

INDICE TABELLE

1.	STATO DELL'ARTE	Pag
<i>Tabella 1.1</i>	<i>Rese indicative in biogas sui solidi volatili di diverse tipologie di biomasse e rifiuti organici (CRPA, 2008)</i>	8
<i>Tabella 1.2</i>	<i>Principali composti inibenti</i>	12
<i>Tabella 1.3</i>	<i>Vantaggi e svantaggi dei processi ad umido (APAT, 2005)</i>	14
<i>Tabella 1.4</i>	<i>Intervalli tipici per i valori dei parametri di processo e le rese dei processi ad umido (APAT, 2005)</i>	15
<i>Tabella 1.5</i>	<i>Vantaggi e svantaggi del processo a semi-secco (CITEC, 2000)</i>	15
<i>Tabella 1.6</i>	<i>Intervalli tipici dei parametri operativi e delle rese del processo a semi-secco (APAT, 2005)</i>	15
<i>Tabella 1.7</i>	<i>Vantaggi e svantaggi dei processi a secco (APAT, 2005)</i>	16
<i>Tabella 1.8</i>	<i>Intervalli tipici dei parametri operativi e delle rese del processo a secco (APAT, 2005)</i>	16
<i>Tabella 1.9</i>	<i>Età degli impianti di biogas che operano con liquami zootecnici, scarti agro-industriali e colture Energetiche</i>	28
<i>Tabella 1.10</i>	<i>Risultati del censimento fatto dal CRPA nel 2007</i>	30
<i>Tabella 1.11</i>	<i>Contaminanti e loro limiti di tolleranza per le MCFC</i>	31
<i>Tabella 1.12</i>	<i>Impianti FCE alimentati a biogas</i>	33
<i>Tabella 1.13</i>	<i>Impianti MTU alimentati a biogas</i>	34
<i>Tabella 1.14</i>	<i>Progetti dimostrativi di Ansaldo Fuel Cells alimentati a biogas</i>	34
2.	IDROGENO E CELLE A COMBUSTIBILE: STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE	
<i>Tabella 2.1:</i>	<i>Costi di produzione dell' idrogeno (Watkiss, 2002)</i>	42
<i>Tabella 2.2</i>	<i>Potenzi di produzione di idrogeno da rinnovabili per fonte o tecnologia. (CIRPS: Centro Interuniversitario di ricerca per lo Sviluppo Sostenibile)</i>	49
<i>Tabella. 2.3.</i>	<i>Evoluzione dei componenti di cella per una MCFC. (ENEA,02)</i>	71
3.	PARAMETRI FONDAMENTALI PER IL DIMENSIONAMENTO ED IL MONITORAGGIO DEI PROCESSI DI DIGESTIONE ANAEROBICA	
<i>Tabella 3.1</i>	<i>Set di risultati della caratterizzazione chimica e biologica (Adani F. et al., 2007)</i>	83
<i>Tabella 3.2</i>	<i>Confronto tra le prestazioni dei processi di digestione al varia del tipo di pretrattamento (Park C. et al., 2005)</i>	87
<i>Tabella 3.3</i>	<i>Contenuto in Fe, Co, Ni, Cu e Zn nei batteri metanogeni (Y. Zhang et al., 2003)</i>	101
<i>Tabella 3.4</i>	<i>Valori inibenti di ammoniaca</i>	106
<i>Tabella 3.5</i>	<i>Energia Libera di Gibbs in condizioni standard (Q. Wang et al., 1999)</i>	122

4. MATERIALI E METODI

Tabella 4.1	Metodiche analitiche utilizzate	128
-------------	---------------------------------------	-----

5 STUDIO DELLA DIGESTIONE ANAEROBICA CONVENZIONALE DA LIQUAMI SUINICOLI IN REATTORI TIPO BATCH

Tabella 5.1	Caratterizzazione dell'inoculo e del substrato.....	137
Tabella 5.2	Schema delle prove.....	138
Tabella 5.3	Schema delle prove per la riduzione di idrogeno solforato.....	138
Tabella 5.4	Volume di biogas prodotto e durata del processo di digestione per le prove A35-7, A55-7, A75-7e A55-6.....	139
Tabella 5.5	Volume di biogas prodotto e durata del processo di digestione per le prove B 35-6, B 55-6 B 55-7, B55/65-7, B ₁ 65-7 e B ₂ 65-7.....	141
Tabella 5.6	Valori del rapporto VFA/Alk delle prove dell'esperimento 1.....	149
Tabella 5.7	Valori del rapporto VFA/Alk delle prove dell'esperimento 2.....	149
Tabella 5.8	Valori dei nutrienti nell'ingestato.....	150
Tabella 5.9	Valori dei nutrienti nel digestato.....	150
Tabella 5.10	Rese energetiche	164
Tabella 5.11	Caratterizzazione del primo set di prove.....	167
Tabella 5.12	Caratterizzazione del secondo set di prove.....	168
Tabella 5.13	Caratterizzazione del terzo set di prove	174
Tabella 5.14	Caratterizzazione del quarto set di prove.....	180
Tabella 5.15	Caratterizzazione del quinto set di prove.....	185
Tabella 5.16	Caratterizzazione del sesto set di prove.....	191
Tabella 5.17	Risultati delle prove sui pretrattamenti dell'inoculo.....	193
Tabella 5.18	Schema delle prove per la riduzione del contenuto di H ₂ S durante la produzione di idrogeno da digestione anaerobica di refluo suinicolo	200

6. STUDIO DELLA CODIGESTIONE IN DOPPIO STADIO DI LIQUAMI SUINICOLI E FORSU IN REATTORI TIPO BATCH

Tabella 6.1	Caratterizzazione degli inoculi e della FORSU.....	204
Tabella 6.2	Schema delle prove sugli inoculi.....	204
Tabella 6.3	Caratterizzazione degli inoculi e della FORSU.....	209
Tabella 6.4	Schema delle prove.....	209
Tabella 6.5	Schema riassuntivo dei risultati	212
Tabella 6.6	Schema delle prove.....	213

Tabella 6.7	<i>Schema riassuntivo dei risultati: produzioni cumulate, specifiche, composizione media e durata della produzione</i>	215
Tabella 6.8	<i>Riduzione del contenuto in solidi della FORSU mediante pretrattamento meccanico</i>	215
Tabella 6.9	<i>Caratterizzazione delle matrici e dell'inoculo</i>	216
Tabella 6.10	<i>Schema riassuntivo delle prove</i>	216
Tabella 6.11	<i>Parametri caratteristici del processo: COD, Alk₀, COD₀/ALK₀</i>	222
Tabella 6.12	<i>Parametri caratteristici del processo: TKN, NNH₃, SVs, SVi</i>	223
Tabella 6.13	<i>Parametri caratteristici dell'equazione di Gompertz</i>	228
Tabella 6.14	<i>Miscele utilizzate nel secondo step</i>	230
Tabella 6.15	<i>Condizioni iniziali del secondo step</i>	232

7. STUDIO DELLA DIGESTIONE ANAEROBICA CONVENZIONALE DI LIQUAMI SUINICOLI IN REATTORI ALIMENTATI IN SEMICONTINUO

Tabella 7.1	<i>Composizione in solidi totali (ST) e in solidi volatili (SV) del substrato utilizzato</i>	244
Tabella 7.2	<i>Composizione in solidi totali (ST) e in solidi volatili (SV) dell'inoculo utilizzato</i>	244
Tabella 7.3	<i>Schema delle prove</i>	245
Tabella 7.4	<i>Valori medi del rapporto VFA/AlK di ogni set di prova, distinti per le condizioni operative considerate</i>	248
Tabella 7.5	<i>Valori del volume, del tempo di ritenzione idraulica, della concentrazione del substrato e del carico organico utilizzati nella sperimentazione</i>	252
Tabella 7.6	<i>Valori medi della produzione specifica di metano per unità di volume alimentato (Nml CH₄ / ml miscela alimentata)</i>	257
Tabella 7.7	<i>Tabella riassuntiva dei valori medi di produzione specifica di metano per unità di massa di sostanza organica alimentata (Nml CH₄/g SV)</i>	260
Tabella 7.8	<i>Confronto tra i valori della produzione specifica di biogas per kg di sostanza organica alimentata (Nm³biogas/kgSV) sperimentali e quelli di letteratura</i>	261
Tabella 7.9	<i>Valori del contenuto medio di H₂S nel biogas prima e dopo l'aggiunta del cloruro ferroso</i>	265
Tabella 7.10	<i>Caratteristiche dell'azienda suinicola Benini&Baldassari</i>	266
Tabella 7.11	<i>Volume del digestore stimato in corrispondenza di ogni set di prove</i>	267
Tabella 7.12	<i>Dati utilizzati per il calcolo della portata di biogas prodotto, in corrispondenza di ciascun set di prove, per tutte le condizioni di temperatura considerate</i>	267
Tabella 7.13	<i>Valori della portata di biogas prodotto, calcolati in corrispondenza di ciascun set di prove, per tutte le condizioni di temperatura considerate</i>	268
Tabella 7.14	<i>Produzioni di biogas migliori</i>	269
Tabella 7.15	<i>Energia prodotta in corrispondenza di ciascun caso considerato</i>	270

8 STUDIO DELLA CODIGESTIONE ANAEROBICA IN DOPPIO STADIO DI LIQUAMI SUINICOLI E FORSU IN REATTORI ALIMENTATI IN SEMICONTINUO

<i>Tabella 8.1</i>	<i>Caratterizzazione delle biomasse utilizzate</i>	272
<i>Tabella 8.2</i>	<i>Carichi organici applicati ai reattori acidogeni</i>	273
<i>Tabella 8.3</i>	<i>Schema riassuntivo dei risultati del primo stadio</i>	278
<i>Tabella 8.4</i>	<i>Carichi organici applicati ai reattori metanogeni</i>	278
<i>Tabella 8.5</i>	<i>Schema riassuntivo dei risultati del secondo stadio</i>	283
<i>Tabella 8.6</i>	<i>Caratterizzazione dei substrati alimentati nel processo a singolo e doppio stadio</i>	284
<i>Tabella 8.7</i>	<i>Rese e composizione del biogas (dati sperimentali)</i>	284
<i>Tabella 8.8</i>	<i>Composizione delle miscele di alimentazione e caratteristiche dei digestori</i>	285
<i>Tabella 8.9</i>	<i>Portate dei gas in uscita dai digestori.</i>	285
<i>Tabella 8.10</i>	<i>Risultati del bilancio energetico nel caso di installazione di una cella a combustibile a carbonati fusi</i>	285
<i>Tabella 8.11</i>	<i>Risultati del bilancio energetico nel caso di installazione di un motore endotermico in assetto cogenerativo</i>	286

Appendice A: RIFERIMENTI NORMATIVI

<i>Tabella A.1</i>	<i>Allegato 1C L 748/84 (modificato dal DM 27/3/1998)</i>	300
--------------------	---	-----