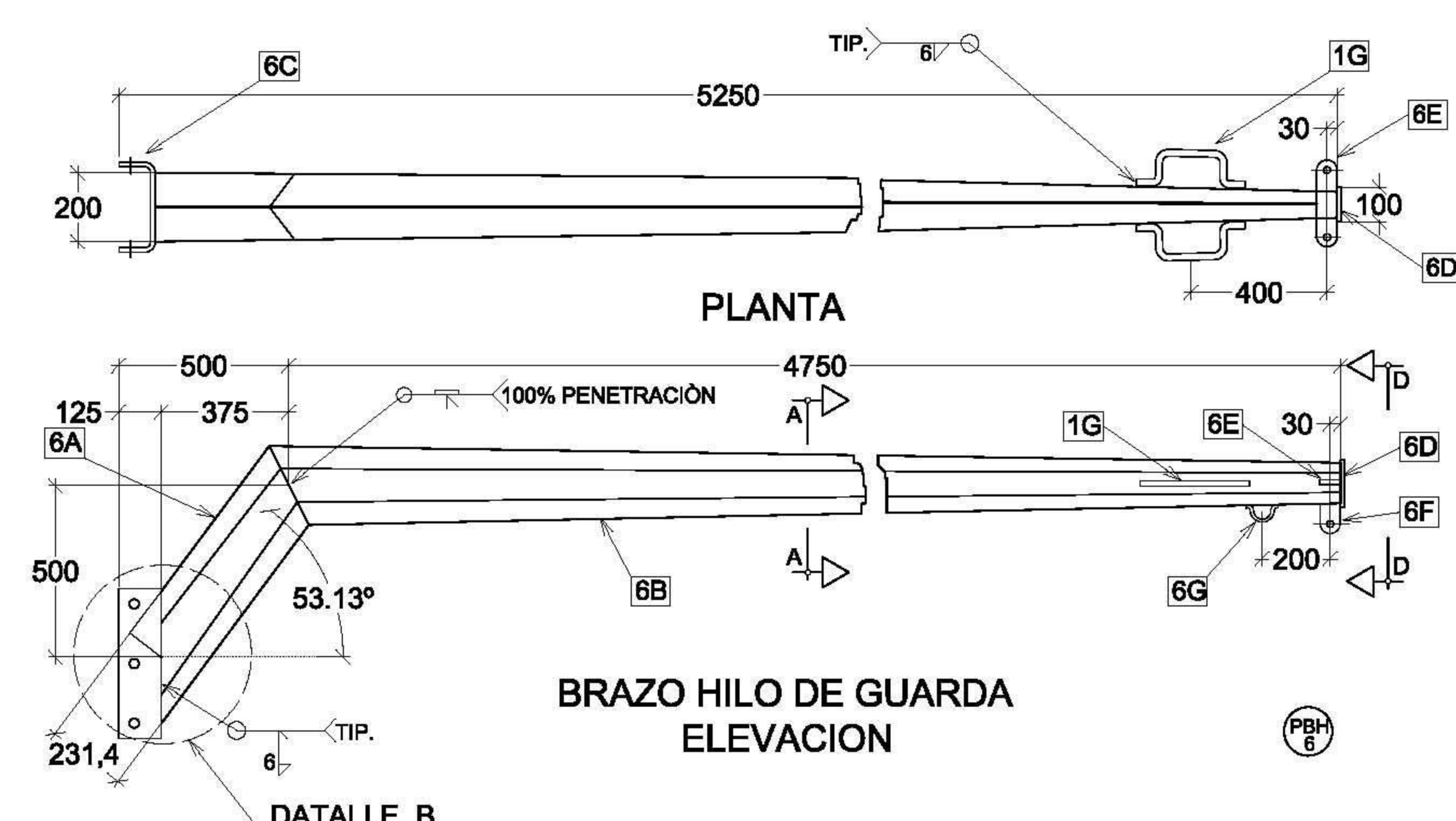
PARA TERRENOS COHESIVOS (ARCILLAS) CON RESISTENCIA HASTA 5.0 Kg/cm ²							
TIPO DE POSTE	NUMERO DE VARILLAS DE 1"	A DIAMETRO JAULA DE AC.	B	C DIAMETRO TOTAL	D DIAMETRO INF. POSTE	ANILLOS	
						VARILLA	@
1410SMP	21	136	300	161	103	1"	16
1411DMP	32	152.5	330	177.5	119	1"	13
1413DMP	40	179	372	204	143.5	1"	12
1416DMP	53	212	435	237	176	1"	10
1419DMP	58	253	461	278	183	1"	13

DIMENSIONES EN CENTIMETROS (EXCEPTO DONDE SE INDICA)

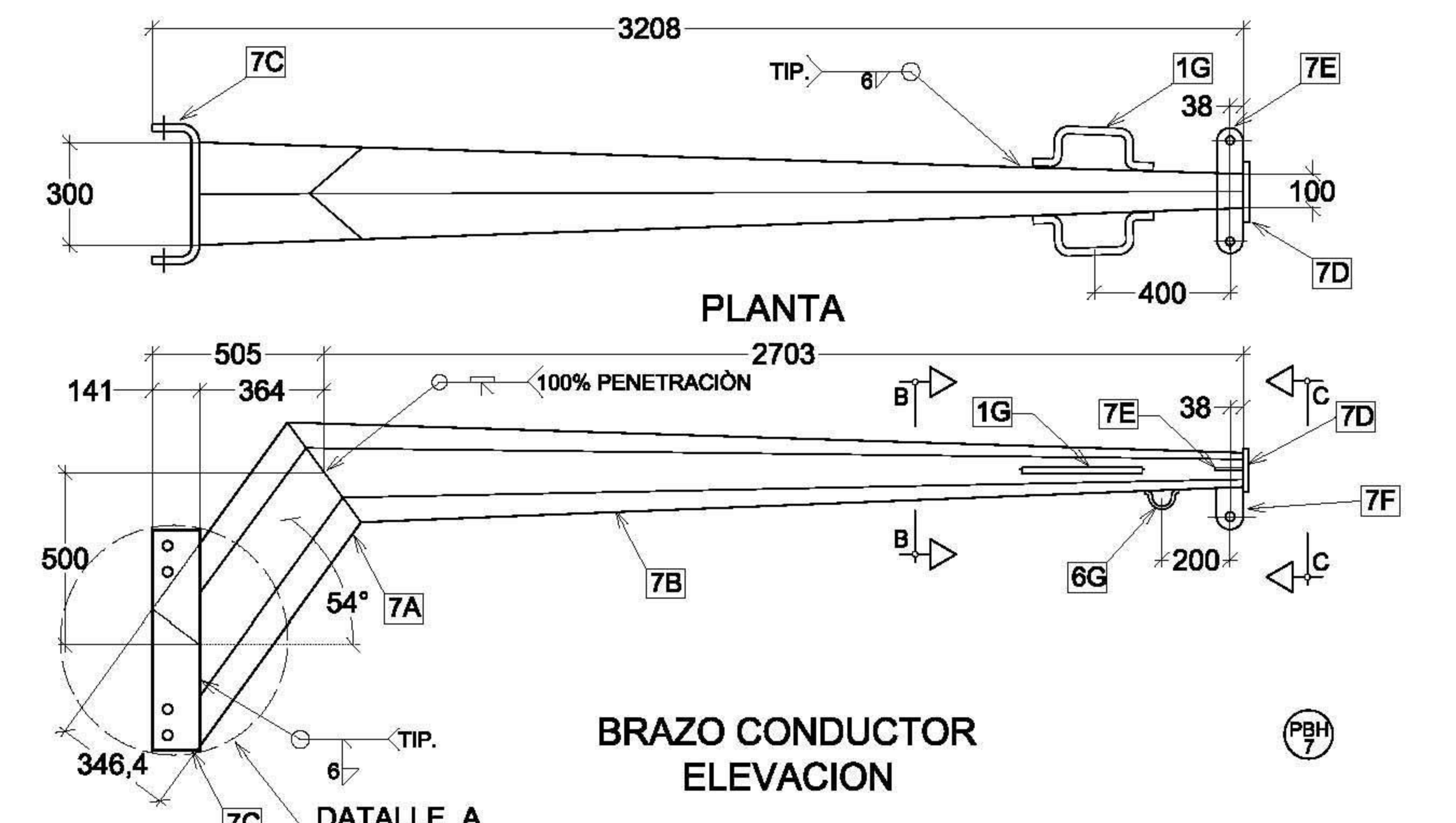
ANEXO 8



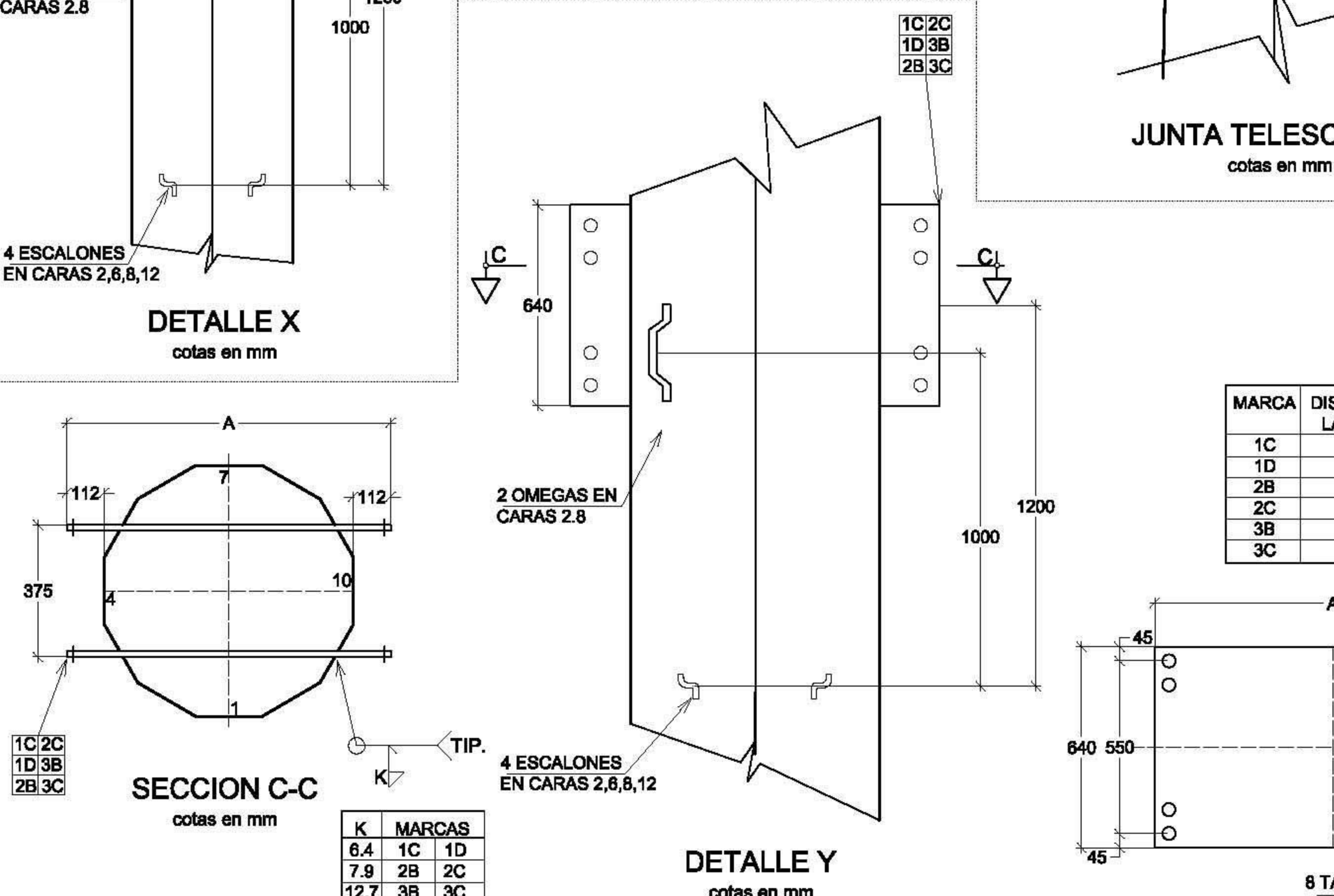
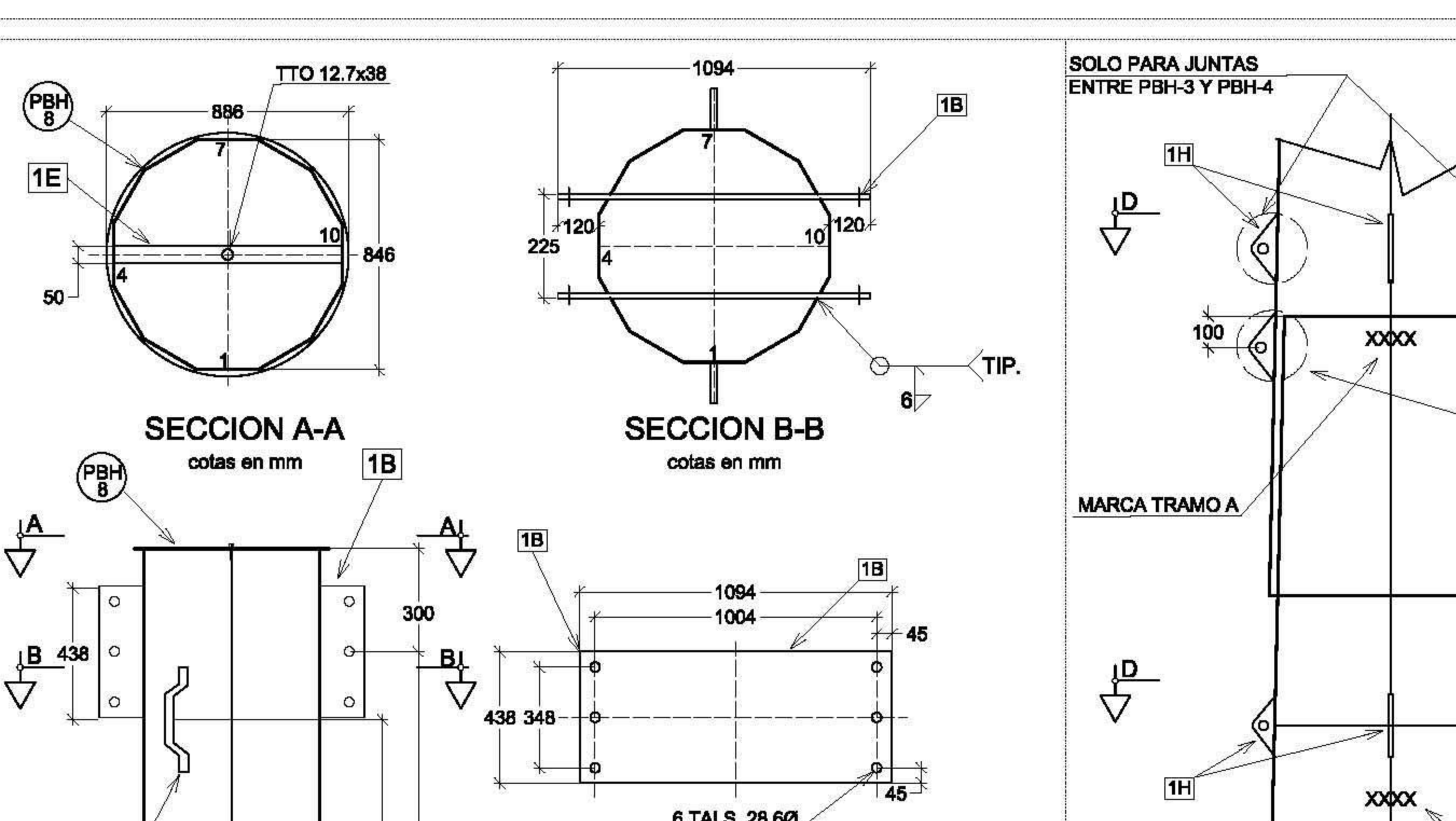
POSTE TRUNCOCÓNICO DE 12 LADOS
ELEVACIÓN
cotas en mm



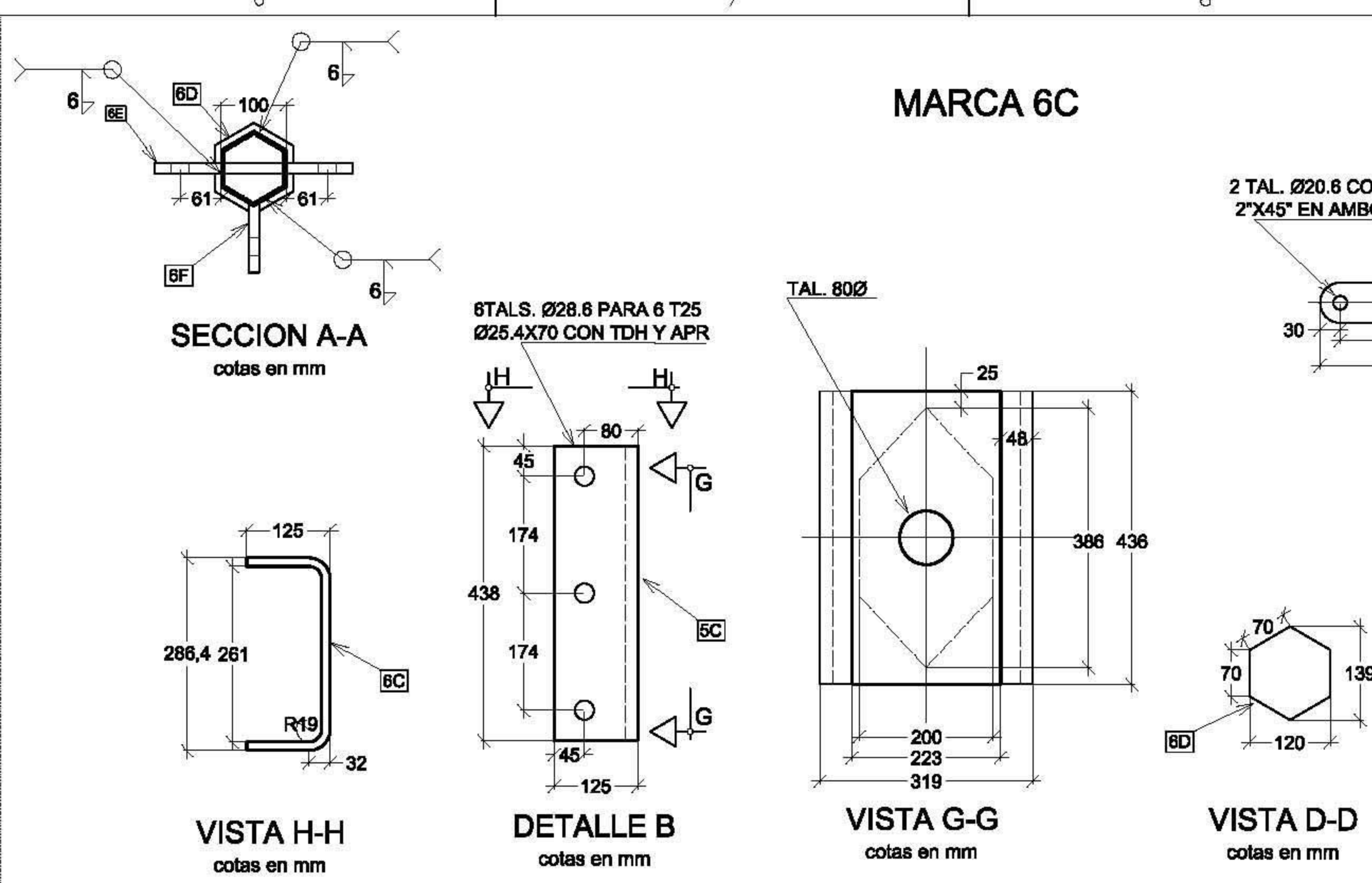
BRAZO HILO DE GUARDA
ELEVACION
cotas en mm



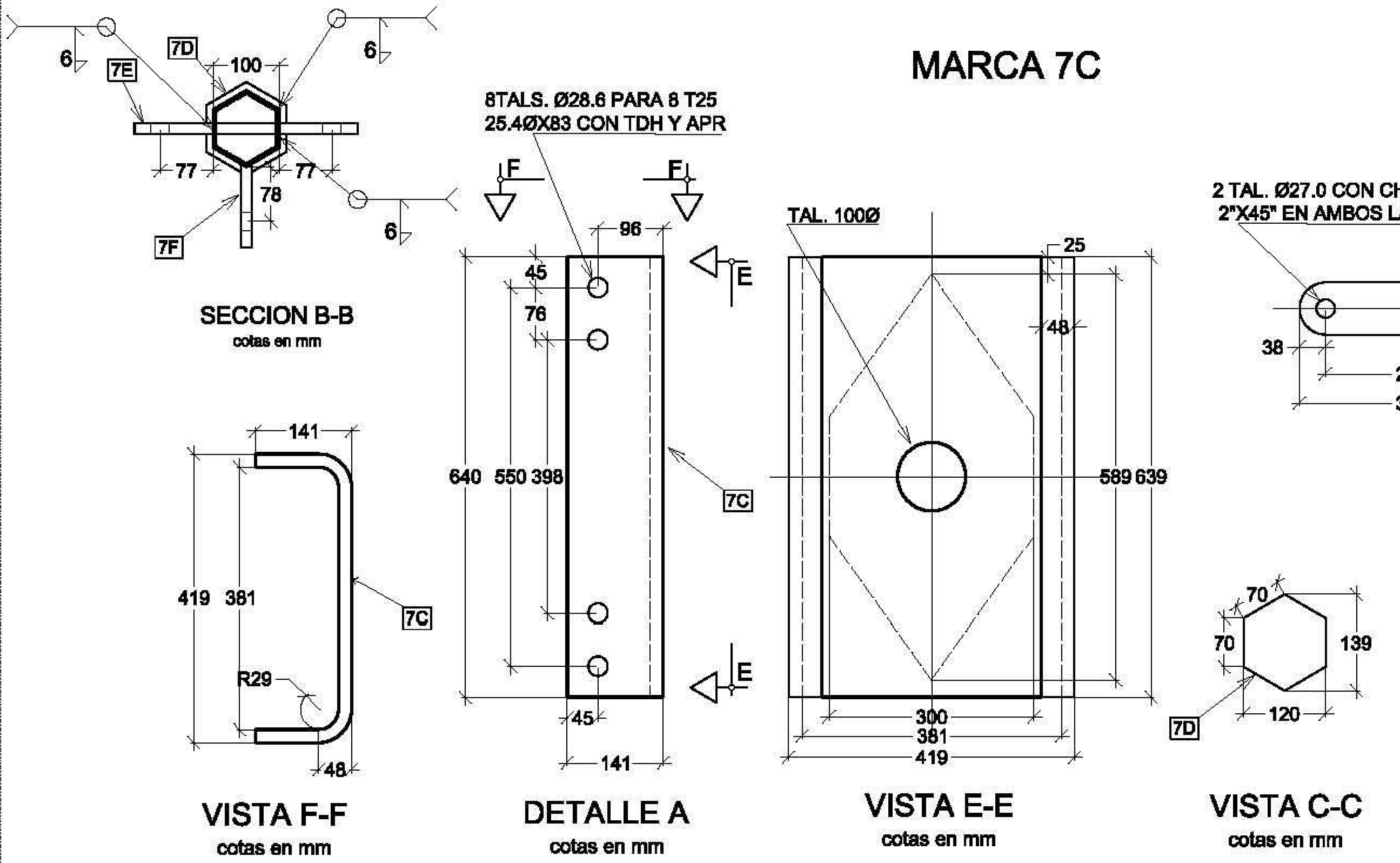
BRAZO CONDUCTOR
ELEVACION
cotas en mm



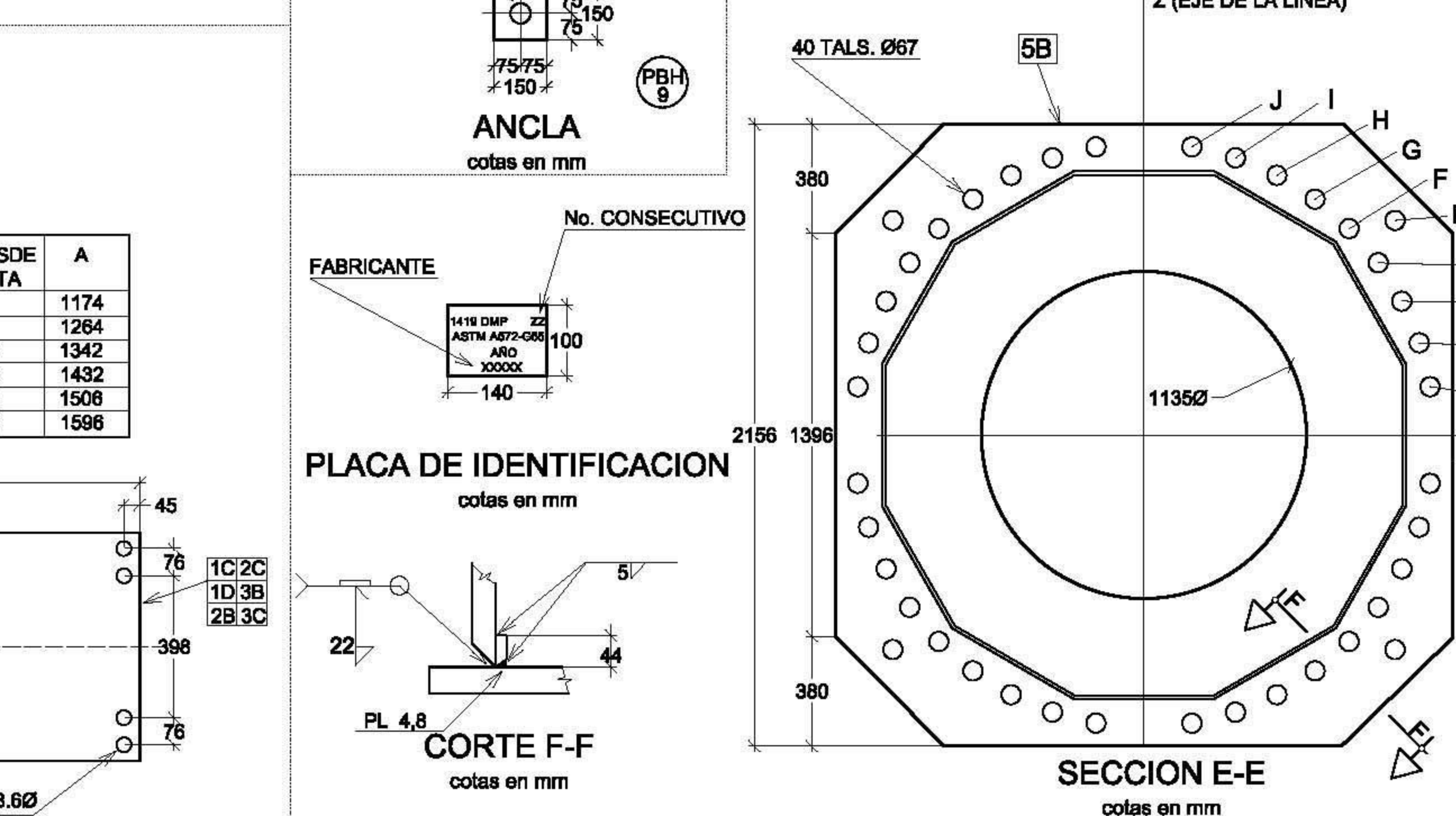
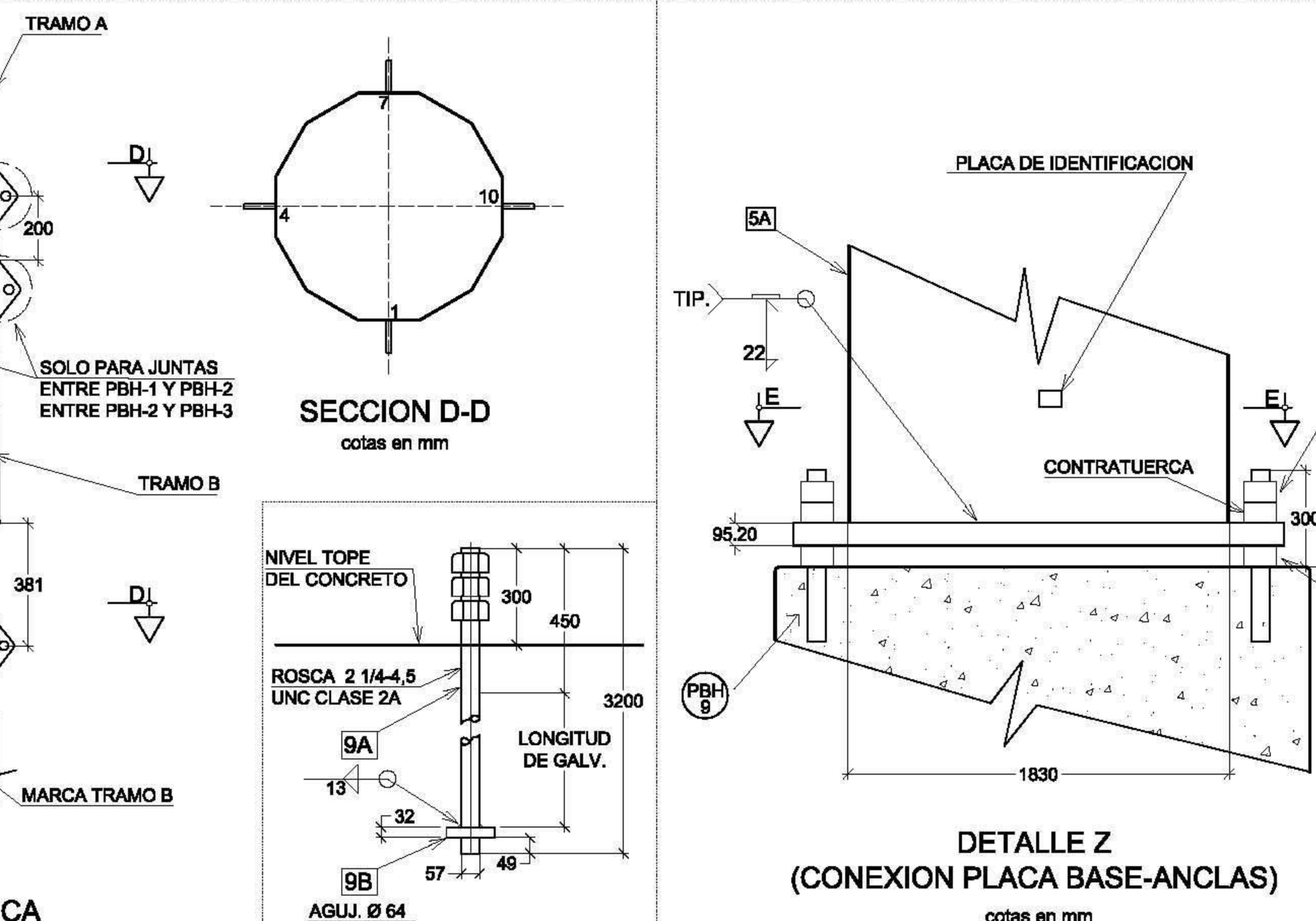
SECCION C-C
cotas en mm



MARCA 6C



MARCA 7C



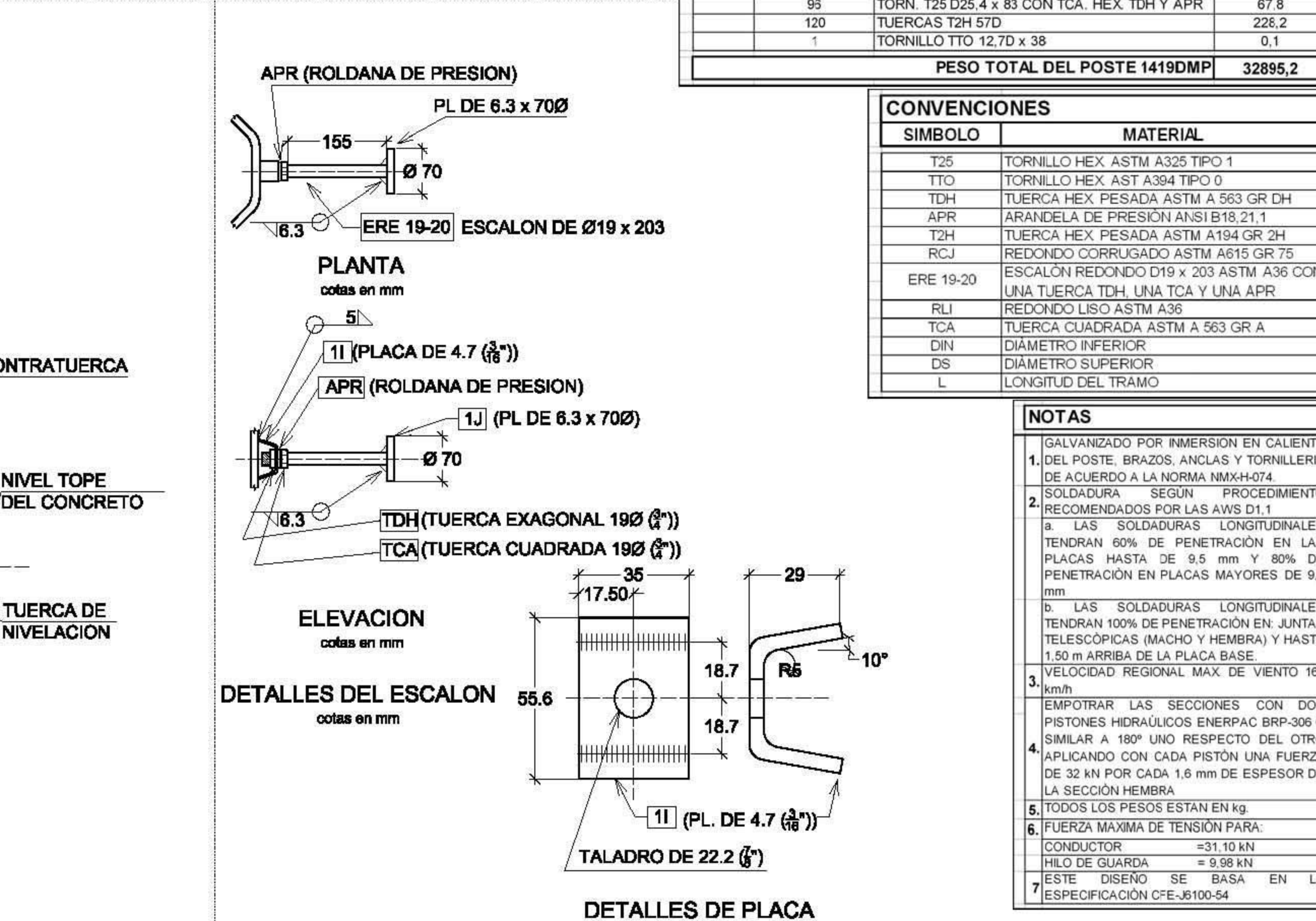
ANCLA
cotas en mm

LISTA DE PARTES PARA FABRICACION

PARTES	MARCA	DESCRIPCION	CANT.	X	Y	ACERO	PESO
PBH-1	1A	10990N x 840D x 897L x PL.4	2			A 572-GR85	1385.30
PESO TOTAL PBH-1 2095.60							
PBH-2	2A	12730N x 1340D x 8280L x PL.7,60	2			A 572-GR85	1902.4
PESO TOTAL PBH-2 2491.20							
PBH-3	3A	1472N N x 1204D S x 9520 L x PL.12,70	2			A 572-GR85	4037.2
PESO TOTAL PBH-3 4037.20							
PBH-4	4A	16610 N x 13850 S x 9786 L x PL.19,10	2			A 572-GR85	7061.6
PESO TOTAL PBH-4 7061.60							
PBH-5	5A	18300 N x 15640 S x 9786 L x PL.19,10	2			A 572-GR85	7888.5
PESO TOTAL PBH-5 7888.50							
PBH-6	6A	PL.6.4 x 648 x 678 x 639	1			A 572-GR85	27.7
PESO TOTAL PBH-6 27.70							
PBH-7	7A	PL.6.4 x 648 x 678 x 639	1			A 572-GR85	27.7
PESO TOTAL PBH-7 27.70							
PBH-8	8A	RCJ 37.10 x 3200	1			A 515-GR75	64.3
PESO TOTAL PBH-8 64.30							
PBH-9	9B	PL.31.80 x 150 x 320	1			A 572-GR85	5.7
PESO TOTAL PBH-9 5.70							

LISTA DE PARTES PARA MONTAJE POSTE 1419 DMP

PARTES	CANT.	EXTR.	DESCRIPCION	PESO TOTAL
PBH-1	1		TRAMO 1 (SUPERIOR)	2095.6
PBH-2	1		TRAMO 2	2491.2
PBH-3	1		TRAMO 3	4037.2
PBH-4	1		TRAMO 4	7061.6
PBH-5	1		TRAMO 5 (INFERIOR)	7888.5
PBH-6	2		BRAZO HILO DE GUARDA	344.4
PBH-7	12		BRAZO CONDUCTOR	2482.8
PBH-8			TAPA	23.8
PBH-9	43		ANCLA	2993.4
	8		TORN. T25 D25.4 x 70 CON TCA. HEX. T8H Y APR.	5.3
	88		TORN. T25 D25.4 x 83 CON TCA. HEX. T8H Y APR.	67.8
	100		TUERCAS T8H 470	228.2
	1		TORNILLO T10 12.70 x 38	0.1
PESO TOTAL DEL POSTE 1419DMP				32895.2



CONVENCIONES

SIMBOLO	MATERIAL
T25	TORNILLO HEX. ASTM A325 TIPO 1
T10	TORNILLO HEX. ASTM A325 TIPO 1
T8H	TUERCA HEX. PESADA ASTM A 563 GR. 8H
APR	ARANDELA DE PRESION ANSIB 21.1
T8H	TUERCA HEX. PESADA ASTM A 563 GR. 8H
RCJ	RECORDADO ROLADO ASTM A 563 GR. 15
ERE 19-20	ESCALON REDONDO D19 x 203 ASTM A 36 CON UNHA T8H T8H UNHA TCA Y UNHA APR.
RLI	RECORDADO ROLADO ASTM A 563 GR. 15
TCA	TUERCA CUADRAADA ASTM A 563 GR. 8
D8	DIAMETRO INFERIOR
D8	DIAMETRO SUPERIOR
L	LONGITUD DEL TRAMO

NOTAS

- REALIZADO POR INMERSION EN CALIENTE DEL POSTE, BRAZOS, ANCLAS Y TORNILLERIA DE ACUERDO A LA NORMA NIAH4204.
- RECOMENDACIONES PARA LAS ANCLAS:
 - A. LAS "BOLGADURAS" (CONTRINERNALES) TENDRAN 80% DE PENETRACION EN LAS PLACAS HASTA DE 9.5 mm Y 80% DE PENETRACION EN PLACAS MAYORES DE 9.5 mm.
 - B. LAS "SOLDADURAS" (CONTRINERNALES) TENDRAN 100% DE PENETRACION EN JUNTAS TELESCOPICAS (MACHO Y HEMBRA) Y HASTA 1.50" ARRIBA DE LA PLACA BASE.
 - C. VELOCIDAD REGIONAL MAX. DE VIENTO 100 mph.
 - D. EMPORRAR LAS SECCIONES CON DOS PISTONES HERRALLUCOS ENERPAK BR-300 O EQUIVALENTE A 1900 UNAS RESPECTO DEL OTRO, APLICANDO CON CADA PISTON UNA FUERZA DE 30 kN POR CADA 1.6 mm DE GROSOR DE LA SECCION HEMBRA.
 - E. TODOS LOS PRESOS ESTAN EN 80.
 - F. FUERZA MAXIMA DE TENSION PARA:
 - CONDUCTOR: ~31.10 kN
 - HILO DE GUARDA: ~3.8 kN
 - G. ESTE DISEÑO SE BASA EN LA ESPECIFICACION CFE-10103-04.

PROPIEDAD DE CFE

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL PARA CUALQUIER REPRODUCCION SE DEBE DE CONTAR CON LA AUTORIZACION POR ESCRITO DE LA GERENCIA DE DISTRIBUCION

No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBO	FECHA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION
COORDINACION DE DISTRIBUCION
GERENCIA DE NORMALIZACION DE DISTRIBUCION

PROYECTO:
LINEAMIENTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO DE LINEAS AEREAS DE 69 A 138 KV

TITULO:
POSTE 1419 DMP

UTILIZACION: DEFLEXION 99/220/250, REMETE 49/150/200

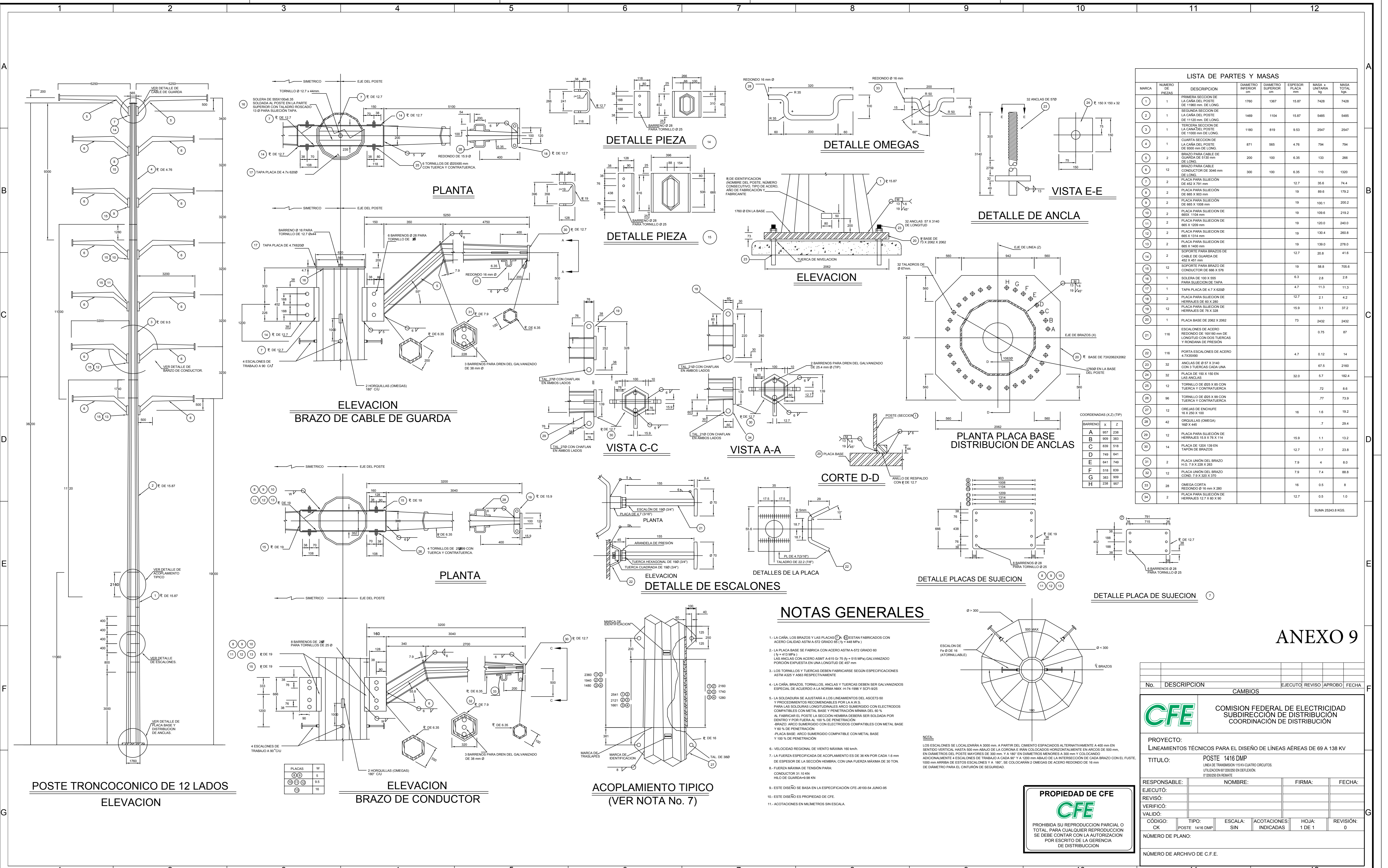
RESPONSABLE: _____ NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____

EJECUTO: _____ REVISO: _____ VERIFICO: _____

VALIDO: _____ TIPO: Postes 1419 DMP ESCALA: SIN ACOTACIONES: mm HOJA: 1 de 1 REVISION: 0

CODIGO: _____ NUMERO DE PLANO: _____

NUMERO DE ARCHIVO DE C.F.E. _____



LISTA DE PARTES Y MASAS								
MARCA	NUMERO DE PIEZAS	DESCRIPCION	DIAMETRO INFERIOR	DIAMETRO SUPERIOR	ESPESOR PLACA	MASA X UNIDAD	MASA TOTAL	
1	1	PRIMERA SECCION DE LA CANA DEL POSTE DE 1180 mm DE LONG.	1760	1367	15.87	7428	7428	
2	1	SEGUNDA SECCION DE LA CANA DEL POSTE DE 1180 mm DE LONG.	1469	1104	15.87	5485	5485	
3	1	TERCERA SECCION DE LA CANA DEL POSTE DE 1100 mm DE LONG.	1180	819	9.53	2547	2547	
4	1	CUARTA SECCION DE LA CANA DEL POSTE DE 930 mm DE LONG.	871	565	4.76	794	794	
5	2	BRAZO PARA CABLE E DE GUARDA DE 570 mm DE LONG.	200	100	6.35	133	266	
6	12	BRAZO PARA CABLE CONDUCTOR DE 3045 mm DE LONG.	300	100	6.35	110	1320	
7	2	PLACA PARA SUJECION DE 452 X 791 mm			12.7	35.6	74.4	
8	2	PLACA PARA SUJECION DE 695 X 993 mm			19	89.6	179.2	
9	2	PLACA PARA SUJECION DE 885 X 1098 mm			19	100.1	200.2	
10	2	PLACA PARA SUJECION DE 66X 1104 mm			19	109.6	219.2	
11	2	PLACA PARA SUJECION DE 66X 1104 mm			19	120.0	240.0	
12	2	PLACA PARA SUJECION DE 66X 1104 mm			19	130.4	260.8	
13	2	PLACA PARA SUJECION DE 66X 1104 mm			19	139.0	278.0	
14	2	SOPORTE PARA BRAZOS DE CABLE DE GUARDA DE 452 X 451 mm			12.7	20.8	41.6	
15	12	SOPORTE PARA BRAZOS DE CONDUCTOR DE 695 X 576 mm			19	58.8	705.6	
16	1	SOLERA DE 100 X 565			6.3	2.8	2.8	
17	1	TAPA PLACA DE 4.7 X 6200			4.7	11.3	11.3	
18	2	PLACA PARA SUJECION DE HERRAJES DE 60 X 280			12.7	2.1	4.2	
19	12	PLACA PARA SUJECION DE HERRAJES DE 76 X 328			15.9	3.1	37.2	
20	1	PLACA BASE DE 2062 X 2062			73	2432	2432	
21	116	ESCALONES DE ACERO REDONDO DE 16X180 mm DE LONGITUD CON DOS TUERCAS Y RONDANA DE PRESION				0.75	87	
22	116	PORTA ESCALONES DE ACERO 4.7X35X80			4.7	0.12	14	
23	32	ANCLAS DE Ø 57 X 3140 PARA SUJECION DE TAPA				67.5	2160	
24	32	PLACA DE 150 X 150 EN LAS ANCLAS			32.0	5.7	182.4	
25	12	TORNILLO DE Ø 25 X 85 CON TUERCA Y CONTRATUERCA				7.2	86.4	
26	96	TORNILLO DE Ø 25 X 99 CON TUERCA Y CONTRATUERCA				7.7	739	
27	12	OREJAS DE ENCHUFE 16 X 250 X 100			16	1.6	19.2	
28	42	ORQUILLAS (OMEGA) 162 X 445				7	29.4	
29	12	PLACA PARA SUJECION DE HERRAJES 15.9 X 76 X 114			15.9	1.1	13.2	
30	14	PLACA DE 120X 139 EN TAPON DE BRAZOS			12.7	1.7	23.8	
31	2	PLACA UNION DEL BRAZO H.C. 7.9 X 328 X 263			7.9	4	8.0	
32	12	PLACA UNION DEL BRAZO COND. 7.9 X 328 X 370			7.9	7.4	88.8	
33	28	OMEGA CORTA REDONDO Ø 16 mm X 280				16	0.5	8
34	2	PLACA PARA SUJECION DE HERRAJES 12.7 X 60 X 90			12.7	0.5	1.0	
SUMA 2543.8 KGS.								

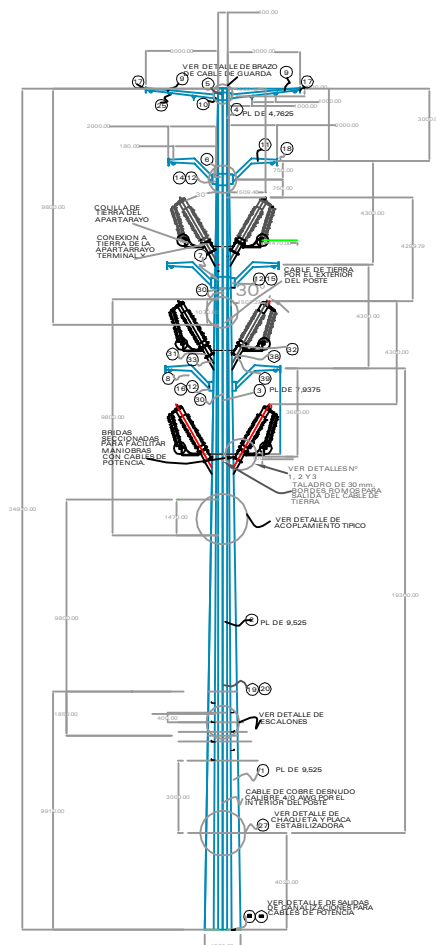
NOTAS GENERALES

- LA CANA, LOS BRAZOS Y LAS PLACAS (A, B, C, D, E, F, G, H) ESTAN FABRICADOS CON ACERO CALADO ASTM A 572 GRADO 60 (F_y = 413 MPa).
- LA PLACA BASE SE FABRICA CON ACERO ASTM A 572 GRADO 60 (F_y = 413 MPa). LAS ANCLAS CON ACERO ASTM A 315 Ø 75 (F_y = 515 MPa) GALVANIZADO PORCION EXPUESTA EN UNA LONGITUD DE 457 mm.
- LOS TORNILLOS Y TUERCAS DEBEN FABRICARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ASTM A 325 Y A 563 RESPECTIVAMENTE.
- LA CANA, BRAZOS, TORNILLOS, ANCLAS Y TUERCAS DEBEN SER GALVANIZADOS ESPECIAL DE ACUERDO A LA NORMA NMX-H-74-1996 Y SCF1-9225.
- LA SOLDADURA SE AJUSTARA A LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D7.50 Y PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS POR LA AWS PARA LAS SOLDADURAS LONGITUDINALES ARCO SUMERGIDO CON ELECTRODOS COMPATIBLES CON METAL BASE Y PENETRACION MINIMA DEL 60%. AL FABRICAR EL POSTE LA SECCION HEMBRA GENERAL SERA SOLDADA POR DENTRO Y POR FUERA AL 100% DE PENETRACION. BRAZO ARCO SUMERGIDO CON ELECTRODOS COMPATIBLES CON METAL BASE Y 60% DE PENETRACION. PLACA BASE: ARCO SUMERGIDO COMPATIBLE CON METAL BASE Y 100% DE PENETRACION.
- VELOCIDAD REGIONAL DE VIENTO MAXIMA 160 km/h.
- LA FUERZA ESPECIFICADA DE ACOPLAMIENTO ES DE 36 KN POR CADA 1.6 mm DE ESPESOR DE LA SECCION HEMBRA, CON UNA FUERZA MAXIMA DE 30 TON.
- FUERZA MAXIMA DE TENSION PARA: CONDUCTOR 31.10 KN. HILO DE GUARDA 9.98 KN.
- ESTE DISEÑO SE BASA EN LA ESPECIFICACION CFE-36100-54 JUNIO 95.
- ESTE DISEÑO ES PROPIEDAD DE CFE.
- ACOTACIONES EN MILIMETROS SIN ESCALA.

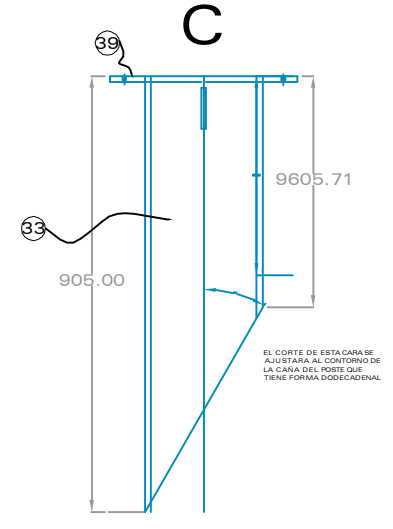


ANEXO 9

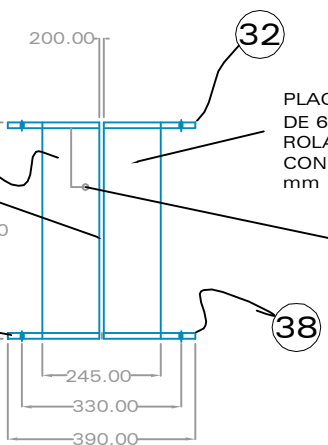
No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBO	FECHA
CAMBIOS					
CFE COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SUBDIRECCION DE DISTRIBUCION COORDINACION DE DISTRIBUCION					
PROYECTO: LINEAMIENTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO DE LINEAS AEREAS DE 69 A 138 KV					
TITULO: POSTE 1416 DMP					
LINEA DE TRANSMISION 15 KV CUATRO CIRCUITOS. UTILIZACION 67/200/200 EN DEFLECCION 0/200/200 EN SOBLETE					
RESPONSABLE:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:		
EJECUTO:					
REVISO:					
VERIFICO:					
VALIDO:					
CODIGO: CK	TIPO: POSTE 1416 DMP	ESCALA: SIN	ACOTACIONES/INDICADAS:	HOJA: 1 DE 1	REVISION: 0
NUMERO DE PLANO:					
NUMERO DE ARCHIVO DE C.F.E.					



POSTE DE TRANSICION TRONCOCONICO DE 12 LADOS ELEVACION VISTA POSTERIOR

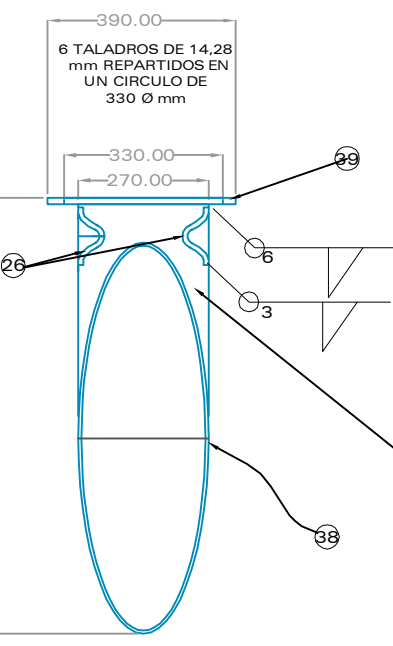


RANURA DE 1 CM DE ESPESOR QUE DEBERA SER SELLADA CON TIRA DE EMPAQUE REDONDO DE NEOPRENO DE 12 mm DE DIAMETRO



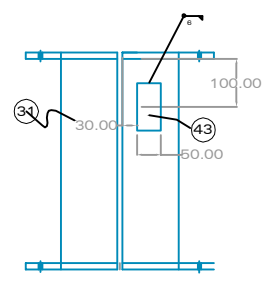
PLACA DE ACERO NO MAGNETICO DE 6.35 MM (1/4") DE ESPESOR, ROLADA PARA FORMAR UN TUBO CON DIAMETRO INTERIOR DE 245 mm

TALADRO MACHUELEADO PARA PERNO DE 12.7 mm (1/2") Ø CON ROSCA DE 13 HILOS POR PULGADA (VER DETALLE N° 4)



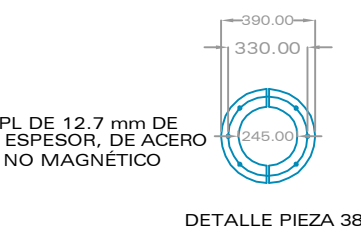
DETALLE N° 2, MARCAS 26, 44 Y 33 ADITAMENTO BRIDA SOLDADO A LA CAÑA DEL POSTE, PARA RECIBIR BRIDA SECCIONADA PARA SOPORTE DE TERMINAL

VISTA C-C

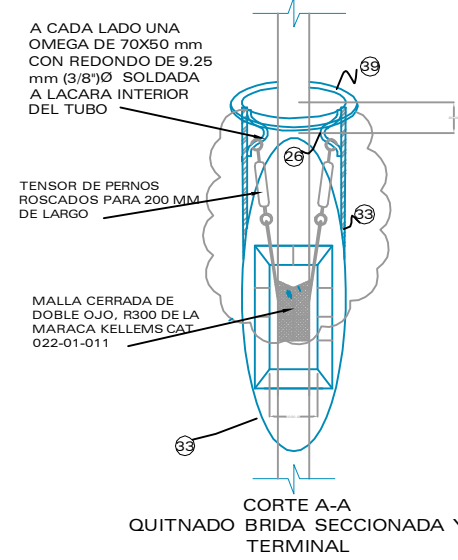
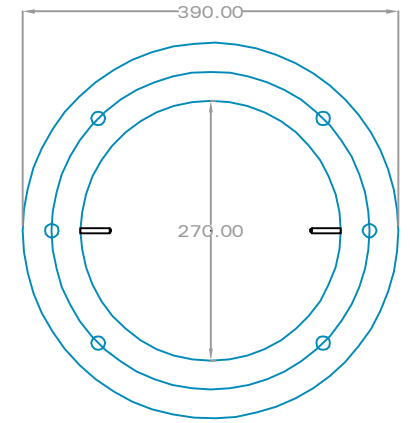


VISTA E-E

BRIDA CON PLACA DE 12.7 mm (1/2") DE ESPESOR, DE ACERO NO MAGNETICO, CON DIAMETRO INTERIOR DE 270 mm, DIAMETRO EXTERIOR DE 390 mm, CON 6 TALADROS DE 14.28 mm REPARTIDOS EN UN CIRCULO DE 330 mm



DETALLE PIEZA 38

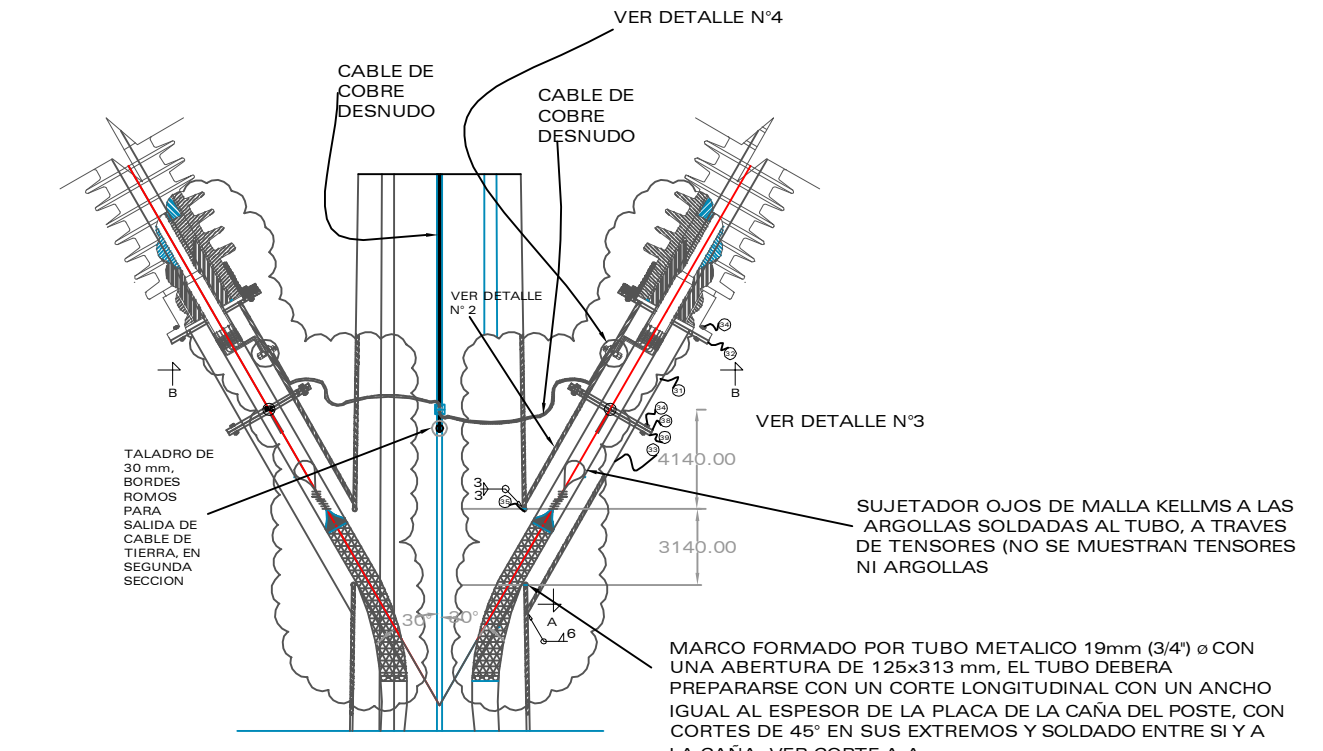


A CADA LADO UNA OMEGA DE 70X50 mm CON REDONDO DE 9.25 mm (3/8") Ø SOLDADA A LACARA INTERIOR DEL TUBO

TENSOR DE PERNOS ROSCADOS PARA 200 MM DE LARGO

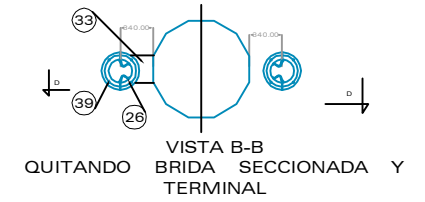
MALLA CERRADA DE DOBLE OJO, R300 DE LA MARACA KELLEMS CAT 022-01-011

CORTE A-A QUITNADO BRIDA SECCIONADA Y TERMINAL

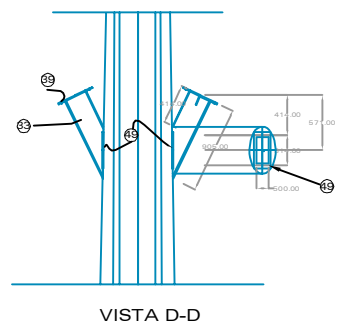


DETALLE N° 1 MONTAJE DE TERMINALES SOBRE LAS BRIDAS ACOPLADAS A LA CAÑA DEL POSTE

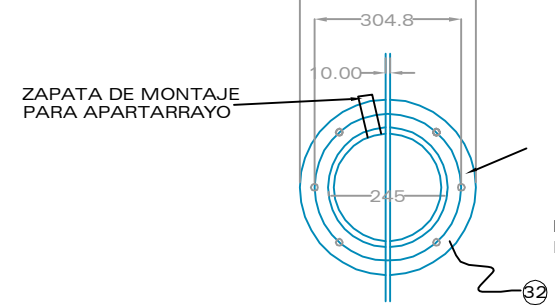
MARCO FORMADO POR TUBO METALICO 19mm (3/4") Ø CON UNA ABERTURA DE 125x133 mm, EL TUBO DEBERA PREPARARSE CON UN CORTE LONGITUDINAL CON UN ANCHO IGUAL AL ESPESOR DE LA PLACA DE LA CAÑA DEL POSTE, CON CORTES DE 45° EN SUS EXTREMOS Y SOLDADO ENTRE SI Y A LA CAÑA, VER CORTE A-A



VISTA B-B QUITANDO BRIDA SECCIONADA Y TERMINAL



VISTA D-D



BRIDAS CON PLACA DE 12.7MM 1/2" DE ESPESOR, DE ACERO NO MAGNETICO CON 6 TALADROS DE 14.28 Ø MM REPARTIDOS EN UN CIRCULO DE 304.8 Ø MM (12")

6 TALADROS DE 14,28 Ø REPARTIDOS EN UN CIRCULO DE 304.8 mm (12") Ø

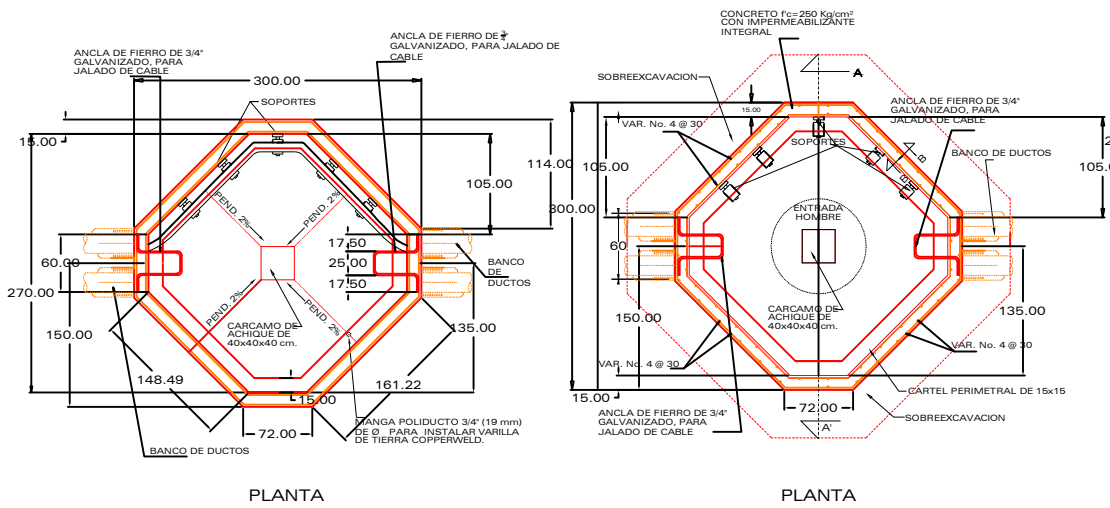
CONECTOR BURNDY CAT GBM29 PARA UNIR RANGO DE CABLE 2/0 AWG -250 kCM A SUPERFICIE PLANA

CONECTOR BURNDY CAT. KC2C26B1, TIPO POSTE PARA UNIR ALAMBRES DE LA PANTALLA METALICA DEL CABLE DE POTENCIA A SUPERFICIE PLANA

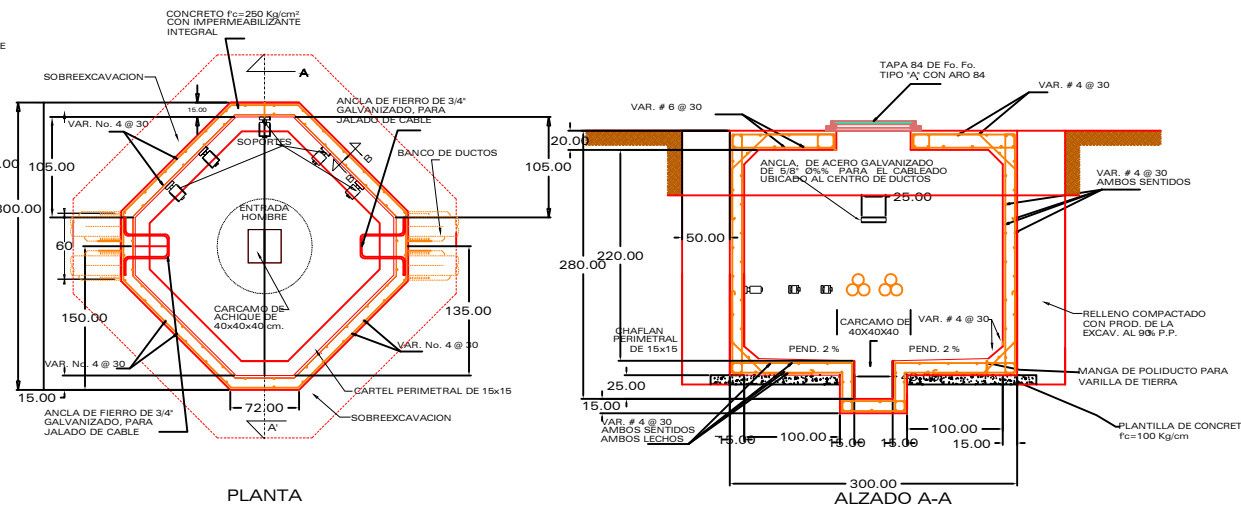
CUERPO DE LA BRIDA SECCIONADA

TALADRO ROSCADO

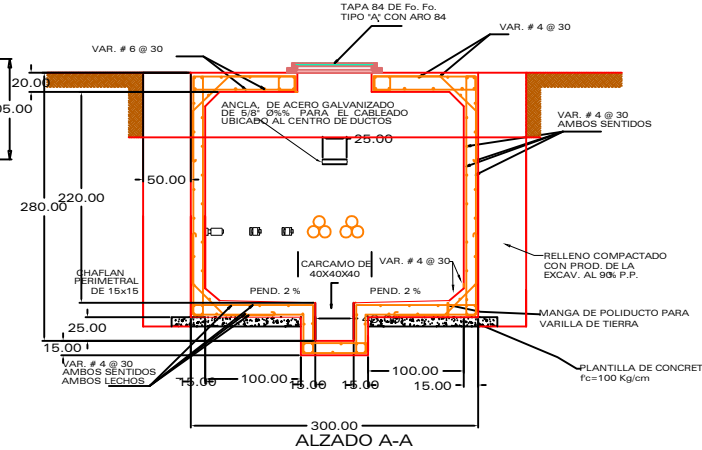
DETALLE N° 4 CONEXION A TIERRA PARA ALAMBRES DE PANTALLA METALICA DE CABLE DE POTENCIA EN TERMINAL



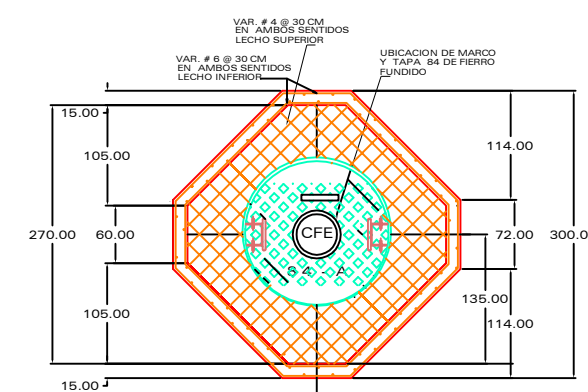
PLANTA



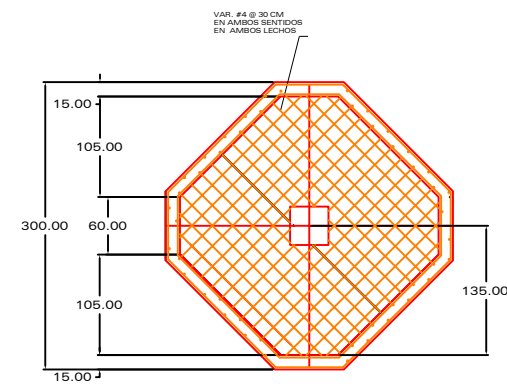
PLANTA



ALZADO A-A



VISTA Y REFUERZO DE LA LOSA SUPERIOR

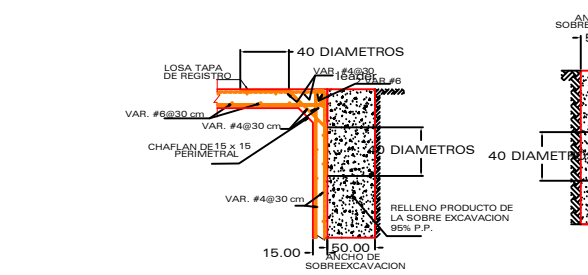


VISTA Y REFUERZO DE LA LOSA DE PISO

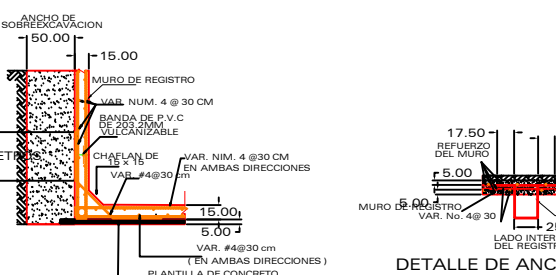
VARILLA Ø	CONCRETO f _c =250 kg/cm ²				
	a	b	c	d	e
2	4	10	32	12	20
2.5	7	16	40	17	30
3	9	20	40	22	40
4	12	26	46	29	50
5	14	31	58	35	65
6	17	38	69	42	75
8	23	51			
10	28	62			
12	34	75			

NOTAS:
 EN UNA SECCION NO DEBE UNIRSE CON SOLDADURA MAS DEL 33% DEL REFUERZO.
 LAS SECCIONES DE UNION DISTARAN ENTRE SI NO MENOS DE VEINTE VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA QUE SE UNE.

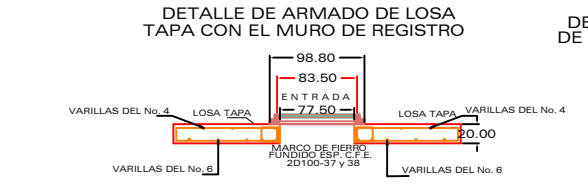
TABLA DE ANCLAJES, DOBLES, GANCHOS Y TRASLAPES



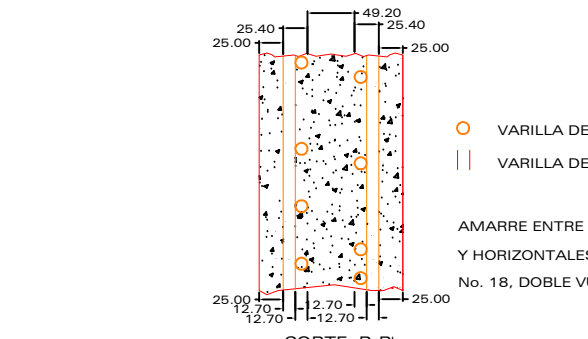
DETALLE DE ARMADO DE LOSA TAPA CON EL MURO DE REGISTRO



DETALLE DE ARMADO DE LA LOSA DE PISO CON EL MURO DEL REGISTRO



CORTE C-C



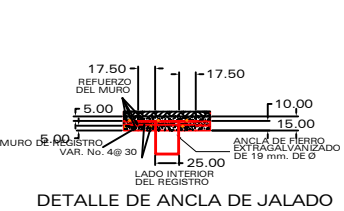
CORTE B-B'

- VARILLA DE # 4 (1/2")
- || VARILLA DE # 4 (1/2")

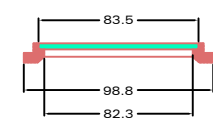
AMARRE ENTRE VARILLAS VERTICALES Y HORIZONTALES CON ALAMBRE RECOCIDO No. 18, DOBLE VUELTA.



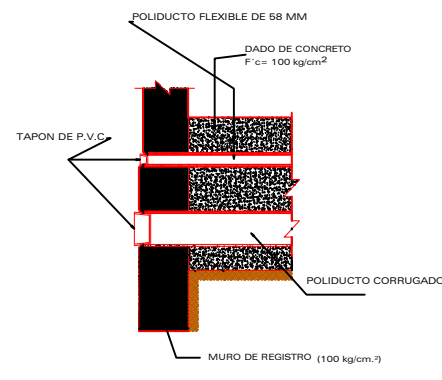
DETALLE DE ABOCINAMIENTO EN LA ENTRADA DE DUCTOS



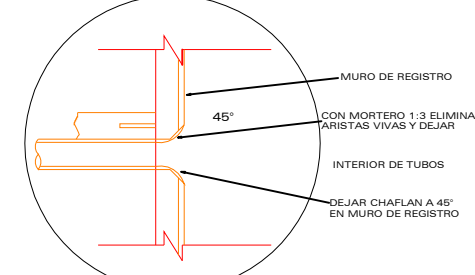
DETALLE DE ANCLA DE JALADO



DETALLE DE TAPA



CORTE TAPONADO DE VIAS EN LLEGADA DE REGISTRO



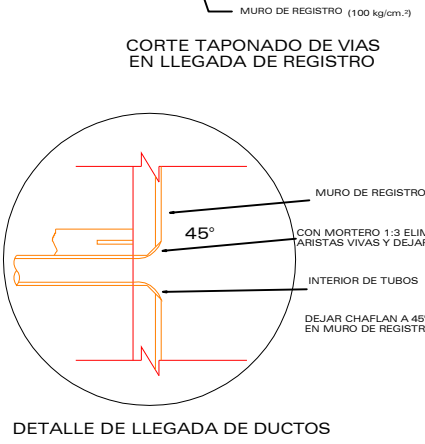
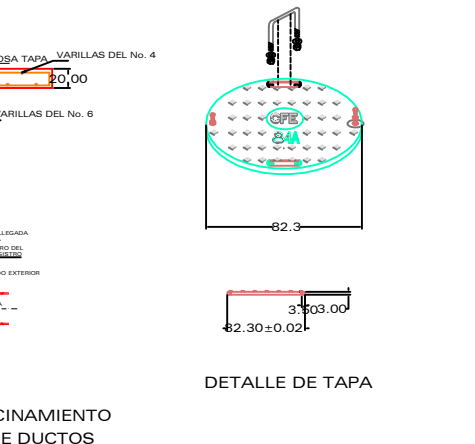
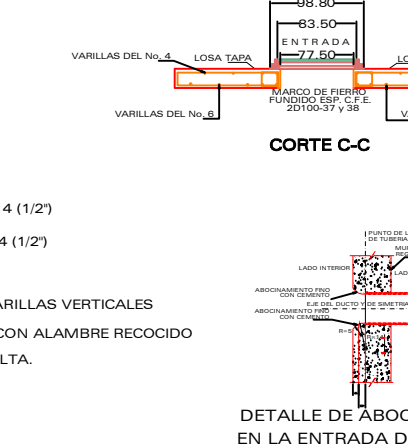
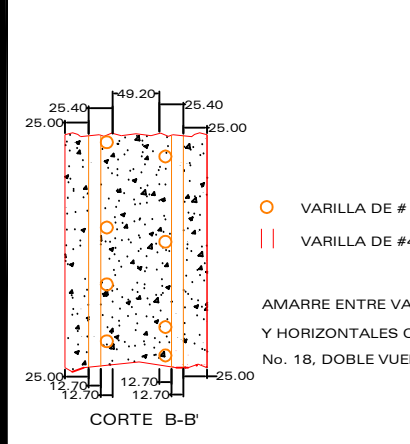
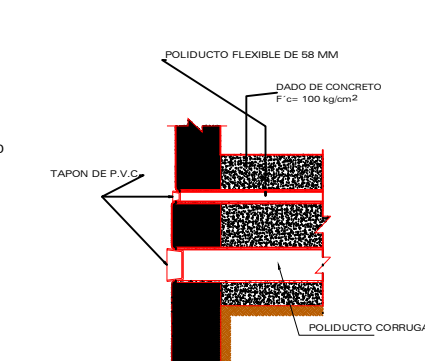
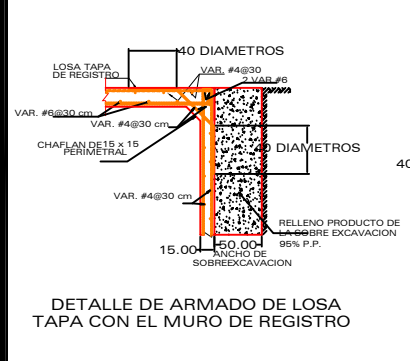
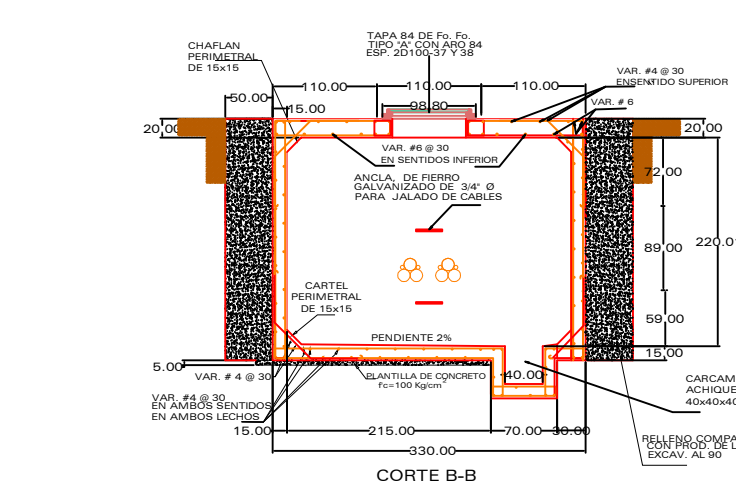
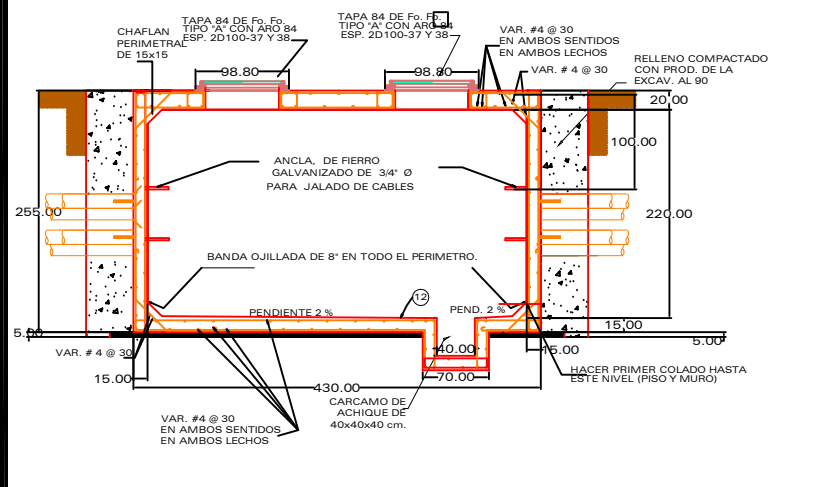
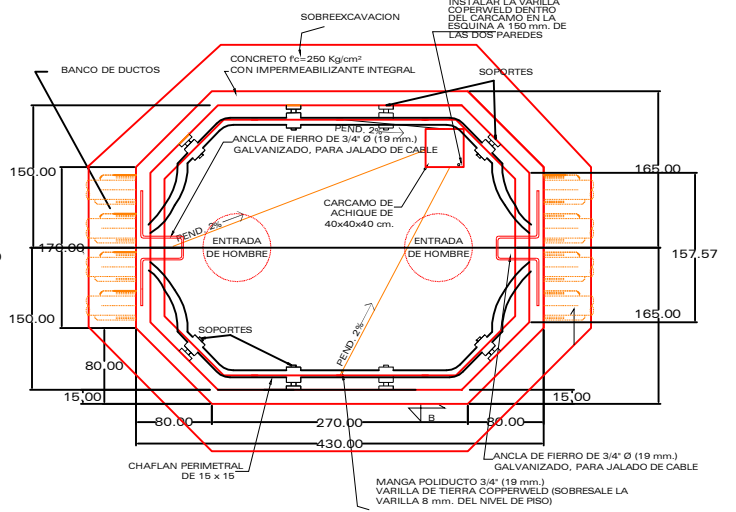
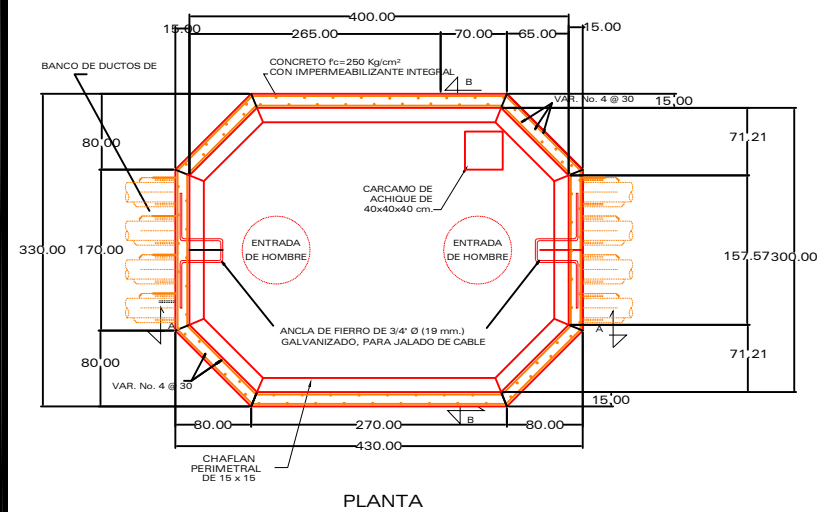
DETALLE DE LLEGADA DE DUCTOS

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE USARA CONCRETO f_c=24.525 MPa (250 kg/cm²), ELABORADO CON CEMENTO TIPO II T.M.A. DE 19 mm. Y RELACION AGUA-CEMENTO MAXIMA DE 0.45.
- 3.- ACERO DE REFUERZO CON VARILLA CORRUGADA DE 12.7 mm. (1/2") f_y=4200 Kg/cm².
- 4.- TODO EL CONCRETO SE ELABORARA CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
- 5.- TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
- 6.- POR NINGUN MOTIVO SE DEBE PERMITIR QUE QUEDEN PUNTAS DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL.
- 7.- TODA LA VARILLA DEBERA ESTAR LIBRE DE OXIDO O GRASA ANTES DE REALIZAR EL COLADO DEL CONCRETO.
- 8.- LOS TRASLAPES DE VARILLA SERAN DE UNA LONGITUD MINIMA DE 40 Ø Y SE INCREMENTARAN EN UN 50 % SI SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO DE LA SECCION.
- 9.- EL AMARRE DE LAS VARILLAS SE HARA CON ALAMBRE RECOCIDO DEL No. 16 O 18, DOBLANDO EL TORZAL HACIA LA PARRILLA OPUESTA.
- 10.- CIMBRA EN AMBOS LADOS.
- 11.- EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMUN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALUDES DE TERRENO COMO CIMBRA EXTERIOR UNICAMENTE SE PERMITIRA EN TERRENO CON MATERIAL TIPO III PREVIO HUMEDECIMIENTO.
- 12.- EL APLANADO DE PISOS Y PAREDES SE HARA CON MEZCLA CEMENTO-ARENA Y ACABADO PULIDO CON LANA METALICA.
- 13.- TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAFLANADAS DE 15 mm.
- 14.- SE COLOCARA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE f_c=100 kg/cm² DE 10 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
- 15.- SIEMPRE QUE SE TENGA UNA JUNTA FRIA SE DEBERA COLOCAR UNA BANDA DE P.V.C. OJILLADA DE 203 mm.
- 16.- LOS RELLENOS SE APEGARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 90 % PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS NO MAYORES DE 15 cm. DE ESPESOR Y PARA ARROYO SERAN DE 95 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm. DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm. DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 17.- DEBERAN COLOCARSE ANCLAS DE ACERO REDONDO Ø=19 mm. GALVANIZADO PARA JALON DE CABLES POR CADA CARA OPUESTA AL BANCO DE DUCTO 20 cm. ENCIMA DE ESTE.
- 18.- EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.6 mm² CALIBRE No. 2 AWG.
- 19.- TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.
- 20.- PARA NIVELES FREATICOS ALTOS, DEBERAN DEJARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL POZO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANGA DEL POLIDUCTO.
- 21.- CUANDO EL NIVEL FREATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO.
- 22.- SE COMPROBARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR C.F.E. Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
- 23.- SIEMPRE SE UTILIZARA MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO DE CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES C.F.E. 2D100-37 Y 2D100-38 YA SEA QUE LA ESTRUCTURA QUEDE UBICADA EN BANQUETA O EN ARROYO.
- 24.- TODOS LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS DEBERAN TENER UN ABOCINADO CON CEMENTO PULIDO EVITANDO QUE QUEDEN ARISTAS VIVAS QUE DAÑEN EL AISLAMIENTO DEL CABLE.
- 25.- LAS BOQUILLAS DEL REGISTRO DEBERAN QUEDAR TAPONADAS HERMETICAMENTE.
- 26.- LA PENDIENTE EN EL FONDO DEL POZO SERA DEL 2 % Y SE DARA AL MOMENTO DE REALIZAR EL COLADO DE LA LOSA.
- 27.- LOS REGISTROS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS C.F.E., TIPO DE REGISTRO, FECHA DE FABRICACION, MES (TRES PRIMERAS LETRAS), AÑO (ULTIMOS DOS DIGITOS), NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE, LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVE EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL REGISTRO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LAS LETRAS DE 5 cm. DE ALTURA MINIMO.
- 28.- PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO II, 1P O SEGUN LA NORMA NOM-1.
- 29.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS, DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LAPEM DURANTE SU CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU AVISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE. ASI MISMO LA UBICACION DE LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS SERA EN FUNCION DEL PROYECTO
- 30.- LAS TAPAS DEBERAN CONTAR CON TORNILLO DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE TERCEROS ACCESEN AL POZO
- 31.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS LA UNION DE DUCTOS Y REGISTROS, EN ZONAS CON NIVEL FREATICO ALTO, CONTEMPLARA LA CONSTRUCCION DE UN DADO DE CONCRETO (EXTERIOR AL POZO) DE 50 CM DE LONGITUD, CON EL ANCHO Y ALTO NECESARIO PARA CUBRIR EL BANCO DE DUCTOS; EL CONCRETO DEBERA CONTAR CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL
- 32.- LA SOBREEXCAVACION INDICADA SE DEBERA REALIZAR PARA LA INSTALACION DEL POZO DE VISITA QUEDANDO REALIZADO EL RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN TERRENO NORMAL O MATERIAL DE BANCO EN CASO DE TERRENO ROCOSO DEBIENDO LOGRAR UN COMPACTADO MINIMO DE 95%

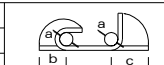
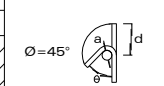
USO:
 ALOJAR CABLES DE ENERGIA EN LINEAS DE ALTA TENSION SUBTERRANEA, DE DEFLEXION EN 4 DIRECCIONES PARA TENSIONES DE 69, 115 Y 138 KV.

NORMA CFE-TN-PVATX
 REGISTRO PARA ALTA TENSION TIPO X
 TERRENO NORMAL





- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE USARA CONCRETO $f_c=24.525$ MPa (250 kg/cm²), ELABORADO CON CEMENTO TIPO II T.M.A. DE 19 mm. Y RELACION AGUA-CEMENTO MAXIMA DE 0.45.
- 3.- ACERO DE REFUERZO CON VARILLA CORRUGADA DE 12.7 mm. (1/2") $f_y=4200$ Kg/cm².
- 4.- TODO EL CONCRETO SE ELABORARA CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
- 5.- TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
- 6.- POR NINGUN MOTIVO SE DEBE PERMITIR QUE QUEDEN PUNTAS DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL.
- 7.- TODA LA VARILLA DEBERA ESTAR LIBRE DE OXIDO O GRASA ANTES DE REALIZAR EL COLADO DEL CONCRETO.
- 8.- LOS TRASLAPES DE VARILLA SERAN DE UNA LONGITUD MINIMA DE 40 Ø Y SE INCREMENTARAN EN UN 50 % SI SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO DE LA SECCION.
- 9.- EL AMARRE DE LAS VARILLAS SE HARA CON ALAMBRE RECOCIDO DEL No. 16 O 18, DOBLANDO EL TORZAL HACIA LA PARRILLA OPUESTA.
- 10.- CIMBRA EN AMBOS LADOS.
- 11.- EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMUN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALUDES DE TERRENO COMO CIMBRA EXTERIOR UNICAMENTE SE PERMITIRA EN TERRENO CON MATERIAL TIPO III PRELUMINADO.
- 12.- EL APLANADO DE PISOS Y PAREDES SE HARA CON MEZCLA CEMENTO-ARENA Y ACABADO PULIDO CON LANA METALICA.
- 13.- TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAFLANADAS DE 15 mm.
- 14.- SE COLOCARA PLANTILLA DE CONCRETO Pobre $f_c=100$ kg/cm² DE 10 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
- 15.- SIEMPRE QUE SE TENGA UNA JUNTA FRIA SE DEBERA COLOCAR UNA BANDA DE P.V.C. OJILLADA DE 203 mm.
- 16.- LOS RELLENOS SE APEGARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 90 % PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS NO MAYORES DE 15 cm. DE ESPESOR Y PARA ARROYO SERAN DE 95 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm. DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm. DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 17.- DEBERAN COLOCARSE ANCLAS DE ACERO REDONDO Ø=19 mm. GALVANIZADO PARA JALON DE CABLES POR CADA CARA OPUESTA AL BANCO DE DUCTO 20 cm. ENCIMA DE ESTE.
- 18.- EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.6 mm² CALIBRE No. 2 AWG.
- 19.- TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.
- 20.- PARA NIVELES FREATICOS ALTOS, DEBERAN DEJARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL POZO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANGA DEL POLIDUCTO.
- 21.- CUANDO EL NIVEL FREATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO.
- 22.- SE COMPROBARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR C.F.E. Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
- 23.- SIEMPRE SE UTILIZARA MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO DE CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES C.F.E. 2D100-37 Y 2D100-38 YA SEA QUE LA ESTRUCTURA QUEDE UBICADA EN BANQUETA O EN ARROYO.
- 24.- TODOS LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS DEBERAN TENER UN ABOCINADO CON CEMENTO PULIDO EVITANDO QUE QUEDEN ARISTAS VIVAS QUE DAÑEN EL AISLAMIENTO DEL CABLE.
- 25.- LAS BOQUILLAS DEL REGISTRO DEBERAN QUEDAR TAPONADAS HERMETICAMENTE.
- 26.- LA PENDIENTE EN EL FONDO DEL POZO SERA DEL 2 % Y SE DARA AL MOMENTO DE REALIZAR EL COLADO DE LA LOSA.
- 27.- LOS REGISTROS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS C.F.E., TIPO DE REGISTRO, FECHA DE FABRICACION, MES (TRES PRIMERAS LETRAS), AÑO (ULTIMOS DOS DIGITOS), NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE, LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVE EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL REGISTRO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LAS LETRAS DE 5 cm. DE ALTURA MINIMO.
- 28.- PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO II, 1P O SEGUN LA NORMA NOM-1.
- 29.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS, DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LAPEM DURANTE SU CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU AVISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE. ASI MISMO LA UBICACION DE LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS SERA EN FUNCION DEL PROYECTO.
- 30.- LAS TAPAS DEBERAN CONTAR CON TORNILLO DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE TERCEROS ACCESEN AL POZO.
- 31.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS LA UNION DE DUCTOS Y REGISTROS, EN ZONAS CON NIVEL FREATICO ALTO, CONTEMPLARA LA CONSTRUCCION DE UN DADO DE CONCRETO (EXTERIOR AL POZO) DE 50 CM DE LONGITUD, CON EL ANCHO Y ALTO NECESARIO PARA CUBRIR EL BANCO DE DUCTOS; EL CONCRETO DEBERA CONTAR CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.
- 32.- LA SOBREECAVACION INDICADA SE DEBERA REALIZAR PARA LA INSTALACION DEL POZO DE VISITA QUEDANDO REALIZADO EL RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN TERRENO NORMAL O MATERIAL DE BANCO EN CASO DE TERRENO ROCOSO DEBIENDO LOGRAR UN COMPACTADO MINIMO DE 95%

VARILLA Ø #	CONCRETO $f_c=250$ kg/cm ²					 GANCHOS EN ESTRIBOS
	a	b	c	d	e	
2	4	10	32	12	20	 Ø=45°
2.5	7	16	40	17	30	
3	9	20	40	22	40	
4	12	26	46	29	50	
5	14	31	58	35	65	
6	17	38	69	42	75	
8	23	51				
10	28	62				
12	34	75				

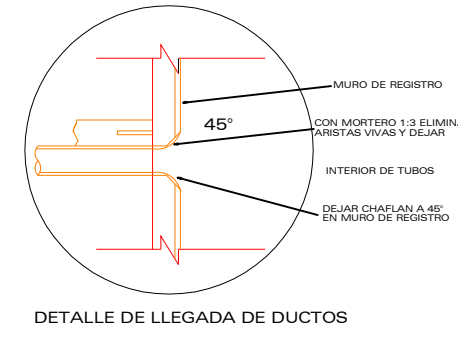
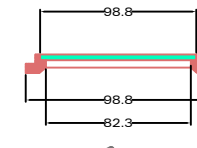
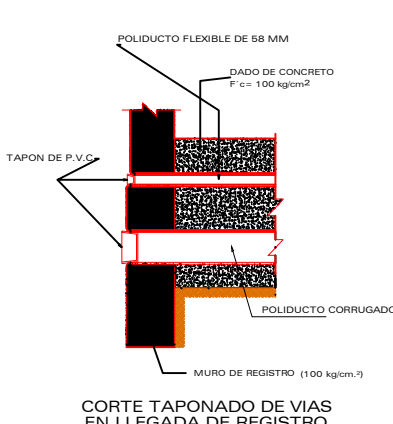
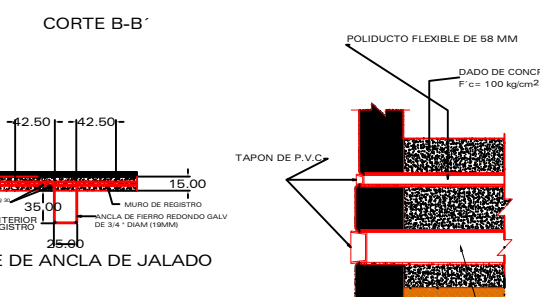
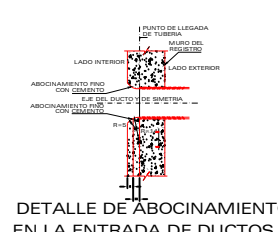
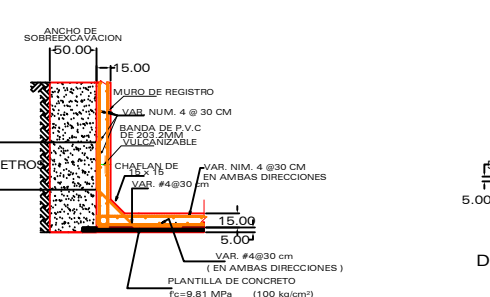
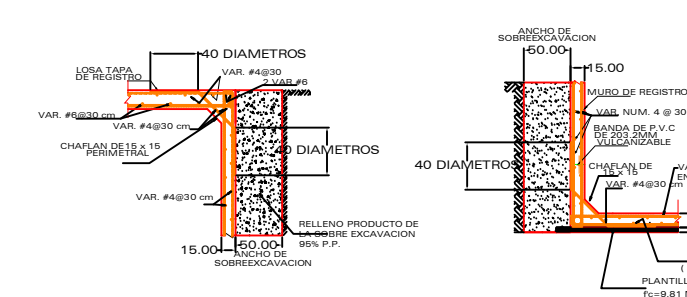
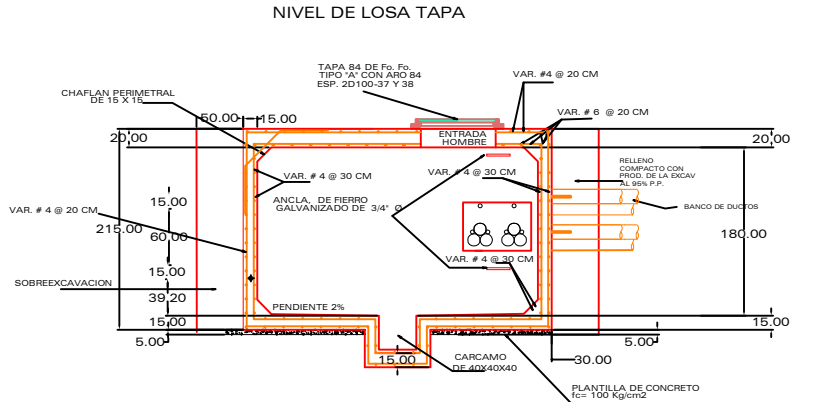
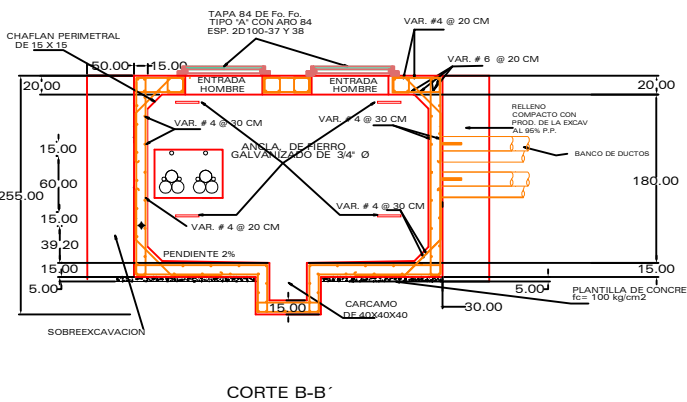
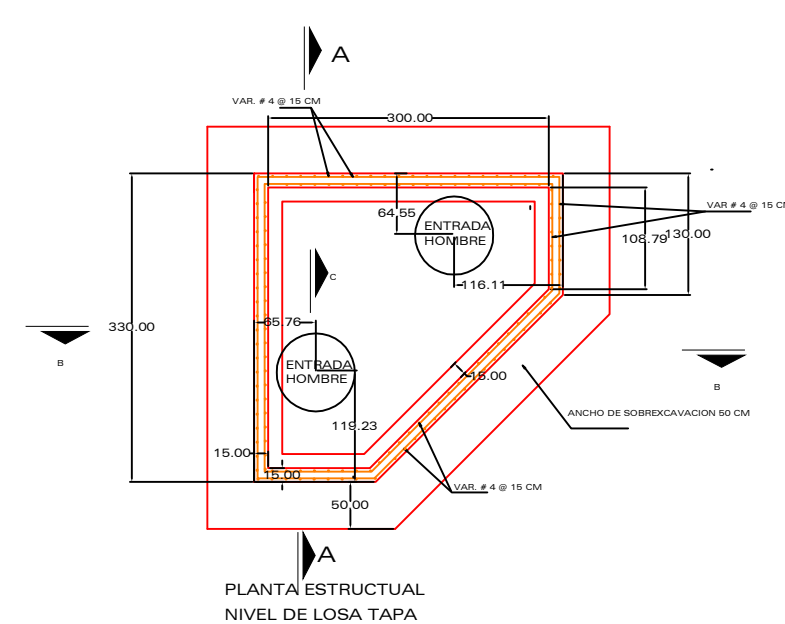
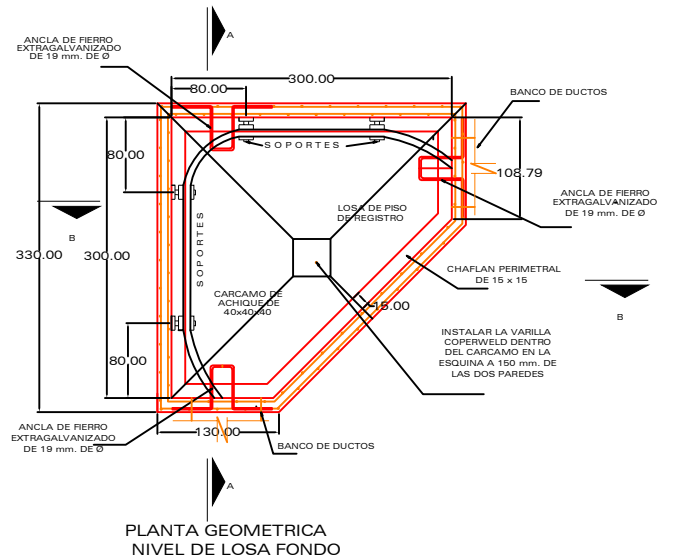
NOTAS:
EN UNA SECCION NO DEBE UNIRSE CON SOLDADURA MAS DEL 33% DEL REFUERZO.
LAS SECCIONES DE UNION DISTARAN ENTRE SI NO MENOS DE VEINTE VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA QUE SE UNE.

TABLA DE ANCLAJES, DOBLECES, GANCHOS Y TRASLAPES

USO:
ALOJAR CABLES DE ENERGIA EN LINEAS DE ALTA TENSION SUBTERRANEAS, DE EMPALME PARA TENSIONES DE 69 KV Y DE PASO PARA TENSIONES DE 115 KV.

NORMA CFE-TN-PVATP-115
POZO DE VISITA PARA ALTA TENSION TIPO 115
TERRENO NORMAL





- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE USARA CONCRETO $f_c=24.525 \text{ MPa}$ (250 kg/cm^2), ELABORADO CON CEMENTO TIPO II T.M.A. DE 19 mm. Y RELACION AGUA-CEMENTO MAXIMA DE 0.45.
- 3.- ACERO DE REFUERZO CON VARILLA CORRUGADA DE 12.7 mm. (1/2") $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- 4.- TODO EL CONCRETO SE ELABORARA CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
- 5.- TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
- 6.- POR NINGUN MOTIVO SE DEBE PERMITIR QUE QUEDEN PUNTAS DE ACERO EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL.
- 7.- TODA LA VARILLA DEBERA ESTAR LIBRE DE OXIDO O GRASA ANTES DE REALIZAR EL COLADO DEL CONCRETO.
- 8.- LOS TRASLAPES DE VARILLA SERAN DE UNA LONGITUD MINIMA DE 40ϕ Y SE INCREMENTARAN EN UN 50 % SI SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO DE LA SECCION.
- 9.- EL AMARRE DE LAS VARILLAS SE HARA CON ALAMBRE RECOCIDO DEL No. 16 O 18, DOBLANDO EL TORZAL HACIA LA PARRILLA OPUESTA.
- 10.- CIMBRA EN AMBOS LADOS.
- 11.- EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMUN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALUDES DE TERRENO COMO CIMBRA EXTERIOR UNICAMENTE SE PERMITIRA EN TERRENO CON MATERIAL TIPO III PREVIO HUMEDECIMIENTO.
- 12.- EL APLANADO DE PISOS Y PAREDES SE HARA CON MEZCLA CEMENTO-ARENA Y ACABADO PULIDO CON LANA METALICA.
- 13.- TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAFLANADAS DE 15 mm.
- 14.- SE COLOCARA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$ DE 10 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
- 15.- SIEMPRE QUE SE TENGA UNA JUNTA FRIA SE DEBERA COLOCAR UNA BANDA DE P.V.C. OJILLADA DE 203 mm.
- 16.- LOS RELLENOS SE APEGARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 90 % PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS NO MAYORES DE 15 cm. DE ESPESOR Y PARA ARROYO SERAN DE 95 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm. DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm. DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- 17.- DEBERAN COLOCARSE ANCLAS DE ACERO REDONDO $\phi=19 \text{ mm}$. GALVANIZADO PARA JALON DE CABLES POR CADA CARA OPUESTA AL BANCO DE DUCTO 20 cm. ENCIMA DE ESTE.
- 18.- EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.6 mm^2 CALIBRE No. 2 AWG.
- 19.- TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.
- 20.- PARA NIVELES FREATICOS ALTOS, DEBERAN DEJARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL POZO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANGA DEL POLIDUCTO.
- 21.- CUANDO EL NIVEL FREATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO.
- 22.- SE COMPROBARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR C.F.E. Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
- 23.- SIEMPRE SE UTILIZARA MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO DE CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES C.F.E. 2D100-37 Y 2D100-38 YA SEA QUE LA ESTRUCTURA QUEDE UBICADA EN BANQUETA O EN ARROYO.
- 24.- TODOS LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS DEBERAN TENER UN ABOCINADO CON CEMENTO PULIDO EVITANDO QUE QUEDEN ARISTAS VIVAS QUE DANEN EL AISLAMIENTO DEL CABLE.
- 25.- LAS BOQUILLAS DEL REGISTRO DEBERAN QUEDAR TAPONADAS HERMETICAMENTE.
- 26.- LA PENDIENTE EN EL FONDO DEL POZO SERA DEL 2 % Y SE DARA AL MOMENTO DE REALIZAR EL COLADO DE LA LOSA.
- 27.- LOS REGISTROS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS C.F.E., TIPO DE REGISTRO, FECHA DE FABRICACION, MES (TRES PRIMERAS LETRAS), AÑO (ULTIMOS DOS DIGITOS), NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE, LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVE EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL REGISTRO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LAS LETRAS DE 5 cm. DE ALTURA MINIMO.
- 28.- PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO II, 1P O SEGUN LA NORMA NOM-1.
- 29.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS, DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LAPEM DURANTE SU CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU AVISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE. ASI MISMO LA UBICACION DE LOS DUCTOS EN LOS REGISTROS SERA EN FUNCION DEL PROYECTO
- 30.- LAS TAPAS DEBERAN CONTAR CON TORNILLO DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE TERCEROS ACCESEN AL POZO
- 31.- EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS LA UNION DE DUCTOS Y REGISTROS, EN ZONAS CON NIVEL FREATICO ALTO, CONTEMPLARA LA CONSTRUCCION DE UN DADO DE CONCRETO (EXTERIOR AL POZO) DE 50 CM DE LONGITUD, CON EL ANCHO Y ALTO NECESARIO PARA CUBRIR EL BANCO DE DUCTOS; EL CONCRETO DEBERA CONTAR CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL
- 32.- LA SOBREEXCAVACION INDICADA SE DEBERA REALIZAR PARA LA INSTALACION DEL POZO DE VISITA QUEDANDO REALIZADO EL RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN TERRENO NORMAL O MATERIAL DE BANCO EN CASO DE TERRENO ROCOSO DEBIENDO LOGRAR UN COMPACTADO MINIMO DE 95%

VARILLA Ø	CONCRETO $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$					
	a	b	c	d	e	
2	4	10	32	12	20	GANCHOS EN ESTRIBOS
2.5	7	16	40	17	30	
3	9	20	40	22	40	
4	12	26	46	29	50	
5	14	31	58	35	65	
6	17	38	69	42	75	
8	23	51				
10	28	62				
12	34	75				

NOTAS:
 EN UNA SECCION NO DEBE UNIRSE CON SOLDADURA MAS DEL 33% DEL REFUERZO.
 LAS SECCIONES DE UNION DISTARAN ENTRE SI NO MENOS DE VEINTE VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA QUE SE UNE.

TABLA DE ANCLAJES, DOBLES, GANCHOS Y TRASLAPES

USO:
 ALOJAR CABLES DE ENERGIA EN LINEAS DE ALTA TENSION, DE DEFLEXION A 90° PARA TENSIONES DE 69, 115 Y 138 KV

NORMA CFE-TN-PVATL
POZO DE VISITA PARA ALTA TENSION
PARA TERRENO NORMAL TIPO L

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 18
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 30007

Suministro y montaje de la primera sección de postes de acero tipo troncocónico 1419 DMP, mediante fijación de tuercas. Incluye: Suministro de primera sección de poste troncocónico, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, soldadura o fijación de escalones, plomeado verificado con equipo topográfico, relleno con grout en el espacio comprendido entre la placa del poste y la cimentación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : PZ
Cantidad : 2.00
Precio U. : 639,646.18
Total : 1'279,292.36

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAC0053	Cable polipropileno 3/8" a 3/4" de diametro	ml	30.00000	30.19	905.70
	MAC0052	Cable de acero tipo boa 3/8" a 3/4" de diametro	ml	10.00000	130.00	1,300.00
	MEL0114-SOLDADURA	Soldadura 6013 1/8" diámetro	kg	1.00000	58.00	58.00
	MPI0002	Primmer Anticorrosivo	litro	0.31000	134.48	41.69
	MPI0003	Thinner	litro	0.67000	42.24	28.30
	MPI0001	Esmalte anticorrosivo	litro	0.31000	136.54	42.33
	MPI0006	Estopa de primera	kg	1.00000	42.24	42.24
	POSTE 1419 DMP 1RA S	Poste troncocónico 1419 DMP 1ra sección	pieza	1.00000	617,138.34	617,138.34
	GROUT	Grout	kg	90.00000	14.82	1,333.80
Total de Materiales						620,890.40
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N°8 MONTA	Cuadrilla N° 8 Montadores	jor	0.50000	4,873.87	2,436.94
	+ CUADRILLA N°10 TOPO	Cuadrilla N° 10 Topografía	jor	0.50000	1,292.56	646.28
	+ CUADRILLA N°11 SOLD	Cuadrilla N° 11 Soldador	jor	0.25000	1,012.97	253.24
Total de Mano de Obra						3,336.46
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	3,336.46	100.09
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	3,336.46	66.73
Total de Herramienta						166.82
Equipo						
	H EQ0003 C3TRED	Camioneta 3 Ton Redilas	hora	4.00000	429.24	1,716.96
	H EQ0009 G15	Grua 15 ton Pettibone	hora	4.00000	935.97	3,743.88
	H EQ0008 TRAILER	Trailer 50 Tn Cama baja	hora	4.00000	1,421.98	5,687.92
	H EQ0016	Estación total	hora	4.00000	75.23	300.92
	H EQ0024 SOLDAD	Soldadora M-300 amp Miller	hora	3.00000	123.78	371.34
	H CAMION GRUA 10T	Camión Grua hiab 10 ton	hora	4.00000	857.87	3,431.48
Total de Equipo						15,252.50

Costo Directo 639,646.18

**** SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS 18/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 18
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 30008

Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónicos de transición sobre la primera sección, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones subsecuentes de poste troncocónico de 2 circuito MPTR-60 - Transición, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : PZ
Cantidad : 2.00
Precio U. : 1'272,557.96
Total : 2'545,115.92

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAC0053	Cable polipropileno 3/8" a 3/4" de diametro	ml	40.00000	30.19	1,207.60
	MAC0052	Cable de acero tipo boa 3/8" a 3/4" de diametro	ml	10.00000	130.00	1,300.00
	MEL0114-SOLDADURA	Soldadura 6013 1/8" diámetro	kg	2.00000	58.00	116.00
	MPI0002	Primmer Anticorrosivo	litro	0.62000	134.48	83.38
	MPI0003	Thinner	litro	1.34000	42.24	56.60
	MPI0001	Esmalte anticorrosivo	litro	0.62000	136.54	84.65
	MPI0006	Estopa de primera	kg	3.00000	42.24	126.72
	POSTE 1419 DMP POST	Poste troncocónico 1419 DMP seccioes posteriores	pieza	1.00000	1'234,276.69	1'234,276.69
Total de Materiales						1'237,251.64
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N°8 MONTA	Cuadrilla N° 8 Montadores	jor	0.90000	4,873.87	4,386.48
	+ CUADRILLA N°10 TOPO	Cuadrilla N° 10 Topografía	jor	0.90000	1,292.56	1,163.30
	+ CUADRILLA N°11 SOLD	Cuadrilla N° 11 Soldador	jor	0.60000	1,012.97	607.78
Total de Mano de Obra						6,157.56
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	6,157.56	184.73
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	6,157.56	123.15
Total de Herramienta						307.88
Equipo						
	H EQ0010 G-20T	Grua de 20 ton Pety bone	hora	8.00000	1,005.35	8,042.80
	H EQ0008 TRAILER	Trailer 50 Tn Cama baja	hora	6.00000	1,421.98	8,531.88
	H EQ0003 C3TRED	Camioneta 3 Ton Redilas	hora	8.00000	429.24	3,433.92
	H EQ0024 SOLDAD	Soldadora M-300 amp Miller	hora	6.00000	123.78	742.68
	H EQ0009 G15	Grua 15 ton Pettibone	hora	8.00000	935.97	7,487.76
	H EQ0016	Estación total	hora	8.00000	75.23	601.84
Total de Equipo						28,840.88

Costo Directo 1'272,557.96

**** UN MILLON DOSCIENTOS SETENTA Y DOS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 96/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 18
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 40008

Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónicos de transición sobre la primera sección, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones subsecuentes de poste troncocónico de 2 circuito MPTR-60 - Transición, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : PZ
Cantidad : 1.00
Precio U. : 808,079.27
Total : 808,079.27

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAC0053	Cable polipropileno 3/8" a 3/4" de diametro	ml	40.00000	30.19	1,207.60
	MAC0052	Cable de acero tipo boa 3/8" a 3/4" de diametro	ml	10.00000	130.00	1,300.00
	MEL0114-SOLDADURA	Soldadura 6013 1/8" diámetro	kg	2.00000	58.00	116.00
	MPI0002	Primmer Anticorrosivo	litro	0.62000	134.48	83.38
	MPI0003	Thinner	litro	1.34000	42.24	56.60
	MPI0001	Esmalte anticorrosivo	litro	0.62000	136.54	84.65
	MPI0006	Estopa de primera	kg	3.00000	42.24	126.72
	POSTE 1413 DMP 2Y3	Poste troncocónico 1413 DMP secciones posteriores	pieza	1.00000	769,798.00	769,798.00
Total de Materiales						772,772.95
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N°8 MONTA	Cuadrilla N° 8 Montadores	jor	0.90000	4,873.87	4,386.48
	+ CUADRILLA N°10 TOPO	Cuadrilla N° 10 Topografía	jor	0.90000	1,292.56	1,163.30
	+ CUADRILLA N°11 SOLD	Cuadrilla N° 11 Soldador	jor	0.60000	1,012.97	607.78
Total de Mano de Obra						6,157.56
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	6,157.56	184.73
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	6,157.56	123.15
Total de Herramienta						307.88
Equipo						
	H EQ0010 G-20T	Grua de 20 ton Pety bone	hora	8.00000	1,005.35	8,042.80
	H EQ0008 TRAILER	Trailer 50 Tn Cama baja	hora	6.00000	1,421.98	8,531.88
	H EQ0003 C3TRED	Camioneta 3 Ton Redilas	hora	8.00000	429.24	3,433.92
	H EQ0024 SOLDAD	Soldadora M-300 amp Miller	hora	6.00000	123.78	742.68
	H EQ0009 G15	Grua 15 ton Pettibone	hora	8.00000	935.97	7,487.76
	H EQ0016	Estación total	hora	8.00000	75.23	601.84
Total de Equipo						28,840.88
					Costo Directo	808,079.27

**** OCHOCIENTOS OCHO MIL SETENTA Y NUEVE PESOS 27/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 18
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 50008

Suministro, montaje y acoplamiento de las secciones subsecuentes del poste de acero tipo troncocónico 1219 DMP, previamente ensamblados en piso con la colocación de crucetas y la soldadura y/o fijación de escalones. Incluye: Suministro de secciones las secciones subsecuentes del poste, crucetas, escalones y todas los elementos indicados en el plano anexo, traslado hasta el sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de montaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : PZ
Cantidad : 4.00
Precio U. : 349,381.32
Total : 1'397,525.28

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAC0053	Cable polipropileno 3/8" a 3/4" de diametro	ml	40.00000	30.19	1,207.60
	MAC0052	Cable de acero tipo boa 3/8" a 3/4" de diametro	ml	10.00000	130.00	1,300.00
	MEL0114-SOLDADURA	Soldadura 6013 1/8" diámetro	kg	2.00000	58.00	116.00
	MPI0002	Primmer Anticorrosivo	litro	0.62000	134.48	83.38
	MPI0003	Thinner	litro	1.34000	42.24	56.60
	MPI0001	Esmalte anticorrosivo	litro	0.62000	136.54	84.65
	MPI0006	Estopa de primera	kg	3.00000	42.24	126.72
	POSTE 1219 DMP POSTE	Poste troncocónico 1219 DMP secciones posteriores	pieza	1.00000	311,100.05	311,100.05
Total de Materiales						314,075.00
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N°8 MONTA	Cuadrilla N° 8 Montadores	jor	0.90000	4,873.87	4,386.48
	+ CUADRILLA N°10 TOPO	Cuadrilla N° 10 Topografía	jor	0.90000	1,292.56	1,163.30
	+ CUADRILLA N°11 SOLD	Cuadrilla N° 11 Soldador	jor	0.60000	1,012.97	607.78
Total de Mano de Obra						6,157.56
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	6,157.56	184.73
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	6,157.56	123.15
Total de Herramienta						307.88
Equipo						
	H EQ0010 G-20T	Grua de 20 ton Pety bone	hora	8.00000	1,005.35	8,042.80
	H EQ0008 TRAILER	Trailer 50 Tn Cama baja	hora	6.00000	1,421.98	8,531.88
	H EQ0003 C3TRED	Camioneta 3 Ton Redilas	hora	8.00000	429.24	3,433.92
	H EQ0024 SOLDAD	Soldadora M-300 amp Miller	hora	6.00000	123.78	742.68
	H EQ0009 G15	Grua 15 ton Pettibone	hora	8.00000	935.97	7,487.76
	H EQ0016	Estación total	hora	8.00000	75.23	601.84
Total de Equipo						28,840.88
					Costo Directo	349,381.32

**** TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 32/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 18
PROPUESTA 1
LÍNEA AÉREA
115 KV - 1C - 0.614 KM - 795 ACSR - PA

Análisis de Precio Unitario

Descripción						
Clave: 80002						
Suministro, tendido y tensado cable ACSR 795 un conductor por fase. Incluye: Suministro de cable conductor ACSR 795, colocación de poleas en crucetas para el paso del cable piloto y conductor, remate y fijación del mismo a los conjuntos de tensión a compresión o suspensión en las estructuras, traslado hasta el sitio de su instalación, mano de obra, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta colocación.						
					Unidad :	M
					Cantidad :	4,460.00
					Precio U. :	187.59
					Total :	836,651.40
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	EMPALME	Empalme cable ACSR 795	pieza	0.03333	1,300.00	43.33
	CABLE ACSR 795	Cable ACSR 795	kg	1.75608	70.39	123.61
Total de Materiales						166.94
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N° 12 TEND	Cuadrilla N° 12 Tendido (Liniero Oficial + 4 Ayudantes de liniero)	jor	0.00091	2,520.73	2.29
Total de Mano de Obra						2.29
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	2.29	0.07
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	2.29	0.05
Total de Herramienta						0.12
Equipo						
	H EQ0007 CAMGR5T	Camion Grúa 5 ton	hora	0.00636	820.70	5.22
	H EQ0003 C3TRED	Camioneta 3 Ton Redilas	hora	0.00636	429.24	2.73
	H EQ0029 EMPALMAD	Ponchadora para cable conductor de 250 a 1500 MCM	hora	0.00636	12.67	0.08
	H DEVCAB01	Devanadora de cable	hora	0.00636	313.52	1.99
	H EQ0016	Estación total	hora	0.00636	75.23	0.48
	H EQ0033-RADIO COM	Radio de Comunicaciones tipo Walkie Talkie	hora	0.00636	2.73	0.02
	H MALACATE	Malacate manual hasta 1000 kg	hora	0.00636	0.14	0.00
	H PORTCARR	Portacarrete para embobinado	hora	0.00636	105.01	0.67
	H TRACCCAB01	Traccionadora para cable	hora	0.00636	1,107.90	7.05
Total de Equipo						18.24
					Costo Directo	187.59

**** CIENTO OCHENTA Y SIETE PESOS 59/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 19
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 50004

Suministro, habilitado y colocación de acero fy=4,200 kg/cm2, diferentes diámetros de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: suministro, habilitado y colocado de acero de refuerzo de diferentes diámetros, ganchos, traslapes, anclajes, silletas, desperdicios y amarres con alambre recocido, mano de obra, materiales necesarios y herramienta adecuada.

Unidad : KG
Cantidad : 15,793.500
Precio U. : 28.19
Total : 445,218.77

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	SILLETA	Silleta para concreto	pieza	0.11000	1.57	0.17
Total de Materiales						0.17
Mano de Obra						
+	CUADRILLA N° 3 HABIT	Cuadrilla N° 3 Habilitado de acero (Oficial fierreno + 2 Ayudantes fierros)	jor	0.00282	1,455.96	4.11
Total de Mano de Obra						4.11
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	4.11	0.12
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	4.11	0.08
Total de Herramienta						0.20
Equipo						
H	EQ0014-CORTAD VAR	Cortadora y dobladora de Varilla Electrica Automatica	hora	0.01667	78.12	1.30
Total de Equipo						1.30
Auxiliares						
+	BAOC006-VAR DIF DIA	Acero de refuerzo de 3/8" a 1" diam Fy= 4200 kg/cm2. Incluye: alambre recocido para amarres	ton	0.00130	17,238.80	22.41
Total de Auxiliares						22.41
					Costo Directo	28.19

**** VEINTIOCHO PESOS 19/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 19
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Análisis de Precio Unitario

Análisis de Precio Unitario						
Descripción						
Clave: 60002						
Construcción de banco de ductos para un circuito de cable de potencia, ductos para cable de control, mediante barrenación direccional con tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) liso de 6" de diámetro RD-13.5 de pared gruesa de color rojo, tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) liso de 2" de diámetro RD-13.5. Incluye: Suministro de materiales, leyenda en tubería indicada por CFE, acarreo de material para dejar paso, acarreo de material sobrante producto de excavación en camión volteo hasta el banco de tiro más cercano autorizado por el municipio, mano de obra, maquinaria y herramienta menor.						
					Unidad : M	
					Cantidad : 780.000	
					Precio U. : 4,356.01	
					Total : 3'397,687.80	
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	TUBO 6 RD135	Tubo de 6" de polietileno de alta densidad (hope) liso con RD-13.5 de pared gruesa.	ml	3.30000	265.60	876.48
	TUBO 2" RD13.5 PAD	Tubo de 2" de polietileno de alta densidad (hdpe) liso con RD-13.5	ml	2.20000	34.80	76.56
	POLIMERO	Polimero	litro	0.12000	184.00	22.08
	HULE PEG ESP	Espuma de poliuretano	Bote	0.01700	140.00	2.38
	TAPON PVC	Tapones de PVC para tubería	lote	0.01700	550.00	9.35
	SEPAR PVC	Separadores de PVC para ductos de 6" y 1 1/2" de diámetro	pieza	0.05600	18.06	1.01
	PLACA BRONCE	Placa de bronce	pieza	0.03330	220.00	7.33
Total de Materiales						995.19
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N° 20 TERM	Cuadrilla N° 20 Termofusión (Técnico especializado + Ayudante especializado + peón)	jor	0.14286	1,651.53	235.94
Total de Mano de Obra						235.94
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	235.94	7.08
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	235.94	4.72
Total de Herramienta						11.80
Equipo						
	H EQ TERMOFUSION	Equipo de termofusión	hora	0.87504	69.33	60.67
Total de Equipo						60.67
Auxiliares						
	+ BASBRIG1	Brigada y equipo de perforación	m	1.03000	2,574.66	2,651.90
Total de Auxiliares						2,651.90
Conceptos						
	+ 5SEÑAL VP	Señalización provisional en vías públicas para la construcción de línea subterránea. Incluye: Suministro de materiales, señales preventivas, señales restrictivas, señales informativas, señales informativas de la empresa, indicadores de estrechamiento asimétrico, conos de protección, señalamientos peatonales, indicadores de obstáculos, cinta de identificación, y Todos los cargos incluidos en el precio unitario que se indican en las especificaciones de construcción.	KM-L	0.01000	40,051.36	400.51
Total de Conceptos						400.51
					Costo Directo	4,356.01

**** CUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS 01/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 19
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 70001

Suministro, tendido y colocación de cable AL 1000 XLP - 115 - 100 de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro, traslado del cable al sitio de su instalación, ubicación, tendido, acomodo, fijación de cable en registros, cocas, desperdicios; identificado y etiquetado de nomenclatura a cables, sellado de ductos mediante el uso espuma de poliuretano, maniobras de carga y descargas, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta, materiales, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Unidad : M
Cantidad : 2,680.000
Precio U. : 2,132.14
Total : 5'714,135.20

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	237794	Hilo de cañamo	pieza	0.01000	14.08	0.14
	309738	Cincho sujeta cables de 280 MM	pieza	0.05710	1.55	0.09
	634587	Etiquetas plastificadas rotuladas 3M para cables	pieza	0.01420	20.00	0.28
	421280	Sellador aislante de poliuretano	pieza	0.00500	120.00	0.60
	CABLE AL 1000 XLP	Cable AL 1000 XLP - 115 - 100	ml	1.02000	2,015.70	2,056.01
Total de Materiales						2,057.12
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N° 19 TEND	Cuadrilla N° 19 Tendido de conductor (2 Oficiales linieros + 4 Ayudantes linieros)	jor	0.00333	2,940.21	9.79
Total de Mano de Obra						9.79
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	9.79	0.29
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	9.79	0.20
Total de Herramienta						0.49
Equipo						
	H CAMION 8 T REDILAS	Camion 8 Ton Redillas	hora	0.02334	531.14	12.40
	H EQ0007 CAMGR5T	Camion Grúa 5 ton	hora	0.02334	820.70	19.16
	H TRACCCAB01	Traccionadora para cable	hora	0.02334	1,107.90	25.86
	H DEVCAB01	Devanadora de cable	hora	0.02334	313.52	7.32
Total de Equipo						64.74
					Costo Directo	2,132.14

**** DOS MIL CIENTO TREINTA Y DOS PESOS 14/100 M.N. ****

COMPARATIVA DE COSTOS PARA UNA
LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ENTRE UNA MODERNIZACIÓN AÉREA
Y UNA CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ANEXO 19
PROPUESTA 2
LÍNEA SUBTERRÁNEA
115 KV - 1C - 0.623 KM - AL - 1000 - XLP

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 80002

Elaboración e instalación de terminales exteriores para cable de potencia CU-1000-XLP de porcelana en poste de transición de acuerdo al plano de proyecto y manual de fabricante. Incluye: Suministro de brida (de acuerdo a las características del poste y terminales suministradas por la CFE), cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG y elementos de sujeción de cable conductor al poste, puentes con cable ACSR 795 kcm; traslado de terminales del almacén indicado por CFE al sitio de instalación, maniobras de carga y descarga, aterrizamiento al sistema de tierras, mano de obra, maquinaria, equipo y herramienta necesaria y adecuada para los trabajos.

Unidad : PZ
Cantidad : 3.000
Precio U. : 126,608.65
Total : 379,825.95

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	ALCOHOL ISOPROPIL 377442	Alcohol Isopropilico	litro	6.00000	192.78	1,156.68
	LIJA	Servitoallas	pieza	0.30000	55.49	16.65
	LIJA	Lija (varios grados)	pieza	2.00000	8.94	17.88
	CONECTOR COBRE 500 533322	Conector mecánico cal 2/0 - 500 mcm	pieza	1.00000	478.12	478.12
	BRIDA	Cable de cobre desnudo 4/0	kg	4.50000	150.00	675.00
	BRIDA	Brida para poste de transición y terminales CU-1000-XLP	pieza	1.00000	3,800.00	3,800.00
	CABLE ACSR 795	Cable ACSR 795	kg	4.06500	70.39	286.14
	TERMINAL 115 EXT PT	Terminal de porcelana 115 kv para exterior	pieza	1.00000	89,166.00	89,166.00
Total de Materiales						95,596.47
Mano de Obra						
	+ CUADRILLA N° 4 ELECT	Cuadrilla N° 4 Electromecanica (Sobrestante + 2 Montadores + 3 Ayudantes de montador + 3 Ayudantes Generales)	jor	2.50000	3,627.70	9,069.25
	MOB0001 PEON	Peon (Ayudante Albañil)	jor	0.80000	355.44	284.35
Total de Mano de Obra						9,353.60
Herramienta						
	HERRAMIENTA MENOR	Herramienta Menor	(%)mo	0.03000	9,353.60	280.61
	EQUIPO DE SEGURIDAD	Equipo de seguridad	(%)mo	0.02000	9,353.60	187.07
Total de Herramienta						467.68
Equipo						
	H CAMIONETA PICK UP 3/	Camioneta 3/4 Ton Pick Up	hora	17.51313	282.34	4,944.66
	H CAMION GRUA 10T	Camión Grua hiab 10 ton	hora	17.51313	857.87	15,023.99
	H ANDAMIO TUBULAR	Andamio Tubular	hora	17.51313	17.79	311.56
	H LIJADORA MECANICA	Lijadora mecanica	hora	8.00000	73.80	590.40
	H REMOVCHAQ	Removedora de Chaqueta y Semiconductora	hora	8.00000	39.73	317.84
	H MALACATE	Malacate manual hasta 1000 kg	hora	17.51313	0.14	2.45
Total de Equipo						21,190.90

Costo Directo 126,608.65

**** CIENTO VEINTISEIS MIL SEISCIENTOS OCHO PESOS 65/100 M.N. ****