

Índice

Resumen	4
1 Introducción	5
1.1 Motivación y formulación del problema	5
1.2 Objetivos y alcances	7
1.3 Organización del trabajo.....	8
2 Estado del arte.....	9
2.1 Aplicaciones en el mundo.....	9
2.1.1 China.....	9
2.1.2 India.....	10
2.1.3 Bolivia.....	11
2.1.4 España.....	12
2.1.5 Cuba.....	13
2.1.6 Estados Unidos.....	13
2.2 Aplicaciones en México.....	13
2.2.1 Coahuila.....	14
2.2.2 Chihuahua.....	14
2.2.3 Nuevo León.....	16
2.2.4 Sonora.....	17
3 Conceptos preliminares.....	18
3.1 Digestores anaerobios.....	18
3.2 Producción de biogás.....	20
3.2.1 Fermentación anaeróbica.....	20
3.2.2 Factores de influencia en el proceso metanogénico.....	21
3.2.3 Modelo de producción de CH ₄	24
3.2.4 Almacenamiento, conducción, combustión y fertilizante.....	25
3.2.5 Filtros para acondicionamiento del biogás.....	28
4 Tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de biogás.....	30
4.1 Turbinas y microturbinas.....	30
4.2 Motor de combustión interna.....	32
4.2.1 Motores de combustión interna de encendido por chispa.....	32
4.2.2 Motores de combustión interna de encendido por compresión.....	33
4.3 Celdas de hidrógeno.....	35

4.3.1 Reformado del biogás.....	35
4.3.2 Celdas de combustible alcalinas (AFC).....	36
4.3.3 Celdas de combustible de ácido fosfórico (PAFC).....	36
4.3.4 Celdas de combustible de carbonato fundido (MCFC).....	36
4.3.5 Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC).....	37
4.3.6 Celdas de combustible poliméricas (PEMFC).....	37
4.3.7 Limpieza del biogás para celdas de combustible.....	38
4.4 Comparación entre tecnologías de generación de energía eléctrica.....	39
4.5 Cogeneración.....	40
5 Generación distribuida.....	41
5.1 Definición.....	41
5.2 Calidad de la energía proveniente de la generación distribuida.....	42
5.3 Interconexión de la generación distribuida a la red de distribución.....	42
5.3.1 Reglas generales de interconexión.....	42
5.4 Esquemas de protección para la interconexión.....	43
5.4.1 Esquemas de interconexión para red aislada.....	44
5.4.2 Esquemas de interconexión para red no aislada.....	46
5.5 Ventajas de la generación distribuida en la granja.....	49
5.6 Aspectos legales.....	50
5.7 Aspectos económicos.....	50
5.7.1 Financiamiento.....	50
5.8 Perfiles de generación de energía eléctrica.....	50
6 Conclusiones y recomendaciones.....	54
Lista de figuras y tablas.....	57
Bibliografía y referencias.....	59
Anexo A Digestores de polietileno.....	61
Anexo B Motor Stirling.....	64