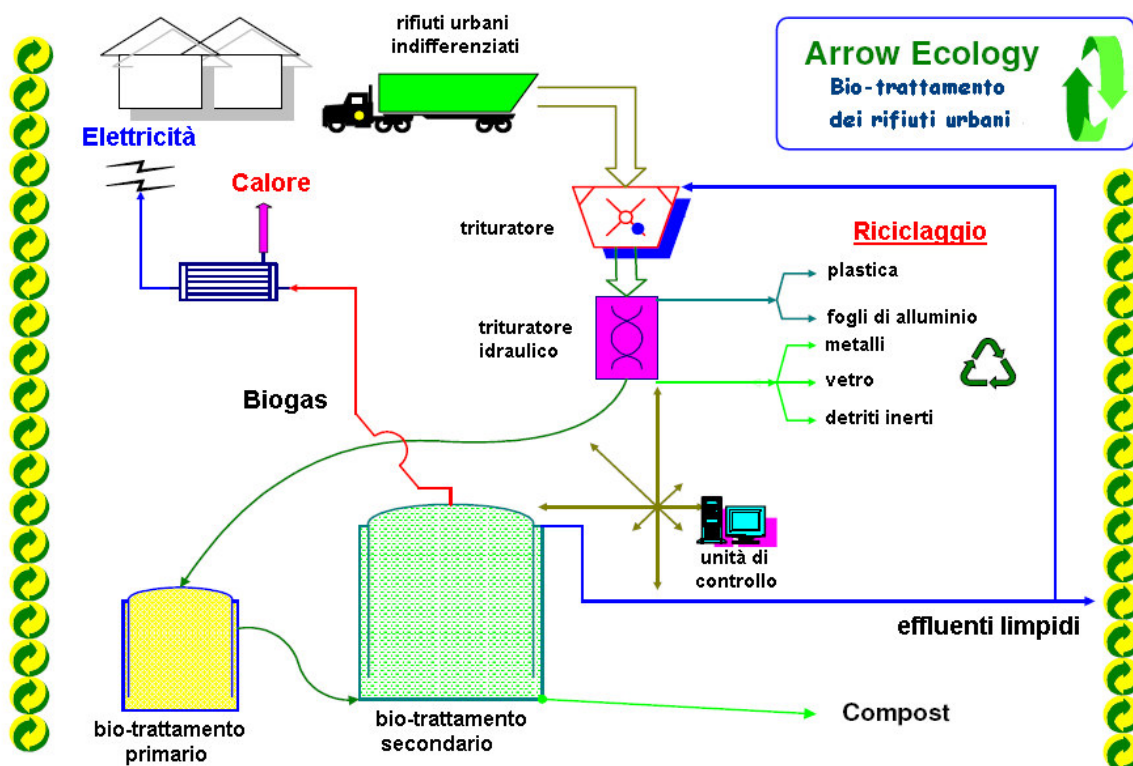


## Il processo ArrowBio per il trattamento ecologico dei rifiuti solidi urbani (RSU)



### **Nota sulla proprietà:**

Questa presentazione è proprietà dell'Azienda.

Contiene informazioni rivolte unicamente alla persona alla quale è trasmessa.

Con il ricevimento di questo documento il ricevente riconosce ed accetta che:  
nel caso in cui il ricevente non sia interessato all'argomento, questo documento sarà restituito all'indirizzo riportato sopra il prima possibile.

Il ricevente non copierà, invierà via fax, riprodurrà, divulgherà o distribuirà questo documento, in tutto od in parte, senza espresso consenso scritto dell'Azienda.

Tutte le informazioni nello stesso contenute saranno trattate come materiale di proprietà, con la stessa cura riservata al materiale di proprietà della vostra azienda.

## Sommario

1.	Descrizione generale impianto ArrowBio per il trattamento dei rifiuti solidi urbani.....	4
1.1	Introduzione .....	4
1.2	Descrizione dell'impianto .....	4
1.2.1	Layout.....	4
1.2.2	Componenti principali .....	5
1.2.3	Funzionamento del processo.....	7
2.	Vantaggi di ArrowBio e confronto con altri impianti .....	9
2.1	Principali vantaggi del processo ArrowBio.....	9
2.1.1	Confronto tra ArrowBio e altri processi di trattamento RSU .....	10
2.1.2	Confronto tra ArrowBio e altri processi di trattamento anaerobico dei rifiuti .....	12
2.1.3	Valutazione esperti indipendenti .....	16
3.	Gli impianti ArrowBio nel mondo .....	19
3.1	Descrizione dettagliata dell'impianto di Tel Aviv .....	20
3.2	L'impianto di Sydney.....	27
4.	Alcuni dati caratteristici dell'impianto.....	30
4.1	Dati principali impianto da 260 tonnellate/giorno: .....	30
4.2	Dati principali impianto da 120 tonnellate/giorno: .....	30
4.3	Tempistiche .....	31

## 1. Descrizione generale impianto ArrowBio per il trattamento dei rifiuti solidi urbani

### 1.1 Introduzione

La quantità crescente di rifiuti solidi urbani (RSU) è uno dei maggiori problemi ecologici del nostro pianeta.

Le discariche, che sono la soluzione più utilizzata, sono obsolete. Inquinano l'acqua di pozzo, richiedono ampie aree di terreno senza vincoli, generano cattivi odori e hanno una responsabilità crescente nel cambiamento climatico globale.

Svariati sistemi sono stati adottati per ovviare a questo grave problema: inceneritori, trattamenti biologici, riciclaggio tramite smistamento manuale e altro.

Tutte queste soluzioni sono costose ed hanno successo solo parzialmente.

Il processo ArrowBio è una tecnologia unica (brevetto registrato) che tratta rifiuti solidi urbani, permettendo di recuperare i materiali riciclabili e di produrre Biogas utilizzabile come combustibile per il trasporto pubblico o per la produzione di energia elettrica.

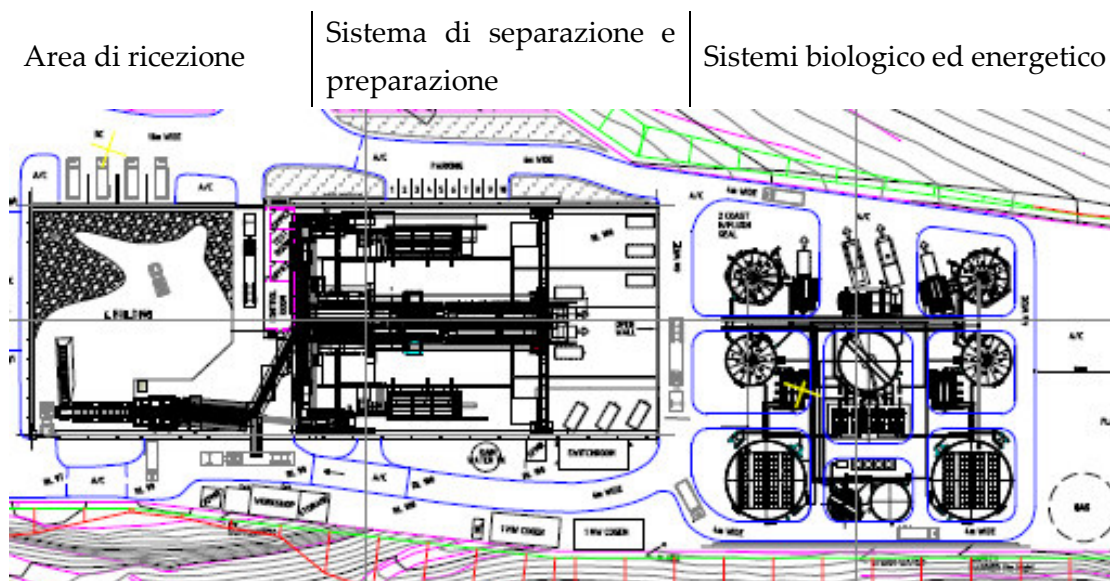
#### Intellectual Property Protection

Brevetto Americano registrato nell'aprile 2002.

Brevetto Europeo registrato nel Maggio 2003.

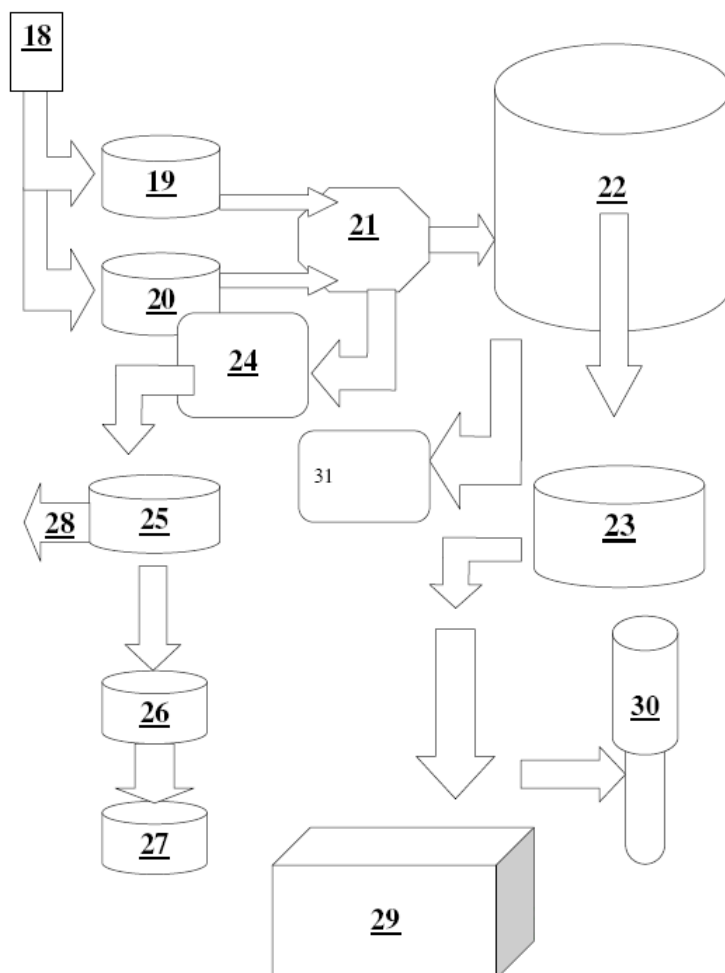
### 1.2 Descrizione dell'impianto

#### 1.2.1 Layout



1. convogliatore di ricezione, e linee di separazione manuale
2. vasca di pre-separazione e elementi di scarico.
  - a. Nastro trasportatore del flusso di materiale pesante.
  - b. Nastro trasportatore del flusso di materiale leggero.
3. tamburo & apri-sacchetti.
4. sistema magnetico.
5. sistema a correnti indotte.
6. vasca secondaria.
7. seconda possibilità per i materiali organici nel flusso pesante.
8. tamburo di separazione e aprisacchetti.
9. separazione manuale dei diversi tipi di plastica.
10. rimozione delle pellicole plastiche.
11. contenitori per la plastica.
12. trituratore grossolano.
13. trituratore idraulico per i materiali organici biodegradabili.
14. filtraggio dei materiali inorganici residui.
15. serbatoio per liquidi e materiali inorganici residui.
16. Seconda possibilità per i materiali non vagliati.
17. serbatoio del liquido e pompe in direzione del sottosistema biologico

Sotto-sistemi biologico ed energetico (trasformazione frazione organica in biogas e compost e utilizzo del biogas per la produzione di energia)

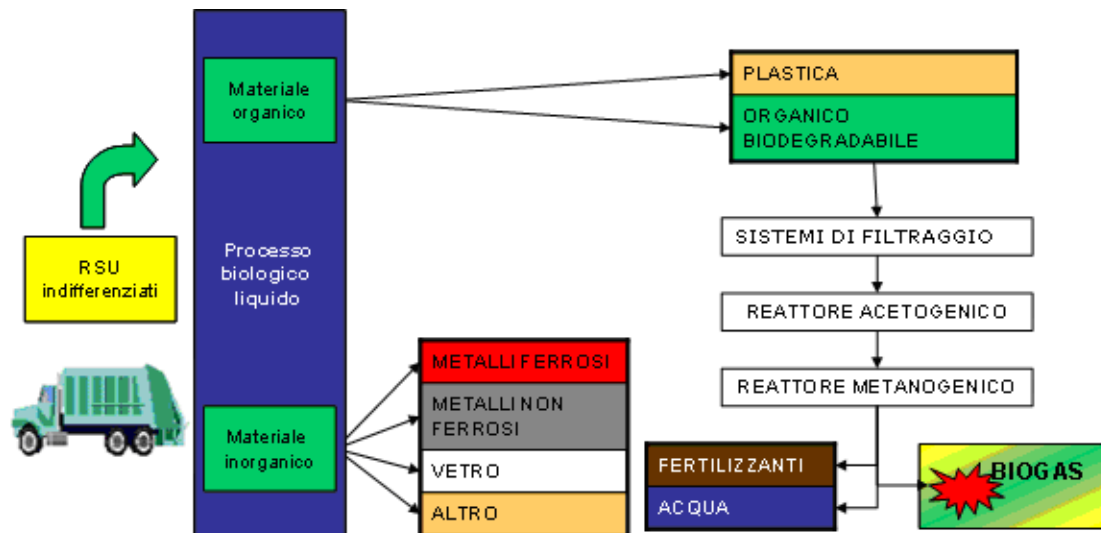


- 18. in arrivo dal sottosistema idromeccanico.
- 19. reattore acidogenico n.1.
- 20. reattore acidogenico n.2.
- 21. riscaldatore.
- 22. reattore metanogenico n.1.
- 23. reattore metanogenico n.2 e serbatoio del biogas.
- 24. separatore solidi-liquidi.

- 25. separatore acqua e serbatoio di bilanciamento
- 26. trattamento acqua e serbatoio.
- 27. serbatoio acqua.
- 28. verso il sottosistema idromeccanico.
- 29. generatore a biogas.
- 30. torcia.
- 31. pressa per la trasformazione dei fanghi in compost

### 1.2.3 Funzionamento del processo

I rifiuti vengono conferiti dai camion e scaricati in una grande vasca di separazione e dissoluzione nella quale si verifica già un bio-processo liquido che supporta il primo processo di separazione idromeccanica.



Questa fase di preparazione preliminare dei rifiuti e di separazione basata sull'utilizzo di acqua, si basa sul principio che i materiali inorganici come i metalli ed il vetro hanno un peso specifico maggiore dell'acqua mentre le plastiche e i materiali organici biodegradabili hanno un peso specifico uguale o inferiore all'acqua.

I materiali pesanti che sono precipitati sul fondo della vasca e sono stati separati dal flusso di materiale organico, sono essenzialmente costituiti da metalli ferrosi e non ferrosi, vetro ed altri inerti.

Tali materiali sono inviati ad una linea di processo dove sono separati tramite svariati sistemi tra cui separatori magnetici per recuperare i metalli ferrosi, separatori a correnti indotte per i non ferrosi e selezione manuale. I materiali rimanenti vengono nuovamente inviati alla vasca di dissoluzione e proseguono nel processo dei materiali leggeri.

La frazione organica leggera, già separata dai materiali pesanti è trasportata tramite un nastro trasportatore in un vaglio a tamburo, dove forti getti d'acqua lavano i materiali ed avviene una separazione grossolana in cui gli elementi più piccoli, che passano attraverso i fori sono inviati a un trituttore idraulico. Gli elementi più grossi procedono su un nastro trasportatore dove PET (polietilene tereftalato) e HPDE (Polietilene ad alta densità) sono separati manualmente, i metalli sono recuperati con una calamita e la pellicola di plastica è soffiata via tramite un separatore ad aria. Il materiale rimanente entra in un trituttore grossolano e poi in un trituttore idraulico.

**Il materiale biodegradabile** accede al sistema di filtraggio. In questa fase i contaminanti residui sono filtrati e rimossi e ghiaia, sabbia, vetri rotti e piccoli elementi metallici, sono separati utilizzando una vasca di sedimentazione.

Gli elementi più grandi passano attraverso un separatore ad aria e sono o re-immessi nel sistema per un secondo ciclo o estratti per essere conferiti in discarica.

La soluzione acquosa organica rimanente, ricca di energia, definita “minestrone biologico” contiene materiale biodegradabile, sostanze organiche, carta-cartoni e altri elementi che a questo punto possono essere trattati nei bioreattori per produrre fertilizzante, acqua e biogas.

**Nella sezione dei reattori biologici** (digestori) il fluido è sottoposto ad altri due processi, ognuno dei quali si sviluppa in modo naturale tramite l'azione di microorganismi.

Nel primo bioreattore, la fermentazione acetogenica trasforma la materia organica complessa in acidi organici più semplici e in acidi grassi. La sostanza acida organica così ottenuta, viene riscaldata fino ad una temperatura di 36-40 gradi centigradi ed inviata al secondo bioreattore per la fermentazione metanogenica, dove avviene la degradazione anaerobica del materiale organico con produzione di fertilizzante pulito, acqua e biogas.

Il biogas è in parte utilizzato per il fabbisogno energetico dell'impianto e per il riscaldamento del digestore metanogenico.



## 2. Vantaggi di ArrowBio e confronto con altri impianti

### 2.1 Principali vantaggi del processo ArrowBio

1. Produzione di Biogas che è un energia pulita utilizzabile per alimentare le centrali elettriche o come combustibile per il trasporto comunale al posto dei carburanti fossili che sono molto più inquinanti.



*stoccaggio biogas*



*generatore*

2. Recupero dall'80% al 90% dei materiali (metalli, plastica, vetro e altro).



*metalli ferrosi*



*metalli non ferrosi*



*Plastica (HDPE)*



*Plastica (PET)*

3. Riduzione dell'impatto sul cambiamento climatico globale causato dal metano delle discariche.
4. Nessun cattivo odore o inquinamento dell'aria, dell'acqua e del terreno.
5. Non richiede una raccolta differenziata a monte, ma può massimizzare la produzione di metano qualora in ingresso siano conferite le frazioni organiche differenziate.
6. Produzione di fertilizzante stabilizzato e pulito ed acqua ad elevato standard di qualità.



*Fertilizzante pulito*

7. Residuo soltanto del 20% circa.
8. Costi inferiori rispetto agli altri metodi di trattamento dei rifiuti.

#### **2.1.1 Confronto tra ArrowBio e altri processi di trattamento RSU**

I limiti della seguente analisi vanno esplicitati e consistono essenzialmente nel fatto che per quanto riguarda il processo ArrowBio, le informazioni derivano da una conoscenza di dettaglio del processo da parte dell'autore, mentre per quanto riguarda gli altri processi si fa riferimento ad informazioni tecniche generali e di pubblico dominio. Nonostante i suddetti limiti, questo approccio permette di ottenere un quadro generale completo dei possibili sistemi di trattamento dei rifiuti comparandone vantaggi e svantaggi.

Naturalmente non può sostituire un'analisi comparativa dettagliata tra ciascun sistema proprietario all'interno delle categorie più generiche.

Tabella 1.: principali caratteristiche dei diversi metodi di gestione dei rifiuti solidi urbani

	<b>ArrowBio</b>	<b>Processi anaerobici</b>	<b>Pirolisi / gassificazione<sup>1</sup></b>	<b>termovalorizzazione</b>	<b>Compostaggio<sup>2</sup></b>	<b>discarica</b>
<b>Processo di base</b>	Biologico-digestione UASB <sup>3</sup>	Biologico digestione anaerobica di impasto semiliquido denso	Pirolisi termochimica / combustione in carenza di ossigeno	Combustione	Biologico-aerobica	Biologica – controllo del processo limitato o assente
<b>Contenuto di acqua in RSU</b>	Non problematico	Problematico	Problematico	Problematico	Dipende	Dipende
<b>Separazione a monte dei riciclabili<sup>4</sup></b>	Intrinseca <sup>5</sup>	Estrinseca	Estrinseca	Estrinseca	Estrinseca	Estrinseca
<b>Velocità del processo</b>	Veloce	Media	Molto veloce	Molto veloce	Da intermedia a lenta <sup>6</sup>	Molto lenta
<b>Temperature e/o pressioni elevate</b>	No	No	Sì <sup>7</sup>	Sì <sup>7</sup>	No <sup>8</sup>	No
<b>Energia prodotta</b>	Sì biogas (75%metano)	Sì biogas (50-60%metano)	Sì Syngas	Sì calore utilizzato per produrre vapore	No consumata per controllare il processo (per alimentare i ventilatori)	Sì gas di discarica (50%metano) ma solo una parte è recuperata <sup>9</sup>

<sup>1</sup> la pirolisi prevede solo reazioni in assenza di ossigeno, mentre la gassificazione può essere considerata come una pirolisi con un aggiunta di una piccola quantità controllata di ossigeno a supporto della combustione

<sup>2</sup> si riferisce al compostaggio con presunto controllo di processo

<sup>3</sup> la digestione UASB segue uno stadio acetogenico

<sup>4</sup> per esempio, separazione di contenitori non adatti dalla frazione organica biodegradabile. La separazione può non essere effettuata nel conferimento in discarica ed in altri processi

<sup>5</sup> intrinseca nel senso che la separazione gravitazionale in acqua è parte del processo complessivo. Estrinseca quando può essere necessaria una alimentazione con frazione organica pulita, come nella digestione anaerobica dei fanghi spessi derivati dalla frazione organica di RSU.

<sup>6</sup> Non veloce perché il controllo del processo è spesso carente. Vedi anche nota

<sup>7</sup> Decine di atmosfere, temperature di oltre 1.000°C

<sup>8</sup> Ottimale <60°C; massima 80°C (severe autolimitazioni) sebbene sia possibile l'autocombustione

<sup>9</sup> Anche nelle discariche bioreattore la fuga di metano (gas serra) è inevitabile. Si stima che nel caso ottimale comunque solo 2/3 del gas possa essere recuperato

	ArrowBio	Processi anaerobici	Pirolisi / gassificazione <sup>1</sup>	termovalorizzazione	Compostaggio <sup>2</sup>	discarica
<b>Generazione di composti tossici/pericolosi</b>	No	No	Sì <sup>10</sup>	Sì <sup>10</sup>	No	No
<b>Prevenzione o controllo delle emissioni</b>	Prevenzione	Prevenzione <sup>11</sup>	Controllo	Controllo	Controllo	Controllo
<b>Residuo del processo</b>	Organico stabilizzato	Organico non stabilizzato <sup>11</sup>		Ceneri di fondo e ceneri volatili	Compost	
<b>Livello di accettabilità pubblica</b>	Più accettabile	Più accettabile <sup>11,12</sup>	Meno accettabile	Poco accettabile	Meno accettabile <sup>12</sup>	

### 2.1.2 Confronto tra ArrowBio e altri processi di trattamento anaerobico dei rifiuti

La premessa è che il processo ArrowBio differisce notevolmente dagli altri sistemi di digestione anaerobica. La differenza ruota attorno all'acqua. Gli altri sistemi combattono l'acqua mentre ArrowBio la sfrutta sia all'inizio che alla fine del processo. All'inizio i materiali biodegradabili e non biodegradabili sono separati gravitazionalmente e i biodegradabili preparati per la digestione. Alla fine si realizza una rapida azione biologica, possibile solo con la digestione UASB (acquosa).

#### Densità dell'alimentazione come fattore chiave

La digestione anaerobica dei rifiuti solidi urbani prevede l'uso di sistemi tecnologicamente complessi. Le tecnologie commercializzate differiscono tra loro in molti particolari, ma un unico fattore accomuna tutti i progetti: la densità del materiale organico che alimenta il componente biologico dell'impianto.

<sup>10</sup> I gas generati dalla pirolisi comprendono biossido di carbonio, monossido di carbonio, idrogeno e metano insieme ad altri idrocarburi complessi in fase gassosa, liquida e solida. Si sospetta che questi composti si formino anche nella gassificazione, sebbene possano essere distrutti nella combustione parziale supportata dall'iniezione controllata di ossigeno. Nella combustione (sia nell'incenerimento che nella gassificazione), si formano diossine e furani. Alcune tecniche di gassificazione combattono il fenomeno raffreddando rapidamente i gas esausti. Questo non è fattibile nell'incenerimento, a causa dei grossi volumi di gas. Gli inceneritori possono essere dotati di elementi in grado di catturare il particolato nel flusso di gas.

<sup>11</sup> Le emissioni sono prevenute dal processo stesso di digestione anaerobica. In ogni caso il residuo solido, a causa dell'incompleta digestione, deve essere sottoposto a compostaggio. Il controllo delle emissioni nel compostaggio varia.

<sup>12</sup> Il compostaggio è afflitto da problemi di cattivo odore, per ovvie ragioni ma la questa problematica raramente è stata completamente risolta nel progetto dell'impianto.



Tabella 1.: la densità del materiale che alimenta il componente biologico dell'impianto è fattore chiave nel progetto e nelle prestazioni di un impianto di digestione anaerobica

	<b>Densità del materiale che alimenta il digestore</b>	<b>Pre-digestione (separazione/preparazione)</b>	<b>Gestione della comunità microbica (digestione anaerobica)</b>	<b>Post-digestione (quantità e condizioni del digestato)</b>
<b>Altri processi anaerobici</b>	Ad alto solido (15-40% fango denso o pasta)	Esclusivamente in aria	Convenzionale: non sono ottenibili elevate velocità di azione dei microorganismi	Grande quantità, scarsamente stabilizzato, presenza considerevole di M-mFM <sup>13</sup>
<b>Processo ArrowBio</b>	Acquoso (3-4% di solidi)	In acqua <sup>14</sup>	UASB <sup>15</sup> : ottenibile elevata velocità di azione dei microorganismi	Piccola quantità, ben stabilizzato, pochi M-mFM

#### Fase di pre-digestione

Obiettivo: le operazioni precedenti la digestione comprendono la separazione delle frazioni biodegradabile e non-biodegradabile dei rifiuti misti. Alcuni obiettivi paralleli sono raggiunti: recupero dei materiali riciclabili tradizionali, protezione dei macchinari a valle, separazione della frazione organica biodegradabile, preparazione della stessa per la successiva digestione, eliminazione dei materiali artificiali costruiti dall'uomo, dal digestato.

Altri processi: il refluo è processato in aria (spinta aerostatica bassa) per separare i materiali e preparare l'organico alla digestione. La separazione/preparazione a base d'acqua non è possibile perché è incompatibile con le successive unità di processo per la digestione anaerobica convenzionale. L'alimentazione delle unità di digestione resta in forma solida o semisolida. Aggiustamenti del contenuto di umidità possono essere necessari.

Processo ArrowBio: i rifiuti sono versati in acqua (galleggiamento elevato) in una vasca di separazione/preparazione. Questa fase in acqua non solo è possibile, ma è necessaria per poter adottare il tipo particolare di digestione anaerobica che segue, ossia il reattore UASB. Il principio

<sup>13</sup> M-mFM: Manmade Foreign Matter (materia artificiale costruita dall'uomo) come vetro, ceramica, metalli, pellicola di plastica, plastica rigida, manufatti sintetici, ecc.

<sup>14</sup> Può esserci una fase minore prima dell'immersione in acqua.

<sup>15</sup> UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket digestion): reattore nel quale si realizza un processo anaerobico a letto di fango. Tecnologia messa a punto nei Paesi Bassi alla fine degli anni '70 da Lettinga e collaboratori, per il trattamento dei reflui. I vantaggi del processo UASB sono rappresentati dagli elevati carichi e dai tempi di residenza relativamente modesti che possono essere adottati per i trattamenti anaerobici, nonché l'eliminazione dei costi associati al materiale di riempimento. Un ulteriore importante vantaggio risiede nel fatto che il processo UASB rappresenta una tecnologia dimostrata in numerosi impianti commerciali.

base della separazione in acqua è la forza di gravità: i materiali organici biodegradabili entrano in soluzione o in sospensione fine.

Nota: a causa dei diversi livelli di galleggiamento, l'acqua è decisamente superiore all'aria come mezzo di separazione. Inoltre la digestione UASB, con i suoi molteplici vantaggi, richiede che gli organici in fase solida siano trasformati in fase liquida.

Tabella 2: separazione/preparazione nelle tecnologie ad alto solido e nel processo ArrowBio ad acqua.

	<b>tecnologie ad alto solido</b>	<b>processo ArrowBio ad acqua</b>
<b>Mezzo di separazione</b>	Aria	Acqua <sup>16</sup>
<b>Accettazione di RSU indifferenziati</b>	Variabile	Si
<b>Assorbimento delle polveri</b>	No	Si
<b>Assorbimento degli odori</b>	No	Si
<b>Isolamento della frazione organica biodegradabile</b>	Incompleto	Praticamente completo
<b>Integrazione con la successiva fase di digestione anaerobica</b>	No <sup>17</sup>	si <sup>18</sup>
<b>Livello di materiale artificiale di produzione umana</b>	Elevato	Basso

#### Fase di digestione anaerobica

Obiettivo: l'obiettivo principale di un sistema di digestione anaerobica è quello di trasformare il materiale organico biodegradabile in biogas e digestato (compost). Maggiore è la quantità di gas prodotto e maggiore è il contenuto di metano in esso e meglio è. Le due cose vanno di pari passo con il fatto che più è completa la trasformazione del materiale organico in metano e minore è la quantità di compost prodotto e più questo ultimo si trova in condizione stabilizzata. Inoltre, la trasformazione in gas del materiale organico si lascia dietro il contenuto di umidità in forma liquida. Rispetto al funzionamento delle unità successive, più completa è l'azione biologica, minore è il bisogno di compostaggio dopo la digestione.

Tecnologie ad alto solido: il contenuto di acqua del materiale solido organico è modificato secondo necessità per ottenere un fango denso o una pasta più densa a seconda del tipo particolare di

---

<sup>16</sup> L'acqua deriva dai rifiuti.

<sup>17</sup> La fase iniziale di separazione/preparazione è un processo a se stante ed indipendente.

<sup>18</sup> La fase iniziale e quella finale (rispettivamente di separazione/preparazione e digestione) sono integrate nel senso che la fase iniziale fornisce il materiale di alimentazione della fase finale, che a sua volta fornisce l'acqua derivata dal processo di digestione e l'energia elettrica alla fase iniziale.

processo, con mescolamento meccanico come richiesto. Il materiale preparato è trasferito meccanicamente a un sistema monostadio (solo metanogenico convenzionale) oppure a due stadi (stadio acidogenico seguito da metanogenico tradizionale).

Processo ArrowBio: il flusso acquoso di materiale organico in soluzione o in sospensione fine è pompato al sistema di digestione a due stadi (stadio acidogenico seguito da uno stadio metanogenico UASB).

Tabella 3. digestione anaerobica nelle tecnologie ad alto solido e nel processo ad acqua ArrowBio.

	<b>Tecnologie ad alto solido</b>	<b>Processo ad acqua ArrowBio</b>
<b>Materiale di alimentazione</b>	Alto solido (fango denso) o molto alto solido (pasta densa)	Soluzione acquosa
<b>Organizzazione della comunità microbica</b>	Come nella digestione convenzionale	Come nella digestione UASB <sup>19</sup>
<b>Efficienza nell'utilizzo del volume del bioreattore</b>	Molto bassa	Molto alta
<b>SRT/HRT (giorni)<sup>20</sup></b>	15/15	80/1
<b>Velocità dell'azione biologica</b>	Lenta	Veloce
<b>completezza dell'azione biologica</b>	Scarsa	Considerevole
<b>Rapporto % tra contenuto di metano/CO<sub>2</sub> nel biogas</b>	55/45	75/25
<b>Quantità di biogas</b>	Limitata	Elevata
<b>Quantità di digestato</b>	Elevata	Limitata
<b>Condizione del digestato</b>	Poco stabilizzato, contaminato	Ben stabilizzato, pulito
<b>Quantità di lavoro biologico anaerobico fatto in rapporto all'area di superficie occupata per il processo<sup>21</sup></b>	Poco	Molto

Nota: la digestione anaerobica è ovviamente il cuore del sistema. Il punto chiave è come la comunità di microorganismi è (o può essere) organizzata, cosa da cui dipende la trasformazione del materiale organico in metano e digestato. La completezza determina che approccio deve essere

<sup>19</sup> Nei digestori UASB i microbi si organizzano in "granuli", ognuno dei quali è funzionalmente un microcosmo completo. Questa forma di aggregazione è possibile unicamente se il reattore è alimentato da una soluzione acquosa. UASB è la tecnologia migliore per i reflui (con carichi volumetrici di COD elevati); il suo utilizzo per i rifiuti solidi è una prerogativa unica del processo ArrowBio.

<sup>20</sup> SRT (solid retention time) tempo di residenza dei solidi HRT (hydraulic retention time) tempo di residenza idraulica. Indicano il tempo di permanenza all'interno del digestore.

<sup>21</sup> La comunità microbica del UASB (grazie alla formazione di fiocchi di fango granulare) compie un lavoro per unità di volume del reattore decisamente maggiore. A ciò è dovuto il maggior quantitativo di biogas più ricco di metano ed il minor quantitativo di digestato più stabilizzato.

adottato nella precedente fase di separazione/preparazione ed anche la successiva fase di compostaggio.

#### Fase di post-digestione

Obiettivo: l'obiettivo è il condizionamento del digestato per l'utilizzo finale.

Tecnologie ad alto solido: il digestato può o non può essere disidratato, a seconda del contenuto di solidi del digestato e delle esigenze del sistema di compostaggio.

Processo ArrowBio: il digestato è disidratato utilizzando ad esempio, una filtropressa a nastro. Una parte dell'acqua ottenuta è riciclata come acqua di reintegro per la fase di preparazione/separazione. Il compostaggio può essere non necessario.

Nota: la seguente tabella 4 correlata alle precedenti tabelle 2 e 3 mostra come "una cosa implica l'altra" e come riassunto in tabella 1, come tutto inizia dalla densità del materiale che alimenta la fase di digestione.

Tabella 4.: il digestato nelle tecnologie ad alto solido e nel processo ad acqua ArrowBio

	<b>Tecnologie ad alto solido</b>	<b>Processo ad acqua ArrowBio</b>
<b>Quantità di digestato</b>	Elevata	Ridotta
<b>Condizione del digestato</b>	Poco stabilizzato	Ben stabilizzato
<b>Bisogno di compostaggio</b>	Unità maggiore del processo <sup>22</sup>	Sistema passivo minore (può non essere necessario)
<b>Presenza di M-mFM nel prodotto finale</b>	Sostanziale	Scarsa <sup>23</sup>

#### **2.1.3 Valutazione esperti indipendenti**

La Juniper consultancy Services Ltd (azienda inglese che fornisce servizi di consulenza sia a livello tecnologico specialistico che economico nei settori rifiuti, ambiente e energia rinnovabile sia ad imprese che ad enti pubblici) ha pubblicato nel 2005 una guida che descrive le diverse tipologie di trattamento meccanico biologico presenti sul mercato, valutandone le prestazioni in termini di percentuali di riciclaggio raggiunte, energia prodotta. In questa sede riportiamo solo un breve estratto di tale guida, la cui versione completa è scaricabile dal sito web dell'azienda stessa all'indirizzo: <http://www.juniper.co.uk/Publications/downloads.html>

<sup>22</sup> Il componente per il compostaggio può essere esteso come il resto dell'impianto messo insieme. La possibilità di cattivi odori è sostanziale.

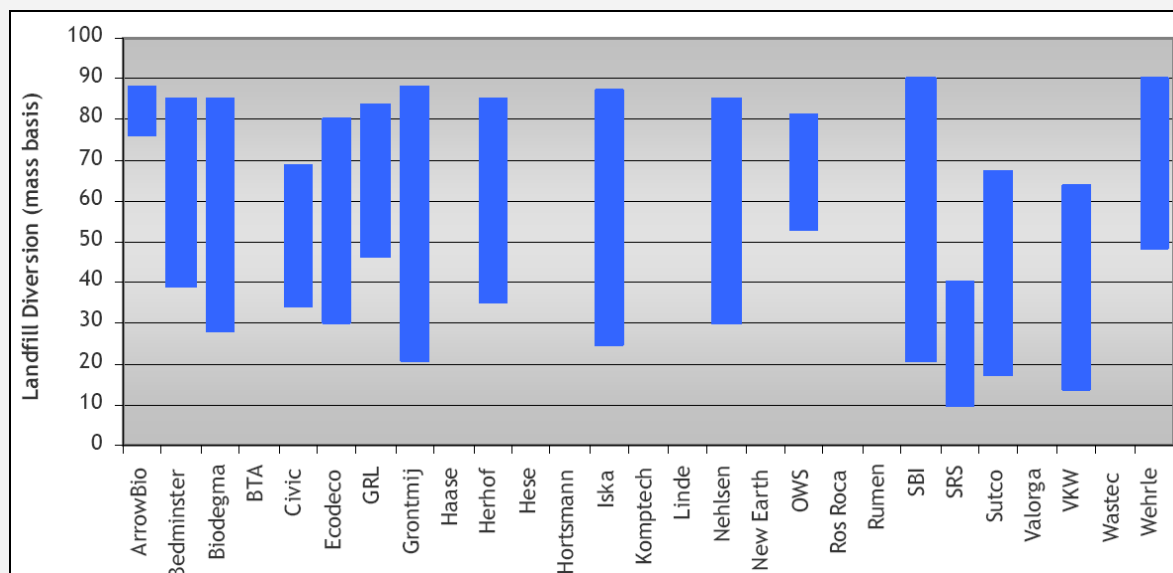
<sup>23</sup> La relativa assenza di sostanze artificiali fatte dall'uomo, nel compost de ArrowBio è attribuibile al processo di separazione ad acqua che ha una resa migliore della separazione ad aria.



**Estratto da: “Mechanical-biological-Treatment: A Guide for decision makers. Processes, Policies and Markets” pubblicato da Juniper Consultancy services Ltd**

L'analisi condotta su a diversi impianti MBT operativi evidenzia che, se esiste uno sbocco commerciale per gli output che producono, gli MBT possono raggiungere un grado di riduzione del conferimento in discarica molto alto, in termini di massa. Il grado di riduzione del conferimento in discarica dei diversi processi può variare dall'80 al 90%.

In figura 1 sono riportate le prestazioni in termini di riduzione del conferimento in discarica (in termini di peso), che sono raggiunte dai diversi processi analizzati nel corso di questo studio.



*Figura1 (fonte: Juniper process reviews)*

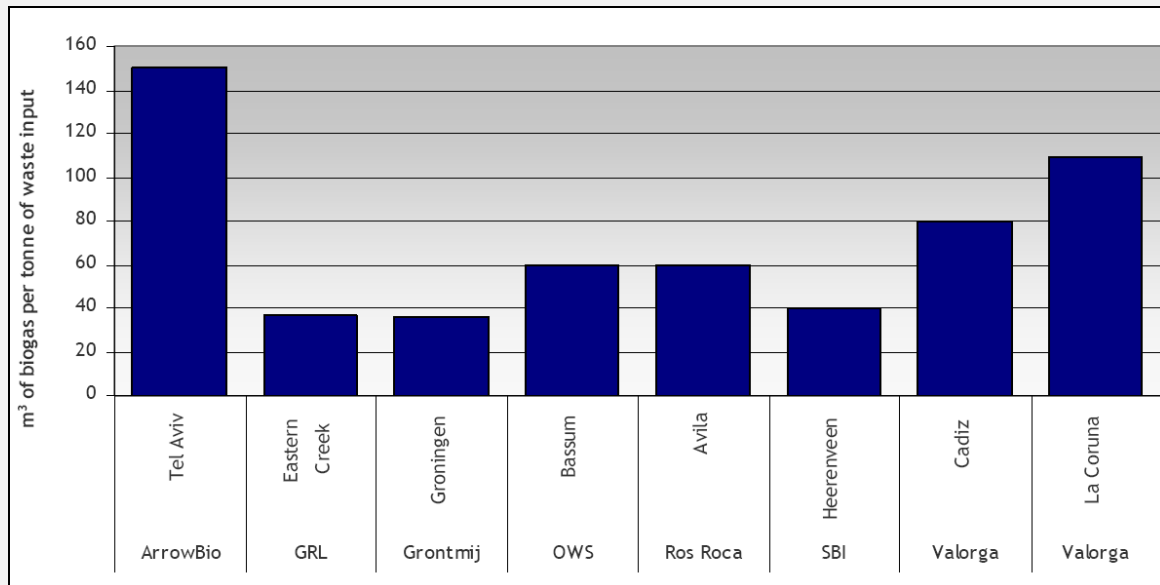
Tutti gli impianti MBT hanno bisogno di energia per poter operare. Una parte sostanziale di energia elettrica è necessaria per far funzionare gli elementi meccanici... In aggiunta a questa parte, alcuni processi aerobici richiedono anche una sostanziale quantità di energia per facilitare il flusso di aria nei reattori. I digestori anaerobici richiedono energia per il mescolamento, il funzionamento delle pompe e il mantenimento della temperatura nei reattori.

Circa metà dei processi analizzati in questa guida promuovono un sistema che ha la capacità di produrre biogas. Se utilizzato in loco per produrre elettricità, l'impianto può avere un bilancio energetico (en. prodotta - en. consumata) positivo, producendo più energia di quella necessaria per soddisfare il fabbisogno interno dell'impianto. La vendita di energia può essere uno dei maggiori introiti di questo tipo di impianti MBT.

La produzione e la composizione del biogas varia da processo a processo e fluttua in funzione della composizione dei rifiuti in ingresso e del tipo di configurazione dell'impianto, ossia ad

esempio dipende dalla frazione di rifiuti in ingresso che è processata nel digestore anaerobico e del tipo di digestione anaerobica utilizzata.

In figura 2 sono riportati i metri cubi di biogas per tonnellata di rifiuti in ingresso prodotti nei vari processi



*Figura 2 (fonte: Juniper)*

Inoltre ArrowBio è stata dichiarata una delle due migliori tecnologie disponibili dal Waste Management Inc degli Stati Uniti, dalla contea di Los Angeles (California) e dalla County Waste Association di Santa Barbara.

La città di New York ha pubblicato il suo rapporto finanziario relativo alla gara per un impianto RSU da 550 t/g, concludendo che ArrowBio è la tecnologia più conveniente dal punto di vista dei costi.

### 3. Gli impianti ArrowBio nel mondo

Le prime sperimentazioni del processo ArrowBio sono avvenute in laboratorio alla fine del 1993. Il concetto assolutamente innovativo del processo, scaturisce dall'esperienza pregressa dell'azienda nel campo del trattamento delle acque reflue: mentre tutti i sistemi di trattamento dei rifiuti trattano rifiuti secchi (e l'umidità degli stessi è spesso causa di problemi nel processo di trattamento), Arrow Ecology ha inventato un processo ad acqua che permette di risparmiare parecchia energia (i rifiuti urbani sono costituiti da circa il 35% di acqua); inoltre l'acqua facilita sia le fasi di separazione e recupero dei materiali riciclabili che i processi biologici.

Nel 1999 è stato realizzato il primo prototipo dell'impianto vicino a Hadera, in Israele, in grado di trattare circa 10-30 tonnellate al giorno, sul quale sono stati effettuati svariati test sia a livello qualitativo che quantitativo.

Da Dicembre 2003 è operativo il primo impianto commerciale da 100 t/g, costruito in seguito all'aggiudicazione, nella seconda metà del 2001, da parte di Arrow Ecology, della gestione dei rifiuti solidi urbani della città di Tel Aviv in Israele.

Attualmente è in corso un ampliamento dell'impianto, in seguito alla stipula di un nuovo contratto con le autorità di Tel Aviv, che permetterà di trattare 200 tonnellate al giorno di rifiuti solidi urbani indifferenziati e differenziati.

Arrow Ecology ha realizzato un impianto a Sydney che sarà inaugurato il 4 luglio 2008 alla presenza del Primo Ministro e del Ministro dell'Ambiente del Nuovo Galles del Sud.

Il sistema di trattamento ArrowBio è stato scelto in Messico, Sud Corea, California e Regno Unito ed Arrow Ecology ha già completato la progettazione preliminare (dietro pagamento del cliente) per ognuno di questi progetti.

Nel Regno Unito il contratto siglato prevede la progettazione di un impianto di trattamento da 70.000 tonnellate all'anno che sorgerà in corrispondenza della discarica di Avondale, a Falkirk in Scozia, che produrrà una quantità di biogas in grado di generare indicativamente 2MW di energia elettrica e offrirà alle autorità locali l'opportunità di muoversi verso gli obiettivi fissati dalla direttiva europea che impone limite sul conferimento dei rifiuti in discarica.

Arrow Ecology è stata recentemente scelta anche in Grecia e sta attualmente realizzando la fase di progettazione preliminare, finanziata dal cliente.

Nei seguenti paragrafi si forniranno maggiori dettagli sull'impianto di Tel Aviv e su quello di Sydney.

### 3.1 Descrizione dettagliata dell'“impianto di Tel Aviv”<sup>24</sup>

Dopo un ampio sviluppo che ha visto la realizzazione in fasi successive di un impianto in laboratorio, un impianto pilota, e un piccolo impianto su scala commerciale, dai primi mesi del 2003, è operativo il primo impianto ArrowBio su scala commerciale, presso la preesistente stazione di trasferimento dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) di Tel Aviv, Israele (Figura 1).



*Figura 1. L'impianto ArrowBio presso la stazione di trasferimento di Tel Aviv, Israele. Il sottosistema meccanico dell'impianto per la separazione/preparazione si trova sotto il tetto a sinistra, mentre il sottosistema biologico si trova al di là del tetto a destra. Sullo sfondo è visibile la discarica di Hiriya, attualmente chiusa ed in fase di bonifica per diventare parte del futuro Parco Ayalon.*

La capacità di progetto di un modulo ArrowBio standard è di 200 tonnellate/giorno o di 70.000 tonnellate/anno. Tuttavia, la mancanza di spazio presso la stazione di trasferimento preesistente ha imposto due vincoli. In primo luogo, i due sottosistemi hanno dovuto essere separati e distanziati, anche se questa non è una condizione ottimale considerato che sono collegati da tubazioni. In secondo luogo, vi era spazio per una sola linea di separazione/preparazione da 100 tonnellate/giorno anziché per le due linee previste nel modulo standard. Il sottosistema biologico è stato dimensionato comunque per due linee come in un modulo standard.

**Integrazione del sistema.** I sottosistemi meccanico e biologico del processo sono integrati in modo da rendere possibile il recupero sia di materiali (ad esempio, contenitori alimentari non conformi)

---

<sup>24</sup> Traduzione del documento del Prof. Melvin S. Finstein dal titolo “ArrowBio: processo di trattamento dei rifiuti solidi urbani. Recupero di materiale e risorse energetiche in un unico sistema”

che di energia (biogas ricco di metano) in un unico impianto. Tipicamente, circa il 70% dei rifiuti solidi urbani indifferenziati risulta composto da organico biodegradabile (rifiuti di preparazioni alimentari, avanzi di cibo, pannolini, materiale vegetale, carta contaminata da cibo), contenente metano. La frazione organica ottenuta tramite la raccolta differenziata può contenere fino al 90% di materiale biodegradabile. Entrambi i tipi di flusso (indifferenziato e frazione organica) devono essere sottoposti a trattamenti di separazione e preparazione prima di essere sottoposti alla digestione anaerobica.

Da un lato il materiale organico biodegradabile deve essere isolato e preparato per il recupero di energia, dall'altro il materiale non biodegradabile deve essere sotto-frazionato nei vari tipi di materiali secondari per riciclarne la massima quantità possibile e conferire in discarica il minimo residuo possibile. Per svolgere questi compiti, il mix di rifiuti che altrimenti sarebbe conferito tal quale in discarica, viene depositato direttamente nelle vasche di acqua ArrowBio studiate appositamente allo scopo di separare e preparare il flusso di rifiuti.

#### **Ruoli dell'acqua nei sottosistemi ArrowBio meccanico e biologico.**

L'acqua nella vasca proviene dalla fase finale del processo nella quale attraverso l'azione biologica l'acqua viene estratta dai rifiuti. In pratica la fonte di acqua in entrambi i sottosistemi è il contenuto di umidità dei rifiuti, di solito pari a circa il 30% del peso del RSU. La gassificazione biologica dei solidi organici lascia dietro di sé acqua in forma liquida.

Nella vasca, la frazione non biodegradabile e quella biodegradabile sono separate gravitazionalmente. La separazione in acqua è molto più efficiente di quella in aria, a causa della diversa densità (e relativa spinta idrostatica) dei due fluidi. Quindi, a seconda del loro peso specifico e della loro tendenza ad assorbire acqua, i materiali, affondano, galleggiano o rimangono sospesi nell'acqua.

Una caratteristica fondamentale del sistema è che, poiché la separazione/preparazione avviene in acqua, è possibile utilizzare la digestione UASB, che richiede di essere alimentata da materiale organico, in soluzione o in sospensione fine. Così, sia la fase finale del processo che quella iniziale sono realmente acquose e funzionano mutuamente.

Altri vantaggi del conferimento in acqua dei rifiuti comprendono la soppressione delle polveri e la neutralizzazione degli odori associati ai carichi "maturi". La neutralizzazione è immediata, perché i composti che originano i cattivi odori sono solubili in acqua e la loro biodegradazione avviene subito dopo in digestori chiusi, impedendo anche a valle la generazione di odori molesti. Inoltre, la

soluzione acquosa permette di assorbire i picchi in ingresso e regolare il tasso di progressione lungo il processo di trasformazione, contribuendo alla resilienza globale del sistema.

**Sottosistema meccanico: Separazione e preparazione.** La Figura 2 è un primo piano degli esterni del sottosistema meccanico. La sua funzione è duplice: rimuovere i rifiuti riciclabili (ad esempio, bottiglie e lattine) e altri materiali non biodegradabili, e contemporaneamente isolare i materiali biodegradabili per la digestione UASB. Sono visibili una grande vasca di sedimentazione (2a), il ciclone in corrispondenza della fine del sistema di rimozione della pellicola di plastica (2b) [porta ad un'imballatrice (Figura 3)], un grande vaglio a tamburo (2c), ufficio e sala controllo (2d). La funzione di separazione e quella di preparazione, sono eseguite contemporaneamente, e non sono scindibili.



*Figura 2. Ingresso visitatori al sottosistema di separazione/preparazione dell'impianto (i cassoni in primo piano sono rimasti dalla costruzione del sito).*

La figura 3 mostra uno dei materiali recuperati.





*Figura 3. Balle di plastica recuperate dai rifiuti solidi urbani indifferenziati*



*Figura 4. Interno del sottosistema meccanico di separazione/preparazione, visto attraverso l'ingresso visitatori (si veda figura 2 per orientarsi). La piattaforma di scarico è posta alle spalle del fotografo. Per avere un'idea delle dimensioni, la ringhiera arriva all'altezza della vita. (Foto scattata nelle fasi iniziali di test dell'impianto)*

Nella vasca di separazione/preparazione, il flusso acquoso che raccoglie la miscela eterogenea di rifiuti segue percorsi multipli che sono, da progetto, complessi, sovrapposti, e ripetitivi. In questo

modo, alle azioni di solubilizzazione, riduzione di dimensioni, vagliatura, e separazione gravitazionale sono date diverse e ripetute opportunità di completare il loro lavoro. La molteplicità di percorsi rende impossibile descrivere gli eventi in modo lineare. L'interno del sottosistema meccanico è mostrato in Figura 4.

Il carico è scaricato su un nastro scorrevole (4a), dal quale è fatto cadere in una vasca d'acqua, immediatamente a monte di una pala rotante parzialmente sommersa (4b). La pala spinge avanti i materiali galleggianti e quelli con galleggiamento neutro verso corpo principale della vasca (4c). I materiali che affondano vengono deviati a sinistra e passano in sequenza attraverso un apri-sacchetti (4d), un separatore magnetico (4e), un separatore a correnti parassite (4f), e una stazione pneumatica (aspirazione sotto vuoto) (4g) tramite la quale la pellicola di plastica è aspirata in un condotto (4h). I condotti provenienti da diverse di queste stazioni convergono nel ciclone (si veda Figura 2). In questo modo, i metalli e la pellicola di plastica vengono rimossi. Gli oggetti che sfuggono una prima volta a questa sequenza di processi sono inserite nuovamente nella vasca d'acqua (4c) dove hanno una seconda possibilità di disciogliersi, galleggiare o affondare, o, se la galleggiabilità è neutra, restare sospesi nella colonna d'acqua che avanza.

Il flusso d'acqua della vasca, filtrato per escludere gli oggetti di grandi dimensioni, avanza passando prima attraverso vagli a tamburo (4i) ermetici più piccoli e poi, secondo criteri di suddivisione, a grandi (vedi Figura 2) e piccole (4j) vasche di sedimentazione. Nelle vasche di sedimentazione la sabbia è separata dal materiale organico e rimossa dal sistema.

Nel frattempo, i grandi oggetti galleggianti e quelli con galleggiamento neutro oggetti vengono sollevati (4k) e inviati ad un tritatore a bassa velocità (4L) e poi al grande vaglio a tamburo (4m). La parte che passa oltre questo vaglio a tamburo, consiste essenzialmente in pellicola di plastica e viene rimossa in una stazione pneumatica. La parte che viene intercettata (materiale che passa attraverso i fori del vaglio) viene lavata in apparato non meccanico per un'ulteriore solubilizzazione e riduzione delle dimensioni. In questo modo le sostanze non solubili sono ridotte a una sospensione fine di particelle le cui superfici sono rese ruvide per favorire la colonizzazione microbica.

Quindi i materiali non biodegradabili sono recuperati per essere riciclati, e i materiali organici solubile e non entrano in soluzione o sospensione fine, incluso il cibo attaccato ai contenitori e il contenuto di pannolini. Questi ultimi sono distrutti durante il processo, liberando le feci, urine e cotone assorbente. I materiali organici biodegradabili insolubili (e.g., prodotti cartacei non separati a monte e contaminati da residui alimentari, scorze di frutta resistenti) divengono sempre più umidi e frammentati, fino al punto di passare vagli di dimensioni selezionate. I materiali organici,



ormai isolati ed in soluzione acquosa, sono pompati all'sottosistema biologico. A sua volta, l' acqua proveniente dal sottosistema biologico rinnova l'acqua della vasca di separazione/preparazione.

Il lavoro del sottosistema meccanico di separazione/preparazione giunge a completamento mezz'ora dopo il conferimento dell'ultimo carico della giornata. Quindi questa parte dell'impianto viene fermata fino all'arrivo del primo carico di rifiuti del giorno lavorativo successivo.

**Sottosistema biologico: trasforma l'organico in prodotti utili.** Il sottosistema biologico è mostrato in Figura 5. Il flusso organico prima entra nei bioreattori acidogenici (5a) dove è sottoposto per diverse ore al trattamento preliminare. Qui, le sostanze pronte ad essere metabolizzate, già in soluzione sono fermentate (ad esempio, gli zuccheri sono fermentati in alcol), mentre alcune molecole complesse sono biologicamente idrolizzate nei loro componenti più semplici (cellulosa in zucchero, grassi in acido acetico). Il flusso in uscita, ricco di tali metaboliti intermedi, entra nel bioreattore UASB (5b).



*Fig. 5. sottosistema biologico dell'impianto (si vedano testo e riquadro).*

La digestione UASB (è una tecnologia ampiamente collaudata, specificamente progettata per il trattamento delle acque reflue con carichi volumetrici di COD molto elevati, come ad esempio quelle provenienti dall'industria lattiero-casearia e di fabbricazione dei dolciumi. Centinaia di tali sistemi sono attualmente in uso in tutto il mondo - nel settore del trattamento delle acque reflue. Il processo ArrowBio, trasformando la fase solida organica dei rifiuti in un refluo liquido ad elevato COD, rende la digestione UASB, con le sue prestazioni superiori, applicabile agli RSU.

Operativamente, un eccesso di granuli biologici sospeso in un analogo eccesso d'acqua (entrambi gli eccessi rappresentano la crescita a scapito dei rifiuti) sono trasferiti in un serbatoio di sedimentazione (5c).

Il supernatante è pompato al sottosistema meccanico di separazione/preparazione secondo quanto necessario per integrare l'acqua, o ad un serbatoio aerobico per la depurazione (5d), se necessario. L'acqua può essere immagazzinata (5e) o utilizzata immediatamente per l'irrigazione. I solidi sono essiccati per essere utilizzati come fertilizzante organico stabilizzato.

Parte del biogas è utilizzato per alimentare le caldaie (5f) che mantengono la digestione UASB alla sua temperatura ottimale di circa 35°C. Altrimenti, a seconda delle condizioni specifiche del sito, il gas alimenta un generatore elettrico (5g) attraverso un serbatoio di stoccaggio (5h). Il calore di recupero del generatore contribuisce al mantenimento della temperatura di digestione.

**Semplicità, economicità, e condizioni di processo "naturali".** Poiché il processo ArrowBio si basa essenzialmente su due fenomeni "naturali" (separazione gravitazionale in acqua e digestione anaerobica avanzata), le condizioni di processo non sono mai estreme in nessuna fase. Siccome tutte le trasformazioni avvengono a pressione ambiente e a temperature biologiche si può affermare che il sistema "lavora in modo naturale".

Questi presupposti implicano, che la realizzazione, il funzionamento e la manutenzione dell'impianto sono economicamente favorevoli. Inoltre, la maggior parte dei componenti sono standard, e la costruzione è locale. Un'altra conseguenza è che, a differenza dei sistemi basati su reazioni non biologiche ad alte temperature e pressioni, non vi è alcuna generazione di composti tossici o pericolosi con conseguente potenziale pericolo di un loro rilascio nell'ambiente.

#### **UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket )**

**ovvero**

#### **reattore anaerobico a letto di fango**

Mentre un'analisi approfondita della digestione UASB esula dagli scopi di questo documento, una descrizione delle sue caratteristiche principali può essere molto utile. Due termini utilizzati nel settore sono: *Solidi*, termine con il quale ci si riferisce, nel contesto, alla comunità microbica che svolge il lavoro; *granuli* termine con il quale ci si riferisce alle particelle formate spontaneamente da quella comunità. Altri termini tecnici sono riportati in corsivo quando compaiono la prima volta.

Ogni granulo è un ecosistema in miniatura, maturo e completo che svolge la complessa graduale trasformazione dei rifiuti organici in residui stabilizzati e biogas. Inoltre, nella gassificazione del materiale organico, l'umidità dei rifiuti è liberata e rilasciato sotto forma di liquido. I granuli sono tenuti in sospensione acquosa ad una data altezza del letto di fango dal gorgogliare del gas, favorito dal pompaggio.

Le caratteristiche peculiari che rendono la digestione UASB diversa dalle altre forme di digestione anaerobica più vecchie e meno efficienti, sono due: il contenuto di acqua del flusso che alimenta il digestore e i *tempi di residenza idraulica e solida (HRT e SRT)*. In altre applicazioni per gli RSU che utilizzano la digestione convenzionale il reattore è alimentato con una pasta spessa (fino al 30% solidi/70% acqua) e i valori di SRT e HRT sono identici o quasi (circa 15 giorni). Nella digestione UASB usato nel processo ArrowBio il reattore è alimentato con una soluzione acquosa (circa 4% solidi/96% acqua) e i valori di SRT e HRT sono notevolmente diversi (rispettivamente circa 75 giorni e 1 giorno). La differenza tra SRT HRT è il cuore della digestione UASB.

Potrebbe sembrare a prima vista che alla natura acquosa della digestione UASB corrisponda un uso antieconomico del volume dei reattori. In realtà è esattamente il contrario, perché la digestione UASB scatena il potere di microbi in un modo non altrimenti possibile. Tutto ciò si traduce in una più veloce e completa trasformazione delle sostanze organiche in biogas. I risultati pratici includono: meno residui organici e la loro più completa stabilizzazione; più di biogas più ricco di metano; un ingombro dell'impianto abbastanza modesto (due acri per un impianto con un modulo da 70.000 tonnellate/anno).

### **3.2      L'impianto di Sydney**

L'impianto, che come già detto sarà inaugurato a Luglio del 2008, tratterà fino a 90.000 tonnellate all'anno di rifiuti urbani e permetterà di sottrarre al conferimento in discarica circa il 70% dei rifiuti trattati. Il 30% di materiale residuo che verrà conferito in discarica sarà, comunque, costituito da materiale inerte, totalmente privo di inquinanti.

Inoltre, l'impianto a regime produrrà una quantità di energia pulita sufficiente a soddisfare il fabbisogno di 2.500 case, consentirà di recuperare fino a 19.000 tonnellate di materiale riciclabile e di produrre 10.000 tonnellate di fertilizzante organico.

Nel seguito sono riportate alcune immagini dei lavori di costruzione di questo impianto:







ARROW ECOLOGY and Engineering Overseas Ltd  
HaCarmel St 2  
Yotneam 20692, Israel





## 4. Alcuni dati caratteristici dell'impianto

### 4.1 Dati principali impianto da 260 tonnellate/giorno:

L' impianto ArrowBio sarà costituito da **due linee in grado di ricevere 20 tonnellate ogni ora per almeno 13 ore lavorative al giorno.**

**Area occupata:** un impianto con 2 linee ha bisogno di circa 3 acri (12.140 m<sup>2</sup>) incluse rampe e strade d'accesso

**Impatto ambientale:**

- Nessun odore o altra forma di inquinamento
- Trattamento dell'acqua in eccesso secondo gli standard locali/nazionali
- Fertilizzante organico di elevata qualità
- Nessuna emissione di metano e uso di una torcia per i gas in eccesso

**Forza lavoro stimata:** circa 15 persone per turno, su 2 turni (inclusi manager, ingegneri e alcuni smistatori)

**Consumo energetico medio:** 0,7 MW (può essere interamente soddisfatto dall'energia autoprodotta)

**Quantità di biogas prodotto<sup>25</sup>:** 20.000-30.000 metri cubi al giorno con un contenuto di metano del 75% circa, funzione dalla quantità di materiale organico contenuto nei rifiuti

**Quantità di energia elettrica prodotta:** 2,0-3,0 MW con generatori a biogas (efficienza del 38%) – funzione dalla quantità di materiale organico contenuto nei rifiuti.

**Quantità fertilizzante prodotto:** 20-30% del peso asciutto della frazione biodegradabile in ingresso

### 4.2 Dati principali impianto da 120 tonnellate/giorno:

L' impianto ArrowBio sarà costituito da **una linea in grado di ricevere 10 tonnellate ogni ora per almeno 12 ore lavorative al giorno.**

**Area occupata:** un impianto con 1 linea ha bisogno di circa 2 acri (8.100 m<sup>2</sup>) incluse rampe e strade d'accesso

**Impatto ambientale:**

- Nessun odore o altra forma di inquinamento

---

<sup>25</sup> La quantità di biogas prodotto, e conseguentemente la quantità di energia prodotta, sono funzione della quantità di materiale organico presente nei rifiuti conferiti all'impianto (maggiore è la frazione organica in ingresso e maggiore è la quantità di biogas ottenibile)

- Trattamento dell'acqua in eccesso secondo gli standard locali/nazionali
- Fertilizzante organico di elevata qualità
- Nessuna emissione di metano e uso di una torcia per i gas in eccesso

**Forza lavoro stimata:** circa 10 persone per turno, su 2 turni (inclusi manager, ingegneri e alcuni smistatori)

**Consumo energetico medio:** 0,4 MW

**Quantità di biogas prodotto:** 10.000-12.000 metri cubi al giorno con un contenuto di metano del 75% circa, funzione dalla quantità di materiale organico contenuto nei rifiuti

**Quantità di energia elettrica prodotta:** 1,0-1,4 MW con generatori a biogas (efficienza del 38%) – funzione dalla quantità di materiale organico contenuto nei rifiuti.

**Quantità fertilizzante prodotto:** 20-30% del peso asciutto della frazione biodegradabile in ingresso

#### 4.3 Tempistiche

Il progetto durerà 18 mesi, trascorsi i quali l'impianto sarà in grado di cominciare a ricevere i primi rifiuti, sempre che la procedura di ottenimento delle autorizzazioni necessarie non provochi ritardi:

- 2 mesi per lo studio di fattibilità (vedere appendice B).
- 4 mesi per la progettazione.
- 6 mesi per la realizzazione delle infrastrutture e la realizzazione dei macchinari.
- 4 mesi per le opere di integrazione,
- 2 mesi per il collaudo del sistema e la formazione del personale.

Inizio del conferimento dei rifiuti.

- 6 mesi per la messa a regime dell'impianto, in cui la quantità di rifiuti ad esso conferita viene progressivamente incrementata fino al raggiungimento della piena operatività.