

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes Generales . . . . .	1
1.1.1. Motivación . . . . .	2
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.2.1. Objetivo principal . . . . .	2
1.2.2. Objetivos específicos . . . . .	2
1.3. Alcances . . . . .	3
<b>2. Metodología</b>	<b>4</b>
<b>3. Antecedentes</b>	<b>6</b>
3.1. Polímeros . . . . .	6
3.2. Resinas . . . . .	7
3.3. Materiales compuestos . . . . .	9
3.3.1. Componentes . . . . .	9
3.3.2. Densidad de un compuesto . . . . .	10
3.4. Compuestos reforzados con partículas . . . . .	11
3.5. Comportamiento mecánico . . . . .	12
3.5.1. Módulo elástico . . . . .	12
3.5.2. Esfuerzo de fluencia . . . . .	14
3.6. Compuestos de madera y plástico . . . . .	14

3.7. Tratamiento térmico para polvos de madera . . . . .	15
3.8. Propiedades mecánicas en compuestos de polvo de madera y plástico: Estado del arte . . . . .	16
3.9. Fractura . . . . .	18
3.10. Ensayo de tracción: Norma ASTM D 638 . . . . .	19
3.11. Ensayo de Flexión: Norma ASTM D 790 . . . . .	21
3.12. Ensayo de impacto . . . . .	23
3.13. Normas ASTM D 7031 y D 7032 . . . . .	25
3.14. Microscopía electrónica de barrido . . . . .	25
<b>4. Resultados y Discusiones</b>	<b>26</b>
4.1. Preparación de probetas . . . . .	26
4.1.1. Materiales . . . . .	26
4.1.2. Preparación del Refuerzo . . . . .	29
4.1.3. Preparación del Compuesto . . . . .	30
4.2. Ensayos Mecánicos . . . . .	32
4.2.1. Ensayo de tracción . . . . .	32
4.2.2. Ensayo de flexión de tres puntos . . . . .	33
4.2.3. Ensayo de impacto . . . . .	34
4.3. Resultados experimentales . . . . .	35
4.3.1. Tracción . . . . .	35
4.3.2. Flexión . . . . .	36
4.3.3. Impacto . . . . .	38
4.3.4. Resumen de propiedades mecánicas . . . . .	39
4.4. Morfología . . . . .	40
<b>5. Conclusiones</b>	<b>45</b>

<b>Bibliografía</b>	<b>46</b>
<b>Apéndices</b>	<b>50</b>
<b>A. Espesor y ancho de probetas para ensayo de tracción</b>	<b>51</b>
<b>B. Diagrama carga-desplazamiento para ensayo de tracción</b>	<b>53</b>
<b>C. Espesor y ancho de probetas para ensayo de flexión</b>	<b>59</b>
<b>D. Diagrama carga-desplazamiento para ensayo de flexión</b>	<b>61</b>
<b>E. Espesor y ancho de probetas para ensayo de impacto</b>	<b>67</b>

# Índice de Tablas

3.1. Propiedades en flexión para un compuesto de matriz de poliéster. . . . .	16
3.2. Propiedades en tracción para un compuesto de Polipropileno y polvo de madera.	17
3.3. Propiedades en flexión para un compuesto de Polipropileno y polvo de madera.	17
3.4. Dimensiones para probeta bajo ensayo de tracción. . . . .	20
4.1. Distribución del tamaño de partículas . . . . .	28
4.2. Resistencia a la tracción para diferentes concentraciones de aserrín . . . . .	35
4.3. Propiedades en flexión para diferentes concentraciones de aserrín . . . . .	37
4.4. Resistencia al impacto para diferentes concentraciones de aserrín . . . . .	38
4.5. Resumen de propiedades mecánicas . . . . .	39
A.1. Espesor y ancho de probetas para ensayo de tracción . . . . .	51
C.1. Espesor y ancho de probetas para ensayo de flexión . . . . .	59
C.2. Tabla C.1: Espesor y ancho de probetas para ensayo de flexión (continuación)	60
E.1. Espesor y ancho de probetas para ensayo de impacto . . . . .	67
E.2. Espesor y ancho de probetas para ensayo de impacto . . . . .	68

# Índice de Ilustraciones

2.1. Metodología para el trabajo de Título . . . . .	4
3.1. Comportamiento esfuerzo-deformación de los polímeros: frágil (curva A), plástico (curva B) y con elevada elasticidad (curva C). . . . .	7
3.2. Ácidos saturados . . . . .	8
3.3. Carga aplicada paralelamente a las fibras . . . . .	12
3.4. Carga aplicada en dirección perpendicular a las fibras. . . . .	13
3.5. Módulo de elasticidad en función de su fracción volumétrica para un material compuesto reforzado con partículas. . . . .	14
3.6. Resistencia al impacto en ensayo Izod . . . . .	18
3.7. Tipos de fractura . . . . .	19
3.8. Probeta para ensayo de tracción. . . . .	20
3.9. Sistema de carga de 3 puntos para ensayo de flexión . . . . .	21
3.10. Curvas típicas esfuerzo-deformación en flexión . . . . .	22
3.11. Probeta utilizada para ensayos de impacto de Charpy e Izod. (b) Esquema del aparato para ensayos de impacto y posicionamiento de las probetas para ensayo Charpy e Izod. . . . .	24
4.1. (a) Resina de Poliéster insaturado. (b) Catalizador. . . . .	27
4.2. Aserrín de Pino Oregón (refuerzo). . . . .	27
4.3. Tamices . . . . .	28
4.4. Curva granulométrica para el aserrín. . . . .	29
4.5. Distribución de tamaño para el aserrín. . . . .	29

4.6. (a) Cámara de secado. (b) Interior. . . . .	30
4.7. Probetas para ensayo de tracción. . . . .	31
4.8. Probeta para ensayo de flexión. . . . .	31
4.9. Probeta para ensayo de impacto. . . . .	31
4.10. Ensayo de flexión . . . . .	32
4.11. Ensayo de flexión . . . . .	33
4.12. Ensayo de impacto . . . . .	34
4.13. Resistencia a la tracción . . . . .	36
4.14. Módulo de elasticidad en flexión. . . . .	37
4.15. Resistencia al impacto . . . . .	39
4.16. Morfología para el aserrín (a) 30x. (b) 500x. . . . .	40
4.17. Fractura de resina en tracción (a) superficie de fractura, 12x; (b) crestas radiales, 30x; (c) fractura intergranular 100x. . . . .	41
4.18. Fractura de compuesto con contenido de aserrín de 5 % p/p en tracción (a) superficie de fractura, 12x; (b) detalle de superficie, 500x; (c) zona de arranque, 100x. . . . .	42
4.19. Fractura de compuesto con contenido de aserrín de 15 % p/p en tracción (a) superficie de fractura, 12x; (b) detalle de superficie, 500x; (c) zona de arranque, 100x. . . . .	43
4.20. Fractura de compuesto con contenido de aserrín de 10 % p/p en tracción (a) superficie de fractura, 12x; (b) detalle de superficie, 500x . . . . .	44
B.1. Curva carga-desplazamiento para ensayo de tracción. Contenido de aserrín: 0 %	54
B.2. Curva carga-desplazamiento para ensayo de tracción. Contenido de aserrín: 5 %	55
B.3. Curva carga-desplazamiento para ensayo de tracción. Contenido de aserrín: 10 %	56
B.4. Curva carga-desplazamiento para ensayo de tracción. Contenido de aserrín: 15 %	57
B.5. Curva carga-desplazamiento para ensayo de tracción. Contenido de aserrín: 20 %	58
D.1. Curva carga-desplazamiento para ensayo de flexión. Contenido de aserrín: 0 %	62
D.2. Curva carga-desplazamiento para ensayo de flexión. Contenido de aserrín: 5 %	63

- D.3. Curva carga-desplazamiento para ensayo de flexión. Contenido de aserrín: 10 % 64
- D.4. Curva carga-desplazamiento para ensayo de flexión. Contenido de aserrín: 15 % 65
- D.5. Curva carga-desplazamiento para ensayo de flexión. Contenido de aserrín: 20 % 66