



# Gestione dei reflui

**PROF. MATTEO BARBARI**

[matteo.barbari@unifi.it](mailto:matteo.barbari@unifi.it)

**Utilizzazione agronomica e  
trattamenti**

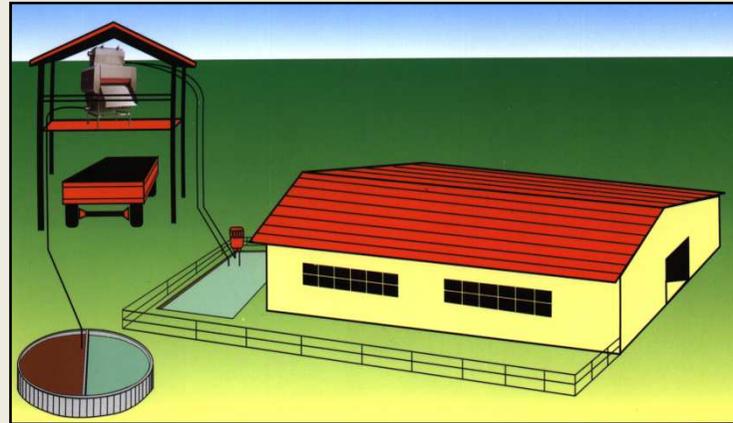
# Gestione del liquame ai fini di un corretto impiego agronomico



## **Obiettivi:**

1. **Preservare le acque di superficie e di falda**
2. **Fornire elementi nutritivi alle colture in quantità adeguata**

# Gestione del liquame ai fini di un corretto impiego agronomico



**Separazione  
solido-liquido**



**Miscelazione-  
aerazione**



**Stoccaggio**



**Spandimento**

**Mantenere il liquame in condizioni di stasi favorisce la formazione del "cappellaccio"**

## Utilizzazione agronomica delle deiezioni

### Obiettivi

- a) sufficiente concentrazione delle deiezioni
- b) predisposizione di stoccaggi con capienza sufficiente
- c) esecuzione di trattamenti che assicurino la riduzione degli odori
- d) distribuzione sui terreni sulla base di un piano di concimazione aziendale

## Lo stoccaggio dei liquami



## Forma delle vasche

Da privilegiare forma **circolare**

→ Riduce al minimo lo sviluppo perimetrale delle pareti, a parità di volume e di altezza del battente liquido

→ Facilita la miscelazione del contenuto

## Garanzia di tenuta

Impedire sia la fuoriuscita di prodotto, sia l'ingresso di acqua dalle falde superficiali

→ **impermeabilizzazione** (garanzia di durata e robustezza)

## Soluzioni compatte

Occupare minori spazi di terreno

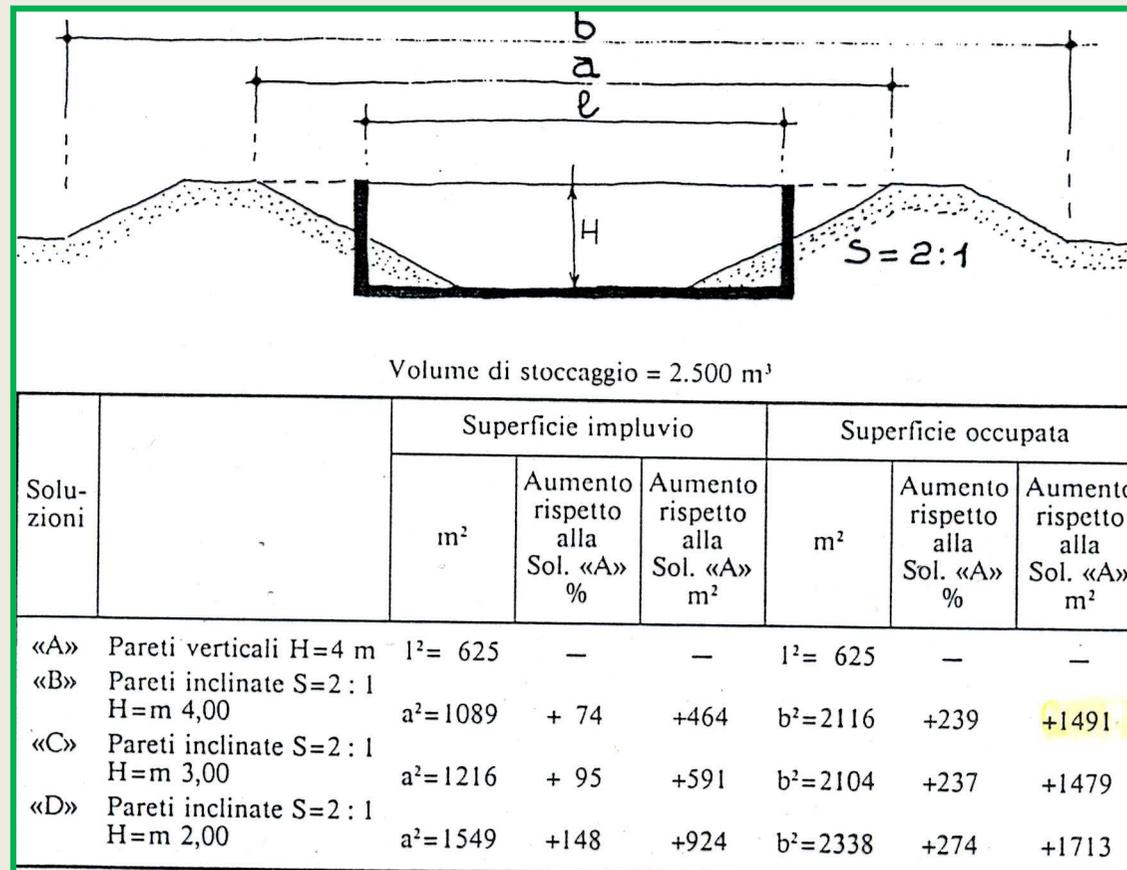
→ **centralizzazione della raccolta** (vasche all'interno del centro zootecnico o nei pressi)

## Diluizione dovuta alle acque piovane

Ridurre al massimo la diluizione dovuta alle acque meteoriche

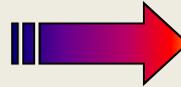
→ **Bacini di stoccaggio con pareti di sufficiente altezza** (minimo 3,50 m)

→ **Pareti verticali** in modo da ridurre la superficie di impluvio



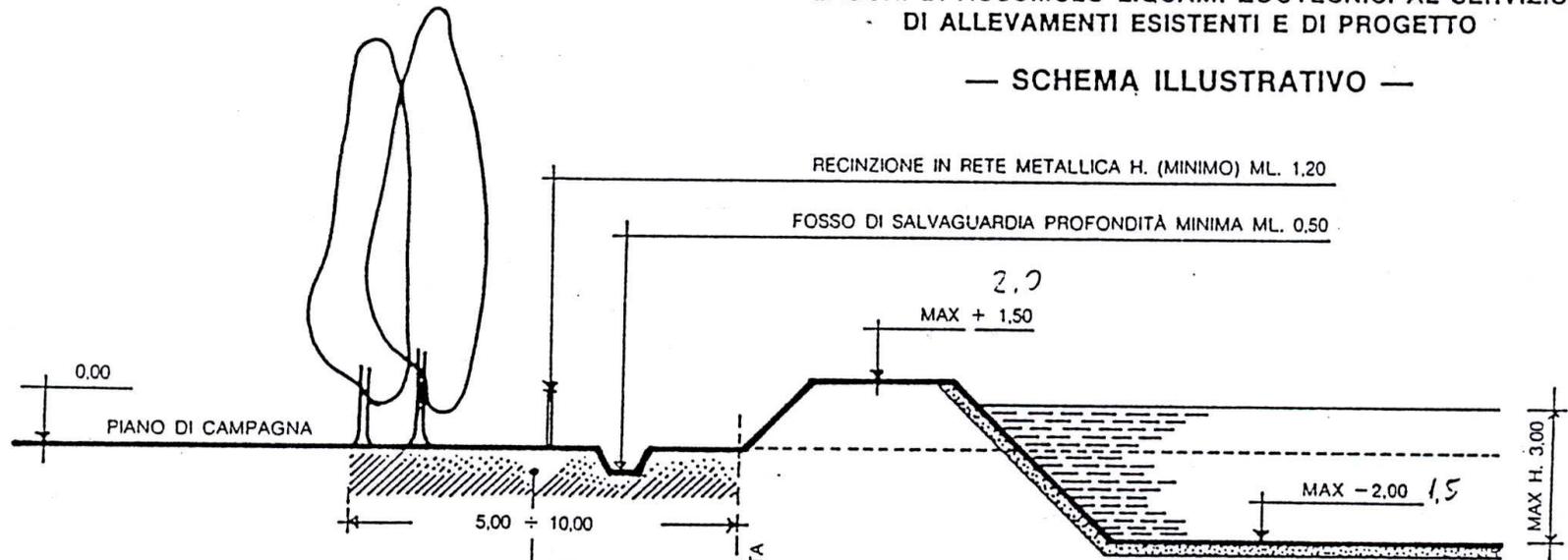
La superficie di impluvio è uno dei fattori da valutare. In figura esempio di un bacino di 2.500 m<sup>3</sup> - confronto tra vasche con pareti laterali e lagoni con argini in terra

## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI



LAGONI DI ACCUMULO LIQUAMI ZOOTECNICI AL SERVIZIO  
DI ALLEVAMENTI ESISTENTI E DI PROGETTO

— SCHEMA ILLUSTRATIVO —



DISTANZE MINIME DA OSSERVARE:

- ← DAI CONFINI DI PROPRIETÀ ML. 10 PER GLI ALLEV. ESISTENTI  
ML. 20 PER GLI ALLEV. IN PROGETTO
- ← DALLE STRADE ESISTENTI E DI PROGETTO  
D.M. 4-4-68 O MAGG. VINC. DI P.R.G. (escluse le vicinali e interpoderali)
- ← DALLE ABITAZIONI DI QUALSIASI TIPO ML. 60
- ← DAI LIMITI DI ZONA NON AGRICOLI ML. 200 PER GLI ALLEV. ESISTENTI  
ML. 500 PER GLI ALLEV. IN PROGETTO
- ← DAGLI EDIFICI PUBBLICI O VINCOLATI ML. 100
- ← DAI LIMITI DEMANIALI DEI FIUMI E DEI TORRENTI ML. 50
- ← DA FONTI PUBBLICHE DI PRELIEVO D'ACQUA ML. 500

FASCIA ESTESA A TUTTO IL PERIMETRO DEL LAGONE DI LARGHEZZA VARIABILE DA 5,00 A 10,00 ML. ENTRO LA QUALE DEVONO ESSERE PREVISTI:

- ALMENO UN FILARE DI ALBERI (MEGLIO DUE FILARI SFALSIATI TRA LORO)
- UN FOSSO PROFONDO ALMENO ML. 0,50
- UNA RECINZIONE IN RETE METALLICA H. MINIMO ML. 1,20

 EVENTUALE STRATO DI IMPERMEABILIZZAZIONE

DOVRÀ INOLTRE ESSERE OSSERVATA TRA IL LAGONE E L'ALLEVAMENTO SERVITO UNA DISTANZA NON SUPERIORE A ML. 1000

## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI



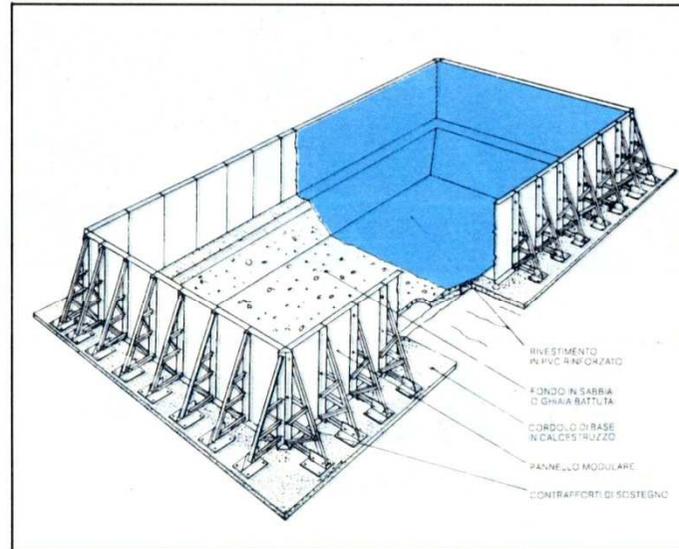
**Impermeabilizzazione quando necessario**



**Esigenze di tutela delle falde**



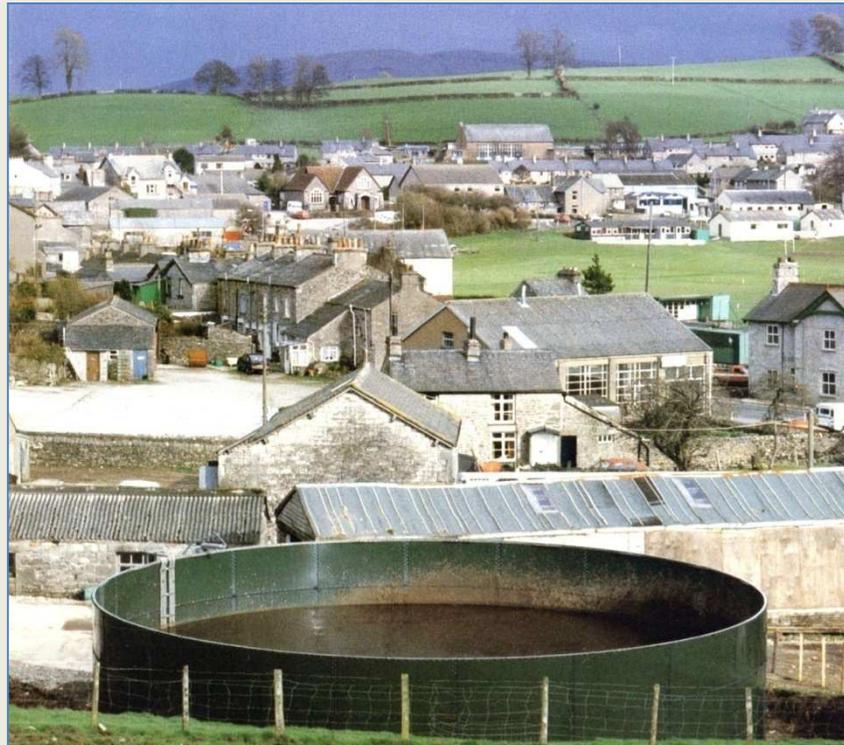
## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI



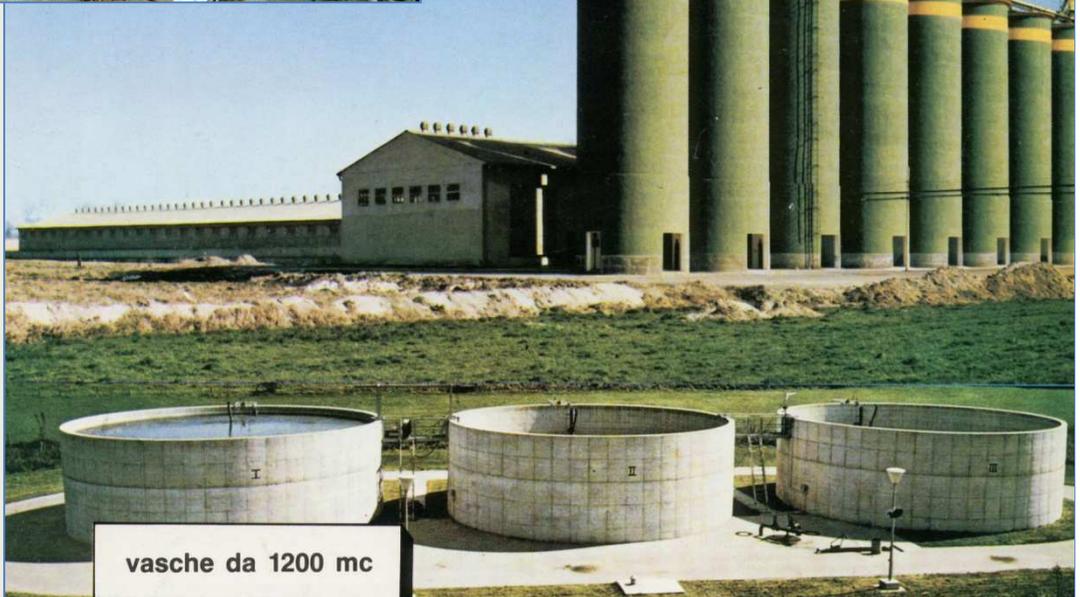
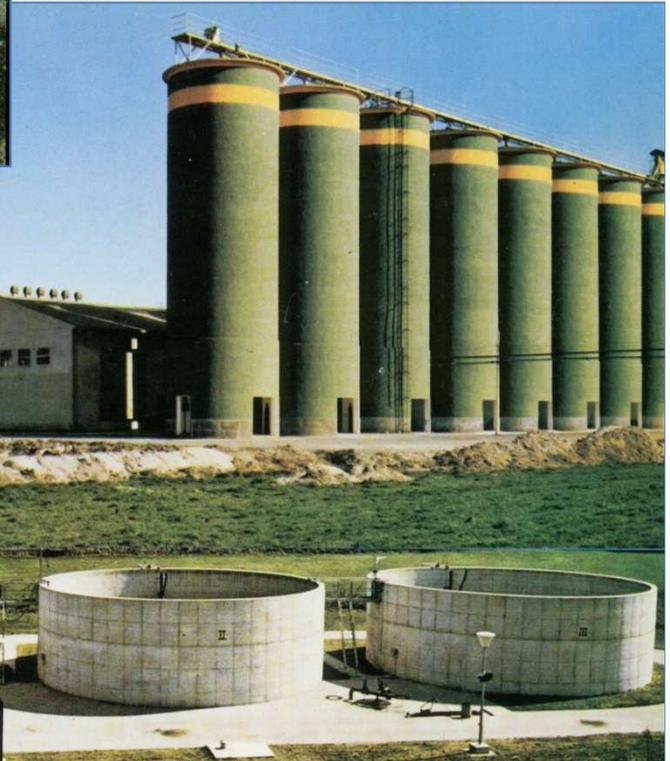
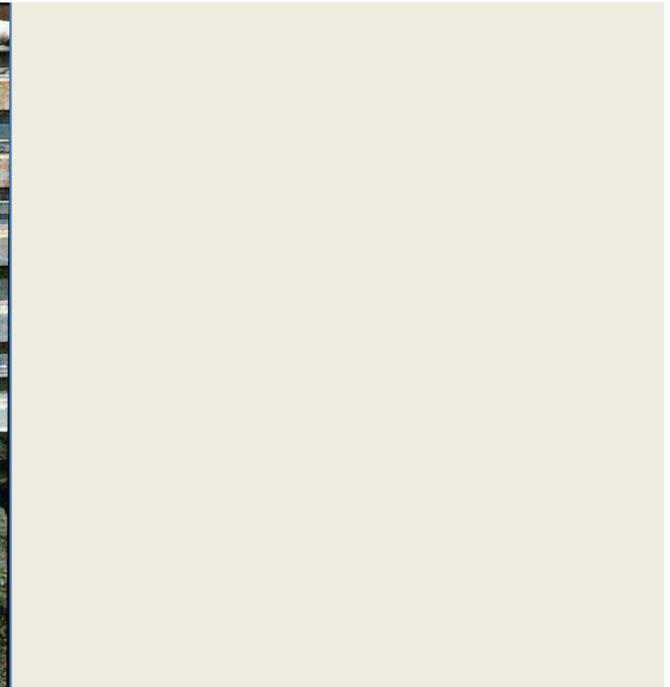
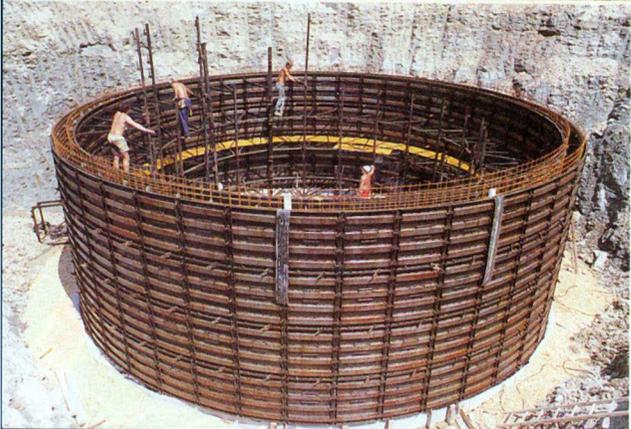
I pannelli modulari che formano le pareti della vasca, in acciaio zincato a caldo, sono sostenuti da contrafforti esterni che ne garantiscono la verticalità e l'allineamento.





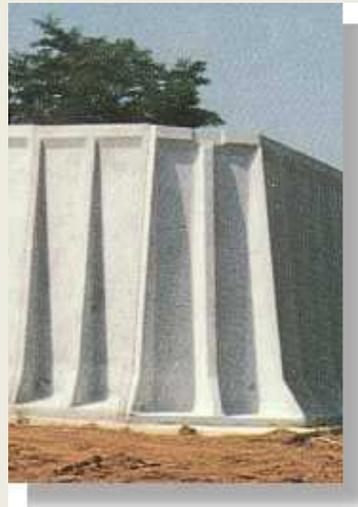


Reflui



vasche da 1200 mc





## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI



Almeno due comparti



Esigenze igienico-sanitarie

Dimensionamento sulla base di  
**90-180 giorni** di stoccaggio

Privilegiare vasche a **profondità la più elevata possibile** in modo da ridurre, a parità di volume, la superficie libera e quindi l'entità delle emissioni.

## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI

Piogge acide → emissioni di ammoniaca da liquami zootecnici.

Obbligo della copertura, già in vigore in diversi Paesi del Centro-Nord Europa.

Importanti disposizioni sono introdotte dal **Protocollo Un-Ece**

- Liquami
- Allevamenti > 750 scrofe  
> 2000 posti all'ingrasso
- Abbattimento delle emissioni del 40%

## Copertura del bacino

Applicazione con tempi diversi per nuovi ed esistenti



Tetti rigidi (tipo solai)

## LO STOCCAGGIO DEI REFLUI

**Coperture con struttura portante in travi lamellari in legno poggianti sulle pareti della vasca (costo realizzazione elevato)**

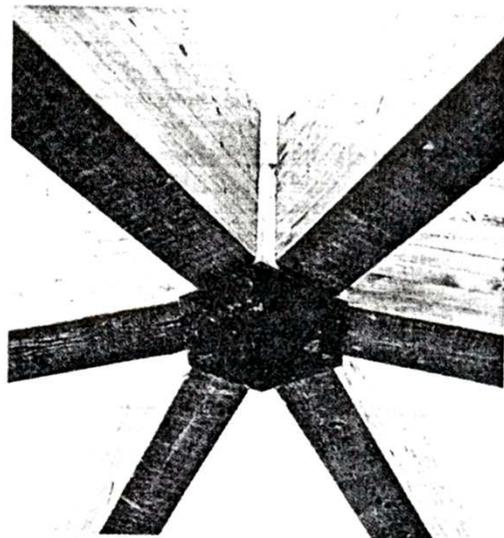


Figura 1 - Coperture con struttura portante in travi lamellari (FOTO GEBA, DERKS)

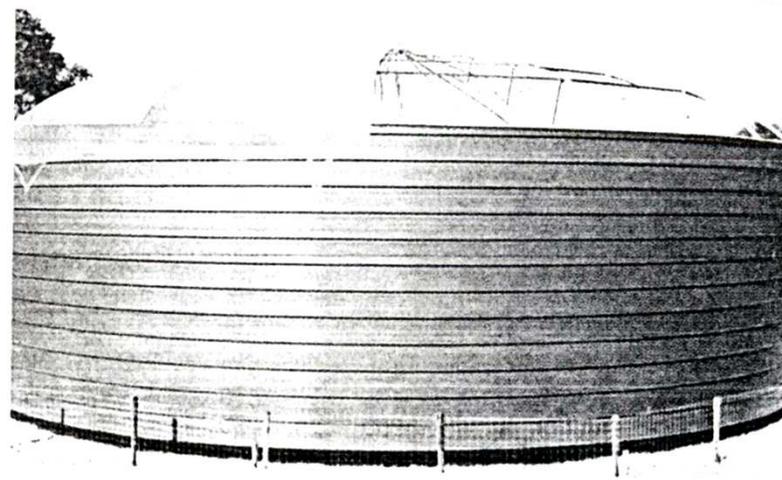
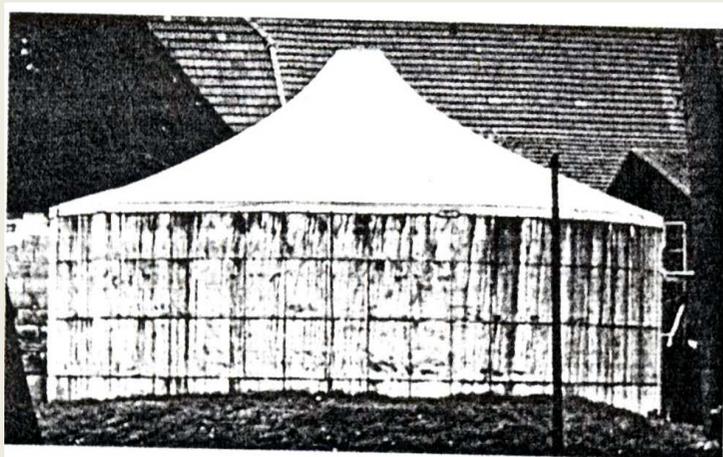
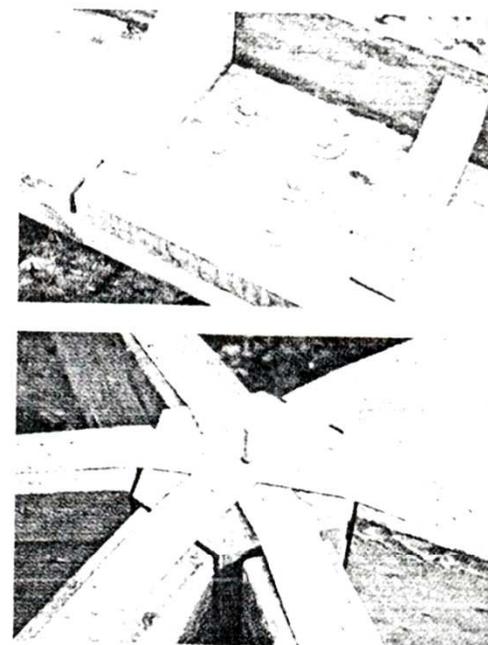
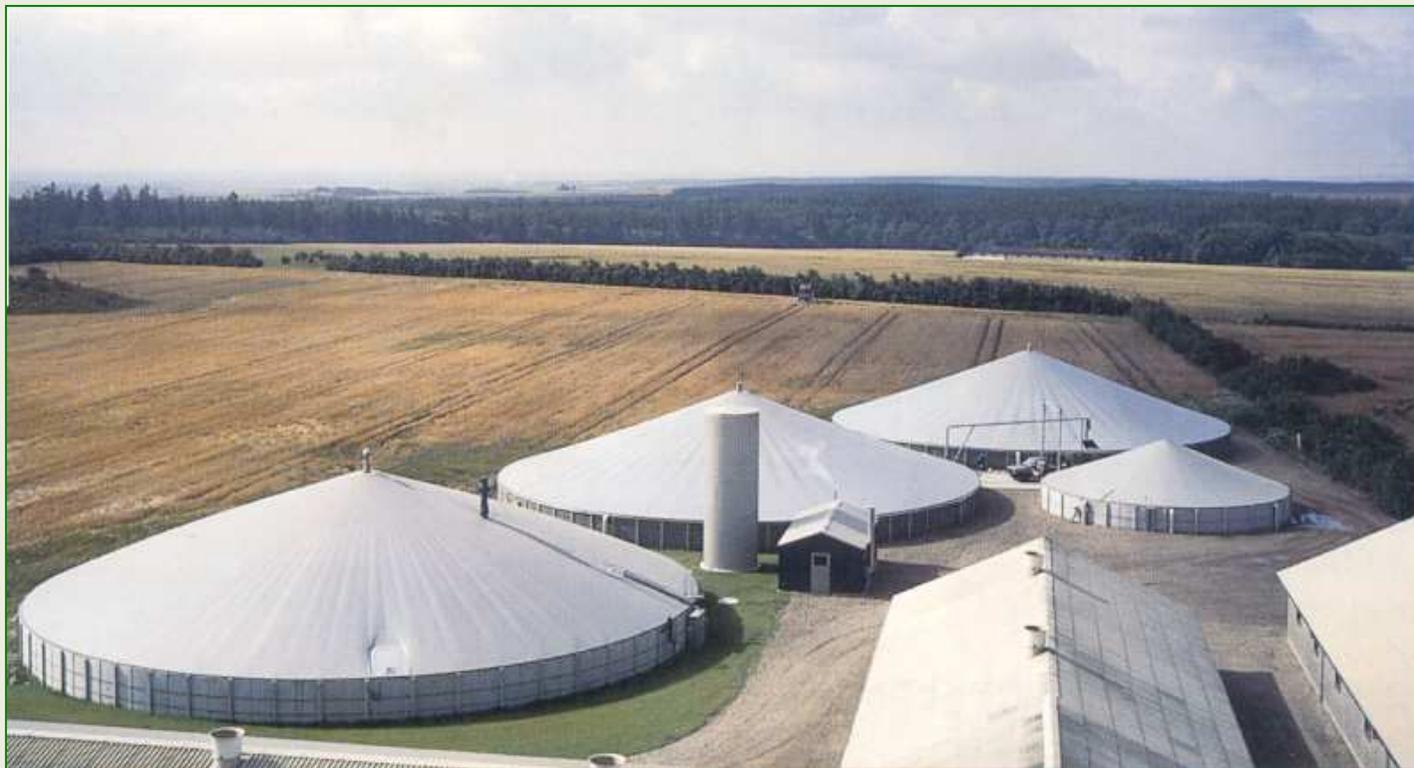


Figura 2 - Copertura con manto in telo di materiale plastico e struttura metallica (FOTO WOPEREIS)

**Copertura con manto in telo di materiale plastico e struttura metallica**



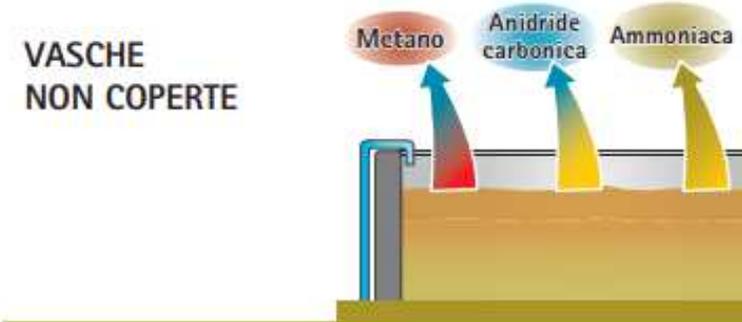


## Coperture flessibili o galleggianti

### Teli di plastica

### Croste superficiali

paglia triturata,  
palline di argilla espansa.



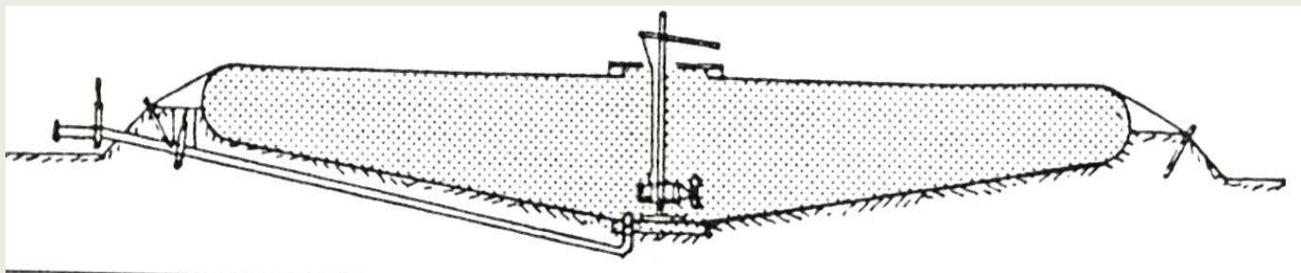


Disposizione di un telo in **polietilene nero** (resistente a UV) su un lagone in terra della superficie di 525 m<sup>2</sup>.

Si utilizza una griglia galleggiante in polistirene



**Contenitori a “cuscino”:** grandi sacchi in materiale plastico in grado di contenere fino a 1.000 m<sup>3</sup> di liquami



# Le concimaie

**Concimaie: conservazione e maturazione del letame**

→ a platea

→ a platea di sgocciolamento

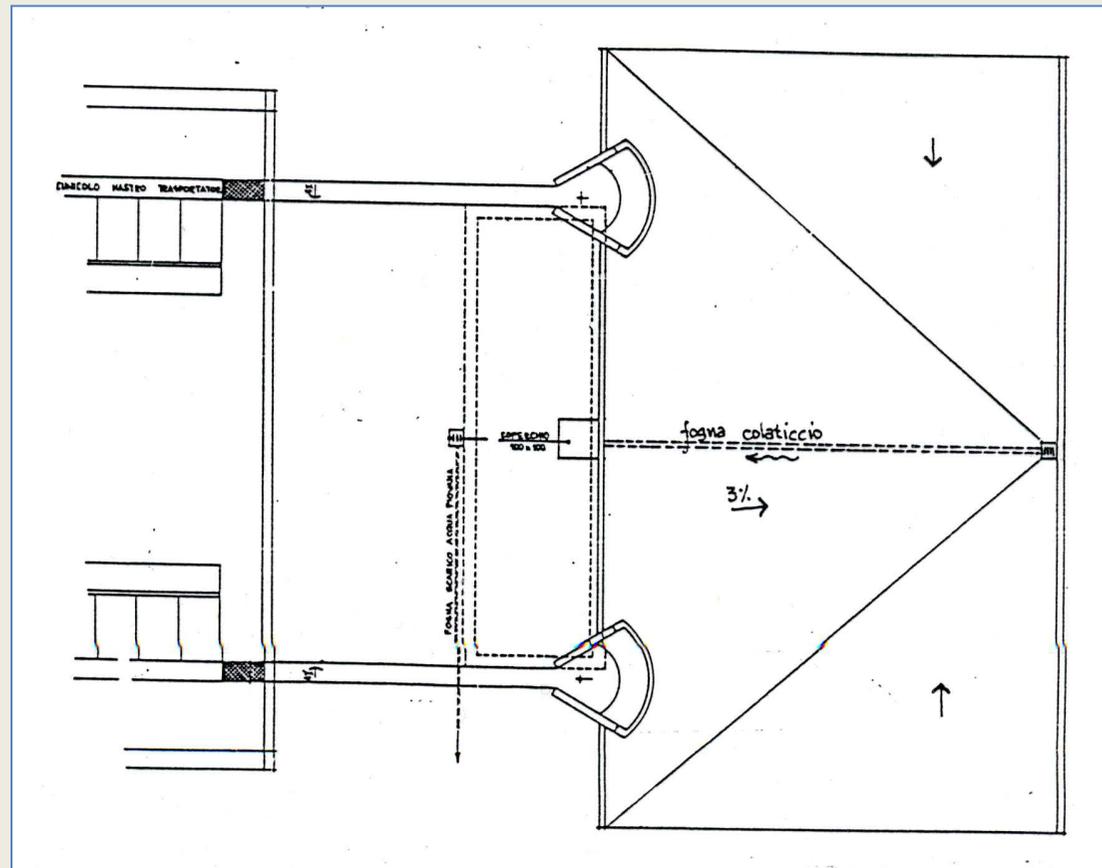
→ a fossa

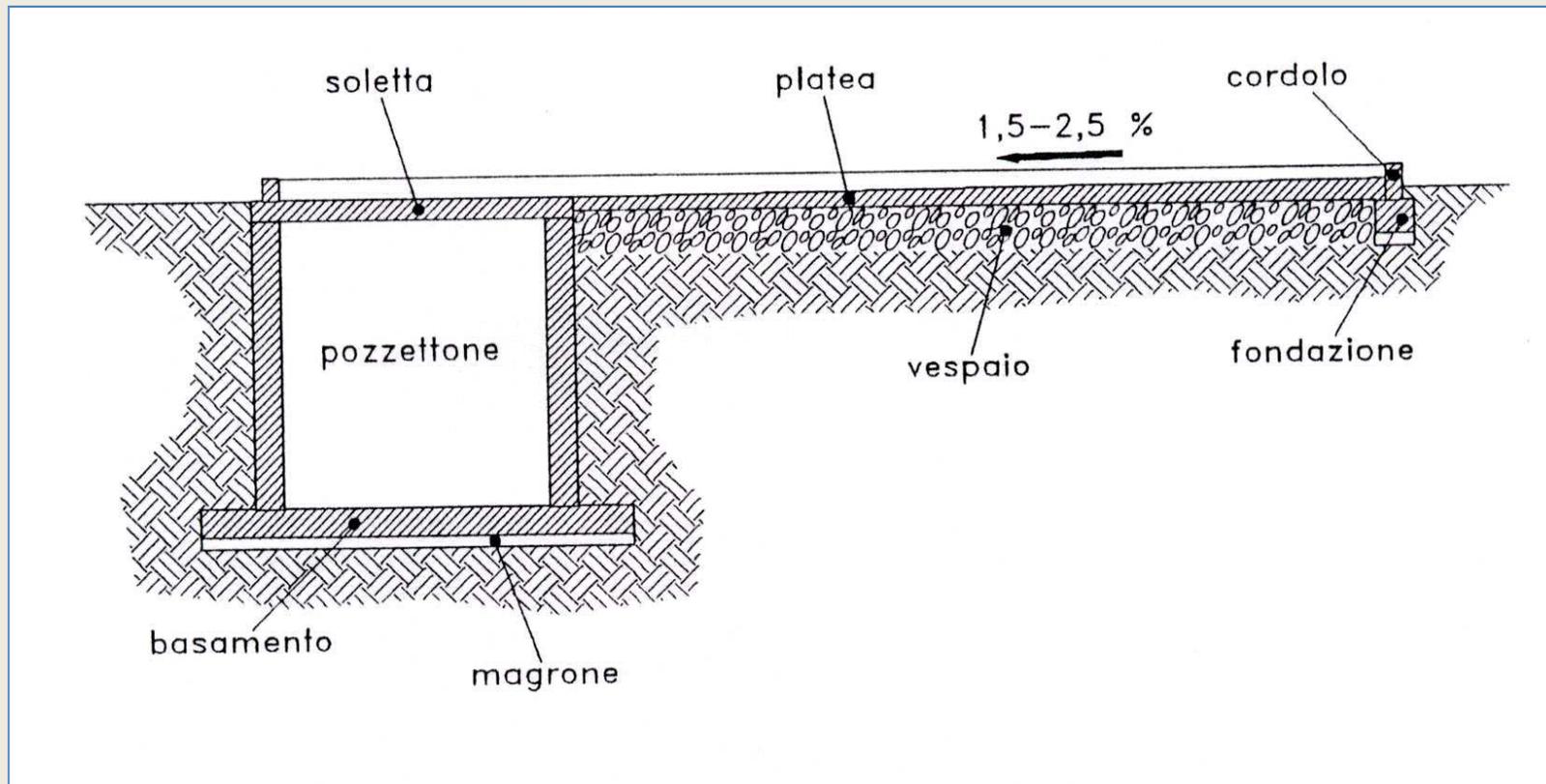
## Concimaia a platea

Adatta per accumulare **letame solido** (ricco di paglia)

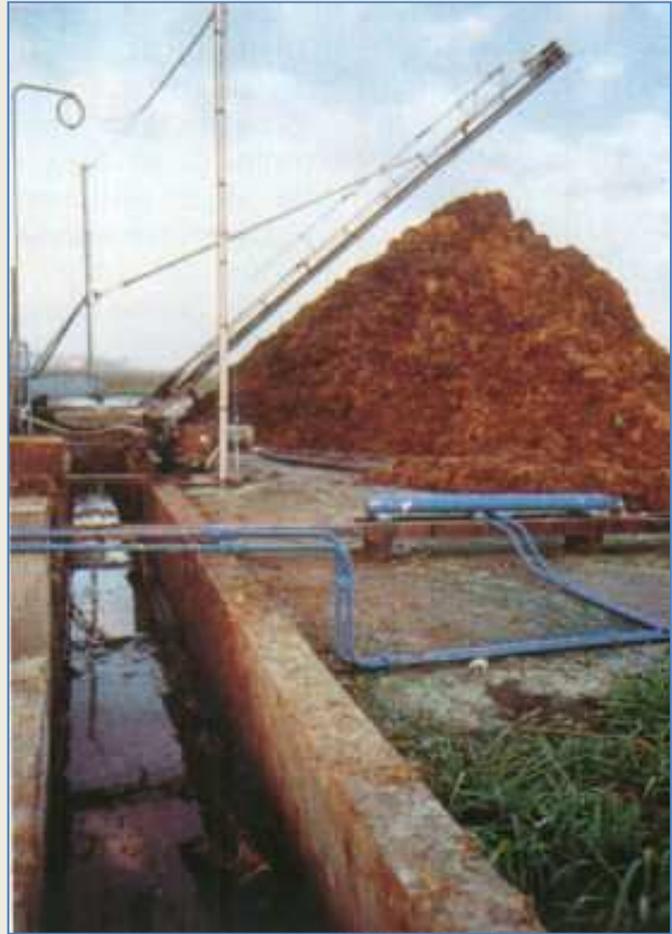
- Platea cinta da muretti
- Pozzetto affiancato alla platea, per le urine della stalla e il colaticcio della platea

- Forma rettangolare o quadrata
- Pavimento in calcestruzzo
- Pendenza 2-3% verso il lato opposto da quello da cui inizia il caricamento del letame
- Muretti alti 0,20-0,40 m





**Sezione di concimaia a platea con cordolo perimetrale e pozzetto per la raccolta dei liquidi di sgrondo**

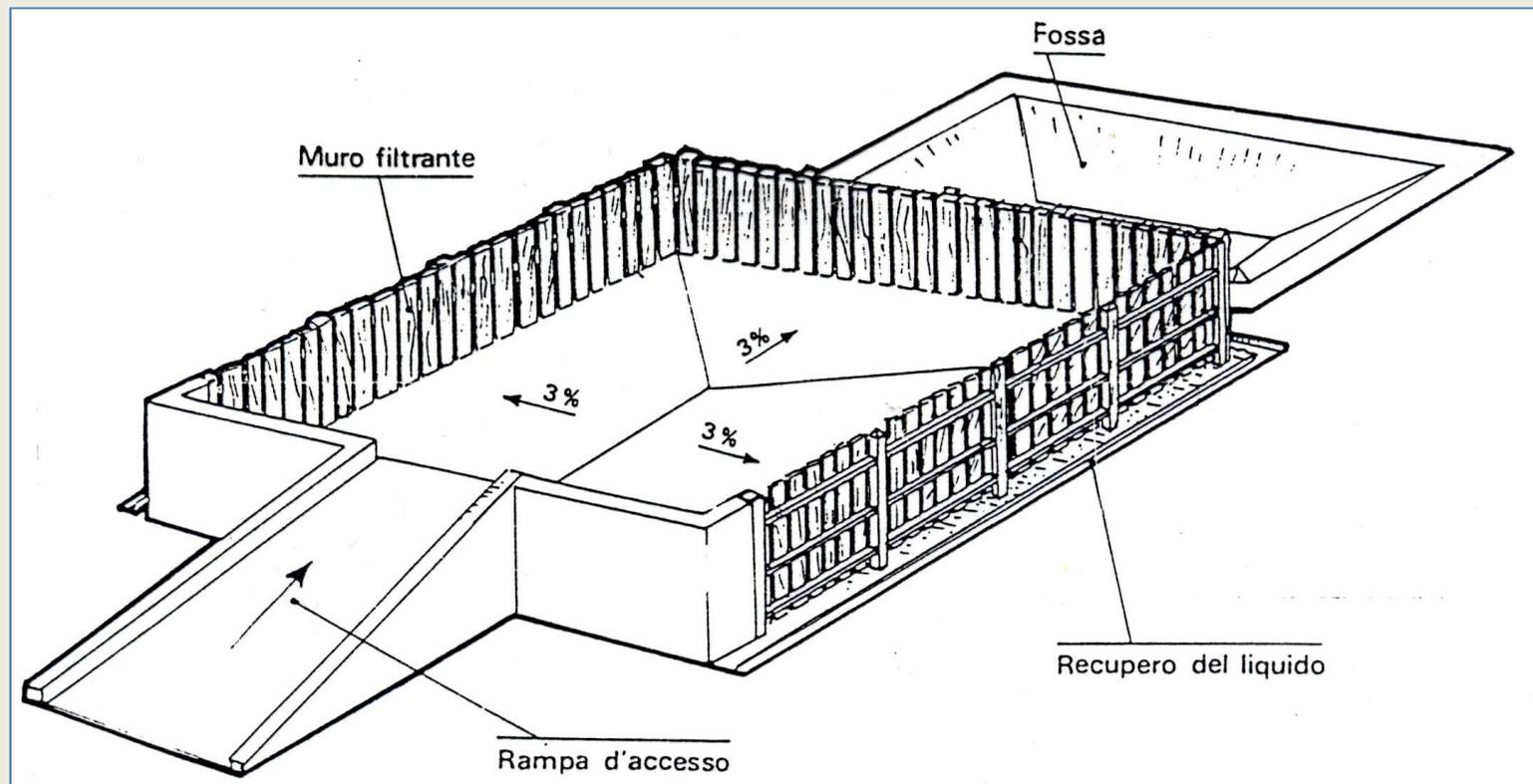


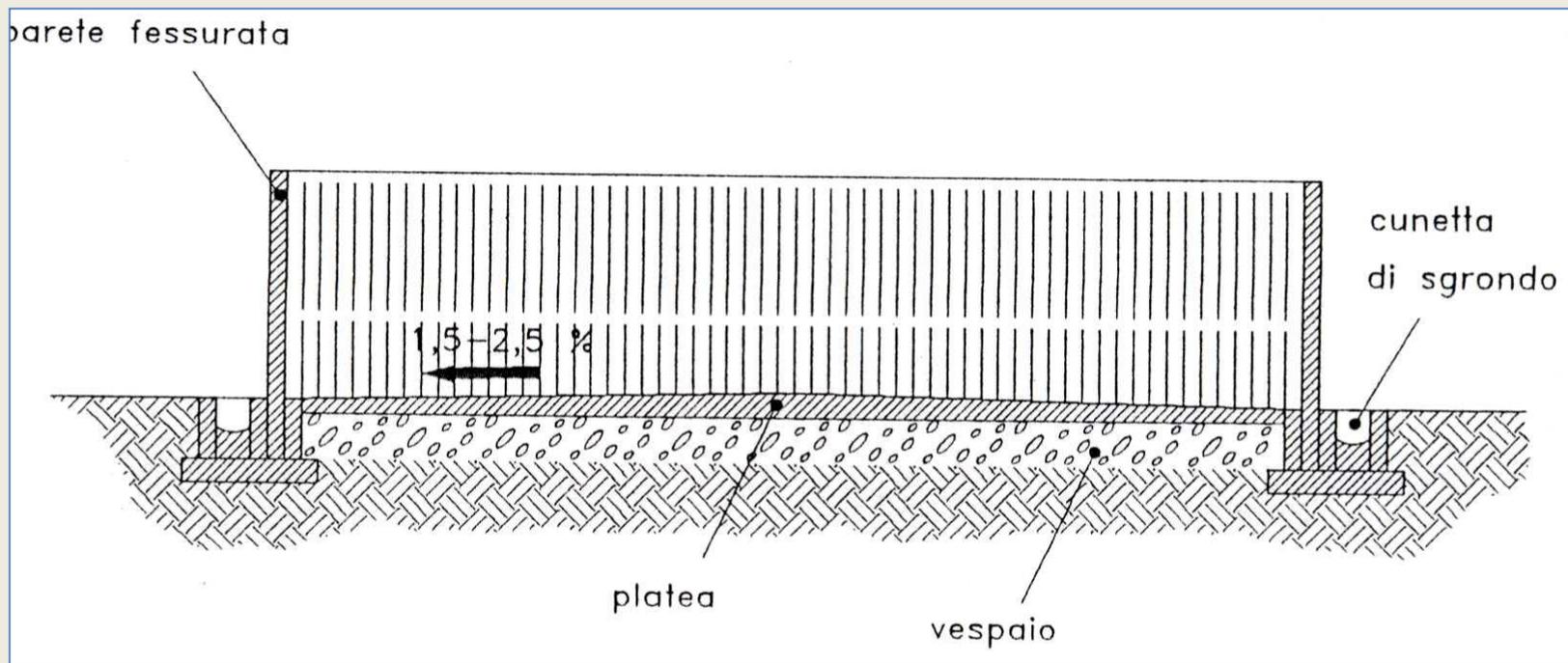
## Platea di sgocciolamento

Adatta per accumulare **liquiletame** (semiliquido)

- a) Platea con pareti filtranti (es. elementi in c.a. distanziati 2-3 cm)
- b) Cunetta di recupero esterna
- c) Fossa per la raccolta dei liquidi

- Forma quadrata o circolare
- Carico in posizione centrale





**Sezione di concimaia a platea di sgocciolamento con pareti fessurate in pannelli prefabbricati di calcestruzzo armato**

## Dimensione della concimaia a platea

$$S = \frac{Q}{0,9 \times h \times n} \quad \text{Bovini da latte}$$

Q = produzione annuale di letame in t (vacche in stalle fisse = Pv x 20, con quantità media di paglia di 3-5 kg/giorno)

0,9 = peso specifico del letame (900 kg/m<sup>3</sup>)

h = altezza del cumulo (in funzione tipo elevatore e altezza muretti perimetrali, 1 - 2 m)

n = numero prelievi/anno (2-3 volte(anno))

Esempio: stalla 50 vacche p.v. 700 kg, altezza media del cumulo 1,5 m, 2 prelievi/anno

**Superficie minima = 260 m<sup>2</sup>**

$$50 \times 0,7 \times 20 / 0,9 \times 1,5 \times 2$$

## Dimensione del pozzettone

$$V_p = \frac{Q + A_m}{1,0 \times n} \quad \text{Bovini da latte}$$

**Q = produzione annuale di liquame in t (vacche in stalle fisse = Pv x 10)**

**A<sub>m</sub> = acque meteoriche sulla platea**

**1,0 = peso specifico del liquame (1.000 kg/m<sup>3</sup>)**

**n = numero prelievi/anno (2-4 volte(anno))**

**Esempio: stalla 50 vacche p.v. 700 kg, 2 prelievi/anno, piovosità della zona 1.000 mm**

**Volume minimo = 305 m<sup>3</sup>**

$$(50 \times 0,7 \times 10) + (260 \times 1) / 1,0 \times 2$$

<b>Categoria bovina e tipo di stabulazione</b>	<b>Superficie platea (m<sup>2</sup>·capo<sup>-1</sup>·mese<sup>-1</sup>)</b>
<b>Bovine da latte</b> (peso medio 600 kg):	
Stabulazione fissa con impiego di paglia	0,80
Stabulazione libera	
- a lettiera permanente con asportazione frequente della lettiera (ogni 30-60 giorni)	0,60
- a lettiera inclinata	0,85
- a cuccette con produzione di letame in zona di riposo (cuccette "groppa a groppa")	0,50
- a cuccette con produzione di letame in zone di riposo e alimentazione (cuccette "testa a testa" o su singola fila)	0,80
<b>Bovini da ingrasso</b> (peso medio 300 kg):	
Stabulazione in box a lettiera inclinata	0,65
Stabulazione in box a lettiera permanente con asportazione frequente della lettiera	0,65
<b>Vitelli</b> (peso medio 125 kg):	
Svezzamento su lettiera permanente	0,10
<b>Suini da ingrasso</b> (peso medio 100 kg):	
Stabulazione in box su lettiera di paglia	0,15

**Superficie platea richiesta per lo stoccaggio del letame  
nelle diverse specie animali**

## Copertura delle concimaie



# Gestione del liquame: separazione solido-liquido



## Solidi sospesi nei liquami:

- Particelle grossolane (dimensioni  $> 0,1$  mm)
- Particelle fini (dimensioni  $< 0,1$  mm)



## Perché effettuare la separazione dei solidi sui reflui zootecnici

L'applicazione di tecniche di separazione consente di ottenere una **frazione chiarificata** ed una **frazione inspessita**, di consistenza pastosa o palabile a seconda del dispositivo adottato, la cui gestione risulta in genere più razionale di quella del letame tal quale.

- ❑ pompaggio per uso fertirriguo e rimozione idraulica delle deiezioni dai ricoveri
- ❑ miscelazione e stabilizzazione, con minori consumi energetici
- ❑ convogliamento mediante tubazione e spandimento con attrezzature dotate di ugelli di piccolo diametro

### Gestione piani aziendali di concimazione



#### Frazione chiarificata

Aree a minore distanza dai contenitori stoccaggio  
Volumi di utilizzo superiori per minor contenuto N e P  
N prevalentemente in forma minerale  
Somministrazione in copertura

#### Frazione inspessita

Aree distanti  
Elevato contenuto SS, sostanza organica, N e P  
N in forma organica a lento rilascio  
Utilizzata come ammendante prima delle lavorazioni principali dei terreni

**Valenza positiva ai fini della compatibilità ambientale della zootecnia in aree ad elevata vulnerabilità**

**Dimensioni di stoccaggio elevate  
( $> 500 \text{ m}^3$ )**

**Terreni a disposizione non  
accorpati e distanti**

**Separazione solido-liquido**

**Piano di concimazione:  
somministrazione liquami in  
copertura**

**Spandimento: linee fisse e  
dispositivi irrigatori con ugelli  
piccolo diametro**

## SEPARAZIONE DEI SOLIDI GROSSOLANI

- Liquami suini (tutti)
- Liquami bovini da carne su pavimento fessurato
- Liquami bovini da latte (stabulazione fissa in assenza di lettiera e stabulazione libera in cuccette senza lettiera)

## SEPARAZIONE DEI SOLIDI GROSSOLANI E FINI PER GRAVITÀ E/O FLOTTAZIONE

- Liquami suini
- Fanghi di supero derivanti dalla depurazione dei liquami
- Digestato in uscita impianti biogas

## SEPARAZIONE MECCANICA DEI SOLIDI GROSSOLANI E FINI

- Liquami suini con contenuto S.S. > 3-4%
- Fanghi di supero derivanti dalla depurazione dei liquami
- Digestato in uscita impianti biogas

## Separazione dei solidi grossolani

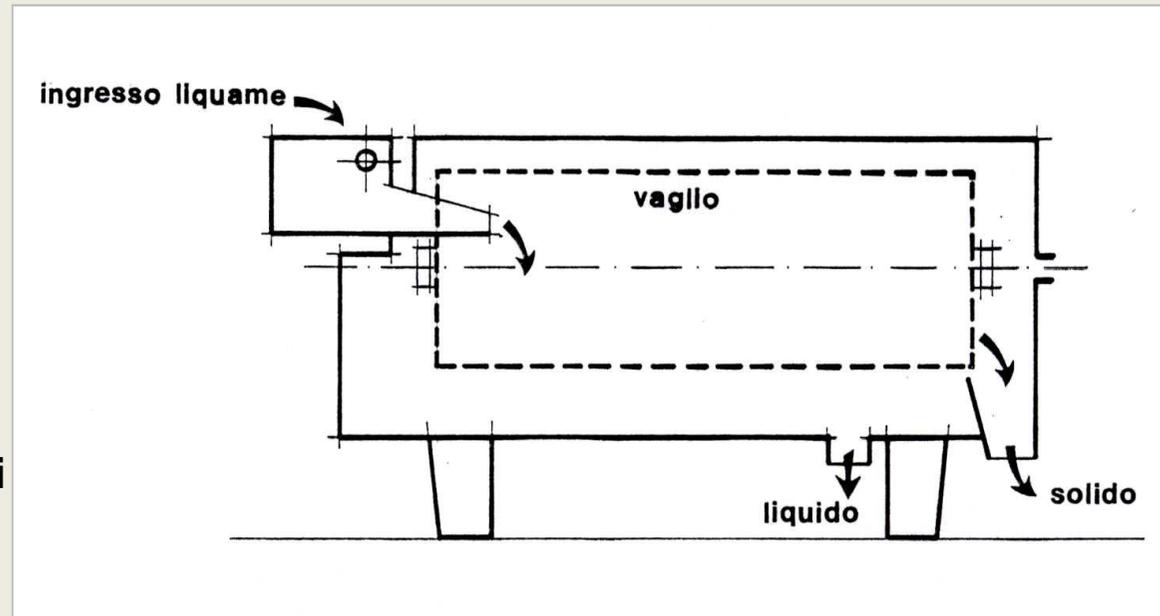
Liquami suini

- a. Vagli rotativi
- b. Vagli vibranti
- c. Vagli statici
- d. Separatore cilindrico rotante

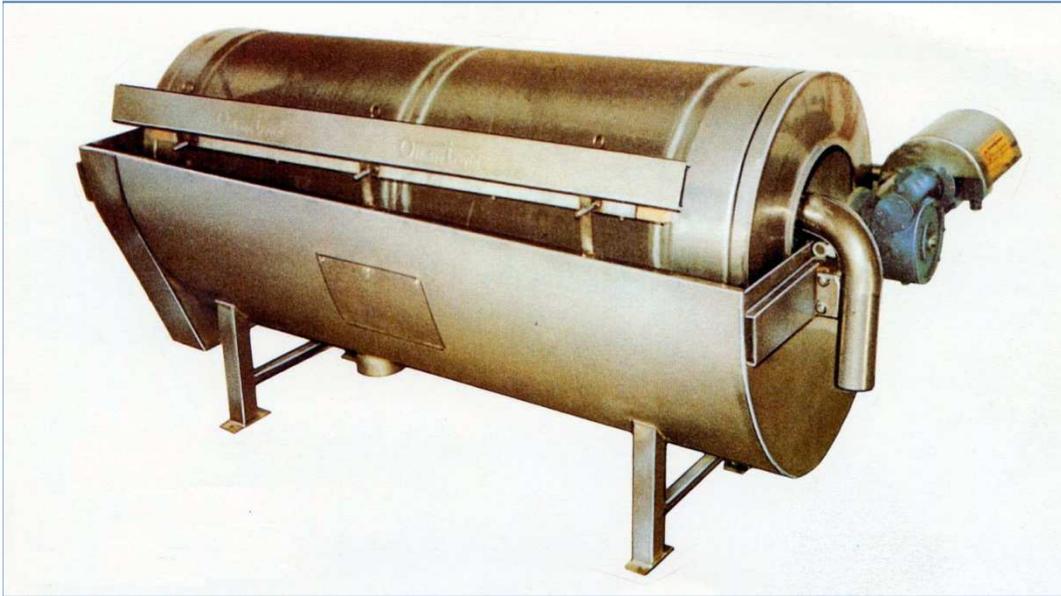
## Vagli rotativi

Superficie di separazione costituita da tamburo cilindrico con pareti in rete di acciaio inox a maglie sottili (0,8-2,0 mm)

La lenta rotazione e la presenza di spazzole raschianti favoriscono lo sgrondo del liquido e l'avanzamento dei solidi verso la zona di scarico



Ben progettati e ben gestiti ➡ **rimozione del 20-25% della S.S.** presente nei liquami



## Frazione solida separata (inspessita)

Costituita da materiali grossolani (residui alimento, setole, ecc.)

Palabile

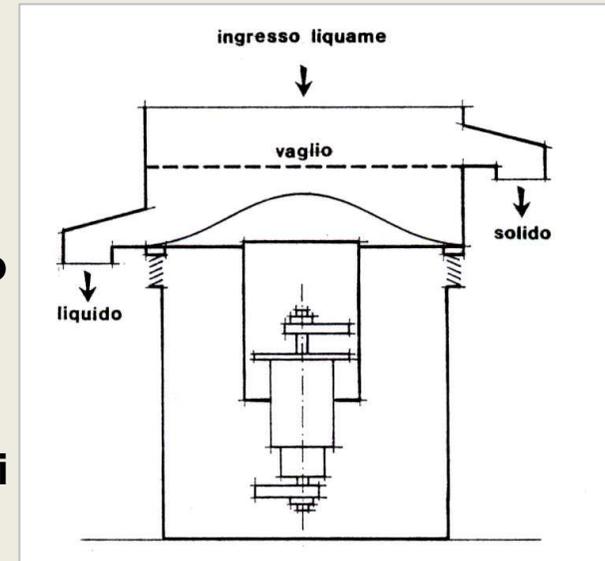
Tenore **S.S. 12-15%** (fino a 18-20% dopo stoccaggio in platea)

**Max 3-5% del volume di liquame tal quale sottoposto a separazione**

# Vibrovagli

Separazione per opera di una rete o griglia metallica (maglie 0,4 mm) montata su un telaio circolare o rettangolare messo in vibrazione da un dispositivo apposito

➔ **rimozione del 20-25% della S.S. presente nei liquami**



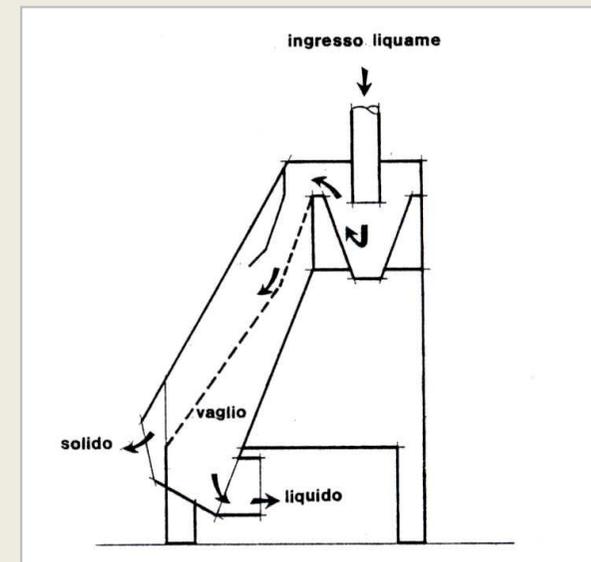
# Vagli statici

Superficie di separazione costituita da griglia metallica o plastica, ad inclinazione variabile. Durante il percorso i liquami subiscono una progressiva sgrondatura.

👍 **Basso consumo energetico (solo sollevamento liquame)**

👎 **Occlusione delle fessure**

👎 **Tenore S.S. del separato piuttosto basso (non palabile)**



# Separatore cilindrico rotante

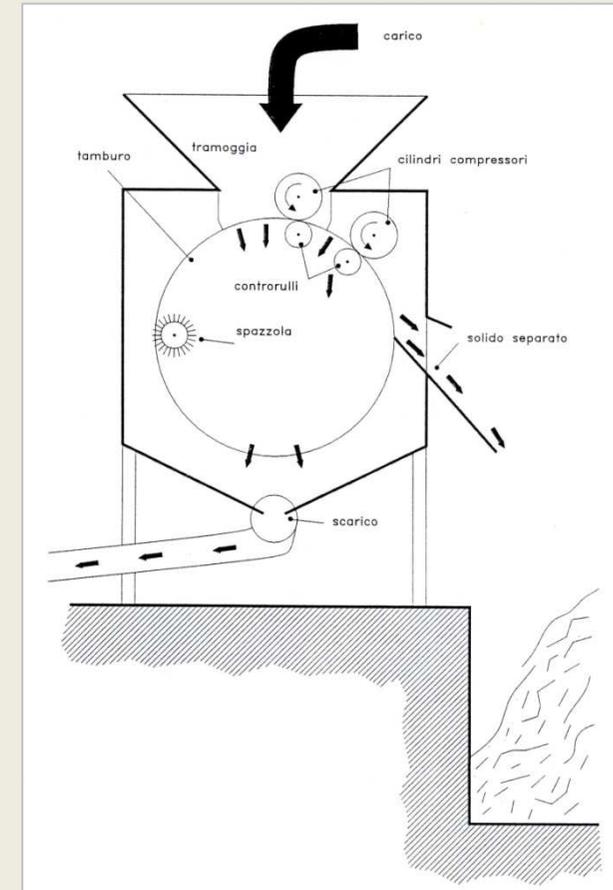
**Vaglio cilindrico in acciaio e due cilindri pressori  
(aiutano a disidratare la frazione solida che non passa  
attraverso le fessure del vaglio)**

- 👎 **Complessità meccanica**
- 👎 **Costo elevato (rispetto vagli)**
- 👍 **Migliore efficienza separazione**
- 👍 **Elevata capacità oraria di lavoro**

**Frazione solida separata (inspessita)**

**Tenore S.S. 18-20%**

**Almeno 5-6% del volume di liquame tal quale sottoposto a separazione**



- a. Vagli centrifugo ad asse verticale
- b. Separatore a compressione elicoidale

# Vaglio centrifugo ad asse verticale

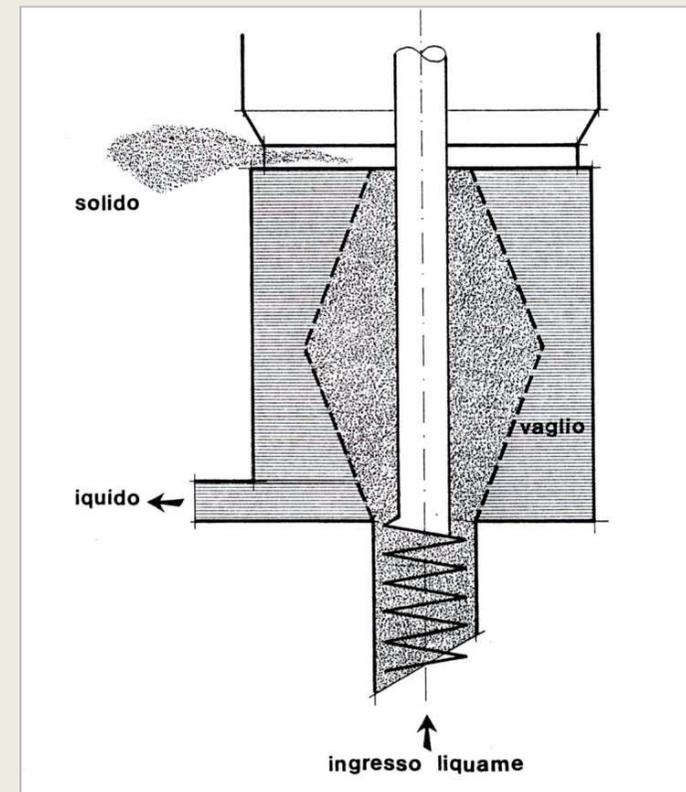
Il gruppo di separazione comprende una coclea, un rotore e un cestello in lamiera d'acciaio con fori 1,2-1,5 mm

I liquami da trattare sono lanciati dal rotore contro le pareti del cestello, attraverso i cui fori passa la fase liquida. I solidi grossolani sono allontanati verso l'alto ed espulsi

➔ **rimozione del 25-30% della S.S.**  
presente nei liquami

**Frazione solida separata (inspessita)**

Tenore **S.S. 20%**



**Circa 12% del liquame tal quale sottoposto a separazione**

# Separatore a compressione elicoidale

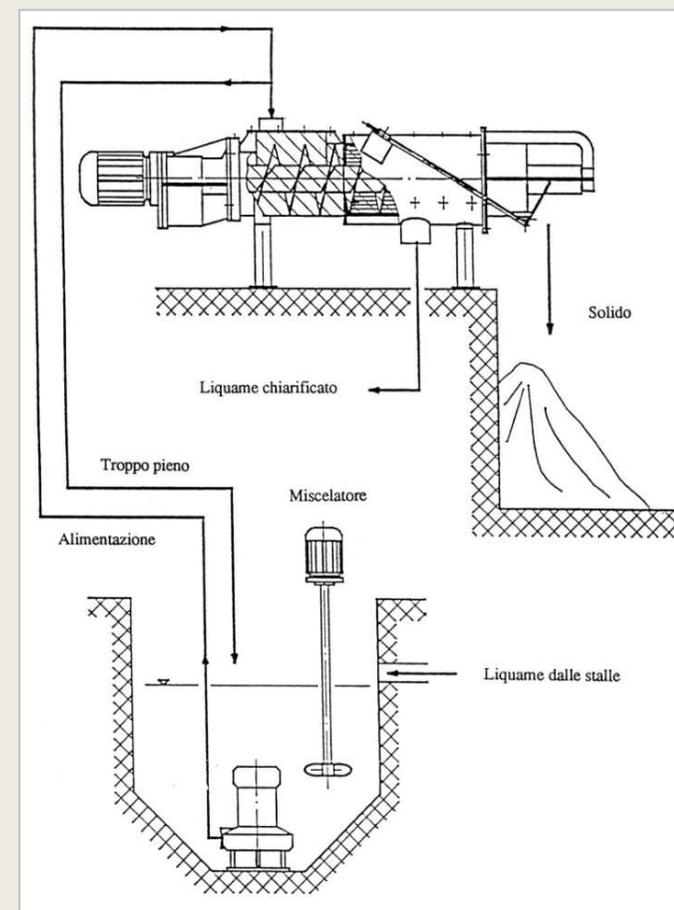
Il liquame è compresso da una coclea in un vaglio cilindrico, costituito da barre di acciaio. La frazione liquida passa attraverso le fessure del vaglio; la frazione solida è pressata dalla coclea contro un regolatore di portata, da tarare sulla base delle caratteristiche del liquame

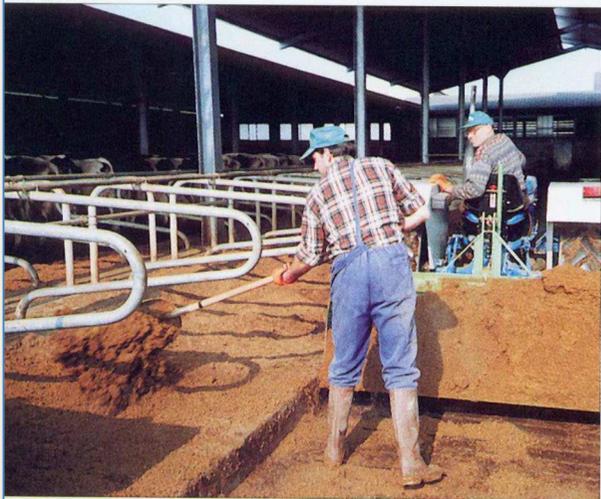
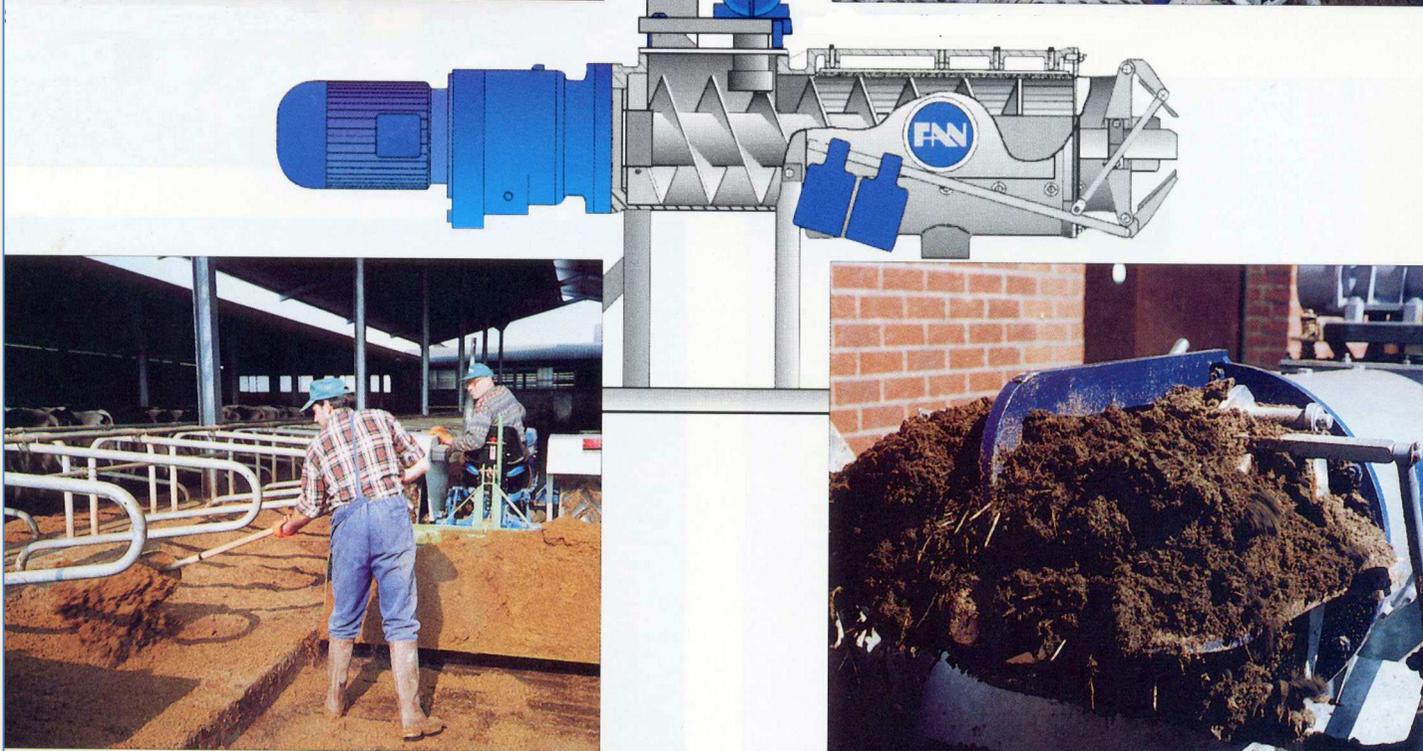


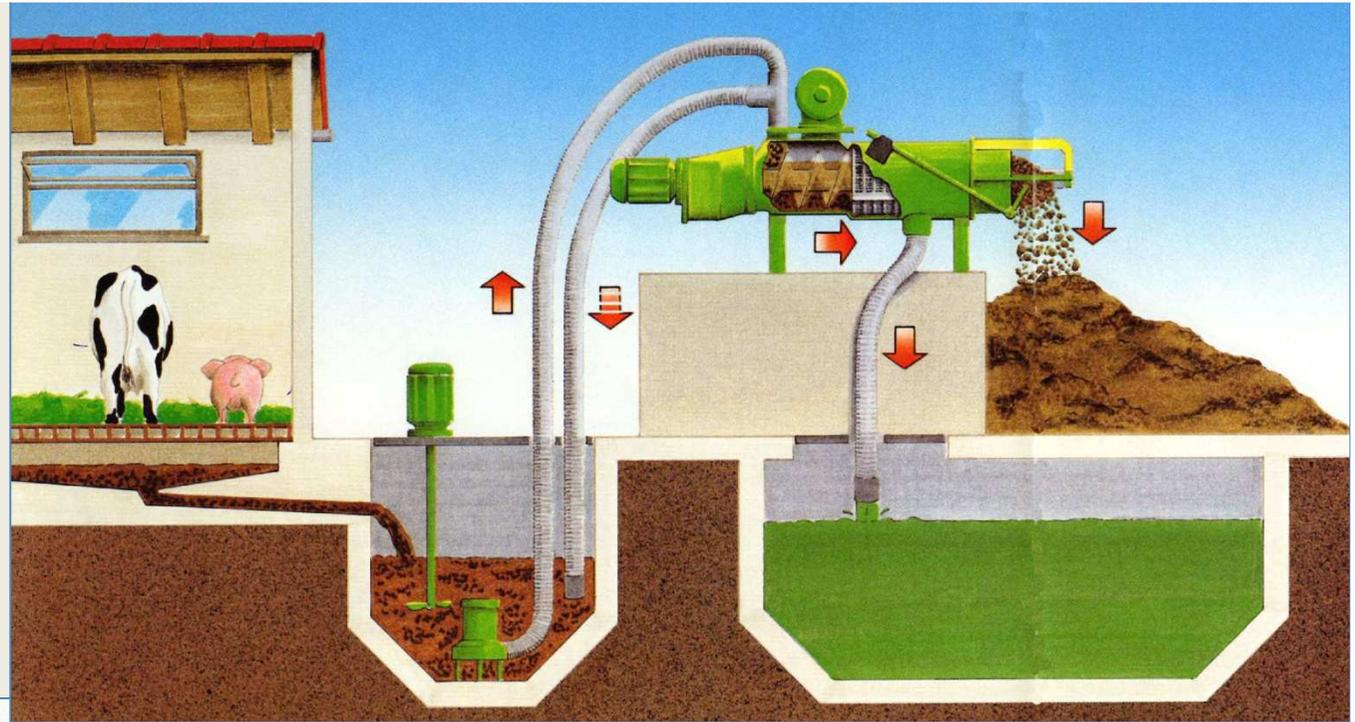
➔ **rimozione del 30-40% della S.S. presente nei liquami**

**Frazione solida separata (inspessita)**

**Circa 10-20% del liquame tal quale sottoposto a separazione**







Reflui



Reflui

## Separazione dei solidi grossolani e fini per gravità e/o flottazione

- Separazione per gravità
- Separazione per flottazione

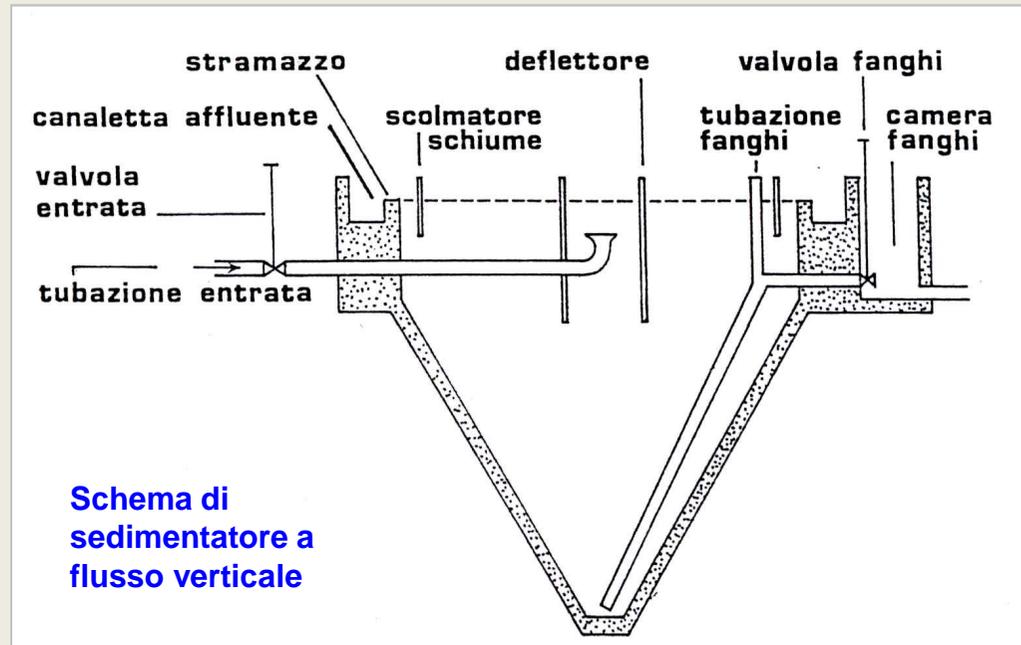
### Separazione per gravità: sedimentatori

Bacini dimensionati in base a:

- tempo di ritenzione idraulica (rapporto tra volume del bacino e portata in ingresso) circa 3 h
- carico idraulico superficiale (rapporto tra portata in ingresso e superficie del bacino)  $> 0,75 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

Estrazione frequente dei fanghi addensati

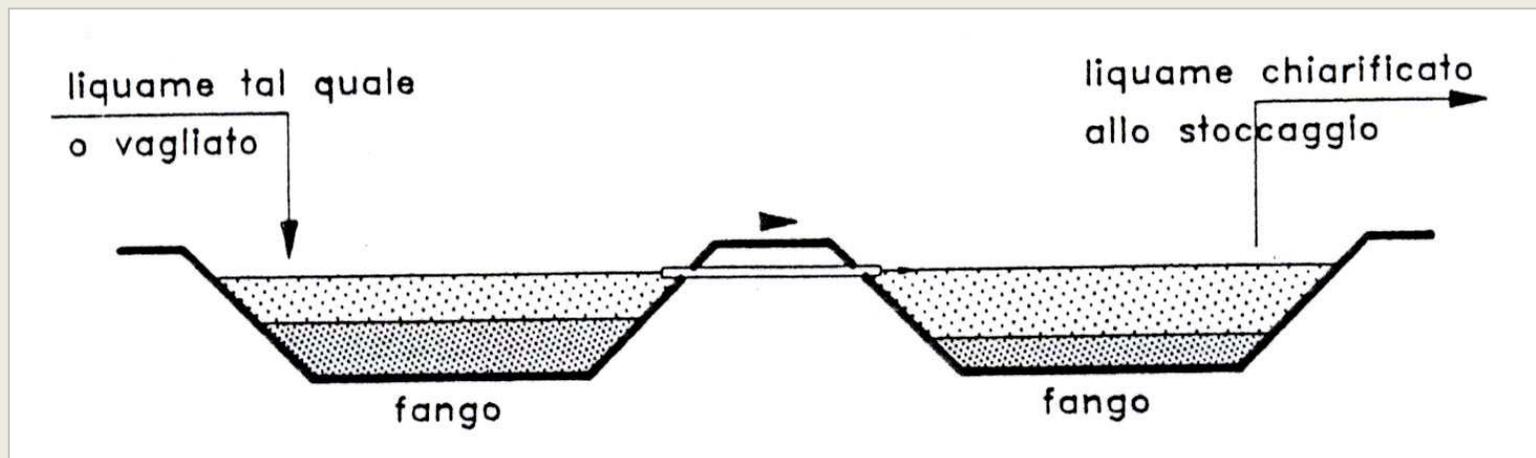
Per una maggiore efficienza: additivi chimici (calce, cloruro ferrico e di alluminio, polielettroliti organici) che facilitano l'aggregazione delle particelle



Impiego per i reflui zootecnici **limitato**  
(soprattutto fanghi depurazione)

**Frequente l'uso di bacini di stoccaggio in serie: i primi fungono da trappola dei solidi sospesi**

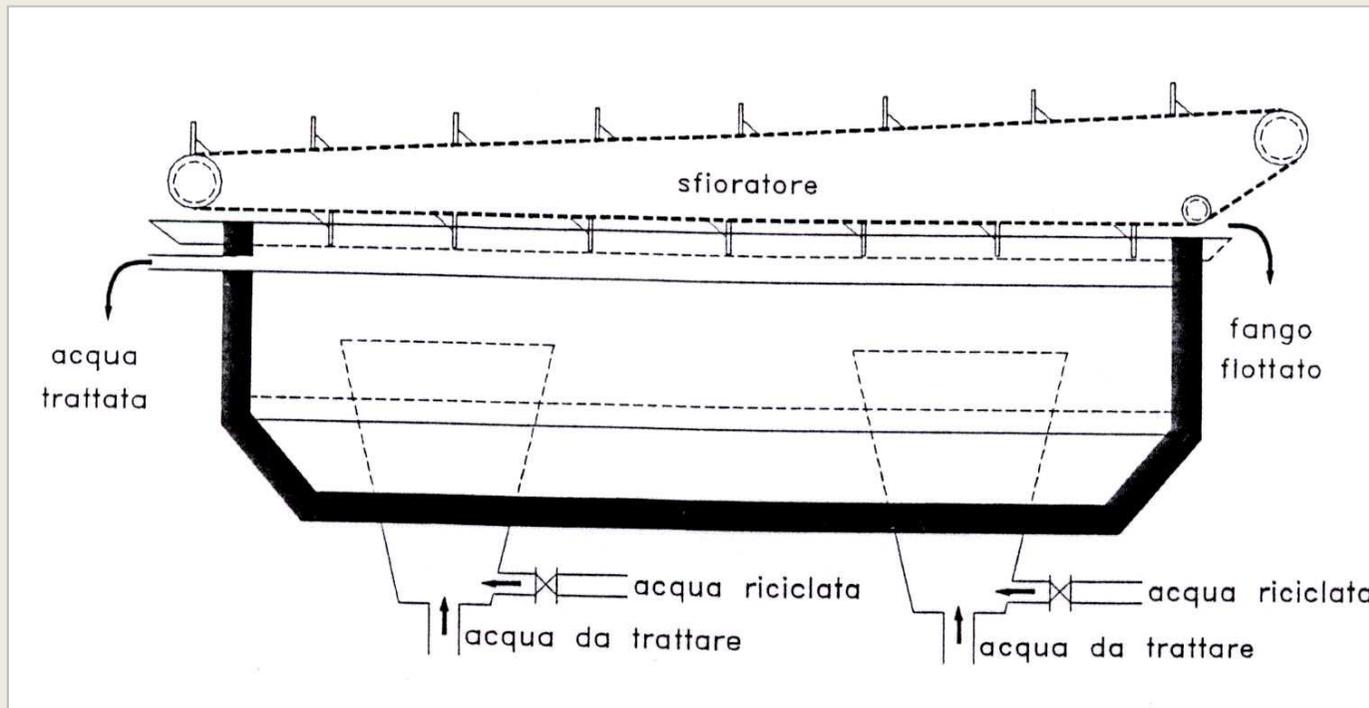
**Estrazione dei fanghi almeno 1-2 volte/anno**



# Separazione per flottazione

Bacini in cui si effettua insufflazione di aria dal fondo: le particelle solide si aggregano e risalgono in superficie. Si fa uso di additivi chimici.

Da impiegare solo in abbinamento a impianti di depurazione aerobica



**Schema di impianto di flottazione rettangolare  
dotato di sfioratore del fango**

## Separazione meccanica dei solidi grossolani e fini

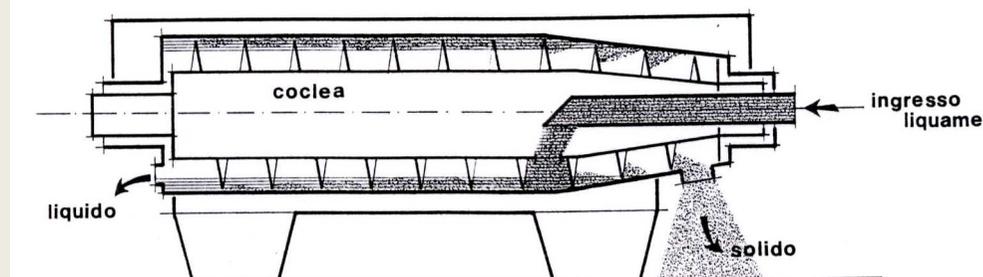
- a. Centrifughe
- b. Nastropresse

### Centrifughe

Ottimale rimozione dai liquami zootecnici di:  
S.S., S. organica, N organico, P

#### Unità di separazione:

Tamburo a sezione cilindro-conica, entro cui è inserito il rotore a coclea  
Ingresso del liquame dal condotto di alimentazione



La separazione tra frazione liquida e frazione solida avviene per effetto della forza centrifuga  
Il solido separato fuoriesce attraverso i fori di scarico  
La frazione liquida è allontanata dalla parte opposta (regolazione in funzione al grado di separazione che si vuole ottenere)

➡ **rimozione del 50-75% della S.S.** presente nei liquami

**Frazione solida separata (inspessita) S.S. 20-28%**

**Circa 10-20% del liquame tal quale sottoposto a separazione**

**Contiene:  
20-35% N  
60-70% P**



**Elevati costi investimento:**  
**Sconsigliato l'uso in allevamenti di piccola  
dimensione (< 200 t p.v.)**



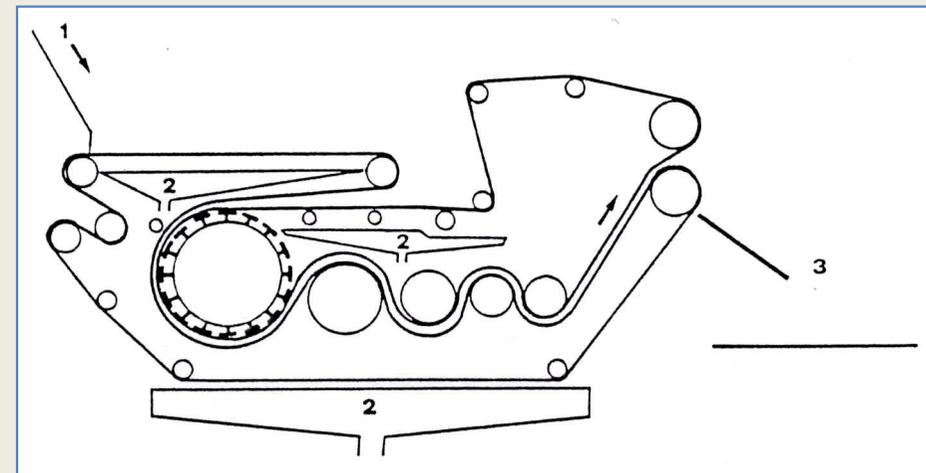
# Nastropresse

Filtrazione a pressione: mezzo filtrante costituito da telo in materiale sintetico, attraverso il quale il liquame viene forzato a passare  
Possibile trattare solidi sospesi di dimensioni fino a qualche micron

Utilizzo unicamente nella disidratazione dei fanghi di depurazione di liquami suinicoli

Costi di investimento elevati (superiori a centrifughe)

Consumi energetici inferiori a centrifughe



Schema funzionale di nastropressa: 1) liquame in ingresso; 2) frazione liquida chiarificata; 3) fango disidratato (da *Chiumenti et al.*)

➡ **rimozione del 50-75% della S.S.** (ma con uso di flocculanti)

Dispositivo di separazione	Liquami trattabili		Efficienza di separazione [a]			Frazione solida separata			
	Bovini	Suini	SS (%)	N (%)	P (%)	SS (%)	N (kg/t)	P (kg/t)	Kg/m <sup>3</sup> liq. [b]
Vibro-Rotovaglio	NO	SI	20-25	4-7	8-12	12-15	3,0-4,6	1,2-2,3	30-50
Vaglio centrifugo asse verticale (Lisep, Alfa-Laval)	SI [c]	SI	20-25	4-7	8-12	15-19	3,0-4,5	1,0-2,3	20-40
			25-30	10-12	20-25	20-22	5,0-6,0	3,0-3,4	110-120
Separatore cilindrico rotante (Sudtech)	SI [d]	SI	20-30	5-10	10-17	18-20	4,0-5,0	5,0-8,0	50-60
			-	-	-	-	-	-	-
Separatore a compressione elicoidale (FAN)	SI [e]	SI [d]	-	-	-	-	-	-	-
			30-40	15-25	10-20	20-25	2,5-3,2	0,5-1,0	80-200
Bacini di sedimentaz. in serie	NO	SI	50-70	25-35	50-65	8-12	4,0-6,0	3,6-5,5	170-200
Centrifughe ad asse orizzontale	SI [f]	SI	50-75	20-35	60-70	20-28	7,0-11,0	6,0-10,0	100-200
			-	-	-	-	-	-	-

[a] I dati riportati in questa colonna indicano i kg di sostanza secca (SS), di azoto (N) e di fosforo (P) che rimangono nella frazione solida per ogni 100 kg di SS, N e P presenti nel liquame avviato al trattamento. I dati quindi forniscono la percentuale in peso di SS, N e P separata nella frazione solida.

[b] I dati riportati in questa colonna indicano la quantità (kg) di frazione solida separata per ogni m<sup>3</sup> di liquame avviato al trattamento di separazione.

[c] I dati riportati si riferiscono a prove condotte su liquami di vitelloni all'ingrasso stabulati su pavimentazione fessurata.

[d] Non sono disponibili dati sperimentali relativi alla realtà zootecnica italiana.

[e] I dati riportati si riferiscono a prove condotte con liquame di bovine da latte (6-8 % SS), proveniente dalla corsia di alimentazione e dal paddock in cemento di stalle libere (area Parmigiano-Reggiano).

[f] L'applicazione della centrifugazione ai liquami bovini (da carne e da latte) anche se teoricamente applicabile con buoni risultati, trova raramente giustificazione tecnica ed economica nella realtà padana.

### Prestazioni di diverse tipologie di separatori (dati CRPA)

TIPO DI TRATTAMENTO		FRAZIONI SOLIDA E DENSA			FRAZIONE LIQUIDA		
		Volume [a] (%)	Azoto [b] (%)	Fosforo [b] (%)	Volume [a] (%)	Azoto [b] (%)	Fosforo [b] (%)
1	Separazione frazioni solide grossolane con vagli + stoccaggio 180 giorni [c]	3-5	4-7	8-12	95-97	65-73	88-92
2	Separazione frazioni solide con vagliatura seguita da sedimentazione + stoccaggio 180 giorni [d]	20-25	25-35	50-65	75-80	40-55	35-50
3	Separazione meccanica con centrifuga o nastropressa delle frazioni solide + stoccaggio 180 giorni [e]	10-20	20-35	60-70	80-90	40-55	30-40

[a] Percentuale sul volume totale di liquame avviato al trattamento.

[b] Kg di azoto e fosforo che rimangono nella frazione solida e in quella liquida per ogni 100 kg di N e P presenti nel liquame avviato al trattamento. Il dato fornisce la ripartizione percentuale in peso di N e P tra la frazione solida e densa e quella liquida.  
Non viene riportata la ripartizione dei metalli (Cu e Zn) tra le frazioni risultate dai trattamenti. A titolo indicativo, si può considerare uno schema di ripartizione dei due elementi simile a quello del fosforo, cioè una tendenza a concentrarsi nelle frazioni solida e densa.

[c] Lo stoccaggio della frazione liquida chiarificata è preceduto dalla separazione delle frazioni solide grossolane, palabili, ottenute trattando il liquame con i vagli.

[d] Alla separazione con vagliatura delle particelle solide grossolane si abbina la separazione delle particelle fini mediante sedimentazione, con la quale si ottiene una frazione densa sottoforma di fango non palabile.

[e] Prima dello stoccaggio della frazione liquida chiarificata viene effettuata la separazione meccanica delle frazioni solide (grossolane e fini) con centrifuga o nastropressa. Tale separazione, consigliabile per liquami provenienti da allevamenti a basso o nullo consumo di acqua per i lavaggi, dà luogo a una frazione solida palabile.

### Ripartizione volume, azoto e fosforo tra frazioni solida e liquida in seguito a diversi trattamenti di separazione (dati CRPA)

# Gestione del liquame: miscelazione dei liquami

## Perché miscelare

→ Ottenere un prodotto omogeneo

Miscelare durante tutto il periodo di stoccaggio (0,5-1,0 h/settimana)

Sottoporre i liquami a separazione solido-liquido prima del processo di omogeneizzazione (minore potenza installata; minori tempi funzionamento)

## Tecniche miscelazione

### **Omogeneizzazione con ricircolo nella vasca di sollevamento e ripompaggio nel bacino**

Bacini di piccola dimensione. Si utilizza per l'omogeneizzazione la stessa pompa di sollevamento

Possibile abbinare l'insufflazione di aria, mediante appositi eiettori

### **Omogeneizzazione tramite agitatori-ossigenatori galleggianti (turbine superficiali)**

Turbine posizionate al centro della vasca: insufflano aria miscelandola ai liquami

- 👉 **Consumo energetico abbastanza elevato**
- 👉 **Formazione di aerosol maleodoranti**

*(v. ossigenazione)*

## **Omogeneizzazione tramite carrobotte o autobotte**

**Con carrobotte si inietta liquame e aria in pressione all'interno della massa**

**Tecnica valida solo in vasche di dimensioni molto ridotte**

## Omogeneizzazione tramite agitatori meccanici posizionati all'interno del bacino

Apparecchiature idonee a differenti geometrie e volumi dei bacini di stoccaggio

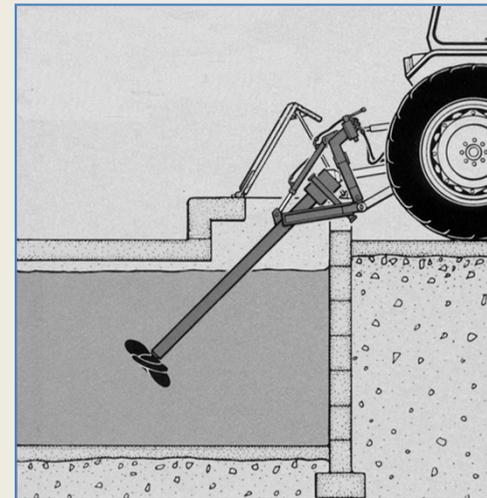
### Agitatori con albero di trasmissione

L'elica è azionata per mezzo di un albero di trasmissione collegato, all'esterno del liquame, con un **motore elettrico** o con la **presa di potenza di una trattore**

**Modelli per:**

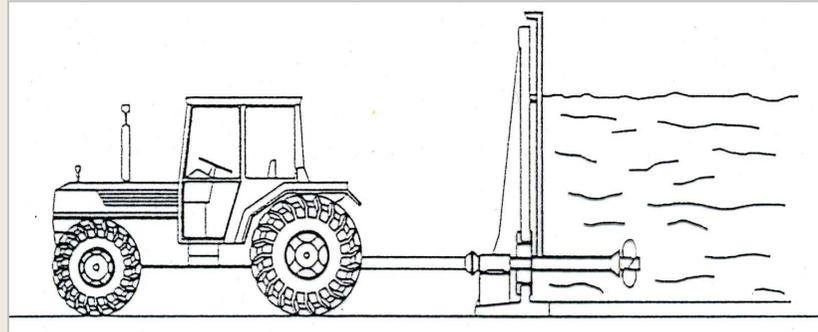
**Vasche interrato (o sotto fessurati)**

**Telaio a forma di traliccio o tubolare, alla cui estremità è collocata l'elica**  
**Potenze 4-18kW**

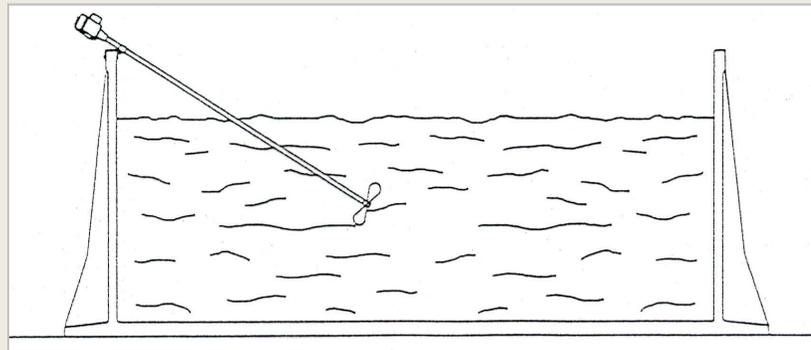


## Vasche fuori terra

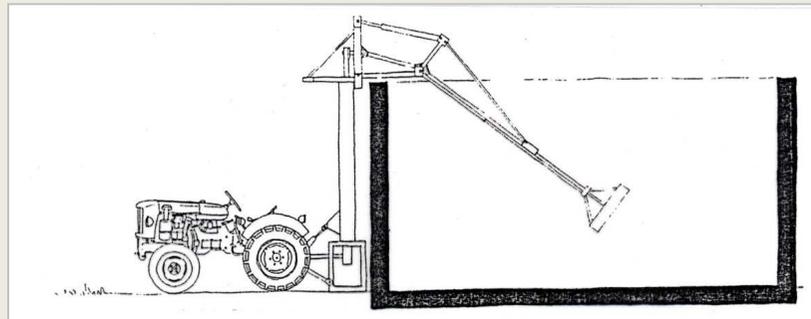
Fissi con albero di trasmissione  
passante attraverso la parete



Fissati sul bordo della vasca



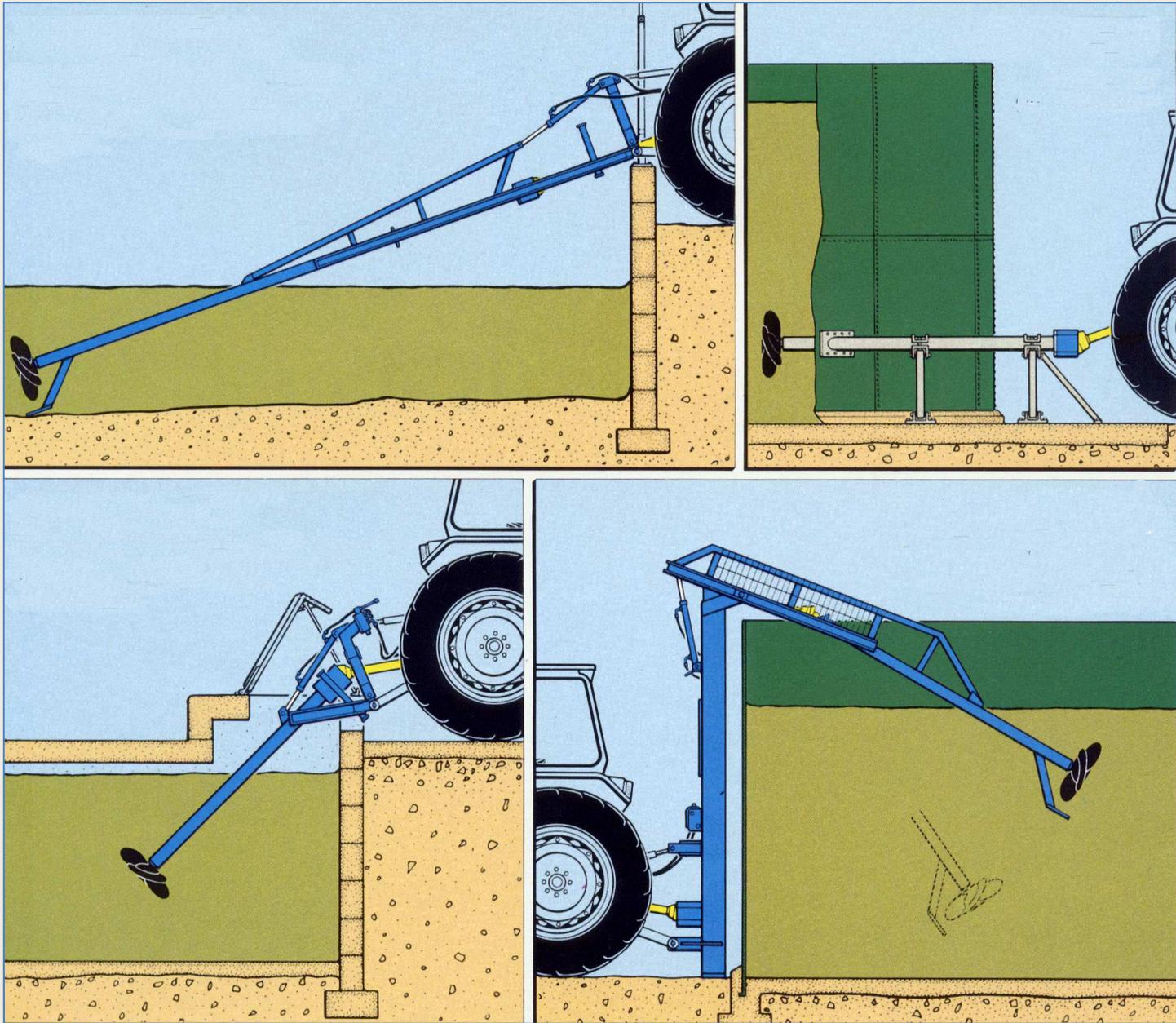
Ancorati a traliccio esterno o colonna  
e passanti sopra il bordo della vasca



Potenze 4-18kW



Reflui





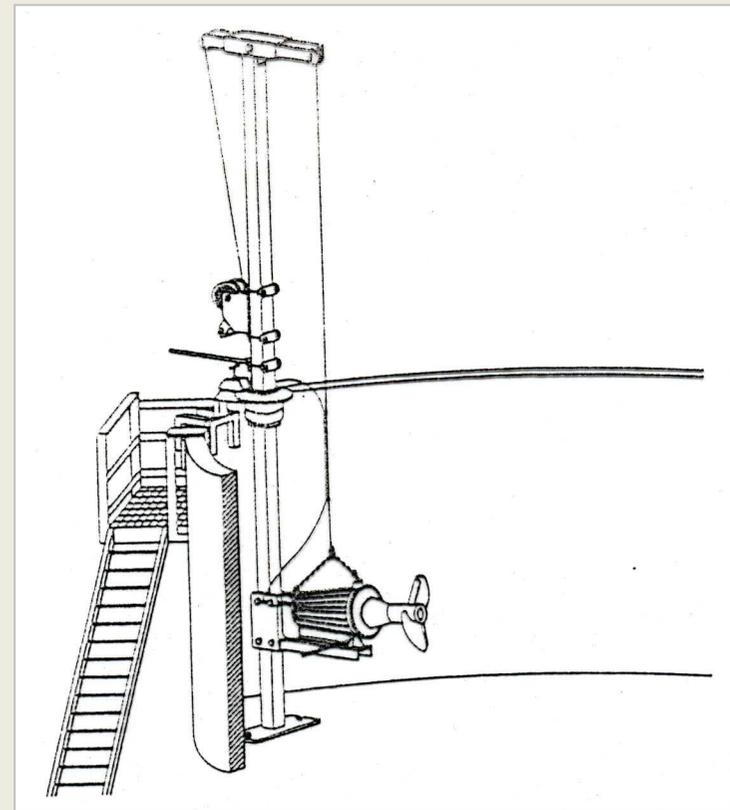
## Agitatori monoblocco

Costituiti da motore elettrico e da un'elica (a 2 o 3 pale) o da una turbina a vite.

In genere installato su telaio pivottante, scorrevole su una guida verticale, che consente di orientare l'attrezzo in diverse direzioni e di farlo operare a differenti profondità.

Valido sia per bacini fuori terra sia per vasche interrate (non a lagoni in terra)

Potenze installate in genere < 10 kW



Miscelatore monoblocco sommerso azionato da motore elettrico e dotato di paranco per regolare la profondità di lavoro

# Gestione del liquame: deodorazione - stabilizzazione

## Perché ossigenare

→ Ottenere un prodotto deodorizzato

**L'insufflazione di aria** nel liquame favorisce **l'azione di batteri aerobi facoltativi**, che indirizzano la degradazione della sostanza organica verso la produzione di composti non maleodoranti, limitando la formazione di prodotti della degradazione anaerobica all'origine dei cattivi odori (acido solfidrico, mercaptani, ammoniaca, ecc.)

**Per il controllo degli odori e per una parziale stabilizzazione:**

**Sufficiente instaurare nella massa di liquami condizioni di ossigeno disciolto di poco superiori allo zero**

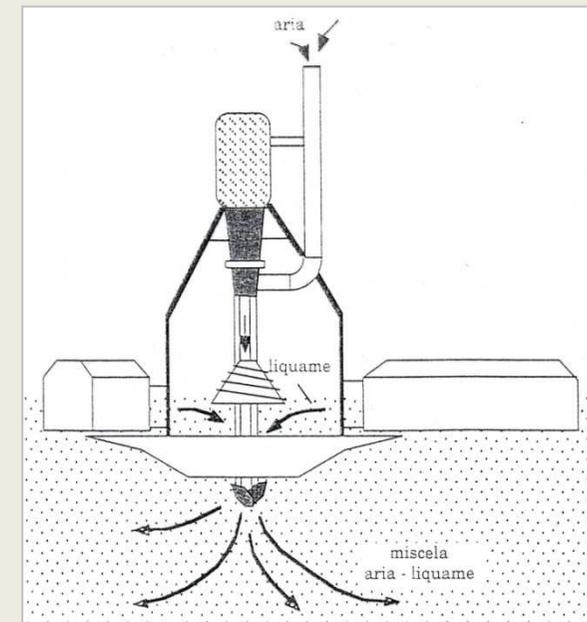
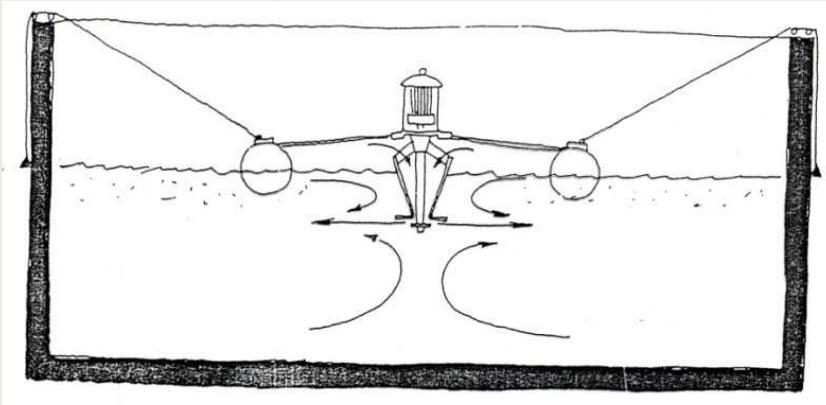
## Dispositivi utilizzabili

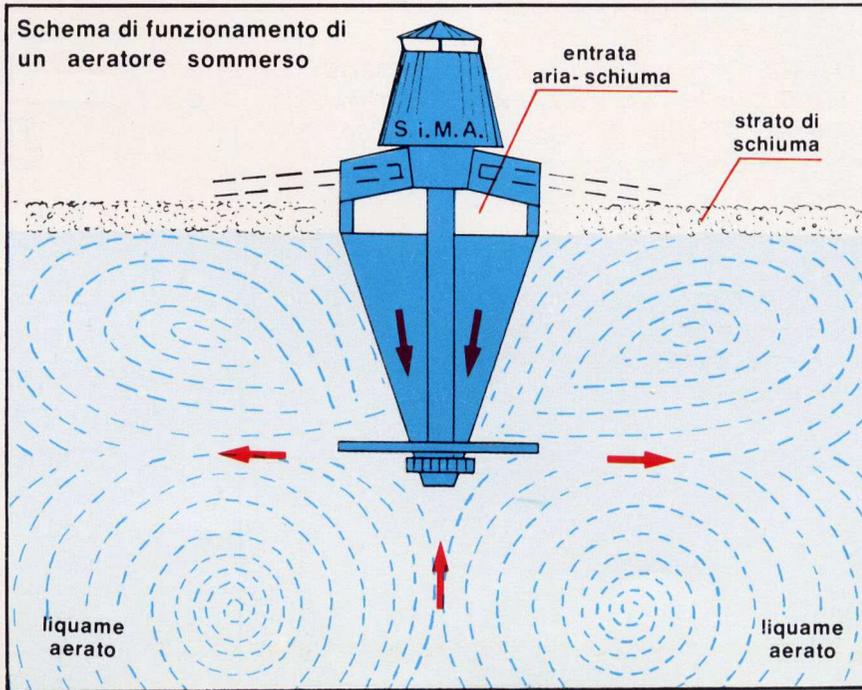
- Aeratori superficiali
- Aeratori sommersi (a elica o eiettori)
- Aeratori con eiettori verticali su circuito

### Aeratori superficiali

Costituiti da turbine ad albero verticale, flottanti ed ancorate con funi alle sponde del bacino

Aerazione: contatto aria-liquame mediante una violenta agitazione superficiale della massa





## Aeratori sommersi

Miscelazione dei liquami con l'aria per mezzo di un'elica o di una pompa

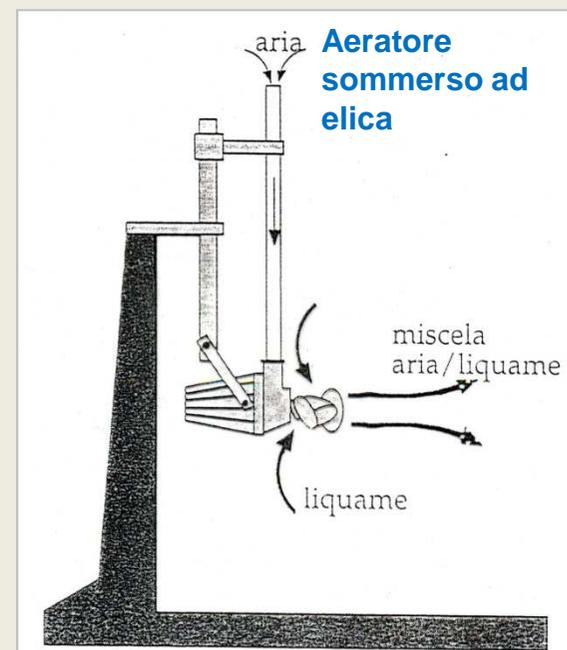
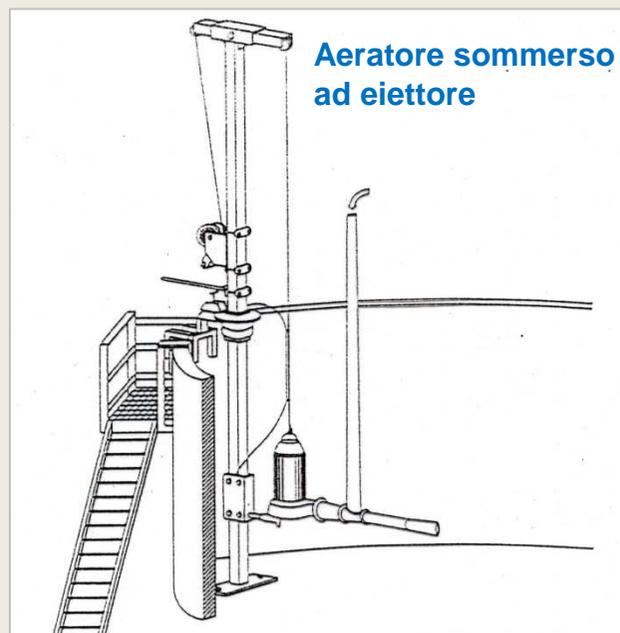
### Elica

Fissati alle pareti della vasca; posizionabili a diverse profondità

Il richiamo dell'aria attraverso apposita tubazione avviene per la depressione indotta dall'elica

### Pompa

Costituiti da una pompa sommersa di tipo centrifugo alla cui mandata è applicato un eiettore che sfrutta l'effetto Venturi



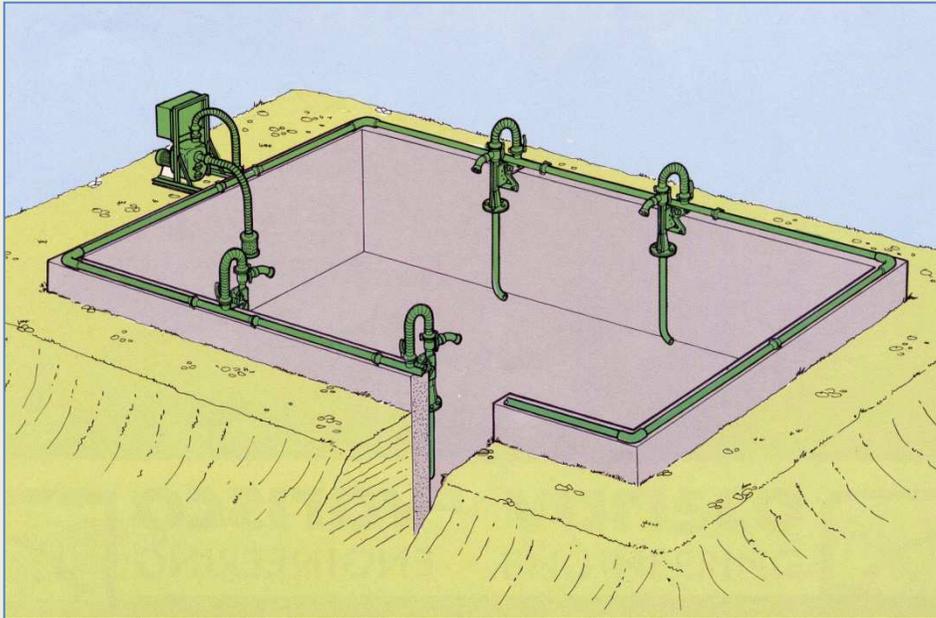
Potenze installate 3-4 kW

Gli aeratori sommersi

- 👍 garantiscono un'ossigenazione più uniforme della massa alle diverse profondità
- 👍 limitano la formazione di aerosol
- 👍 consentono di mantenere una temperatura dei liquami leggermente superiore a (rispetto aeratori di superficie)

## Aeratori con eiettori verticali su circuito

Costituiti da un circuito chiuso in pressione, che segue il perimetro della vasca e lungo il quale sono installati eiettori verticali, In questi avviene la miscelazione dell'aria con i liquami aspirati da una pompa centrifuga esterna.

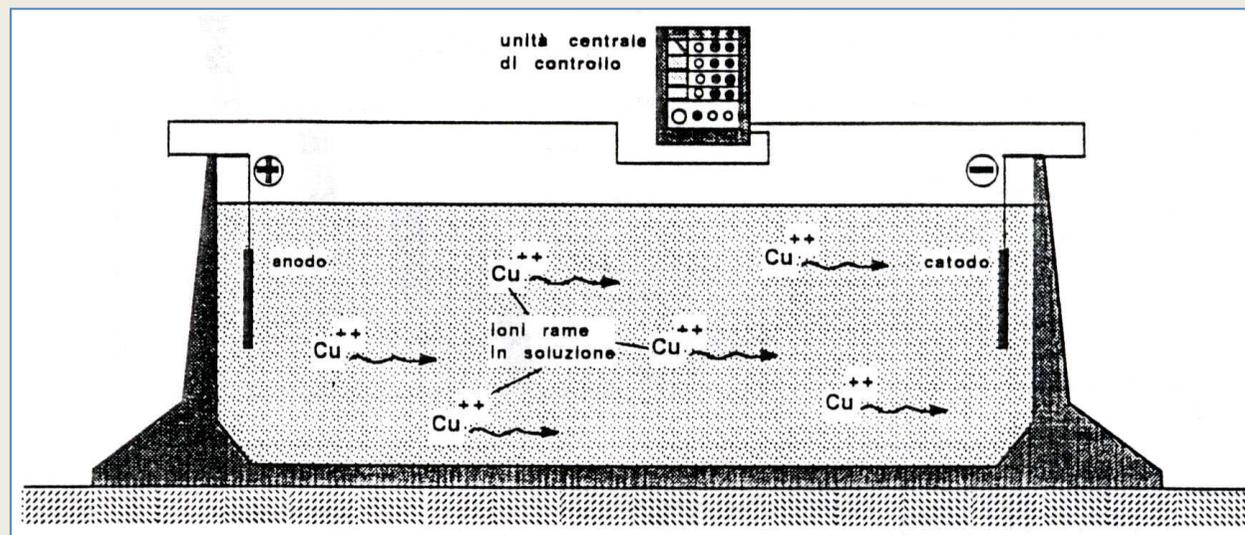


Sistema di aerazione a eiettori verticali inseriti su circuito di liquami in pressione



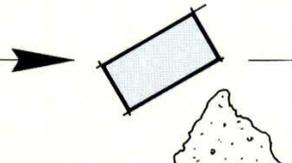
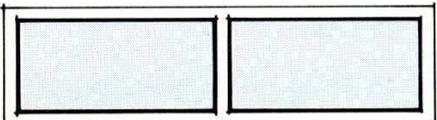
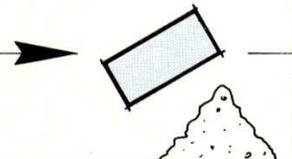
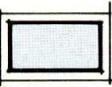
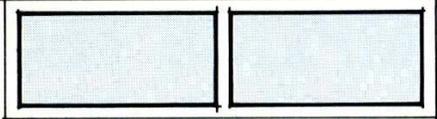
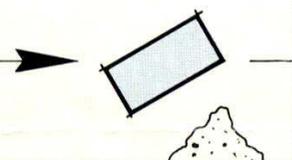
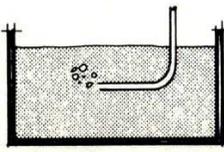
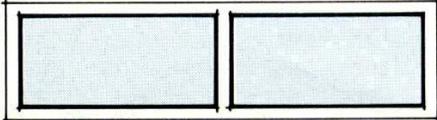
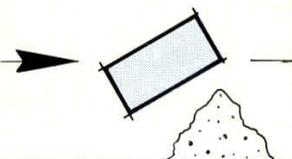
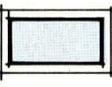
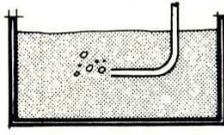
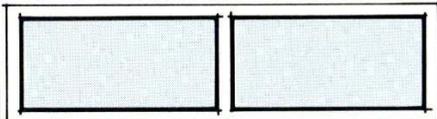
## Controllo degli odori nei liquami zootecnici mediante trattamenti elettrolitici

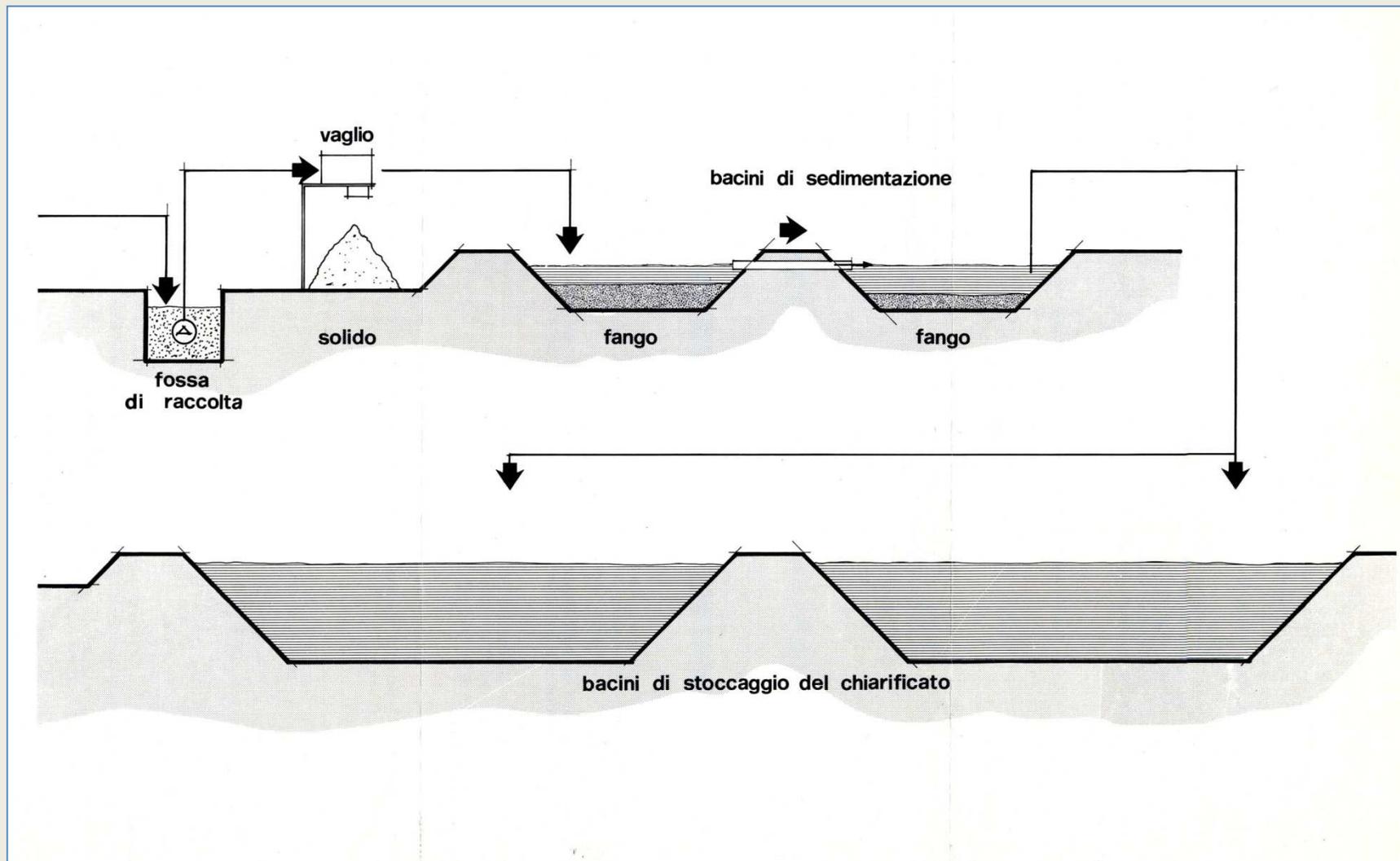
Metodo “oligolitico” proposto diversi anni fa (anni ‘80).  
Basato sull’azione sterilizzante di piccole quantità di ioni metallici liberati per via elettrolitica (**mediante coppie di elettrodi di rame, ferro o altri materiali**); a questa azione sterilizzante corrisponde il mancato sviluppo di composti maleodoranti.  
Metodo economico, ma i risultati sono contrastanti!



Treatments elettrolitici: movimento di ioni rameici fra gli elettrodi

# Gestione del liquame: esempi di trattamenti

	Separazione meccanica	Sedimentazione	Aerazione	Stoccaggio frazione liquida	Abbattimento dell'azoto nella frazione liquida
<b>1</b>					≈ 30%
<b>2</b>					v. pag. successiva ≈ 50%
<b>3</b>					≈ 60%
<b>4</b>					≈ 70%



# IL COMPOSTAGGIO

## Processo di compostaggio

Decomposizione e stabilizzazione della sostanza organica mediante microrganismi (batteri e funghi) in presenza di ossigeno

## Perché applicare il processo di compostaggio

→ Recuperare residui di natura organica, trasformandoli in prodotto stabilizzato, di elevato valore agronomico, facilmente gestibile

## Condizioni per il processo

La massa di scarti organici deve avere contenuto **S.S. del 30-35%**  
Struttura fisica sufficientemente porosa e, quindi, permeabile all'aria



Caratteristiche ottenute miscelando residui ad elevato contenuto di umidità e residui lignocellulosici ad elevato contenuto di S.S. e con struttura rigida

Due fasi:

**Fase bio-ossidativa**

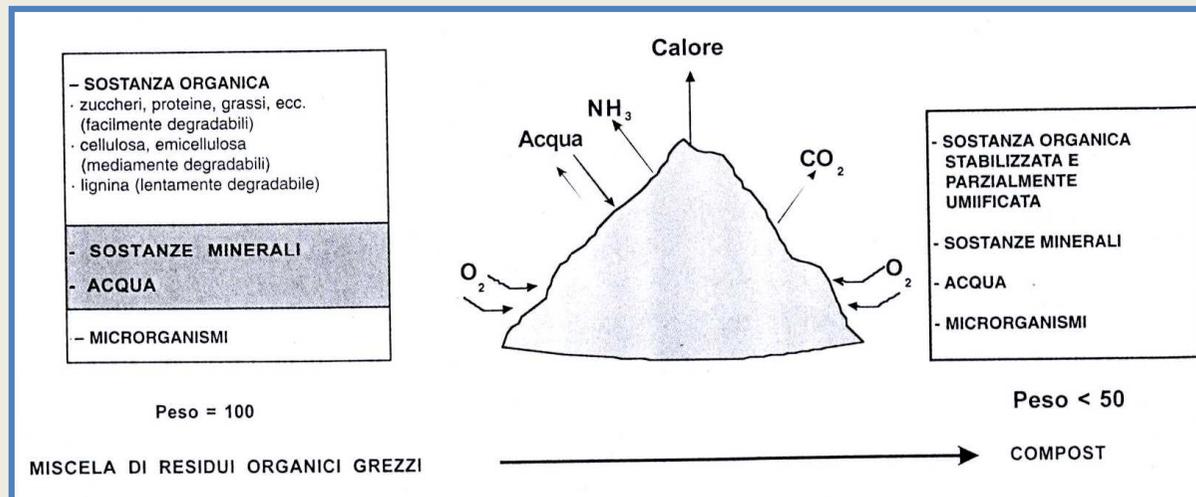
**Fase di maturazione o umificazione**

## FASE BIO-OSSIDATIVA O FASE ATTIVA O FASE TERMOFILA

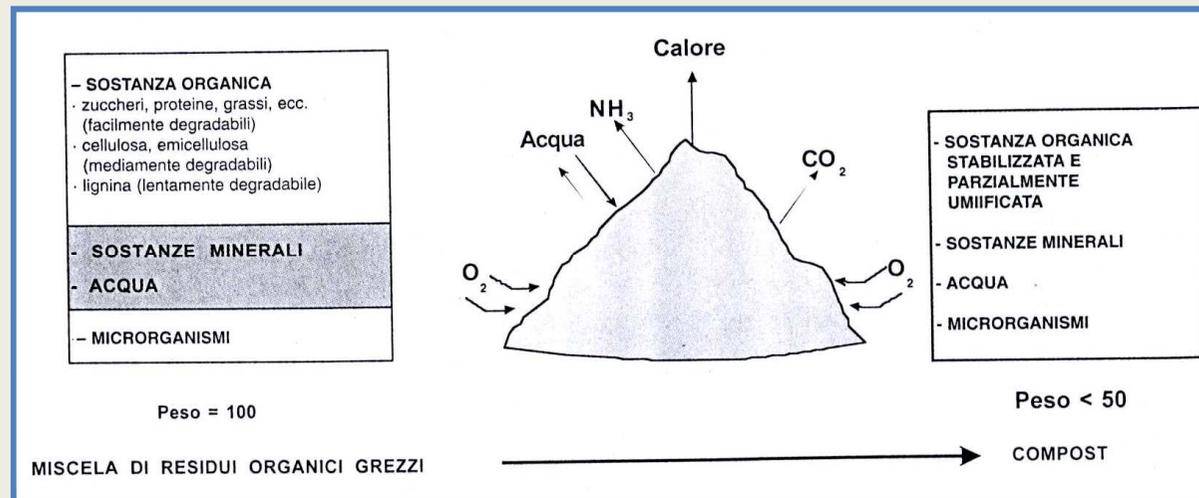
Flora batterica specifica attacca e demolisce le molecole organiche più facilmente degradabili (zuccheri, acidi organici, aminoacidi, ecc.)

↳ Notevole consumo di ossigeno, produzione di  $\text{CO}_2$  e energia sotto forma di calore  
Temperatura massa in compostaggio:  $60-70^\circ\text{C}$   $\Rightarrow$  distruzione agenti patogeni e semi erbe infestanti

**Durata 30-40 fino a 50-60 giorni**

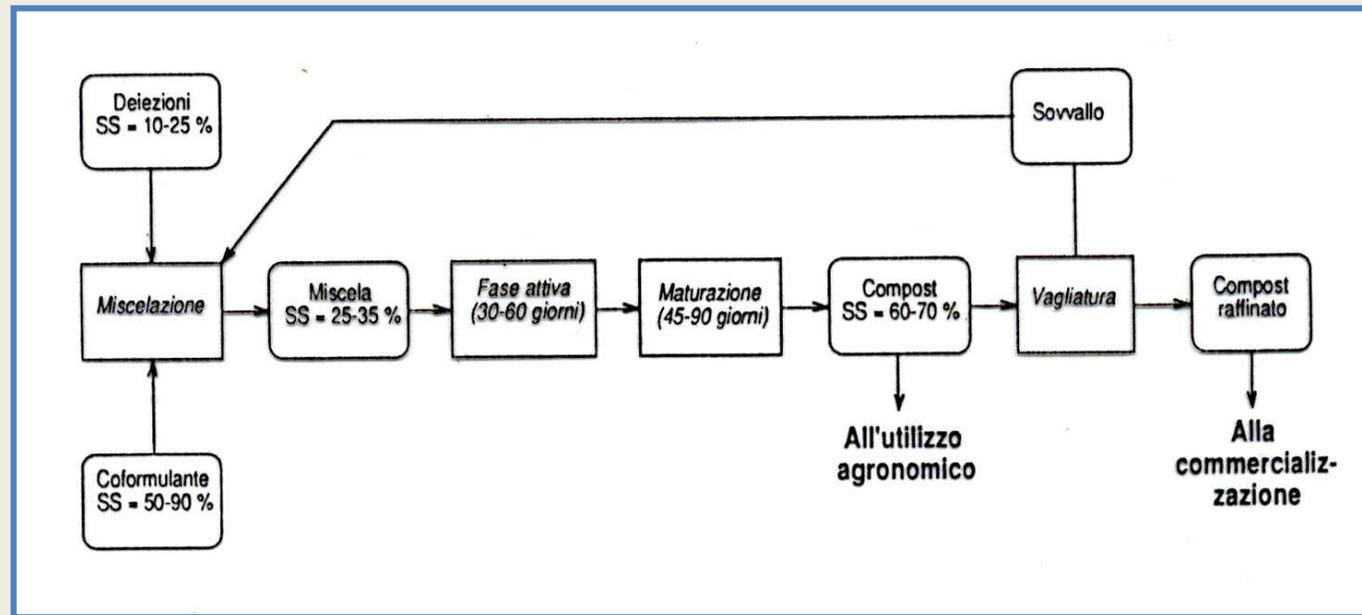


## FASE DI MATURAZIONE O UMIFICAZIONE



Decomposizione delle molecole organiche più complesse e resistenti (lignina, cellulosa, ecc.) ➔ **Sintesi composti umici**

**Durata 30-60 giorni**



## Il prodotto finale (compost)

- 👍 Elevato contenuto S.S. (60-70%)
- 👍 Stabilizzato e inodore
- 👍 Peso finale 25-30% di quello iniziale (minor volume occupato)
- 👍 Struttura fisica omogenea
- 👍 Gestione semplificata e agevole (stoccabile in cumulo, trasportabile a distanza)
- 👍 Sostanza organica parzialmente umificata
- 👍 Garanzie igienico-sanitarie
- 👍 Apporto di discrete quantità di nutrienti

## Tecnologie impiantistiche adottabili

- Allestimento in cumuli su platea coperta e periodicamente rivoltati
- Reattori chiusi a fossa orizzontale

### Cumuli su platea coperta periodicamente rivoltati

- Miscelazione di deiezioni e coformulante
- Disposizione su platea coperta
- Rivoltamento periodico della massa (apporto ossigeno necessario); in alternativa aerazione per insufflazione o per aspirazione di aria attraverso condotti (ma con problemi intasamento)

## Strutture e attrezzature necessarie

Platea coperta in battuto di cemento

Attrezzature per la preparazione della miscela, l'allestimento e il periodico rivoltamento-arieggiamento dei cumuli



**Pala gommata o macchine appositamente concepite**

**Eventuale vagliatura parti grossolane**

**Eventuale insacchettamento prodotto**



## Reattori chiusi a fossa orizzontale

### a) a flusso rettilineo

- Fossa orizzontale larga 3 – 6 m, a pianta rettangolare, delimitata longitudinalmente da due muretti
- Racchiusa in capannone a serra
- Materiale da compostare caricato da un estremo della fossa; rivoltato mediante macchina rivoltatrice che scorre su binari disposti sui muretti laterali

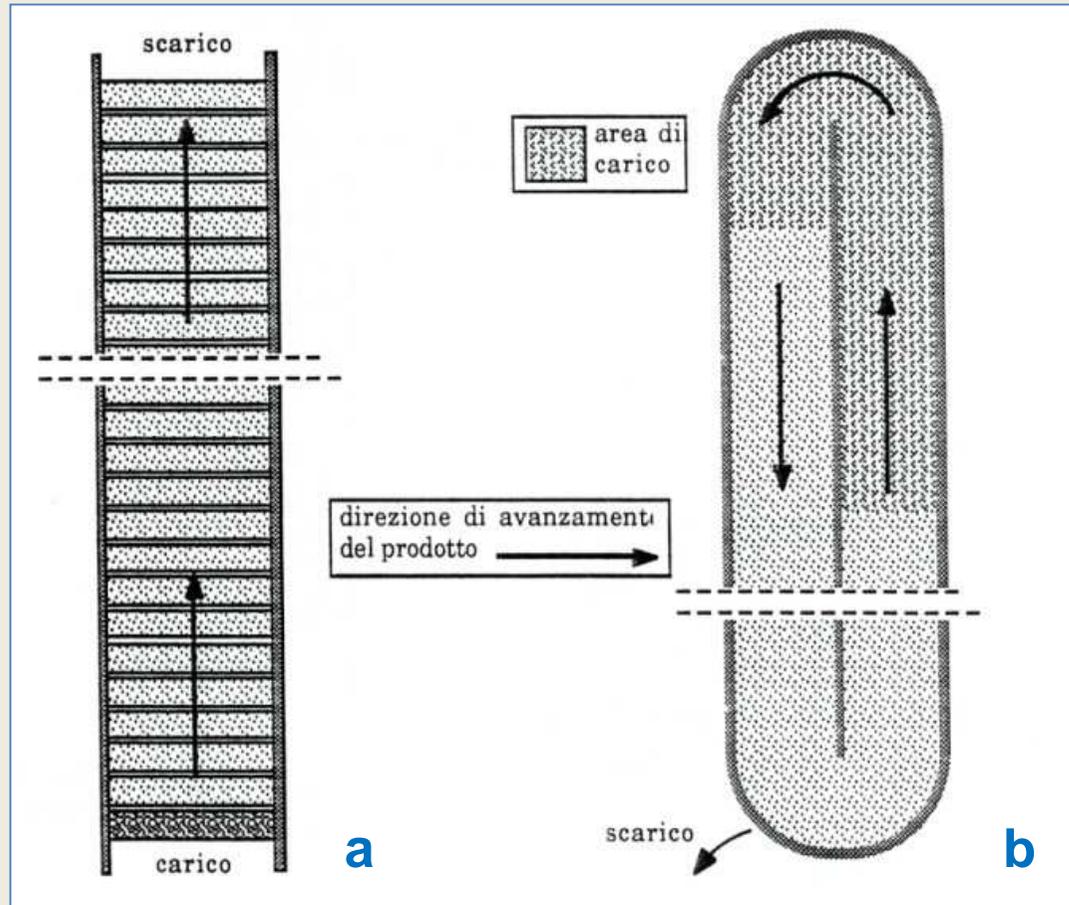


Il materiale avanza verso l'estremità opposta, dalla quale è estratto

Tempo di ritenzione: **30-60 giorni** (tenore umidità, frequenza rivoltamento, lunghezza fossa)

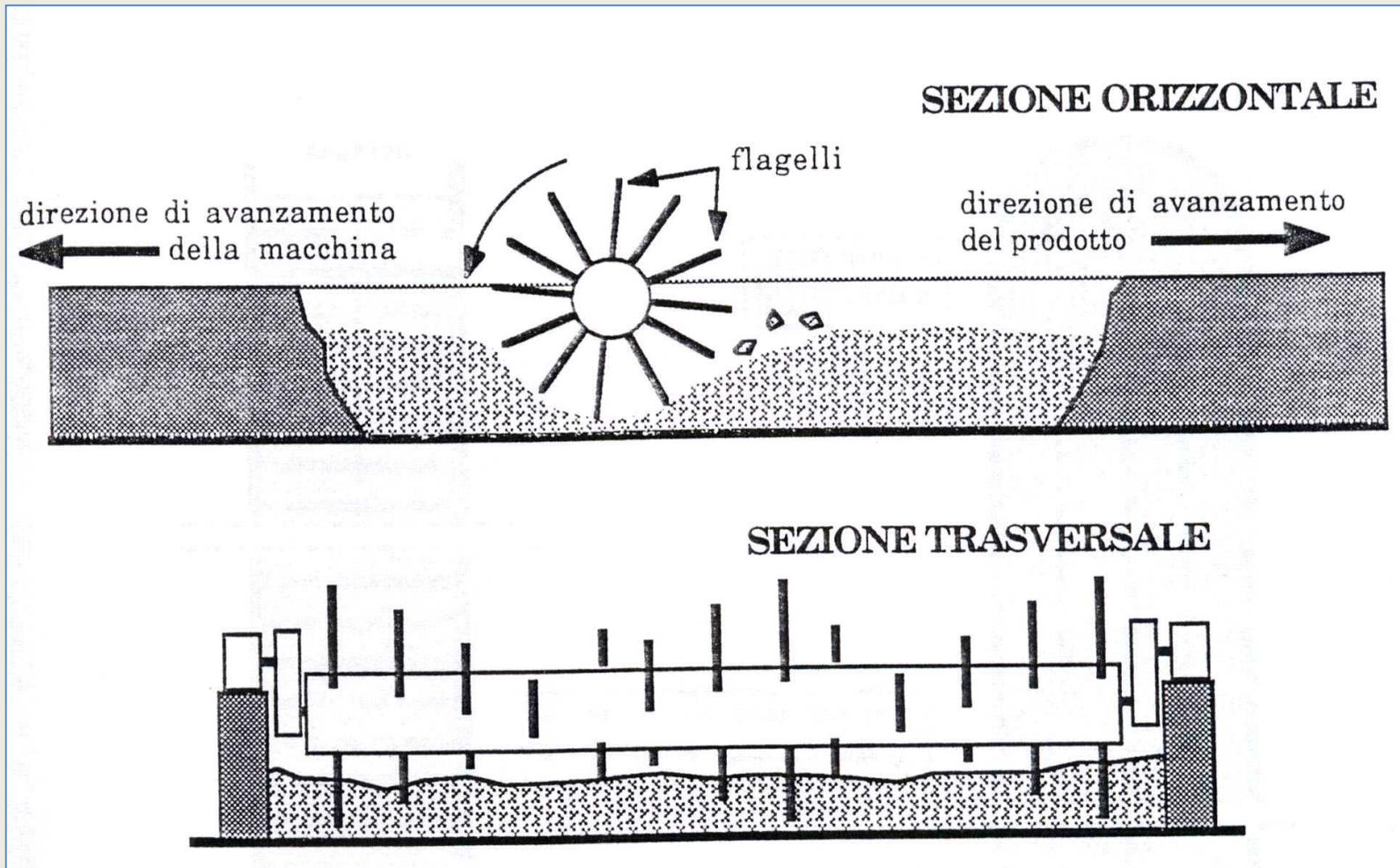
Il prodotto in uscita è stoccato in zona riparata per il completamento della maturazione

Capacità di trattamento elevata: fossa larga 6 m tratta fino a 2-3 t di S.S./giorni, pari a 8-10 t miscela deiezioni-coformulante/giorno



**Tipologie di impianti orizzontali  
a) a flusso rettilineo; b) circolare**

La macchina rivoltatrice è costituita da un rotore ad asse orizzontale dotato di numerose palette che, nella rotazione, arrivano a sfiorare il fondo della fossa

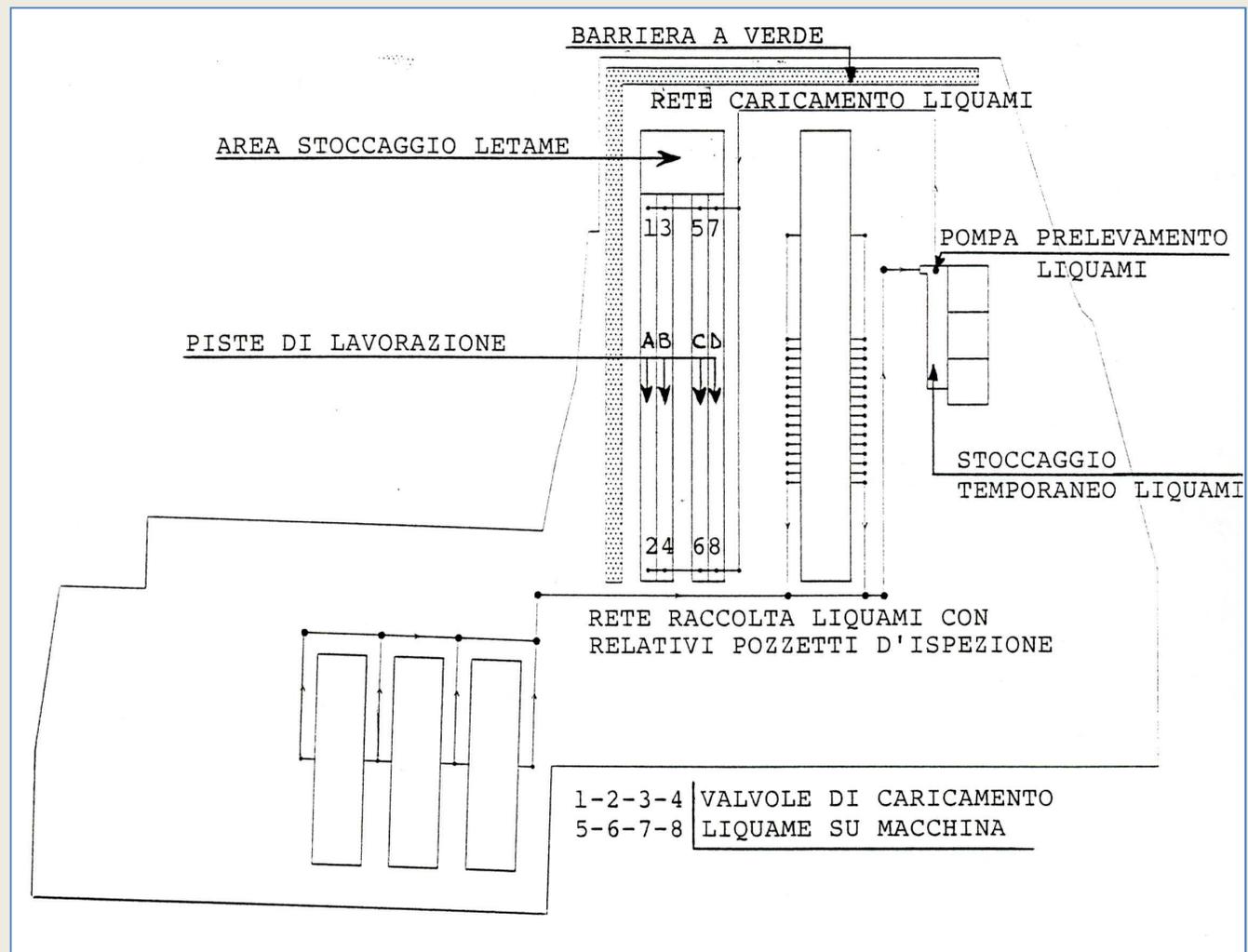


Schema di funzionamento di reattore a fossa orizzontale

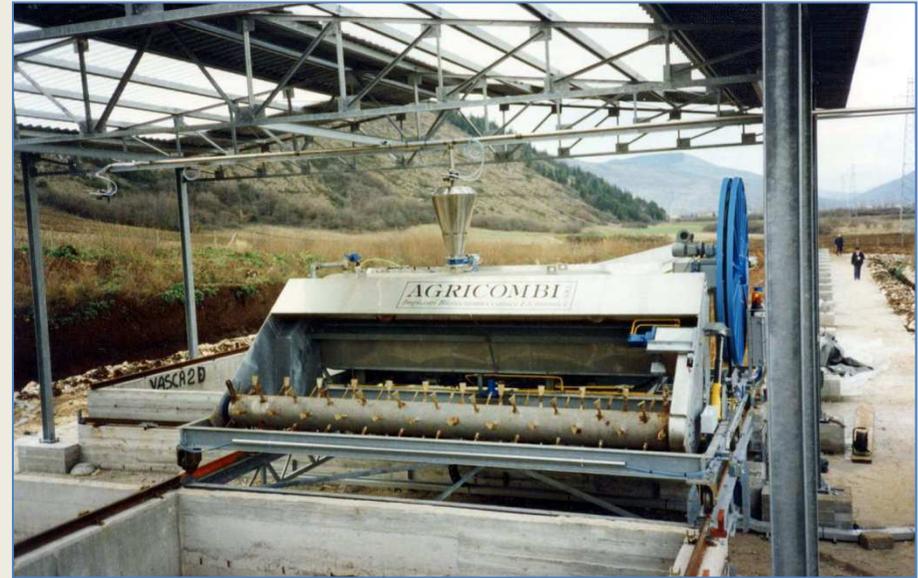
## Reattori chiusi a fossa orizzontale

### b) circolare

- La fossa presenta pianta di forma ellittica (**a carosello**)
- La macchina rivoltatrice, giunta in corrispondenza delle due curve, è fatta ruotare di 180° da un apposito meccanismo (evitata la corsa di ritorno a vuoto)
- Carico di materiale fresco effettuato mediante **tramoggia** collocata sulla stessa macchina rivoltatrice
- Distribuzione del materiale in strato sottile lungo la prima metà della fossa

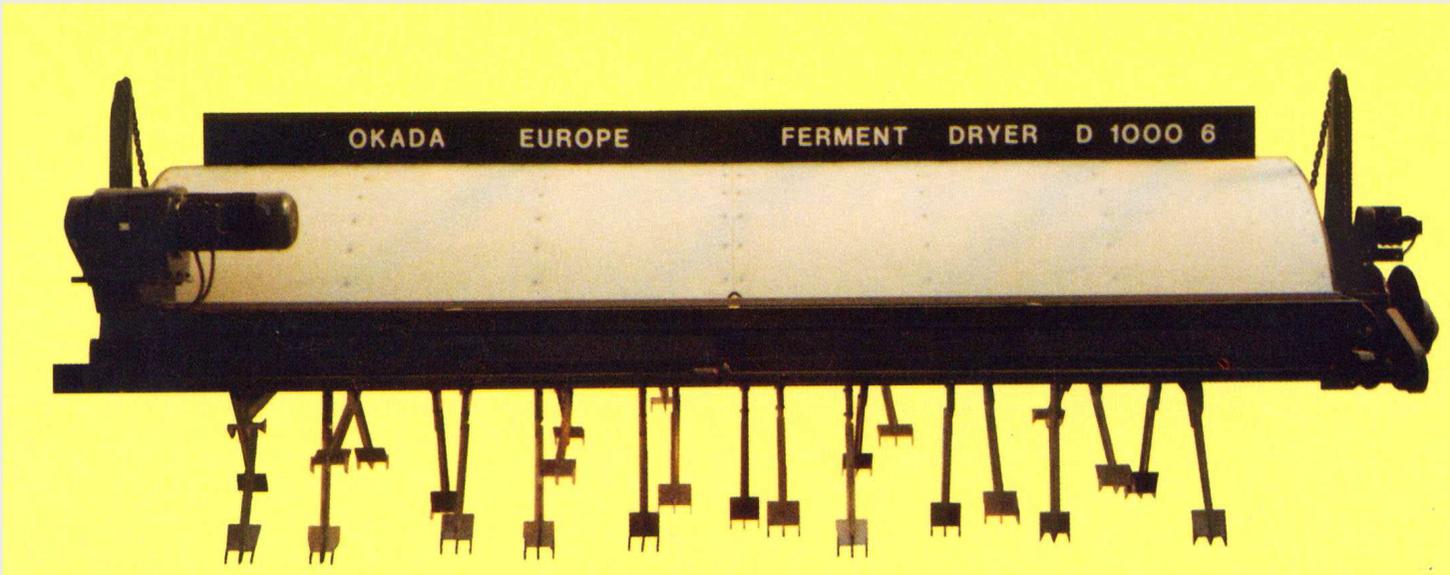


**Esempio di impianto per allevamento di suini da riproduzione (500 scrofe)**





**Impianto di compostaggio di seconda generazione (Kischi), realizzato in Francia, per il trattamento di deiezioni suine (Foto in alto). Il caricamento della tramoggia avviene mediante il trasportatore trasversale visibile in alto. (Foto sopra). Vasca a «carosello». Da notare il ricambio d'aria nella struttura di copertura a serra: entrata dell'aria, da entrambi i lati, in basso; fuoriuscita dalle aperture sul tetto.**





REATTORE ORIZZONTALE A CUMULI RIVOLTATI PER IL COMPOSTAGGIO DELLA SANSA



## **Compostaggio - conclusioni**

Applicabile con successo come valido sistema di recupero e valorizzazione dei reflui agro-zootecnici.



Consigliato nei casi in cui si intenda effettuare il trasferimento di sostanza organica da zone eccedentarie a zone carenti.

### **Aspetti negativi**

- Elevato contenuto di umidità dei reflui suinicoli
- Possibilità di emissioni di ammoniaca e odori



Importanti disposizioni sono introdotte dal **Protocollo Un-Ece**



- Adottare tecniche in grado di abbattere le emissioni del **30%**
- Abbandonare sistemi basati su flussi a lunga o media gittata (carrobotte, irrigatori)



L'erogazione con dispositivi ad alta pressione (8-9 atm) determina la polverizzazione del getto con formazione di odori, perdite di ammoniacale, formazione di aerosol.



- ① Impiego di dispositivi a bassa pressione di larghezza tra i 15 e i 28 m
- ② Adozione di dispositivi iniettori (interramento)
  - ✓ forte riduzione perdite azoto ammoniacale
  - ✓ assenza di formazione di aerosol
  - ✓ eliminazione dello scorrimento superficiale
  - ✓ eliminazione della possibilità di contaminazione dei foraggi



Reflui

## MEZZI DI SPANDIMENTO INNOVATIVI

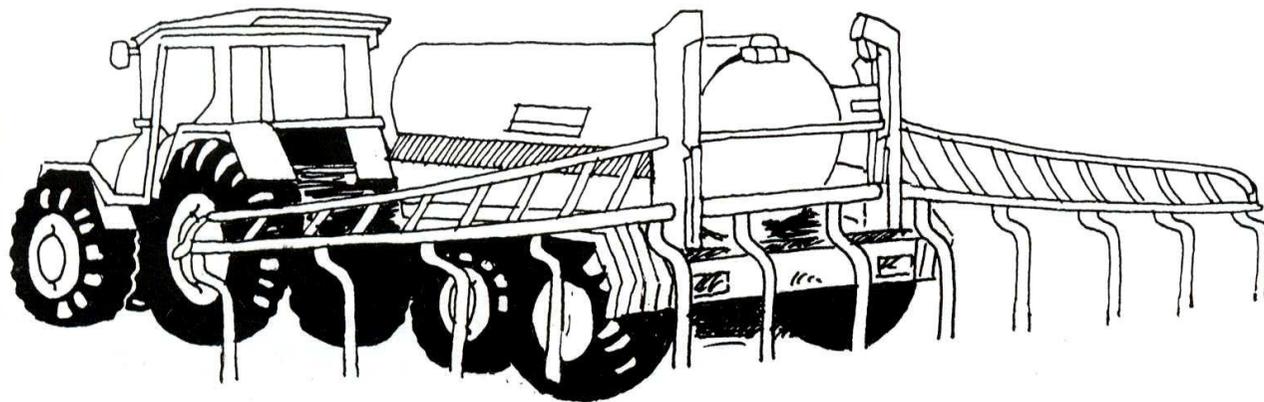
Per quanto concerne la **distribuzione superficiale**, sono disponibili ali o barre a ugelli multipli (larghezza utile da 8 a 30 m) dotati di piatto deviatore o di tubazioni flessibili che depositano il liquame pressochè a livello del terreno (distribuzione “rasoterra”).

Queste possono essere montate su **carrobotte** (in questo caso la larghezza utile non supera gli 8 m) oppure su carrello alimentato da tubazione avvolgibile; in tal caso si opera a bassa pressione (1-2,5 atm all’ala distributrice). Con tali sistemi, in particolare

quello con tubazioni flessibili terminali, è opportuno disporre di liquame chiarificato in quanto l’elevato numero di ugelli e il loro piccolo diametro possono creare problemi di intasamento.

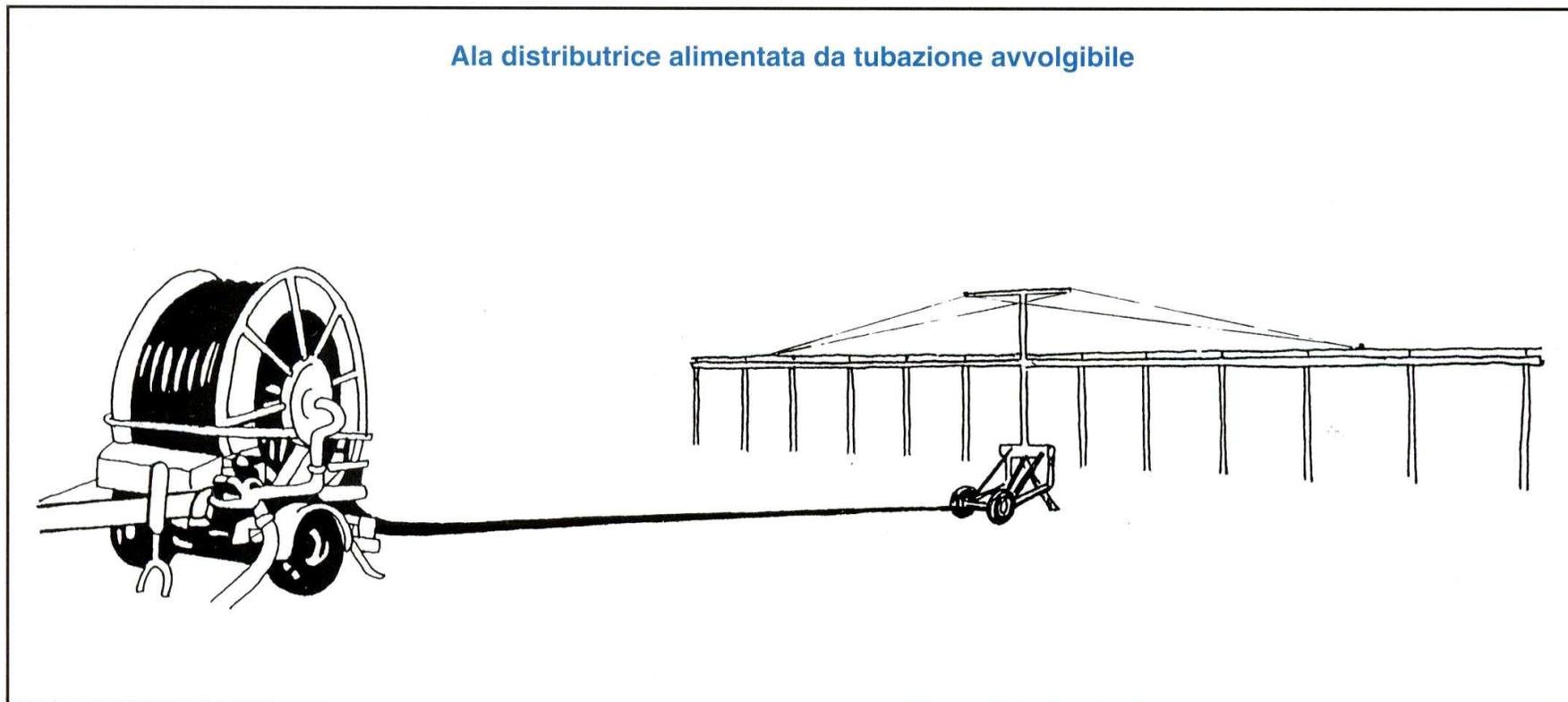
**L’accoppiamento dell’ala distributrice alla tubazione avvolgibile** costituisce il sistema effettivamente “innovativo”, in quanto si attua anche la separazione della fase di trasporto dalla fase di distribuzione del liquame.

Ala distributrice montata su carrobotte

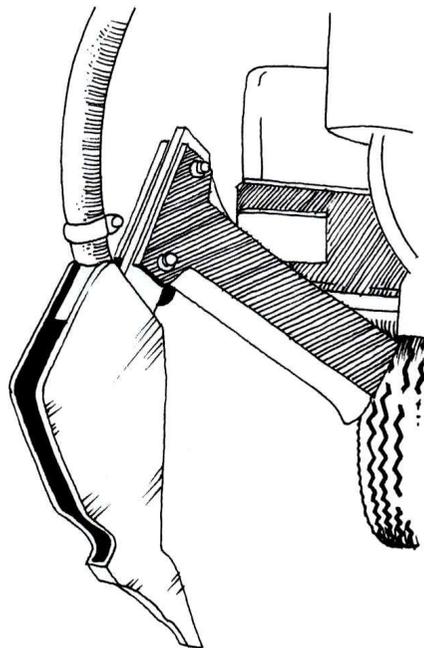


*Indipendentemente dal tipo di sistema di distribuzione, ciò consente di limitare il compattamento del terreno e permette l'intervento su terreno preparato per la semina, con colture in atto, cioè in periodi in cui i liquami sortiscono la più elevata efficienza produttiva.*

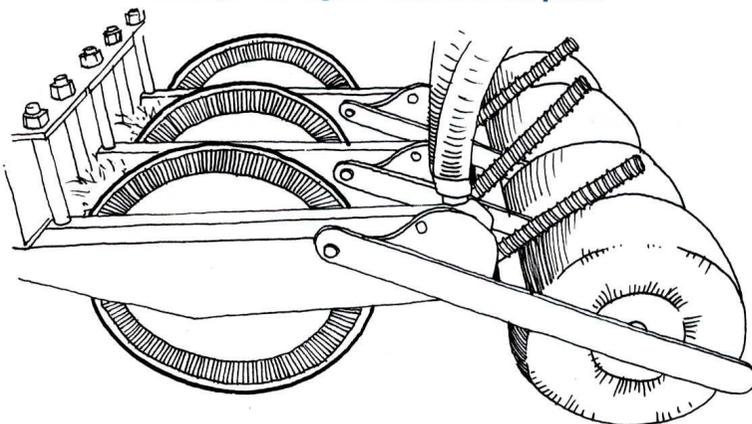
### **Ala distributrice alimentata da tubazione avvolgibile**



**Esempio di organo interrattore da terreno arativo**

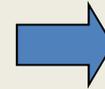


**Esempio di organi interratori da prato**



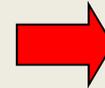
**Quantità massima** di effluente da applicare sarà stabilita dalle **Regioni** in accordo con le *norme tecniche di utilizzazione agronomica* (decreto MIPAF in corso di emanazione)

**ZONE NON VULNERABILI**



**340 kg azoto totale /Ha anno**

**ZONE VULNERABILI (art.19 D.Lgs. 152/99)**



**170 kg azoto totale /Ha anno**

**Occorre garantire:**

- ⇒ elevata utilizzazione degli elementi nutritivi
- ⇒ uniformità di applicazione dell'effluente
- ⇒ contenimento della diffusione di aerosol (anche verso abitazioni isolate e strade)

Deiezioni animali



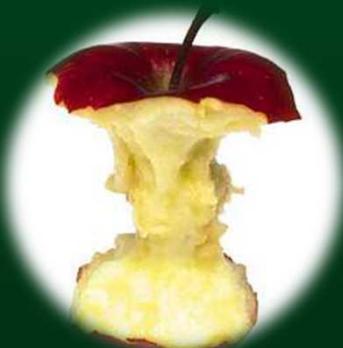
Colture energetiche



Residui colturali

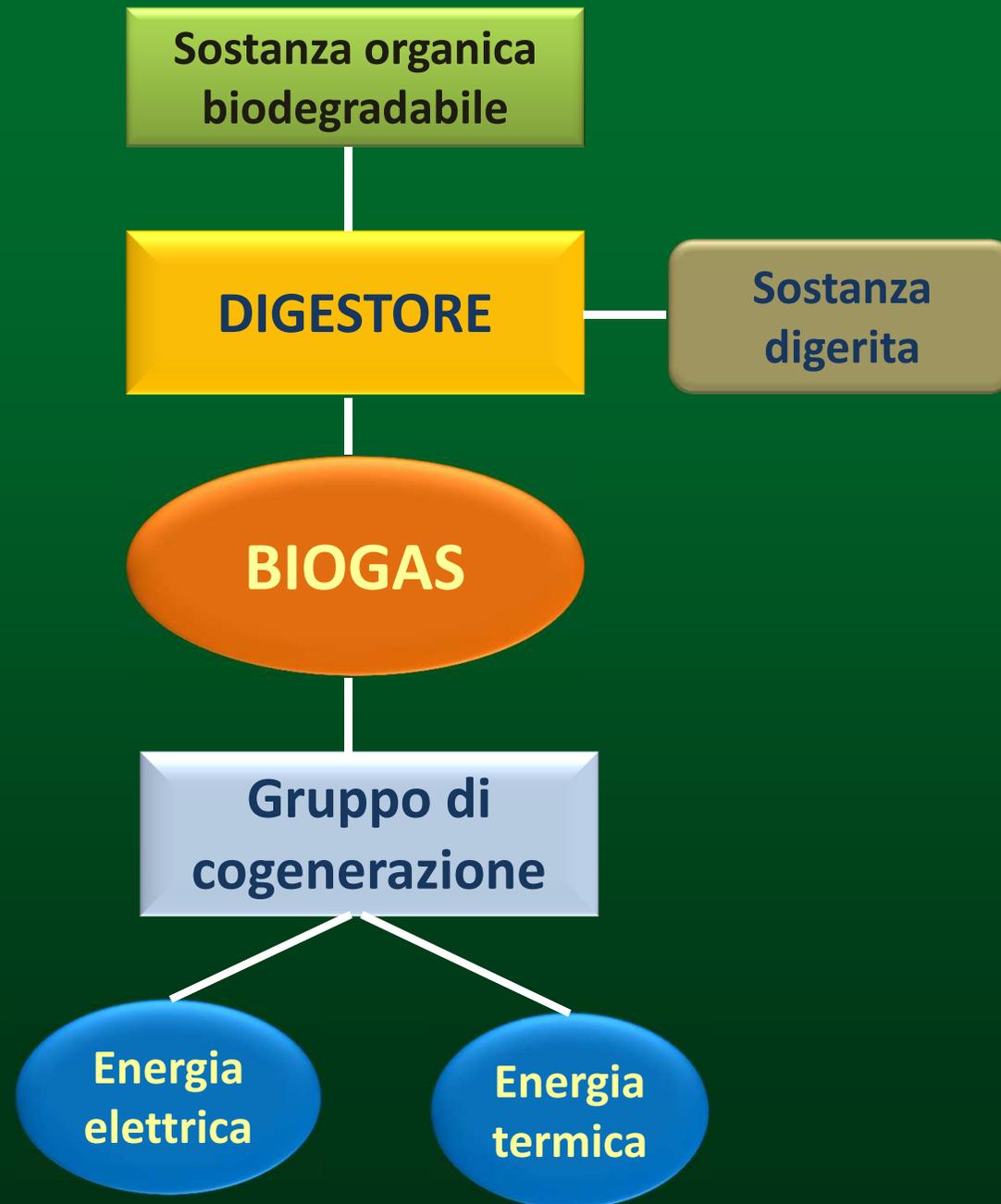


Scarti organici agroindustria



Scarti organici macellazione







Reflui  
zootecnici

Digestore



Trincee Insilati  
Biomasse

Sistema  
caricamento  
solidi

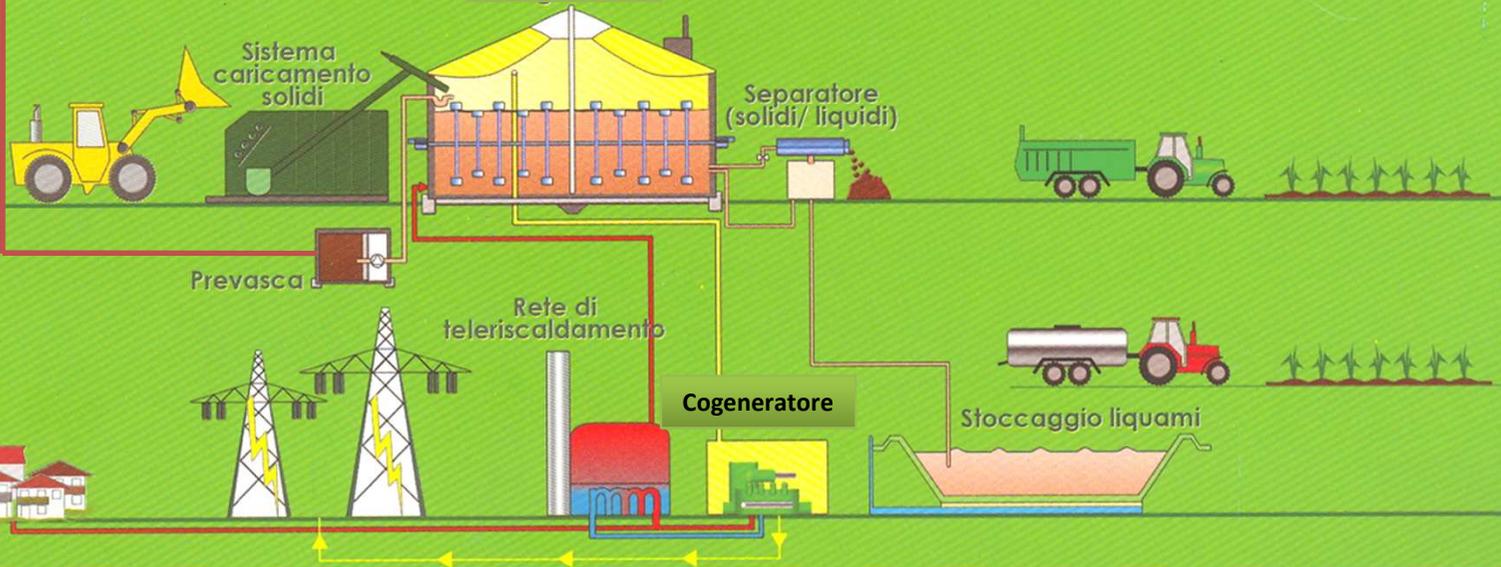
Separatore  
(solidi/ liquidi)

Prevasca

Rete di  
teleriscaldamento

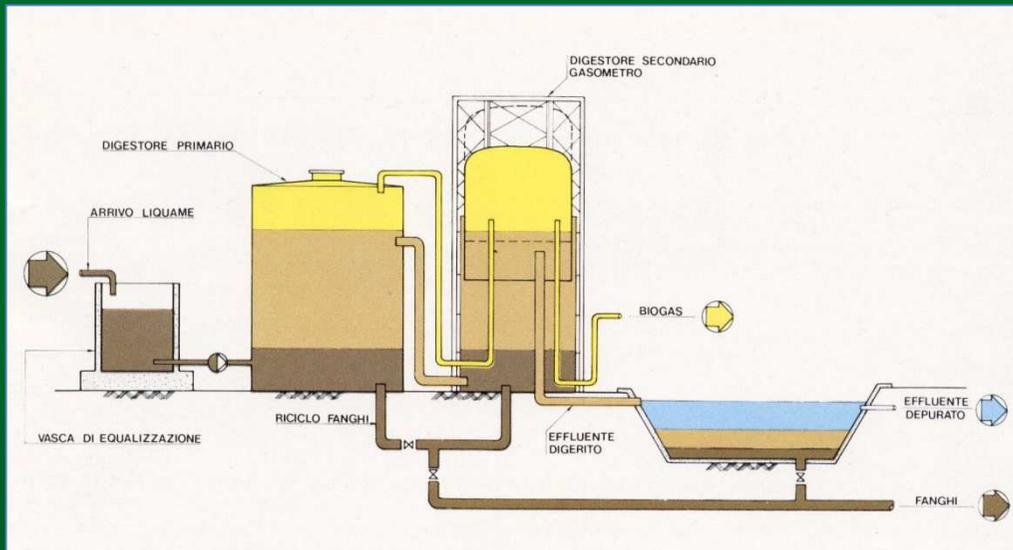
Cogeneratore

Stoccaggio liquami

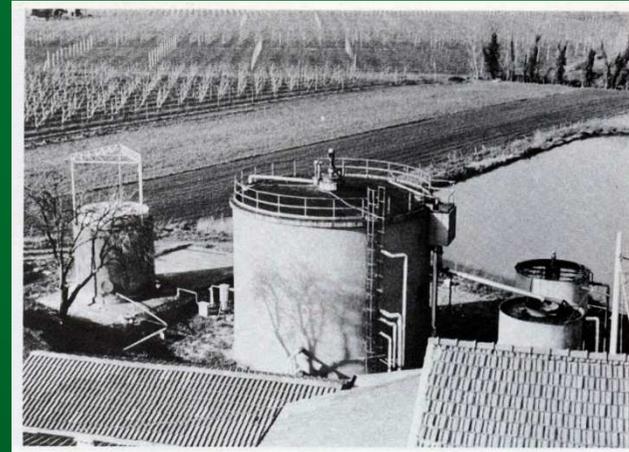


## Trattamento anaerobico dei reflui zootecnici Vantaggi

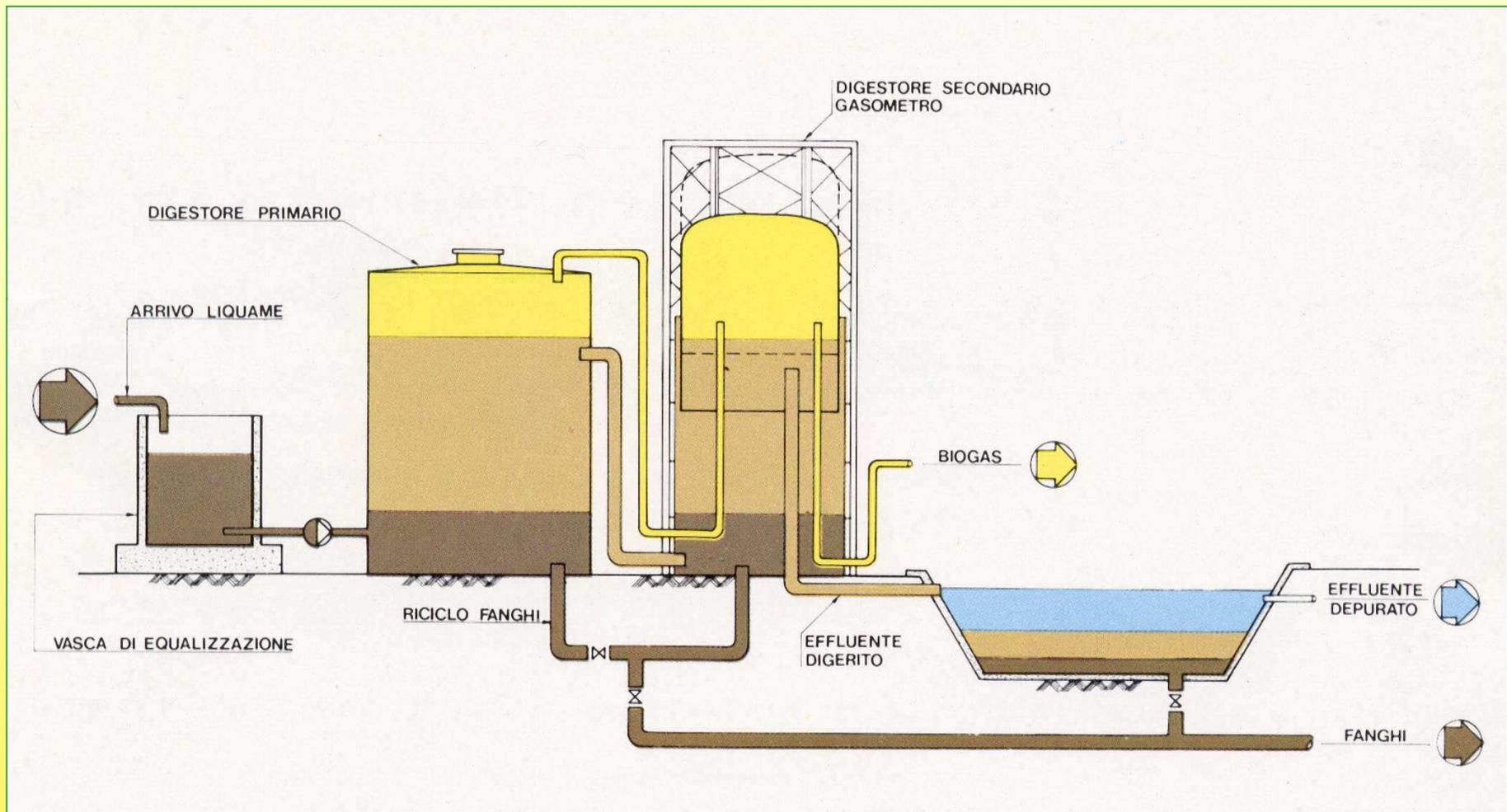
- **Produzione di energia:** la cogenerazione di energia elettrica e calore mediante combustione del biogas risulta economicamente vantaggiosa sia per autoconsumo aziendale, sia per una cessione a terzi, incentivata dalle recenti normative sulla produzione di energia da fonti rinnovabili.
- **Abbattimento odori ed emissioni inquinanti ( $\text{NH}_3$  e  $\text{CH}_4$ ):** le sostanze maleodoranti che si formano durante il processo (acido solfidrico, mercaptani, ammoniaca) vengono avviate con il biogas alla combustione.
- **Stabilizzazione dei liquami:** l'abbattimento del carico organico carbonioso ottenibile in digestione anaerobica conferisce al liquame una sufficiente stabilità anche nei successivi periodi di stoccaggio.
- **Riduzione della carica patogena:** la digestione anaerobica in mesofilia può ridurre parzialmente l'eventuale carica patogena presente nei liquami. Operando in termofilia è possibile ottenere la completa igienizzazione del liquame con la completa distruzione dei patogeni.



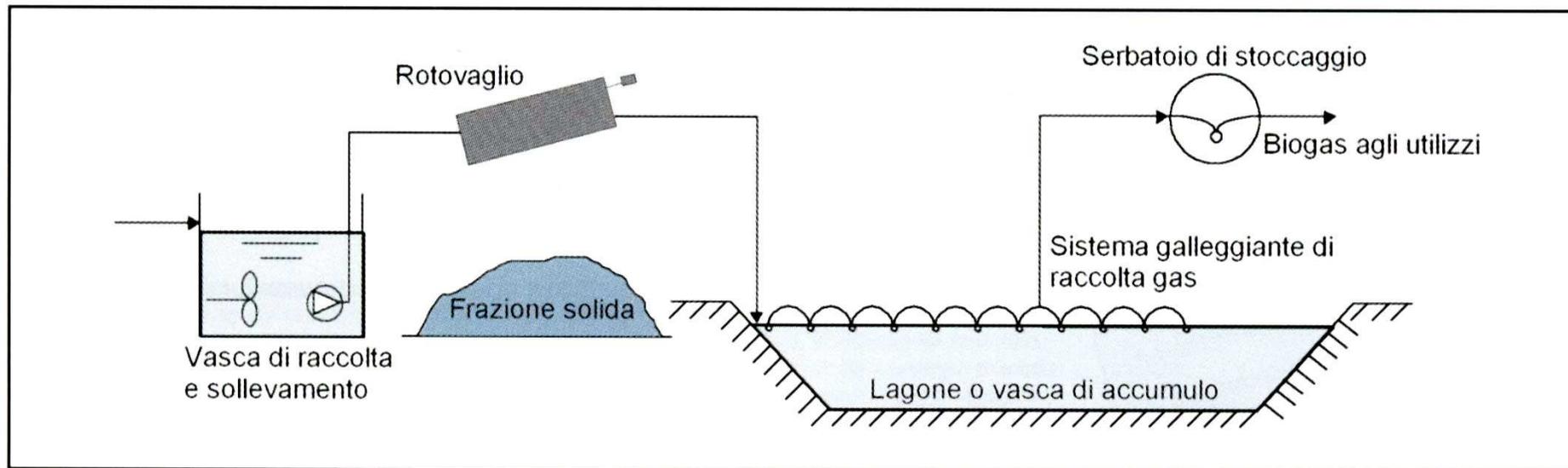
**Schema impianto anni '80**



**Impianti semplificati anni '90**

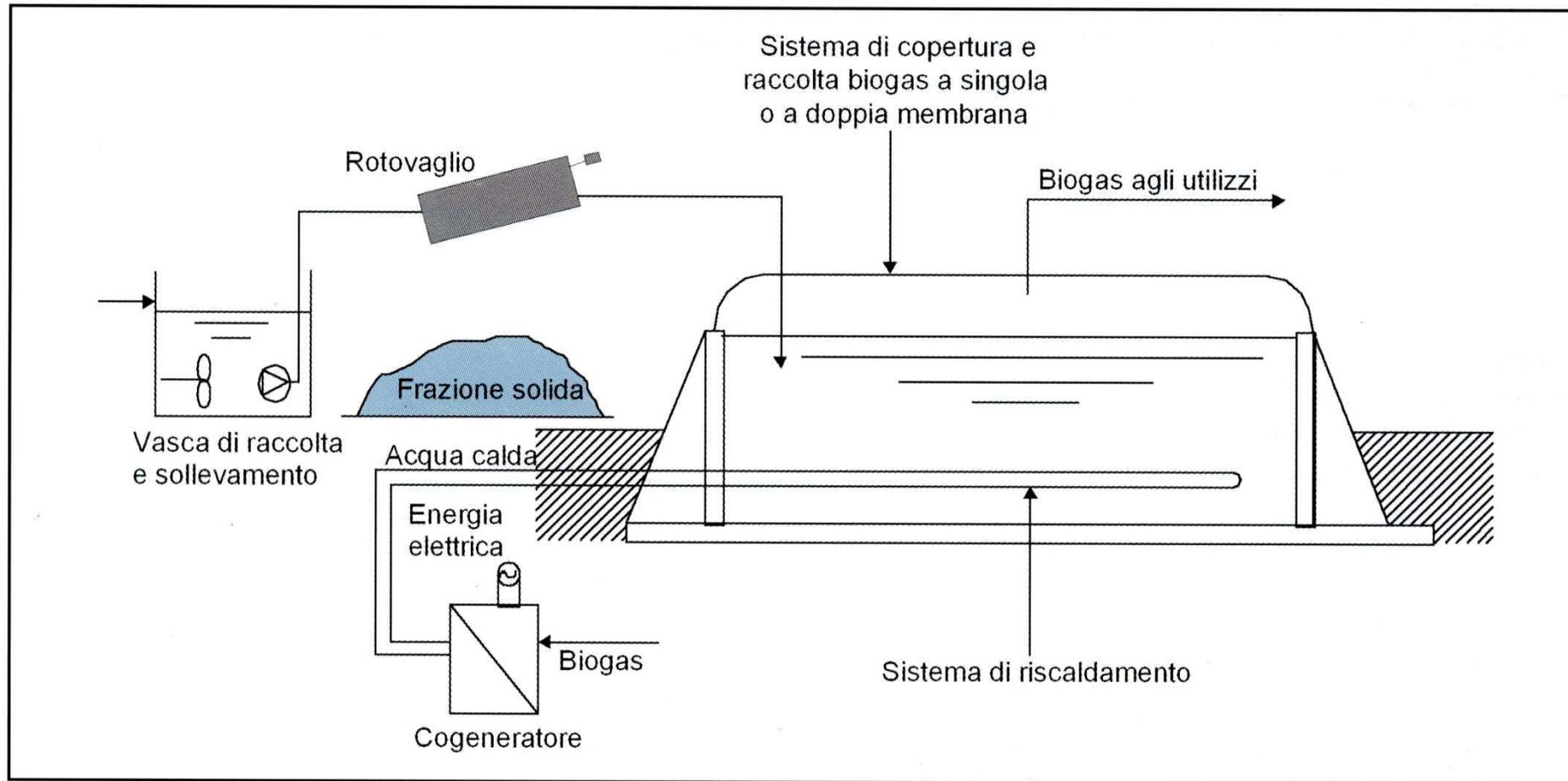


**Schema impianto anni '80**

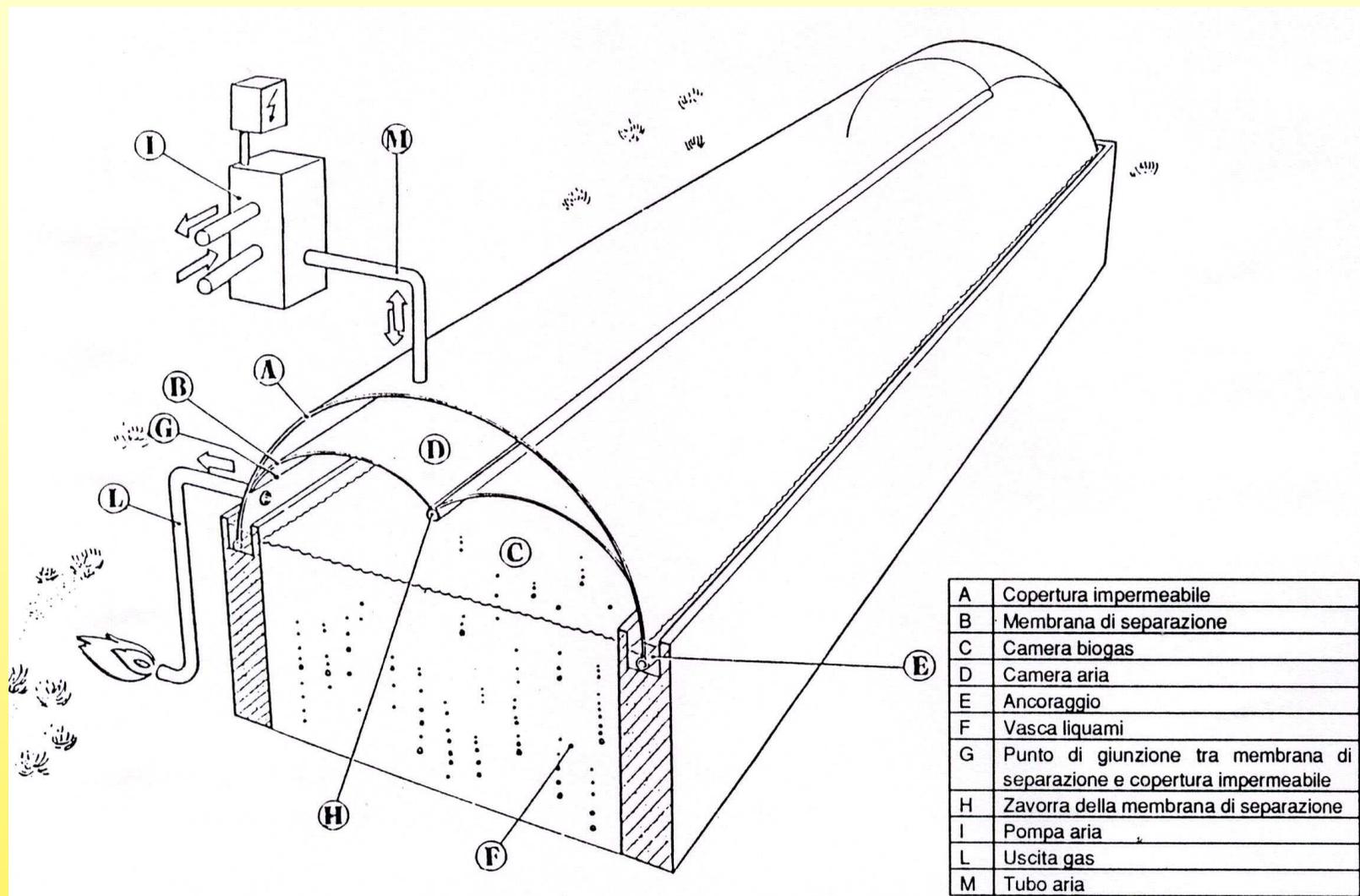


**Schema di impianto semplificato di digestione anaerobica, ricavato dalla copertura di una laguna di stoccaggio dei liquami**





Schema di copertura di vasca anaerobica con riscaldamento



Schema di un sistema di raccolta biogas agganciato ad una vasca in cemento (modello ENEA-Agrisilos).



**Impianto semplificato di biogas: vasche riscaldate mediante serpentina; biogas recuperato mediante le coperture a cupola.**



L'allevamento è situato in provincia di Parma, è di media dimensione e rappresenta un classico esempio di struttura per la produzione del suino pesante. Al suo interno è presente anche il mangimificio.

I ricoveri aziendali hanno una capienza di 330 posti scrofa e di 3.205 posti per suini in accrescimento e ingrasso che, tuttavia, non sono sufficienti a portare tutti gli animali al peso finale di 150-160 kg. Non si tratta, quindi, di un vero e proprio allevamento a ciclo chiuso rendendosi necessaria la vendita di circa 1.200-1.400 suini all'anno come magroncelli al peso di 35-40 kg. Il peso vivo mediamente presente ammonta a circa 330 t.

Essenzialmente la veicolazione delle deiezioni avviene mediante tre sistemi:

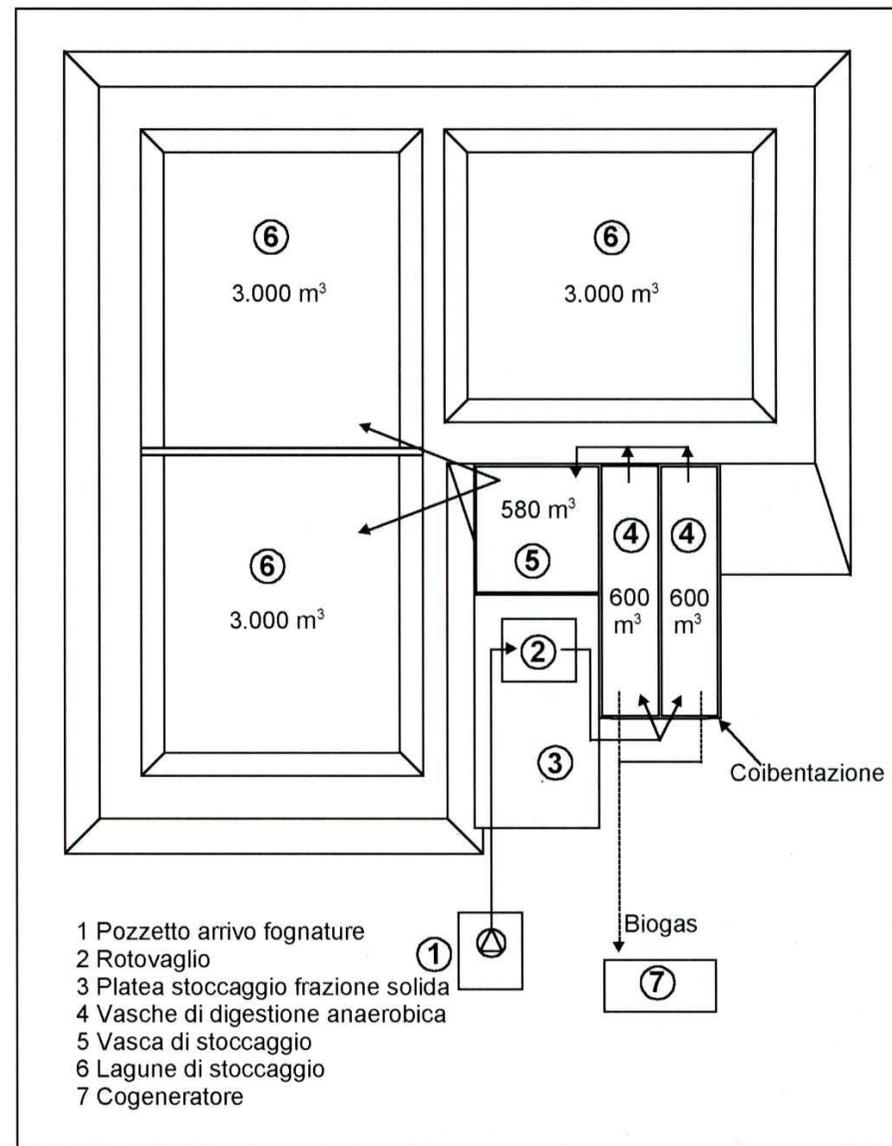
- il lavaggio di pavimentazioni piene con acqua ad alta pressione;
- trascinamento continuo da fosse sottostanti alle pavimentazioni fessurate;
- sistema in depressione, costituito da una fognatura con prese distribuite sul fondo fossa che, all'atto dello svuotamento, vengono innescate dal movimento di apertura di una valvola a pistone che induce una leggera aspirazione.

I liquami in uscita dai ricoveri vengono inviati tramite una rete di tubazioni interrate in un'unica fossa di raccolta e, quindi, al digestore.

In particolare, il liquame arriva ad un pozzetto da cui una pompa lo solleva e lo invia a un rotovaglio per la separazione della frazione solida grossolana.

La parte solida separata viene accumulata nella platea sottostante appositamente realizzata.

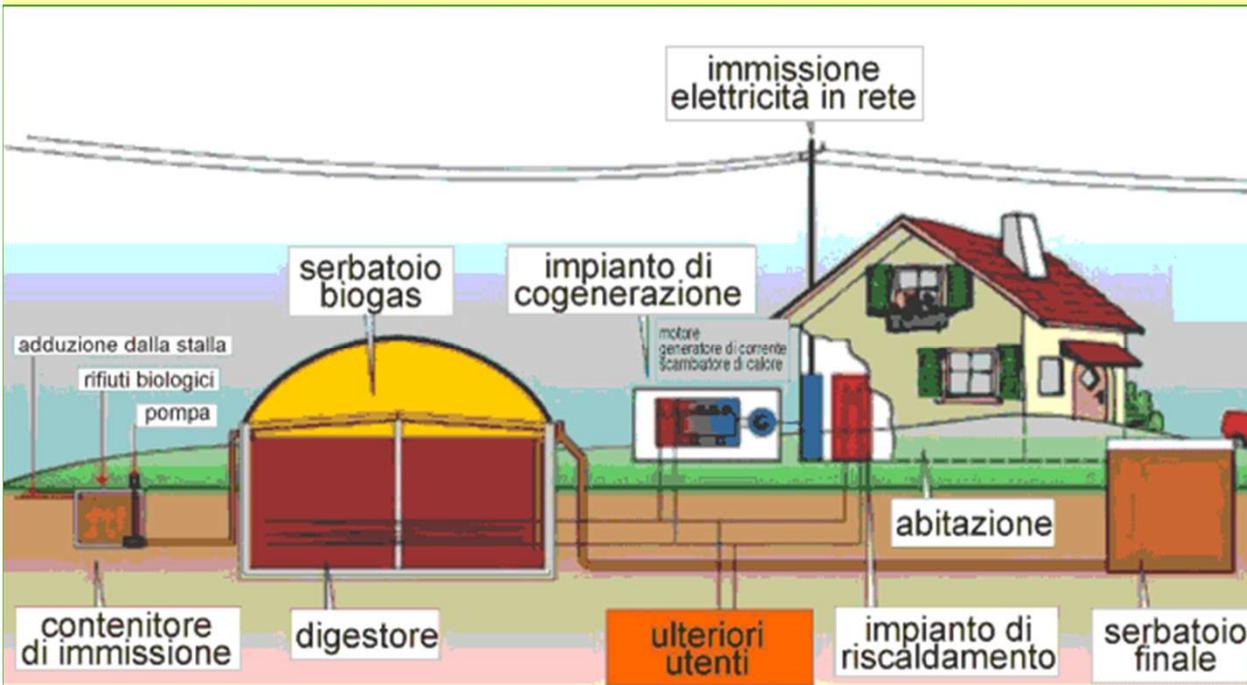
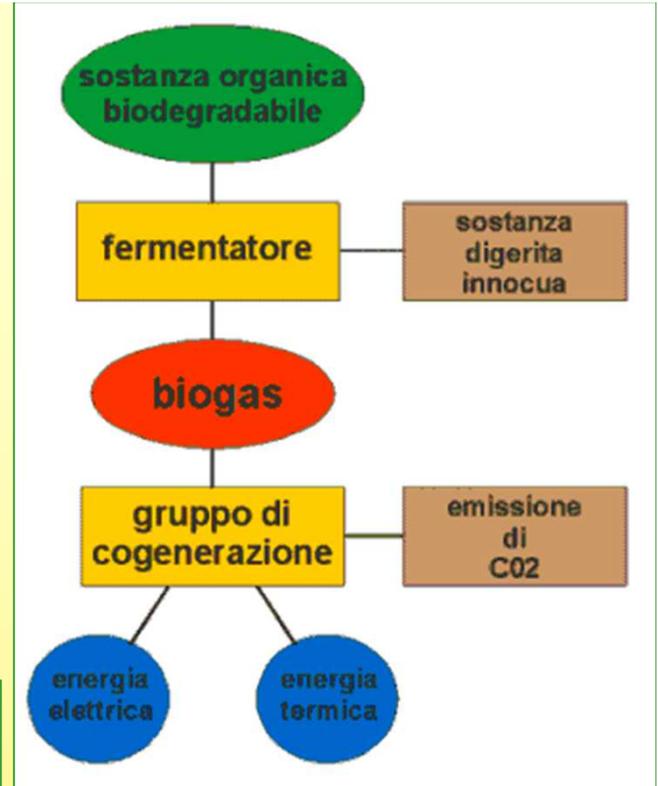
La parte liquida viene suddivisa in due flussi identici da un partitore idraulico e quindi inviata a due vasche di digestione parallele di identiche dimensione.

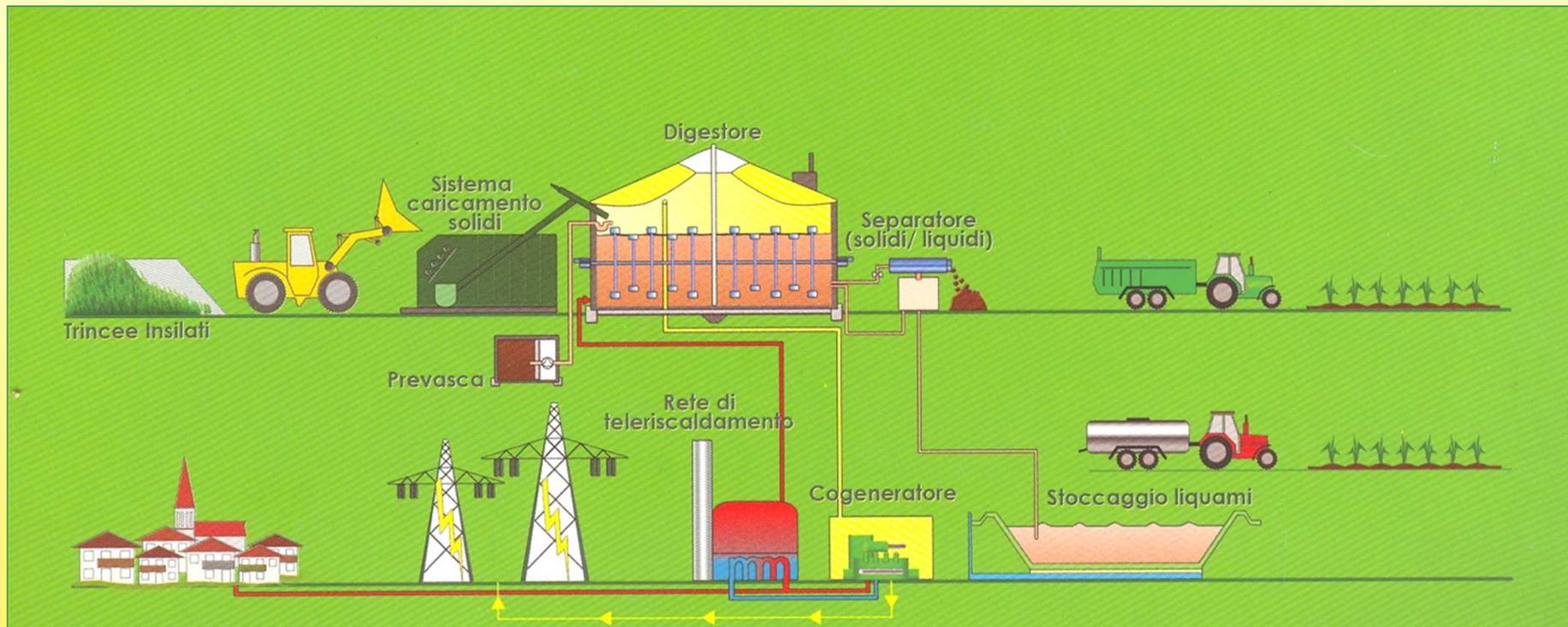


Pianta e schema di flusso dell'impianto di biogas dell'allevamento di Parma

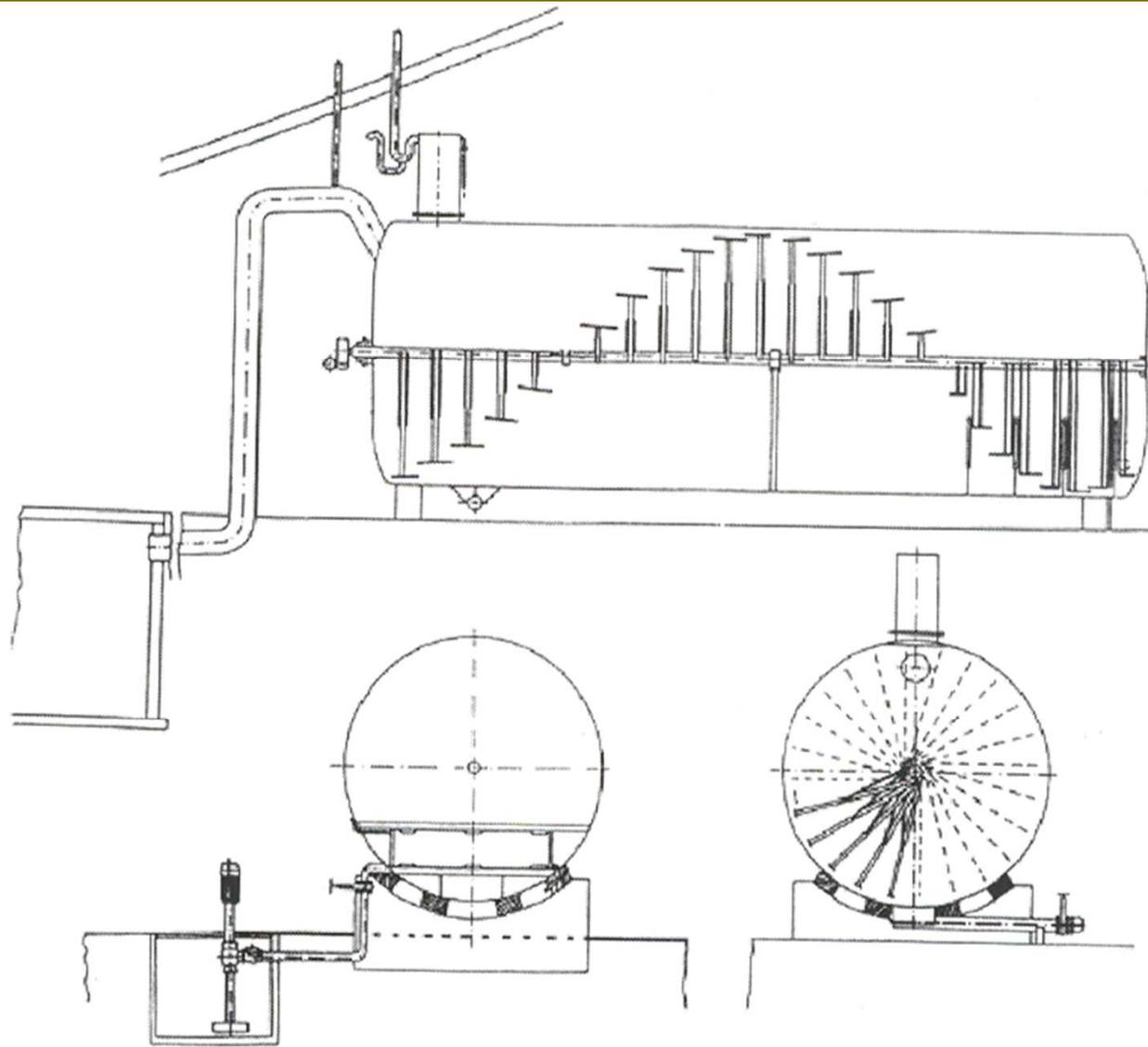


## Impianti di nuova generazione

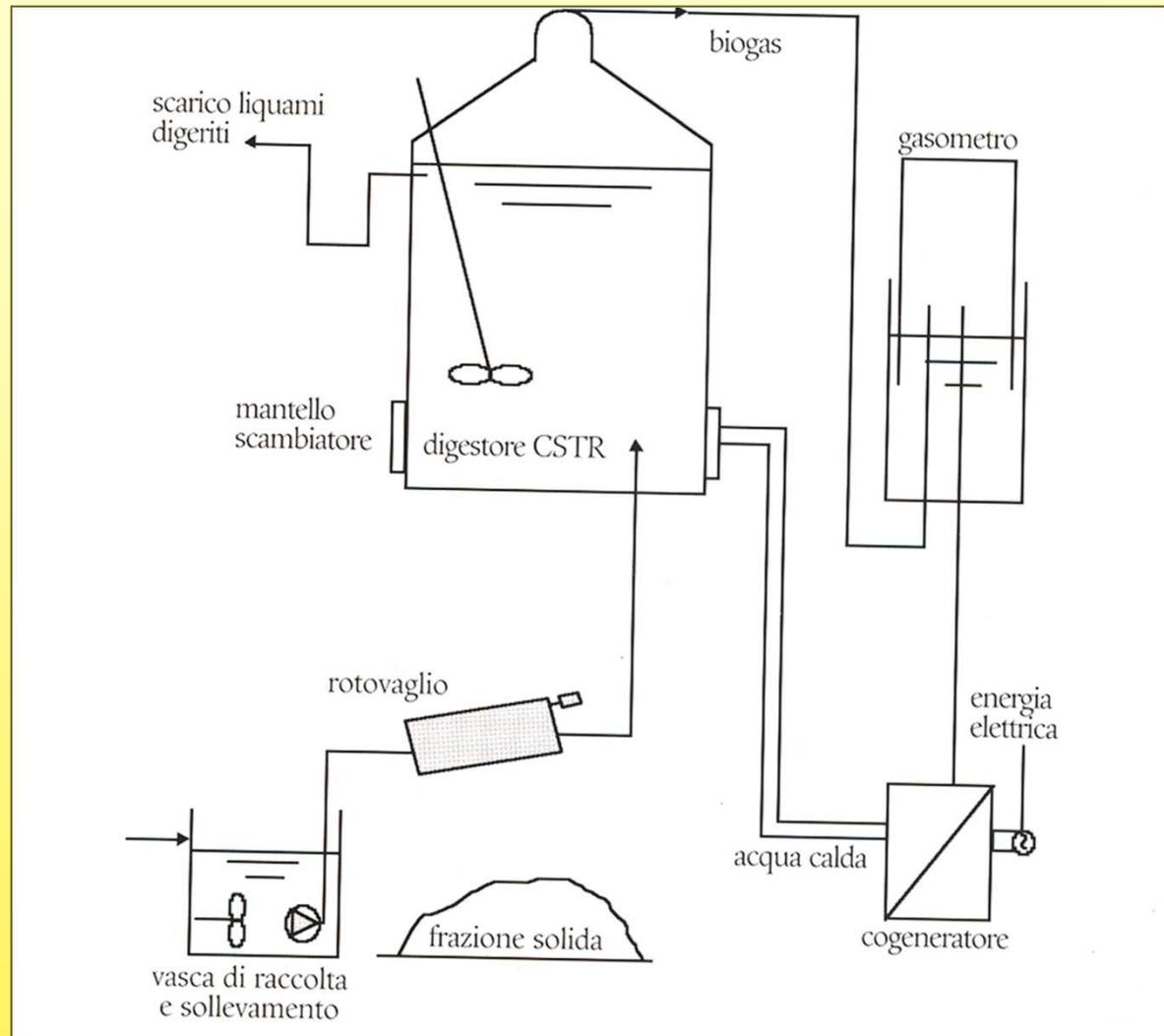




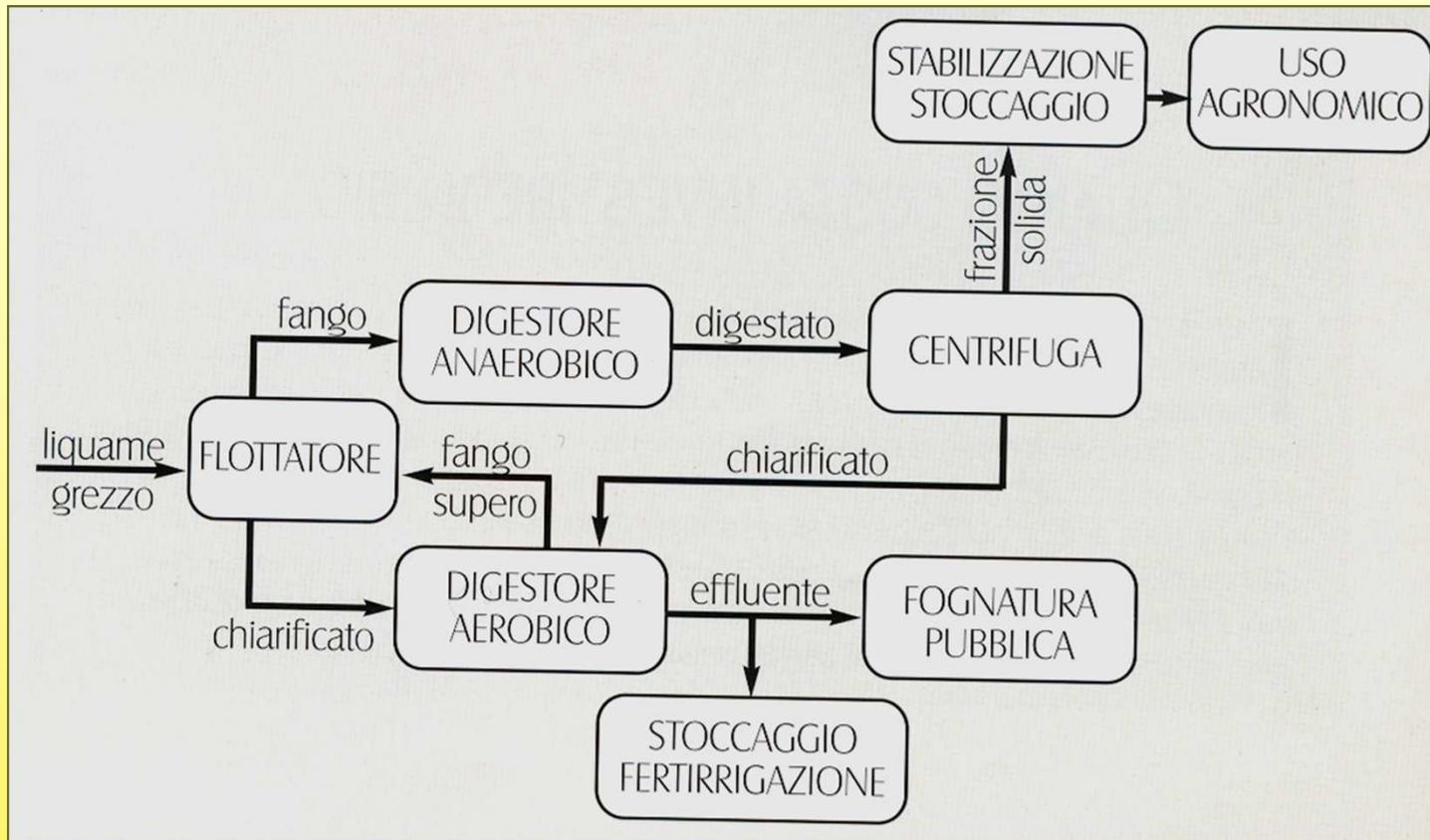
## Reattore per biomasse ad alto tenore di sostanza secca



## Codigestione di liquami e altre colture energetiche e scarti organici



## Digestione anaerobica in presenza del depuratore aziendale





***Particolare della valvola di sovrappressione del gas***



***Digestore della cupola gasometrica colma di Biogas***



***Cassone dosatore per automatizzare le operazioni di alimentazione del digestore***



***Coclee laterali di miscelazione e coclea di fondo poste nella tramoggia di carico per l'immissione della biomassa***



Reflui





Reflui



Refui



Reflui



Reflui





