

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA

Profesores patrocinantes:
Dr. Emilio Dufeu
Dr. Cristian Canales
Ingeniero supervisor:
Felipe Garda

**Análisis estructural de una tabla de surf fabricada en madera mediante el método de
elementos finitos**

Miguel Ángel Camilo Valdebenito Chávez

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Aeroespacial

Marzo 2019

RESUMEN

La empresa fabricante de tablas de surf de madera “Wingka Boards” actualmente posee problemas estructurales en sus productos, por lo cual se busca por medio de esta memoria de título realizar un análisis estructural de una de sus tablas para identificar problemas estructurales y ofrecer recomendaciones para su rediseño.

El objetivo de esta memoria de título corresponde a estudiar la respuesta estructural de una tabla de surf construida en madera por la empresa Wingka Boards, mediante la modelación numérica por medio del método de los elementos finitos, donde los objetivos específicos corresponden a crear un modelo geométrico en 3D de una tabla de surf presentada por la empresa Wingka Boards, establecer condiciones de carga más perjudiciales para la estructura, y establecer recomendaciones prácticas para un eventual rediseño de la estructura.

La tabla de surf seleccionada para el análisis corresponde a la tabla de Surf “Mati”, la cual internamente posee 1 alma de madera de cedro, 14 costillas distribuidas de forma perpendicular a lo largo de esta, junto a dos refuerzos paralelos al alma, distribuidos desde la cuarta a la undécima costilla, los cuales poseen características similares al alma y mismo tipo de material. Además, la tabla cuenta con dos cantos de madera de álamo ubicados en los extremos de las costillas, un enchapado superior e inferior de madera de Nogal en una configuración [0/90/0] grados, y fibra de vidrio que envuelve toda la tabla.

Para lograr los objetivos, se realiza un estudio del estado del arte existente por medio del cual se definen los casos de carga y modelos a analizar. Se genera el modelo geométrico a partir del cual se construye el modelo numérico, donde con esto se realiza el análisis de elementos finitos utilizando propiedades mecánicas obtenidas del software CES Edupack. Luego, los resultados numéricos son comparados con resultados experimentales en un análisis de deflexión, donde se confirman las propiedades utilizadas para los materiales y se valida el modelo numérico.

Los resultados principales del análisis indican que el modelo analizado es deficiente, donde se presentan problemas en las costillas y refuerzos de la tabla de surf “Mati” debido a una extracción de material realizada para disminuir el peso total de esta. Además, la tabla presenta un enchapado el cual debe ser mejorado o en su defecto aumentar el espesor de la fibra de vidrio utilizada. Cabe mencionar que los mayores esfuerzos en el enchapado se encuentran entre la tercera y cuarta costilla, y entre la séptima y octava costilla, tomadas desde la cola de la tabla. Finalmente, de una comparación realizada entre la tabla de surf con y sin refuerzos, se puede apreciar que los refuerzos mejoran considerablemente la resistencia estructural de la tabla.

En el desarrollo de este informe se cumplen todos los objetivos planteados, donde se recomienda modificar el espesor de la tercera costilla y modificar la sección extraída. Se debe cambiar la orientación de las fibras del enchapado en la capa 6 y aumentar el espesor de este o reemplazar el material por uno de mayor resistencia. Finalmente, existe la posibilidad de realizar una reducción del espesor de los cantos o cambiar el material por uno menos resistente y más liviano para mejorar el peso de la tabla de surf.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por tener la oportunidad de desarrollar y disfrutar el proceso de esta memoria de título. Agradecer a mis profesores patrocinantes por su apoyo, orientación, correcciones y sugerencias realizadas durante el semestre, junto a la empresa Wingka Boards por su aporte de información, apoyo y disponibilidad.

Agradecimientos a los profesores del departamento de ingeniería mecánica, profesores de otras áreas y personas externas de las cuales aprendí diversos tópicos y valores durante el transcurso de la carrera, los cuales fueron y seguirán siendo de utilidad en el futuro.

Agradezco a mi familia por la educación que me dieron mis padres, sus oraciones, sacrificios y apoyo incondicional que me han brindado.

Finalmente, quiero agradecer a mis compañeros y amigos por estar cuando los he necesitado, por haberlos conocido, contar con sus consejos, ayuda, apoyo y la amistad brindada durante estos años, la cual espero se mantenga en el futuro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
Introducción	1
1.1 Presentación de la problemática.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.2.1 Generales.....	1
1.2.2 Específicos.....	1
1.3 Metodología de trabajo.....	1
CAPÍTULO 2	3
Estado del arte y revisión bibliográfica.....	3
2.1 Historia del surf.....	3
2.2 Descripción de la empresa.....	5
2.3 Tablas ofertadas en la empresa Wingka Boards.....	5
2.4 Casos de carga para el análisis estructural de una tabla de surf.....	7
2.5 Trabajo a realizar.....	11
CAPITULO 3	12
Marco teórico	12
3.1 Introducción al método de los elementos finitos.....	12
3.2 Definiciones fundamentales	12
3.3 Elementos de placa y cascara.....	13
3.4 Teoría de Laminado	14
3.4.1 Laminado Ortotrópico.....	14
3.4.2 Criterios para compuestos laminados.....	14
CAPITULO 4	16
Condiciones de diseño y cálculos de cargas críticas.....	16
4.1 Diseños 3D de modelos seleccionados.....	16
4.2 Materiales	18
4.3 Cargas aplicadas.....	21
4.3.1 Caso 1.....	22
4.2.2 Caso 2.....	24
4.2.3 Caso 3.....	25
4.2.5 Caso 4.....	27
4.2.4 Caso 5.....	28
CAPITULO 5.....	29
Modelación por medio del método de elementos finitos.....	29
5.1 Mallado de estructura.....	29

5.2 Condiciones de borde	31
5.3 Validación	35
5.3 Resultados.	39
5.3.1 Caso 1	40
5.3.2 Caso 2	41
5.4.3 Caso 3	47
5.3.4 Caso 4	50
5.3.5 Caso 5	55
CAPITULO 6.	56
Conclusiones, recomendaciones y perspectivas futuras.....	56
6.1 Conclusiones y recomendaciones.....	56
6.2 Perspectivas futuras.....	57