

Studio e validazione di modelli matematici per l'ottimizzazione di impianti di DA in scala industriale



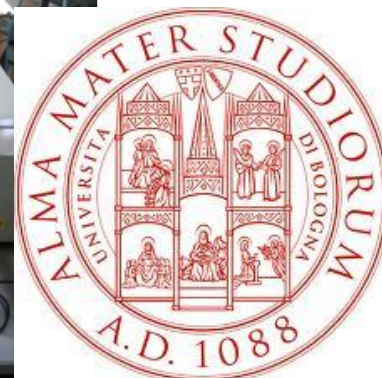
Progetto di Dottorato

SEBIGAS

(GRUPPO INDUSTRIALE MACCAFERRI)



**DICAM (Dipartimento Ingegneria Civile,
Chimica, Ambientale e dei Materiali),
Università di Bologna**



Approccio parametrico

Produzione biogas

Efficienza

**Problematiche
impiantistiche**

**Parametri di
processo (HRT, OLR,
analisi chimiche)**

BMP

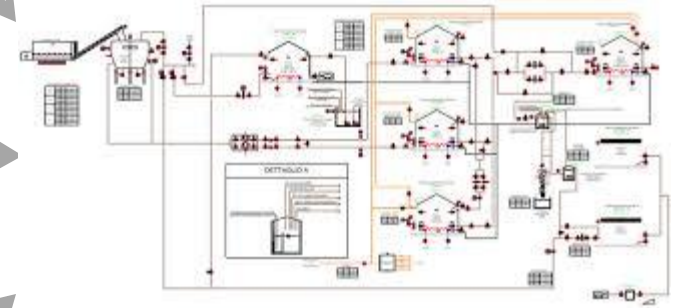
Qualità del biogas



STORE PRIMARIO							POST - DIGESTORE						
H2S	H2	pH	tq	FOS	TAC	FOS / TAC	H2S	H2	pH	tq	FOS	TAC	FOS / TAC
(ppm)	(ppm)			(mg/L)	(mg/L)		(ppm)	(ppm)			(mg/L)	(mg/L)	
100	8.01	2.703	13.248	0.20	45.2	49.2	43.7	0.5	75	8.01	2.653	14.293	0.19
98	8.00	2.904	13.625	0.21	45.2	49.0	43.3	0.6	68	8.00	2.576	14.108	0.18
103	8.01	2.883	13.516	0.21	45.2	49.1	44.4	0.5	70	7.99	2.735	14.622	0.19
103	8.01	2.724	13.346	0.21	45.2	49.0	43.6	0.6	72	7.99	2.570	14.332	0.18
99	8.01	2.843	13.063	0.22	45.2	49.1	43.3	0.6	68	7.99	2.675	14.354	0.19
109	8.01	2.782	12.981	0.21	45.1	49.0	43.4	0.6	69	8.00	2.738	14.423	0.19
116	8.02	2.967	13.925	0.21	45.2	48.7	44.3	0.5	77	8.00	2.696	14.388	0.19
108	8.01	3.082	13.696	0.22	45.2	49.0	43.4	0.5	74	7.98	2.813	14.641	0.19
102	7.98	2.876	13.299	0.22	45.2	49.1	42.8	0.5	72	7.97	2.705	13.869	0.20
108	8.02	2.814	13.234	0.21	45.2	49.1	42.9	0.5	74	7.96	2.697	13.975	0.19
108	8.11	2.951	13.607	0.22	45.2	49.0	43.1	0.5	77	7.98	2.747	14.424	0.19
										7.99	2.859	15.021	0.19
										7.98	2.804	14.278	0.20
										7.98	2.841	14.136	0.20
										7.97	2.807	14.055	0.20
										7.98	2.791	13.906	0.20
										8.01	2.765	13.903	0.20
										8.01	2.746	13.927	0.20
										8.03	2.681	13.528	0.19
										8.03	2.703	13.821	0.20



Progettazione

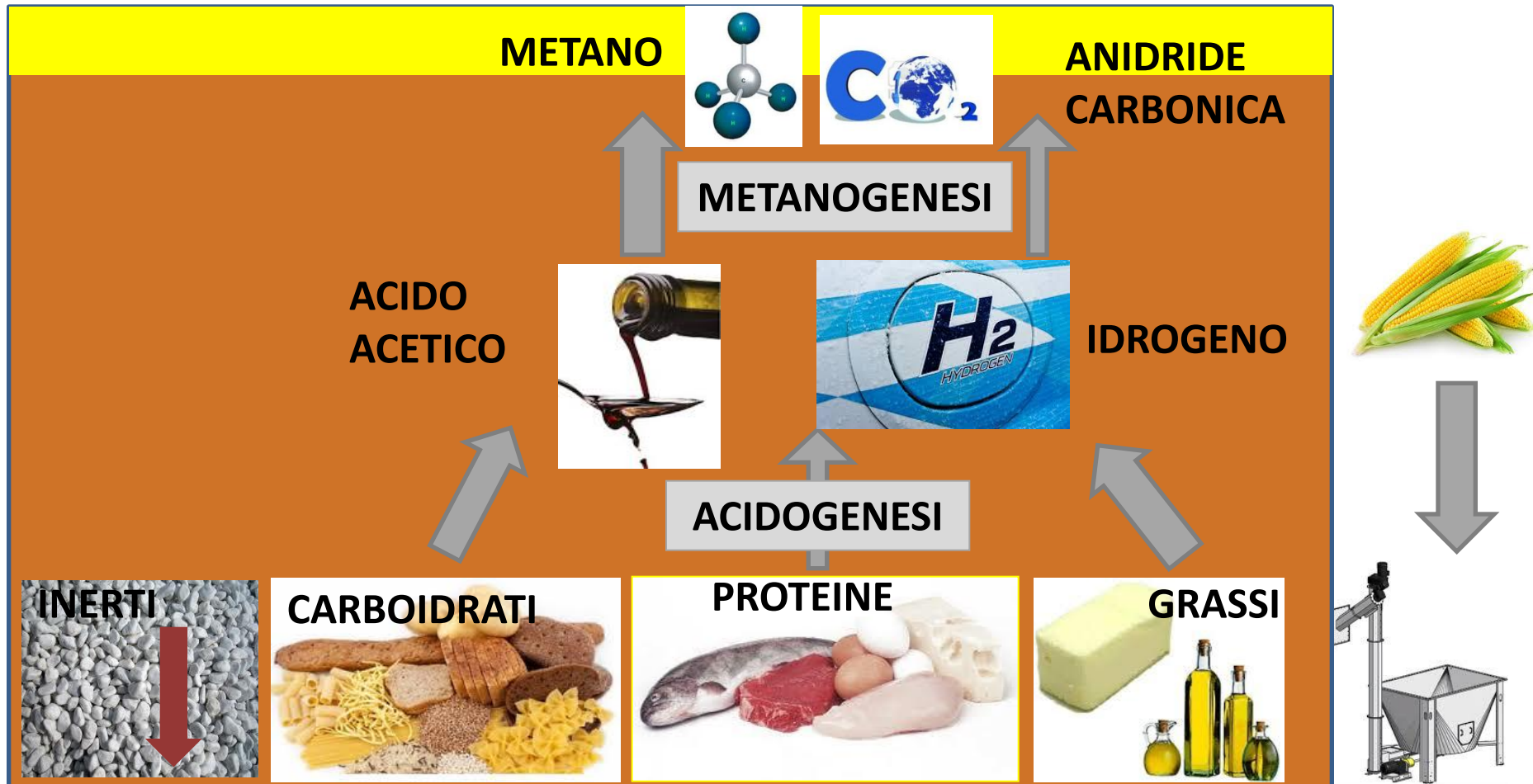


Gestione

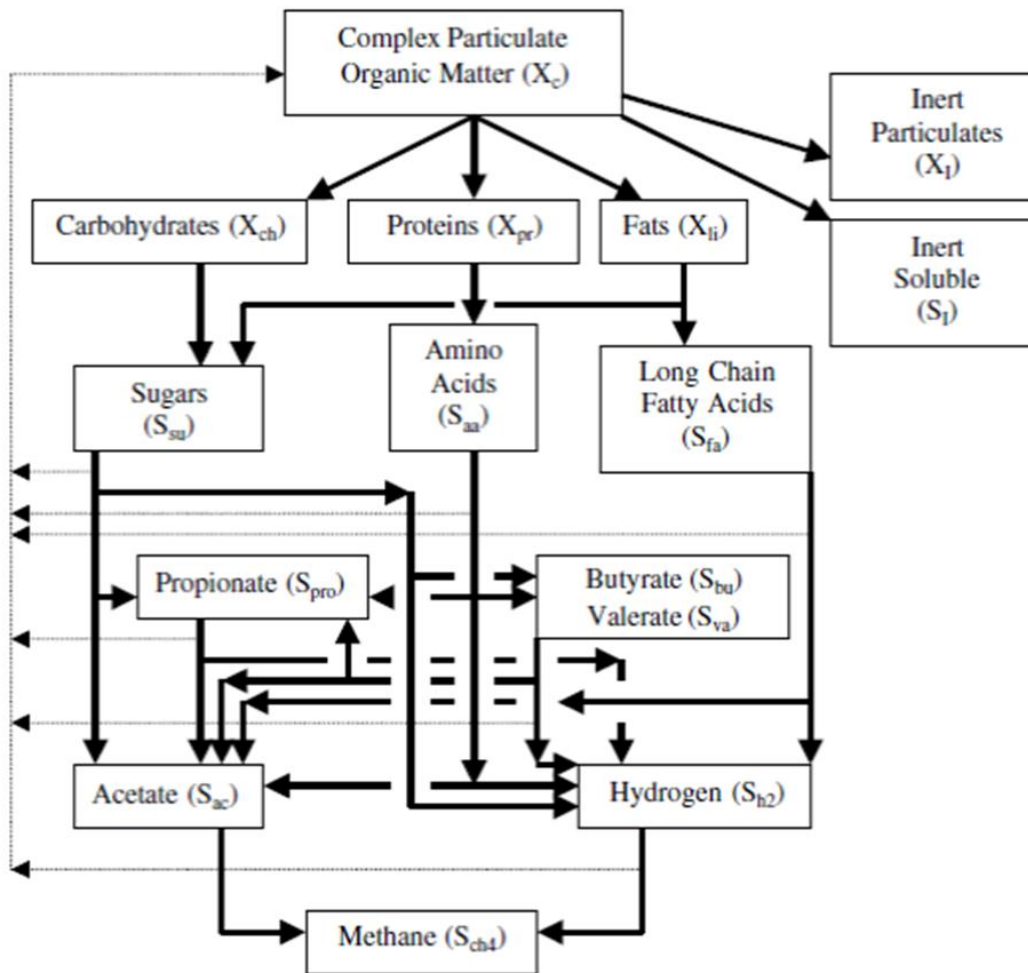
Carico variabile

Ottimizzazione spinta

Approccio cinetico (biochimico)



Approccio cinetico: ADM1



ADM1:

Variabili di stato e processi (equazioni di bilancio di materia)

Condiviso dalla comunità scientifica (WWT e AD)

OCTAVE (analisi numerica, open source, equilibrio e transitorio)

Raccolta dati

PLANTS IN OPERATION (associated Companies)	Power installed	No. Plant
Piedmont	3.7 MW	4
Lombardy	1 MW	1
Emilia-Romagna	3 MW	3
Friuli Venezia Giulia	2 MW	2
Sardinia	3 MW	3
Umbria	1 MW	1
Tuscany	2 MW	2
Lazio	1 MW	1
Abruzzo	1 MW	1
TOTAL	17.7 MW	18

PLANTS IN OPERATION (customers)	Power installed	No. Plant
Piedmont	5.9 MW	7
Lombardy	11.9 MW	13
Emilia-Romagna	11 MW	11
Sardinia	1 MW	1
Marche	1 MW	1
TOTAL	30.8 MW	33



Biomasse

Deiezioni animali (suini, bovini, avicole...)

Resa Biogas ~ 200 – 500 m³/t ODS



Residui colturali (Paglia, collietti barbabietole...)

Resa Biogas ~ 350 – 400 m³/t ODS



Scarti agroindustria (siero, scarti vegetali...)

Resa Biogas ~ 400 – 800 m³/t ODS



Biomasse

Scarti macellazione (carne, pelle, sangue...)

Resa Biogas ~ 550 – 1100 m³/t ODS



Fanghi di depurazione

Resa Biogas ~ 250 – 350 m³/t ODS



Frazione organica rifiuti (FORSU)

Resa Biogas ~ 400 – 600 m³/t ODS



Colture energetiche (mais, sorgo, triticales...)

Resa Biogas ~ 550 – 750 m³/t ODS



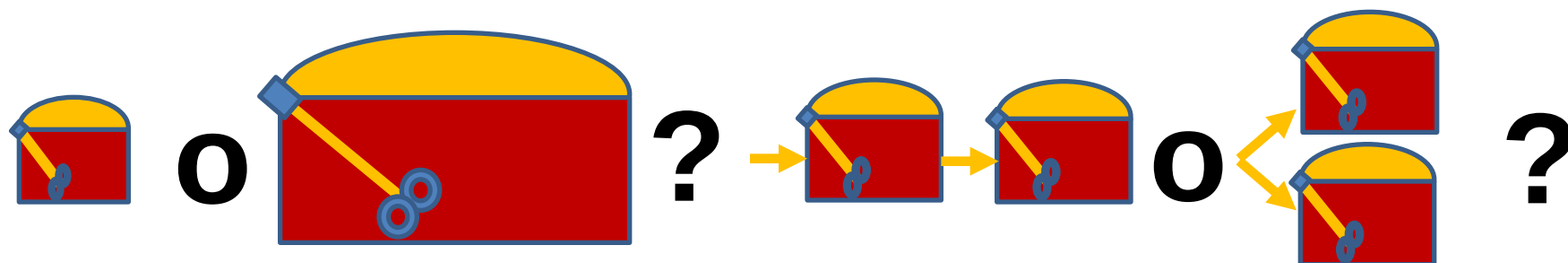
Stato attuale: Verifica e validazione

STATO STAZIONARIO

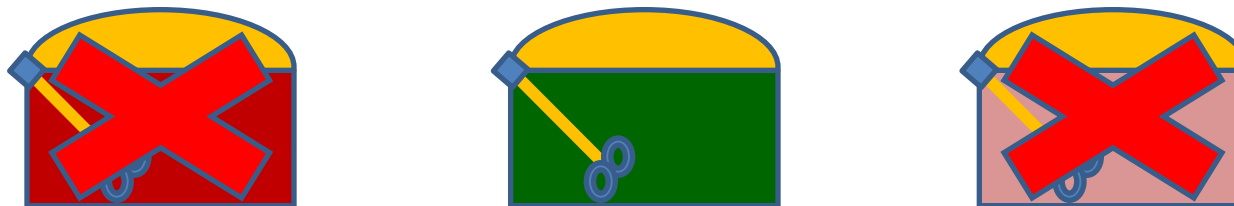
PRODUZIONE (m3 biogas/giorno)
HRT (g)
OLR (kg SV/m3/g)
% SS e % SSO
N-NH3 (mg/L)
%CH4
%CO2
H2 (ppm)
pH
ACIDI GRASSI VOLATILI
CONCENTRAZIONE METABOLITI
...

VANTAGGI

- Capacità di prevedere il processo di DA dalla composizione chimica delle matrici e pochi altri parametri
- Conoscenza biochimica più approfondita e degli ordini di grandezza delle diverse vie metaboliche
- Progettazione: prevedere substrati innovativi dalla composizione chimica (sinergie, criticità)
- Simulazioni multiple per l'ottimizzazione in fase di progettazione

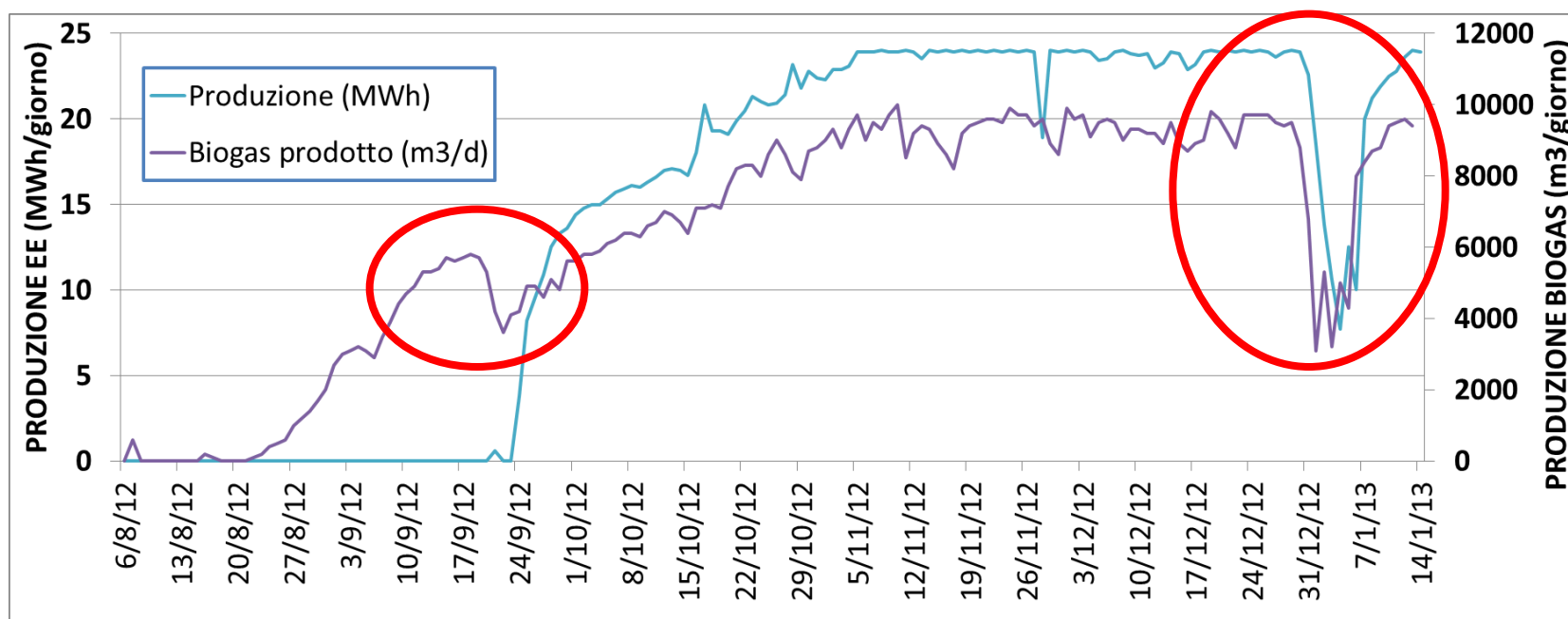


- Basi per studi in laboratorio in batch e in continuo mirati



VANTAGGI

- Gestione transitori (avviamento, manutenzioni, crisi biologiche)



- Ottimizzazione produttività impianti esistenti

VANTAGGI

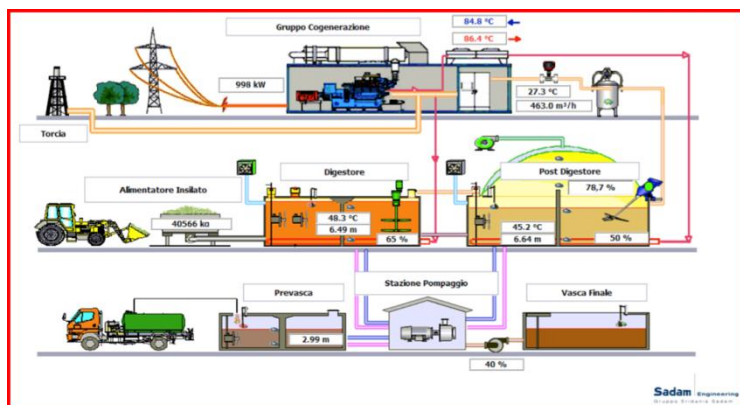
- Gestione alimentazione matrici variabili nel tempo (FORSU) tramite analisi chimiche veloci e semplici



SVANTAGGI

- Assunzioni (miscelazione perfetta, reazioni chimiche e biochimiche dello zolfo)

approfondire lo studio in bibliografia e sui dati in database dei parametri non modellizzati



- Limiti della previsione derivati dall'ampiezza della casistica a disposizione

ampliare il database con analisi, test batch, dati da impianto

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE



- **Modelli apportano una serie di vantaggi in fase di progettazione e gestione**
- **Necessità di verifica e validazione in scala di laboratorio e industriale**
- **Applicazioni dirette per ottimizzazione della gestione di impianti esistenti**
- **Strumento di ricerca e progettazione**
- **Modificabile e implementabile**
- **Validazione del modello in stato stazionario**
- **Implementazione e validazione in transitorio in corso**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

