

► **Hoja de Control Documental: Memoria**
INFORME 262R12

Descripción:

Simulación comportamiento resistente estructura JAIMA.

Cliente: ESCENASTUR S.L.

Item: JAIMA 5x5.

Rev.	Cambios	Fecha
0	Edición original	07 / 11 / 12

Edición original			
Emitido por	Eva Llera / Brenda Pérez		
Aprobado por	José Luis Suárez Sierra		





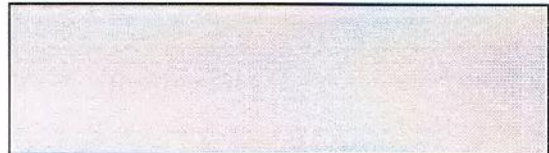
HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

Instituciones

Firma institución:



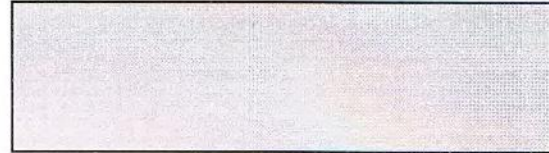
Firma institución:



Firma institución:



Firma institución:



Ingenieros

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

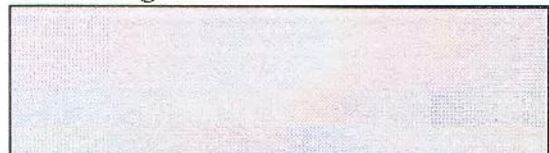


Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:



Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

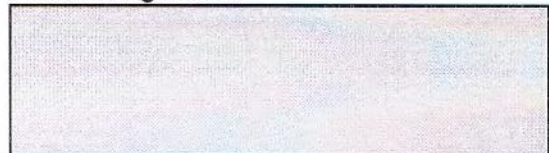


Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

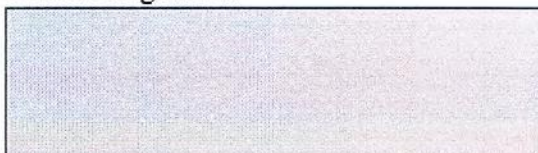


Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

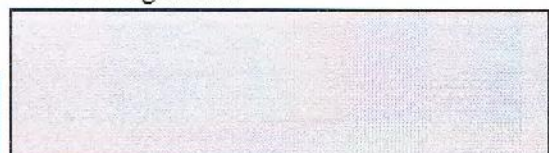


Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:



20121326

07 NOV 2012

VISADO COLEGIAL

DOCUMENTO VISADO. Con este visado, además de lo exigido en el artículo 13 de la LCP 2/1974, el Colegio garantiza que el autor del documento:

- está colegiado y habilitado para ejercer la profesión
- es técnico competente para firmar este documento
- dispone de un Seguro de Responsabilidad Civil Profesional

Número de registro: 20121326013258591

► **Hoja de Control Documental: Memoria**
INFORME 262R12

Descripción:

Simulación comportamiento resistente estructura JAIMA.

Cliente: ESCENASTUR S.L.

Item: JAIMA 5x5.

Rev.	Cambios	Fecha
0	Edición original	07 / 11 / 12

	Edición original			
Emitido por	Eva Llera / Brenda Pérez			
Aprobado por	José Luis Suárez Sierra			

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. ANTECEDENTES.....	4
3. ORDENACIÓN DEL TRABAJO	5
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1. Modos de Fallo.....	6
4.2. Procedimiento de Trabajo	7
5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA: MODELIZACIÓN	7
5.1. Modelización	10
6. DISCRETIZACIÓN EN ELEMENTOS FINITOS	10
6.1. Elemento Beam 189.....	10
6.2. Elemento Link 8	11
7. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	12
8. CONDICIONES DE CONTORNO	13
8.1. Apoyos	13
8.2. Acciones.....	13
8.3. Casos de Carga	15

9. TÉCNICA DE CÁLCULO	17
9.1. Análisis Estático.....	17
9.2. Análisis de Estabilidad Elástica	17
10. POSTPROCESO DE RESULTADOS.....	18
10.1. Resultados Análisis Estático.....	18
10.1.1. Resistencia: Tensiones.....	19
10.1.2. Desplazamientos: Flechas	22
10.2. Resultados Análisis Estabilidad Elástica.....	26
11. VALIDACIÓN RESULTADOS Y COMPROBACIONES ADICIONALES	29
11.1. Reacciones.....	30
12. CONCLUSIONES	31

1. OBJETO

El presente trabajo, desarrolla la comprobación del comportamiento resistente de una estructura mixta (acero-aluminio) para jaima, con una superficie en planta de 25 m² y una altura útil de 2,5 m a instalar en ferias y parques de atracciones.

El peticionario del presente estudio ha sido la empresa ESCENASTUR S.L., quien también ha proporcionado los datos necesarios para poder desarrollar el informe.

El objetivo del presente estudio será, la comprobación del comportamiento resistente del conjunto de los perfiles que configuran la estructura, frente a los distintos modos de fallo originados por las cargas climáticas (fundamentalmente), valorando tanto las acciones, como sus distintas hipótesis de combinación, todo ello a partir de la documentación y los datos proporcionados por ESCENASTUR S.L..

2. ANTECEDENTES

Se han establecido, de mutuo acuerdo con ESCENASTUR S.L., los siguientes ítems de estudio:

- Construcción de un modelo de elementos finitos que permita reproducir los distintos modos de fallo aplicables a la estructura, en las distintas situaciones de cálculo en las que se puedan encontrar y ejecución de los cálculos propiamente dichos.
- Elaboración de un informe justificativo con las conclusiones obtenidas.

Así, una vez desarrollados los modelos y realizadas las oportunas comprobaciones se procede a la redacción del presente informe.

3. ORDENACIÓN DEL TRABAJO

Para valorar la seguridad estructural de la jaima, se ha optado por realizar el análisis en profundidad con un modelo numérico 3D de la configuración en estudio, buscando reproducir los modos de fallo predominantes, como consecuencia de las condiciones de contorno aplicables (cargas y apoyos).

Así, la memoria propiamente dicha, comienza con la METODOLOGÍA seguida del estudio y la DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO y su MODELIZACIÓN, de manera que los esquemas de cálculo adoptados con sus inevitables simplificaciones, permitan reproducir los distintos estados límites o modos de fallo posibles.

Se continúa con la DISCRETIZACIÓN EN ELEMENTOS FINITOS, describiendo los elementos finitos empleados, sus opciones y la teoría que subyace a su formulación, así como con la enumeración de las PROPIEDADES DE LOS MATERIALES y las CARGAS Y CONDICIONES DE CONTORNO empleadas en cada caso.

Posteriormente se comenta la TÉCNICA DE CÁLCULO, donde se analizan los algoritmos de solución empleados en cada caso, para dar paso a la fase de POSTPROCESO DE RESULTADOS, donde se revisan tanto los RESULTADOS del ANÁLISIS ESTÁTICO: TENSIONES EN RESISTENCIA y FLECHAS EN DESPLAZAMIENTOS, así como la ESTABILIDAD ELÁSTICA: MODOS DE PANDEO obtenidos (globales y locales).

Por último, en la VALIDACIÓN DE RESULTADOS y en las CONCLUSIONES, se realizan los comentarios finales que matizan el presente informe.

4. METODOLOGÍA

Metodológicamente en el trabajo se distinguen dos fases fundamentales:

- En una primera fase se valoran los distintos “estados límite” o modos de fallo, según los factores susceptibles de condicionar la seguridad del conjunto.
- En una segunda fase se simulan los efectos de la aplicación de los mismos sobre la estructura en estudio, con ayuda del método de los elementos finitos.

4.1. MODOS DE FALLO

Se definen éstos como aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura (o elemento estructural) no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

Se relacionan con la seguridad del conjunto y sus elementos resistentes, siendo aquellos que pueden producir una puesta fuera de servicio el sistema, por colapso o por rotura del conjunto, o una parte del mismo.

Tras valorar las acciones que debe soportar la estructura de aluminio en estudio, se consideran como significativos los siguientes modos de fallo:

- Resistencia, sin superar el valor de agotamiento de tensiones en ninguno de sus puntos.
- Pérdida de la estabilidad elástica global (en todo el conjunto) o local (en alguna barra o pieza).

No se considera el estado límite de equilibrio estático como sólido rígido (vuelco provocado por la acción del viento) al considerar que la estructura se fija adecuadamente al suelo u obra civil existente.

En cualquier caso, tanto las uniones, como la ejecución en taller y el eventual montaje en obra, las tolerancias dimensionales y la protección de las superficies, deben respetar todo lo indicado en la correspondiente normativa de aplicación (CTE, EC9, UNE-EN 13782) en cada caso.

4.2. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Debe comprobarse que la estructura en estudio cumpla todos los modos de fallo anteriormente definidos.

El procedimiento de comprobación para un cierto modo de fallo, consiste en deducir, por una parte, el efecto de las acciones aplicadas sobre el esquema resistente y, por otra, la respuesta del mismo para la situación límite en estudio.

El modo de fallo quedará garantizado si se verifica, con una fiabilidad aceptable, que la respuesta estructural no es inferior que el efecto de las acciones aplicadas.

Para la determinación del efecto de las acciones, debe considerarse la definición de las mismas y los casos de carga contemplados en el apartado 8 del presente informe.

Para la determinación de la respuesta estructural, debe idealizarse tanto la geometría del sistema, como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado, es decir, que sea capaz de reproducir el modo de fallo en estudio.

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA: MODELIZACIÓN

En la figura 1, se resume de forma gráfica la geometría utilizada en la materialización de la estructura resistente.

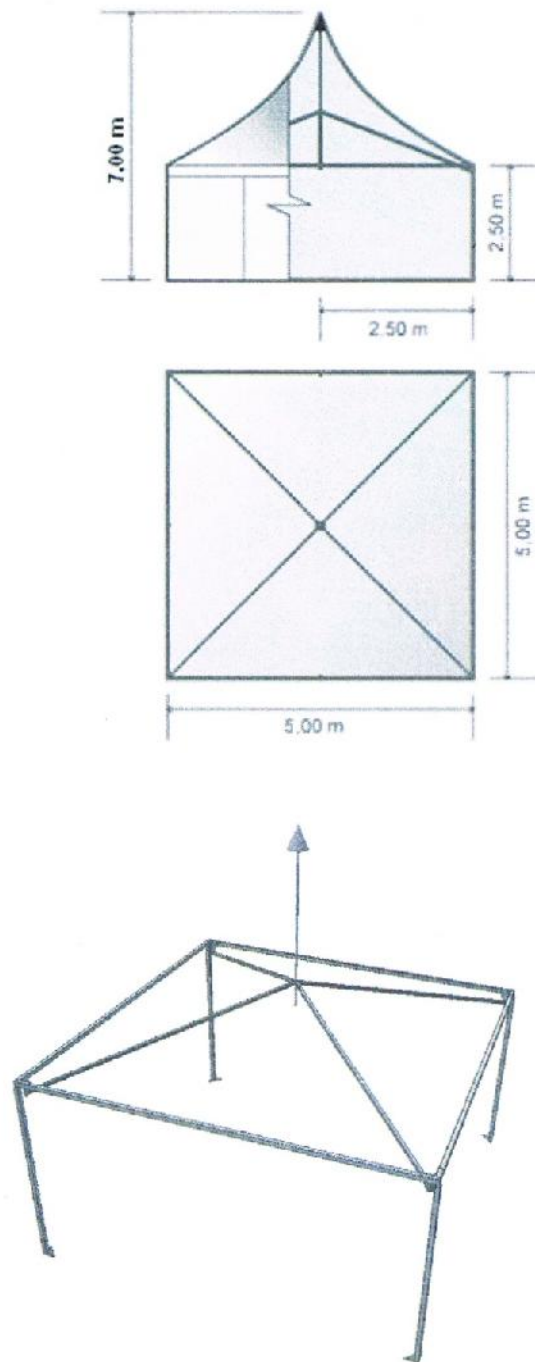
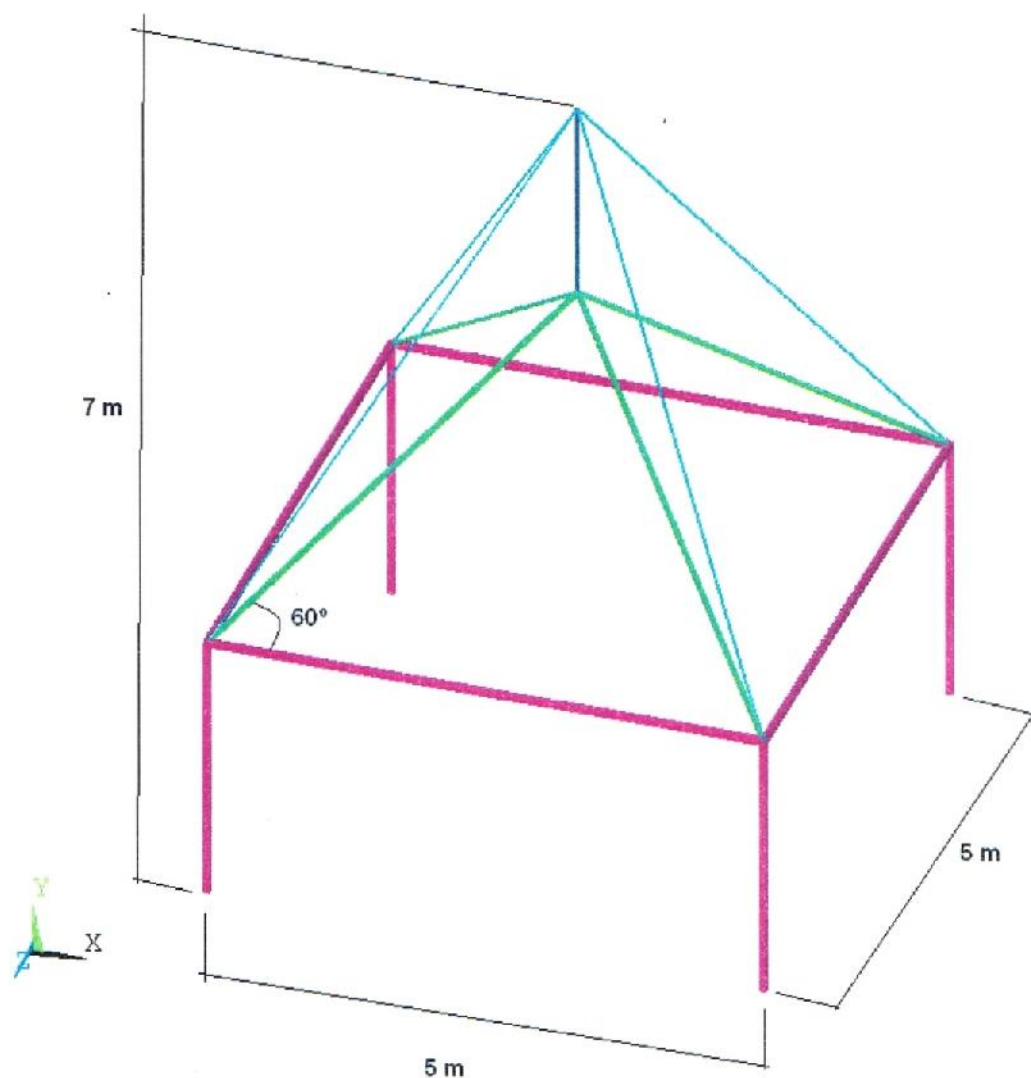


Figura 1: Geometría.

Todas las dimensiones geométricas utilizadas para construir los modelos de simulación suponen una configuración genérica de planta cuadrada con 4 pilares y vanos

de 5 m unidos con vigas de atado y 4 vigas que conforman el techo a cuatro aguas con un ángulo de inclinación aproximado de 60° , ver figura 2.



	EQUIVALENTE A PERFIL CUADRADO 60x60x1,5 (ALUMINIO)
	EQUIVALENTE A PERFIL CUADRADO 40x40x1,5 (ALUMINIO)
	EQUIVALENTE A CHS 32x2 (ACERO)
	ELEMENTO PARA SIMULAR LA ACCIÓN DEL TEXTIL

Figura 2: Modelo MEF: geometría y perfiles equivalentes.

5.1. MODELIZACIÓN

Dado el sistema estructural descrito anteriormente, se plantea su idealización haciendo uso de la teoría de la elasticidad en 3D, con las simplificaciones admitidas por los supuestos de la resistencia de materiales.

De igual forma y en primera aproximación, se presupone un comportamiento elástico lineal para el material utilizado.

6. DISCRETIZACIÓN EN ELEMENTOS FINITOS

Los distintos elementos empleados en la discretización se describen en los siguientes subapartados.

Para una información complementaria sobre la teoría que sustenta el uso de tales elementos, se remite al lector a la consulta del *Elements Manual* del programa ANSYS en su versión 12.0 o posterior.

6.1. ELEMENTO BEAM 189

Para simular los perfiles extruidos, se decide emplear el elemento Beam189 (ver figura 3).

Se trata de un elemento que implementa la teoría de vigas de Timoshenko con tres nodos (extremos e intermedio), con lo cual emplea funciones cuadráticas para la interpolación.

BEAM189 3-D Quadratic Finite Strain Beam

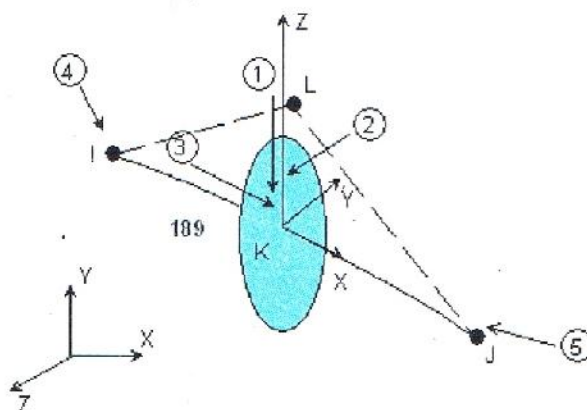


Figura 3: Representación esquemática del elemento BEAM 189.

Máximo tamaño de arista de cada elemento: 245 mm.

6.2. ELEMENTO LINK 8

Para simular las acciones producidas por el textil sobre la estructura, se decide emplear el elemento Link8 (ver figura 4).

Se trata de un elemento uniaxial de tensión-compresión, con 2 nodos y 3 grados de libertad en cada nodo (traslaciones en x, y, z).

Figure 8.1: LINK8 Geometry



Figura 4: Representación esquemática del elemento LINK8.

Máximo tamaño de arista de cada elemento: 5,4 m.

7. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

En los siguientes puntos se recogen los valores de las distintas propiedades mecánicas del aluminio y acero a emplear, necesarias para simular el comportamiento estructural del conjunto de la estructura:

ALUMINIO aleaciones EN AW-6063(T5):

- Modulo de elasticidad.....69.000 MPa
- Modulo de Poisson.....0,33
- Densidad.....2.700 Kg/m³

EN AW-6063(T6)

- 130 MPa (límite elástico).
- 175 MPa (límite de rotura).

ACERO S-275 JR:

- Modulo de elasticidad.....210.000 MPa
- Modulo de Poisson.....0,3
- Densidad.....7.850 Kg/m³

S-275 JR:

- 275 MPa (límite elástico).
- 410 MPa (límite de rotura).

De igual forma y como ya se ha indicado, se presupone un comportamiento elástico-lineal del material.

8. CONDICIONES DE CONTORNO

Sobre el modelo de elementos finitos, se establecen las condiciones de contorno tanto en desplazamientos impedidos (apoyos), como en cargas, que permiten simular los modos de fallo en estudio.

8.1. APOYOS

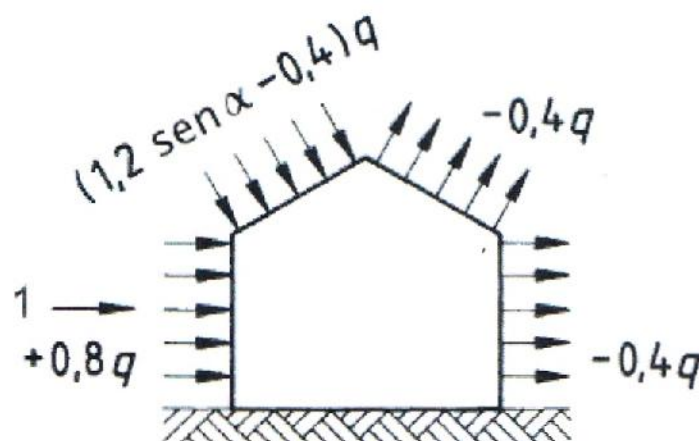
Sobre el modelo de elementos finitos, se han impedido los desplazamientos según se indica en la figura 6.

8.2. ACCIONES

Las distintas acciones individuales sobre los esquemas de perfiles propuestos, se resumen en el presente apartado con sus valores característicos.

Para la valoración de las acciones del viento se ha seguido todo lo indicado en la norma UNE-EN 13782 para carpas móviles y temporales, adoptando los siguientes parámetros:

- Presión del viento (q): 300 N/m² (carpas de anchura igual o inferior a 10 m y altura igual o inferior a 5 m).
- Coeficientes de fuerza (figura 5: "coeficientes aerodinámicos para estructuras de forma convencional" según norma UNE-EN 13782):



Leyenda

1 Dirección del viento

Figura 5: Coeficientes dinámicos para estructuras de forma convencional (UNE-EN 13782)

Las anteriores consideraciones dan lugar a distintos valores de presión y succión que caracterizan la acción del viento en las distintas situaciones; éstas junto con el resto de acciones se pasan a resumir en los siguientes puntos.

- Acción variable del viento:
 - Viento presión paramento vertical: $+240 \text{ N/m}^2 [=0,8 \times 300 \text{ N/m}^2]$.
 - Viento presión cubierta: $+192 \text{ N/m}^2 [(1,2 \times \text{sen}(60) - 0,4) \times 300 \text{ N/m}^2]$.
 - Viento succión paramento vertical: $-120 \text{ N/m}^2 [=0,4 \times 300 \text{ N/m}^2]$.
 - Viento succión cubierta: $-120 \text{ N/m}^2 [=0,4 \times 300 \text{ N/m}^2]$.
- Carga variable nieve: según el punto 6.4.3.2 de la norma UNE-EN 13782, no es necesario tener en cuenta las cargas debidas a la nieve para:
 - Carpas montadas en zonas en las que el riesgo de nieve es improbable.
 - Utilizadas en una estación del año en la que la probabilidad de nieve pueda descartarse.

- En los casos en los que el diseño o las condiciones de utilización de la carpa impidan la acumulación de nieve sobre la misma.
- En las que la utilización prevista impida la acumulación de nieve sobre la carpa.
- Acciones permanentes:
 - Peso propio estructura = 42 Kg.
 - Peso propio del textil = 600g/m² (57 Kg).

8.3. CASOS DE CARGA

Se consideran los siguientes casos de carga (según EN 1991-1-1 y UNE-EN 13782). Tanto el peso propio de la estructura, como el peso del textil y las acciones climáticas, se consideran actuando como cargas repartidas a lo largo de las correas.

- CASO DE CARGA I: (VIENTO EN PRESIÓN+ VIENTO EN SUCCIÓN):
 - 1,35 x pesos propios + 1,50 x acción del viento (presión + succión).
- CASO DE CARGA II: (VIENTO EN SUCCIÓN):
 - 1,00 x pesos propios + 1,50 x acción del viento (solo succión).
- CASO DE CARGA III: (VIENTO EN PRESIÓN):
 - 1,35 x pesos propios + 1,50 x acción del viento (solo presión).

En el postproceso (apartado 10) de resultados se utilizará la combinación de acciones para revisar la resistencia y los desplazamientos.

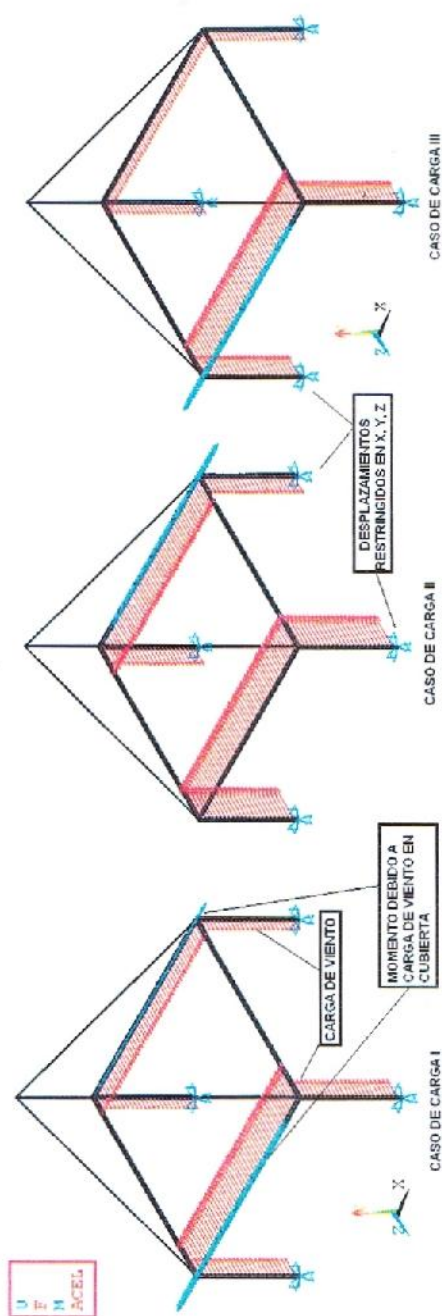


Figura 6: Condiciones de contorno: cargas y apoyos.

9. TÉCNICA DE CÁLCULO

Las condiciones que en principio debe satisfacer todo análisis estructural son las de equilibrio y las de compatibilidad, teniendo en cuenta el comportamiento tenso-deformacional de los materiales.

9.1. ANÁLISIS ESTÁTICO

Se realizará un análisis lineal, basado en la hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales y en la consideración del equilibrio en la estructura sin deformar, a partir del siguiente esquema:

$$[K]\{u\} = \{F\}$$

- Siendo:
 - $[K]$ = Matriz de Rigidez de la pieza o conjunto en estudio.
 - $\{u\}$ = Vector de desplazamientos nodales.
 - $\{F\}$ = Vector de fuerzas.

Al tratarse de una discretización que presupone un comportamiento elástico lineal, se origina un sistema de ecuaciones lineales (una para cada grado de libertad) que se resolverán empleando el algoritmo que por defecto presenta ANSYS para solucionar este tipo de problemas: SPARSE DIRECT SOLVER.

9.2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ELÁSTICA

Se corresponde con el modo de fallo por pandeo, buscando obtener la carga de bifurcación de equilibrio o carga crítica.

Del análisis se obtienen los multiplicadores de la carga (autovalores) que llevarían a la estructura o conjunto en estudio a una situación de equilibrio elástico inestable, así como los modos o formas de pandeo asociados a las mismas (autovectores).

La obtención de la carga de bifurcación de equilibrio se plantea a partir de la siguiente formulación:

$$([K] + \lambda_i [S])\{\phi_i\} = \{0\}$$

- Siendo:
 - $[K]$ = Matriz de rigidez de la pieza o conjunto en estudio.
 - λ_i = Autovalor.
 - $[S]$ = Matriz de rigidización tensional del sistema.
 - $\{\phi_i\}$ = Autovector.

Posteriormente se aplica el mencionado algoritmo de extracción de “**Block Lanczos**” previsto para estos casos.

10. POSTPROCESO DE RESULTADOS

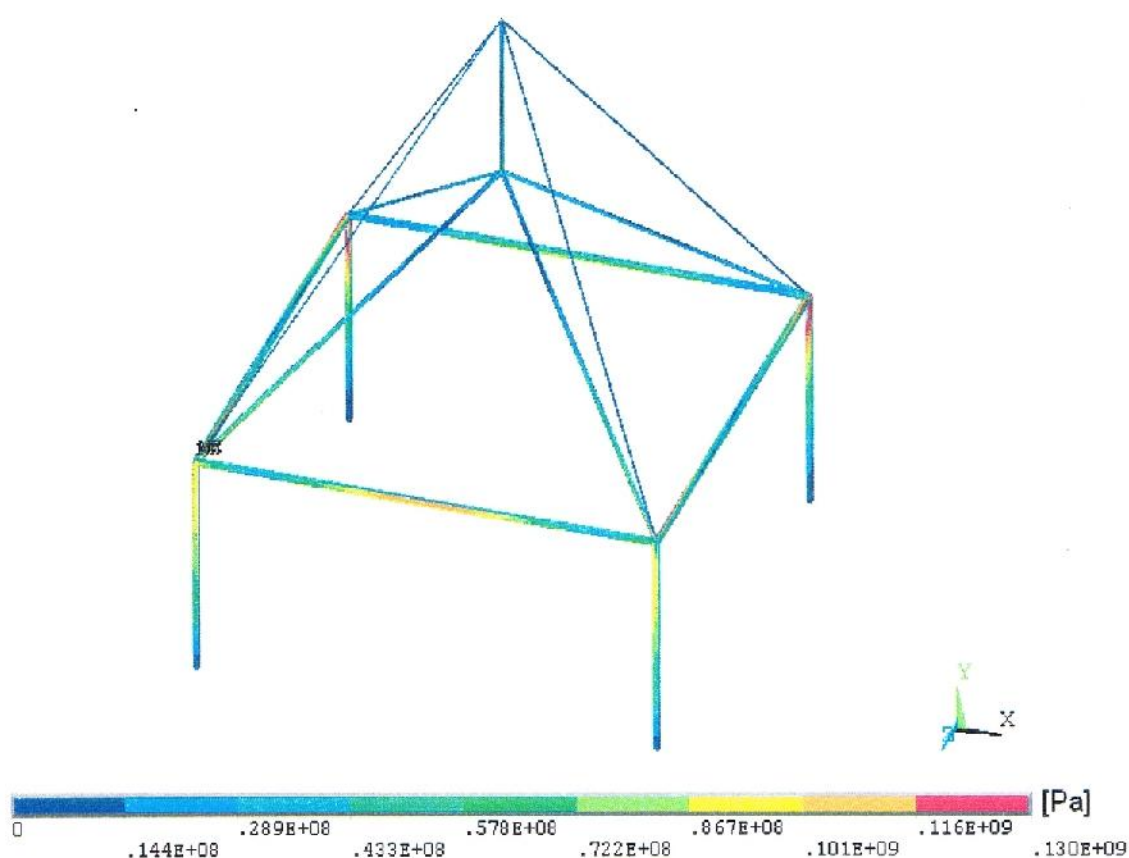
Se revisarán tanto los distintos campos tenso-deformacionales generados, como la estabilidad elástica.

10.1. RESULTADOS ANÁLISIS ESTÁTICO

En los siguientes puntos se comentan las tensiones y los desplazamientos máximos obtenidos en el modelo.

10.1.1. RESISTENCIA: TENSIONES

En la figuras 7, 8, 9, 10, 11 Y 12, se recogen las visualizaciones de los campos de tensiones en Pascales, correspondientes a cada uno de los Casos de Carga con el 60% y el 100 % de la carga normativa de viento, definido en el apartado 8.3.



*Figura 7: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso I
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)*

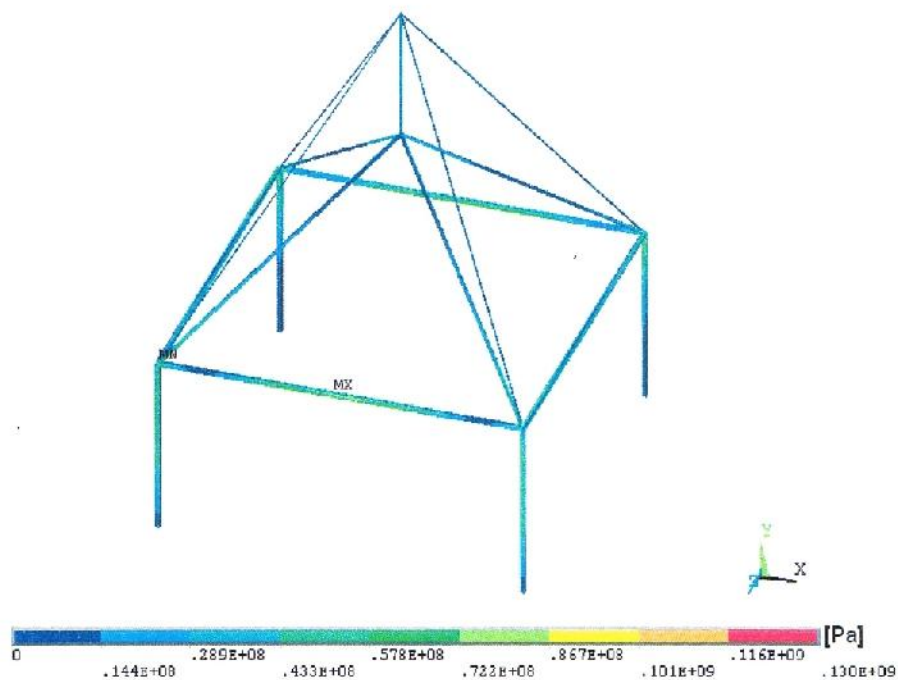


Figura 8: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso II.
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

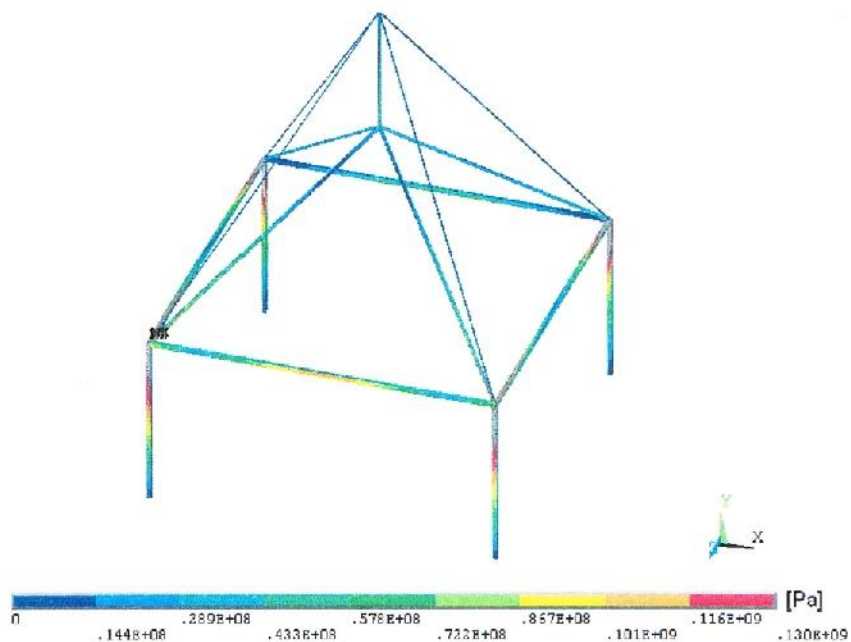


Figura 9: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso III
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

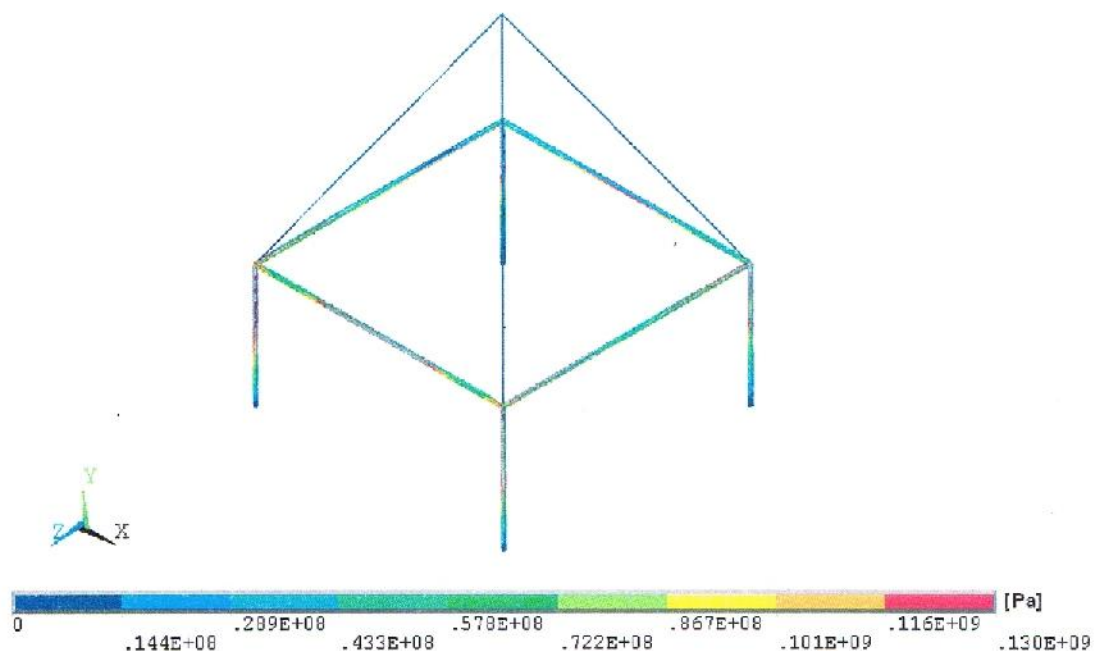


Figura 10: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso I
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

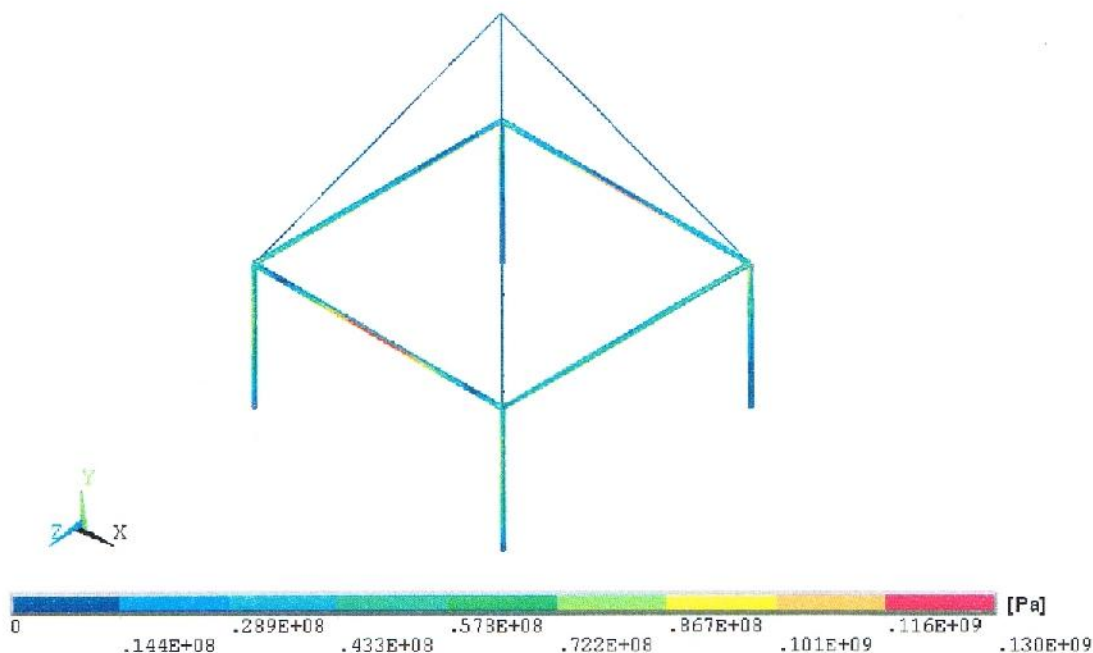


Figura 11: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso II.
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

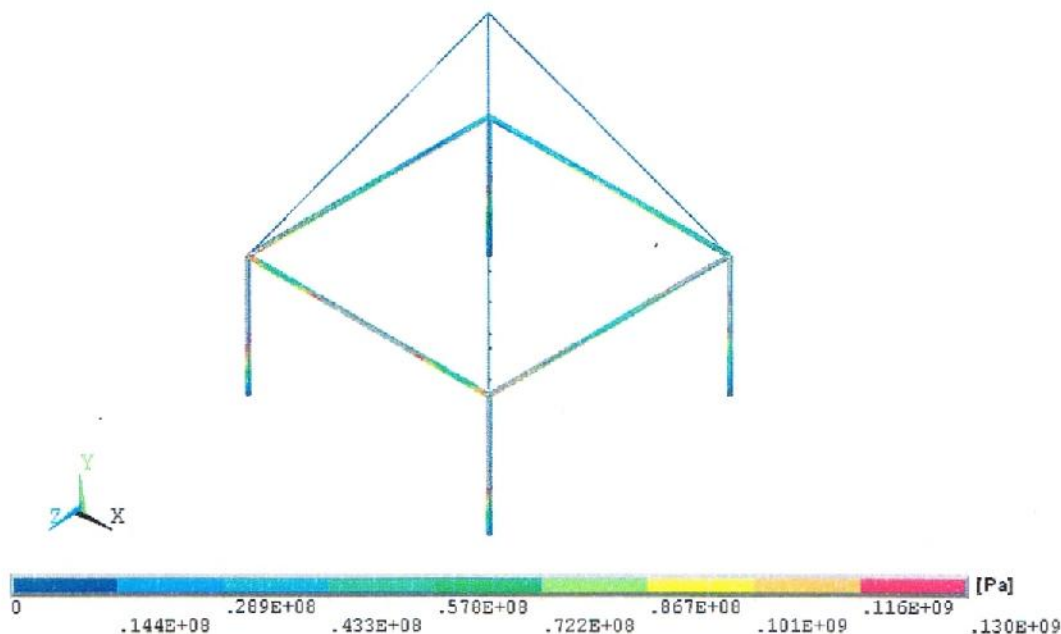


Figura 12: Tensiones equivalentes de Von Mises [Pa]. Caso III (100% DE LA CARGA DE VIENTO)

En las figuras se incluyen los valores de los campos de tensiones obtenidos con los Casos de Carga I, II Y III, para el 60% y el 100% de la carga normativa.

En las figuras 7, 8 y 9, para el 60% del viento normativo, se puede observar que no se superan los valores de comparación reseñados para las distintas calidades de materiales, salvo en pequeñas zonas de plastificación del material, que en ningún caso comprometen la seguridad estructural del conjunto. Sin embargo, y a la vista de las figuras 10, 11 y 12, se recomienda desmontar la estructura cuando la carga de viento supere el 60% del valor normativo (79 km/h).

10.1.2. DESPLAZAMIENTOS: FLECHAS

En las figuras 13, 14, 15, 16, 17 y 18, se recogen visualmente los valores del módulo de los desplazamientos totales en metros, correspondientes a cada uno de los Casos de Carga en estudio. Se recomienda su observación a efectos de compatibilidad con el resto de elementos del sistema.

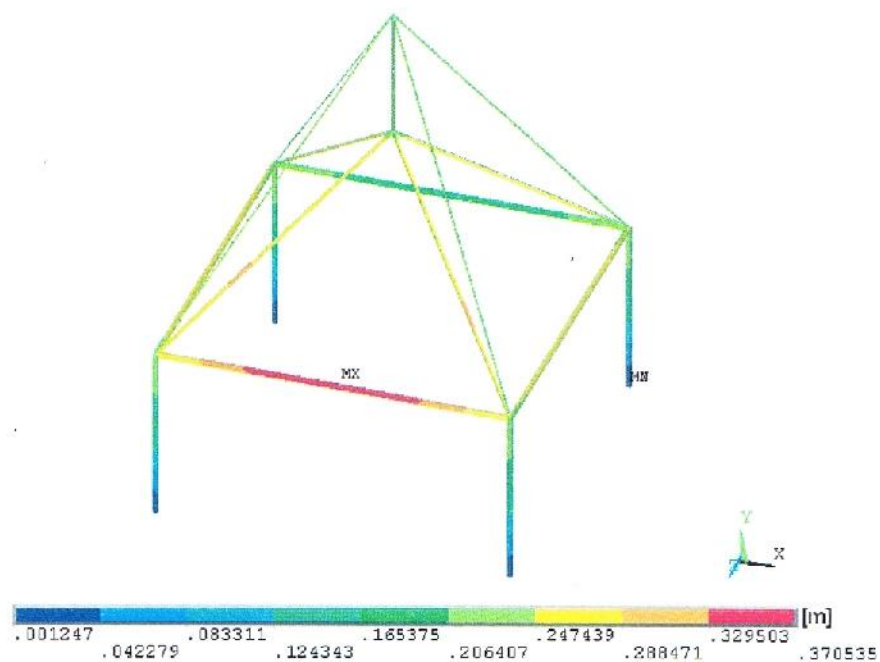


Figura 13: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso I; [ELS].
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

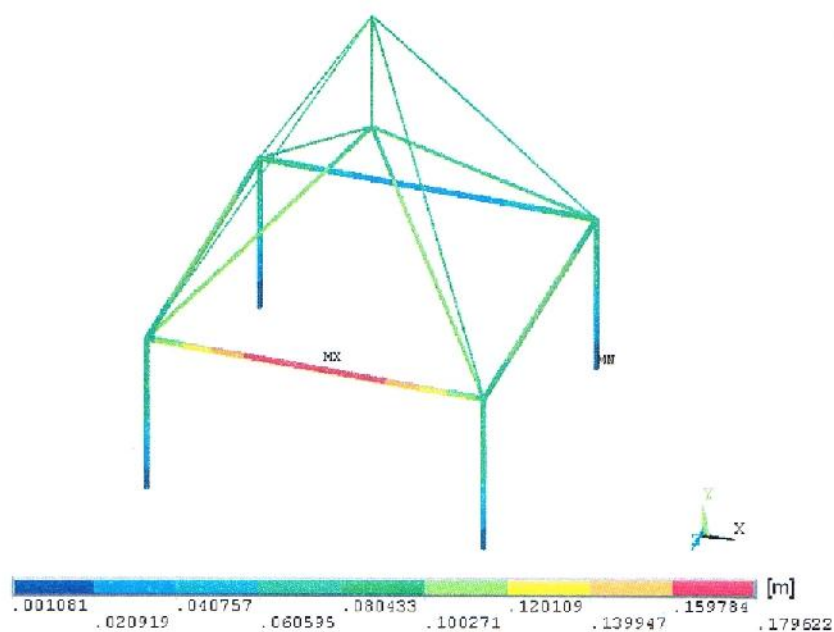


Figura 14: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso II; [ELS].
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

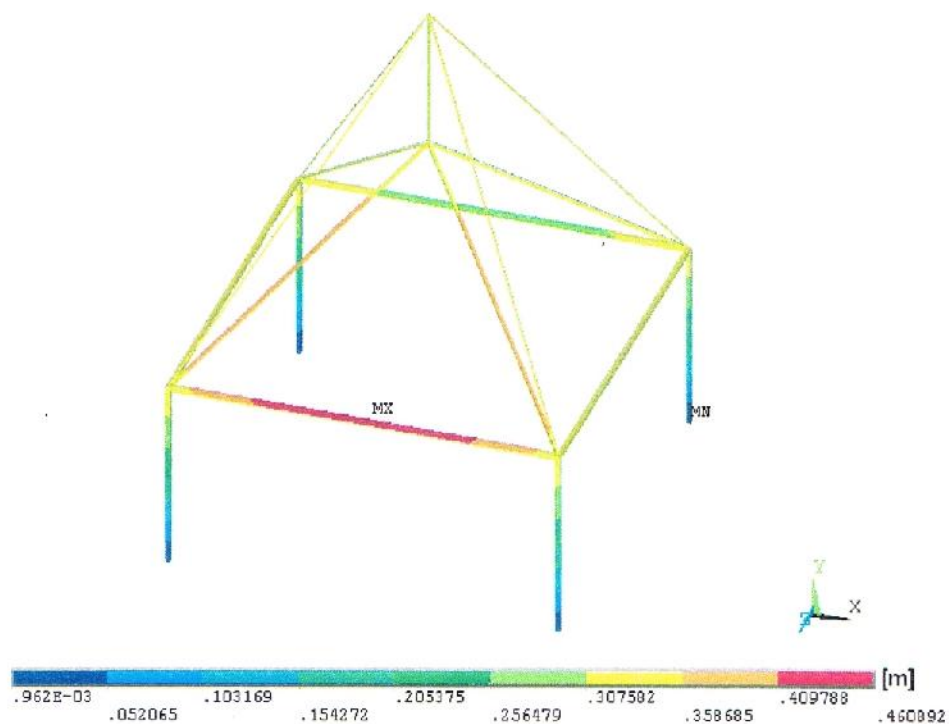


Figura 15: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso III; [ELS].
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

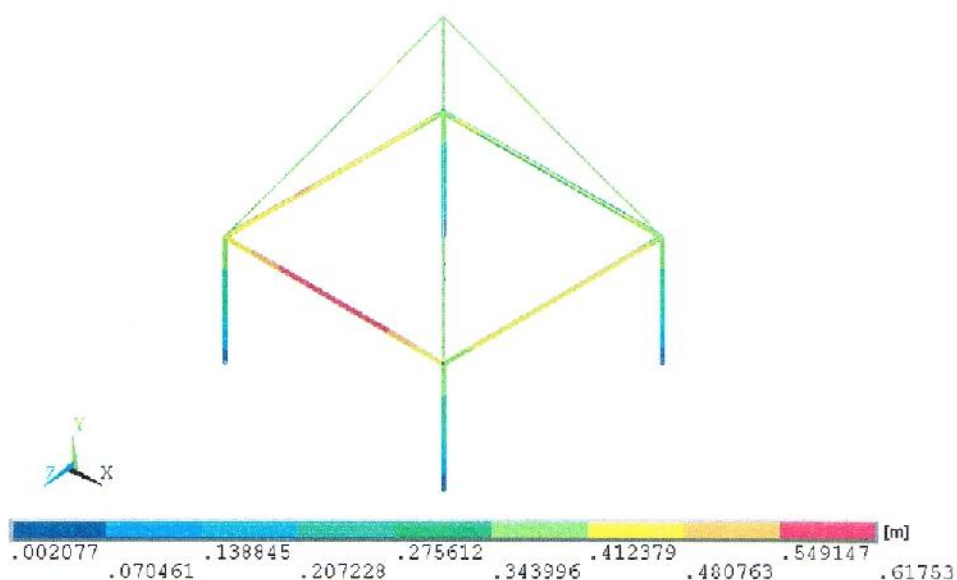


Figura 16: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso II; [ELS].
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

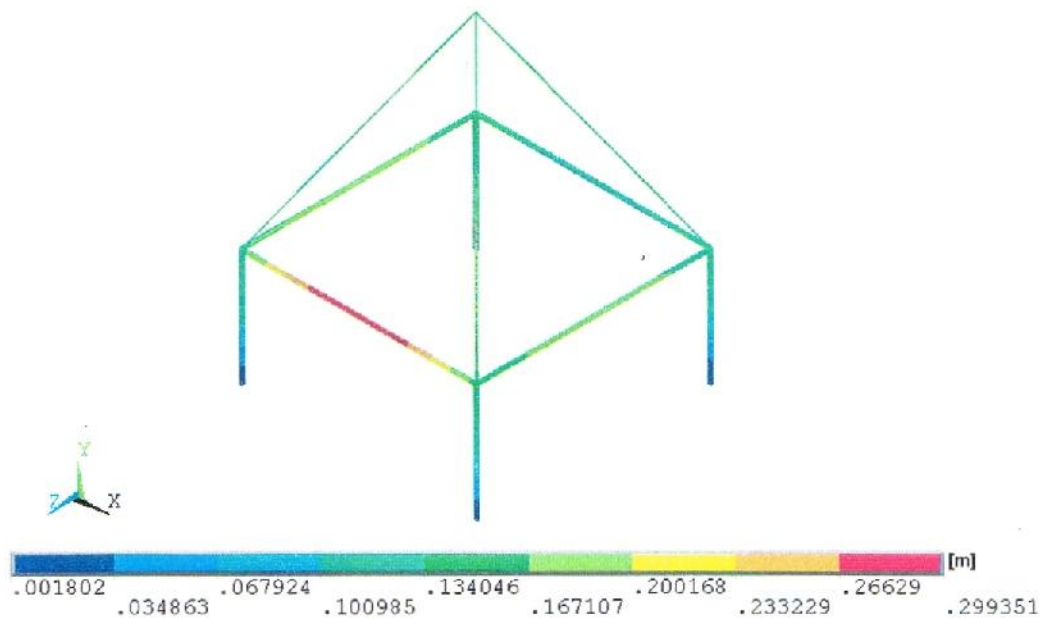


Figura 17: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso II; [ELS].
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

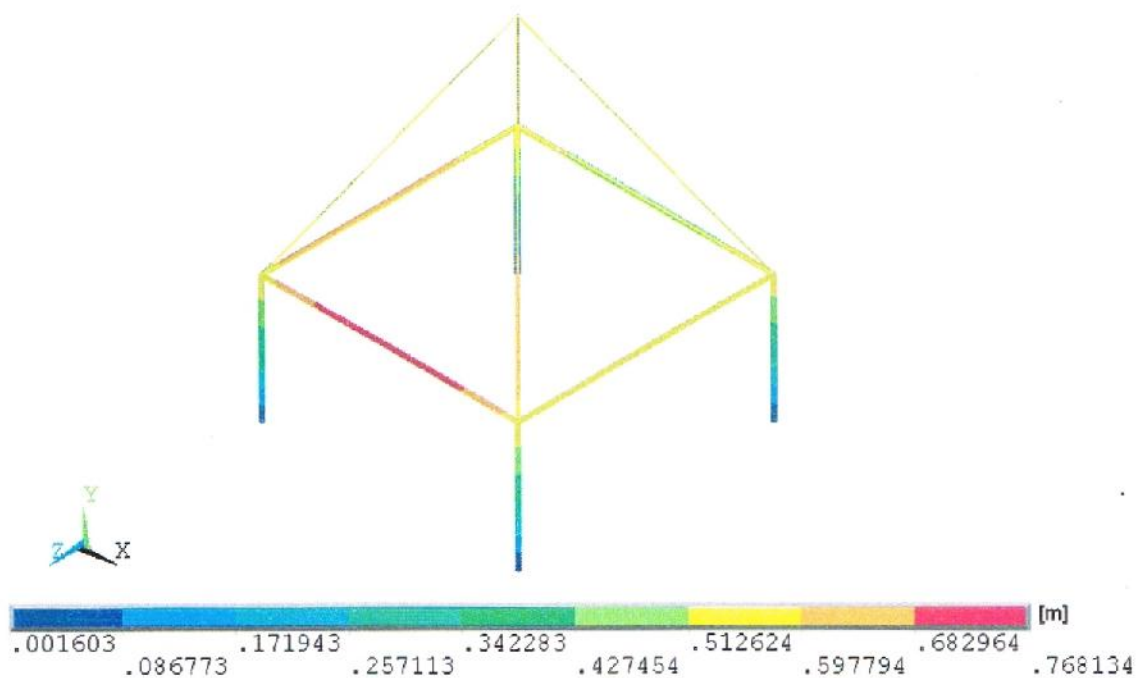
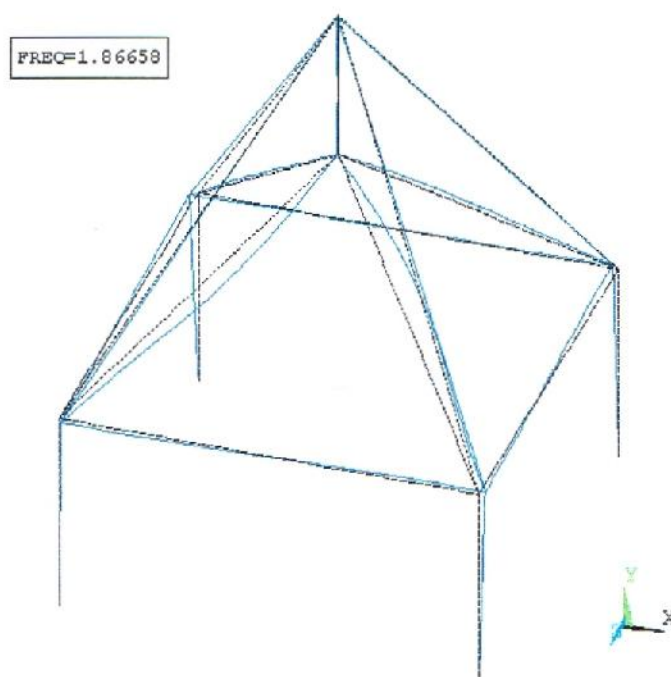


Figura 18: Módulo de los desplazamientos totales [m]. Caso III; [ELS].
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

10.2. RESULTADOS ANÁLISIS ESTABILIDAD ELÁSTICA

En las figuras 19, 20, 21, 22, 23 y 24, se recogen las visualizaciones de los primeros autovalores y autovectores (o modos de pandeo) obtenidos con el análisis de estabilidad elástica (correspondientes a cada Caso de Carga y a cada modelo).

Los autovalores se deben interpretar como el coeficiente de mayoración, por el que se deben multiplicar las cargas aplicadas, para que se origine el modo de pandeo correspondiente.



*Figura 19: Segundo modo de pandeo. Multiplicador = 1,87; Caso I.
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)*

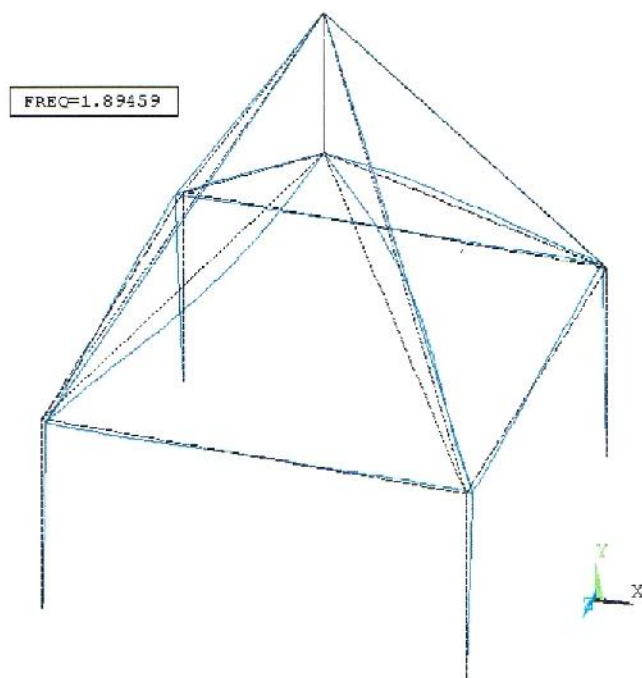


Figura 20: Primer modo de pandeo. Multiplicador = 1,89; Caso II.
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

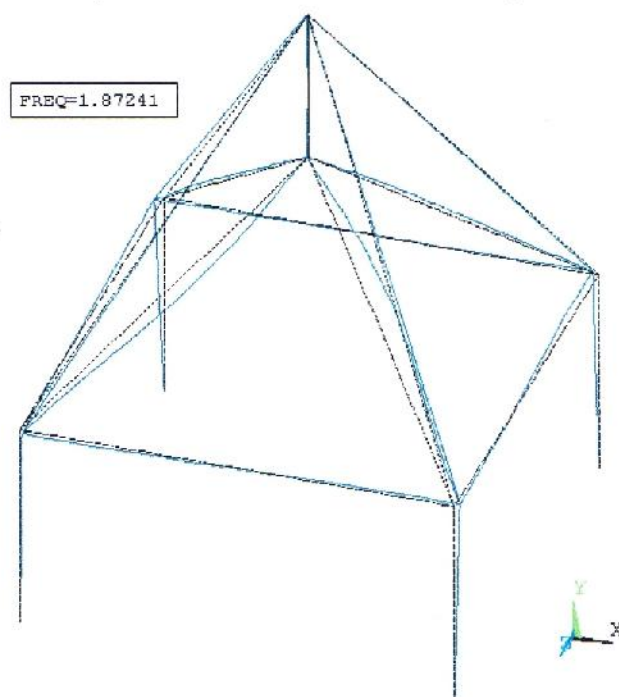


Figura 21: Primer modo de pandeo. Multiplicador = 1,87; Caso III.
(60% DE LA CARGA DE VIENTO)

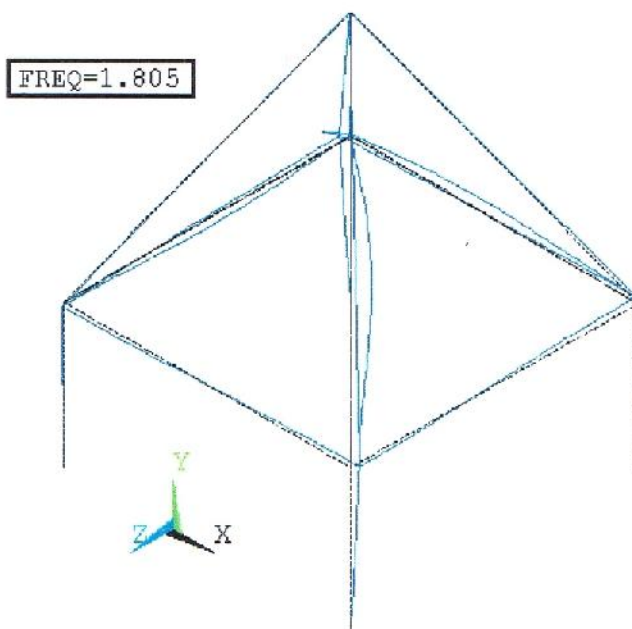


Figura 22: Segundo modo de pandeo. Multiplicador = 1,81; Caso I.
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)

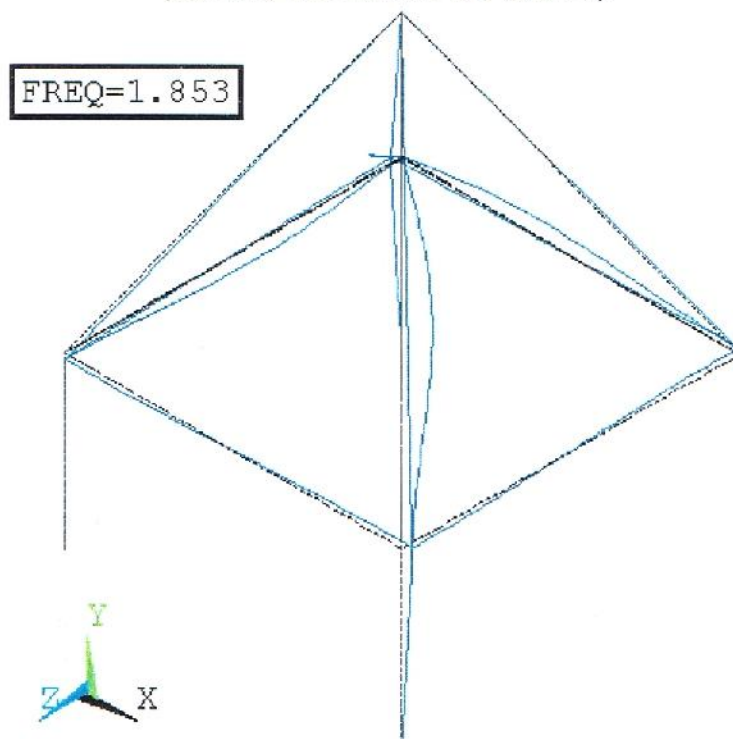
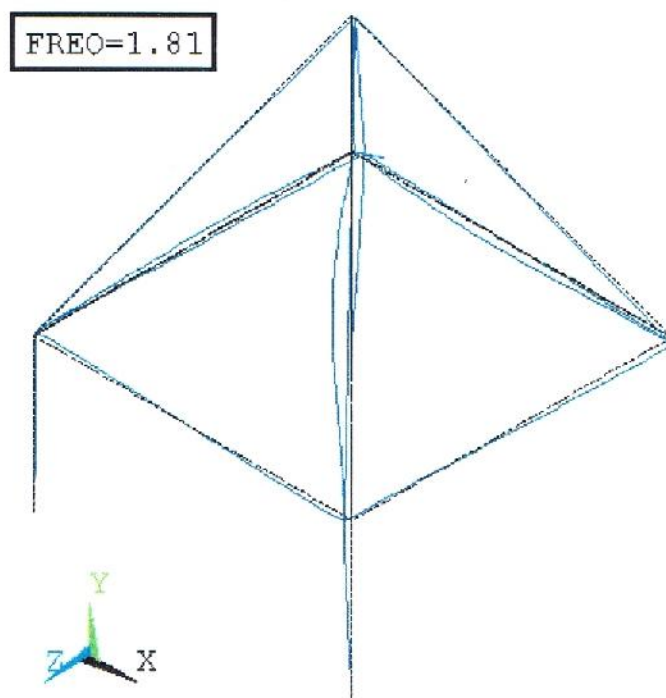


Figura 23: Primer modo de pandeo. Multiplicador = 1,85; Caso II.
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)



*Figura 24: Primer modo de pandeo. Multiplicador = 1,81; Caso III.
(100% DE LA CARGA DE VIENTO)*

Se considera que un autovalor o multiplicador de la carga entorno a 2, ofrece las suficientes garantías frente a los distintos factores que hacen que la estructura pierda la necesaria estabilidad elástica.

11. VALIDACIÓN RESULTADOS Y COMPROBACIONES ADICIONALES

Se han revisado tanto las deformadas, como las reacciones que se producen en cada caso de carga, comprobando que tanto las condiciones de equilibrio como las de compatibilidad se satisfacen siempre.

11.1. REACCIONES

Para finalizar, en el siguiente apartado se incluyen las reacciones obtenidas para cada caso de carga más desfavorable.

La verificación de los elementos de fijación al suelo u obra civil se podrá realizar de forma directa, mediante el contraste de los citados valores con los obtenidos de manuales o catálogos de fabricantes de tales elementos, o bien mediante pruebas de carga en su defecto.

En la figura 25, se incluye el cuadro con las reacciones obtenidas en los puntos de apoyo para el Caso de Carga III, por ser éste el caso de carga limitante para los elementos de fijación.

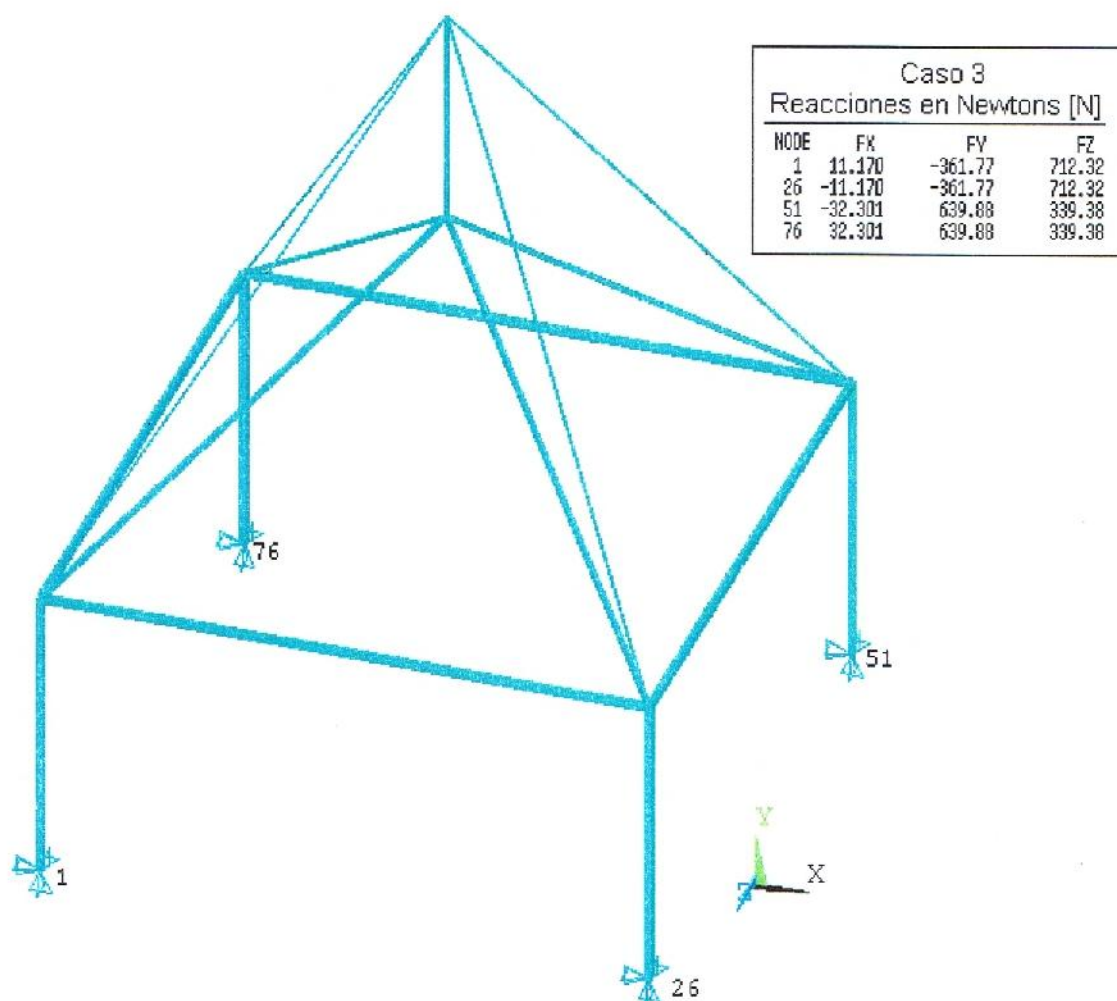


Figura 25: Reacciones (valores en Newtons). Caso III.

12. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, se puede concluir que los perfiles que configuran la estructura de aluminio y acero en estudio, presentarán un comportamiento satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad resistente (según los modos de fallo reseñados en el apartado 4), siempre que se respeten las dimensiones geométricas y las secciones referenciadas en el apartado 5, las calidades de los materiales indicadas en el apartado 7 y que en funcionamiento, no se superen el 60% de la carga de viento normativo (UNE-EN 13782).

Los problemas estructurales pueden aparecer en cualquiera de los casos, si en algún momento, el conjunto de la estructura soporta acciones no previstas que supongan valores superiores a los adoptados en los casos de carga considerados en el presente informe (apartado 8.3) (60% de la carga de viento normativo, 79km/h), por lo que para velocidades de viento superiores se recomienda el desmontaje de la jaima.

Indicar finalmente, que en cualquier caso, se supone una correcta fabricación y montaje de la estructura, por personal especializado en este tipo de tareas.

 **ast** INGENIERÍA

José Luis Suárez Sierra
Ingeniero Industrial
Colegiado N°: 2072



Gijón, 07 de noviembre de 2012

