

## **Sección IV. Memoria Descriptiva, Planos, Lista de Cantidades y Especificaciones Técnicas**

### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA OBRA**

#### **I. ALCANCE DEL PROYECTO**

El alcance del proyecto consiste en topografía, suministro, almacenaje, transporte, montaje, limpieza, montaje de torre tipo celosía, de remate, tipo DD, instalación de obras de protección de seguridad, fundición de base y otras obras civiles requeridas, desmontaje de cables de aluminio ACSR e Hilo de guarda de la torre existente terminal al pórtico de la subestación, instalación de conductores de aluminio ACSR y cable de guarda EHS, embalajes, entrega y traslado de torre, herrajes y materiales desde las bodegas de ENEE al sitio del proyecto, almacenamiento de torre y materiales entregados por ENEE, pruebas solicitadas, recepción a satisfacción de la supervisión de la ENEE.

Se considerará que con la presentación de su oferta el Licitante debe garantizar, que conoce a plenitud los alcances del trabajo, posee el certificado emitido por ENEE de la visita técnica guiada por personal de la Dirección de Ingeniería de Transmisión y conoce las condiciones del terreno.

#### **1.1 Compromisos de ENEE**

1. Suministro de la torre de remate tipo celosía, la entrega se hará en el almacén de ENEE de la Central Hidroeléctrica Cañaverál.
2. Suministro de Stub (anclaje) de las patas de la torre; la entrega se hará en la bodega ubicada en la SE La Leona, Tegucigalpa M.D.C.
3. Suministro de aisladores de porcelana para el armado de las cadenas en la torre, la entrega se hará en el almacén de la SE Cañaverál.
4. Suministro del conductor 477MCM ACSR, será entregado en el sitio del proyecto.
5. Suministro de herrajes para el armado de las cadenas (grilletes, extensores) serán entregados en sitio del proyecto.
6. Suministro del hilo de guarda E.H.S., en el sitio del proyecto.
7. Entrega del plano para construcción de la cimentación de la torre.
8. Entrega de los planos de montaje de la torre.

#### **1.2 Compromisos del Contratista**

1. Limpieza del sitio.
2. Topografía.
3. Excavación para las cimentaciones de cuatro patas de la torre entregada por ENEE.

4. Botado de tierra y material de desperdicio del sitio.
5. Encofrado (formaleta) de las patas de la torre.
6. Suministro, armado y colocación de hierro de cada una de las fundaciones de las patas de la torre.
7. Obras de protección, para seguridad de los peatones y posibles construcciones existentes.
8. Colocación de cable de cobre en tubo de pvc embebido en el concreto de las fundaciones para las patas de la torre.
9. Fundición de cuatro (4) bases para la torre, de concreto armado con colado de hormigón de una resistencia mínima de 20 N/mm<sup>2</sup> (210 kg/cm<sup>2</sup>).
10. Relleno y compactado usando material del sitio
11. Montaje y Nivelado de los Stub de las patas para la torre.
12. Montaje de la torre entregada por ENEE.
13. El contratista será responsable del suministro y acarreo de materiales al sitio de la obra.
14. Suministro e instalación de dieciocho (18) grapas de aluminio de tipo compresión, incluir todo su accesorio para la instalación del cable 477MCM ACSR, instalar 12 grapas en la torre y (3) tres en cada pórtico de llegada de línea (L501/L502).
15. Suministro e instalación en la torre de tres (3) grapas de remate para hilo de guarda E.H.S.
16. Traslado de conductor 477MCM ACSR existente, desde la torre final actual a la torre nueva, e instalación de conductor 477 MCM suministrado por ENEE desde la torre nueva hasta los pórticos de las líneas (L501/L502) de la SE Rio Lindo.
17. Suministro e instalación de seis (6) aisladores rígidos de suspensión hule siliconado en 138KV, con todos sus accesorios de acople y sujeción a la torre, Nota: Estos aisladores serán para ser instalados en el cuerpo donde irán las ménsulas de las líneas, para sostener los conductores existentes, en caso de no terminar los trabajos definitivos en esta sección cuando se solicite el despeje.
18. Suministro e instalación de dos placas metálicas de numeración y dos para señalización de peligro.
19. Vestido de la torre completa, utilizando los materiales suministrados por el contratista y los entregados por ENEE.
20. Suministro e instalación de los herrajes y bajantes requeridos para conectar la línea a los pararrayos existentes debajo en cada uno de los pórticos de salida de línea (L501/L502) actuales en la SE Rio Lindo.
21. Tendido de conductor e hilo de guarda desde la torre nueva a los pórticos de entrada de la línea (L501/502) de la subestación Rio Lindo.
22. Instalar dos estructuras provisionales tipo "H" con sus postes, crucetas de madera y sus accesorios para protección por eventual caída del conductor durante el tendido de la línea desde la torre actual hasta los pórticos de llegada de líneas (L501/L502) en subestación Rio Lindo, todo este material provisional será de propiedad del contratista y no un suministro para ENEE.
23. Suministro e instalación de materiales requeridos para el aterrizaje de las cuatro patas de la torre, incluyendo, pero sin limitarse a: cable de cobre suave de calibre 4/0, conectores con soldadura exotérmica, varillas de L=3m y Ø=3/4", conectores de

tipo paralelo, zanja y relleno de material del sitio para la instalación del conductor de cobre.

24. Conexión del cable fibra óptica (OPGW) existente a la nueva torre.
25. Presentar informe de medición de resistencia de aterrizaje.
26. Cumplir con las medidas ambientales y de seguridad, en el período de ejecución de las obras.

### 1.3 Coordenadas de referencia

Ítem	Lugar	Coordenadas UTM, Zona 16 P	
1.	Subestación Rio Lindo	394319.00 m E	1662961.00 m N
2.	Torre terminal existente	394181.00 m E	1662981.00 m N
3.	Torre a construir	394235.00 m E	1662971.00 m N

### **FOTO No.1 MUESTRA LA ENTRADA DE LA LINEA ACTUAL L501 Y L502**



## **FOTO No.2 MUESTRA LA ENTRADA DE LA LINEA A REUBICAR L501 Y L502**



## **2. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SUMINISTROS DEL CONTRATISTA**

#### **Requerimientos técnicos para los aisladores tipo hule siliconado**

##### **1.1 Objeto**

Esta especificación cubre los requerimientos detallados para el diseño, fabricación, prueba y transporte de los aisladores de hule siliconado para el uso con los conductores de fase. Los aisladores de hule siliconado deberán ser suministrados de acuerdo con los requerimientos aquí descritos.

Estos aisladores de hule siliconado serán instalados en la torre suministrada por ENEE, serán utilizados de emergencia, para el tendido de las líneas L501/L502 en caso de tener despejes parciales autorizados por el Centro Nacional de Despacho.

##### **1.2 Especificación Técnica**

Estos aisladores de hule siliconado deben tener un miembro central de fuerza mecánica (barra) de fibra de vidrio reforzada.

Estos aisladores deben de estar fabricados de un material exterior resistente al clima, que consista en un alojamiento con cobertizo que proteja a la barra de los elementos y proveer distancias adecuadas de goteo.

La fibra de vidrio reforzada usada para estos aisladores debe ser de alta resistencia.

El material del cobertor debe ser continuo no debe contener juntas y debe eliminar las descargas eléctricas y la erosión, la cubierta debe estar hecha de goma de ethylene-propulene cuidadosamente formulada. No debe haber juntas radiales a lo largo de la longitud de esta cubierta se debe extender dentro de los accesorios terminales para proteger la barra de vidrio de la humedad y descargas de las juntas.

Estos aisladores deben estar provistos de una interfaz vulcanizadora para prevenir posible penetración de humedad, grasas, y otros materiales y fallas de descargas, este material vulcanizado debe proteger la fibra de vidrio y el cobertor de goma.

Las vertientes o campanas de los aisladores deben tener una distancia adecuada entre si será de acuerdo al espaciamiento estándares de las normas, estas vertientes o campanas deben estar previstas con una pendiente pronunciada para que cualquier gota de agua u otro material caiga ligeramente.

Todos los materiales ferrosos deberán ser galvanizados en caliente conforme a las Normas ASTM-A153 "Specification for Zinc-Coating(Hot-Dip) on Iron and Steel hardware"

Después de terminado el maquinado, las partes metálicas serán galvanizadas mediante inmersión en caliente para lograr una capa de zinc no inferior a 600 g/m<sup>2</sup>.

Estos accesorios terminales deben de hierro dúctil galvanizado inmerso en caliente, deben ser diseñados para reducir los esfuerzos eléctricos concurrentes en el aire circulante, también debe garantizar la eliminación del efecto corona, estos accesorios deben eliminar los posibles daños al material de goma y adyacentes.

Para mantener la integridad en los extremos de la barra (fibra de vidrio), el fabricante debe garantizar un material epóxido alrededor entre los extremos de la barra de fibra de vidrio y accesorios terminales que se acoplan a dichos extremos por un método de compresión simple uniforme de alto esfuerzo cortante para eliminar la necesidad de alguna fractura y deterioro de la fibra de vidrio.

El fabricante debe incluir un tapón metálico de material suave, que se ajuste fácilmente a las aberturas que se encuentren en los accesorios de las de las terminales, quedando estas selladas completamente y protegidas de tal manera que no haya penetración de humedad a la barra de fibra de vidrio.

Los aisladores de hule siliconado deben estar fabricados con un escudo corona instalado en el extremo o terminal energizado del aislador de hule siliconado, esta

corona debe estar hecha del mismo material que se utilizara en las vertientes del aislador.

La interface entre la corona y el accesorio metálico debe estar adherida o unida con un material de goma especial conductiva para que elimine el efecto corona y la interferencia radial entre ellos.

Los aisladores de tipo hule siliconado para suspensión y remate deben ser de color gris pálido estándar.

Los aisladores de hule siliconado deben estar diseñados de tal manera que soporten los valores de cargas máximas de diseño, resistencia de atracción, de tensión o longitudinales, tensiones o cargas verticales y horizontales de trabajo.

La superficie exterior de los aisladores de hule siliconado debe ser perfectamente lisa, sin imperfecciones que puedan dar origen a concentraciones de la gradiente dieléctrica.

### **1.3 Características Eléctrica y Mecánicas**

Las dimensiones y características para cada tipo de aislador de hule siliconado son referencia de acuerdo algunos catálogos, el fabricante debe considerar estos valores como mínimos:

#### **Aisladores para Estructuras en Suspensión Arreglo en “V”**

-Voltaje nominal	138kV
-Voltaje máximo	145kV
-Normas	ANSI
-Tipo	Hule siliconado
-Diámetro nominal del disco, no menor a	229mm
-Espaciamiento de discos o campanas	50mm
-Línea mínima de fuga, no menor a	3250 mm
-Prueba de rutina de carga mecánica	33.4 kN
-Resistencia a la tensión de frecuencia 60 HZ Industrial – seco, no menor a	500 kV
-Resistencia a la tensión de frecuencia 60 Hz Industrial – húmedo	450 kV

-Flameo Crítico al Impulso Positivo	750 kV
-Flameo Crítico al Impulso Negativo	830 kV
-Voltaje de Perforación de Baja Frecuencia	110 kV
1. RIV Máximo a 1 Mhz	100 $\mu$ voltios
-No. campanas de hule siliconado, no menor al	estándar
-Longitud de aislador de hule siliconado, no menor a	1610mm
❖ Referencia para aisladores en 138KV.	
- Catálogo OHIO/BRASS Catálogo No. CS2-083-EE-160-A, (Con terminal tipo TWO-Hole Blade).	
- Catálogo Maclean Power Systems No. B291059XL-99, (Con terminal tipo TWO-Hole Blade).	

#### **1.4 Pruebas de Rutina y Laboratorio**

Se llevarán a cabo, para todos los aisladores de hule siliconado, las siguientes pruebas de rutina según la norma ANSI:

##### **A. Pruebas de Rutina**

- a) Verificación de las dimensiones.
- b) Control visual.
- c) Prueba mecánica.
- d) Prueba eléctrica.
- e) Pruebas de Laboratorio
- f) Ciclo de choque eléctrico.
- g) Impacto
- h) Torsión
- i) Explosión a la intemperie.

- j) Resistencia a la flama.
- k) Fuerza de arqueo.
- l) Exposición ultravioleta.
- m) Prueba de carga electromecánica.
- n) Prueba de perforación.
- o) Prueba de galvanización

### **1.5 Empaque**

Todos los aisladores de hule siliconado deberán ser empacados en cajas de madera resistente, apropiadas para transporte marítimo y transporte en tierra firme y deberán ser claramente marcadas con la siguiente información:

- Descripción de los artículos
- Cantidad de piezas
- Peso neto y peso bruto.
- Número de contrato.
- Nombre del proyecto.
- Destino.

### **1.6 Informaciones a ser presentadas con su oferta**

El oferente deberá presentar con su oferta la siguiente información:

- Los planos de detalles deberán mostrar las dimensiones y características requeridas tal como se especifican en este documento e incluyendo la descripción de materiales y su peso unitario.
- Especificaciones técnicas que describen, en detalle, los métodos de fabricación de las partes aislantes, así como métodos y materiales utilizados para cementar las partes metálicas y aislantes.
- Cuadros de características técnicas garantizadas debidamente llenados con toda la información requerida y pruebas de tipo
- Programa y métodos para llevar a cabo las pruebas.



## **1.7 Mercado**

Todos los aisladores de hule siliconado deberán llevar símbolos legibles y durables identificando el fabricante, el año de fabricación y la resistencia electromecánica nominal.

## **Herrajes y accesorios para líneas**

### **2.1 Objeto**

Esta especificación cubre los requerimientos de detalle para el diseño, fabricación, prueba y transporte de los siguientes herrajes y accesorios para el conductor de aluminio ACSR y del cable de guarda de acero galvanizado.

- Herrajes para fijar los aisladores a la torre y para fijar los conductores a los aisladores.
- Herrajes para fijar los cables de guarda, de acero galvanizado a la torre.
- Grapa de anclaje.
- Varillas preformadas para conductor y cable de guarda.
- Grapa de suspensión.
- Tensores.

El diseño de todos los accesorios deberá ser libre de pérdidas por corona evitando perfiles afilados o proyecciones que puedan producir esfuerzos eléctricos durante la operación. El diseño de las partes metálicas adyacentes o partes complementarias deberá ser tal, que prevenga la corrosión de las superficies de contacto y deberá mantener un buen contacto eléctrico bajo todas las condiciones de servicio.

### **2.2 Normas**

Los materiales cubiertos bajo esta especificación deberán cumplir con las siguientes normas, excepto donde se indique lo contrario.

ANSI C29.2 Dimensiones de los acoplamientos tipo bola y rótula de las unidades de aisladores en cadena.

ASTM A153 Especificación para recubrimiento de zinc en accesorios de hierro y acero.

ANSI C119.4 Conectores para uso entre aluminio – aluminio o entre aluminio a cobre / conductor de línea desnudo.

## **2.3 Materiales y mano de obra**

Los accesorios para conductor y cable de guarda de acero galvanizado, deberán satisfacer las características electromecánicas requeridas por esta especificación.

Todos los conectores de cables deberán satisfacer las clases de uso “A” y “I” de la norma ANSI C119.4 y todas las cláusulas relevantes. Todos los metales ferrosos deberán ser galvanizados en caliente de acuerdo con ASTM A153. Todas las partes de acero fileteadas, tuercas y contratuercas deberán ser galvanizadas después del fileteado. Re-filetear las roscas, tuercas y contratuercas después del galvanizado es permitido siempre que el zinc protector o el aceite del tarrajeado se queden en la longitud completa de los hilos. Todas las tuercas y contratuercas deberán ser capaces de girar sobre el tornillo en la longitud total sin hacer uso de una llave. Todas las clavijas deberán ser hechas de acero inoxidable y con auto cierre.

## **2.4 Requerimientos de detalle para los herrajes**

### **A. Generalidades**

Todos los ensambles deberán ser diseñados y fabricados para cumplir, por lo menos, con los siguientes requisitos.

- Los ensambles para suspensión y anclaje del conductor y del cable de guarda, deberán incluir todos los accesorios necesarios para fijar los conductores a los aisladores, los accesorios para conectar los aisladores a la torre y para soportar y fijar el cable de guarda a la torre.
- Los herrajes de las cadenas de suspensión y/o de anclaje del conductor deberán ser suministrados para poder trabajar con línea viva. Todos los conjuntos deberán ensamblarse fácilmente y todos los accesorios deberán ser adecuados para el mantenimiento de la línea energizada.
- Todas las grapas de suspensión deberán poder balancearse libremente en cualquier dirección.
- Todos los tipos de ensambles deberán ser probados para confirmar que se ajustan bien y para verificar la integridad mecánica y física. Copias de las pruebas eléctricas deberán acompañar la oferta.

### **B. Criterios mecánicos**

Los ensambles del conductor usarán herrajes con una capacidad mínima igual al 110% del aislador.

Todos los componentes de la fijación a los aisladores de conductor deberán ajustarse y ser compatibles con los aisladores de bola y rótula (ball and socket).

Todos los herrajes para los ensambles de suspensión del cable de guarda de acero galvanizado deberán ajustarse de tal manera que aseguren que la resistencia mecánica del accesorio es adecuada para dicha aplicación como en los planos y en estas especificaciones.

Todos los accesorios para los ensambles de anclaje del cable de guarda de acero galvanizado deberán resistir el 95% de la fuerza de ruptura del cable.

#### C. Grapas de anclaje

- Todas las grapas de anclaje, para conductores y cables de guarda de acero galvanizado, serán del tipo a comprensión.

- Las grapas de anclaje, para uso en el conductor, deberán tener sus terminales de conexión, puente eléctrico y accesorios asociados. Todos los terminales de conexión empernados entre la grapa y el puente eléctrico deberán ser taladrados de acuerdo con las normas NEMA aplicables.

- Todas las partes conductoras de corriente deberán tener una capa de plástico para inhibir corrosión en dichas superficies. Esta capa debe ser removida cuando se instalen dichos herrajes.

- El cuerpo de la grapa de anclaje y el manguito del puente eléctrico deberán ser rellenados con un compuesto de llenado recomendado por el fabricante.

- Todas las grapas de anclaje serán capaces de desarrollar un mínimo de 95% de la resistencia nominal del cable. El ensamble completo deberá tener una conductancia por unidad de longitud y una ampacidad no menor que el del conductor mismo.

- Después de la instalación, las grapas de anclaje deberán tener una tensión inicial de corona no menor que la del conductor mismo.

#### D. Varillas de armar

- Las varillas de armar se usarán en todos los ensambles de suspensión de conductores. Ellas serán del tipo preformado y diseñadas para proteger el cable de daños debido a la instalación de la grapa de suspensión, pararrayos o vibración.

- Las varillas de armar para uso en conductores serán hechas de aluminio o aleación de aluminio y deberán ser suministradas con una marca en el centro para facilitar su colocación simétrica durante la instalación.

- La tensión inicial corona del conductor con las varillas de armado instaladas no será menor que la del conductor mismo.

- Las varillas de armado se usarán también para el ensamblado de la suspensión del cable de guarda. Ellas serán del tipo preformado y estarán formadas por materiales resistentes a la corrosión las cuales minimizarán la corrosión electrolítica.

#### E. Materiales y fabricación de accesorios

Todos los componentes del ensamble de accesorios y herrajes deberán ser de hierro maleable, acero, acero inoxidable o aleación de aluminio, o cualquier combinación de estos materiales que sean recomendables para obtener el rendimiento requerido para estos accesorios. Todos los metales deberán estar libres de rugosidades, orillas cortantes, protuberancias, bultos y escorias y deberán estar lisos para que las partes de interconexión encajen apropiadamente y que las partes puedan ser montadas y desmontadas fácilmente. Todos los metales ferrosos deberán ser galvanizados de acuerdo con ASTM A 153. Todas las partes fileteadas deberán ser galvanizadas después de hecho el filete. Todas las tuercas y contratuerkas deberán ser capaces de enroscarse en los pernos sin necesidad de utilizar herramientas. Todas las clavijas hendidas deberán ser hechas de acero inoxidable y deberán ser de auto cierre.

Las grapas de suspensión deberán ser de un tipo aprobado y ser tan livianas como sea posible. Todas las grapas deberán ser diseñadas para evitar cualquier posibilidad de deformación del cable trenzado y la separación de los hilos individuales. Las grapas de suspensión deberán poder pivotear en el plano vertical con respecto a un eje horizontal pasando a través y transversalmente el centro de la línea del cable.

Las grapas de suspensión deberán permitir que el cable completo se deslice antes de que la falla del cable ocurra, pero resistirán una carga longitudinal al menos igual a la carga de diseño de la torre. La ranura de soporte, más allá de su punto de contacto con el conductor, deberá ser curvada en el plano vertical a un radio mínimo de 150 mm y para una distancia suficiente que permita que el cable suelte la grapa a una inclinación máxima obtenida en servicio (se supone que el conductor está horizontal).

Todas las grapas de suspensión deberán tener el tamaño suficiente para alojar la instalación del cable, más el conjunto de varillas de armar ("armor rods").

#### F. Pruebas

Los accesorios y herrajes, materia de la presente especificación, serán completamente probados en fábrica.

##### ❖ Pruebas

Se realizarán, por lo menos, las siguientes pruebas (además de las normales del fabricante):

##### a) Control de las dimensiones y del ensamblaje

Se verificarán las dimensiones y los pesos de todos los elementos constitutivos de los dispositivos de suspensión y de anclaje y luego los dispositivos serán completamente ensamblados, utilizando también muestras de los correspondientes aisladores y conductores del suministro.

El ensamblaje deberá llevarse a cabo utilizando también muestras de los correspondientes aisladores y conductores del suministro.

El ensamblaje deberá llevarse a cabo utilizando solamente los métodos y las herramientas prescritas por el Contratista para el montaje en el sitio. El ensamblaje deberá poder efectuarse fácilmente, no admitiéndose ningún ajuste y no deberá causar ninguna deformación o modificación de cualquier parte del dispositivo o del conductor.

#### G. Marcado

Cada parte de los accesorios será permanentemente marcada por medio de fundición o estampado a presión para indicar lo siguiente:

- El nombre del fabricante.
- Número de catálogo.
- El tipo y área de la sección transversal nominal o el diámetro del conductor, o del cable de guarda de acero galvanizado para el que éste es recomendado. (Grapas, amortiguadores, empalme, etc.)

#### H. Empaque

Todos los accesorios deberán ser empacados en cajas de madera resistente, apropiadas para transporte marítimo y transporte en tierra firme y serán claramente marcadas con la siguiente información:

- Descripción de los artículos
- Número de piezas
- Peso neto y peso bruto
- Número de contrato
- Nombre del proyecto
- Destino

## **Materiales para puesta a tierra**

### **A. Objeto**

Los materiales para puesta a tierra a ser provistos serán como se muestra en el plano incluido en la sección de planos. Todos los materiales cumplirán con las siguientes normas.

### **B. Normas**

ASTM B227 Alambres de acero recubierto de cobre (con revestimiento de cobre) de estirado duro (“hard-drawn”).

ASTM B228 Conductores de acero recubierto de cobre de trenzado concéntrico.

### **C. Varilla de puesta a tierra**

Cada pata de la torre tendrá su varilla de puesta a tierra. Las varillas de puesta a tierra serán de acero recubierto de cobre, con sección transversal circular de 3/4” de diámetro nominal y de 10 pies (3m) de largo. Cada varilla de tierra tendrá un extremo de punto cónico. Cada varilla deberá tener un revestimiento liso de cobre, de un espesor estándar de por lo menos 0.25 mm, soldado por fusión al alma de acero. La varilla de tierra estará sujeta a pruebas de doblez sin ninguna señal de agrietamiento.

### **D. Cable de conexión a tierra**

La varilla, debe fijarse al conector con soldadura exotérmica y al cable, debe quedar recubierto con el concreto de la cimentación. Esto con el propósito de evitar el vandalismo.

### **E. Conectores y accesorios**

Los conectores para la conexión entre el cable y la varilla de polo a tierra, serán de alta aleación de cobre unidas mediante soldadura exotérmica.

Todas las conexiones de tierra a las varillas serán del tipo soldadura exotérmica de uso pesado.

Toda unión de cables será del tipo soldadura exotérmica de uso pesado.

La medición para la red de tierra deberá ser no mayor a 10  $\Omega$  (ohmios), si este valor no se obtiene, el contratista deberá pasar a realizar la Etapa No.2, y si no se obtuviera el valor esperado de los 10  $\Omega$ , se deberá pasar a la siguiente etapa, y así sucesivamente hasta obtener el valor permitido.

Antes de realizar la medición, el contratista deberá presentar a la supervisión, el equipo con sus reportes de calibración y método a emplear.

#### F. Informe

El contratista preparará el informe de los valores medidos en la instalación de la red de tierra en la torre, y entregarlo a la supervisión del proyecto para su aprobación, en el informe el contratista deberá incluir el valor medido de resistencia de aterrizaje en la torre, el equipo utilizado, reporte de la última calibración del equipo, el cual deberá ser no mayor a los dos últimos.

#### **Placas con señalización de peligro**

El Contratista suministrará el material para señalización de la estructura, se incluirá en el diseño de la estructura, las especificaciones técnicas están indicada en el dibujo de señalización de peligro y numeración para placas en estructuras, se adjunta detalle en la sección los planos, el diseño de la placa para numeración y señalización, las placas deben ser de acero galvanizado y se protegerán con una pintura esmaltada al horno.

Los colores del primer plano y del fondo serán preparados con esmalte recocido, vitrificado y horneado, resistente al agua y al clima tropical. Las señales en las estructuras incluirán placas de peligro y placas de numeración.

#### ❖ Placas de señal aérea

El Contratista proporcionará placas de numeración con escritura en negro sobre fondo amarillo, de un tamaño mínimo de 200 mm cada letra. Y serán instaladas en la torre. En dichas placas se inscribirá el número respectivo de la estructura. Ellas serán fijadas en una posición aprobada, por la supervisión del proyecto.

## **II. OBRA CIVIL**

### **1. topografía**

El Contratista deberá realizar en campo todo el trabajo de topografía (Alineamiento Horizontal y Vertical), para el marcado y montaje de la torre, considerando la bisectriz del ángulo de deflexión.

### **2. Materiales para las obras civiles**

#### **3 Concreto**

El concreto tendrá una resistencia mínima de 20 N/mm<sup>2</sup> (210 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días.

### **3.1 Acero de refuerzo**

Para el refuerzo del concreto se utilizará varilla corrugada de acero, grado 60, conforme a la norma ASTM A615.

Para la colocación de acero de refuerzo, deben respetarse los requisitos del Código de Construcción para concreto armado (ACI 318) y del Manual de Práctica Estándar para el detallado de estructuras de concreto armado (ACI 315).

### **3.2 Excavación**

Las operaciones de excavación se realizarán de manera de no perturbar la tierra más allá del área propia de cada excavación, según lo indicado en los planos aprobados, para construcción, por el Ingeniero.

La excavación para las fundaciones deberá incluir toda la excavación necesaria para la instalación de las fundaciones, la nivelación alrededor de las fundaciones individuales de la torre, generalmente el material excavado debe ser retirado para no crear molestias a los propietarios ubicados en la cercanía del lugar, debido que los trabajos de obras civiles serán cerca de calle pública.

La excavación podrá ejecutarse con cualquier equipo de excavación y transporte que sea adecuado para este tipo de trabajo y aprobado por la supervisión. El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero el método y plan de excavación que va a emplearse en las diferentes partes de la obra. Si durante la ejecución de los trabajos el Contratista deseara modificar el método de excavación, deberá previamente someterlo al contratante para su aprobación.

Durante el curso de las excavaciones el Contratista tomará todas las medidas necesarias para desaguar los sitios de excavación cualesquiera sean las avenidas de agua. Los sistemas que se emplearán podrán consistir en canaletas, drenajes, bombeo u otros medios y en cada caso deberán ser sometidos a la aprobación de la Supervisión. El desagüe de todas las excavaciones deberá tener amplia capacidad para mantener un nivel reducido de agua y el sumidero y los drenajes estar dispuestos de tal manera que permitan secar totalmente el fondo de las excavaciones. El Contratista deberá disponer del equipo e instalaciones necesarios para el desagüe, desde el inicio de los trabajos de excavación y deberá mantener adecuadamente mediante limpieza y reparaciones todas las obras de drenaje durante el tiempo de construcción, de manera que las mismas sean constantemente eficientes.

Asegurar que las excavaciones se realicen hasta un lecho sólido o a la profundidad requerida y que el ancho y largo de la fundación no exceda, en más de 150 mm, de las longitudes indicadas en los planos.

Al llegar a la profundidad de la excavación, nivelar la base de sustentación y remover todo el material suelto.



Para las sobre excavaciones, por error del Contratista, que no excedan de 300 mm, utilizar relleno hasta un nivel apropiado utilizando un material de relleno aprobado por ENEE y compactado en capas de 100 mm Para las sobre excavaciones de más de 300 mm vertical, rellenar con concreto hasta el nivel apropiado.

Mantener las excavaciones libres de agua estancada y remover cualquier escombros, material suelto, etc. antes de localizar la fundación.

El Contratista deberá proteger las excavaciones mientras éstas permanezcan abiertas, de manera tal que ofrezcan completa seguridad para las personas y/o animales que puedan transitar por los alrededores del sitio de la torre.

Cuando se encuentre agua, la excavación será completamente secada antes y durante la instalación y vaciado de la fundación que corresponda. Las paredes de la excavación deberán ser protegidas apropiadamente, a fin de mantener la estabilidad de las mismas, antes y durante la ejecución de las fundaciones.

Antes de la colocación del acero y del vaciado del concreto, el Contratista removerá la arena, el barro, agua, sedimentos y otros materiales que puedan haberse acumulado en la excavación.

### **3.3 Relleno**

Se colocará el relleno sobre las fundaciones de la estructura. En caso de que se requiera, se utilizara como relleno material del sitio, la cantidad que deberá utilizarse y el método de colocación de este material deberá ser aprobado por ENEE. La excavación deberá mantenerse sin agua durante la colocación y compactación del relleno. Si se utiliza un compuesto de curación del concreto después de que se hayan retirado los encofrados, no deberá colocarse ningún relleno antes de transcurridas 8 horas desde que se aplicó el compuesto de curación del concreto. El material extraído que no es adecuado o no se requiera para relleno o terraplén, deberá ser extendido uniformemente en el emplazamiento.

Cuando el material excavado no sea aprobado por el Ingeniero como apropiado para el relleno, se usará material extraído de una zona de préstamo previamente aprobado por el Ingeniero.

El material de préstamo estará compuesto de arena, piedra triturada, o cualquier otro material apropiado para ser compactado y que tenga un tamaño granulométrico uniforme. El material cohesivo podrá utilizarse siempre y cuando se establezca y previa autorización de ENEE.

El Contratista será responsable de la investigación y transporte de los materiales de préstamo necesarios para las obras.

El relleno no deberá ser colocado alrededor de ninguna fundación antes de transcurridos por lo menos siete (7) días desde que se finalizaron las operaciones de hormigonado de las fundaciones, pero tan pronto como sea posible después de los siete (7) días. El material de relleno deberá estar limpio y libre de vegetación, pedazos de madera, piedras grandes u otro material extraño.

El material a ser compactado no deberá contener piedras de un diámetro mayor de 10 cm. Este material será depositado en capas horizontales de menos de 15cms. de espesor después de haber sido compactado según se especifica en la presente especificación. La distribución de materiales se realizará de manera que el material compactado resulte homogéneo y no contenga terrones, cavidades o cualquier otra imperfección. Las operaciones de colocación serán de manera que los materiales estén suficientemente mezclados para asegurar el grado requerido de compactación, impermeabilidad y estabilidad. Antes de comenzar las operaciones de compactación y durante las mismas, el material de relleno tendrá el contenido de humedad requerido para los fines de compactación. El contenido de humedad deberá ser uniforme a través de las capas del relleno. El material será compactado utilizando máquinas compactadoras y se pondrá un cuidado especial para prevenir los daños en las fundaciones. El grado de compactación a ser obtenido para todos los rellenos no deberá ser menor al 90% de la máxima densidad, como se define en ASTM D698. La densidad se medirá en el campo, de acuerdo a ASTM D1556 o ASTM D2167.

### **3.4 Construcción para la fundación**

#### **A. Generalidades**

El concreto tendrá una resistencia mínima de 20 N/mm<sup>2</sup> (210 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días

El Contratista deberá realizar todas las obras necesarias para la construcción de la fundación, para la base de la torre y las conexiones a tierra y cualquier otro tipo de trabajo conexo.

Las partes a ser empotradas en la fundación de concreto, deberán montarse con el uso de templetos u otros métodos previamente aprobados por el Ingeniero.

El Contratista tendrá completa responsabilidad de la construcción de las fundaciones.

#### **B. Fundaciones de concreto armado**

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios para realizar las obras de concreto y todas las pruebas conexas, además de las actividades siguientes:

- Mezcla, transporte, colocación, compactación, acabado y curado del concreto.
- Montaje y desmantelamiento de todas las plantillas y encofrados.

- Arreglos de todos los refuerzos de acero.

- Empotramiento, según se requiera, de todos los artículos, sean suministrados y montados por el mismo o por otros Contratista, de acuerdo con las presentes especificaciones y planos.

El cemento utilizado será Pórtland, tipo 1, que se ajuste a los requisitos de la norma ASTM C150, y sea aprobado por el Ingeniero. Cada consignación de cemento según el orden en que vaya recibiendo. Cualquier consignación que contenga terrones, o haya sido afectada de alguna manera, no deberá ser utilizada y será removida y transportada fuera del lugar de las obras inmediatamente.

Todos los agregados para concreto deben cumplir con las especificaciones técnicas de agregados para concreto (ASTM C33). Para los dos tipos de agregados finos y gruesos que se proponen utilizar en las obras, el Contratista deberá proporcionar a ENEE muestras de los mismos, junto con los detalles completos que pudiera necesitar ENEE. Durante las obras, ENEE podrá solicitar que se realicen las pruebas de agregados que considere necesarias y los agregados que en cualquier momento muestren características inadecuadas, no deberán ser utilizados en las obras y se deberán sacar del sitio de almacenaje de inmediato.

Las diferentes fracciones de agregados finos y gruesos deberán almacenarse separadamente y de tal forma que se evite añadir suciedad al concreto. Los agregados deberán manejarse de manera de prevenir la segregación. La granulometría de los agregados (finos y gruesos) y la relación agua/cemento deberá ser tal que, una vez dosificados y mezclados, obtengamos un concreto con la resistencia especificada, denso y de fácil manejo y trabajabilidad. Las proporciones de agregados finos y gruesos y el tamaño de los agregados gruesos a ser utilizados deberán ser aprobados por ENEE.

El agregado fino deberá conformar con la norma C-33 de la ASTM. La arena no deberá contener cantidades dañinas de arcilla, limo, álcalis, mica, materiales orgánicos u otras sustancias perjudiciales. El agregado grueso consistirá en roca triturada o en grava obtenida de fuentes naturales. El agregado grueso deberá estar formado de partículas duras, resistentes, duraderas, limpias y sin recubrimiento de materiales extraños. Todos los materiales extraños, así como también el polvo que recubra los agregados, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado. El agregado grueso deberá conformar con la norma C-33 de la ASTM.

Los agregados deberán estar bien graduados y la granulometría deberá conformar con la norma C-33 de la ASTM. El tamaño máximo del agregado que debe usarse en las diferentes partes de la obra será:

76 mm (3") Estructuras de concreto de más de 1 m. de espesor.

36 mm (1 ½ ") Estructuras de concreto de 0.30 al 1 m. de espesor.

19 mm (¾") Estructuras de concreto de menos de 0.30 m. de espesor.

El Contratista estará obligado a realizar los siguientes ensayos o evidenciar que el Proveedor de los agregados le ha certificado el resultado de los mismos:

- Análisis granulométrico (ASTM C-136).
- Material que pasa por la malla N° 200 (ASTM C-117).
- Impurezas orgánicas en la arena (ASTM C-40).
- Peso específico y absorción de las arenas (ASTM C-128 y ASTM C-127).
- Ensayos de abrasión Los Ángeles (ASTM C-131).
- Ensayos de inalterabilidad al sulfato de sodio (ASTM C-88).
- Peso unitario de los agregados (ASTM C-29).
- Determinación de humedades naturales.

ENEE podrá solicitar estos ensayos de rutina para el control y los análisis del agregado en las varias etapas de las operaciones de tratamiento, transporte, apilamiento, recuperación y dosificación.

El Contratista deberá proporcionar las facilidades que sean necesarias para la toma inmediata de muestras representativas para los ensayos.

El Contratista será responsable de la mezcla de agregados en las proporciones aprobadas por ENEE. El Contratista deberá presentar a EL CONTRATANTE resultados de las pruebas de resistencia de los especímenes de concreto fabricado conforme a la mezcla de diseño, antes de realizar cualquier fundición. Asimismo, deberá contar, en el sitio del proyecto, con el equipo para la toma de muestras que ENEE requieran. Las obras de concreto deberán comenzar hasta que dichas muestras estén a satisfacción de EL CONTRATANTE.

El agua utilizada en las mezclas del concreto, mortero y lechada deberá ser limpia y libre de cualquier tipo de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser perjudiciales para el concreto y el acero. Los aditivos reductores del agua, los aditivos retardantes y acelerantes o la combinación de éstos, si se utilizan, deberán estar de acuerdo a la norma ASTM C -494. Los aditivos inclusores de aire deberán ajustarse a la norma ASTM C260. No se utilizará ningún aditivo sin previa aprobación. No se utilizarán aditivos que contengan trazos de cloruros.

El acero de refuerzo consistirá de barras corrugadas, laminadas en caliente de conformidad con los requisitos de la norma ASTM A615, con un límite elástico mínimo

de 275 N/mm<sup>2</sup> (28 kg/mm<sup>2</sup>) o de 400 N/mm<sup>2</sup> (41 kg/mm<sup>2</sup>). El número, la colocación y fijación de las barras se realizará de acuerdo con los planos y los cuadros de doblado de barras, o según las directrices de ENEE.

La colocación y fijación de los refuerzos estará libre de residuos metálicos sueltos, herrumbre suelta, aceite, grasa u otros materiales nocivos y deberá estar aprobada por ENEE antes de comenzar cualquier fundición de concreto.

### **C. Mezcla de concreto**

El Contratista deberá dosificar los materiales por peso o volumen en todo momento y será responsable de proporcionar, para este fin, una instalación adecuada de tolvas dosificadoras, a satisfacción de ENEE.

Todo el concreto será mezclado mecánicamente. El tipo de concreteira deberá ser aprobado por ENEE.

El revenimiento del concreto será normalmente de 50 mm a 100 mm

### **D. Encofrado**

El Contratista será totalmente responsable del diseño y construcción del encofrado a utilizarse para el concreto. El encofrado deberá construirse rígidamente para que represente la forma del concreto, según se indica en los planos. El concreto no deberá ser colocado hasta que ENEE no hayan examinado y aprobado el encofrado. No se retirarán los moldes antes de que hayan transcurrido por lo menos 24 horas desde que se finalizó el hormigonado o según lo requiera ENEE.

Cuando vaya a colocarse el concreto en los moldes, éstos deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada, herrumbre suelta o de cualquier otro material extraño. Antes de colocar el concreto, las superficies de los moldes deberán ser lubricadas con un aceite especial para moldes que impida efectivamente que se pegue o se manche la superficie del concreto.

### **E. Colocación y compactación**

El concreto deberá transportarse de la concreteira al sitio final de depósito empleando métodos que prevengan la segregación o pérdida de los materiales.

El concreto, será colocado en su posición final, tan pronto como sea posible y en ningún caso después de transcurrida media hora desde que se hizo la mezcla. El método de colocación será tal que garantice que, una vez colocado en su posición final, el concreto será denso y homogéneo.

La compactación se llevará a cabo de manera que sea aprobada por EL CONTRATANTE y los vibradores u otros equipos de compactación deberán ser a la satisfacción de ENEE.

#### **F. Acabado de la superficie**

A menos que se indique lo contrario en los planos, todas las superficies del concreto que estén permanentemente visibles, deberán tener un acabado normal con una textura uniforme, es decir libre de agujeros, pasadores o encofrados.

Si hay alguna sección del concreto que presenta una apariencia áspera, irregular, de colmenas, o descolorada e imperfecta, una vez retirado el elemento del encofrado, en ese caso esta sección deberá ser cincelada hasta la profundidad en que aparece la imperfección y luego deberá rellenarse y alisarse adecuadamente con concreto. En el caso de excesiva porosidad, el área defectuosa deberá ser cincelada hasta dejarla en buen estado, según lo indicado anteriormente, corriendo a cargo del Contratista el gasto de este trabajo.

Los bordes de las fundaciones de concreto situadas por encima del nivel del terreno y las que están a 300 mm por debajo del mismo, serán biselados insertando tiras o regletas de 25 mm en el encofrado.

#### **G. Curado**

El concreto podrá curarse con agua o aplicando una membrana de curación del concreto. Si el curado se realiza por medio de agua, el concreto deberá mantenerse continuamente húmedo, durante un mínimo de 7 días después de su colocación. El curado de concreto con membrana se realizará aplicando un compuesto de sellado que forme una membrana impermeable en la superficie del concreto. El compuesto de sellar deberá ser conforme a la norma ASTM C309 (Tipo 2) y el método de aplicación deberá estar aprobado por ENEE.

Se aplicarán dos capas de compuesto de sellar en todas las superficies expuestas del concreto fresco, tan pronto como sea posible después de su colocación y acabado y, en ningún caso, si ha transcurrido más de una hora desde su colocación. Las superficies moldeadas de concreto deberán llevar 2 capas de compuesto de curado, que deberán aplicarse en menos de una hora desde la remoción de los moldes. Cualquier membrana de sellar que se encuentre dañada o que empiece a pelarse de la superficie del concreto, dentro de los 7 días después de su aplicación, deberá ser reparada lo antes posible y de una manera satisfactoria.

Los costos del suministro y aplicación de materiales utilizados para el curado del concreto serán incluidos en los precios unitarios de las fundaciones.

## **H. Control en el terreno de la resistencia del concreto**

Los resultados de la prueba de revenimiento deberán estar conformes a lo indicado en este documento. Los esfuerzos de compresión serán determinados probando cilindros estándar de 0.15 m. por 0.30 m. hechos y curados de acuerdo con ASTM C31. Las muestras para preparar estos cilindros deberán ser tomadas y aprobadas por ENEE de acuerdo con las normas ASTM aplicables.

Un juego de cilindros de prueba será hecho para la torre. Cada juego consistirá de 6 cilindros de tamaño estándar, 2 a ser probado a los 7 días, 2 a ser probados a los 28 días.

El Contratista entregará y obtendrá los cilindros de prueba, probados de acuerdo con ASTM C39, en el laboratorio aprobado por el Ingeniero en el sitio. El laboratorio enviará 2 copias certificadas de los informes de prueba directamente al Ingeniero. El Contratista, al aceptar estas especificaciones, acepta que si el esfuerzo requerido, el Ingeniero tiene el derecho de rechazar cualquier porción, o todo el trabajo de concreto y todo el trabajo rechazado deberá ser, al criterio del Ingeniero, reforzado o reemplazado por el Contratista a su propio costo. El costo de las pruebas deberá ser incluido en el precio de Fundaciones de Concreto.

Además de esto, ENEE podrá exigir que se efectúen pruebas de compresión sobre el concreto endurecido, de acuerdo con la norma ASTM C42, en aquellas partes de las fundaciones donde la colocación del concreto parece inadecuada. Todos los gastos incurridos en la realización de pruebas adicionales correrán a cargo del Contratista.

Si las pruebas demostraran que el concreto no cumple con las especificaciones de resistencia prescritas, el Contratista deberá demoler los trabajos realizados con ese concreto y volverá a construirlos utilizando un nuevo concreto que esté de acuerdo a las especificaciones.

## **I. Protección contra la corrosión**

La parte superior de las bases metálicas de la torre empotrada en el concreto hasta 50 cm. del nivel superior del concreto, será pintada con pintura asfáltica emulsionada, de un tipo aprobado. La misma protección deberá aplicarse también a los perfiles metálicos de la torre, que sobresalen de la fundación hasta 15mm fuera del concreto.

Cada capa de pintura será aplicada con brocha, en frío, sobre superficies que deben estar previamente limpias y secas. Se aplicarán por lo menos dos capas de pintura, hasta alcanzar un espesor de la pintura no menor que 0.5 mm

Particular cuidado será tomado cuando se pinten los macizos de concreto, en sellar con la pintura todas las posibles grietas e intersticios, especialmente donde el montante de la torre sobresalga del macizo mismo.

## **4. Puesta a tierra**

Antes de la instalación de la puesta a tierra, el Contratista deberá de presentar al Ingeniero el manual de operación del equipo y el método a utilizar para la medición de puesta a tierra. El equipo tendrá que estar en óptimas condiciones y bien calibrado antes de su operación.

### **4.1 Puesta a tierra de la torre**

Todas las patas de la estructura serán puestas a tierra en forma permanente y efectiva.

La resistencia a tierra de la estructura no será mayor a 10 ohmios.

Los miembros de anclaje a las fundaciones, serán adheridos a la fijación de la varilla de puesta a tierra y al acero de refuerzo de la fundación. El Contratista medirá la resistencia a tierra de fundaciones individuales con instrumentos y métodos de medida aprobados por ENEE. Los registros de estas medidas serán sometidos a ENEE, quienes determinarán la necesidad de puesta a tierras adicionales. La fecha, temperatura, humedad, resistencia y condiciones del suelo serán registradas todas las veces que se mida la resistencia del suelo. La estructura tendrá una resistencia de aterrizaje no mayor que 10 ohmios.

La estructura será puesta a tierra de acuerdo con los planos. Los materiales a instalar incluyen varillas de puesta a tierra, contrapesos y los accesorios necesarios, como se muestra. La puesta a tierra se instalará en etapas, para obtener la resistencia necesaria. La lectura de la resistencia de la torre será dada a ENEE después de cada etapa.

### **4.2 Descripción de la puesta a tierra**

La estructura deberá ser puesta a tierra, como se indica en los planos y de acuerdo a lo especificado más adelante. La puesta a tierra de la estructura deberá ser completada tan pronto como sea posible, después de su montaje.

El Contratista deberá instalar todas las conexiones básicas de tierra en la ubicación de la estructura, lo cual consiste en cuatro varillas de 10 pies enterradas y conectadas, tal como se muestra en los planos de Puesta a Tierra.

Los registros de medidas de resistencia realizadas en la estructura, serán suministrados al Ingeniero supervisor.

### **4.3 Hincado de las varillas de puesta a tierra**

Las varillas de puesta a tierra serán hincadas a la profundidad requerida mediante un tubo pesado, operado a mano. Si el suelo es duro para este procedimiento de hincado



o donde se requiera instalar puestas a tierra extensibles, el Contratista utilizará martillos motorizados.

El martillo será instalado en un soporte con guías para la varilla y con un “winche” para control del martillo. Las herramientas para el hincado de las varillas serán sometidas a la aprobación de ENEE. No es permitido el hincado de varillas de puesta a tierra utilizando martillo manual.

#### **4.4 Instalación de contrapeso**

El sistema de contrapeso, si es requerido, se instalará como se indica en los planos. El contrapeso será enterrado a una profundidad mínima de 60 cm. en el suelo dentro del derecho de paso. Si se encuentra roca firme a una profundidad menor de la requerida, el contrapeso será dejado sobre la roca firme y cubierto con tierra. Cuando se encuentre roca firme en la superficie, el alambre debe ser colocado en canales perforados en la roca o en grietas, anclado a la roca para prevenir desplazamientos y cubiertos con mortero pobre. El alambre será depositado tan tirante como sea posible y sin dobleces agudos.

### **III. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

#### **1. Montaje de la estructura**

El Contratista deberá instalar la estructura y accesorios en conformidad con los planos entregados por la ENEE. La torre debe armarse completa con todos los miembros en posición y con sus pernos, incluyendo los pernos de escala, adecuadamente apretados, antes de iniciar cualquier trabajo de tendido. La torre de acero no será instalada hasta al menos 7 días después de que la fundación haya sido completada.

#### **2. Manejo y almacenamiento**

Tanto en almacenamiento como en el sitio de instalación, la torre no debe ser mantenida en contacto con el suelo. Debe evitarse el contacto con aguas estancadas y otras sustancias propensas a atacar al galvanizado.

Durante el manejo y el almacenamiento se debe tener el cuidado para evitar dañar miembros o sus piezas y la galvanización u otras capas protectoras. Ninguna pieza de acero debe ser arrastrada en la superficie del suelo o manejada de modo que se dañe las superficies galvanizadas; no está permitido acumular el acero de la torre en montones o uso de cadena transportadora sobre el suelo o deslizar los miembros de acero sobre otros.

Toda mancha de herrumbre, sales corrosivas y otros materiales extraños depositados antes o durante la instalación de la torre, será removida sin causar daños a las superficies protectoras.

### **3. Procedimientos de montaje**

La torre debe ser instalada en secciones, y levantar sucesivamente sus secciones hasta ponerlas en posición. Como alternativa pueden ser erectas en posición sobre las fundaciones, instalando miembros individuales a la opción del contratista. El procedimiento de montaje de la torre debe ser sometida a la aprobación de ENEE. Cualquiera sea el método de montaje es imprescindible obtener la aprobación anticipada de EL CONTRATANTE, así como:

- Evitar esfuerzos excesivos en los elementos, particularmente en la torre que se levantan para ensamblar. Para tal fin es importante que los puntos de la estructura donde se fijan los cables de montaje sean elegidos cuidadosamente.
- Anclar la torre de modo que ella permanezca en posición correcta.
- Evitar daños en cualquiera de sus partes.

Cuerdas y otros equipos utilizados para levantar sus secciones, porciones completas, deben ser levantados cuadamamente con el equipo adecuado.

La superficie de contacto de la torre debe limpiarse antes que los miembros se ensamblen. Es obligación del contratista en revisar todas las piezas de la torre entregada por ENEE, y si se encontrara un miembro distorsionado, torcido o doblado, fuera de ángulo, rotado sobre su eje, debe ser reemplazado; si se comprobara por la supervisión del proyecto que la pieza dañada es por mal manejo por el Contratista, será reemplazada bajo su costo.

### **4. Miembros dañados**

Una vez entregada la torre de los almacenes de ENEE, y habiendo el contratista recibido la torre totalmente completa en buen estado y ha satisfacción, de ahí en adelante es responsabilidad del contratista, si cualquiera de las piezas de la torre sufriera dobladuras, torceduras o de otra manera deformados durante operaciones de almacenamiento, transporte, manejo o montaje, serán remplazados por el Contratista. Las tolerancias para la desviación lateral de miembros enderezados son las siguientes:

No se permitirán reparaciones en de las piezas de la torre.

### **5. Instalación de dispositivo de señalización**

El Contratista instalará las señalizaciones en la torre, tal como especificadas en los planos y aprobadas por ENEE.

El Contratista suministrará y colocará las placas de numeración y de señalización (peligro) y las placas de señal aérea, en la torre.

## **6. Instalación de aisladores y accesorios**

### **6.1 Aisladores**

Todos los aisladores suministrados por el contratista y los entregados por la ENEE deben ser embalados en cajones de madera y serán transportados al sitio de trabajo. No serán desembalados hasta su utilización.

Todos los aisladores serán inspeccionados antes de su ensamblado, según la cantidad requerida para formar los ensambles apropiados. El Contratista deberá asegurarse que el material de aislamiento y las uniones de rotula y cabeza estén libres de defectos.

Todo aislador dañado será rechazado, cualquiera que sea el daño, sea en el material de aislamiento, en las partes metálicas o la capa galvanizada. Previamente a la instalación e inmediatamente antes de colgarlos, los aisladores serán limpiados cuidadosamente y todas las uniones de horquilla serán verificadas en cuanto a su correcto posicionamiento y ausencia de defectos.

### **6.2 Accesorios de suspensión y de terminales o de remate**

La manipulación de los accesorios para suspensión y para anclaje, conjunto que será ensamblado al conductor y al cable de guarda de acero galvanizado, se hará de modo que los materiales no se rompan, rayen o dañen.

Todos los accesorios serán instalados en la ubicación y en la manera mostrada en los planos de montaje. Todas las tuercas, contratueras, arandelas, horquillas, suministradas con los accesorios serán instalados en el orden y la ubicación correcta. Sin la autorización de ENEE, no será permitido el uso de sustitutos o la omisión de accesorios.

Todos los accesorios que estén ensamblados o colocados incorrectamente, deberán ser re ensamblados adecuadamente o cambiados por el Contratista sin ningún costo para ENEE. El Contratista será completamente responsable de todo daño resultante de una instalación incorrecta.

### **6.3 Accesorios de compresión para anclaje para el conductor**

Debido que el proyecto consiste en la instalación de una torre suministrada por ENEE y el vano entre la torre terminal actual a esta torre nueva y pórticos de la subestación es aproximadamente de 150 ms, no se permitirá la instalación de juntas o conectores en los conductores de este vano.

#### **6.4 Varillas de armar (armour rods)**

Si la supervisión del proyecto, aprobara la instalación de varillas de armar, en los aisladores rígidos de hule siliconado arreglo en suspensión en “V”, estas serán instaladas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Las varillas de armar serán colocadas centradas en la grapa de suspensión, con una tolerancia de 50 mm

Inmediatamente antes de la instalación, las superficies de contacto estarán limpias y libres de materias dañinas.

### **7. Tendido del conductor y del cable de guarda de acero galvanizado OPGW**

#### **7.1 Tendido**

Los conductores y los cables de guarda serán tirados y tendidos utilizando un método de tendido aprobado. Nunca debe permitirse que el cable toque el suelo. El conductor será mantenido bajo tensión durante la operación de tendido. El Contratista empleará dispositivos adecuados para asegurar que el conductor se mantenga en todo momento con tensión suficiente para evitar que toque el suelo o se arrastre. La tensión se aplicará cuidadosamente en forma de asegurar que el conductor, en ningún momento de la operación del tendido, quede sometido a esfuerzos unitarios superiores al 20% de la carga de ruptura.

El equipo de tendido debe ser instalado de modo que no cause excesiva carga vertical en la torre.

Las poleas de tendido deberán localizarse, de preferencia, a aproximadamente los mismos niveles que serán ocupados por el conductor y el cable de guarda, en la instalación misma.

Siempre durante el tendido, el conductor y el cable de guarda deben ser manejados y protegidos de modo que no sean rayados, perforados, erosionados, torcidos o dañados de cualquier modo.

Si durante el tendido se demuestra que es inevitable bajar los conductores al suelo, el contratista deberá hacer estructuras de protección, no-metálica, será colocada bajo el conductor y en algunos casos, como cruces de carretera, se protegerá sobre éste.

Las poleas de tendido deben tener una resistencia adecuada y ser de un diseño aprobado. Deben ser equipadas con cojinetes de bola o de cilindro. El diámetro de la polea, medido al fondo de la ranura, no debe ser menos de 20 veces el diámetro exterior del conductor o cable de guarda de acero galvanizado. La ranura debe ser suficientemente ancha para el paso de las juntas. En este caso, se tendrá que proteger la junta con equipo asignado para ésta. Las poleas de tendido para los conductores y el

cable de guarda de acero galvanizado, tendrán las ranuras protegidas con Neopreno eléctricamente conductivo o similar.

Las poleas deben ser inspeccionadas antes de realizar el tendido, para asegurarse de una operación adecuada. No se permite el uso de poleas defectuosas y que hayan servido para tender cobre o que contengan residuos de otro material. Cables donde se han formado “nidos de pájaros” durante el tendido, no serán aceptados.

Las tensiones de tendido no deberán, en ningún momento, exceder las correspondientes tensiones de tensado en más de un 20%.

Las grapas para la fijación de los conductores y del cable de guarda de acero galvanizado, al dispositivo de tirado, deben ser de diseño apropiado y deben evitar movimientos relativos de torones, nido de pájaro, o capas de cables. Pivotes de bola, con rotación libre, deben usarse para el tendido de cada cable.

El Contratista deberá instalar vallas de protección en los cruces de las vías.

El Contratista deberá guardar todas las normas de seguridad en la maniobra de tendido e izado del cable piloto, especialmente en esta zona donde puedan peligrar vidas humanas, teniendo que disponer de personal de vigilante para evitar cualquier accidente.

Si por cualquier motivo el proceso de tendido debe ser interrumpido, el conductor y el cable de guarda de acero galvanizado deben ser dejados en las poleas, pero con una tensión tan reducida como sea posible. En todo caso, sin embargo, los cables deben ser mantenidos libres del suelo por aproximadamente 2 metros y suficientemente lejos de cualquier obstáculo que, por contacto, podría causar abrasión en los cables.

En el momento de la actividad de tendido, cuando se tengan cruces con líneas eléctricas, éstas se desenergizarán para que el Contratista coloque las protecciones adecuadas. Posteriormente a su instalación, las líneas serán energizadas y el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para realizar el tendido considerando esta condición.

El Contratista deberá solicitar con anticipación y por escrito los despejes requeridos con el fin de que la ENEE pueda efectuar las gestiones ante el ODS (Operador del Sistema de Despacho).

Durante y después del tendido de conductores y del cable de guarda deberán conectarse a tierra para evitar daños causados por descargas eléctricas. El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de la puesta a tierra y deberá indicar los puntos donde se hayan puesto, de modo de permitir la remoción antes de poner la línea en servicio.

En todos los casos, durante las operaciones de tendido, tensado y engrapado, los cables, deben estar efectivamente puestos a tierra.

## **8. Limpieza, inspección final y pruebas**

Inmediatamente después de completado el trabajo, se efectuará una limpieza e inspección final, incluyendo las correcciones principales, la reparación de los daños.

## **9. Plazo de Ejecución de las Obras**

Cuarenta y Cinco (45) días calendario.

# **IV. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES, SOCIALES, SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL**

## **1. GENERALES**

El Contratista será el responsable de coordinar, cumplir e implementar durante la Etapa de Construcción de la línea de transmisión en 138kV, todas las Disposiciones Ambientales y Sociales y Medidas de Control Ambiental descritas en esta Sección y con el objetivo principal de prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos ambientales a ser ocasionados al medio biofísico y socioeconómico presente en los sitios de las obras.

**El Contratista debe incluir todas aquellas actividades que generen compra de materiales, insumos, equipos, obras, herramientas y otras obras requeridas para la ejecución y cumplimiento de las medidas de control ambiental tanto preventivas, de mitigación como de compensación. Todo el alcance considerado en esta sección y otras que puedan generar y ser requeridas durante la ejecución del proyecto sugeridas por la Supervisión Ambiental del Proyecto y la Dirección de Medio Ambiente de la ENEE el contratista deberá cumplirlas y considerarlas en su oferta, el alcance de estas obras no está indicado en la Sección de Cantidades del literal I. LISTADO DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO para la línea de transmisión, sin embargo es responsabilidad del contratista en cumplirlas y considerarlas como un todo o global diluido en la oferta presentada.**

## **2. DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES**

**2.1** El Contratista tiene la Responsabilidad del cumplimiento a la Resolución de la Licencia Ambiental No. 105-2019 emitida por MIAMBIENTE.