

1. Introducción y objetivos

En los elementos de material compuesto son muy comunes las uniones tipo piel-rigidizador. Uno de los condicionantes de diseño es el fallo por unfolding, el cual se trata de un fallo asociado a las tensiones transversales al laminado provocando una delaminación en determinadas zonas. Para el diseño de dichas uniones *Airbus* tiene desarrollado un procedimiento empírico que permite establecer el factor de seguridad para las diferentes combinaciones de carga. En el proyecto se trata de comparar este procedimiento con otros procedimientos numéricos o analíticos basados en el estado tensional.

El principal tipo de rigidizador en el que se pretende realizar el estudio es el de perfil en T, sin embargo se realizará un estudio más exhaustivo en los rigidizadores con perfil en L por sus similitudes y debido a que los métodos empleados en este perfil devuelven resultados más exactos que cuando son aplicados a los perfiles en T. De esta forma una vez realizado el estudio sobre los rigidizadores con perfil en L se podrá realizar el estudio sobre los perfiles en T con mayores conocimientos de causa.

Por lo tanto, aunque el proyecto se encuentra centrado principalmente en los rigidizadores con perfil en L, éste se enmarca en un estudio más amplio que pretende desarrollar criterios de fallo para unfolding de perfiles en T. Para ellos se hará un estudio de la transmisión de carga y se compararán las tensiones σ_{13} y σ_{33} con sus admisibles S_{13} y S_{33} .

El unfolding viene caracterizado principalmente por la tensión de rotura interlaminar S_{33} , valor que es obtenido experimentalmente a partir de vigas con perfil en L en los ensayos denominados ILTS (Interlaminar tensile strength), comúnmente realizados con un ensayo a flexión en cuatro puntos como se representa en la imagen de la figura 1¹:

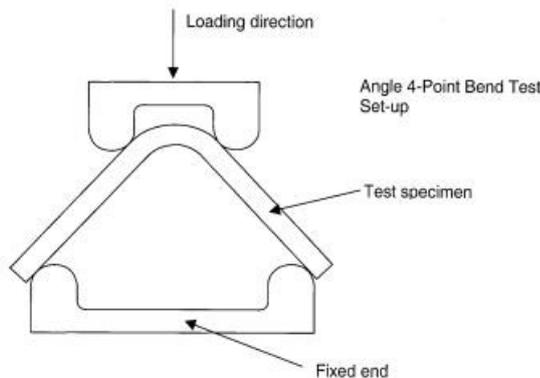


Figura 1: Ensayo a flexión en 4 puntos para la determinación de las propiedades ILTS.

Donde las direcciones 1 y 2 serían las contenidas en el laminado como se muestra en la figura 2, y la dirección 3 la que completa el triedro en dirección perpendicular al laminado.

Los desarrollos a realizar en este proyecto para el cálculo de perfiles en L podrán ser validados con este tipo de ensayos, comparando los resultados teóricos con ensayos realizados por la empresa *TEAMS*.

Por otro lado los rigidizadores con perfil en T son ensayados en distintas configuraciones que permiten caracterizar los mismos en los distintos casos de carga que pueden tener en su uso en el

¹Imagen extraída de la documentación de *TEAMS*

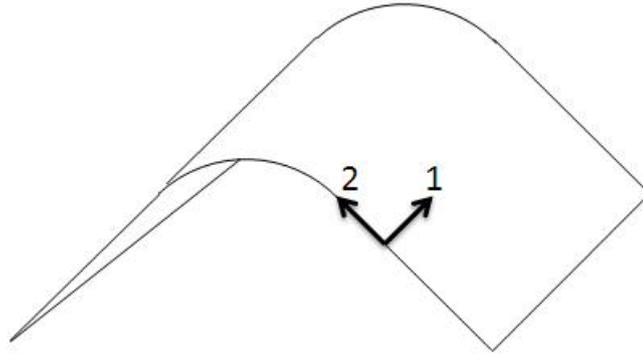


Figura 2: Direcciones 1 y 2 en las probetas ILTS.

avión. Principalmente se usarán los siguientes tipos de ensayos, los cuales se encuentran representados en la figura 3 ¹¹:

- Tracción
- Compresión
- Tracción y flexión
- Compresión y flexión
- Flexión

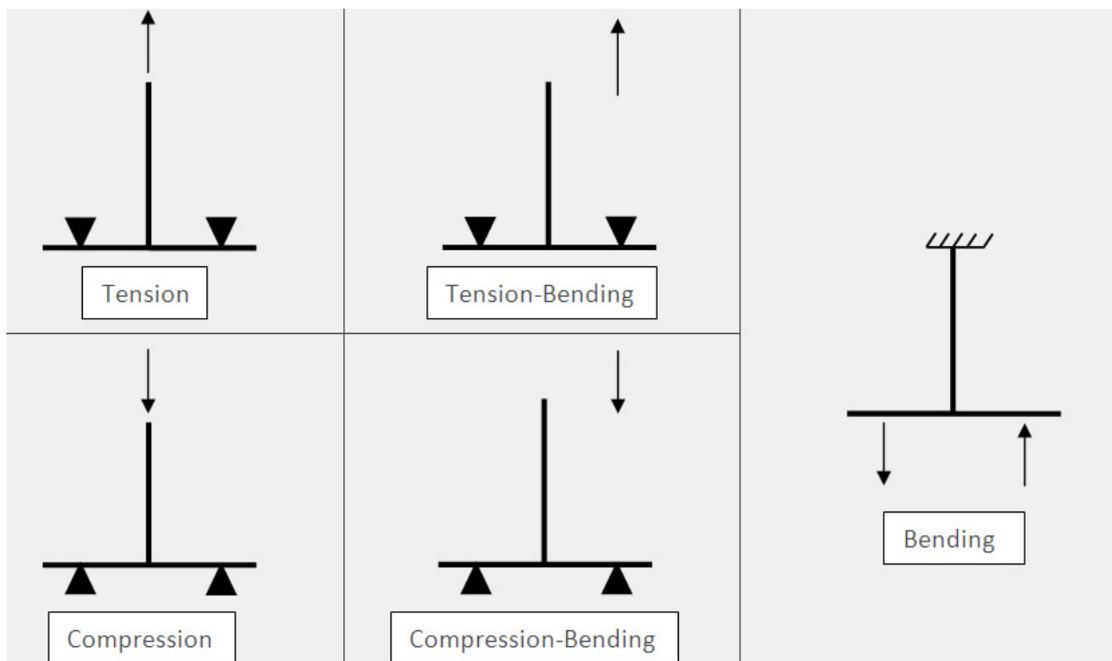


Figura 3: Ensayos para los rigidizadores con perfil en T.

¹¹Imagen extraída de la documentación de *TEAMS*

Este proyecto se centra principalmente en los dos siguientes aspectos:

- Revisión de ensayos, tanto de los rigidizadores con perfil en L como de los que tienen perfil en T.
- Estudio del ensayo ILTS que, por un lado, sirve para calcular S_{33} y, por otro, nos permite desarrollar procedimientos similares a los que serán necesarios en las T para un caso más simple.

De esta forma se definen los siguientes objetivos del proyecto:

- Describir los ensayos de los rigidizadores con perfil en L y en T realizados en *TEAMS* y resumir las características de las probetas, las condiciones de ensayo y los resultados obtenidos.
- Hacer un estudio analítico del ensayo ILTS para obtener expresiones analíticas de las tensiones responsables del fallo y determinar sus admisibles.
- Comprobar la validez de dichas soluciones comparando con estudios previos y resultados experimentales.