

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
3.1 Materiales compuestos de lignocelulosa y plástico sintético (WPC).....	4
3.2 Proceso de moldeo.....	5
3.3 Matriz polimérica, material plástico.....	7
3.4 Material lignocelulósico.....	9
3.4.1 Pino insigne ( <i>Pinus radiata</i> D. Don).....	10

3.4.2 Cascarilla de arroz.....	11
3.4.3 Algunos componentes químicos del material orgánico...	12
3.5 Propiedades mecánicas.....	14
3.5.1 Métodos y normas internacionales para ensayos de dureza en estos materiales compuestos.....	15
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Materiales.....	18
4.1.1 Elemento lignocelulósico.....	18
4.1.1.1 Pino insigne ( <i>Pinus radiata</i> D. Don).....	19
4.1.1.2 Cascarilla de arroz.....	19
4.1.2 Elemento plástico.....	20
4.2 Maquinaria, equipos y programas.....	21
4.2.1 Generación y tamaño de las partículas lignocelulósicas..	21
4.2.2 Secado de las partículas lignocelulosicas .....	24

4.2.3 Mezcla de los materiales.....	24
4.2.4 Moldeo de las probetas.....	25
4.2.5 Obtención de las sub-probetas.....	26
4.2.6 Descripción de las probetas ensayadas.....	28
4.2.7 Determinación de dureza del material.....	29
4.2.8 Densidad de los materiales compuestos inyectados.....	32
4.3 Análisis Estadístico.....	34
<b>V. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
5.1 Dureza por penetración.....	35
5.1.1 Presentación y análisis visual de los resultados.....	35
5.1.2 Análisis estadístico de los datos de dureza Brinell.....	39

5.2 Densidad de los compuestos termoplástico-lignocelulosa.....	41
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>
<b>APENDICES</b>	
<b>Apéndice 1: MEDICIONES INGRESADAS A IMAGE TOOL.....</b>	<b>50</b>
<b>Apéndice 2: RESULTADOS DUREZA BRINELL PARA LOS DIFERENTES MATERIALES COMPUESTOS.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
N°1:	Diámetros de las huellas dejada por el indentador en los diferentes materiales.....	35
N°2:	Duración del ensayo desde el inicio hasta llegar a una carga de 500 Kgf.....	36
N°3:	Dureza Brinell de los diferentes materiales compuestos.....	38
N°4:	Análisis de varianza simple para dureza de los materiales.....	40
N°5:	Prueba múltiple de rangos para log(dureza) por tratamiento.....	40
N°6:	Densidad de los materiales compuestos.....	42
N°7:	Análisis de varianza simple para densidad de los materiales.....	43
N°8:	Prueba múltiple de rangos para densidad por tratamiento.....	43
N°9:	Mediciones de diámetro para huellas de probetas 100%PEAD....	50
N°10	Mediciones de diámetro para huellas de probetas 50% cascarilla de arroz – PEAD.....	51
N°11	Mediciones de diámetro para huellas de probetas 50% Pino – PEAD.....	52
N°12	Resultados de dureza Brinell para 100% PEAD.....	53
N°13	Resultados de dureza Brinell para 50% cascarilla de arroz 50% - PEAD.....	54
N°14	Resultados de dureza Brinell para 50% Pino – 50% PEAD.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
N°1:	Esquema de máquina inyectora.....	6
N°2:	Cascarilla de arroz.....	20
N°3:	Polietileno de alta densidad vírgen (PEAD).....	21
N°4:	Molino de cuchillos.....	22
N°5:	Molino de martillo.....	22
N°6:	Partículas de cascarilla de arroz sobre un papel milimetrado.....	23
N°7:	Partículas de Pino .....	23
N°8:	Bandeja contenedora de los materiales .....	24
N°9:	Máquina de inyección con tornillo alternativo.....	25
N°10	Pieza original con el diseño de las 4 probetas que se obtuvieron de ella.....	26
N°11:	(a) Esquema de la obtención de probetas a ensayar, (b) probeta ensayada con huellas dejadas por la indentación del durómetro..	27
N°12:	Superficie de una probeta con huellas dejada por un durómetro..	29
N°13	Instron con durómetro acoplado (a la izquierda), a la derecha imagen del durómetro.....	30
N°14	Huellas dejada por el durómetro con el método Brinell en probetas de los tres materiales distintos.....	31

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Contenido	Página
N°1:	Promedios de dureza Brinell.....	37
N°2:	Gráfico de medias para los diferentes tratamientos.....	39