

## ESPECIFICACIONES TECNICAS



# ANEXO 2 TORRES Y TORRETAS

### PROVISION DE TORRES AUTOSPORTADAS ENTEL S.A. - 2017

<b>REVISIÓN:</b> REV 2.0 <b>DE FECHA:</b> 25 Enero 2017	<b>PREPARADO POR:</b> Martin Mora Gonzales Roberto Alcoreza	<b>REVISADO POR:</b> Francisco Jose Loza Tarifa <b>APROBADO POR:</b>	<b>TOTAL PAGINAS:</b>  <b>32</b>
OBRAS CIVILES SUBGERENCIA DE PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS			



## **ESPECIFICACIONES GENERALES**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente documento tiene por objeto definir los términos generales de referencia que permitan a los oferentes presentar una propuesta técnico – económica para la **provisión almacenaje de Torres Autosoportadas de Base Triangular** de distintas alturas, para fijación de antenas de diferentes sistemas de Telecomunicaciones de ENTEL S.A.

Las torres son Autosoportadas, de acero galvanizado en caliente y concebidas para un fácil montaje / desmontaje sobre la base de uniones empernadas entre elementos y **perfiles codificados** de modo de permitir una identificación fácil de la posición que deberán tener los mismos en la torre.

### **2. GENERALIDADES**

Con las presentes Especificaciones Técnicas, “**ET**” de aquí en adelante, se pretende establecer un marco de referencia para la presentación de ofertas sobre la provisión y almacenaje de torres autosoportadas de base triangular destinadas a ser soporte de sistemas de antenas de enlace, que por sus características altamente direccionales requieren condiciones de estabilidad que el ofertante debe respetar rigurosamente.

A efectos de evaluación equitativa, no se aceptan ofertas que en cualquier aspecto difieran de lo establecido en estas “**ET**”.

### **3. DESCRIPCIÓN**

Las presentes **E.T.** regulan la presentación de ofertas para la provisión de torres de base triangular, autosoportadas con las siguientes alturas de torre:

Torre Autosoportada Triangular de 20 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 24 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 30 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 42 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 54 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 60 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 72 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 80 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 90 metros de altura  
Torre Autosoportada Triangular de 102 metros de altura

Estas torres tienen los siguientes componentes:

1. Estructura portante principal (sección tronco piramidal y/o constante).
2. Escalera de ascenso y descenso de personas.
3. Escalerilla porta cables.
4. Escalerilla porta cables horizontal de conexión.
5. Plataforma a tope.
6. Plataformas Intermedias.
7. Sistema de pararrayos.
8. Sistema de protección de antenas.
9. Sistema de Balizamiento (diurno y nocturno).
10. Soportes de antenas celulares (Nueve soportes).
11. Soportes de antena de enlace (Seis soportes).
12. Marco de reglaje y nivelación para replanteo
13. Pernos de anclaje
14. Pintura para retoque
15. Juego de Planos

Todos los accesorios descritos (puntos 2 al 14), deberán cumplir a cabalidad lo indicado en el acápite “**CONDICIONES ESPECIFICAS**”, en caso de no cumplir con estas ENTEL se reserva la aprobación o rechazo de la propuesta.

En cuanto al punto 1 “Estructura Portante Principal” serán descritas a continuación:

### **3.1. CARACTERÍSTICAS**

La Estructura Portante Principal de las torres autosoportadas serán de dos tipos:

#### **3.1.1. ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL DE SECCIÓN TRONCO PIRAMIDAL**

La estructura portante principal, autosoportada tiene sección **Triangular**; la primera tronco piramidal que partiendo de la base abarca como mínimo el 90% de la altura y la segunda, **de sección constante hasta el tope**, con lados no inferiores a 2,00 mt. ni superiores a 2.50 mt.

Las longitudes de los tramos cónico y recto de las diferentes alturas de torres deben cumplir con los siguientes parámetros necesariamente.

Alturas de Torre (H)	Long. tramo recto	
	desde	hasta
20	10% de H	6 m
24	10% de H	6 m
30	10% de H	6 m
42	10% de H	6 m
54	10% de H	6 m
60	10% de H	6 m
72	6 m	15% de H
Mayor a 72	6 m	15% de H

- La estructura principal de la torre deberá cumplir con un peso mínimo con accesorios (plataformas, soportes y escalerillas) de acuerdo a la siguiente tabla:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PESO EN KG.
1	Torre Autosoportada Triangular de 20 mt de altura con accesorios	Glb.	1	2500
2	Torre Autosoportada Triangular de 24 mt de altura con accesorios	Glb.	1	3200
3	Torre Autosoportada Triangular de 30 mt de altura con accesorios	Glb.	1	4000
4	Torre Autosoportada Triangular de 42 mt de altura con accesorios	Glb.	1	7000
5	Torre Autosoportada Triangular de 54 mt de altura con accesorios	Glb.	1	10000
6	Torre Autosoportada Triangular de 60 mt de altura con accesorios	Glb.	1	12000
7	Torre Autosoportada Triangular de 72 mt de altura con accesorios	Glb.	1	15000
8	Torre Autosoportada Triangular de 80 mt de altura con accesorios	Glb.	1	20000
9	Torre Autosoportada Triangular de 90 mt de altura con accesorios	Glb.	1	22000
10	Torre Autosoportada Triangular de 102 mt de altura con accesorios	Glb.	1	25000

- La estructura principal deberá contar con cuadros internos de rigidización en todos los elementos horizontales para mejorar la rigidez de la torre.

### 3.1.2. ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL DE SECCIÓN CONSTANTE

La estructura portante principal, autosoportada tiene sección **Triangular** y sección constante desde la base **hasta el tope**, con lados no inferiores a 1.20 mt. ni superiores a 2.0 mt.

- La estructura principal de la torre deberá cumplir con un peso mínimo con accesorios (plataformas, soportes y escalerillas) de acuerdo a la siguiente tabla:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PESO EN KG.
1	Torre Autosoportada Triangular de 20 mt de altura con accesorios	Glb.	1	2500
2	Torre Autosoportada Triangular de 24 mt de altura con accesorios	Glb.	1	3200
3	Torre Autosoportada Triangular de 30 mt de altura con accesorios	Glb.	1	4000

- Esta tipo de estructura solo se considera para alturas de 20, 24 y 30 metros de altura.
- Este tipo de estructura varia en los puntos 6 y 11 de la descripción de accesorios y se detallan a continuación:
  - Las torres no cuentan con descansos intermedios.
  - Esta estructura solo contara con dos enlaces y los mismos son descritos en el punto 5.2.2.

En todos los casos la estructura metálica principal está constituida, en todos sus elementos, preferentemente por **perfiles abiertos** de acero laminado en caliente (**en ningún caso se admitirán el uso de perfiles compuestos (unión de dos o más perfiles)**), galvanizados también en caliente y acabados con **pintura acrílica** al agua específica para acero galvanizado en blanco o rojo según su posición en la altura de la torre.

Todas las uniones de elementos diagonales, horizontales y montantes, deben ser concebidas como apernadas y utilizando pernos, tuercas, arandelas planas y de presión, que respondan a las normativas señaladas en este anexo.

**No se aceptarán uniones soldadas en ningún elemento estructural constitutivo de la torre como ser: montantes, diagonales y horizontales (tampoco soldadas en fábrica). Los elementos en los que se permitirá contar con soldadura de unión en fábrica son: escalerillas, accesorios de plataformas, soporte de pararrayos y balizas, barandas, cartelas, bridas, placas de unión en cambio de dirección (de trapezoidal a constante), accesorios de soportes de enlace y antenas celulares)**



Para la interpretación de los resultados impresos en la memoria de calculo, se consideraran en todos los elementos de la estructura principal ("torre"), las solicitaciones de la tensión, comprensión, flexión y las combinaciones resultantes, según los esquemas clásicos de diseño estructural de reticulados metálicos espaciales y deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Descripción del programa utilizado.
- Detalle de cargas utilizadas.
- Detalle de combinaciones de carga.
- Esquema de la torre, el mismo debe detallar las dimensiones de la estructura y los elementos constitutivos de esta.
- Esquema de acción de cargas sobre estructura.
- Planilla de deformaciones de Flexión y Torsión.
- Planilla de reacciones resultantes para las cargas utilizadas.
- Diseño de Elementos.
- Detalle del peso de la estructura.
- Planos de la torre.

En caso de no existir uno de los puntos descritos anteriormente se entenderá el no cumplimiento del presente documento.

## **4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y VERIFICACIÓN**

### **4.1. COMPROBACIÓN EN DEPÓSITO**

Que consistirá en:

- Verificación de las estructuras fabricadas de acuerdo a planos presentados y aprobados por ENTEL S.A.
- Verificación del espesor del galvanizado
- Verificación del galvanizado y grado de los pernos (estructura principal)
- Verificación del galvanizado y grado de los pernos (accesorios)
- Verificación del armado provisional o de muestra de una torre
- Verificación del sistema de pararrayos
- Verificación del sistema de protección de antenas
- Verificación y pruebas del sistema de balizamiento
- Verificación de planos de montaje.
- Verificación de packing list y empaque



## **5. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LAS TORRES AUTOSOPORTADAS**

### **5.1. DESCRIPCIÓN DE LA TORRE Y ACCIONES SOBRE ELLA**

Las torres **de base triangular**, sección variable (tronco piramidal y constante) en la base y constante en los últimos tramos superiores según lo señalado en el punto “Características” de las Especificaciones Técnicas.

Fundamentalmente se debe considerar la norma **ANSI/AISC 360-05** (Construcciones en acero: Instrucciones para el cálculo, ejecución y comprobación) como base para el control de la provisión y montaje solicitamos en esta invitación y la **ASTM A123** como la norma para el control de galvanizado en caliente por inmersión. La oferta básica debe ajustarse a esta normativa, cualquier propuesta alternativa será considerada solo si ha sido presentada una oferta principal en ajuste a lo señalado.

### **5.2. CONFIGURACIONES**

#### **5.2.1. ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL DE SECCIÓN TRONCO PIRAMIDAL**

En correspondencia con las alturas de plataforma, las antenas a ser instaladas son:

- 2 antenas de sección circular de 1.80 mt. de diámetro a 2.00 mt. del tope de la estructura.
- 2 antenas de sección circular de 1.80 mt. de diámetro a la mitad de la altura de la torre.
- 9 antenas celulares de sección rectangular de 2.71 mt de alto por 0,27 mt. de ancho en el tope de la torre con un peso de 100kg. cada una

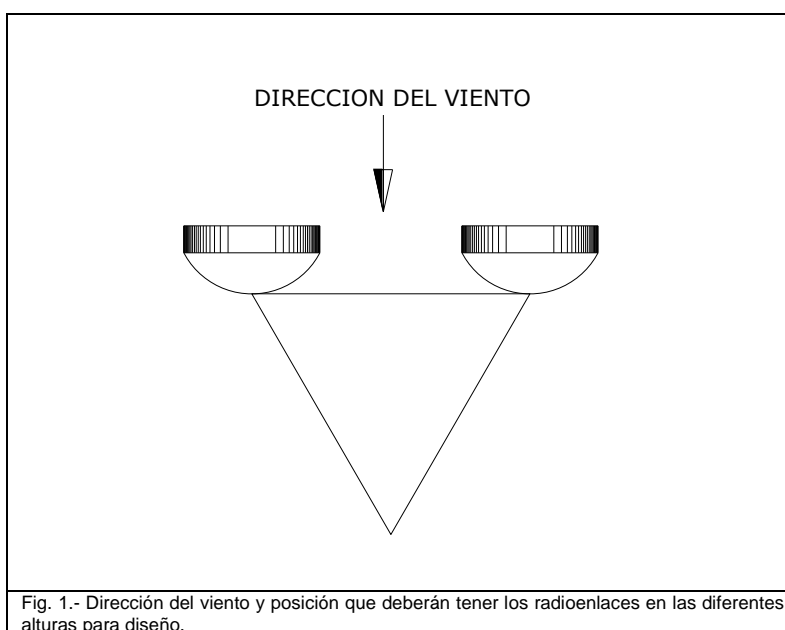
#### **5.2.2. ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL DE SECCIÓN CONSTANTE**

En correspondencia con las alturas de plataforma, las antenas a ser instaladas son:

- 2 antenas de sección circular de 0.60 mt. de diámetro a 2.00 mt. del tope de la estructura.
- 9 antenas celulares de sección rectangular de 2.71 mt de alto por 0,27 mt. de ancho en el tope de la torre.

### 5.3. ACCIONES

Las antenas previstas en el anterior punto, deberán ser consideradas como llenas, es decir, que tienen una superficie expuesta totalmente a la acción del viento y a la acción de nieve. A efectos de cálculo, en la dirección más desfavorable de viento (ver figura 1), se considerará acción simultánea igual sobre las antenas de sección circular y las de sección rectangular en la altura definida.



Las acciones del viento sobre la estructura se considerarán bajo los parámetros señalados más adelante. Adicionalmente se considera una acción sísmica, tomando un 10% del peso de la torre como fuerza horizontal actuante y considerando un coeficiente de protección sísmica  $I_p = 1.4$ .

También se deberá considerar los efectos de hielo para el diseño teniendo en cuenta un espesor de 10 mm uniforme en todos los elementos de la estructura.

Con los criterios señalados y las combinaciones establecidas en el punto 5 de estas consideraciones, (considerando la acción de viento “simultanea” factor de seguridad = 2) no serán permitidas deformaciones, medidas al tope de la torre, que superen los siguientes valores.

<b>DEFLEXIÓN</b>	<b>30 minutos</b>
<b>TORSIÓN</b>	<b>20 minutos</b>





Valores que deben ser respetados rigurosamente por tratarse de torres que son soporte de antenas direccionales.

#### **5.4. VIENTO DE SUPERVIVENCIA**

Se considera a aquella velocidad de viento, medida a 10 mt. de altura en terreno despejado, que tiene un periodo de recurrencia de 50 años, y una duración de cinco segundos (5").

$V = 160 \text{ km/h.}$

Esta velocidad de viento será utilizada para realizar el diseño de elementos y la obtención de las reacciones, mismas que servirán para el diseño de fundaciones.

#### **5.5. VIENTO DE OPERACIÓN**

$V = 120 \text{ km/h.}$

Esta velocidad de viento se utilizará para la obtención de las deformaciones máximas descritas en el punto 5.3.



## **CONDICIONES ESPECÍFICAS**

**PROVISION DE TORRES**

## CONDICIONES ESPECÍFICAS

### 1. ACCESORIOS

Las torres provistas contarán con accesorios según lo descrito en el punto 3 de las especificaciones generales y son detallados a continuación:

#### 1.1. ESCALERILLA DE ASCENSO / DESCENSO DE PERSONAS.

Esta escalera puede formar un conjunto estructural, siempre y cuando no produzcan interferencia entre ambas para su funcionamiento. Esta debe ser prevista para ser instalada en toda la longitud de la torre.

**Escalera de ascenso / descenso de personas:** contará con un ancho útil de la escalera de ascenso / descenso es de 40 centímetros, los bordes longitudinales de esta escalerilla se consideran como un perfil “L” rígido de 1 1/2”x 3/16” **como mínimo** y la distancia máxima entre ejes de peldaños igual a 30 cm. Los peldaños serán fabricados en caño galvanizado de un diámetro no inferior a 19 mm. x 4 mm. de espesor y no superior a 25 mm. x 4 mm. de espesor. El borde de esta escalera debe ser de sección tal que permita sujetarse al mismo con naturalidad y mantener la rigidez de la escalerilla.

Todo el largo de la escalerilla contará con la instalación de línea de vida vertical que garantice la seguridad de los trabajadores desde el comienzo y durante todo el proceso de ascenso y descenso. La línea de vida vertical será un sistema debidamente asegurado a la escalerilla de la torre.

En la torre, la línea de vida debe estar asegurada en su parte superior a mínimo tres peldaños de la escalera y deberán prolongarse sobre la plataforma superior de la torre con el fin de que acompañen el ascenso, hasta que los pies del trabajador estén posados sobre una superficie de trabajo.

En el anclaje superior, contara con un componente fundamental absorbente de choque, que deberá ser seleccionado de acuerdo a la cantidad máxima de usuarios que utilicen la línea de vida en un determinado momento. Normalmente, los diseños permiten el ascenso de una a cuatro personas. El peso máximo de cada operario, con su respectivo equipo y herramienta, debe ser de 310 libras (140 kg) c/u.

El sistema de línea de vida disponibles será 5/16” y se contara con guías de cable, cuyas funciones son principalmente:

- Evitar que el cable golpee y se haga daño contra la estructura de la escalerilla o la torre.
- Evitar una excesiva deflexión del cable durante el tránsito vertical del trabajador.

- Evitar el movimiento continuo del cable, por acción del viento u otro tipo de factores; las guías de cable se deberán instalar a intervalos determinados por cada fabricante, con el fin de que logren disminuir en forma efectiva la oscilación del cable por el efecto armónico del viento.

Las guías de cable instaladas en las líneas de vida verticales existentes en las torres de serían preferentemente de caucho ya que las mismas cumplen los propósitos anteriormente expuestos, por ser estas las que mejor absorben la energía de los movimientos del cable por efecto del viento.

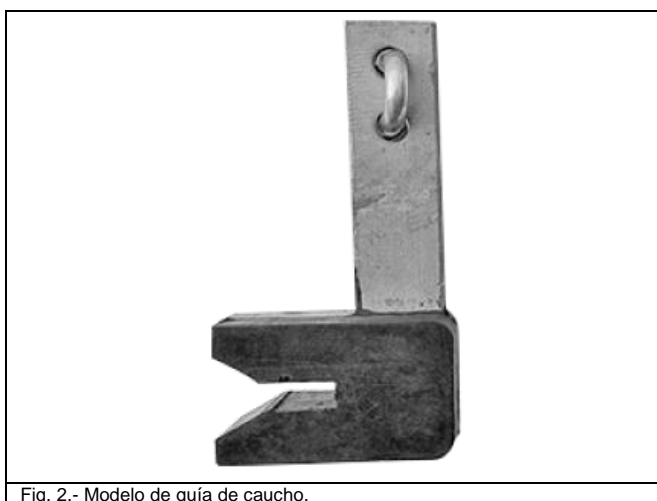


Fig. 2.- Modelo de guía de caucho.

La escalera de ascenso / descenso de personas deberá ser construida en el interior de la torre y se deberá cuidar que en el ascenso / descenso no existan ningún tipo de obstrucción para la libre circulación de las personas.

## 1.2. ESCALERILLA PORTA CABLES

Esta escalera puede formar un conjunto estructural, siempre y cuando no produzcan interferencia entre ambas para su funcionamiento. Esta debe ser prevista para ser instalada en toda la longitud de la torre.

La escalera porta cables puede estar adosada a una de las caras de la torre ó en la parte posterior de la escalerilla de ascenso / descenso. En el primer caso necesariamente la escalera de cables debe ser instalada a la derecha de la escalerilla de ascenso / descenso y esto deberá ser detallado en planos para evitar su equivocación en el montaje.

El ancho útil de la escalera Porta Cables es de 40 centímetros o mayor, el borde longitudinal de esta escalerilla se considera como un perfil “L” rígido de 1 1/2”x 3/16” como mínimo, la distancia



entre ejes de peldaños menor a 50 cm. Los peldaños serán fabricados en acero angular de sección no menor a 1 1/2" x 3/16" de espesor.

No se aceptaran peldaños adosados a la escalerilla o a la estructura para la instalación de cables.

El diseño específico de las escalerillas debe necesariamente contar con una aprobación escrita de **ENTEL S.A.** en fase previa a su fabricación y montaje.

### **1.3. ESCALERILLA HORIZONTAL PORTACABLE**

Se considera como un conjunto formado por 9 mts. (tres tramos de 3 metros) de escalerilla de 40 cm. de ancho con tapa de protección.

El borde longitudinal de esta escalerilla se considera como un perfil "L" rígido y los transversales (peldaños) en acero angular de sección no menor a 1 1/2" x 3/16" de espesor, formando un conjunto estructural capaz de resistir una carga uniformemente distribuida de 70 kg/ml. para una separación máxima de 6.00 mt., sin producir una deflexión mayor a L/540, donde L es la separación entre ejes de soportes.

La separación entre transversales no deberá ser mayor a 50 cm.

Se deberá prever la cantidad de soportes de escalerilla necesarios para llegar a la base de equipos (Por la parte posterior de estos) ó a la caseta.

Toda la escalerilla debe estar protegida con plancha de 2 mm. para garantizar que el cable no sufra daño alguno por la caída de material de la torre. La separación libre entre la escalerilla y la plancha debe ser de 25 cm. Adicionalmente esta plancha debe estar firmemente sujeta a la escalerilla para garantizar que no se tenga problemas por causa de vientos.

### **1.4. PLATAFORMAS A TOPE**

De forma triangular, regular y simétrica, circunscrita en el tope de la torre. Deberá llevar piso de metal desplegado tipo "rejilla" con 9 soportes de antenas celulares sectoriales con sus respectivos caños de 3.00 mt. de longitud y diámetro 2 1/2" separados de la plataforma a 20 centímetros de tal manera que permitan dar un azimut a las antenas celulares. La plataforma debe contar con protección lateral, barandas exteriores de 1.20 mt. de altura con barra horizontal intermedia y rodapié (guarda inferior). Debe permitir el tránsito y/o permanencia de 6 personas a la vez, contando con acceso natural y seguro de la escalera de ascenso.

La plataforma de tope deberá colocarse en el tope de la torre y en lo posible no tener elementos que obstruyan la libre circulación por todo el perímetro de la misma.



Se debe considerar que las barandas de la plataforma sean rígidas y soporten la instalación de soportes para antenas sectoriales incluyendo el personal de instalación o mantenimiento.

### 1.5. PLATAFORMAS INTERMEDIAS

Este deberá tener un área mínima de 1.5 metros cuadrados con piso de metal desplegado (rejilla) o plancha antideslizante, barandas exteriores de 1.20 mts de altura con barra horizontal intermedia y rodapié (guarda inferior). Debe permitir la permanencia de 2 personas a la vez, contando con acceso natural y seguro de la escalera de ascenso.

Ningún elemento de la plataforma intermedia, debe obstaculizar la libre circulación de personas en todo el perímetro de la misma.

Es obligación del oferente presentar con su oferta, un detalle con medidas y secciones del descanso; así como las de los elementos estructurales de sujeción a la torre.

Las torres llevarán los siguientes descansos intermedios, dependiendo de la altura de la torre:

1 Descanso cada 15.00 mts. A partir del nivel de piso. Con una variación de +/- 3 metros de la altura indicada.

Las plataformas no deberán obstruir el libre paso de la escalerilla ascenso/descenso y/o la escalerilla porta cables.

### 1.6. SISTEMAS DE PARARRAYOS.

El sistema de Pararrayos se considera el conjunto formado por:

- a) **El captador**, tipo Franklin de 4 puntas, con aislador cerámico y adaptadores necesarios para su instalación al soporte de pararrayos.
- b) **El elemento de soporte**, de altura suficiente para cubrir con el cono de protección (45°) todos los elementos de la plataforma triangular de tope, aproximadamente 6 metros. de altura desde el piso de la plataforma ubicado en el centro geométrico de la sección triangular constante de la torre. Este soporte deberá contar con arriostramientos (pie de amigo) para la distribución de esfuerzos y mejorar la rigidez del mismo. Este arriostramiento deberá encontrarse 1/3 de la altura del soporte de pararrayos como mínimo.
- c) **Cable de Aluminio (Bajante de pararrayos)**, Se trata de conductores desnudos de aluminio de 70 mm<sup>2</sup>. Tomando en cuenta que el material más apropiado para la construcción de las tomas de tierra es el cobre se ha elegido el aluminio por la gran cantidad de robos del cable de cobre.

Este material será utilizado en puestas a tierra, uniones de jabalinas con estructuras, mallas, instalaciones de potencia y pararrayos.

Entre sus principales propiedades mencionamos:

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Alta resistencia mecánica.
- Alta resistencia a la fatiga.

Este cable irá desde el pararrayos hasta la malla perimetral del sistema de puesta a tierra de la torre, el mismo que deberá estar debidamente aislado, con aisladores de cerámica, para evitar el contacto del cable de aluminio con los elementos de la torre y debidamente soldado en la malla de puesta a tierra. La soldadura a ser utilizada será de oxígeno u otra del tipo sólida.

Deberá contar con pernos de sujeción en los aisladores al tope y la base para el tesado del cable y con todos los accesorios para su instalación (bandas metálicas para su instalación, etc.).

Para mejor detalle a continuación se presenta una tabla de los materiales que ha proveer por cada torre para el sistema de pararrayos:

SISTEMA DE PARARRAYOS			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Pararrayos Tipo Franklin	Pza	1	
Aislador Cerámico para Pararrayos	Pza	1	
Adaptador para aislador	Pza	s/se requiera	Servirá para la adecuada unión entre soporte y aislador y/o aislador y pararrayos
Soporte de Pararrayos	Pza	1	
Aisladores tipo carrete	Pza	$H/2 + 6 *$	En caso considere el proponente podrá cambiar el tipo de aislador
Soporte para aislador tipo carrete	Pza	$H/2 + 6 *$	Deberán contar con todos sus accesorios para la sujeción en montaje y soporte de pararrayos.
Cable de Aluminio desnudo $70 \text{ mm}^2$	ml	$H + 18$	
Pernos partido de $70 \text{ mm}^2$	Pza	2	

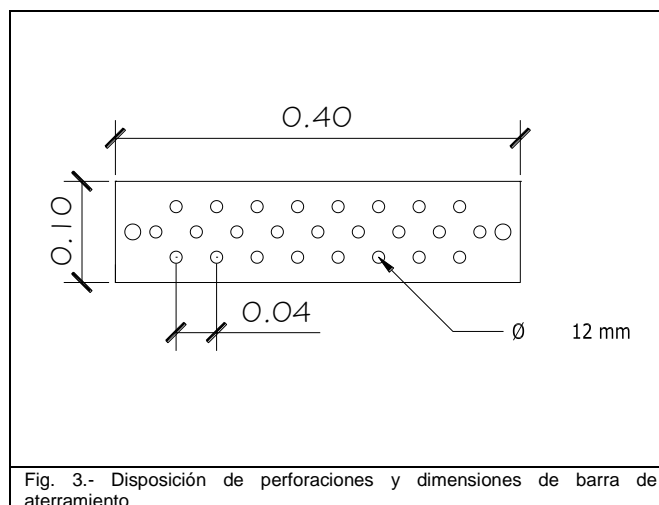
\* H = Altura de la torre

## 1.7. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE ANTENAS.

El sistema de protección de antenas se considera el conjunto formado por:

- a) **Cable de aluminio con revestimiento de goma**, Sección Nominal (SN) 50 mm<sup>2</sup>, desde el tope (barra de aterramiento superior) ubicada a un metro por debajo de la plataforma de tope de la torre hasta las barras intermedias y de esta barra hasta la barra inferior ubicada en el punto donde la escalerilla de cables cambia de dirección de vertical a horizontal, luego de esta última barra unida a la malla de puesta a tierra perimetral de la torre ubicada en su base con cable AWG 1/0 y debidamente soldado. La soldadura a ser utilizada será de oxígeno u otra del tipo sólida.  
Deberá contar con todos los accesorios para su instalación: bandas metálicas para su instalación, terminales tipo ojal para la sujeción a las barras de aterramiento, termo contraíble para la instalación de terminales, etc.).
- b) **Derivaciones**, necesarias (mínimo una por cada nivel de plataforma, a un metro por debajo de cada plataforma, con su barra de aterramiento)
- c) **Barras de Aterramiento**, las barras de aterramiento de acero galvanizado y las unidades requeridas en función de la altura de la torre, que deberán instalarse en la escalerilla porta cable en las siguientes alturas: a un metro por debajo de la plataforma de tope de la torre, otra en el cambio de dirección de la escalerilla porta cable (de vertical a horizontal) y el resto a un metro por debajo de cada una de las plataformas de trabajo o de descanso. Todas las barras deberán estar unidas por el cable de aterramiento con revestimiento de goma y de la barra de aterramiento inferior se deberá unir a la malla de tierra soldando debidamente el extremo a la malla con cable 50 mm<sup>2</sup>. La unión entre barra y cable deberá ser con terminal y perno, arandelas planas y de presión y tuerca. Las barras de aterramiento deberán tener las siguientes dimensiones como mínimo: longitud de 40 cm., ancho 4" y espesor 1/4". Las barras de aterramiento deberán tener perforaciones para pernos de 3/8" de acero galvanizado en caliente para la fijación de las derivaciones requeridas (mínimo 24 perforaciones). La fijación de las barras de aterramiento a los elementos de la torre se deberá efectuar mediante uniones con pernos, tuercas, volandas de presión y volandas planas y todo el conjunto deberá estar aislado de los elementos de la torre. Las barras de aterramiento deberá tener necesariamente pernos de 5/16" de acero galvanizado en caliente, todos los pernos con tuercas contratuerca y arandelas, para todos los huecos de la misma.





La torre deberá presentar perforaciones en la escalerilla porta cables o contar con accesorios que permitan la instalación de la barra a diferentes alturas y de esta manera el montador no tenga que realizar la perforación de las escalerillas.

SISTEMA PROTECCIÓN DE ANTENAS			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Barra de Aterramiento	Pza	$H/15 + 1$ *	En la división de la altura se redondeara al número superior.
Aislador Cerámico para Barra de aterramiento	Pza	$(H/15 + 1) \times 2$ *	Contará con pernos arandela plana y de presión para la sujeción de la barra y la sujeción al angular existente.
Pernos de $D = 5/16"$	Pza	s/se requiera	Se debe considerar para todas las perforaciones de las barras a instalar.
Terminales tipo ojal	Pza	$(H/15 + 1) \times 2$ *	Para cable AWG 1/0
Cinta Termo contraíble	ml	1	Para terminal tipo ojal
Precinto metálico	Pza	$H/2 + 5$ *	Las dimensiones de los precintos dependerán de las dimensiones de los perfiles por los cuales se instalara la bajante.
Cable de Aluminio desnudo 70 mm <sup>2</sup>	ml	$H + 10$ *	

\* H = Altura de la torre

## 1.8. SISTEMA DE BALIZAMIENTO

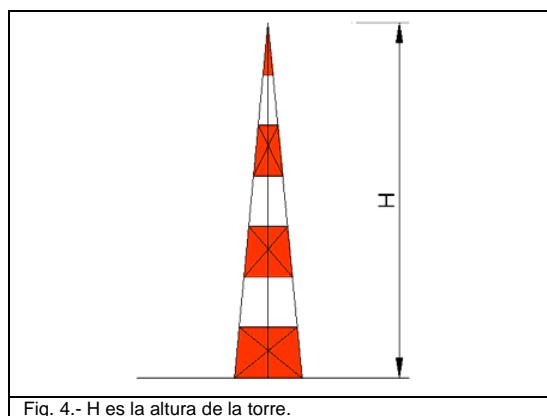
El sistema de balizamiento se divide en dos partes un balizamiento diurno y otro nocturno, mismos que son detallados a continuación:

### 1.8.1. BALIZAMIENTO DIURNO

Se pintará la estructura en franjas alternadas con los colores naranja internacional y blanco, o rojo y blanco, pintando la primera y la última de las mismas con el color más fuerte, según lo detallado en la figura 4.

El ancho de las franjas de la torre será determinado tomando en cuenta la altura de la torre mismos que se detallan a continuación:

Altura de Torre H	Numero de Franjas
24 - 30	H/5
42	H/7
54 - 60	H/9
72	H/11



Una vez se cuente con el detalle de franjas se procederá a realizar la pintura de la torre cumpliendo las siguientes características:

- Limpieza a fondo de la estructura en especial de las perforaciones y sectores donde se cuente con doblez.
- Posterior a la limpieza profunda se realizará la aplicación de una capa de pintura mínima de 80 micras, esta deberá ser aplicada mediante soplete, no se aceptaran la aplicación de la pintura con brocha o rodillo.



- La pintura deberá ser acrílica al agua, si el proponente desea sugerir otras alternativas, ENTEL S.A. se reserva el derecho de considerarlas.
- Se respetarán los anchos de los colores de acuerdo a lo indicado anteriormente.
- Se deberá indicar la marca y detalle de los productos a utilizar, debiendo presentarse información del fabricante que avale sus características.

Para efectos de montaje se deberá proveer 0.3 litros de pintura por cada metro de altura de torre, los que serán utilizados para retoque por daños en la pintura causados por el transporte, manipulación o montaje.

### 1.8.2. BALIZAMIENTO NOCTURNO

Concordante con la normativa de ASSANA y Norma ICAO para la protección de vuelos a baja altura y como mínimo compuesto por:

- a) Luces rojas** intermitentes o no, en juegos pares, con respaldo de encendido y reemplazo automático.

El cuerpo impermeable con capacidad de protección IP65 deberá estar compuesto de una parte inferior, elaborada de aluminio fundido y de una parte superior compuesta de un lente de Fresnel en policarbonato irrompible de color rojo

El grupo óptico deberá estar completamente provisto de cableado y barra de distribución (en conformidad a VDE0100): la caja utilizada deberá ser impermeable (CEI 70-I/III 1980).

Cada juego de baliza deberá contar con un soporte y las abrazaderas deberán ser de acero galvanizado en caliente, según norma **ASTM A123**, en ningún caso se permitirá la instalación de las balizas con cinturoncillos metálicos o cinta bandit.

Las lámparas, serán del tipo Bombillo de Led de **larga duración** con potencia igual a **10 W** o superior, deberán tener la emisión luminosa con características fotométricas, respondiendo a todo lo establecido en el Anexo 14 de las normativas ICAO.

- b) Caja de control;** Con los circuitos electrónicos digitales necesarios para el control y aviso de alarmas de los “juegos pares” de iluminación.

El tablero deberá ser metálico IP65 y del tamaño necesario para albergar los circuitos instalados.

La caja de control deberá contar con los pasamuros o boquillas necesarias para la instalación de cables o todo ingreso de cable al tablero de esta manera mantener su hermeticidad

- c) Cableado necesario;** Protegido por un tubo de PVC E40 de resistencia a la interperrie, a lo largo de toda la torre y al interior de todos los locales tecnológicos. Deberá ser efectuado con cables de alimentación eléctrica del tipo N1W-K de no propagación al incendio, de

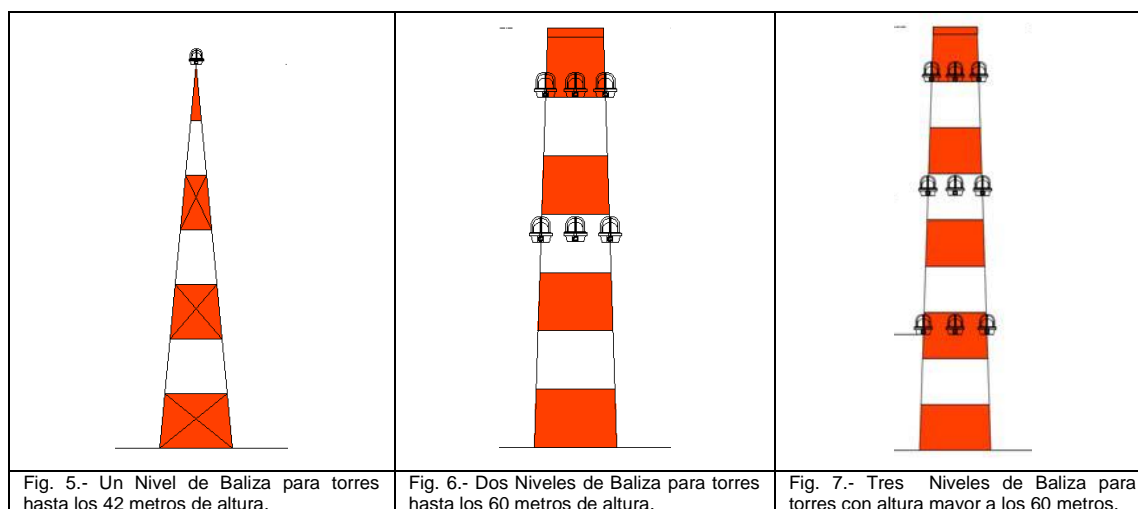
mínima emisión de humo opaco, gases tóxicos y corrosivos. El número de conductores de los cables estará en conformidad al número de grupos ópticos presentes y a la configuración de la instalación. También se deberá prever el cableado necesario para llevar la señal de alarmas del tablero de baliza al DF mediante cable multipar y el enductado requerido.

La sección de cada conductor, deberá estar de tal manera de no provocar una caída de tensión que sea superior al 4% en total. Cables no protegidos con características análogas, podrán ser utilizados para los enlaces de la caja de control de distribución eléctrica – interruptor crepuscular y caja de control de distribución eléctrica – caja de alimentación primaria (220v).

De modo referencial la posición de las luces de obstrucción son (en función a la altura de la torre):

Un **juego par** en el tope de la torre, con luz fija y ubicado de tal forma que sea visible por los tres lados de la torre.

Dependiendo de la altura de la torre, se deberá tener una, dos o tres niveles (en esquinas opuestas), para torres hasta 30 metros deberán contar un nivel a tope de la torre, para torres hasta 60 metros con dos niveles una a tope y otro en medio y por encima de los 60 metros deberá contar con tres niveles una a tope y los dos restantes distribuidos simétricamente el en cuerpo de la torre.



Se destaca que los juegos pares están concebidos para funcionamiento independiente, es decir que solo una luminaria esta prendida y la otra se activa automáticamente solo en caso de falla de la primera, luego del reporte de alarma en el tablero de control, reporte que solo puede ser desactivado manualmente.



La potencia mínima requerida para cada luminaria es de **10 W** y deben estar ajustadas en todo, a lo señalado en el anexo 14 de la normativa ICAO. En caso de no encontrarse en el mercado luminarias con la potencia requerida, se deberá proveer un conjunto que reemplace este requerimiento.

La instalación debe estar ajustada a lo establecido en la CEE 64-8 (seguridad en sistemas eléctricos de baja tensión). Sobre compatibilidad electromagnética, debe ajustarse a la normativa europea 89/336/EEC a falta de una reglamentación boliviana específica.

La alimentación eléctrica de los grupos luminosos debe ser suministrada por la caja de control en base a una señal de consumo generada por el sistema óptico sensor de intensidad luminosa (fotocélula), con umbral regulable de intervención entre 2 y 200 lux.

El contenedor será impermeable y fabricado en material autoextinguible con una capacidad de protección de IP54.

En caso de falla de un elemento luminoso, la caja de control / distribución debe prever el cambio automático sobre el elemento de reserva, según el criterio señalado anteriormente.

### **Alarmas y captación visual de funcionamiento.**

La instalación de seguridad sirve para minimizar el tiempo de “fuera de servicio” MTTR y conceder al personal de mantenimiento una simple y rápida localización de la falla; las alarmas locales que siguen, deberán ser visibles mediante aviso con indicaciones de las siguientes condiciones de funcionamiento:

#### **Módulo desviador:**

- Falla de la lámpara de ejercicio y conmutación, principal / reserva (LED rojo)
- Falla de la lámpara de reserva (LED rojo)

#### **Sección administración de alarmas**

- Existencia de caja de alimentación - instalación activa (Lámpara Verde)
- Alarma URGENTE (Lámpara ó led rojo)
- Alarma NO URGENTE (Lámpara ó led rojo)

Además en caso de encendido de cualquier alarma, deberán estar disponibles, en la caja de alimentación, contactados pulidos para la transmisión a distancia de la alarma URGENTE (común, normalmente abierta, normalmente cerrada) y no URGENTE (común, normalmente

abierta, normalmente cerrada). Se deberá prever el cableado necesario para llevar la señal del contacto seco al tablero DF, con cable multipar y debidamente enductado.

## Protecciones

La instalación SOV, (balizamiento), a fin de eliminar los daños consecuentes a fallas o mal funcionamiento, deberá estar dotada de las siguientes protecciones:

- Interruptor termo magnético en la caja eléctrica, para la protección de las fallas internas.

En caso de intervención sobre cualquier fusible, se genera un criterio de alarma (URGENTE o NO URGENTE).

Todo el sistema es alineado con tensión eléctrica 220V. Los módulos son alojados en contenedores con protección IP55.

Se debe considerar soportes metálicos para cada par de luminarias, los mismos que deberán permitir una sujeción a la estructura de la torre.

Los tableros deberán contar con una barra de aterramiento y el aterramiento del circuito y caja, también deberán contar con una cantidad de borneras de tal manera que no se tengas que unir cables para la instalación del mismo.

SISTEMA DE BALIZAMIENTO NOCTURNO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Soporte para par de baliza.	Pza	1 + (X)	X se determina según lo descrito en las figuras 5, 6 y 7. Tomando en cuenta que se instalarán dos pares de balizas para torres a partir de 42 metros.
Tablero de Balizas s/ especificaciones	Pza	1	
Tubo de PVC E-40 **	ml	$L = H + 12 + (X \times 4)$	X se determina según lo descrito en las figuras 5, 6 y 7. Tomando en cuenta que se instalarán dos pares de balizas para torres a partir de 42 metros.
Cuplas	Pza	$L/6 + 3$	
Curva	Pza	3	
Teflón	Rollo	2	
Pegamento para PVC	Lts	0.2	
Precinto metálico	Pza	$L/2 + 5^*$	Las dimensiones de los precintos dependerán de las dimensiones de los perfiles por los cuales se instalara la

			bajante.
Caja de distribución	Pza	-	Esta deberá utilizarse cuando se tengan balizas intermedias y necesariamente llevaran boquillas para la sujeción del ducto.
Cable de Cu multifilar, bajo goma	m	-	Se debe tomar en cuenta que la longitud total del cable dependerá de la cantidad de pares de balizas a utilizar.
Terminales	Pza	-	Las necesarias para la adecuada instalación de las balizas.
Baliza de aluminio y policarbonato rojo	Pza	-	Las necesarias para la adecuada instalación de las balizas.
Luminarias Tipo Led	Pza	-	Las necesarias para la instalación según lo descrito anteriormente
Cinta Aislante	Rollo	1	

\* H = Altura de la torre

## 1.9. SOPORTE DE ANTENA CELULAR

La torre contara con nueve soportes para antenas celulares (antenas RF) ubicados en la plataforma de tope 3 por cada cara y separados a 1 metros entre soportes.

Los soportes estarán constituidos de un caño de 2 ½" y 3 metros de longitud con brazos de mínimo 20 centímetros de longitud para permitir contar con un azimuth horizontal a las antenas. Los brazos serán capaces de resistir el peso de la antena celular misma que tiene un peso de 100 Kg cada una incluyendo los RRUs además de resistir el peso de una persona para instalación y mantenimiento (90 kg como mínimo).

Los brazos deberán contar con abrazaderas metálicas del tipo plancha o angular para la sujeción del soporte y estas abrazaderas deberán tener un contacto de 60% con la sección del caño de 2 ½", también deberán contar abrazaderas metalizas del tipo plancha o angular para la sujeción al montante, debiendo tener un contacto de 60% como mínimo con la sección del montante de esta manera garantizar el agarre de este.

En ningún caso se permitirán la sujeción con pernos U de los soportes o del montante.

## 1.10. SOPORTE DE ANTENA DE ENLACE

La torre contara con seis soportes para antenas de enlace (a pesar de que la torre está diseñada para cuatro enlaces) ubicados tres a dos metros por debajo del tope y tres en la mitad de la torre.



Los soportes estarán constituidos de un caño de 4" y 2 metros de longitud con brazos de mínimo 50 centímetros de longitud para permitir contar con un azimut horizontal a las antenas. El soporte será capaz de resistir un peso de 200 Kg cada una, además de resistir el peso de una persona para instalación y mantenimiento (90 kg como mínimo).

Los brazos perfectamente fijados al soporte y al cuerpo de la torre por lo que, deberán contar con abrazaderas metálicas del tipo plancha o angular para la sujeción del soporte y estas abrazaderas deberán tener un contacto de 60% con la sección del caño de 2 ½", también deberán contar abrazaderas metalizas del tipo plancha o angular para la sujeción al montante, debiendo tener un contacto de 60% como mínimo con la sección del montante de esta manera garantizar el agarre.

Los soportes deberán estar concebidos para poder instalarse a 5 metros por encima o por debajo de la altura indicada y sus brazos deberán estar diseñados de tal manera que el soporte se encuentre vertical.

En ningún caso se permitirán la sujeción con pernos U de los soportes o del montante.

Por cada nivel de instalación de soportes necesariamente debe contar con soportes de strud en las tres caras de la antena de tal manera que no se tenga que reubicar el soporte de strud en caso de que el azimut no permita la instalación del enlace en una dirección.

### **1.11. MARCO DE REGLAJE Y NIVELACIÓN**

Es un elemento accesorio de cada torre. Estará fabricado en perfiles metálicos de sección suficiente para garantizar una correcta alineación de ejes, separando entre las columnas y ubicación exacta de los puntos de anclaje.

Este marco debe contar como mínimo:

- a) Elementos perimetrales
- b) Elementos sobre las medias principales de la base de torre
- c) Rigidizadores o fijadores de posición (diagonales en esquina) entre los elementos perimetrales.
- d) Planchas de nivelación, con la perforación para los pernos de anclaje
- e) Tuercas de nivelación para regular el vaciado en igual número que en los pernos de anclaje.

Este conjunto debe quedar a disposición de Entel con suficiente anterioridad a la entrega de las torres.



## **1.12. PERNOS DE ANCLAJE**

En correspondencia con el resultado de la memoria de cálculo, son los elementos encargados de conseguir la “unión ideal” entre la estructura metálica y la base de hormigón armado. Requieren aprobación específica antes de su fabricación con la presentación del detalle de cálculo de longitud, posición y diámetro.

Estos pernos, en juego, deben tener como mínimo los siguientes componentes.

- a) Pernos de anclaje galvanizados en número determinado y justificado por cálculo.
- b) 2 planchas o guías “internas” de posicionamiento (superior e inferior) para cada base de hormigón.
- c) Tuercas “doble altura” en igual número que los pernos.
- d) Contratueras con capucha protectora, una por perno.
- e) Juego de arandela plana y de presión en igual número.

La rosca superior de los pernos debe tener una longitud mínima de 15cms. y estar fabricados uniformemente, todos iguales, quedando perfectamente nivelados los topes de todos los pernos.

## **1.13. PINTURA PARA RETOQUE**

La empresa proveerá 0.3 litros de pintura para realizar retoques de pintura debido a daños causados por el transporte o montaje.

Esta pintura deberá encontrarse dividida en dos colores en cantidades iguales y encontrarse envases y embalados adecuados para que resistan el transporte.

## **1.14. JUEGO DE PLANOS**

Las torres serán entregadas con un juego de planos completos los mismos que contendrán mínimamente con lo descrito a continuación:

- Planos de montaje de todos los tramos de la torre, en cada plano se debe describir la cantidad de elementos del tramo incluyendo la cantidad de pernos, codificación de cada pieza componente de este.
- Planos de montaje de los accesorios descritos a continuación.
  - Escalera de ascenso y descenso de personas.
  - Escalerilla porta cables.



- Escalerilla porta cables horizontal de conexión.
- Plataforma a tope.
- Descansos Intermedios.
- Sistema de pararrayos.
- Sistema de protección de antenas.
- Sistema de Balizamiento (diurno y nocturno).
- Soportes de antenas celulares (Nueve soportes).
- Soportes de antena de enlace (Seis soportes).
- Marco de reglaje y nivelación para replanteo

La empresa debe presentar los planos de la torre durante su fabricación para revisión y aprobación por parte de ENTEL S.A.

## **2. PRUEBA DE ACEPTACIÓN Y VERIFICACIÓN DE FABRICACIÓN**

**ENTEL S.A.** se reserva el derecho de realizar las inspecciones que consideren necesarias, tanto durante el almacenaje y montaje de todas las torres objeto de esta invitación estableciendo para ello los siguientes parámetros:

### **a) ACEPTACIÓN EN DEPÓSITO**

Consistirá en realizar una o más visitas por personal de Entel:

- Verificación de las estructuras fabricadas de acuerdo a planos presentados y aprobados por ENTEL S.A.
- Una verificación de calidad de materiales y procedimientos.
- Comprobación de dimensiones, secciones y numeración y codificación de elementos.
- Comprobación de calidad en las perforaciones, cortes y preparación.
- Verificación del galvanizado.
- Verificación de embalajes y pesos.
- Verificación de Armado Provisional de una cara de la torre.
- Verificación de planos con detalles del montaje y detalle de instalación de todos los accesorios de la torre.

## **3. MATERIALES, PROCEDIMIENTOS Y ACABADOS**

Todos los elementos metálicos y accesorios de la torre deben cumplir el siguiente requerimiento mínimo:

### **a) Elementos principales**



Acero definido por la ASTM Internacional con límites de fluencia de 36 ksi, límite de rotura 58 ksi. (Tipo A-36). En caso de usar un acero de mayor resistencia se deben enviar las características de los elemento con relación a la norma ASTM Internacional.

## **b) Elementos secundarios**

Acero definido por la ASTM con límites de fluencia de 36 ksi, límite de rotura 58 ksi. (Tipo A-36)

En ambos tipos de acero la composición química está definida por la ASTM Internacional. Las tolerancias geométricas están establecidas por la ASTM Internacional.

Es requisito indispensable la presentación de un certificado de calidad otorgado por el fabricante, estableciendo las características físico - químicas del material de base.

Todos los pernos, arandelas planas y de presión utilizadas para las uniones entre los diferentes componentes, deben ser galvanizados en caliente y con las características geométricas establecidas en las normas ASTM Internacional.

El ajuste de pernos debe ser efectuado según lo establecido en las instrucciones de la norma ASTM Internacional.

## **3.1. SOLDADURA**

Toda la soldadura aplicada durante la fabricación será de tipo “a cordón de ángulo” de completa penetración, por arco sumergido. Cualquier otro procedimiento deberá ser aceptado especialmente por ENTEL S.A. previa presentación de materiales y procedimientos sugeridos, acompañados de una normativa que los respalde. No se aceptaran uniones con soldaduras de punto o interrumpidas.

Para controles de soldadura se usara como referencia lo establecido en la American Welding Society – AWS (Sociedad Americana de Soldadura).

Las soldaduras terminadas deberán tener una sección constante y continua, estar completamente limpias de rastros de posibles escorias, estar exentas de defectos detestables con medios como líquidos penetrantes, y libres de defectos como fisuras, perforaciones, sopladuras, excesos de fundición de material de base, etc

No se permitirán soldaduras sobre las partes galvanizadas; por lo tanto, todos los elementos deben ser procesados en taller hasta su conclusión con anterioridad al galvanizado.

De ninguna manera se permitirán soldaduras en la etapa del montaje



Se destaca que ENTEL S.A. se reserva el derecho de efectuar las inspecciones técnicas y obtener las muestras que considere necesarias de las torres provistas en depósito, sean estas programadas o no.

### **3.2. GALVANIZACIÓN Y ACABADO**

Todos los elementos metálicos deben ser galvanizados en caliente antes del montaje de la torre en sitio.

El galvanizado deberá ser realizado por inmersión en zinc fusionado, con la preparación de superficie y procesos estipulados en la norma ASTM A123.

El espesor de revestimiento adherido medio no debe ser menor a 80 micrones, espesor que corresponde aproximadamente a 600 gr/m<sup>2</sup> de zinc. La medición será realizada por el procedimiento señalado en la norma ASTM A123.

El zinc fusionado para el baño debe necesariamente ser de primera fundición, con la pureza no menor a 98.25%.

El estrato de galvanizado debe ser continuo, sin manchas negras, resistentes al desgaste y aptas para resistir condiciones normales de uso por largo tiempo (mínimo 10 años).

Después del galvanizado deberán ser removidos prolijamente todos los excedentes depositados en las perforaciones, ángulos, planchas y laterales, sin dejar grumos o rebabas.

Cuando una pieza haya sido dañada por manipulado en montaje, las “reparaciones de galvanizado” serán permitidas solo en un área no mayor al 5 % de la superficie del elemento y realizadas por galvanizado en frío (barniz en base de polímeros inorgánicos y zinc metálico) por aplicación de soplete preferentemente y con un espesor mínimo de 8 micrones.

Para los elementos tubulares deberá garantizarse una galvanización adecuada, con carga de zinc equivalente a 800 gr/m<sup>2</sup>, principalmente en la parte interna del elemento.

Todos los elementos metálicos galvanizados deben tener un acabado prolijo de pintura realizada:

#### **a) Antes del embalaje**

- Limpieza con detergente
- Aplicación de dos manos de pintura acrílica específica para superficies galvanizadas, rojo o blanco según la posición del elemento en la altura en la torre.



## **4. ANALISIS ESTRUCTURAL**

- a) Podrá ser realizado por cualquier método válido de la teoría de las estructuras y mecánica.
- b) Es aconsejable el uso de programas de análisis estructural mediante computadora. En tal caso deberá señalarse el programa utilizado y las hipótesis básicas y limitaciones del mismo, entregando los datos y resultados con respaldo en disco magnético e impresos. En caso de adjudicación la empresa facilitará a ENTEL S.A. los archivos de diseño de cada estructura.

### **4.1. AREAS PROYECTADAS**

- a) Debe ser efectuada la evaluación de las áreas proyectadas de los elementos estructurales, para cada uno de los tramos donde la sección permanece "constante" para propósito de cálculo se podrá dividir la torre en tramos con altura no mayores a 4 veces el ancho medio del tramo ni mayor a 8m.
- b) El cálculo de las áreas debe contemplar la evaluación de las áreas proyectadas por efectos de escaleras, guías de onda y otros elementos complementarios. Su evaluación podrá ser realizada como un porcentaje del área de la torre o cuerpo principal, sobre la base de un análisis preliminar.
- c) Cuando sea requerida la consideración de hielo sobre la torre, deberá efectuarse la evaluación de las áreas proyectadas correspondientes. El incremento de área será evaluado considerando la acumulación de hielo en forma constante sobre todos los elementos y en forma radial se halla indicando en el punto 2 de estas consideraciones.
- d) En caso de que se utilice un programa específico (o subrutina dentro del programa principal para el diseño de las torres) para la evaluación de las áreas, deberá describirse brevemente la metodología seguida en dicha evaluación. Lo propio es válido para la evaluación de las áreas en caso de requerirse la consideración de la presencia del hielo sobre la torre.

### **4.2. CARGAS VERTICALES**

- a) Las cargas debidas al peso propio deberán ser determinadas sobre la base de la geometría de cada uno de los elementos estructurales que componen la torre (pies, arriostramientos diagonales, horizontales y verticales, tanto dentro del plano de cada cara, o en planos horizontales que se usen para propósito de rigidización o para soporte de cargas verticales).
- b) Los elementos no estructurales (escaleras, guía de onda, barandados, etc.) podrán ser evaluados en forma individual o sobre la base de un porcentaje, debidamente justificado, de la estructura principal

- c) Las cargas debidas a antenas y elementos de sujeción de las mismas deberán ser evaluadas sobre la base del tipo y tamaño, requerido por las especificaciones técnicas. ENTEL S.A. suministrará los valores recomendados para dichas antenas a solicitud de los oferentes.

#### 4.3. CARGAS HORIZONTALES

- a) Serán evaluadas sobre la base del viento de diseño especificado, considerando las relaciones de área proyectada área encerrada, el tipo de elementos estructurales utilizados (perfiles laminados, elemento armado y otros), sus relaciones de esbeltez, así como la posición y altura en la que se encuentren ubicados.
- b) Las presiones resultantes de la acción del viento serán evaluadas como mínimo, para cada uno de los tramos en los que se haya dividido la torre.
- c) Las cargas resultantes podrán ser aplicadas a la estructura ya sea: en forma puntal (aplicada en los nudos), en forma de carga distribuida por unidades de longitud de los miembros, o en forma distribuida por unidad de área proyectada de cada uno de los miembros.
- d) En el caso de las torres **de sección triangular**, en la planta deberán analizarse como mínimo dos direcciones de viento: normal a una cara y según la diagonal. También con la posición de las antenas MW en una sola montante.
- e) En el caso de disposiciones o cargas asimétricas de las antenas deberán estudiarse diferentes ángulos de incidencia del viento con relación a un eje de referencia de la torre y considerarse para el diseño de la estructura el más desfavorable.
- f) Para el caso de cargas de sismo, la estructura será analizada ya sea por medios estáticos equivalentes o mediante uno de los métodos de análisis dinámico. Para propósitos de dimensionamiento o verificación de tensiones se asumirá la carga que sea más desfavorable para la torre o uno de sus elementos estructurales. Se considera que el viento y el sismo no actúan en forma simultánea.

#### 4.4. CARGA DE ANTENAS

- a) La ubicación, número y dimensiones de cada antena deben cumplir con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas de ENTEL (ver punto 5.2 de estas consideraciones).
- b) En la memoria de cálculo deberán señalarse claramente las fuerzas y momentos debidos a la acción del viento sobre las antenas, con las que se carga la estructura, su nivel y punto de aplicación.

## 5. NORMAS A SER APLICADAS

- a) El cálculo está basado en las especificaciones EIA/TIA-222 F (1996) ó EIA/TIA-222 G, en lo relativo a las determinaciones de las cargas de viento y combinaciones de carga.
- b) Se considera como viento de diseño aquel que sea señalado explícitamente por las especificaciones técnicas de ENTEL. Este viento será considerado como viento de supervivencia.

## COMBINACIONES DE CARGA

- a) Se considera como mínimo las combinaciones básicas definidas en las especificaciones EIA/TIA-222-F(1996), EIA/TIA-222-G.

- $D + W_o$
- $D + 0.75 W_i + I$

Donde

D	peso de la estructura más accesorios.
$W_o$	carga por viento de diseño sobre la estructura y accesorios.
$W_i$	carga por viento de diseño sobre la estructura y accesorios con hielo radial.
I	Peso de hielo radial

- b) Para las combinaciones indicadas no se permitirá el incremento de las tensiones admisibles de los materiales.

## 6. RESULTADO DE ANÁLISIS Y CÁLCULO

La memoria de cálculo deberá incluir:

- a) Esquemas generales de la estructura analizada con sus correspondientes dimensiones, identificación de cada uno de los elementos componentes (barras) así como de sus uniones (nudos).
- b) Esquemas o diagramas de las cargas aplicadas en la torre.
- c) Relación de los datos de entrada, o listado del archivo de datos si el cálculo se ha efectuado mediante un programa de computadora (impreso + disco).
- d) Relación de los resultados de salida, o listados de archivos de salida si el cálculo se ha efectuado mediante un programa de computadora, que incluye las solicitaciones en cada uno de los miembros y las deformaciones en los nudos de la estructura (Impreso + disco).



- e) Un resumen de las deformaciones al nivel de cada una de las antenas y en la cúspide, para cada uno de los estados y combinaciones de carga (impreso + disco).
- f) Un resumen de las reacciones de apoyo para cada uno de los estados y combinaciones de carga (Impreso + disco).
- g) Una relación de las tensiones en los miembros más desfavorable y su comparación con las tensiones admisibles o una relación de tensión solicitante / tensión admisible para el estado de carga más desfavorable, considerando las limitaciones por longitudes y esbeltez (Impreso + disco).
- h) Planos de diseño (Impreso + disco).

## **7. RECOMENDACIONES FINALES**

Al final del proyecto, se deberá entregar un juego completo de planos As Built, conteniendo detalle de cada perfil, indicando código utilizado, longitud, sección, espesor, con el detalle de todas las perforaciones. Lo mismo para cada plancha de unión de perfiles. También se deberá tener planos en planta y elevación de la torre con el detalle de todos los perfiles y planchas utilizadas en la torre. Asimismo, es importante añadir a los planos As Built los planos finales de las fundaciones, del sistema de aterramiento, con el detalle de cada pozo y el tratamiento efectuado. Se deberá incluir planos eléctricos del sistema de balizamiento nocturno y del tablero de control.