

Optimización de una torre de telecomunicaciones autosoportada.

Optimization of self-supporting telecommunication towers.

Presentación: 17/10/2023

Jonatán Cuatrín

UTN FRRa Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela – Grupo GIAMNCI
jonatancuatrin@gmail.com

Lautaro Enrici

UTN FRRa Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela – Grupo GIAMNCI
lautaroenrici@gmail.com

Alejo Ferrero

UTN FRRa Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela – Grupo GIAMNCI
alejoferrero77@gmail.com

Resumen

El presente proyecto tiene como objeto el diseño, cálculo y optimización de una torre metálica autosoportada de telecomunicaciones. Para ello se plantearon tres modelos distintos de torres; construidas con barras de acero de bases de sección triangular, con una altura de 30 metros. Para el análisis se tomó como ubicación referencial a la ciudad de Rafaela, Santa Fe. Se aplicaron las normativas vigentes del CIRSOC 306 (Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Antenas) y CIRSOC 102 (Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones). El trabajo será llevado a cabo con el uso de los programas de cálculo RFEM 5 y RWIND SIMULATION en su versión educativa campus.

Palabras clave: torres autosoportadas, CIRSOC 102, CIRSOC 306.

Abstract

The purpose of this project is the design, calculation and optimization of a self-supporting metal telecommunication tower. For this, three different models of towers were proposed; Built with steel bars with triangular section bases, with a height of 30 meters. For the analysis, the city of Rafaela, Santa Fe was taken as a reference location. The current regulations of CIRSOC 306 (Argentine Regulation of Steel Structures for Antennas) and CIRSOC 102 (Argentine Regulation of Wind Action on Constructions) were applied. The work will be carried out with the use of the calculation programs RFEM 5 and RWIND SIMULATION in its campus educational version.

Keywords: self-supporting towers, CIRSOC 102, CIRSOC 306.

Introducción

En la actualidad la tecnología de las comunicaciones se ha desarrollado aceleradamente por lo que juegan un papel cada vez más importante en la sociedad. El aumento de los canales televisivos y el avance de la telefonía celular y convencional inalámbrica han ampliado la necesidad de aprovechar mejor las torres de telecomunicaciones que funcionan como soportes de antenas. También han demandado el surgimiento de nuevas estructuras destinadas a cumplir dicha función (Rodríguez Reinoso, 2015).

La afectación de estas torres es un grave problema por su función dentro de la red de comunicación, ya que el rápido desarrollo de la tecnología ha generado mucha demanda en el uso de la comunicación inalámbrica. Dada su importancia social y económica, es indispensable que estas estructuras resistan los eventos naturales que las ponen en riesgo, principalmente aquéllos relacionados con el viento. Si resultan afectadas, representarían pérdidas económicas por la interrupción del servicio, material dañado y alteración de la vida diaria de la comunidad (Luna Andonegui, 2019).



figura 1: Colapso de torre (Rodríguez Reinoso, 2015)

Las torres metálicas auto soportadas son las que permiten el soporte de las antenas de telecomunicación. Estas presentan ventajas como su estabilidad inherente y habilidad para distribuir cargas eficientemente, aprovechando el espacio sin requerir elementos adicionales (cables, tirantes, etc.) por lo que estas torres son especialmente útiles en áreas urbanas densas donde el espacio es escaso y valioso. Además, ofrecen la capacidad de alcanzar alturas notables. Sin embargo, su diseño más complejo y su susceptibilidad al viento en alturas pueden aumentar los costos. (Larriva Rodríguez, 2016).

En el presente trabajo se está desarrollando el diseño y cálculo de una torre auto soportada en la ciudad de Rafaela, debido al gran incremento demográfico de la ciudad, lo que provoca la inutilidad de otros tipos de torres (atirantadas, monocolumnas). La misma fue sometida al viento, donde se analizó las tensiones y deformaciones provocadas en la estructura, buscando y optimizando la torre mediante distintos tipos de ensamblados diagonales, uniones y materiales utilizados en las barras.

Metodología

La estructura consta de una estructura regular de 3 lados (reduce una cara menos que la cuadrada); 4,67m de lado en la base y 2m de lado en la parte superior. La torre está constituida por 5 tramos de sección triangular de 6 m metros de altura cada uno, dando un conjunto total de 30 metros de altura.

Materiales: se adoptaron perfiles ángulos según norma IRAM-IAS U 500-558 para todos los elementos de la estructura. Las placas de unión de barras se diseñaron utilizando acero F-24, la bulonería es de calidad A325M.

Cargas de diseño: incluye el peso propio de la torre: elementos primarios que conforman el ensamble de la estructura como las diagonales, horizontales, placas de unión, montantes y tornillería.

También se incluyen elementos no estructurales, como: la escalera de acceso, bandeja porta cable, antenas.

Escalera de acceso: es un elemento fijo a lo largo de toda la torre y permite el acceso a la misma, pudiendo ir situada fuera o dentro de la estructura.

El reglamento CIRSOC 306 en el inciso 12.4 recomienda una mínima carga nominal sobre las escaleras de 2,2 kN verticales y 0,45 kN horizontales aplicadas simultáneamente, concentradas en la ubicación más desfavorable entre puntos de fijación a la estructura consecutivos. En la estructura la carga se aplicó en el tramo superior de la torre, ya que genera mayor momento.

Bandeja porta cables: es un elemento fijo a lo largo de toda la torre que permite llevar los cables de alimentación que interconectan los equipos de la planta con la parte superior. Se adopto la carga máxima de 3kN/m que resiste una bandeja según proveedor (catálogo de Samet, ver figura 2).

ENSAYO DE CARGA Load Test

CÓDIGO Ref.Cod	Flecha (mm)	CTA (kg/m)	Flecha (mm)	CTA (kg/m)	Flecha (mm)	CTA (kg/m)	Flecha (mm)	CTA (kg/m)	Flecha (mm)	CTA (kg/m)
TRES-150-065-18-Z	6.5	300								
TRES-300-065-18-Z	7.3	300								
TRES-450-065-18-Z	8.1	300								
TRES-600-065-18-Z	9.8	300								
TRES-150-090-18-Z	7.6	400								
TRES-300-090-18-Z	8.5	400								
TRES-450-090-18-Z	8.8	400								
TRES-600-090-18-Z	11.5	400								
			1.5	1.75	2	2.25	2.5			

Ensayo según norma IEC 61537:2006 -APARTADO 10.3
 Effort test accord with the IEC 61537:2006 standard - Section 10.3.

Tabla 1: Catálogo Samet de tipos y cargas de bandejas porta cables

Antenas: son del tipo RF (radio frecuencia) y tipo MW (microondas parabólicas). Se utilizó el catálogo YUMPU (ver tabla 3). La carga máxima de 3.803kN aplicados en el medio del tramo de la parte superior.

Top View

*Dimensions = Inches/cm

Antenna Windloading	2' (60 cm)	3' (90 cm)	4' (120 cm)
Fs max	202 lbs. (905N)	Fs max 403 lbs. (1800N)	Fa max 737 lbs. (3290N)
Fs max	100 lbs. (445N)	Fs max 200 lbs. (890N)	Fs max 365 lbs. (1630N)
MT max	194 lbs. (260Nm)	MT max 344 lbs. (530Nm)	MT Max 784 lbs. (1055Nm)
SP Series Windloading			
	Without Radome	Without Radome	Without Radome
Fa max	222 lbs. (988N)	Fa max 492 lbs. (2189N)	Fa max 855 lbs. (3803N)
Fs max	14 lbs. (62N)	Fs max 40 lbs. (178N)	Fs max 45 lbs. (200N)
MT max	225 lbs. (305Nm)	MT max 545 lbs. (732Nm)	MT Max 1120 lbs. (1500Nm)

Tabla 2: Catálogo YUMPU indicando tipos y cargas de antenas

Viento: la acción del mismo está en función de su dirección, velocidad, densidad del aire y de la forma del objeto sobre el que actúa.

Se deberá considerar la situación que genere la sollicitación mas desfavorable. Se adopto una hipótesis de cálculo de un paso de viento cada 30 grados.

Los parámetros de viento fueron tomados del reglamento CIRSOC 306 en el inciso 2.6 y son:

Velocidad básica del viento V: 49 m/s

Factor de probabilidad de dirección de viento Kd: 0.85 (obtenido de tabla 2.2 cirsoc 306)

Constante del terreno Ke: 1,00

Factor de efecto de ráfaga G: 0.85

Factor topográfico Kzt: 1,00

Dependiendo del tipo de torre, tendrá distintos tipos de antenas. Para esta primera instancia de diseño, Se adoptaron tres secciones planas de forma vertical unidas entre sí, en la parte superior, para adoptar una sección mayor al viento como se muestra en la figura 4 a continuación. Al aplicar este principio en el diseño, se generó un efecto mayorado del viento.

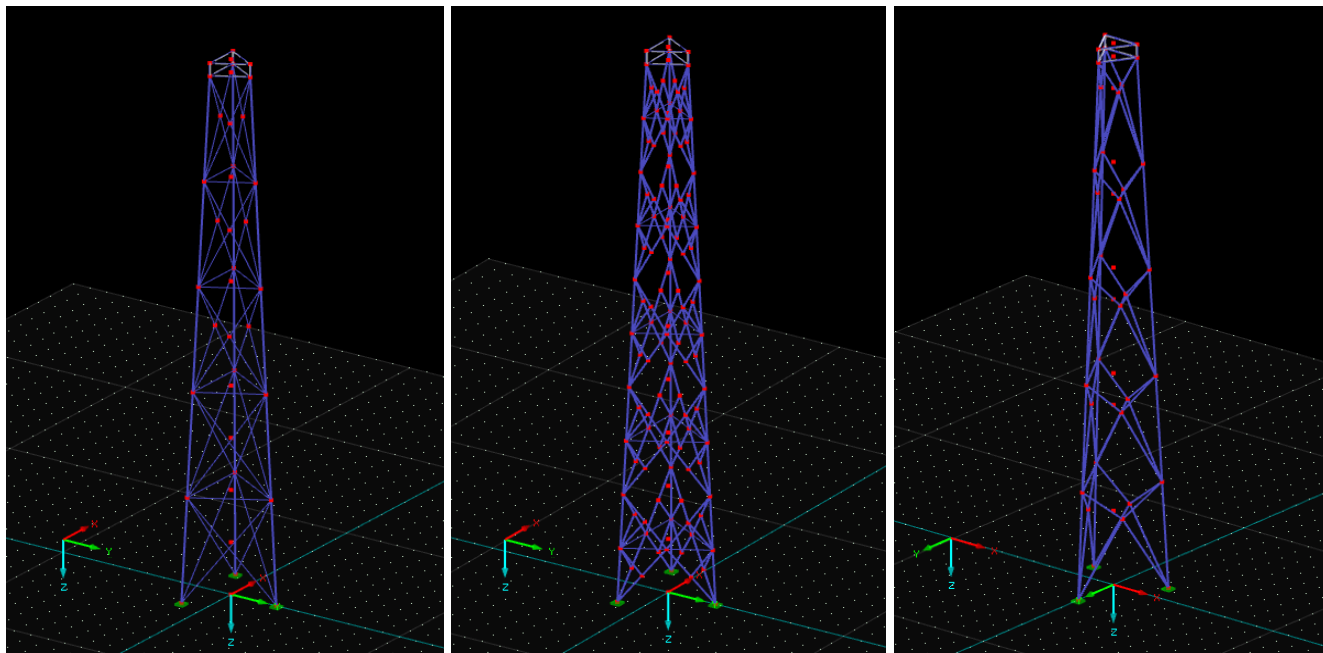


Figura 4: Modelación de las tres torres en RFEM 5.

Los esfuerzos obtenidos serán utilizados posteriormente para llevar a cabo el diseño de cada uno de los elementos que componen la estructura final.

Actualmente estamos en la etapa de carga de solicitaciones.

De los resultados obtenidos surge el material que permite la búsqueda de una estructura optimizada.

Conclusiones

Hemos advertido que el reglamento ofrece una orientación general. La primera conclusión es la necesidad de recurrir a bibliografía especializada mas allá de las normativas vigentes.

Aún no disponemos de valores del modelado, ya que se encuentra en proceso, sin embargo, tenemos una estructura que gracias a trabajos de investigadores y autores previos (Larriva, 2015) y (Andonegui, 2019) esperamos pueda optimizar las torres existentes. Como una segunda conclusión, destacamos la importancia de tomar decisiones apoyadas en informes previos.

Como tercera conclusión que surge del análisis de las combinatorias de cargas (Método LRFD) hemos apreciado que las solicitaciones debido a nieve, hielo y sismo son irrelevantes debido a la ubicación seleccionada, motivo por el cual han sido desestimadas.

Referencias bibliográficas

Larriva Rodríguez, V. (2016). Diseño y evaluación de las Torres Autosoportadas de Telecomunicaciones de 20,30 y 40 metros de altura de ETAPA EP, de acuerdo a la Norma NEC-SE, para Dispositivos con Tecnología CDMA. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5582/1/11911.pdf>

Luna Andonegui, C. (2019). Diseño de torres de telecomunicaciones frente a la acción del viento, mediante el análisis de los desplazamientos y la estimación del daño generalizado. *Universidad Nacional Autónoma de México*.

Rodríguez Reinoso, E. (2015). *Análisis y diseño comparativo entre una torre autosoportada triangular de 40m de altura con montantes UV y una con montantes circulares*.