

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***DISEÑO DE UNA PLATFORMA FIJA TIPO  
JACKET PARA UN AEROGENERADOR  
OFFSHORE***

***ANEXO 4- RESULTADOS INTERMEDIOS Y JUSTIFICACION  
DE LOS CAMBIOS REALIZADOS EN LA ESTRUCTURA***

**Alumno:** Valtierra Martinez, Endika

**Director:** Marcos Rodríguez, Iñaki

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 19-JUNIO-2019

## ÍNDICE ANEXO 4

1. INTROUCCIÓ	1
2. MODELO DEL AEROGENERADOR	1
3. MODELO DE LA ESTRUCTURA JACKET	6

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Modelo inicial descargado de GrabCad del aerogenerador.....	1
Figura 2. Modelo inicial separado (Rotor y Palas) .....	2
Figura 3. Nueva pala descargada .....	3
Figura 4. Modelo 3D final del aerogenerador .....	3
Figura 5. Reacciones en la base para velocidad nominal de viento.....	4
Figura 6. Reacciones en la base para velocidad de parada del aerogenerador.....	4
Figura 7. Reacciones en la base para velocidad extrema del viento .....	5
Figura 8. Configuración inicial de la estructura Jacket.....	6
Figura 9. Deformación general de la primera configuración .....	7
Figura 10. Deformación detallada en la pieza de transición de la primera configuración .....	7
Figura 11. Estructura Jacket con Rigidizadores internos.....	8
Figura 12. Detalle de Rigidizadores internos en la estructura.....	9
Figura 13. Detalle de los anillos inferiores .....	9
Figura 14. Detalle de los agujeros en el tubo principal.....	10
Figura 15. Detalle sin agujero.....	11
Figura 16. Configuración final de la Jacket.....	11
Figura 17. Detalle de los rigidizadores externos bajo la pieza de transición.....	12

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Reacciones en la base del aerogenerador (Número escalar) .....	5
---	---

## 1. INTROUCCIÓN

El objeto de este anexo es el de explicar y mostrar los resultados más significativos en todas las simulaciones y justificar cualquier modificación que se hace respecto de la configuración inicial de la estructura.

## 2. MODELO DEL AEROGENERADOR

Para el modelado 3D del aerogenerador, inicialmente se ha descargado un archivo para Solid Edge de un aerogenerador tipo, el cual se ha escalado a las dimensiones requeridas para este proyecto.

Dicho modelo posee bastante resolución y detalle, lo cual puede ocasionar problemas de mallado y/o problemas en la resolución.



*Figura 1. Modelo inicial descargado de GrabCad del aerogenerador*

Para evitar problemas con el mallado, se ha separado la torre del aerogenerador, quedando solamente el rotor con las palas.



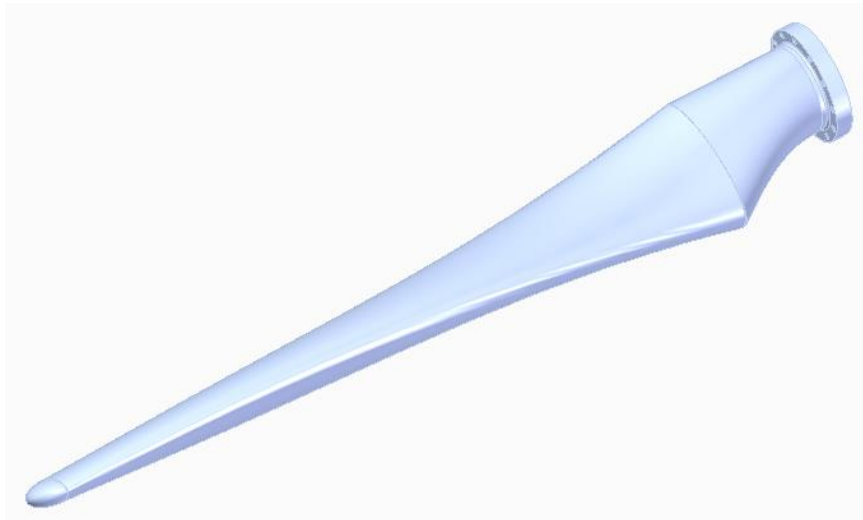
*Figura 2. Modelo inicial separado (Rotor y Palas)*

A esta nueva disposición de palas se le ha añadido una góndola acorde a sus características y una torre.

El problema se ha manifestado a la hora de mallar en conjunto, pues el nivel de detalle de las superficies sigue siendo elevado, con ángulos agudos y cambios bruscos de sección.

Para solventar este problema, la solución adoptada ha sido buscar otro archivo descargable de una pala de aerogenerador.

De la misma manera que la anterior, se ha descargado una pala distinta de aerogenerador, en este caso, una pala separada con menos detalle que la anterior.



*Figura 3. Nueva pala descargada*

Para evitar nuevos problemas, se ha diseñado la góndola y la torre de manera simplificada, perdiendo unos detalles que no son relevantes.



*Figura 4. Modelo 3D final del aerogenerador*

Como se ha explicado en el apartado 6.3.2. de la memoria, se han analizado distintas velocidades de viento para el aerogenerador:

- Velocidad nominal: 15m/s
- Velocidad de parada: 30m/s
- Velocidad extrema o accidental: 26m/s

Los resultados obtenidos para continuar con el proyecto, han sido básicamente, las reacciones en la base, fuerzas y momentos.

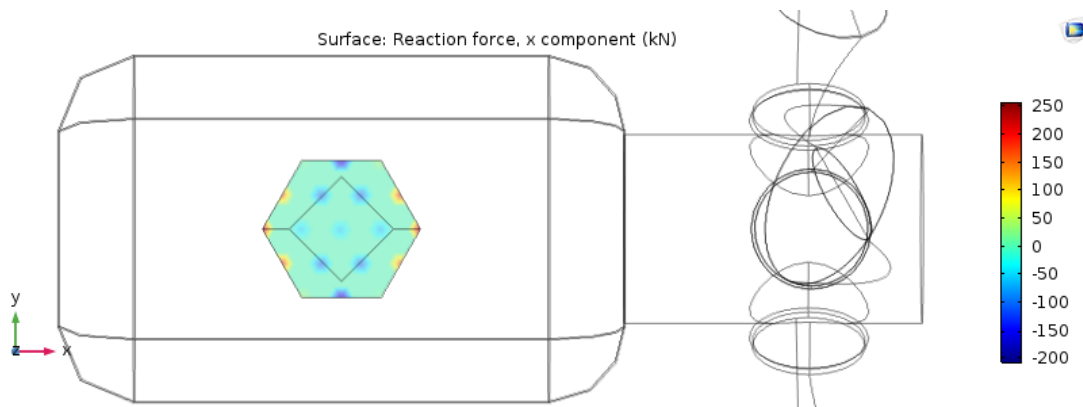


Figura 5. Reacciones en la base para velocidad nominal de viento

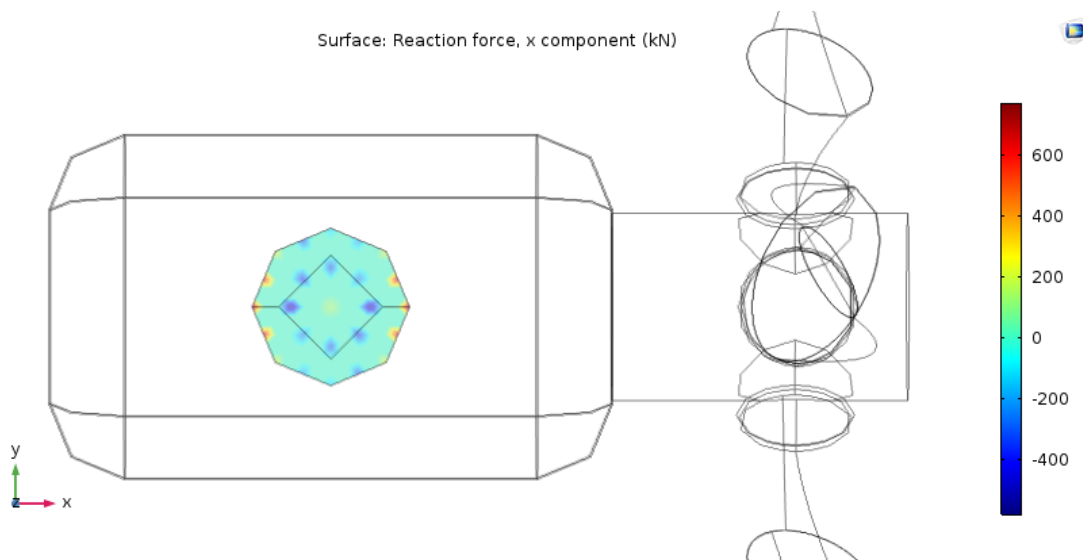


Figura 6. Reacciones en la base para velocidad de parada del aerogenerador



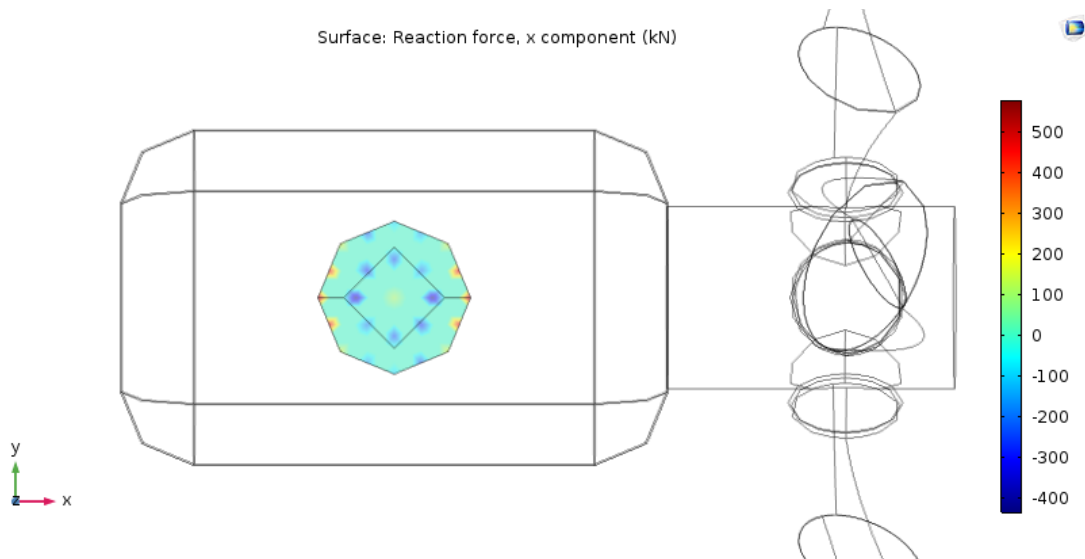


Figura 7. Reacciones en la base para velocidad extrema del viento

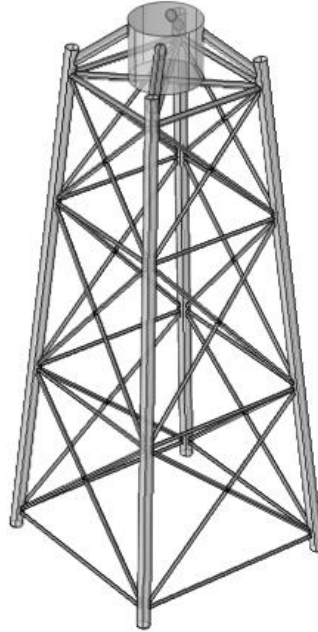
Para la obtención de un número escalar, el cual se inserta en el modelo de la estructura, se ha realizado una integración del volumen del aerogenerador, obteniéndose los valores de reacción en el eje x, y el momento generado por el viento en el eje y.

	Reacción en x [kN]	Momento en y [kN/m]
Velocidad nominal	301,380	26.506,167
Velocidad de parada	818,888	78.724,779
Velocidad extrema	615,121	59.136,486

Tabla 1. Reacciones en la base del aerogenerador (Número escalar)

### 3. MODELO DE LA ESTRUCTURA JACKET

Comenzando por lo comentado en el apartado 8.1.1. del documento nº2 Memoria, el diseño inicial de la estructura cuenta con la siguiente configuración de barras.



*Figura 8. Configuración inicial de la estructura Jacket*

Para esta configuración, la transmisión de los esfuerzos se manifiesta de forma errónea, ya que la unión de la parte superior (pieza de transición) se deforma de manera excesiva y nada fiable.

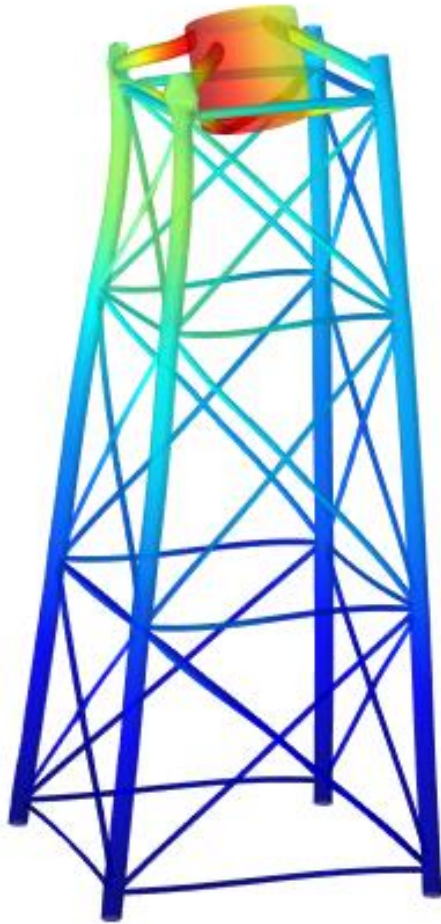


Figura 9. Deformación general de la primera configuración

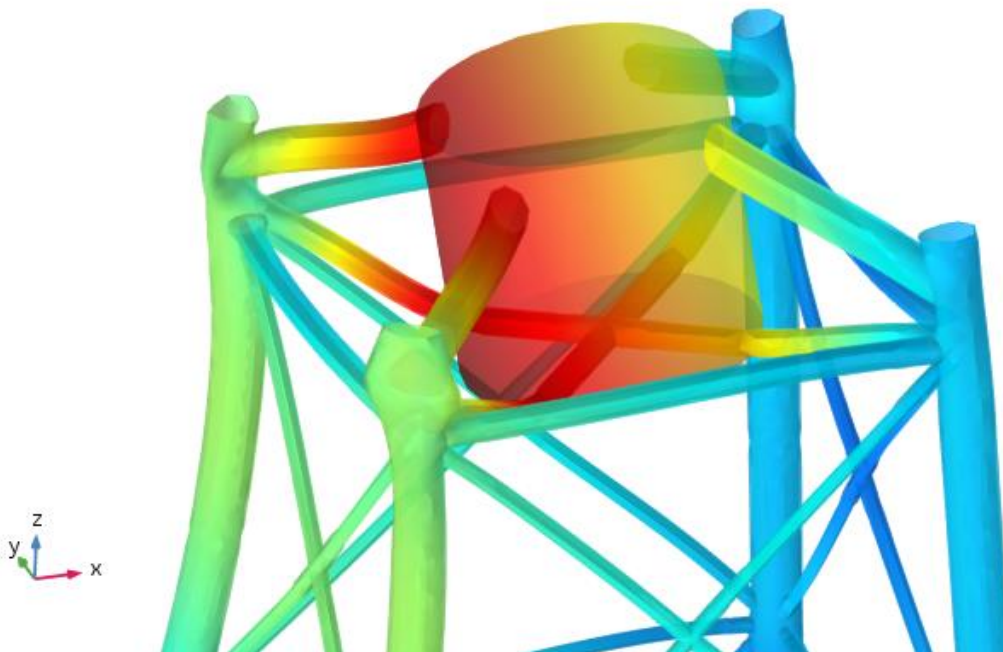


Figura 10. Deformación detallada en la pieza de transición de la primera configuración

Para solventar este problema, se ha optado por la adición de elementos rigidizadores de tipo anillar dentro de los tubos principales de la estructura. Dichos "anillos" se han colocado en las inmediaciones de todas las uniones de las barras principales.

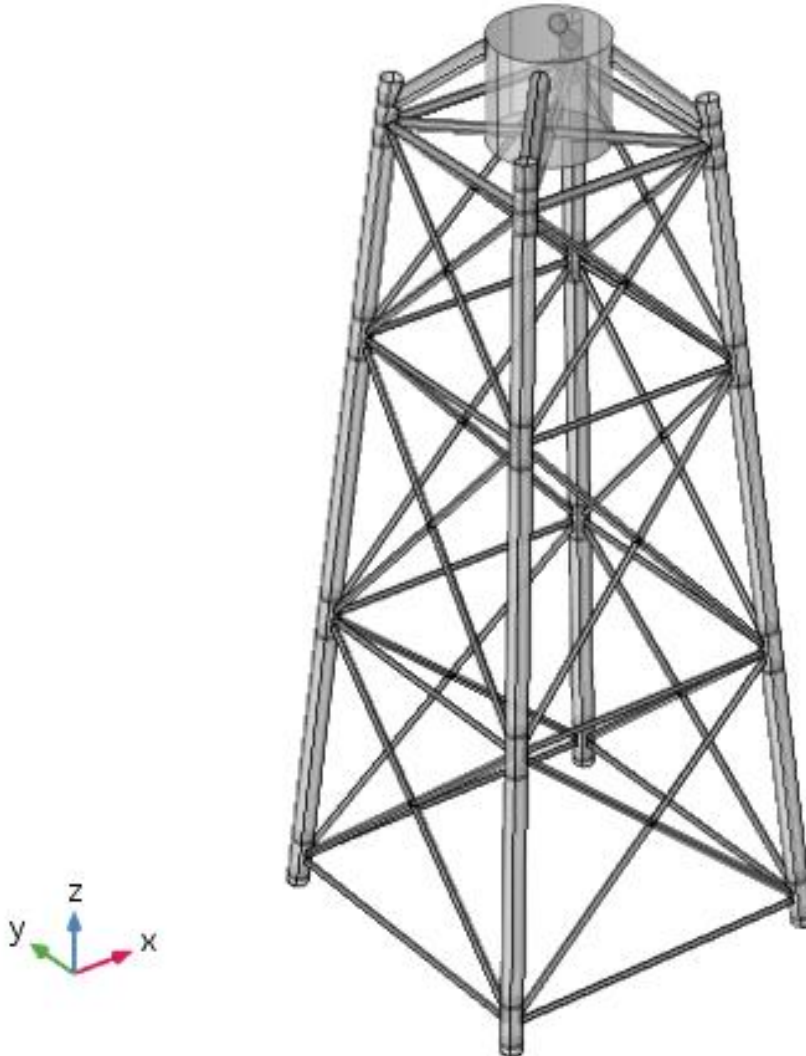


Figura 11. Estructura Jacket con Rigidizadores internos

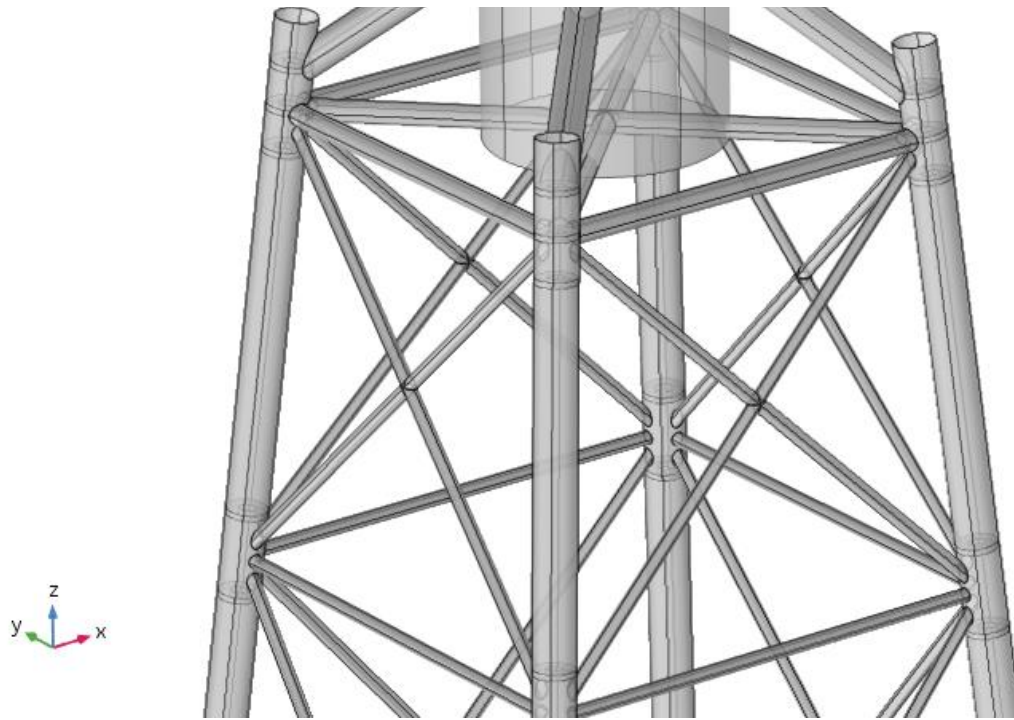


Figura 12. Detalle de Rigidizadores internos en la estructura

Dado que la estructura se fija al lecho marino, se ha decidido mantener unos anillos rigidizadores en la unión inferior, para mejorar el funcionamiento de la estructura con la adición de estos pilotes de cimentación.

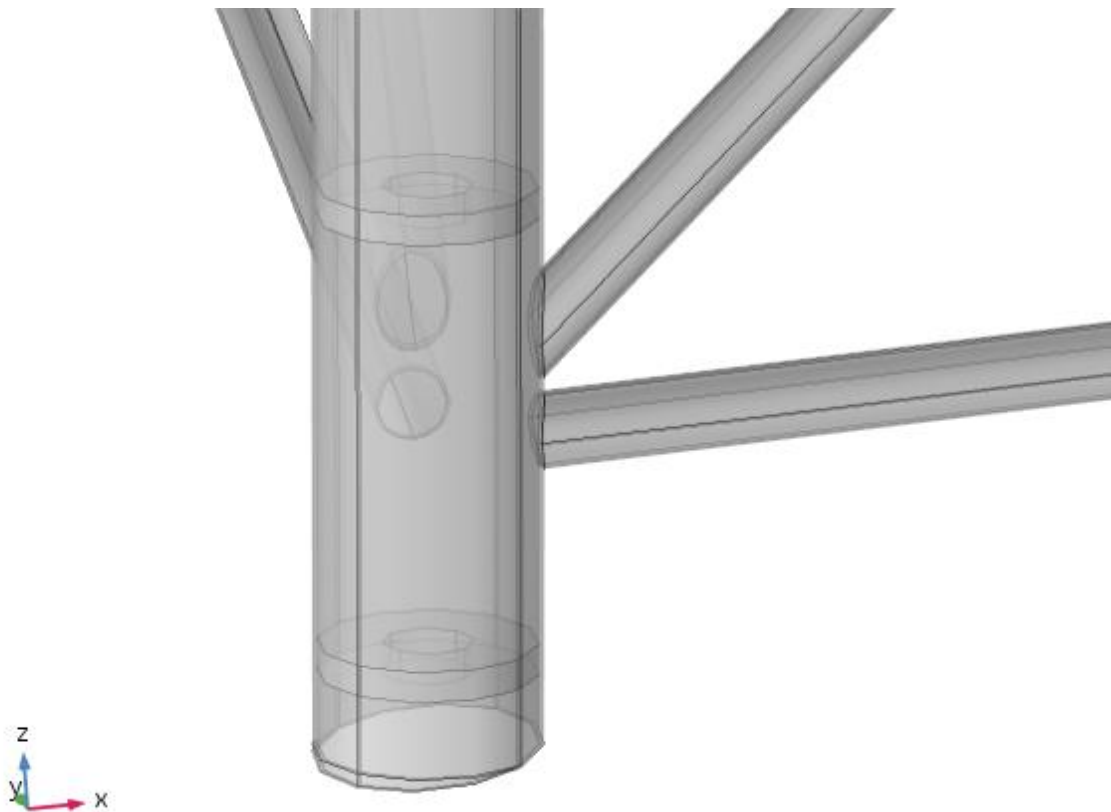
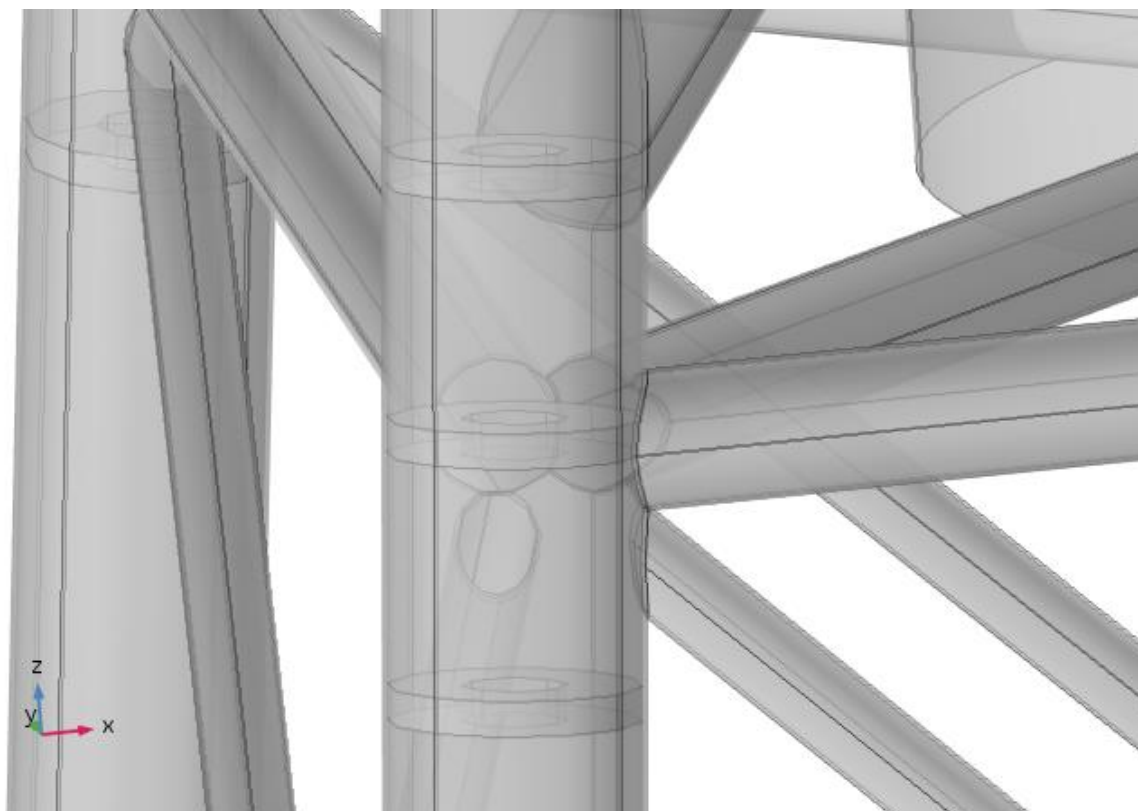


Figura 13. Detalle de los anillos inferiores

La siguiente mejora se trata de una corrección en el modelado de la estructura, el error se debe a que, anteriormente, se ha considerado que en la unión entre los tubos principales y los que se unen al mismo, existe un agujero. Se trata entonces, de una unión directa de los elementos estructurales.



*Figura 14. Detalle de los agujeros en el tubo principal*

En la Figura 14 se puede apreciar que, por causa del modelado, el rigidizador en la zona de la unión no realiza bien su función, ya que no dispone de un contacto total con las paredes internas del tubo principal.

La corrección ha sido suponer los tubos principales continuos, sin ser recortados en ninguna unión, y serán los tubos restantes los que se suelden sobre los propios tubos principales. Gracias a esta corrección, se ha aumentado el área de las secciones transversales en las uniones principales, aumentando la rigidez del sistema.

En la figura 15 se puede observar los tres rigidizadores superiores con un contacto total en sus paredes.

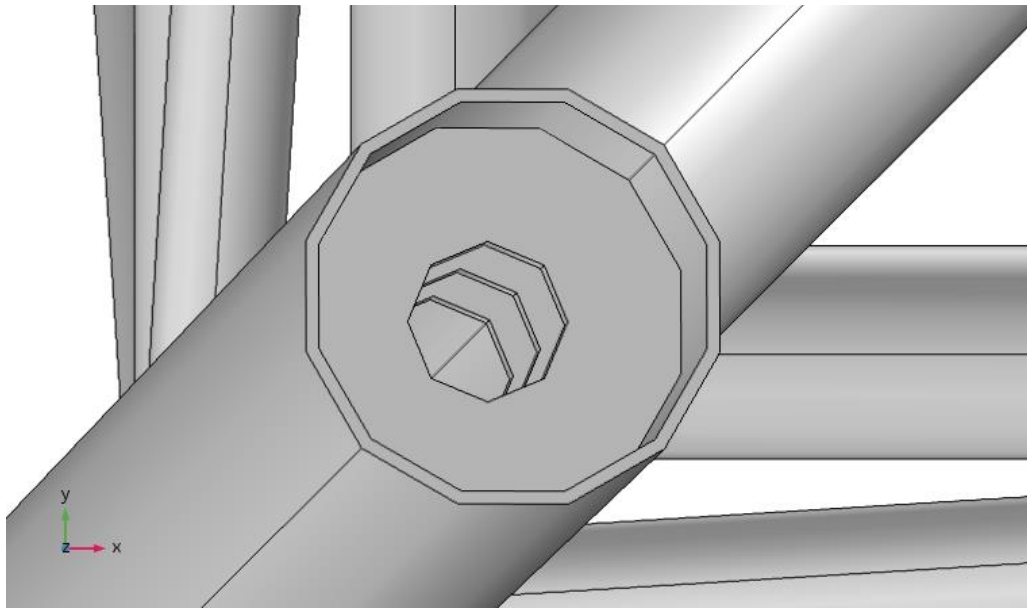


Figura 15. Detalle sin agujero

Para mejorar la transmisión de los esfuerzos, el último cambio estructural que se ha llevado a cabo ha sido la adición de tubos rigidizadores en la parte superior, bajo la pieza de transición. Esto ha servido para la mejora de la transmisión de esfuerzos desde la base del aerogenerador hacia las barras principales de la estructura, aliviando la carga que transcurre por la unión superior entre la estructura y la pieza de transición.

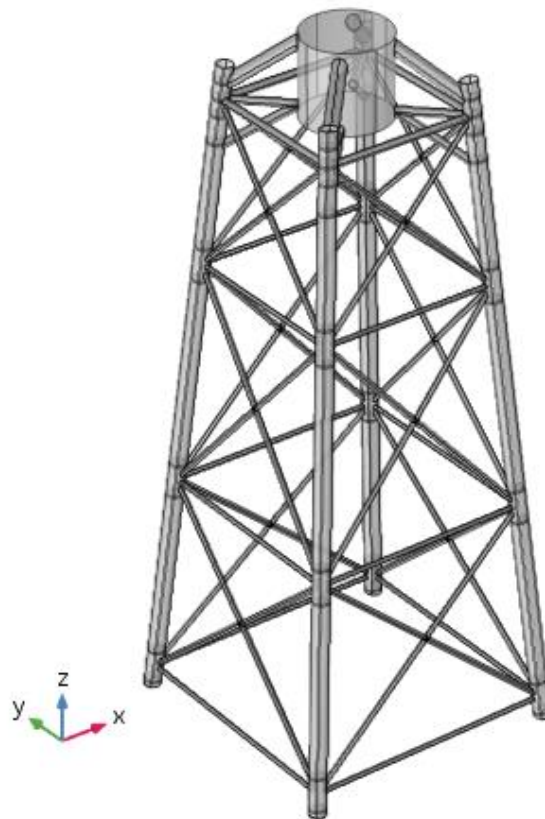
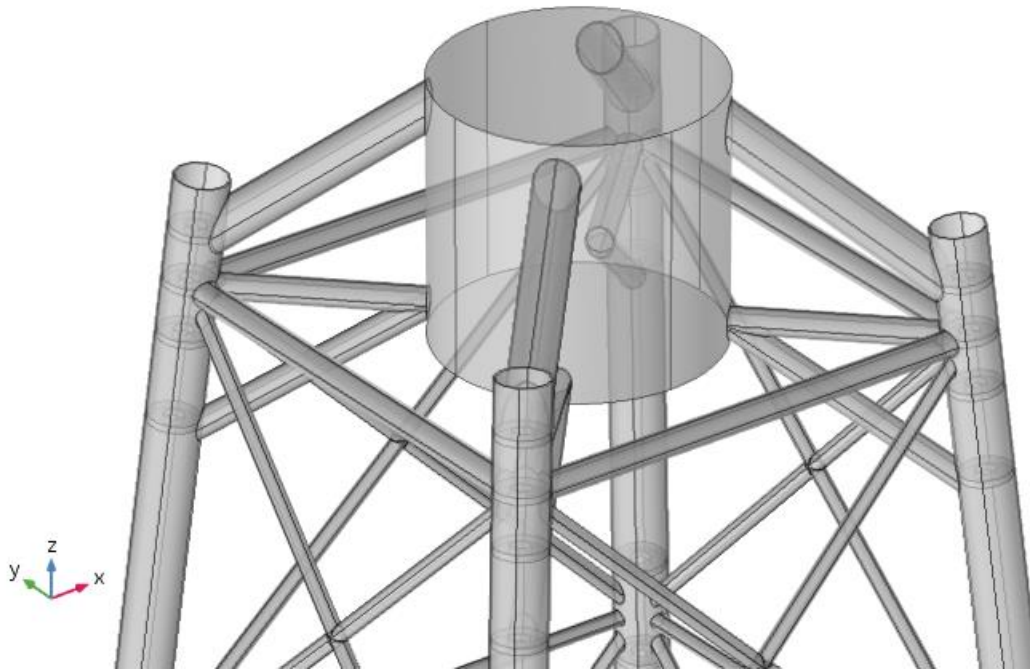


Figura 16. Configuración final de la Jacket



*Figura 17. Detalle de los rigidizadores externos bajo la pieza de transición*

En este punto final, se ha optado por dejar la configuración de la estructura y empezar a aceptar los resultados obtenidos. A partir de este momento, se ha comenzado con el análisis de los diferentes estados de carga para este proyecto, que están comentados en el punto 6.5. de la memoria (COMBINACIONES DE CARGAS).

Los resultados finales de tensiones y desplazamientos están expuestos en el apartado 8.3. de la memoria (RESULTADOS FINALES).