

ÍNDICE SISTEMÁTICO

	<u>PÁGINA</u>
Sumario	5
Prólogo	7
Capítulo 1. Biomasa como fuente de energía	9
Objetivos del capítulo	11
1. Biomasa: definición y concepto	12
2. Datos generales sobre la biomasa	12
2.1. Biomasa en el mundo	12
2.2. Biomasa en Europa	15
3. Fuentes de biomasa	20
3.1. Biomasa industrial	22
3.2. Biomasa agrícola	25
3.3. Cultivos energéticos	26
3.4. Biomasa ganadera	28
3.5. Residuos orgánicos urbanos	31
3.6. Biomasa forestal	33

4. Consideraciones ambientales al uso de la biomasa	37
4.1. Efecto invernadero	37
4.2. Emisiones y biomasa	40
4.3. Otras consideraciones ambientales	43
5. Caracterización de la biomasa	45
5.1. Poder calorífico de la biomasa	46
5.1.1. Poder calorífico superior e inferior	48
5.1.2. Poder calorífico superior	48
5.1.3. Poder calorífico inferior	51
5.2. Humedad	52
5.3. Análisis elemental	54
5.4. Materias volátiles	57
5.5. Porcentaje de cenizas	58
5.6. Fusibilidad de las cenizas	60
5.7. Distribución del tamaño	61
5.8. Densidad	62
5.9. Toma de muestras	63
Anexos del capítulo	65
Conceptos básicos	67
Referencias bibliográficas	67
Capítulo 2. Tecnologías de combustión	69
Objetivos del capítulo	71
1. Combustión de la biomasa	72
1.1. Proceso de combustión	72
1.2. Tipos de combustión	73
1.3. Etapas de la combustión	76
2. Tipos de calderas	77
2.1. Clasificación según el fluido portador	78
2.1.1. Calderas de agua caliente	78
2.1.2. Calderas de agua sobrecalentada	79
2.1.3. Calderas de vapor	80
2.1.4. Calderas de fluido térmico	81

2.2. Clasificación según la distribución del fluido y gases	82
2.2.1. Calderas pirotubulares	82
2.2.2. Calderas acuotubulares	85
2.3. Clasificación según la tecnología de combustión	86
2.3.1. Calderas de parrilla	87
2.3.1.1. Parrillas fijas inclinadas	87
2.3.1.2. Parrillas fijas vibrantes	88
2.3.1.3. Parrillas móviles viajeras	89
2.3.1.4. Parrillas móviles alternativas	90
2.3.2. Calderas de combustible pulverizado	92
2.3.3. Calderas de lecho fluido	93
3. Dispositivos de una caldera	97
3.1. Cámara de combustión	98
3.2. Paredes de agua	99
3.3. Calderín de vapor	101
3.4. Sobrecalentador	103
3.5. Economizador	105
3.6. Precalentador de aire	107
3.7. Sistemas de limpieza.....	108
4. Depuración de gases de combustión	111
4.1. Ciclones y multiciclones	112
4.2. Filtros de mangas	113
4.3. Precipitadores electrostáticos	115
Anexo del capítulo	118
Conceptos básicos	122
Referencias bibliográficas	122
Capítulo 3. Gasificación, metanización y biocombustibles	123
Objetivos del capítulo	125
1. Otras formas de biomasa	126
2. Gasificación de la biomasa	127
2.1. Proceso de gasificación.....	127

2.2. Agentes gasificantes	129
2.3. Etapas de gasificación	131
2.4. Tipos de reactores	133
2.4.1. Gasificadores de corriente ascendente o tipo directo	134
2.4.2. Gasificadores de corriente descendente o tiro invertido	135
2.4.3. Gasificadores de tiro cruzado o transversal	135
2.4.4. Gasificadores de lecho fluido	136
2.5. Depuración y tratamiento de gases	138
3. Metanización de la biomasa	141
3.1. Proceso de metanización	142
3.1.1. Recepción	143
3.1.2. Homogeneización	144
3.1.3. Digestión	144
3.1.3.1. Etapas de la digestión	145
3.1.3.2. Parámetros del proceso	147
3.1.3.3. Tipos de reactores	151
3.1.4. Desgasificación	152
3.1.5. Almacenamiento	153
3.1.6. Tratamiento de gases	154
3.1.6.1. Filtrado	156
3.1.6.2. Limpieza	156
3.1.6.3. Concentración	156
3.1.6.4. Licuefacción	157
3.2. Gas de vertedero	158
4. Biocombustibles	160
4.1. Bioetanol	161
4.2. Biodiésel	163
Anexos del capítulo	166
Conceptos básicos	169
Referencias bibliográficas	169
Capítulo 4. Densificación y almacenamiento de biomasa	171
Objetivos del capítulo	173

1. Densificación de la biomasa	174
1.1. Procesos de baja densificación	174
1.1.1. Astillas	174
1.1.2. Trituradoras	175
1.1.2.1. Trituradora de cilindros	175
1.1.2.2. Trituradora de martillos.....	177
1.1.3. Astilladoras	177
1.1.3.1. Astilladoras de tambor	179
1.1.3.2. Astilladoras de disco	181
1.1.4. Equipos de trituración y astillado	181
1.1.4.1. Equipos fijos de trituración y astillado	182
1.1.4.2. Equipos móviles de trituración y astillado	183
1.1.5. Empacado	184
1.1.5.1. Empacadoras herbáceas	185
1.1.5.2. Empacadoras leñosas	187
1.1.6. Compactación	187
1.2. Procesos de alta densificación	188
1.2.1. Peletizado	188
1.2.1.1. Proceso de peletización	193
1.2.2. Briquetas	205
2. Almacenamiento	207
2.1. Consideraciones generales	207
2.2. Almacenamiento en intemperie	211
2.2.1. Almacenamiento en balsas abiertas	213
2.2.2. Depósitos	215
2.2.3. Silos de almacenamiento	216
2.2.4. Almacenamiento semicerrado	218
2.2.5. Almacenamiento cerrado	219
2.2.5.1. Almacenamiento cerrado en superficie	220
2.2.5.2. Almacenamiento cerrado con foso	222
Anexos del capítulo	224
Conceptos básicos	226
Referencias bibliográficas	226

Capítulo 5. Manipulación de la biomasa. Plantas de generación con biomasa	227
Objetivos del capítulo	229
1. Manipulación de la biomasa	230
1.1. Equipos móviles	231
1.2. Cintas transportadoras	232
1.2.1. Cintas estacionarias lineales	234
1.2.2. Cintas móviles	234
1.2.3. Cintas radiales	235
1.2.4. <i>Tripper</i>	236
1.3. Tornillos sin fin	237
1.4. Transportadores de cadenas	238
1.5. Elevadores de cangilones	239
1.6. Suelos móviles	240
2. Fuego y explosión	241
3. Depuración de gases	244
3.1. Ciclones y multiciclones	245
3.2. Filtros de mangas	246
3.3. Precipitadores electrostáticos	248
3.4. Lavadores	250
3.4.1. Lavador de gas húmedo	250
3.4.2. Lavador de gases seco	251
4. Generación de energía eléctrica	251
4.1. Ciclo de vapor	252
4.1.1. Turbina de vapor	253
4.1.1.1. Tipos de turbinas	254
4.1.1.2. Grupo turbogenerador	260
4.1.2. Sistemas de refrigeración	262
4.1.2.1. Refrigeración por agua	262
4.1.2.2. Tratamiento del agua	268
4.1.2.3. Refrigeración por aire	270
4.1.3. Consideraciones al ciclo de vapor	271
4.2. Motores de combustión interna	273

Anexos del capítulo	275
Conceptos básicos	281
Referencias bibliográficas	281

