

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. STATO DELL'ARTE	7
1.1 PARAMETRI OPERATIVI E DI MONITORAGGIO DEL PROCESSO	9
1.2 USI FINALI DEL BIOGAS	18
1.3 TRATTAMENTO DEL DIGESTATO	19
1.4 PRODUZIONE DI IDROGENO MEDIANTE DARK FERMENTATION	22
1.5 DIFFUSIONE DEGLI IMPIANTI DI DIGESTIONE ANAEROBICA IN EUROPA.....	24
1.6 DIFFUSIONE DEGLI IMPIANTI DI DIGESTIONE ANAEROBICA IN ITALIA	26
1.7 DIFFUSIONE DEGLI IMPIANTI DI DIGESTIONE ANAEROBICA INTEGRATI CON CELLE A COMBUSTIBILE	30
2. IDROGENO E CELLE A COMBUSTIBILE: STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE	36
2.1 GENERALITA' SULL'IDROGENO	36
2.2 PROCESSI PER LA PRODUZIONE DELL' IDROGENO	37
2.3 STOCCAGGIO DELL'IDROGENO	42
2.4 PROGETTI SULL'IDROGENO ALL'ESTERO	45
2.5 PROGETTI SULL'IDROGENO IN ITALIA	48
2.6 VALUTAZIONI DELL'APPLICAZIONE DI CELLE A COMBUSTIBILE E IDROGENO NEL SETTORE TRASPORTI	50
2.7 CELLE A COMBUSTIBILE: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO	52
2.8 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE CELLE A COMBUSTIBILE	56
2.9 TIPOLOGIE DI CELLE A COMBUSTIBILE	59
2.9.1 CELLE A BASSA TEMPERATURA	61
2.9.2 CELLE AD ALTA TEMPERATURA	64
2.10 STEAM REFORMING	66
2.11 VANTAGGI E PROBLEMATICHE DELLE MCFC	69
2.12 STATO DELL'ARTE E SVILUPPO DEI COMPONENTI	71
3. PARAMETRI FONDAMENTALI PER IL DIMENSIONAMENTO ED IL MONITORAGGIO DEI PROCESSI DI DIGESTIONE ANAEROBICA	76
3.1 DEGRADABILITA' DEL SUBSTRATO E PRODUZIONE POTENZIALE DI METANO	78
3.2 PRETRATTAMENTI	83
3.3 PROCESSO A FASI SEPARATE	87
3.4 PARAMETRI OPERATIVI	92
4. MATERIALI E METODI	123
4.1 APPROVVIGIONAMENTO DELLE BIOMASSE E DEGLI INOCULI	123
4.2 SET UP SPERIMENTALE	124
4.3 METODICHE ANALITICHE	128
4.4 PROGRAMMA SPERIMENTALE	135

5.	STUDIO DELLA DIGESTIONE ANAEROBICA CONVENZIONALE DA LIQUAMI SUINICOLI IN REATTORI TIPO BATCH	137
5.1	PRODUZIONE DI METANO	139
5.1.1	RISULTATI GENERALI E DISCUSSIONE	148
5.2	PRODUZIONE DI IDROGENO	165
5.2.1	PRIMO SET DI PROVE	167
5.2.2	SECONDO SET DI PROVE	168
5.2.3	TERZO SET DI PROVE	174
5.2.4	QUARTO SET DI PROVE	180
5.2.5	QUINTO SET DI PROVE	185
5.2.6	SESTO SET DI PROVE	191
5.2.7	RISULTATI GENERALI E DISCUSSIONE	192
5.3	RIDUZIONE DEL CONTENUTO IN IDROGENO SOLFORATO	199
6.	STUDIO DELLA CODIGESTIONE IN DOPPIO STADIO DI LIQUAMI SUINICOLI E FORSU IN REATTORI TIPO BATCH	203
6.1	EFFETTI DEL TIPO DI INOCULO SULLE RESE DI PRODUZIONE DI H ₂ TRAMITE DIGESTIONE ANAEROBICA DI FORSU	204
6.2	PRETRATTAMENTO DELL'INOCULO ANAEROBICO	208
6.3	PRIMO STADIO	215
6.4	SECONDO STADIO	230
7.	STUDIO DELLA DIGESTIONE ANAEROBICA CONVENZIONALE DI LIQUAMI SUINICOLI IN REATTORI ALIMENTATI IN SEMICONTINUO ...	244
7.1	PRODUZIONE DI METANO	247
7.2	RIDUZIONE DEL CONTENUTO DI IDROGENO SOLFORATO	262
7.3	BILANCIO ENERGETICO	265
8.	STUDIO DELLA CODIGESTIONE ANAEROBICA IN DOPPIO STADIO DI LIQUAMI SUINICOLI E FORSU IN REATTORI ALIMENTATI IN SEMICONTINUO	272
8.1	PRODUZIONE DI IDROGENO	273
8.2	PRODUZIONE DI METANO	278
8.3	BILANCIO ENERGETICO	283
9.	CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	287
	Appendice A : Riferimenti normativi	293