

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Profesores Patrocinantes:  
Dr. Ing. Emilio Dufeu Delarze  
Dr. Ing. Paulo Flores Vega

Análisis numérico de uniones adhesivas en polímeros reforzados con fibra. Aplicación al diseño de un avión no tripulado.

**Francisco Luciano Lillo Mierzejewski**

Informe de Memoria de Título

para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico



Concepción, Abril de 2009

---

# Sumario

Es de importancia el avance que ha experimentado en este último tiempo la industria de los materiales compuestos, en el ámbito de la ingeniería éstos se están volviendo cada vez más populares y utilizados, ya sea por su bajo peso, así como también por sus altas propiedades mecánicas, es por esta razón que son especialmente atractivos para la industria aeroespacial.

Este estudio se centra en la simulación de uniones adhesivas en materiales compuestos por medio del método de elementos finitos, con el fin de predecir el comportamiento de éstas cuando se encuentran sometidas a distintos tipos de carga.

En una primera etapa de la investigación se reproducen distintos tipos de ensayos mecánicos utilizando el programa SAMCEF, con el fin de validar por medio de comparación con ensayos realizados con otro software la utilización de este programa para el estudio de uniones de materiales compuestos. Posteriormente se analiza una situación real que consiste en la unión de un miembro estructural del fuselaje de un avión no tripulado, con el objeto de estudiar los requerimientos que existen sobre el adhesivo a utilizar para realizar este ensamble.

Se concluye que el programa SAMCEF es una herramienta apta, para realizar simulaciones de uniones en materiales compuestos, con lo cual se puede tener un mejor control de los parámetros geométricos necesarios para la creación de piezas de mejor calidad, sin necesidad de incurrir en el método de "ensayo y error".

# Índice General

|  |           |
|--|-----------|
| Agradecimientos                                  | I         |
| Sumario  | II        |
| Índice General                                   | III       |
| Nomenclatura                                     | V         |
| Índice de Figuras                                | V         |
| Índice de Tablas                                 | VII       |
| <b>1. Introducción</b>                           | <b>1</b>  |
| 1.1. Marco General . . . . .                     | 1         |
| 1.2. Objetivos . . . . .                         | 5         |
| 1.3. Contenidos . . . . .                        | 6         |
| <b>2. Análisis numérico de uniones adhesivas</b> | <b>7</b>  |
| 2.1. Introducción . . . . .                      | 7         |
| 2.2. Ensayo de Tracción . . . . .                | 7         |
| 2.2.1. Descripción . . . . .                     | 7         |
| 2.2.2. Solape simple . . . . .                   | 8         |
| 2.2.3. Modelo . . . . .                          | 8         |
| 2.2.4. Resultados . . . . .                      | 12        |
| 2.2.5. Análisis . . . . .                        | 13        |
| 2.3. Ensayo de Flexión . . . . .                 | 14        |
| 2.3.1. Descripción . . . . .                     | 14        |
| 2.3.2. Modelo . . . . .                          | 15        |
| 2.3.3. Resultados . . . . .                      | 17        |
| 2.3.4. Análisis . . . . .                        | 22        |
| 2.4. Conclusiones . . . . .                      | 24        |
| <b>3. Aplicación al diseño de un UAV</b>         | <b>25</b> |
| 3.1. Descripción . . . . .                       | 25        |
| 3.2. Generación del modelo . . . . .             | 26        |
| 3.3. Resultados . . . . .                        | 30        |
| 3.4. Análisis . . . . .                          | 31        |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.5. Conclusiones . . . . .           | 32        |
| <b>4. Conclusiones y perspectivas</b> | <b>33</b> |
| 4.1. Conclusiones . . . . .           | 33        |
| 4.2. Perspectivas . . . . .           | 34        |
| <b>Bibliografía</b>                   | <b>35</b> |
| <b>Anexos</b>                         | <b>37</b> |