

# Televes

---



**Torre arriostrada**  
***Guy-wire tower***

**M450**

**Instrucciones de montaje**  
***Assembling instructions***





## IMPORTANTE

*Las instalaciones de torretas deberán ser calculadas y ejecutadas sólo por profesionales especializados y bajo su propia responsabilidad. Las instrucciones de montaje que se dan en este documento son a título indicativo y los datos facilitados no comprometen en ningún caso la responsabilidad del fabricante, que sólo garantiza sus propios fabricados siempre y cuando éstos se utilicen en las condiciones normales de uso.*

*Será preciso realizar un proyecto de instalación de la torre para cada emplazamiento concreto, en el que deberán reconsiderarse tanto las solicitudes particulares como el recálculo de la cimentación de acuerdo con el estudio geotécnico correspondiente.*

*Las torres serán montadas por personal competente y con habilidades en escalada, utilizando todos los medios de protección obligatorios para salvaguardar la seguridad en trabajos verticales.*

## 1.- EMPLAZAMIENTO

El cálculo se ha realizado para un emplazamiento genérico en situación expuesta con una velocidad de viento básico de 160 Km/h y considerando manguito de hielo 1 cm con una velocidad de viento de 75 Km/h. Asimismo se ha considerado una resistencia admisible del terreno de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>. (terreno normal compacto).

### Definiciones:

**Velocidad básica de viento:** Es la velocidad correspondiente al promedio de velocidades instantáneas (picos de ráfagas) medidas sobre intervalos T= 3s. en exposición abierta (exposición C) a la altura de la referencia Z.= 10m que tiene una probabilidad de ser excedida una vez en 50 años.

**Exposición C:** Es el terreno abierto con obstáculos diseminados cuya altura es generalmente menor de 9,1m . Esta categoría incluye planicies, praderas y todas las superficies acuáticas en regiones propensas a los huracanes.

## 2.- NORMATIVA APLICADA

La Normativa que ha servido de base para el cálculo ha sido la siguiente:

- Norma NBE-EA-95 (Acero)
- Norma EHE-08 (Hormigón)
- Norma TIA/EIA<sup>(1)</sup>-222-G.
- Norma NBE-MV-101

## 3.- SOLUCION ADOPTADA

Se han considerado tubos estructurales de acero estándar ST37-2, varillas de acero estándar S275JR y chapa de acero F626 (S 235).

Se ha optado por el dimensionamiento uniforme de todos los tramos de la torre a fin de facilitar su fabricación y montaje en obra.

## 4.- DEFINICIÓN ESTRUCTURAL DE LA TORRE

La torre es de base triangular y está formada por elementos estándar de 3,0 mts. cada uno. Tanto el tramo inferior como los siguientes son reforzados para garantizar la integridad del montaje.

Cada elemento se compone de:

- 3 tubos montantes verticales.
- Barras de arriostramiento horizontal e inclinado de acero.

La sección horizontal de la torre define un triángulo equilátero de 45 cms. de lado a ejes de montantes.

Los planos horizontales de arriostramiento están a 40 cms.

El apoyo del tramo inferior de la torre se proyecta articulado (*ver apdo. 11.- Documentación Técnica*).

La torre está arriostrada con ordenes de vientos a 120° (*ver fig. 2*).

<sup>(1)</sup> TIA = Telecommunications Industry Association  
EIA = Electronic Industrials Association

5.- MONTAJE DE LA TORRE

Montaje de la torreta tramo a tramo.

Consiste en fijar a la base el tramo inferior y colocarlo en posición vertical nivelándolo. Posteriormente se van montando los tramos intermedios sucesivos, que estarán equipados con los vientos correspondientes; el montaje se realiza escalando los tramos ya colocados e izando posteriormente el tramo que se va a colocar, ayudándose de utillaje de elevación adecuado.

La escalada deberá realizarse con los medios de seguridad adecuados (cinturón de seguridad, anclajes, etc.) y no se dejarán más de dos tramos seguidos sin arriostrar, cuando coincidan dos tramos sin vientos, se utilizarán vientos auxiliares para el arriostramiento de los tramos durante el montaje.

La torreta se irá nivelando mediante el ajuste de la tensión de los vientos y la utilización de aparatos de nivelación convenientes.

6.- DESCRIPCIÓN DE REFERENCIAS

Referencia	Descripción	Material		Peso
3134	Base basculante torreta M450.	(1) Acero F626 (S 235) chapa 12 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn min. 340 N/m <sup>2</sup>	(2) Acero con contenido medio de carbono (templado y revenido).	15,4 Kg.

Referencia	Descripción	Material			Peso	Superficie enfrentada al viento
3130	Tramo inferior reforzado torreta M450. Color rojo.	(1) Acero ST37-2 Ø 40 x 3 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) Acero S 275JR Ø 12 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	(3) Acero F626 (S 235) chapa 12 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 340 N/m <sup>2</sup>	43,5 Kg.	0,495 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,594 m <sup>2</sup>

ESPAÑOL

Referencia	Descripción	Material		Peso	Superficie enfrentada al viento
3132	Tramo intermedio <b>reforzado</b> torre M450. Color rojo.	(1) Acero ST37-2 Ø 40 x 3 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) Acero S 275JR Ø 12 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	40,8 Kg.	0,517 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,621 m <sup>2</sup>
313201	Tramo intermedio <b>reforzado</b> torre M450. Color blanco.				

Referencia	Descripción	Material		Peso	Superficie enfrentada al viento
3131	Tramo intermedio torre M450. Color rojo.	(1) Acero ST37-2 Ø 38 x 2.6 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) Acero S 275JR Ø 10 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	37,5 Kg.	0,473 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,568 m <sup>2</sup>
313101	Tramo intermedio torre M450. Color blanco.				

Referencia	Descripción	Material			Peso	Superficie enfrentada al viento
3133	Tramo superior torre M450. Color rojo.	(1) Acero ST37-2 Ø 38 x 2.6 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) Acero S 275JR Ø 10 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	(3) Acero F626 (S 235) chapa 15 mm esp. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 340 N/m <sup>2</sup>	34,5 Kg.	0,432 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,518 m <sup>2</sup>

Referencia	Descripción	Material	Peso
3144	Argolla vientos torre M450.	Acero corrugado B 400 SD UNE 36065 Ø 20 mm	5 Kg.

7.- CIMENTACIONES

Las cimentaciones (que tienen un carácter orientativo) se han estimado para una resistencia admisible del terreno de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>, aunque podrían aceptarse terrenos con resistencia admisible de 1Kg/cm<sup>2</sup>

El hormigón a emplear tendrá una resistencia característica mínima de 15 N/mm<sup>2</sup>. (HA-25) y el nivel de control estimado es el reducido.

Cada zapata llevará un armado superior y otro inferior.

**En función del emplazamiento concreto, estudio geotécnico y nivel de control, deberán reconsiderarse los cálculos.**

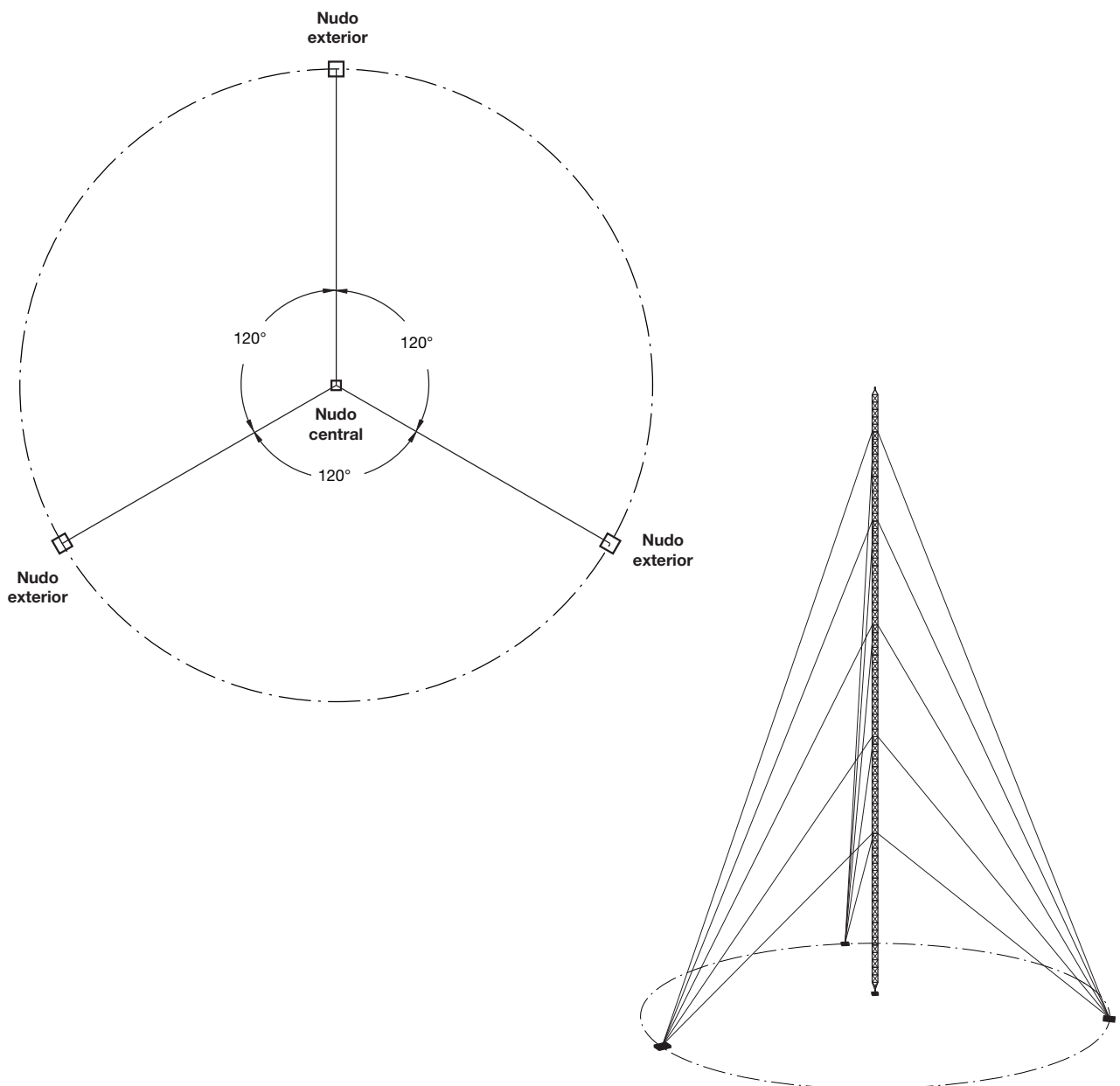
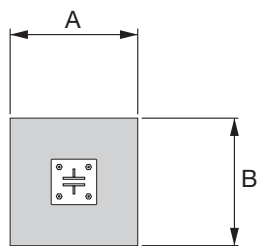


Fig. 2.- Distribución de las zapatas

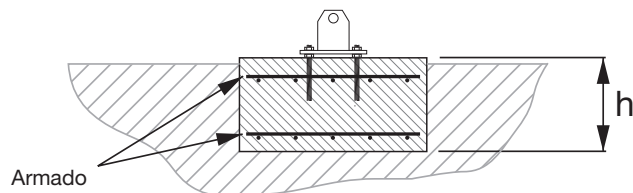
ESPAÑOL

CUADRO DE ZAPATAS (orientativo)							
Altura (m)	Zapata base (Nudo central)			Zapata vientos (Nudo exterior)			Armado (SUPERIOR # INFERIOR)
	Ancho "A" (cm)	Ancho "B" (cm)	Canto "h" (cm)	Ancho "A" (cm)	Ancho "B" (cm)	Canto "h" (cm)	
81	100	100	67	240	240	160	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
78	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
75	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
72	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
69	100	100	67	220	220	147	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
66	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
63	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
60	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
57	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20

**Cimentación zapata base torreta (Nudo central)**

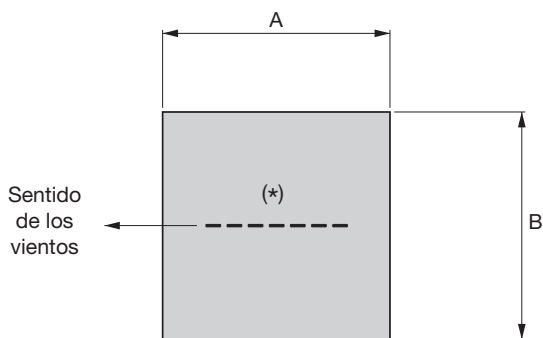


Planta

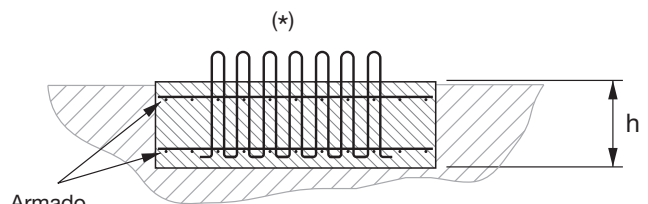


Alzado

**Cimentación zapatas vientos (Nudo exterior)**



Planta



Alzado

(\*) Se colocará una argolla por cada viento.

Fig. 3.- Detalles de la cimentación



8.- ESTRUCTURA (tramos/vientos)

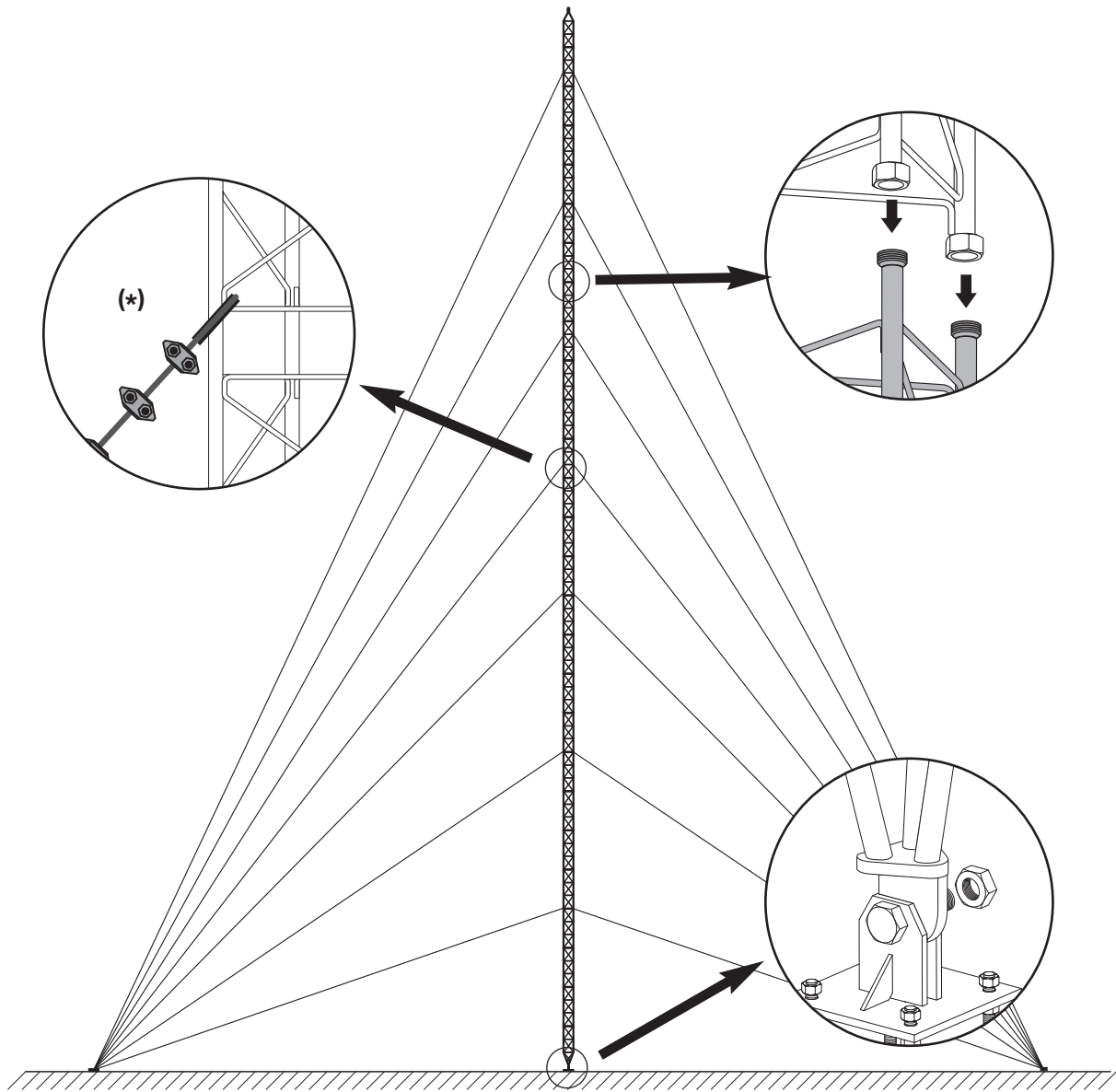
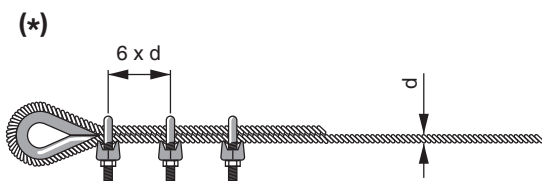


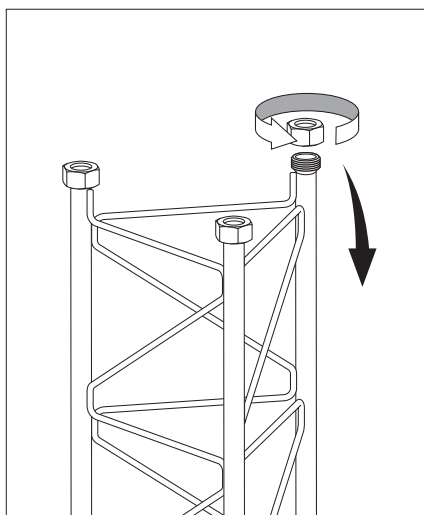
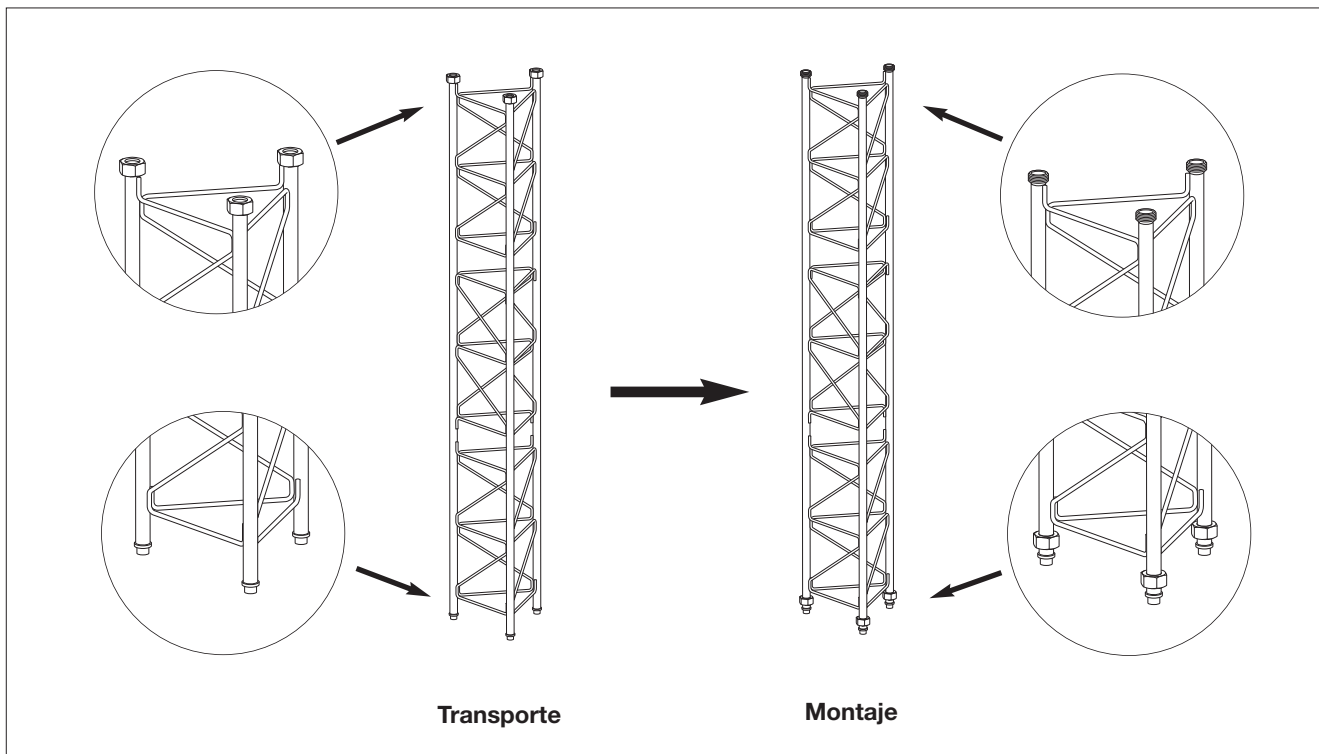
Fig. 4.- Detalles de ensamble de la torre y detalle orientativo del tensado de los vientos



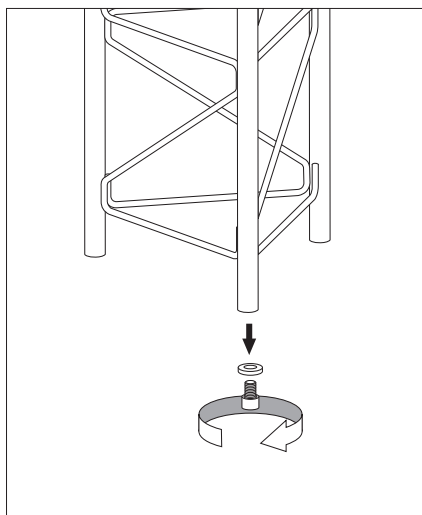
Los sujetacables deben reapretarse una vez el cable haya sido sometido a la primera tracción.  
El cuerpo del sujetacable debe montarse sobre la parte activa del cable, tal como indica la figura.

ESPAÑOL

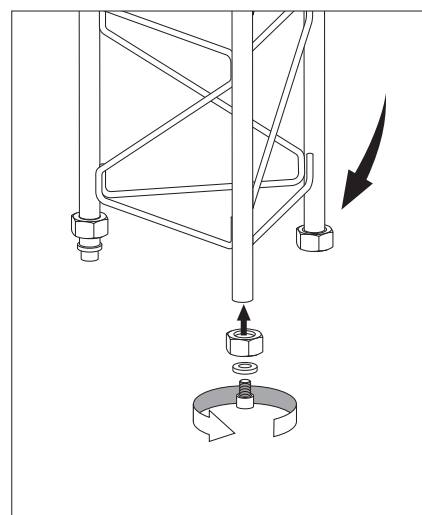
- Para garantizar la conservación intacta de la rosca durante la manipulación de los tramos, éstos se suministran con la tuerca colocada en la misma.
- Una vez en su ubicación y antes de montar la torre, deberá proceder a la recolocación de las tuercas a su lugar correspondiente en el lado opuesto del tramo (ver fig. 5)



Retire las tuercas de su actual emplazamiento.



Retire los tornillos allen y las arandelas.



Coloque ahora las tuercas, las arandelas y los tornillos allen.  
Par máximo de apriete: 400 Nm

**Nota:** En el tramo inferior, las tuercas se desechan.

Fig. 5.- Detalles de colocación de las tuercas

## 9.- SEÑALIZACIÓN

De acuerdo con las normas de la O.A.C.I. (Organización Internacional de Aviación Civil), los tramos deberán colocarse alternativamente en colores aeronáuticos blanco y rojo, siendo de este último color los extremos, con el fin de ser fácilmente distinguidos durante el día.

Los tramos pueden estar formados por mas de un elemento seguido del mismo color, manteniendo siempre la misma proporción entre los colores (rojo/blanco - rojo, rojo/blanco, blanco - etc).

En torretas con altura superior a los 45m. deberá colocarse además un balizamiento nocturno, consistente en tres luces dobles cada 45m y en color rojo.

## 10.- RECOMENDACIONES IMPORTANTES

A efectos de conservar las características de la torre en un emplazamiento dado, se exigirá un control periódico del tensado de los tirantes y chequeo de apriete de tornillos, se aconseja realizarlo entre el 1/Octubre y el 1/Enero de cada año (por ejemplo).

Se recomienda también la revisión de toda la estructura después de fuertes tormentas de viento o hielo u otras condiciones extremas.

Así mismo, se recomienda la revisión periódica de la estructura en zonas de alta concentración de salinidad (zonas costeras) y zonas con ambientes corrosivos.

Se desecharán tramos en los que se aprecie deformaciones producidas durante el transporte, montaje, desmontaje o vida útil de la torre.

Se procederá a revisiones anuales y reparaciones en su caso de todas las incidencias observadas.

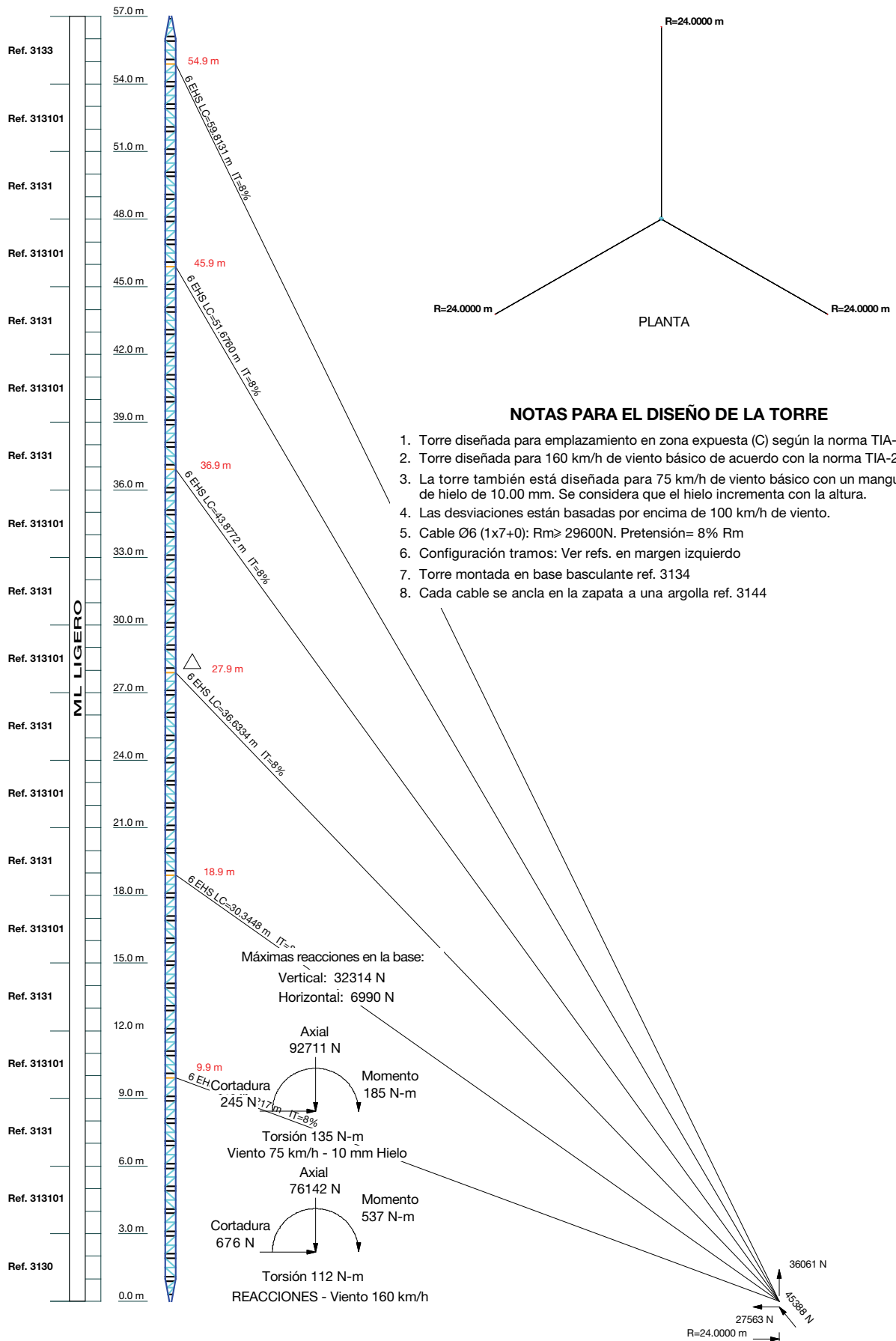
- Desalineaciones y deformaciones.
- Revisión soldaduras.
- Revisión pintura.
- Revisión uniones de cables.
- Revisión cables.
- Tensión de los cables (medir\*).

\* La tensión de los cables medida, está sujeta a pequeñas variaciones en función del viento y la temperatura. No medir o ajustar los cables en condiciones de fuerte viento.

## 11.- DOCUMENTACION TECNICA

A continuación se muestran ejemplos de montaje de la torre a varias alturas, calculados con un software específico para el diseño de torres.

**Nota:** Para otras configuraciones de montaje (más o menos alturas, condiciones especiales, etc), solicite el ejemplo de montaje.



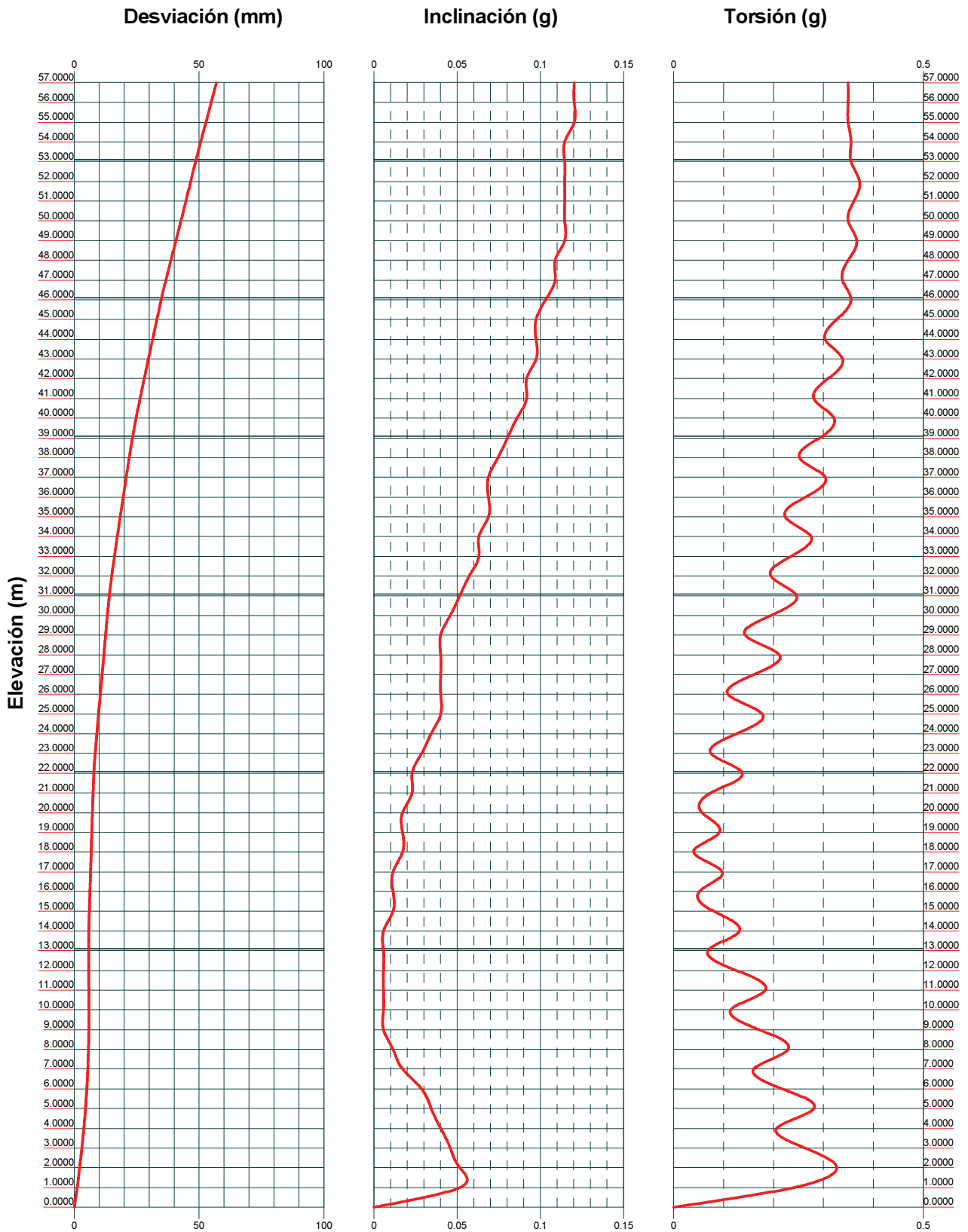
**NOTAS PARA EL DISEÑO DE LA TORRE**

1. Torre diseñada para emplazamiento en zona expuesta (C) según la norma TIA-222-G
2. Torre diseñada para 160 km/h de viento básico de acuerdo con la norma TIA-222-G.
3. La torre también está diseñada para 75 km/h de viento básico con un manguito de hielo de 10.00 mm. Se considera que el hielo incrementa con la altura.
4. Las desviaciones están basadas por encima de 100 km/h de viento.
5. Cable Ø6 (1x7+0); Rm ≥ 29600N. Pretensión= 8% Rm
6. Configuración tramos: Ver refs. en margen izquierdo
7. Torre montada en base basculante ref. 3134
8. Cada cable se ancla en la zapata a una argolla ref. 3144

Ejemplo de diseño de una torre a 57m

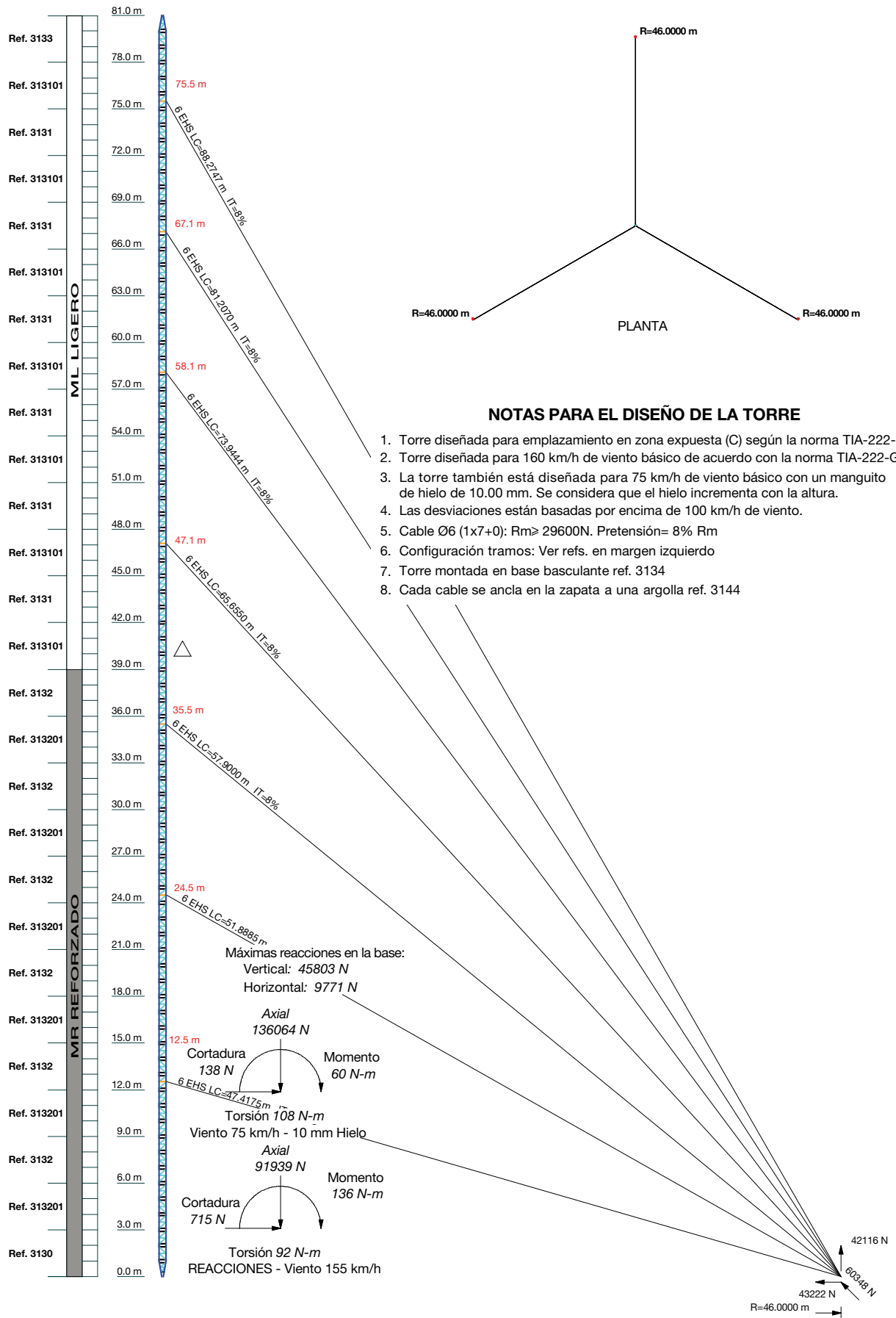
TIA-222-G - Servicio - 100 km/h

Valores máximos



ESPAÑOL

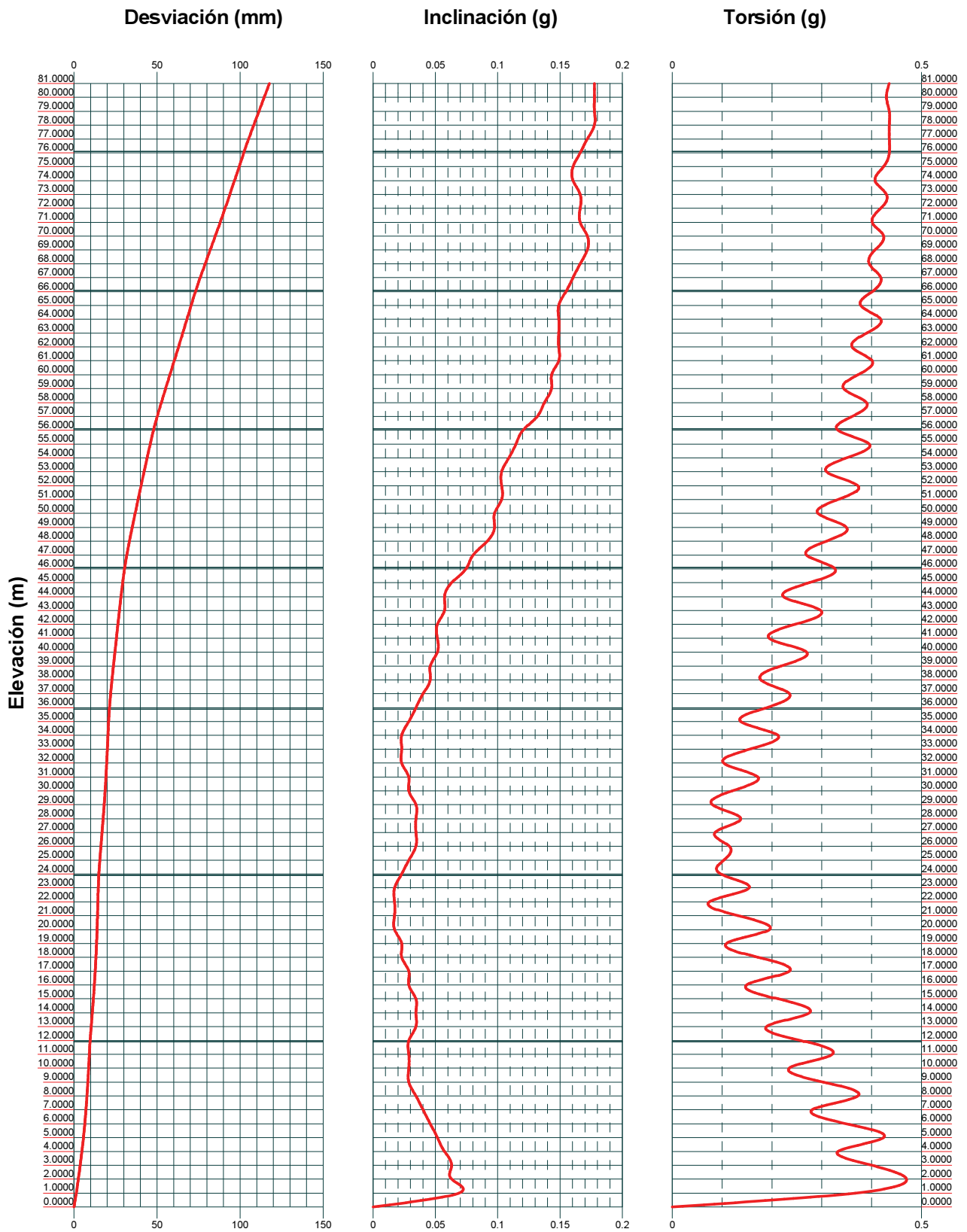
Ejemplo de comportamiento de la torre a 57m



Ejemplo de diseño de una torre a 81m

TIA-222-G - Servicio - 100 km/h

Valores máximos



ESPAÑOL

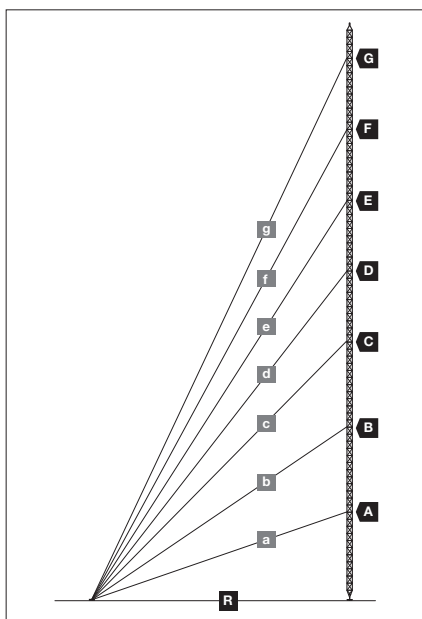
Ejemplo de comportamiento de la torre a 81m

Altura (m)		57		60		63		66		69		72		75		78		81			
COMPOSICION		Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.	Cant.	Ref.		
	Base	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134
	Tramo inferior (Rojo)	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130
	Tramo intermedio reforzado (Rojo)	0	3132	0	3132	0	3132	0	3132	1	3132	3	3132	5	3132	5	3132	6	3132	6	3132
	Tramo intermedio reforzado (Blan)	0	313201	0	313201	0	313201	0	313201	2	313201	4	313201	5	313201	6	313201	6	313201	6	313201
	Tramo intermedio ligero (Rojo)	8	3131	9	3131	9	3131	10	3131	9	3131	8	3131	6	3131	7	3131	6	3131	6	3131
	Tramo intermedio ligero (Blan)	9	313101	9	313101	10	313101	10	313101	9	313101	7	313101	7	313101	6	313101	7	313101	7	313101
Tramo superior (Rojo)	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	

SOLICITACIONES	Carga vertical sobre la base en N (Kg)	92711 (9460,31)	94088 (9600,82)	98301 (9214,39)	100746 (10280,2)	118094 (12050,41)	123799 (12632,55)	128181 (13079,69)	131350 (13403,06)	136947 (13974,18)
	Carga horizontal sobre la base en N (Kg)	676 (68,98)	733 (74,8)	633 (64,59)	743 (75,81)	706 (72,04)	889 (90,71)	829 (84,59)	826 (84,29)	818 (83,46)
	Momento máximo en la base en N x m (Kg x m)	537 (54,8)	736 (75,1)	37 (3,78)	70 (7,14)	50 (5,1)	102 (10,41)	122 (12,45)	139 (14,18)	153 (15,61)
	Tiro vertical en la zapata exterior en N (Kg)	36061 (3679,69)	36912 (3766,53)	38279 (3906,02)	35704 (3643,26)	43113 (4399,29)	40285 (4110,71)	41607 (4245,61)	41958 (4281,43)	44578 (4548,77)
	Tiro horizontal en la zapata exterior en N (Kg)	27563 (2812,55)	28669 (2925,41)	30421 (3104,18)	33120 (3379,59)	37126 (3788,37)	40983 (4181,94)	42850 (4372,45)	44844 (4575,92)	46424 (4737,14)

ANCLAJES	Altura (en m) desde la base a los puntos A, B, C, D, E, F, y G.	A	9,9	9,9	9,9	10,9	10,1	12,1	12,1	12,1	12,5
		B	18,9	18,9	19,9	20,9	20,1	22,1	23,1	23,1	24,5
		C	27,9	27,9	30,9	30,9	29,1	31,1	33,1	34,1	35,5
		D	36,9	36,9	39,9	40,9	38,1	41,1	43,1	44,1	47,1
		E	45,9	45,9	48,9	50,9	47,1	50,1	52,1	54,1	58,1
		F	54,9	54,9	57,9	60,9	56,1	59,1	61,1	63,1	67,1
		G	-	-	-	-	65,1	68,1	70,1	72,1	75,5
	Distancia (en m) entre centros Base torreta y anclaje de vientos	R	24	25	27	33	32	40	42	45	46

VIENTOS	Nº de vientos	18	18	18	18	21	21	21	21	21	
	Diámetro Ø (mm)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	
	Longitud total (en m) del cable de vientos (diagonal teórica).	a	25,72	26,64	28,51	34,50	33,30	41,54	43,45	46,34	47,41
		b	30,34	31,13	33,33	38,84	37,56	45,47	47,70	50,35	51,88
		c	36,63	37,28	40,86	45,01	43,06	50,46	53,27	56,25	57,90
		d	43,87	44,42	48,03	52,39	49,58	57,17	59,99	62,82	65,65
	Carga de rotura del cable 29.600N.	e	51,67	52,14	55,73	60,52	56,79	63,94	66,75	70,20	73,94
		f	59,81	60,21	63,77	69,14	64,45	71,21	73,99	77,35	81,20
g		-	-	-	-	72,42	78,84	81,58	84,85	88,27	
Pretensión en N (8% Rm)	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	





## 12.- MEDIR TENSIONES DE CABLES DE VIENTOS (Normativa)

Este apartado proporciona directrices para medir “in situ” la tensión de los cables de vientos. Existen dos métodos principales: el método **directo** y el **indirecto**.

### El método directo (ver figura 6)

Un dinamómetro (celda de carga) con un instrumento de ajuste de longitud, como un tensor que se adjunta al sistema de cables de vientos sujetándolo al cable justo por encima del torniquete y al anclaje por debajo del torniquete.

A continuación se tensa el tensor hasta que el torniquete original empieza a aflojarse. En este momento, el dinamómetro aguanta toda la carga del cable de vientos hasta el anclaje, y la tensión del cable de vientos se puede medir directamente en el dinamómetro.

Se puede utilizar este método para fijar la tensión adecuada ajustando el tensor hasta que se pueda leer la tensión adecuada en el dinamómetro. Los puntos de control están marcados, uno por encima del punto de sujeción en el cable de vientos y otro en el astil del anclaje, y de este modo se puede medir la longitud de control. A continuación se retiran el dinamómetro y el tensor, y el torniquete original se ajusta para mantener la longitud de control previamente medida.

### Los métodos indirectos

Existen dos técnicas habituales para medir de forma indirecta la tensión inicial de los cables de vientos: el método de **pulso o de oscilaciones** (vibraciones) y el método de la **intersección de la tangente o de combado** (geométrico).

#### 1.- El método de pulso (ver figuras 6 y 8)

Se aplica un fuerte tirón al cable de vientos cerca de su conexión con el anclaje causando una onda o pulso que viaje por el cable hacia arriba y hacia abajo. La primera vez que el pulso vuelve al extremo inferior del cable de vientos, se inicia un cronómetro. A continuación se anota el tiempo que tarda en volver el pulso varias veces y la tensión del cable de vientos se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$T_M = \frac{WLN^2}{5.94P^2}$$

$$T_A = \sqrt{\left(T_M - \frac{WV}{2L}\right)^2 + \left(\frac{WH}{2L}\right)^2}$$

donde:

$T_A$  = tensión del cable de vientos en el anclaje, en Newtons.

$T_M$  = tensión del cable de vientos en la mitad del cable, en Newtons.

$W$  = peso total del cable de vientos, incluyendo aislamientos, etc., en Newtons.

$L$  = longitud del cable de vientos, en m.

$$L = \sqrt{H^2 + V^2}$$

$H$  = distancia horizontal desde la sujeción del cable de vientos en la torre y en el anclaje, en m.

$V$  = distancia vertical desde la sujeción del cable de vientos en la torre y en el anclaje, en m.

$N$  = número de pulsos u oscilaciones completos medidos en  $P$  segundos.

$P$  = periodo de tiempo medido en segundos, para  $N$  pulsos u oscilaciones.

En lugar de crear un pulso que viaje hacia arriba y hacia abajo del cable de vientos, se puede obtener el mismo resultado haciendo que el cable de vientos oscile libremente de lado a lado mientras se miden el tiempo en hacer **N** oscilaciones completas. Las fórmulas anteriores también se pueden utilizar con este método.

**2.- El método de la intersección de la tangente (ver figura 7)**

Se traza una línea tangente al cable de vientos junto al extremo del anclaje que intersece la torre a una distancia (intersección de la tangente) por debajo del punto de sujeción del cable de vientos al mástil. Esta distancia de intersección de la tangente se mide o se estima, y la tensión se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

donde:

C = dist. desde la sujeción del cable a la torre hasta el centro de gravedad del peso **W**, en m.

I = intersección de la tangente, en m.

Si el peso está distribuido uniformemente a lo largo del cable de vientos, **C** será aproximadamente igual a H/2. Si el peso no está distribuido de manera uniforme, el cable se puede subdividir en **n** segmentos y en este caso se utilizaría la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{S \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

donde:

$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i$$

$W_i$  = peso del segmento **i**, en Newtons.

$C_i$  = distancia horizontal desde la sujeción del cable a la torre hasta el centro de gravedad del segmento, en m.

N = número de segmentos

Si es difícil de fijar el punto de intersección, se puede utilizar la pendiente del cable en el punto de anclaje con la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V-H \tan \alpha)}$$

donde:

a = ángulo del cable en el punto de anclaje (ver figura 7)

I = V - H tan α

y

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V-H \tan \alpha)}$$

Se puede sustituir WC con S.

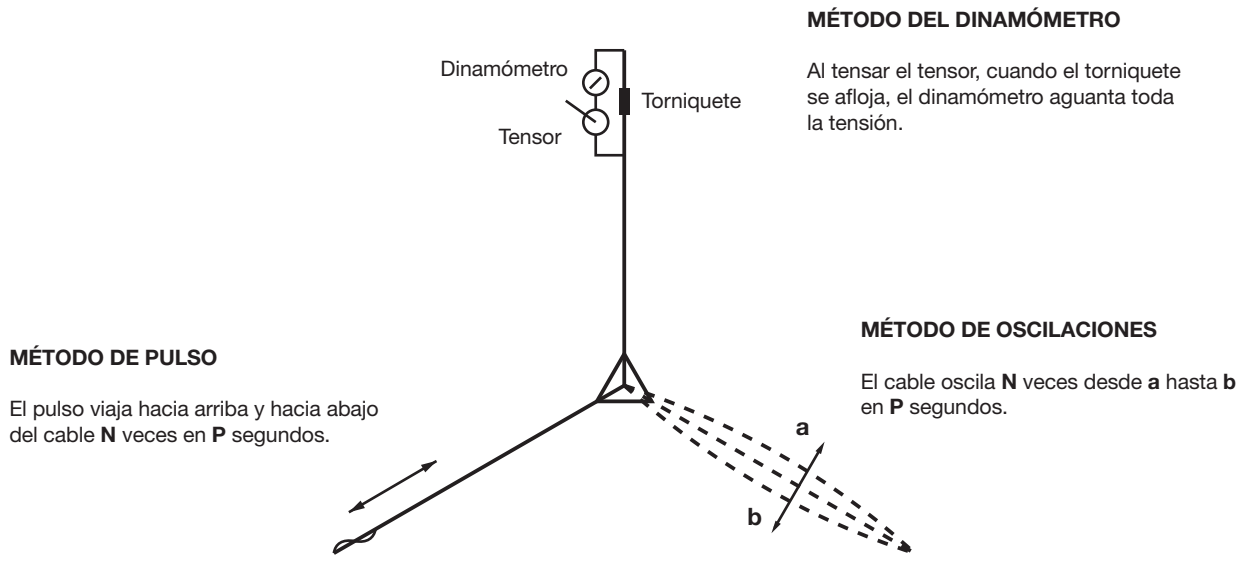


Fig. 6.- Método para medir la tensión inicial

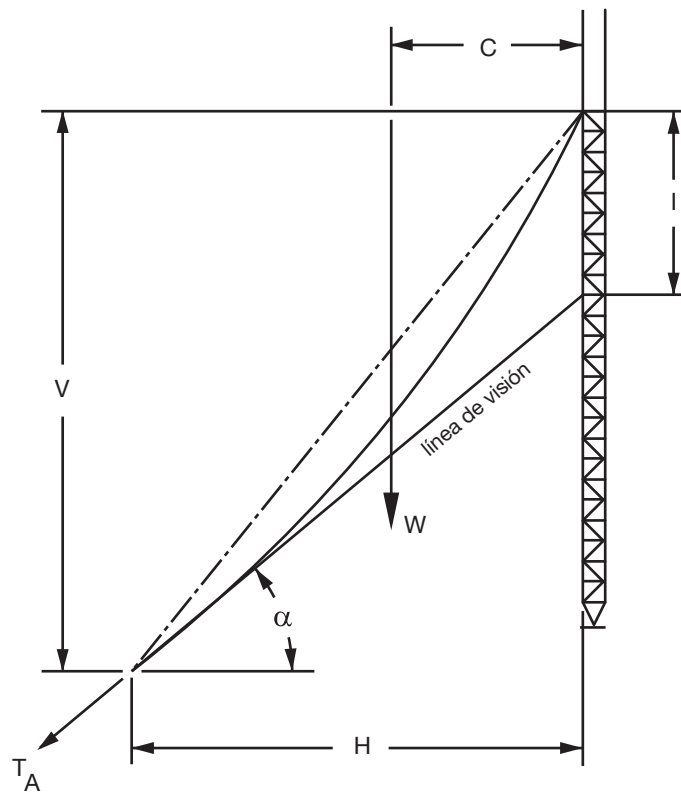


Fig. 7.- Método de la intersección de la tangente

ESPAÑOL

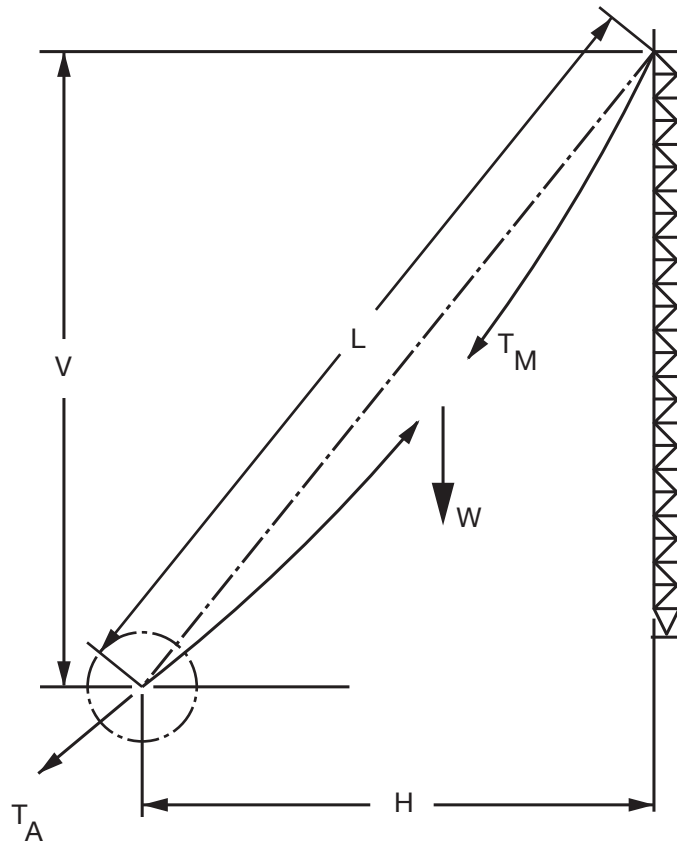


Fig. 8.- Relación entre tensión del cable de vientos en el punto de anclaje y a mitad del cable



## IMPORTANT

*The installation of masts must be calculated and carried out by specialised personnel and under their own responsibility. The assembling instructions provided in this document are indicators and the data provided in no way encumbers the manufacturer or makes them responsible. The manufacturer only guarantees the items they produce if and when these are used in the appropriate conditions.*

*It is necessary to carry out a tower installation plan for each specific location, where the individual requests as well as the recalculation of the foundations must be reconsidered in accordance with the relevant geotechnical study.*

*The towers must be assembled by competent personnel with climbing skills, using the compulsory safety measures to guarantee safety in high altitude work.*

## 1.- LOCATION

The calculations are based on a generic location in an exposed area with a basic wind speed of 160Km/h and taking into account a formation of ice of up to 1cm with a wind speed of 75Km/h.

At the same time we have also taken into account an admissible load resistance of 1.5Kg/cm<sup>2</sup>. (Compact terrain).

### Definitions:

**Basic wind speed:** It is the corresponding speed for the average of instant speeds (peak gusts of winds) measures by intervals T=3s. in open plan (diagram C) at the height of reference Z. = 10m which has a probability of exceeding once in 50 years.

**Exposure C:** Is the open area with disseminated obstacles and which height is less than 9.1 m. This category includes plains, grassland and al water surfaces in hurricane-prone regions.

## 2.- ADOPTED SOLUTION

The standards which have served as a basis for these calculations are the following:

- Standard NBE- EA-95 (Steel structures)
- Standard EHE-08 (Concrete)
- Standard TIA/EIA<sup>(1)</sup>-222-G.
- Standard NBE-MV-101

## 3.- RESULT

Standard ST37-2 steel structural hollow sections, S275JR Standard steel reinforcement rods and an F626 (S 235) steel sheet have been considered.

We have opted for a uniform structural design of all the tower sections, to make manufacturing and on site assembling easy.

## 4.- STRUCTURAL DEFINITION OF THE TOWER

The tower has a triangular base and is made up of standard elements, each measuring 3.0 m. Both the bottom section and those that follow are reinforced to guarantee the structural integrity of the tower.

Each element is made up of:

- 3 vertical mounting tubes.
- Horizontal bracing bars (inclined steel).

The horizontal section of the tower is a 45cm side equilateral triangle with shaft studs.

The horizontal bracing slabs are at 40cm.

The bottom section support of the tower is a joint design (see section 11. – Technical Information).

The tower is braced with guy wires at 120° (see diagram 2).

(1) TIA = Telecommunications Industry Association  
EIA = Electronic Industrials Association

5.- ASSEMBLING THE TOWER

Assembling the tower by sections.

This consists of fixing the bottom section onto the base and vertically aligning it. Subsequently the other middle sections are assembled, which will be fitted with the relevant guy wires; assembling is done by climbing up the fixed sections and hoisting up the section to be fixed with the aid of relevant lifting tools.

Climbing must be done with the appropriate security measures (safety harness, anchor strap, etc...) and not more than two consecutive sections should be left without bracing. When there are two sections without guy-wires, auxiliary guy-wires must be used to brace the sections throughout the assembling process.

The guy-wire tower will become aligned by adjusting the tension of the wires and by using practical alignment devices.

6.- REFERENCE DESCRIPTION

Reference	Description	Materials		Weight
3134	Oscillating M450 Tower Base.	(1) F626 (S 235) Steel 12 mm sheet Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn min. 340 N/m <sup>2</sup>	(2) Medium carbon steel (quenched and tempered).	15,4 Kg.

Reference	Description	Materials			Weight	Wind exposed surface
3130	<b>Reinforced</b> bottom section M450 Tower. In Red.	(1) ST37-2 Steel Ø 40 x 3 mm. Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) S 275JR Steel Ø 12 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	(3) F626 (S 235) Steel 12 mm sheet Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 340 N/m <sup>2</sup>	43,5 Kg.	0,495 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,594 m <sup>2</sup>

ENGLISH

Reference	Description	Materials		Weight	Wind exposed surface
3132	M450 Tower <b>reinforced</b> middle section. In red	(1) ST37-2 Steel Ø 40 x 3 mm Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) S 275JR Steel Ø 12 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	40,8 Kg.	0,517 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,621 m <sup>2</sup>
313201	M450 Tower <b>reinforced</b> middle section. In white.				

Reference	Description	Materials		Weight	Wind exposed surface
3131	M450 Tower middle section. In red.	(1) ST37-2 Steel Ø 38 x 2.6 mm Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) S 275JR Steel Ø 10 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	37,5 Kg.	0,473 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,568 m <sup>2</sup>
313101	M450 Tower middle section. In white.				

Reference	Description	Materials			Weight	Wind exposed surface
3133	M450 Tower upper section. In Red.	(1) ST37-2 Steel Ø 38 x 2.6 mm Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 360/510 N/m <sup>2</sup>	(2) S 275JR Steel Ø 10 mm Re min. 275 N/m <sup>2</sup> Rn. 410/560 N/m <sup>2</sup>	(3) F626 (S 235) Steel 15 mm sheet Re min. 235 N/m <sup>2</sup> Rn. 340 N/m <sup>2</sup>	34,5 Kg.	0,432 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,518 m <sup>2</sup>

Reference	Description	Materials	Weight
3144	M450 Tower U-bolt .	UNE 36065, B 400 SD corrugated steel Ø 20 mm	5 Kg.



7.- FOUNDATIONS

The foundations (which are merely a guide) have been estimated on an admissible load resistance of 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, although it may also be applicable to grounds with an admissible load resistance of 1kg/cm<sup>2</sup>

The cement used will have a minimum characteristic resistance load of 15 N/mm<sup>2</sup>. (HA-25) and the estimated control level is reduced.

Each footing will have upper and lower reinforcement.

***The following calculations must be reconsidered, depending on the specific location, geotechnical study and the level of control.***

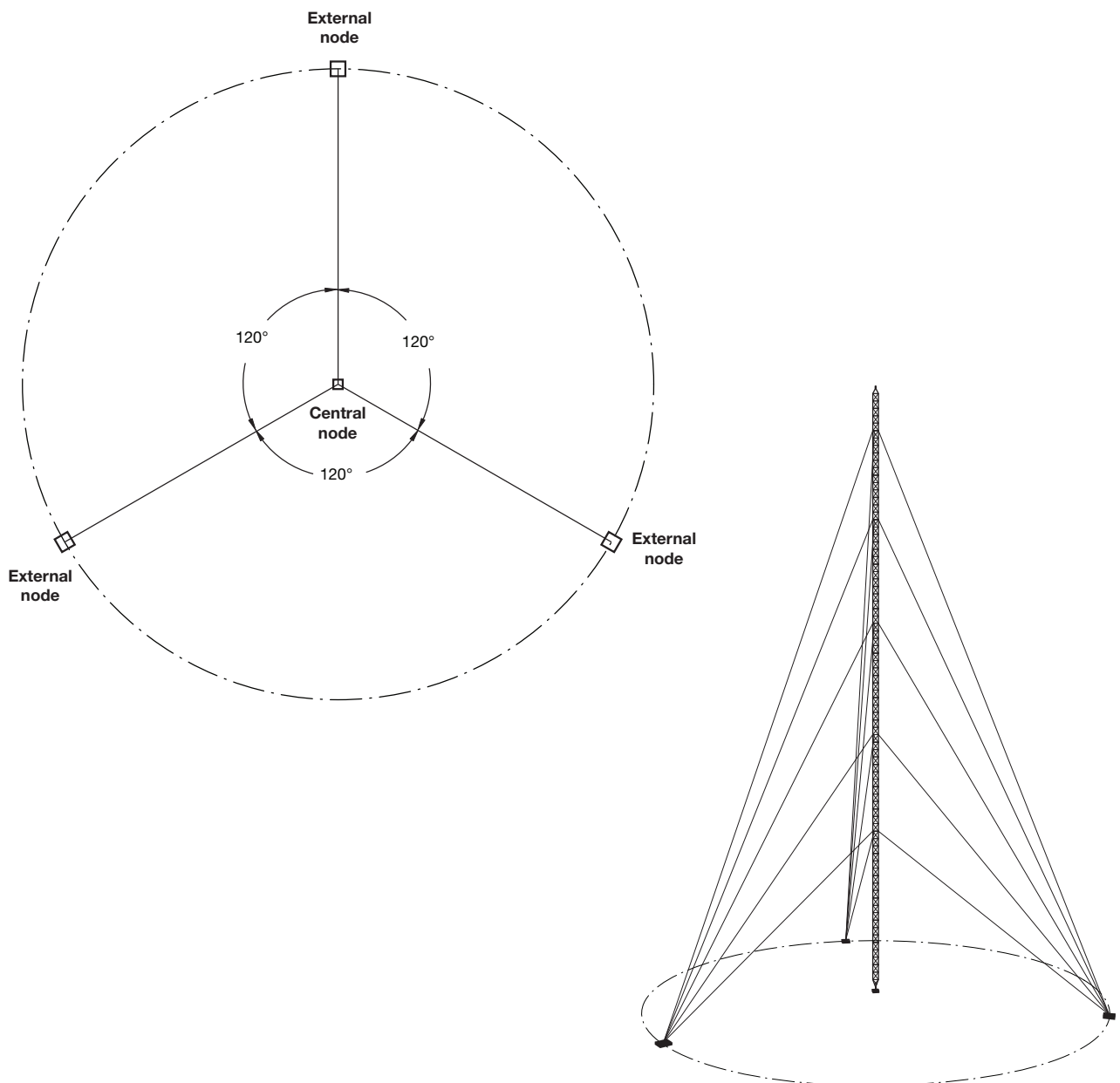
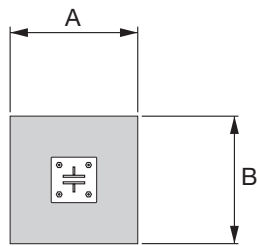


Diagram 2.- Footing distribution

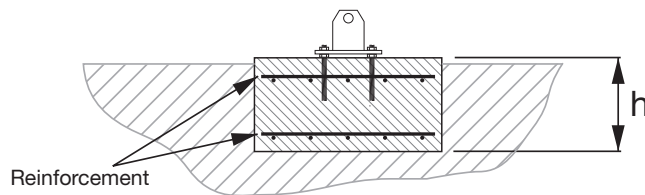
ENGLISH

FOOTINGS CHART (as guidance)							
Height (m)	Base footings (Central node)			Guy-wire footings (external node)			Reinforcement (UPPER # LOWER)
	Width "A" (cm)	Width "B" (cm)	Edge "h" (cm)	Width "A" (cm)	Width "B" (cm)	Edge "h" (cm)	
81	100	100	67	240	240	160	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
78	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
75	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
72	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
69	100	100	67	220	220	147	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
66	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
63	90	90	60	210	210 <td 140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20	
60	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
57	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20

Foundations for the tower base footings (Central node)

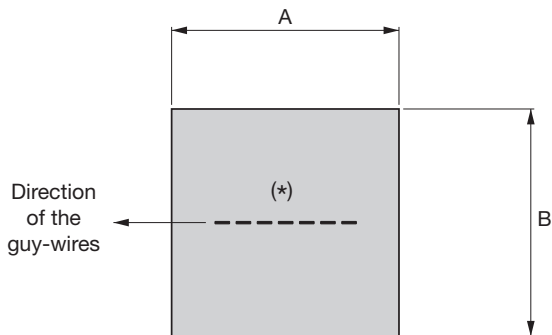


Plan view

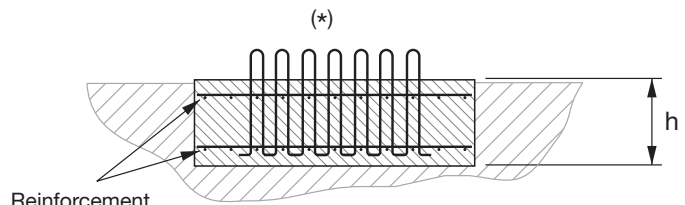


Side view

Foundation for guy-wire footings (External node)



Plan view



Side view

(\*) Place an U-bolt for every guy-wire.

Diagram 3.- Foundation details

8.- STRUCTURE (sections/ guy-wires)

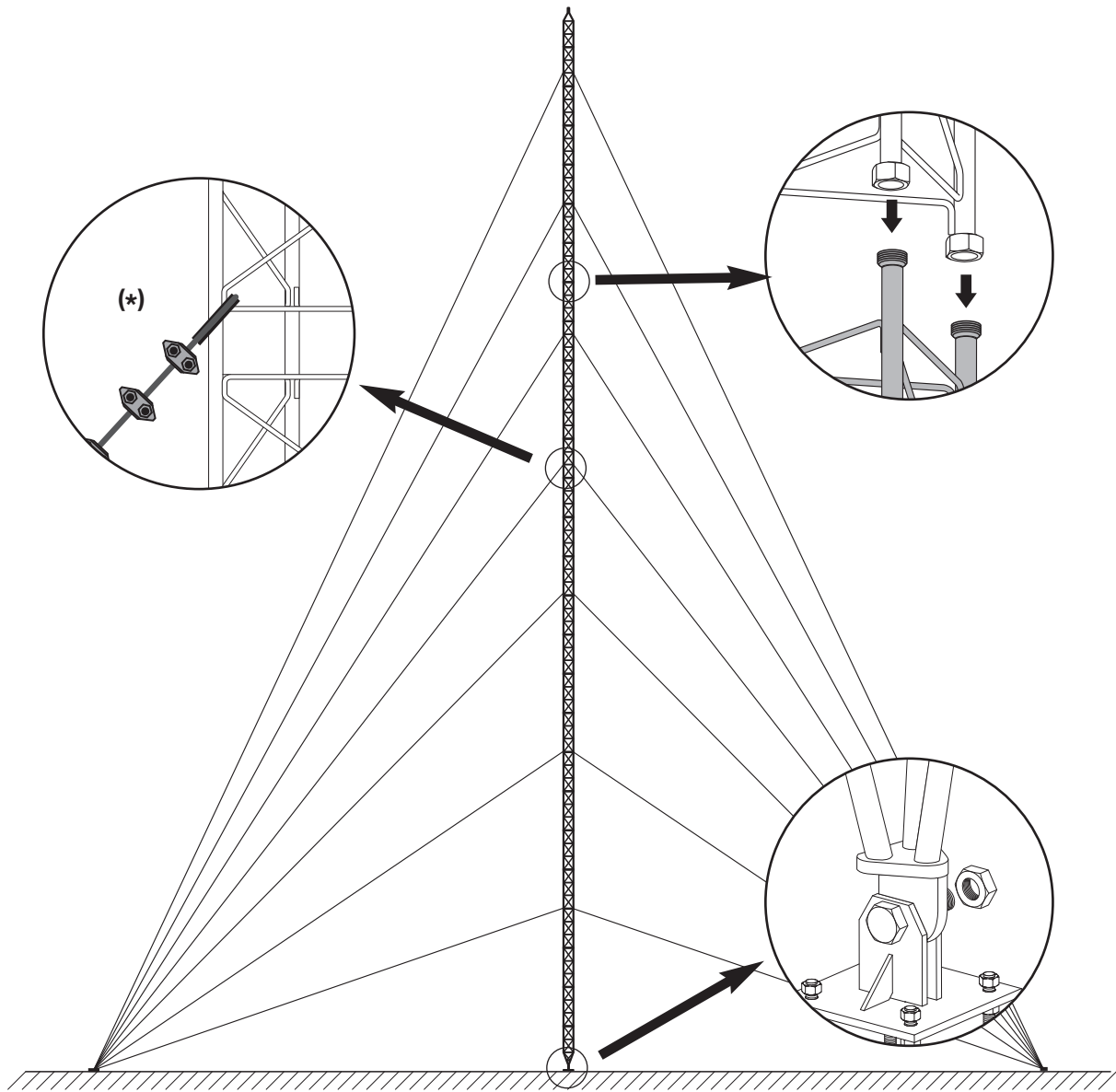
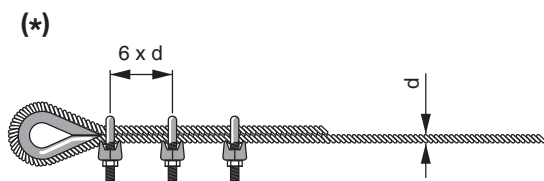


Diagram 4.- Tower assembling details and guy wire tension guide

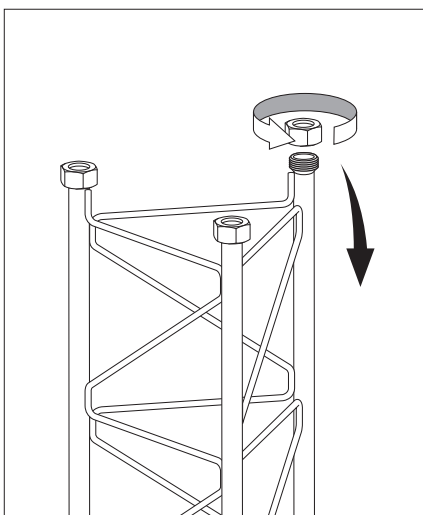
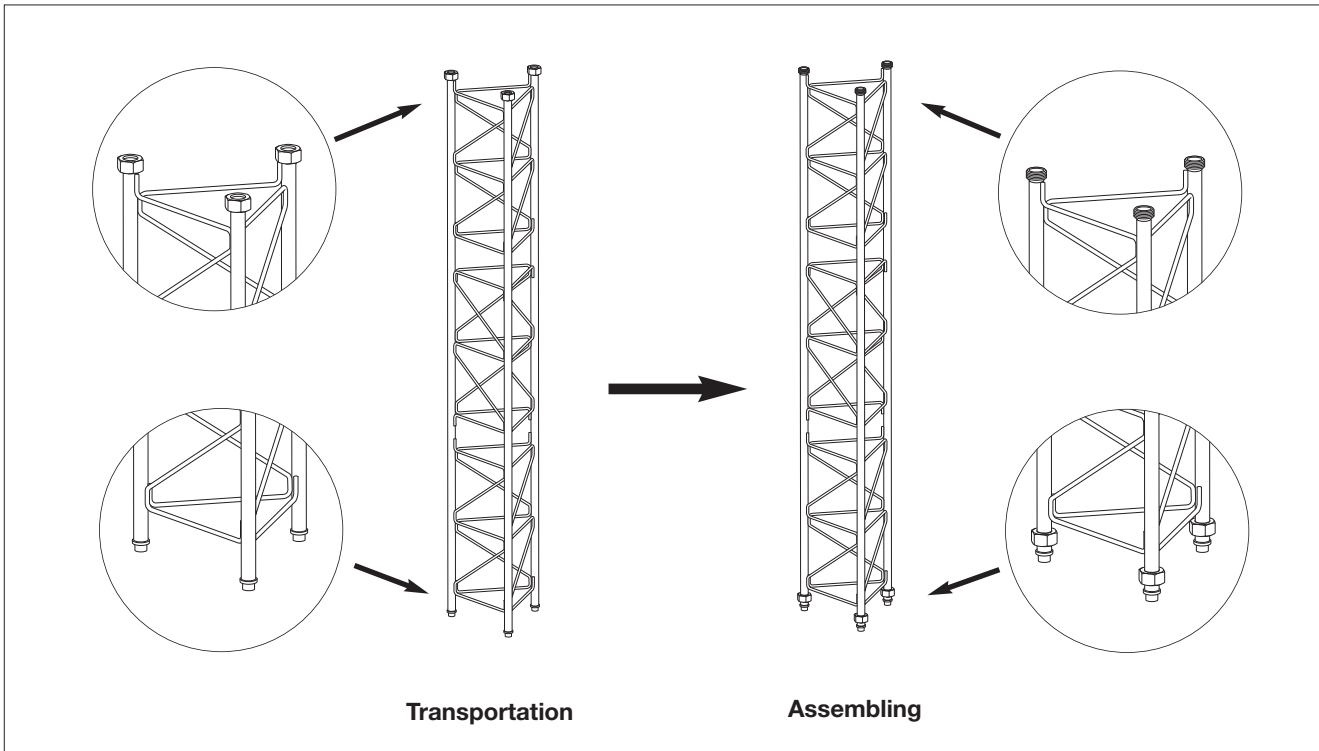


The cable clips must be retightened once the cable has undergone the first traction.

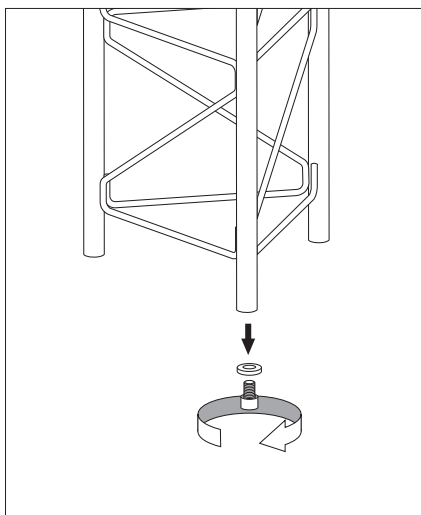
The body of the cable clamp must be fixed over the active part of the cable, as shown in the diagram.

ENGLISH

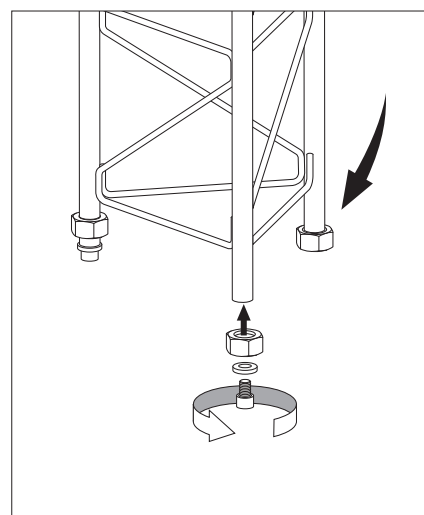
- To guarantee the state of the screw whilst handling the sections, these are provided with the nut bolt already in place.
- Once in their place and before assembling the tower, you must reposition the nut bolts in their relevant place on the opposite side of the section (see diagram 5).



Remove the nut bolts from their current positioning.



Remove the allen screws and metal rings.



Now re-attach the nut bolts, metal rings and allen screws.  
Par máximo de apriete: 400 Nm

**Note:** The nut bolts on the bottom section can be disposed of.

Diagram 5.- Nut bolt assembling details

## 9.- SIGNALLING

In accordance with the ICAO (International Civil Aviation Organisation), the sections must be assembled in alternating aeronautic colours, white and red, the latter being the colour of choice for the end sections, so it is easily identified during the day.

The sections can be mounted using more than one structure of the same colour after another, always maintaining the same proportion of colours (red/white – red, red/white, white – etc).

On towers which are more than 45m high, a night beacon system must also be fixed to it; this consists of three double lights in red, every 45m.

## 10.- IMPORTANT ADVICE

Although the tower is intended for temporary use and not as a permanent structure in a set location, a periodic control of the brace tension and to tighten the screws is required. We recommend doing this each year between the 1<sup>st</sup> of October and the 1<sup>st</sup> of January (for example).

We also recommend an inspection of the whole structure after strong wind or ice storms or any other extreme conditions.

Similarly, we also recommend a periodic inspection of the structure in areas with a high salt concentration (coastal areas) and in corrosive environments.

Dispose of sections which may have been damaged in transit, whilst assembling, whilst disassembling or throughout the lifespan of the tower.

Annual inspections and maintenance work where necessary must be carried out in the following instances.

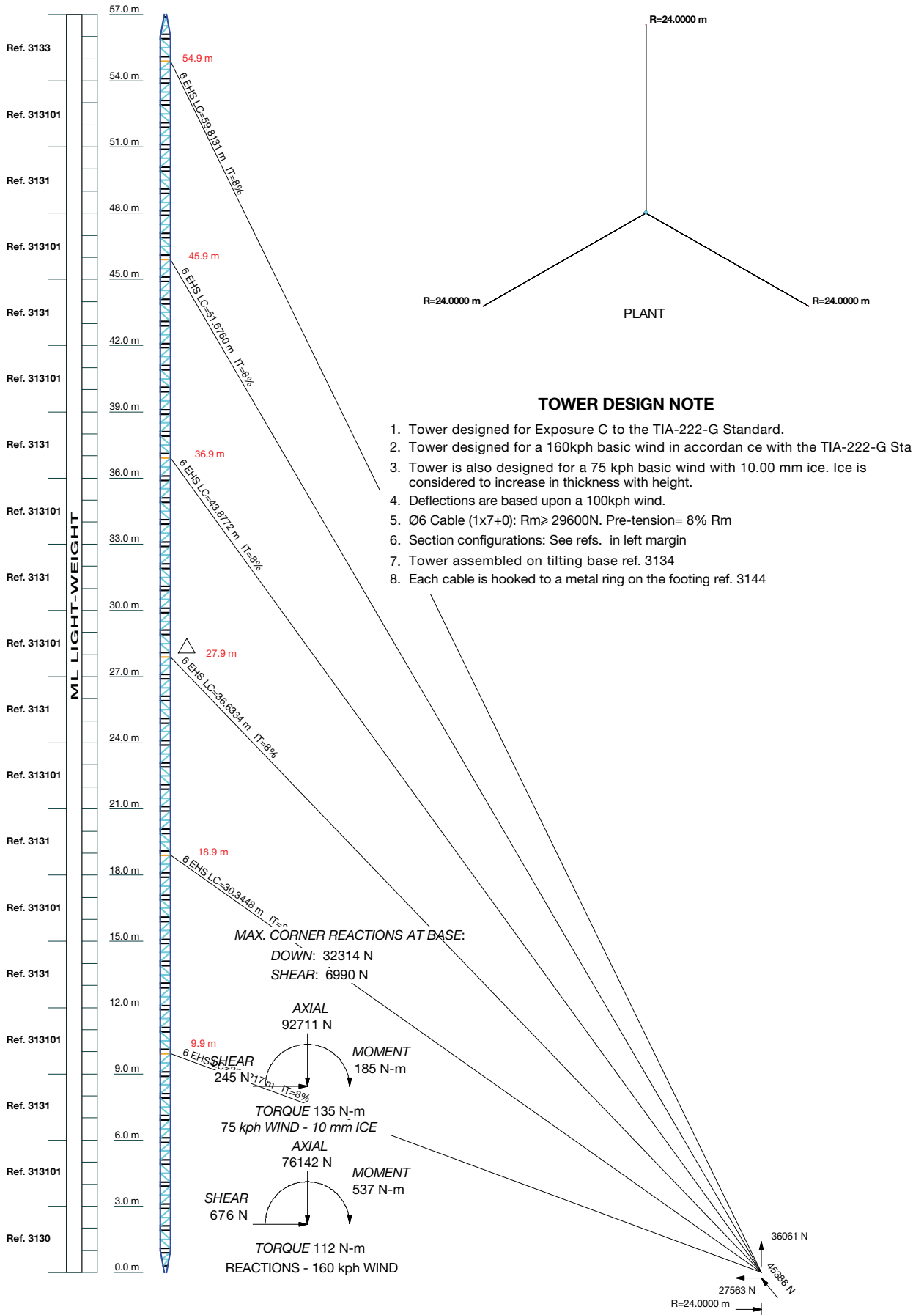
- Desalinations and deformities.
- Welding inspection.
- Paint inspection.
- Inspections of the cable connections.
- Cable inspection.
- Tension of the cables (measure\*).

\* The tension of the measuring cables is subject to small variations depending on wind and temperature. Do not measure or adjust cables in strong-wind conditions.

## 11.- TECHNICAL INFORMATION

Subsequently, you will find assembling examples for the tower at various heights, calculated with a specific software for tower designs.

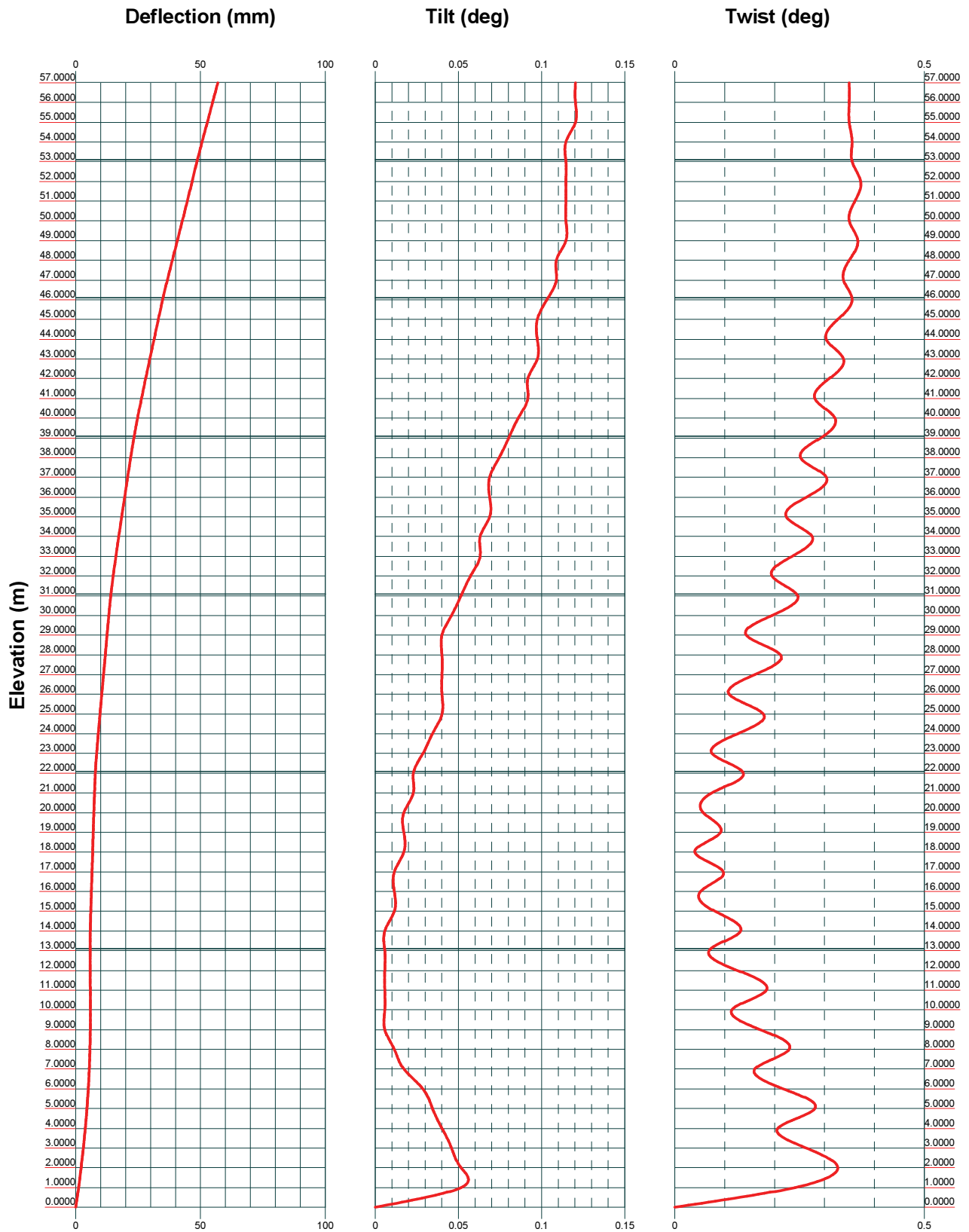
**Note:** For other assembling configurations (of various heights, for special conditions, etc), request the assembling examples.



Example of a tower design measuring 57m

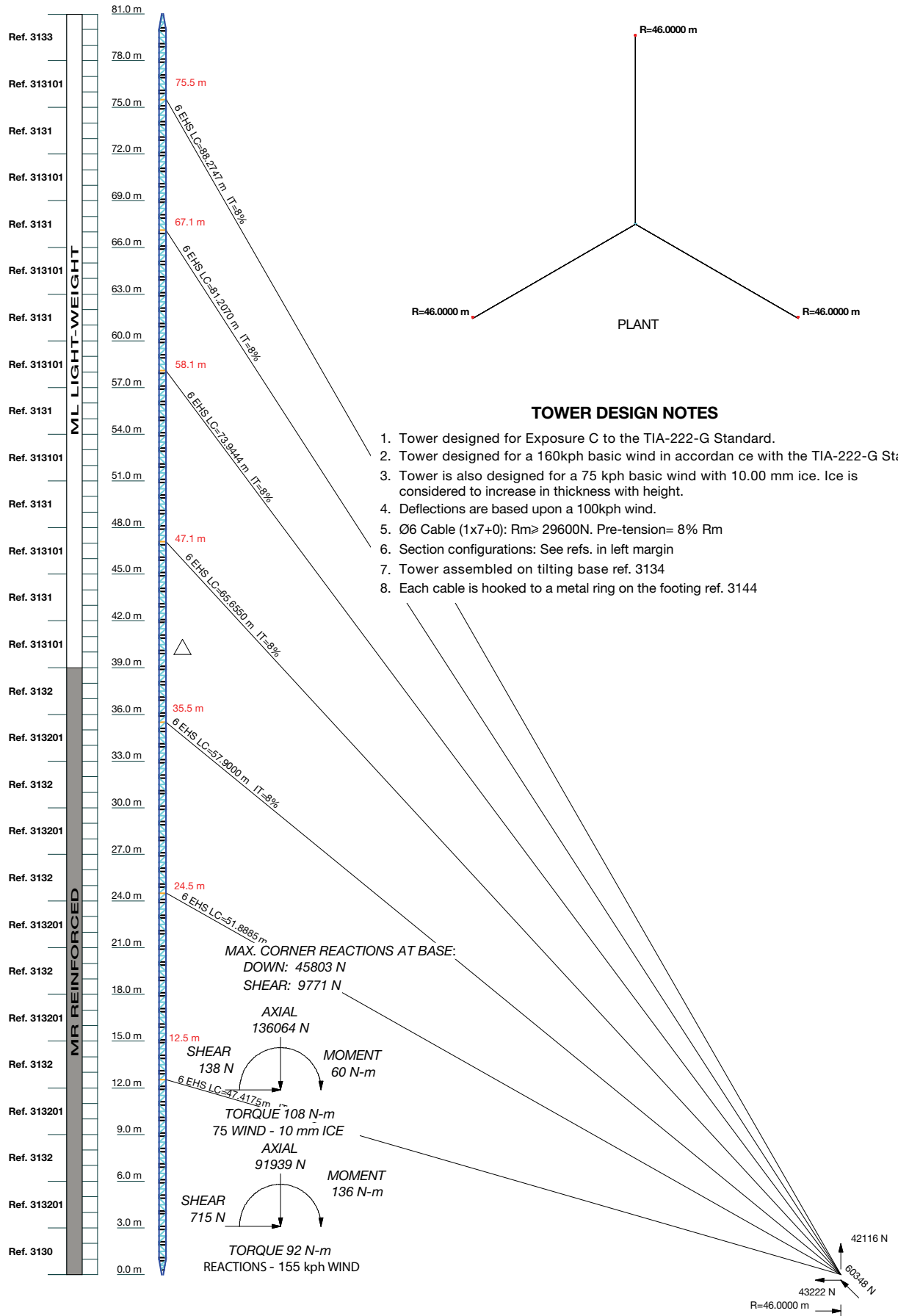
TIA-222-G - Service - 100 km/h

Maximum Values



Example of the tower behaviour at 57m

ENGLISH

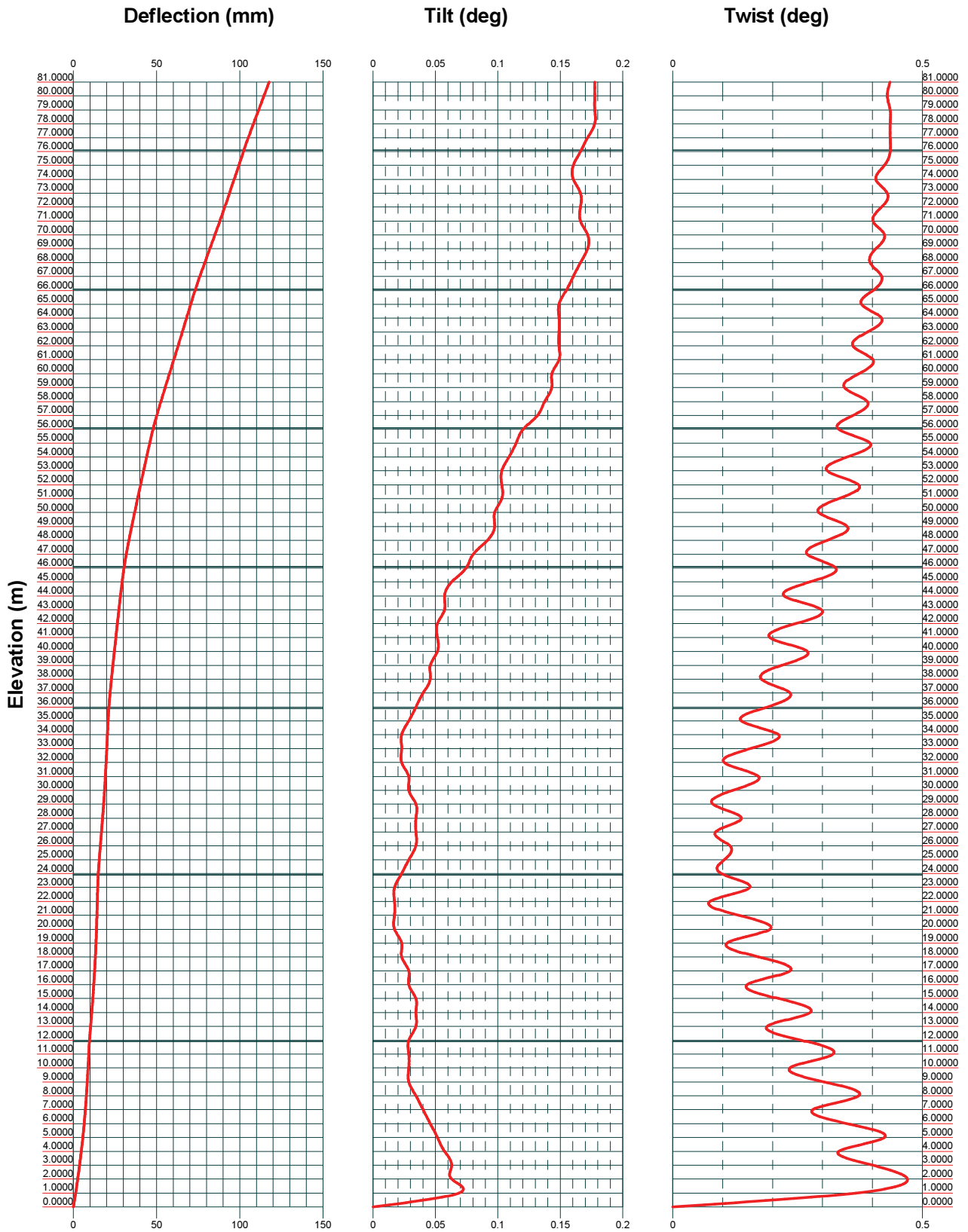


Example of a tower design measuring 81m



TIA-222-G - Service - 100 km/h

Maximum Values



Example of the tower behaviour at 81m

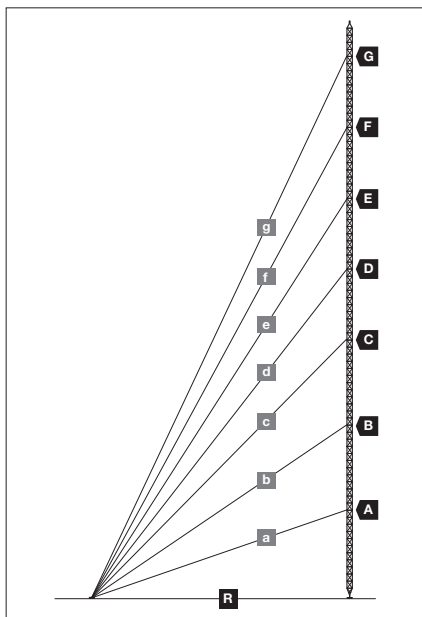
ENGLISH

Height (m)		57		60		63		66		69		72		75		78		81			
COMPOSITION		Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.	Qty.	Ref.		
	Base	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134	1	3134
	Bottom section (Red)	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130	1	3130
	Reinforced middle section (Red)	0	3132	0	3132	0	3132	0	3132	1	3132	3	3132	5	3132	5	3132	6	3132	6	3132
	Reinforced middle section (White)	0	313201	0	313201	0	313201	0	313201	2	313201	4	313201	5	313201	6	313201	6	313201	6	313201
	Light-weight middle sect. (Red)	8	3131	9	3131	9	3131	10	3131	9	3131	8	3131	6	3131	7	3131	6	3131	6	3131
	Light-weight middle sect. (White)	9	313101	9	313101	10	313101	10	313101	9	313101	7	313101	7	313101	6	313101	7	313101	7	313101
Top section (Red)	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	1	3133	

LOADS	Vertical load on base in N (Kg)	92711 (9460,31)	94088 (9600,82)	98301 (9214,39)	100746 (10280,2)	118094 (12050,41)	123799 (12632,55)	128181 (13079,69)	131350 (13403,06)	136947 (13974,18)
	Horizontal load on base in N (Kg)	676 (68,98)	733 (74,8)	633 (64,59)	743 (75,81)	706 (72,04)	889 (90,71)	829 (84,59)	826 (84,29)	818 (83,46)
	Maximum momentum on base in N x m (Kg x m)	537 (54,8)	736 (75,1)	37 (3,78)	70 (7,14)	50 (5,1)	102 (10,41)	122 (12,45)	139 (14,18)	153 (15,61)
	Vertical pull on the external footings in N (Kg)	36061 (3679,69)	36912 (3766,53)	38279 (3906,02)	35704 (3643,26)	43113 (4399,29)	40285 (4110,71)	41607 (4245,61)	41958 (4281,43)	44578 (4548,77)
	Horizontal pull on the external footings in N (Kg)	27563 (2812,55)	28669 (2925,41)	30421 (3104,18)	33120 (3379,59)	37126 (3788,37)	40983 (4181,94)	42850 (4372,45)	44844 (4575,92)	46424 (4737,14)

ANCHORAGE	Height (in m) from base to points A, B, C, D, E, F, and G.	A	9,9	9,9	9,9	10,9	10,1	12,1	12,1	12,1	12,5	
		B	18,9	18,9	19,9	20,9	20,1	22,1	23,1	23,1	23,1	24,5
		C	27,9	27,9	30,9	30,9	29,1	31,1	33,1	34,1	34,1	35,5
		D	36,9	36,9	39,9	40,9	38,1	41,1	43,1	44,1	44,1	47,1
		E	45,9	45,9	48,9	50,9	47,1	50,1	52,1	54,1	54,1	58,1
		F	54,9	54,9	57,9	60,9	56,1	59,1	61,1	63,1	63,1	67,1
		G	-	-	-	-	65,1	68,1	70,1	72,1	72,1	75,5
	Distance (in m) between the centres Tower base-guy-wire anchorage	R	24	25	27	33	32	40	42	45	46	

GUY-WIRES	N° of guy-wires	18	18	18	18	21	21	21	21	21	
	Diameter Ø (mm)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)	6 (1x7+0)
	Total length (in m) of the guy-wire cable (diagonal theory).	a	25,72	26,64	28,51	34,50	33,30	41,54	43,45	46,34	47,41
		b	30,34	31,13	33,33	38,84	37,56	45,47	47,70	50,35	51,88
		c	36,63	37,28	40,86	45,01	43,06	50,46	53,27	56,25	57,90
		d	43,87	44,42	48,03	52,39	49,58	57,17	59,99	62,82	65,65
		e	51,67	52,14	55,73	60,52	56,79	63,94	66,75	70,20	73,94
	Break load of the cable 29.600N.	f	59,81	60,21	63,77	69,14	64,45	71,21	73,99	77,35	81,20
g		-	-	-	-	72,42	78,84	81,58	84,85	88,27	
Pre-tension in N (8% Rm)	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	2368	



## 12.- MEASURING GUY TENSIONS (Normative)

This paragraph provides guidelines for field measuring guy tensions. There are two basic methods for measuring guy initial tensions in the field: the **direct** method and the **indirect** method.

### The Direct Method (see figure 6)

A dynamometer (load cell) with a length adjustment device, such as a come-along, is attached to the guy system by clamping onto the guy just above the turnbuckle and onto the anchor shaft below the turnbuckle.

The come-along is then tightened until the original turnbuckle begins to slacken. At this point the dynamometer carries all of the guy load to the anchor, and the guy tension may be read directly off the dynamometer dial.

One may use this method to set the correct tension by adjusting the come-along until the proper tension is read on the dynamometer. The control points are marked, one above the clamping point on the guy and one on the anchor shaft, and the control length is measured. The dynamometer and come-along are then removed, and the original turnbuckle is adjusted to maintain the control length previously measured.

### The Indirect Method

There are two common techniques for the indirect measurements of guy initial tensions; the **pulse or swing** method (vibration) and the **tangent intercept or sag** method (geometry).

#### 1.- The Pulse Method (see figures 6 and 8)

One sharp jerk is applied to the guy cable near its connection to the anchor causing a pulse or wave to travel up and down the cable. On the first return of the pulse to the lower end of the guy cable the stopwatch is started. A number of returns of the pulse to the anchor are then timed, and the guy tension is calculated from the following equations:

$$T_M = \frac{WLN^2}{5.94P^2}$$

$$T_A = \sqrt{\left(T_M - \frac{WV}{2L}\right)^2 + \left(\frac{WH}{2L}\right)^2}$$

where:

$T_A$  = guy tension at anchor, in Newton.

$T_M$  = guy tension at mid-guy, in Newton.

$W$  = total weight of guy, including insulators, etc., in Newton.

$L$  = guy chord length, in m.

$$L = \sqrt{H^2 + V^2}$$

$H$  = horizontal distance from guy attachment on tower to guy attachment at anchor, in m.

$V$  = vertical distance from guy attachment on tower to guy attachment at anchor, in m.

$N$  = number of complete pulses or swings counted in  $P$  seconds.

$P$  = period of time measured for  $N$  pulses or swings, seconds.

Instead of creating a pulse that travels up and down the guy, one may achieve the same result by causing the guy cable to swing freely from side to side while timing  $N$  complete swings. The formulas given above will also apply for this approach.

**2.- The Tangent Intercept Method (see figure 7)**

A line of sight is established which is tangential to the guy cable near the anchor end and which intersects the tower leg a distance (tangent intercept) below the guy attachment point on the mast. This tangent Intercept distance is either measured or estimated and the tension is calculated from the following equation:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

where:

C = distance from guy attachment on tower to the center of gravity of the weight **W**, in m.

I = tangent intercept, in m.

If the weight is uniformly distributed along the guy cable, **C** will be approximately equal to H/2. If the weight is not uniformly distributed, the guy may be subdivided into **n** segments and the following equation may be used:

$$T_A = \frac{S \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

where:

$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i$$

$W_i$  = weight of segment **i**, in Newton.

$C_i$  = horizontal distance from the guy attachment on the tower to the center of gravity of segment, in m.

N = number of segments

If the intercept is difficult to establish, one may use the guy slope at the anchor end with the following equation:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

where:

a = guy angle at the anchor (see figure 7)

I = V - H tan α

and

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

WC may be replaced with S.

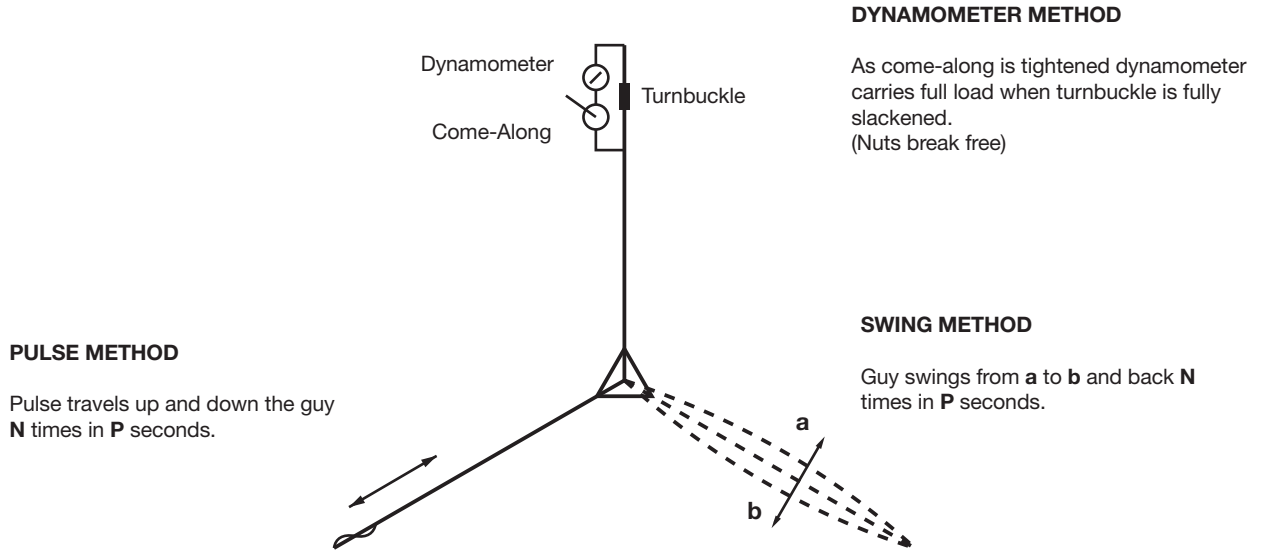


Fig. 6.- Method of Measuring Initial Tension

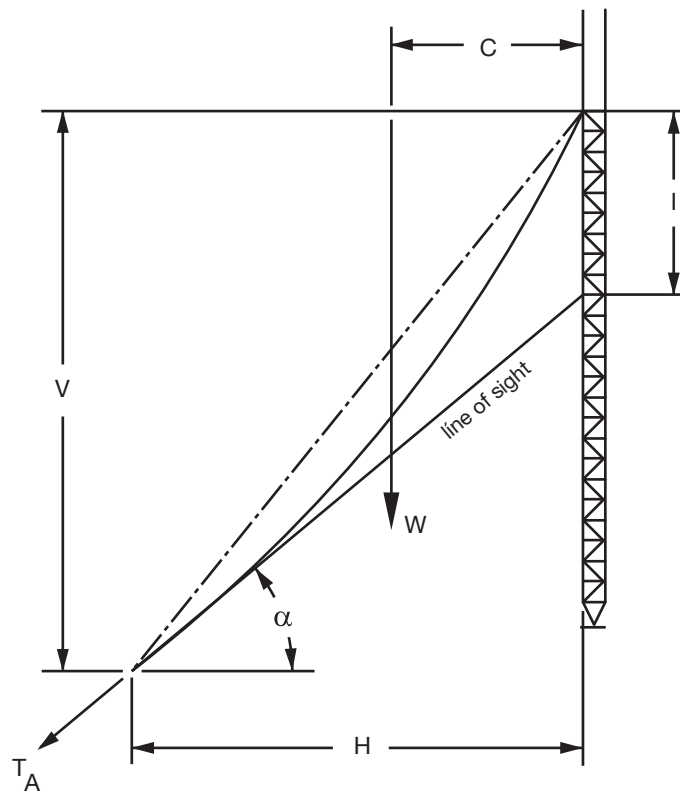


Fig. 7.- Tangent Intercept Method

ENGLISH

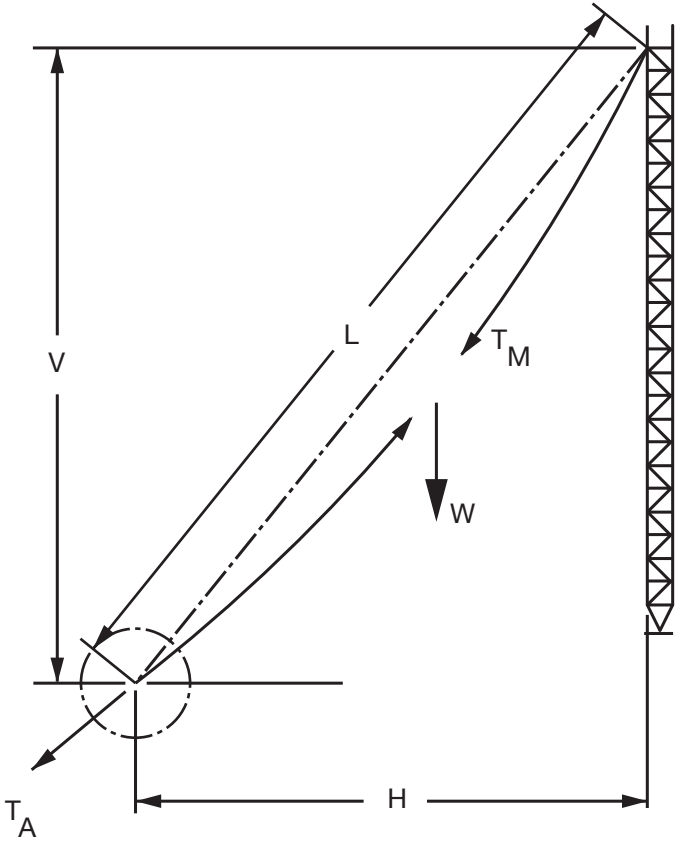


Fig. 8.- Relationship Between Guy Tension at Anchor and at Mid-Guy



# RED COMERCIAL - COMMERCIAL NETWORK

**UNITED KINGDOM**  
TELEVES (UK) Ltd.  
11 Hill Street Industrial Estate  
Cwmbran, Gwent NP44 7PG  
UNITED KINGDOM  
Telephone: +44 1633 875821  
Fax: +44 1633 866311  
EMail: televes.uk@televes.com

**FRANCE**  
TELEVES FRANCE Sarl  
1 Rue Louis de Broglie  
Parc d'Activités de l'Esplanade  
77400 St. Thibault des Vignes  
FRANCE  
Telephone: +33 1 6035 9210  
Fax: +33 1 6035 9040  
EMail: televes.fr@televes.com

**GERMANY**  
PREISNER KOMMUNIKATIONSTECHNIK GmbH  
An den Kiesgruben 6, 73240 Wendlingen  
DEUTSCHLAND  
Telephone: +49 7024 55358  
Fax: +49 7024 6295  
EMail: televes.de@televes.com

**USA**  
TELEVES USA LLC.  
9800 Mount Pyramid Court, Suite 400  
80112 Englewood, CO  
USA  
Telephone : +1 303 256 6767  
Fax : +1 303 256 6769  
EMail: televes.usa@televes.com

**PORTUGAL**  
TELEVES ELECTRONICA PORTUGUESA  
Via Dr. Francisco Sa Carneiro, Lote 17  
Zona Ind. Maia 1 Sector X  
4470 Barca-Maia-Porto  
PORTUGAL  
Telephone: +351 22 94 78900  
Fax: +351 22 94 78900  
EMail: televes.pt@televes.com

**ITALY**  
TELEVES ITALIA Srl.  
Via Liguria 24  
2068 Peschiera Borromeo (MI)  
ITALIA  
Telephone: +39 02 5165 0604  
Fax: +39 02 5530 7363  
EMail: televes.it@televes.com

**MIDDLE EAST**  
TELEVES MIDDLE EAST FZE  
P.O. Box 17199 Jebel Ali Free Zone  
Dubai  
UNITED ARAB EMIRATES  
Telephone: +971 48 834 344  
Fax: +971 48 834 644  
EMail: televes.me@televes.com

**CHINA**  
TELEVES CHINA  
Unit 207-208, Building A, No 374  
Wukang Rd, Xuhui District  
200031 Shanghai  
CHINA (P.R.C.)  
Telephone: +86 21 6126 7620  
Fax: +86 21 6466 6431  
EMail: shanghai@televes.net.cn

- \* Oficinas Centrales / Head Office
- Delegaciones / Subsidiaries

## Sucursales / Distributors

Para conocer nuestra red de sucursales en el mundo, le rogamos consulte en nuestra pagina web  
Please visit Televes web site to find your nearest Official Distributor

# Televes

Rúa Benéfica de Conxo, 17  
15706 - Santiago de Compostela  
ESPAÑA (SPAIN)

Tel: +34 981 52 22 00 - Fax: +34 981 52 22 62  
televes@televes.com - www.televes.com



01030155-002

