



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*CARACTERIZACIÓN A IMPACTO DE CAUCHO RECICLADO MEDIANTE  
ELEMENTOS FINITOS*

**ÍNDICE GENERAL**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: ANE

APELLIDOS: ESCRIBANO CASTRO

FDO.:

FECHA: 10-02-2015

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: IRANTZU

APELLIDOS: URIARTE GALLASTEGI

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 10-02-2015

# Índice general Memoria

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación y propósito .....	1
1.2. Objeto del Estudio .....	2
1.3. Estructura del Estudio.....	3
<b>Capítulo 2. Trabajo previo relacionado.....</b>	<b>4</b>
2.1. Caracterización hiperelástica.....	4
2.1.1. Funciones de energía elástica de deformación por unidad de Volumen W .....	9
2.2. Caracterización viscoelástica .....	12
2.2.1. VISCOELASTICIDAD LINEAL.....	12
2.2.2. VISCOELASTICIDAD NO LINEAL .....	19
<b>Capítulo 3. Estudio de alternativas .....</b>	<b>22</b>
<b>Capítulo 4. Solución adoptada .....</b>	<b>24</b>
4.1. Marco teórico.....	24
4.1.1. Algoritmo de optimización.....	25
4.1.2. Descripción del Algoritmo PSO .....	26
4.1.3. Tipos de Algoritmos de PSO .....	29
4.1.4. Coeficiente de determinación de $R^2$ .....	30
4.1.5. Ajuste por Mínimos Cuadrados.....	33
4.1.6. Curve fitting para material hiperelástico .....	37
4.2. Marco metodológico .....	39
4.3. Técnicas y métodos.....	40
4.3.1. ANSYS .....	40
4.3.2. MATLAB .....	40
4.4. Procesamiento de datos .....	41

4.4.1. Hiperelasticidad .....	44
4.4.2. Viscoelasticidad .....	47
<b>Capítulo 5. Resultados y conclusiones .....</b>	<b>50</b>
5.1. Parte hiperelástica .....	50
5.1.1. Probetas grandes .....	50
5.1.2. Probetas pequeñas.....	58
5.2. Parte viscoelástica.....	65
5.2.1. Probetas grandes .....	65
5.2.2. Probetas pequeñas.....	66
<b>Capítulo 6. Valoraciones de los resultados y posibles líneas futuras .....</b>	<b>67</b>
<b>Capítulo 7. Conclusiones generales .....</b>	<b>69</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>70</b>

# Indice Anexo 1: Hiperelasticidad

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2. Ajuste de Mínimos Cuadrados.....</b>	<b>2</b>
2.1. Desarrollo para Neo-Hooke .....	2
2.1.1. Resultados para Neo-Hooke .....	4
2.2. Desarrollo para Mooney-Rivlin.....	8
2.2.1. Resultados para Mooney-Rivlin.....	10
<b>Capítulo 3. Curve Fitting.....</b>	<b>18</b>
3.1. Desarrollo para Neo-Hooke .....	18
3.1.1. Resultados para Neo-Hooke .....	20
3.2. Mooney-Rivlin .....	29
3.2.1. Resultados para Mooney-Rivlin.....	31
<b>Capítulo 4. Resumen de resultados.....</b>	<b>41</b>
4.1. Ajuste mínimos cuadrados (MATLAB).....	41
4.1.1. Neo-Hooke .....	41
4.1.2. Mooney-Rivlin.....	42
4.2. Curve fitting (ANSYS).....	42
4.2.1. Neo-Hooke .....	42
4.2.2. Mooney-Rivlin.....	43

# Indice Anexo 2: Viscoelasticidad

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Estructura del Algoritmo .....	1
<b>Capítulo 2. Algoritmo .....</b>	<b>2</b>
2.1. P.S.O.....	2
2.2. Coste.....	7
2.3. Simular .....	8
2.4. AnalizarDatos .....	8
<b>Capítulo 3. Ensayos .....</b>	<b>10</b>
3.1. Probetas grandes .....	10
3.1.1. Densidad = 0.7 g/cm <sup>3</sup> .....	10
3.1.2. Densidad = 0.8 g/cm <sup>3</sup> .....	11
3.1.3. Densidad = 0.9 g/cm <sup>3</sup> .....	12
3.1.4. Densidad = 1g/cm <sup>3</sup> .....	12
3.2. Probetas pequeñas .....	13
3.2.1. Densidad = 0.7 g/cm <sup>3</sup> .....	13
3.2.2. Densidad = 0.9 g/cm <sup>3</sup> .....	14
3.2.3. Densidad = 1g/cm <sup>3</sup> .....	15
<b>Capítulo 4. Resultados obtenidos .....</b>	<b>17</b>