

## INDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	vii
<b>SUMMARY</b>	viii
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivo Específico	3
<b>III. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>4</b>
3.1 Antecedentes Generales	4
3.2 Utilización de Subproductos Madereros	5
3.3 Biocombustibles Sólidos Densificados	6
3.4 Fabricación de Pelets	14
3.4.1 Peletizado de la Materia Prima	15
3.4.2 Técnicas de Paletizado	16
3.5 Distribución y Comercialización	19
3.5.1 Tipos de Distribución	19
3.6 Análisis de Calidad	20
3.7 El Carbón Vegetal	21
3.7.1 Carbonilla y la Producción de Briquetas	24
3.8 Otros Tipos de Energía	25
<b>IV. METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
4.1 Antecedentes Generales	27
4.2 Características de los Materiales y Equipos	28
4.2.1 Materiales utilizados en la experimentación	28
4.3 Análisis previo a la Fabricación	29

4.3.1 Selección de Materias Primas	29
4.3.2 Determinación del Contenido de Humedad	29
4.4 Método	30
4.4.1 Proporciones de Materia Prima	30
4.4.2 Procedimiento de Fabricación	30
4.4.3 Determinación de la Friabilidad	34
4.4 Determinación del Poder Calorífico	35
4.4.1 Ensayos a realizar	37
<b>V. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>38</b>
5.1 Análisis Estadístico	38
5.1.1 Densidad de los Pelets	38
5.1.2 Friabilidad de los Pelets	39
5.1.3 Poder Calorífico de los Pelets	41
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>47</b>
<b>APENDICE</b>	<b>50</b>
<b>APENDICE A</b>	51
1.1 Determinación de Contenido de Humedad	51
1.2 Patrones de Referencia	51
1.3 Volumen, Peso y Densidad Promedio	52
<b>APENDICE B</b>	52
1.1 Friabilidad Promedio	52
<b>APENDICE C</b>	83
1.1 Calibración de la Bomba Calorimétrica	53
1.2 Poderes Caloríficos	53

<b>ANEXO</b>	<b>55</b>
ANEXO A	56
Norma para la determinación del Poder Calorífico	56
ANEXO B	57
Protocolo de Medición	57
ANEXO C	58
Análisis Estadístico	58
ANEXO D	61
Cálculo de la Presión	61
ANEXO E	62
Sistema de Medición de Poder Calorífico Parr Co.	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Densidades y Poderes Caloríficos de los combustibles.	8
Tabla N° 2. Características de los pelets.	9
Tabla N° 3. Comparación de los combustibles de uso común en Europa.	12
Tabla N° 4. Determinación de poderes caloríficos en carbones vegetales	22
Tabla N° 5. Peletizado de patrones.	31
Tabla N° 6. Pelets Fabricados para la Experimentación.	33
Tabla N° 7. Volumen y Densidad Promedio de los Pelets.	34
Tabla N° 8. Calibración de la Bomba Calorimétrica.	41
Tabla N° 9. Poderes Caloríficos promedio.	42

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pelets de madera.	6
Figura 2. Matriz plana.	17
Figura 3. Matriz anular.	17
Figura 4. Prensa peletizadora.	18
Figura 5. Descarga de pelets a granel.	20
Figura 6. Método de carbonización artesanal.	23
Figura 7. Prensa de tornillo manual.	32

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1. Poder Calorífico en función de la humedad de la madera.	7
Gráfico N° 2. Emisión anual de CO <sub>2</sub> para diferentes combustibles.	11
Gráfico N° 3. Precios de Combustibles por cantidad de energía producida.	13
Gráfico N° 4. Porcentaje anual de energía renovable utilizada en Europa.	25
Gráfico N° 5. Energía renovable utilizada en países europeos (1997).	26
Gráfico N° 6. Densidad de los pelets en relación al contenido de carbonilla.	38
Gráfico N° 7. Comportamiento de la friabilidad.	39
Gráfico N° 8. Distribución estadística de los datos para la Friabilidad.	40
Gráfico N° 9. Poderes Caloríficos de los Pelets.	42
Gráfico N° 10. Distribución estadística de los datos para el Poder Calorífico.	43
Gráfico N° 11. Incidencia de la Densidad en el Poder Calorífico.	44