PROGETTO C-STEP – ALLEGATO 7

ASPETTI ECONOMICI DEL TRATTAMENTO COMBINATO DI FANGHI DI DEPURAZIONE E FORSU PRESSO I DIGESTORI ESISTENTI

AATO 5 Toscana Costa
Autorità di Ambito Territoriale Ottimale

PROVINCIA DI LIVORNO

CPTM CONSORZIO POLO TECNOLOGICO MAGONA

ATO Toscana Costa

REGIONE TOSCANA

PROGETTO "CODIGESTION SLUDGE TREATMENT IN EXISTING PLANTS" (C-STEP)

ALLEGATO 7

ASPETTI ECONOMICI DEL TRATTAMENTO COMBINATO DI FANGHI DI DEPURAZIONE E FORSU PRESSO I DIGESTORI ESISTENTI

Sommario

PREMESSA 5

1. IPOTESI DI INVESTIMENTO 6

2. VOCI DEL MODELLO ECONOMICO 8

2.1 VOCI DI INVESTIMENTO 8

INVESTIMENTI COMUNI 8

INVESTIMENTI SPECIFICI 9

2.3 VOCI DI COSTO 9

2.4 VOCI DI RICAVO 10

2.5 CRITERI DI VALUTAZIONE ECONOMICA 12

3. ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA 14

4. CONCLUSIONI 16

BIBLIOGRAFIA 17

ALLEGATO 1 – SVILUPPO DEI FLUSSI DI CASSA PER NELLE IPOTESI DI INVESTIMENTO 19

ALLEGATO 2 – FLUSSI DI CASSA PER 24 t/d DI FORSU TRATTATA 27

A cura di

AATO n. 5 Toscana Costa: Ing. L. Maresca

Ringraziamenti: *Si ringrazia per la preziosa collaborazione la SEA RISORSE SpA di Viareggio, nella persona dell'Ing. Caterina Susini che, nell'ambito dello studio di fattibilità di adeguamento dell'impianto ITF di Livorno in corso di svolgimento per conto di ASA SpA e AAMPS SpA, ha anticipato i valori degli investimenti in corso di definizione*.

Data versione: 15/01/2012

PREMESSA

La gestione di FORSU presso i digestori dei fanghi di depurazione di acque reflue urbane comporta la valutazione degli aspetti economici connessi per verificare la convenienza economica di tale strategia e poter così avere gli elementi di base per verificarne la fattibilità finanziaria.

Nella seguente relazione si illustra il modello economico utilizzato per il progetto C-STEP, che è stato sviluppato prendendo come riferimento l'impianto di digestione anaerobica di Livorno.

La scelta di limitare a Livorno le valutazioni economiche deriva dalla constatazione che la dimensione dell'impianto e la sua favorevole ubicazione lo rendono più facilmente adeguabile alle esigenze di codigestione.

Ciò non toglie che anche la notevole disponibilità residua di capacità di trattamento che si manifesta presso l'impianto di Cecina durante la stagione invernale possa rappresentare un elemento di interesse per lo sviluppo di trattamento combinato di altre matrici organiche provenienti dall'agroindustria che si caratterizzano proprio per la loro produzione invernale.

Per quanto riguarda i quantitativi trattati, nella relazione sono stati indicati i soli risultati dell'ipotesi di conferimento massimo compatibile con le scelte di progetto (minimi adeguamenti dell'impiantistica esistente) pari a 50 t/d o 15.000 t/y.

Durante la ricerca è stata presa in considerazione anche l'ipotesi di un conferimento ridotto di 24 t/d (circa 9.000 t/y) che però ha evidenziato la non sostenibilità economica degli investimenti ipotizzati. Tale risultato, dovuto al peso notevole della parte investimento, pur tenuto conto del possibile downsizing degli impianti, ed ai minori ricavi dovuti alla minore produzione di biogas, non viene commentato nella presente, ma i risultati delle relative simulazioni sono mostrati in allegato.

Lo scopo del presente approfondimento è stato quello di dare un'impronta metodologica nella valutazione economica di possibili alternative per l'utilizzo del biogas proveniente dalla digestione combinata dei fanghi e di altre matrici organiche, volta a mettere in evidenza l'importanza di dare adeguata valorizzazione a tale prodotto del processo.

Per quanto riguarda l'impostazione dei calcoli economici si tenga presente che è stato adottato un atteggiamento volutamente molto cautelativo anche al fine di verificare la robustezza del modello economico e del reddito prodotto dai flussi di cassa generati.

1. IPOTESI DI INVESTIMENTO

Dal momento che la principale fonte di redditività della digestione combinata di fanghi e altre frazioni organiche è la corretta valorizzazione del biogas prodotto, sono state prese il considerazione quattro ipotesi diverse di utilizzo:

1. Cogenerazione di tutto il biogas prodotto;
2. Essiccamento del digestato per renderlo compatibile con il successivo incenerimento;
3. Trasformazione in biometano di tutto il biogas prodotto;
4. Essiccamento del digestato e cogenerazione del biogas residuo.

Le prime tre ipotesi (cogenerazione, essiccamento e biometano) possono essere definite **ipotesi pure**, in quanto viene preso in considerazione un solo utilizzo del biogas, indipendentemente dalla quantità disponibile. Questa assunzione, che appare riduttiva dal punto di vista della redditività in particolare nel caso dell'essiccamento, serve per dare un termine di confronto proprio della diversa valorizzazione del volume (m^3) di biogas prodotto a seconda della scelta di investimento che si compie. È chiaro che tale valore è fortemente influenzato dalle politiche di incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili.

Altro elemento da tener presente è che nel caso del solo essiccamento il quantitativo di biogas disponibile è sicuramente sovrabbondante rispetto al fabbisogno richiesto per portare il digestato prodotto alle specifiche richieste per l'incenerimento[1] (umidità max sul tal quale: CDR < 25%, CDR-Q < 18%). Questo consente di valutare la scelta se utilizzare il biogas residuo per essiccare i fanghi provenienti da altri depuratori vicini o se utilizzare il biogas residuo per fare cogenerazione.

Quest'ultima ipotesi è stata presa in considerazione nello studio come unica **ipotesi di investimento combinato**, rappresentando tale tipologia un compromesso tra l'esigenza primaria del gestore dell'impianto di depurazione di diminuire i costi di gestione dello smaltimento/allontanamento dei fanghi e quella di poter avere una buona valorizzazione economica del biogas prodotto.

Per semplificare il modello economico sono state fissate alcune condizioni al contorno:

- l'impianto su cui sono stati eseguiti i calcoli economici è quello di Livorno, nel quale si è ipotizzato di ricevere un flusso giornaliero di 50 t di FORSU (scarto 20%) pari a 15.000 t/y di raccolta organico;
- si è ipotizzato di ricevere i rifiuti ad una tariffa di 80 €/t, valore attuale di mercato per un impianto di recupero.

Il costo di gestione dei rifiuti prodotti è stato così valutato:

- R (impianto di recupero) = 80 €/ton;
- D (impianto di smaltimento) = 100 €/ton
- T (costo di trasporto) = 10 €/ton

Si è ipotizzato che il digestato essiccato potesse essere trattato direttamente presso l'impianto di termovalorizzazione di Livorno, ubicato in prossimità della stazione di digestione anaerobica, quindi non si è applicato a tali quantitativi il costo di trasporto.

[1] UNI 9903/1992 e DM 5 febbraio 1998, n. 72

L'orizzonte temporale considerato è stato di 15 anni, pari alla durata dell'incentivazione prevista per la tariffa omnicomprensiva[2].

Per quanto riguarda i ricavi dalla valorizzazione del biogas sono state fatte due ipotesi:

- RICAVI 1: per l'energia elettrica è stata presa in considerazione l'attuale tariffa omnicomprensiva di 0,18 €/kWh immesso in rete; il biometano è stato valorizzato all'attuale prezzo di vendita "alla pompa" di 0,95 €/kg, supponendo di fare una produzione destinata ad approvvigionare l'autotrazione.
- RICAVI 2: sulla base di bozze informali del prossimo decreto attuativo del D.Lgs. 28/2011 è stata valutata la possibile tariffa omnicomprensiva prevista peri il 2013 per la produzione mista di biogas (gas residuati dai processi di depurazione e rifiuti) stimata pari a 0,137 €/kWh; per il biometano si è ipotizzato un incentivo di 1,2 €/Nm^3, come prospettano alcuni recenti pubblicazioni[3].

Si tenga presente inoltre che tutte le valutazioni fatte seguono un generale principio di cautela che ha portato a valutare con prudenza i ricavi conseguibili e a stimare con una certa generosità le voci di costo e investimento. Grazie a tale impostazione si è voluto mettere alla prova la robustezza di fondo del modello economico nelle sue varie ipotesi.

[2] Tabella 3 della Legge Finanziaria 2008, come modificata dalla Legge 23/07/2009 n.99:

[3] "Dai rifiuti organici domestici al biometano in rete", Ghiringhelli, Giavini, Centemero, RS Rifiuti Solidi vol. XXV n. 4 luglio – agosto 2011

2. VOCI DEL MODELLO ECONOMICO

2.1 VOCI DI INVESTIMENTO

Gli investimenti presi in considerazione si possono distinguere in due categorie:

- investimenti comuni: sono gli adeguamenti impiantistici necessari ad adeguare gli attuali digestori a ricevere e trattare i nuovi materiali organici per renderli compatibili con la digestione dei fanghi, oltre che i trattamenti di base per depurare il biogas dai componenti indesiderati per la successiva valorizzazione
- investimenti specifici: sono quelli legati alla scelta tecnologica per l'utilizzo del biogas prodotto e al trattamento del digestato.

INVESTIMENTI COMUNI

Sono stati utilizzati i preventivi di spesa in corso di elaborazione da parete di ASA SpA, SEA RISORSE SpA e AAMPS SpA per lo studio di fattibilità di adeguamento dell'impianto di Livorno ITF al ricevimento e trattamento della FORSU, gentilmente anticipati dalle citate aziende. Si descrivono di seguito le voci principali di investimento.

VOCE INVESTIMENTO	IMPORTO €
ADEGUAMENTO LINEA DIGESTIONE ANAEROBICA ESISTENTE Comprende i costi di realizzazione del gasometro a membrana, le riprese delle superfici in cemento dei digestori, rinnovo impianto di ricircolo biogas (tubazioni, campane, valvole e compressori), interventi su pre e post ispessitori , adeguamento area centrifughe e nuovo sistema convogliamento fanghi, revisione torcia, strumentazione di misura biogas, adeguamento PLC ed impianto elettrico, opere varie accessorie, scavi , posa in opera e progettazione,	840.000,00
SISTEMA DI RICEZIONE E TRATTAMENTO FORSU E TRATTAMENTO ARIA Comprende sistema di pretrattamento FORSU[4], pala con polpo caricatore per alimentazione linea pretrattamento, pompe trituratrici, trattamento aria con scrubber ad umido e sistema di telecontrollo.	1.042.000,00
DESOLFORAZIONE E DEUMIDIFICAZIONE BIOGAS Comprende sia impianto di desolforazione che gruppo frigo per abbattimento condense e silossani	168.471,32
OPERE CIVILI CAPANNONE RICEVIMENTO FORSU Comprende la realizzazione di capannone per il ricevimento FORSU in depressione, compreso impianto di aspirazione aerea e zona di conferimento con fossa attrezzata e collegata idraulicamente ai preispessitori per gestione percolati	420.000,00
TOT INVESTIMENTI COMUNI	2.470.471,32

Da rilevare che le precedenti voci di investimento risultano poco "comprimibili" in funzione della quantità di frazione organica che si intende trattare. Infatti, gli adeguamenti ai digestori esistenti sarebbero comunque da attuare anche nell'ipotesi di trattare i soli fanghi di depurazione con lo scopo di migliorare l'efficienza di produzione di biogas. In considerazione delle quantità di materiale organico solido che si

[4] È stato ipotizzato l'utilizzo di un sistema a presso-estrusione.

ipotizza di trattare (50 t/d), la parte relativa ai pretrattamenti è dimensionata su valori bassi delle filiere industriali proposte dai produttori di questi macchinari, difficilmente ancora riducibili. Nel caso si volessero trattare volumi inferiori sarebbe necessario creare una soluzione fortemente personalizzata da valutare con molta attenzione anche dal punto di vista economico. Nel caso di produzioni minori di biogas si potrebbero avere alcune economie per gli impianti di depurazione dello stesso (desolforazione e deumidificazione) che però incidono per il 7% rispetto al totale degli investimenti comuni.

INVESTIMENTI SPECIFICI

Per gli investimenti specifici sono stati utilizzati sia dati dallo studio di fattibilità citato in precedenza, in particolare per l'ipotesi dell'essiccatore, che dati reperiti da recenti pubblicazioni di settore (cogeneratore[5], biometano[6])

VOCE INVESTIMENTO	IMPORTO €
COGENERATORE Si è ipotizzato un impianto di cogenerazione di potenza elettrica pari a quella teorica derivante dal biogas disponibile, con un costo di 1.000 €/kWe di potenza installata + impianto di recupero fumi compresa FPO e installazioni e adeguamenti elettrici: 1. solo cogenerazione 846 kWe 2. essiccamento + cogenerazione 490 kWe	 898.835,85 509.823,90
ESSICCATORE Comprende FPO di essiccatore von potenzialità di 700-1000 l/h acqua evaporata	1.000.000,00
UPGRADING BIOGAS Comprende FPO impianto PSA per il trattamento fino a 500 Nm^3/h di biogas grezzo	1.407.500,00
IMPIANTO DISTRIBUZIONE CNG Impianto da 130-135 Nmc/h BM con capacità di rifornimento di c.ca 100 veicoli/d	600.000,00

2.3 VOCI DI COSTO

Sono state prese in considerazione le principali voci di costo che si possono così descrivere:

- Costi energia elettrica (EE): è stato valutato un costo unitario pari a 0,115 €/kWh consumato;
- Reagenti depurazione biogas: è stato valutato come consumo di soda a dosaggi standard per mc di biogas acquistata al prezzo di 0,2 €/kg;
- Costi annui upgrading biogas: valore forfettario di 336.100 €/y corrispondente ad impianto fino a 500; Nm^3/h (comprende costi operativi, costo del personale, costo O&M, costo del capitale)
- Costo distributore CNG: valore medio di 0,1 €/kg BM erogato;

[5] Politecnico di Milano, Contratto di ricerca Lura Ambiente Srl, "Analisi di fattibilità preliminare della digestione anaerobica di fanghi di depurazione e frazione organica dei rifiuti"; Bonomo, Consonni et al. 2006

[6] Veneto Agricoltura e AIEL, "Purificazione ed Upgrading del Biogas in Biometano, 2010; http://www.venetoagricoltura.org/basic.php?ID=2074

- Metano riscaldamento digestori: è il costo del combustibile alternativo al biogas necessario per mantenere in temperatura i digestori qualora si decida di trasformare tutto il biogas in biometano; si è ipotizzato di usare gas metano di rete prelevato a 0,5 €/Sm^3;
- Analisi di laboratorio: valore forfettario pari a 1.000 €/mese
- Manutenzione: valore stimato pari all'1% dell'importo totale investimenti.
- Personale: valore forfettario di 100.000 € pari a 3-4 unità di personale a tempo pieno;
- Assicurazioni: valore forfettario 10.000 €;
- Avviamento a recupero rifiuti: si è considerato il digestato avviato a recupero, anche nel caso tale recupero sia energetico per il conferimento al termovalorizzatore dopo essiccamento;
- Avviamento a smaltimento rifiuti: si è ipotizzato di inviare a smaltimento il 20% in peso dello scarto prodotto rispetto alla frazione organica in ingresso.

2.4 VOCI DI RICAVO

Per le voci di ricavo si sono considerate tre possibili entrate:

- Tariffa di conferimento della FORSU: è il valore di ritiro del rifiuto organico conferito all'impianto; è stato valutato pari a 80 €/t in linea con i valori medi di ritiro degli impianti di recupero.
- Vendita energia elettrica: è il ricavo ottenuto dalla cessione alla rete dell'energia elettrica prodotta. Si è ipotizzato di cedere tutta l'energia elettrica alla rete e di prelevare dalla stessa quella necessaria ai consumi dell'impianto. L'energia ceduta è stata valorizzata secondo gli importi previsti per la Tariffa Omnicomprensiva, valida per gli impianti entro 1 MW di potenza installata. Per una prima valutazione (RICAVI1) l'incentivo considerato è quello attuale di 0,18 € kwh. In seconda battuta (RICAVI2) si è ipotizzato il nuovo incentivo di 0,137 €/kWh come media pesata dell'energia proveniente dal biogas prodotto dai fanghi e di quello proveniente dalla FORSU.
- Vendita biometano: anche in questo caso, come per i ricavi dalla vendita dell'elettricità, si sono fatte due ipotesi. Nella prima (RICAVI1) si è ipotizzato che il biometano sia venduto all'attuale prezzo di vendita per autotrazione, pari a 0,95 €/kg. Nella seconda ipotesi si è ipotizzato un incentivo di 1,2 €/Nm^3, pari a 1,67 €/kg, come indicato da recenti pubblicazioni come valore corretto di compensazione per favorire la diffusione di questa interessante forma di valorizzazione del biogas rispetto alle trasformazioni energetiche dirette.

A pagina seguente si riporta il confronto tra le voci di bilancio economico calcolate in base al modello descritto.

VOCE INVESTIMENTO	cogeneratore	essiccatore	biometano	ess+cogen
adeguamento DA	840.000,00	840.000,00	840.000,00	840.000,00
sistema ricezione e trattamento forsu + trattamento aria	1.042.000,00	1.042.000,00	1.042.000,00	1.042.000,00
desolforazione e deumidificazione biogas	168.471,32	168.471,32	168.471,32	168.471,32
opere civili capannone ricevimento forsu	420.000,00	420.000,00	420.000,00	420.000,00
cogeneratore	898.835,85			509.823,90
essiccatore		1.000.000,00		1.000.000,00
upgrading biogas			1.407.500,00	
impianto distribuzione cng			600.000,00	
INVESTIMENTI TOTALI	**3.369.307,17**	**3.470.471,32**	**4.477.971,32**	**3.980.295,22**

VOCE COSTO	cogeneratore	essiccatore	biometano	ess+cogen
EE sistema ricezione e trattamento forsu + TRATTAMENTO ARIA	99.679,20	99.679,20	99.679,20	99.679,20
EE desolforazione e deumidificazione biogas	53.441,66	53.441,66	53.441,66	53.441,66
REAG desolforazione e deumidificazione biogas	87.026,52	87.026,52	87.026,52	87.026,52
costi annui upgrading biogas			336.100,00	
COSTO distr CNG			115.526,11	
EE ESSICCATORE		64.400,00		64.400,00
metano per riscaldamento digestori (€/mc)			143.549,01	
Analisi di laboratorio	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00
manutenzione	33.693,07	34.704,71	44.779,71	39.802,95
personale	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
Assicurazioni	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
avviamento a smaltimento/recupero digestato	577.800,00	222.500,00	577.800,00	222.500,00
avviamento a smaltimento rifiuti	327.360,00	327.360,00	327.360,00	327.360,00
COSTI TOTALI	**1.301.000,46**	**1.011.112,10**	**1.907.262,22**	**1.016.210,34**

RICAVI 1

VOCE RICAVO INCENTIVO ATTUALE	cogeneratore	essiccatore	biometano	ess+cogen
tariffa conferimento FORSU	1.190.400,00	1.190.400,00	1.190.400,00	1.190.400,00
vendita EE tariffa OMNI	1.142.050,26			647.776,25
vendita BIOMETANO			1.097.498,09	
TOT RICAVI	**2.332.450,26**	**1.190.400,00**	**2.287.898,09**	**1.838.176,25**

RICAVI 2

VOCE RICAVO INCENTIVI FUTURI	cogeneratore	essiccatore	biometano	ess+cogen
tariffa conferimento FORSU	1.190.400,00	1.190.400,00	1.190.400,00	1.190.400,00
vendita EE tariffa OMNI	870.496,09			493.749,45
vendita BIOMETANO			1.925.435,24	
RICAVI TOTALI	**2.060.896,09**	**1.190.400,00**	**3.115.835,24**	**1.684.149,45**

2.5 CRITERI DI VALUTAZIONE ECONOMICA

Per la valutazione economica dell'investimento si è utilizzato un criterio incrementale, ovvero si sono considerati solo investimenti, costi e ricavi relativi all'adeguamento dell'impiantistica esistente al ricevimento della frazione organica solida.

Il metodo di valutazione scelto per mettere a confronto le diverse opportunità di investimento è prettamente economico: sono stati volutamente esclusi dalle valutazioni fenomeni di inflazione o costi finanziari accessori.

L'analisi dei flussi di cassa è stata eseguita valutando, per ogni ipotesi di investimento, i tre tradizionali indicatori di riferimento:

VAN: ***valore attuale netto***; rappresenta la differenza tra il valore attuale dei flussi di cassa futuri generati per effetto della nuova attività resa possibile a seguito dell'investimento e i costi necessari per l'investimento. I flussi di cassa generati, ottenuti come differenza tra ricavi di progetto e costi di gestione previsti, sono attualizzati a un tasso di sconto detto anche costo medio ponderato del capitale che rappresenta il tasso di redditività attesa per un investimento alternativo avente il medesimo rischio di quello che si vuole valutare. La formula di calcolo del VAN si può esprimere come:

$$VAN = -C_o + \sum_{k=1}^{n} \frac{C_k}{(1+r_w)^k}$$

Dove

- Co=investimento iniziale
- Ck=flusso di cassa al momento k
- rw=costo medio ponderato del capitale
- n=numero massimo degli intervalli temporali (orizzonte temporale di osservazione).

Nel confronto tra investimenti diversi risulta migliore quello a VAN positivo maggiore.

TIR: ***tasso interno di rendimento*** o tasso implicito (TIM); rappresenta il tasso di sconto per cui il valore della somma dei flussi di cassa futuri generati dall'investimento eguaglia il costo iniziale d'investimento. Si può anche interpretare come il costo massimo sopportabile di raccolta del capitale necessario per l'investimento affinché esso mantenga la sua convenienza economica.

Il TIR si ottiene ponendo il VAN uguale a zero nella formula precedente e ricavando il valore del tasso. L'equazione che si ottiene può essere di tipo polinomiale di grado superiore al primo, da cui è possibile che per uno stesso investimento vi siano più valori del VAN. Ne discende che il VAN non è un metodo che consente di confrontare più investimenti in quanto per ogni investimento si possono avere più soluzioni dell'equazione VAN=0.

PBP: ***Pay Back Period*** o tempo di rimborso dell'investimento; è l'intervallo temporale che intercorre tra l'inizio dell'attività ed il momento in cui i flussi di cassa generati hanno completamente recuperato

l'investimento iniziale. Nel grafico dei flussi di cassa cumulati è il momento in cui si ha il primo valore positivo, si raggiunge cioè quello che si definisce Break Even Point.

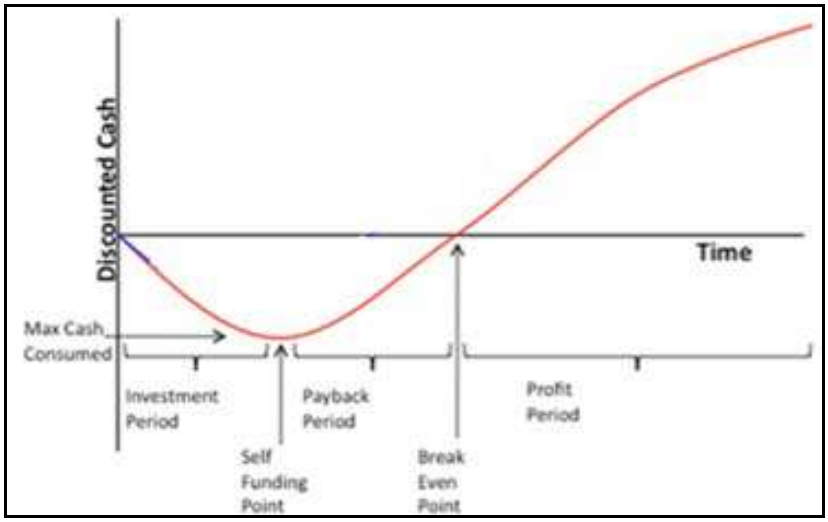
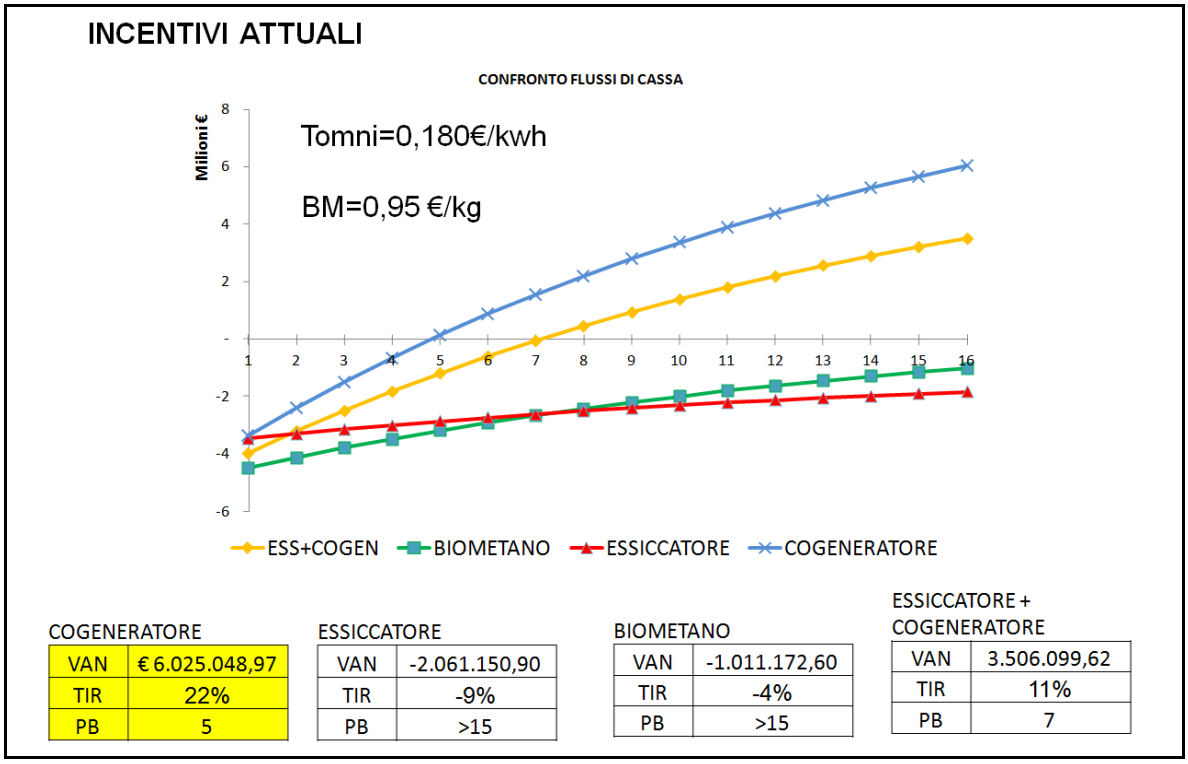


Grafico 1 – esempio di pay-back period

3. ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA

In considerazione della tipologia di investimento ipotizzato, dei fattori di rischio correlati e della situazione attuale di costo del denaro si è ipotizzato un costo medio del capitale per il calcolo del VAN pari al 7%.

Si riportano a seguire i risultati ottenuti per le simulazioni nei due casi citati di "incentivi attuali" (RICAVI 1) e di "nuovi incentivi" (RICAVI 2), rimandando all'Allegato per gli sviluppi dei flussi di cassa annuali.



COGENERATORE

VAN	€ 6.025.048,97
TIR	22%
PB	5

ESSICCATORE

VAN	-2.061.150,90
TIR	-9%
PB	>15

BIOMETANO

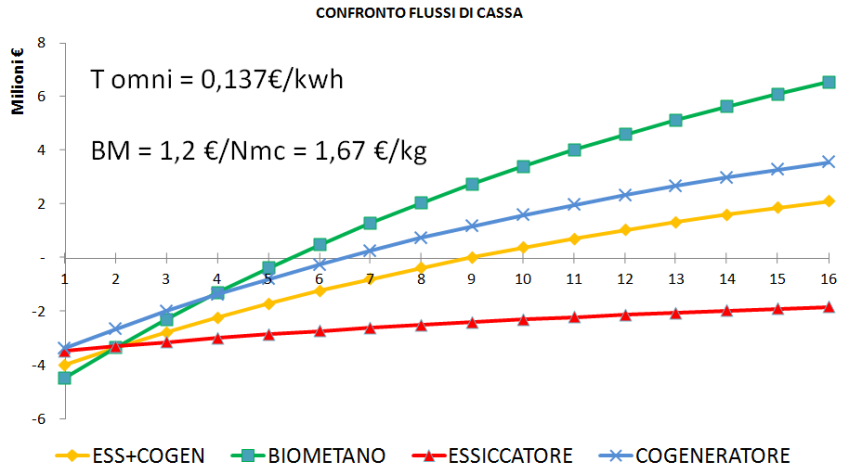
VAN	-1.011.172,60
TIR	-4%
PB	>15

ESSICCATORE + COGENERATORE

VAN	3.506.099,62
TIR	11%
PB	7

Grafico 2 – analisi dei flussi dei cassa nell'ipotesi degli "incentivi attuali" (RICAVI 1)

NUOVI INCENTIVI



COGENERATORE

VAN	€ 3.551.756,90
TIR	13%
PB	6

ESSICCATORE

VAN	-1.837.532,52
TIR	-9%
PB	>15

BIOMETANO

VAN	6.529.607,79
TIR	18%
PB	5

ESSICCATORE + COGENERATORE

VAN	2.103.236,80
TIR	7%
PB	8

Grafico 3 – analisi dei flussi dei cassa nell'ipotesi dei "nuovi incentivi" (RICAVI 2)

4. CONCLUSIONI

Il confronto economico tra le diverse alternative di investimento prese in considerazione porta alle seguenti conclusioni.,

- In riferimento agli aspetti di investimento si deve tener presente che vi sono voci poco comprimibili che incidono per c.ca 2,4 milioni di € su un totale complessivo di investimento stimato che varia dai c.ca 3,4 milioni di € (cogenerazione) a circa 4,5 milioni di € (biometano). Questo aspetto comporta una attenta valutazione di eventuali downsizing di impianto per trattare quantitativi inferiori alle 50 t/d (15.000 t/y) ipotizzati.
- L'investimento che produce il VAN maggiore è, alle condizioni attuali di incentivazione, la completa cogenerazione del biogas prodotto. Nell'ipotesi che si manifestino le nuove tariffe incentivanti, che prevedono un minore sostegno alla produzione di energia elettrica rispetto a quello attualmente in vigore e un nuovo incentivo per la produzione di biometano, la trasformazione che produce il VAN maggiore è proprio quella che prevede quest'ultima produzione.
- La produzione di biometano, pur presentando i costi di investimento e di gestione più elevati rispetto alle altre alternative può portare nuove economie nel caso si ipotizzi ad esempio l'utilizzo dello stesso in sostituzione del combustibile per l'alimentazione dei mezzi di servizio. Tale ipotesi porta vantaggi soprattutto nel lungo periodo in quanto consente di diminuire sensibilmente il costo di acquisto del carburante, che sarebbe suscettibile ai soli aumenti dei costi dei fattori di produzione (energia, reagenti e costo del lavoro). In tale ottica potrebbe essere anche interessante valutare la possibilità di stabilire accordi con altri soggetti esterni alla gestione dell'impianto di studio, interessati all'acquisto del biometano per l'approvvigionamento dei propri mezzi, quali ad esempio l'azienda che gestisce la raccolta dei rifiuti urbani o l'azienda locale che gestisce il trasporto pubblico. Con tali soggetti si potrebbero stabilire forniture di lunga durata a condizioni economicamente vantaggiose rispetto ai prezzi di mercato.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV (2006) "Analisi di fattibilità preliminare della digestione anaerobica di fanghi e frazione organica dei rifiuti"; Politecnico di Milano, contratto di ricerca; luglio 2006

AA.VV. (2008) "Feasibility Study – Biogas Upgrading and grid injection in the Fraser Valley, British Columbia", Electrigaz Technologies Inc; June 2008

AA.VV (2010) "Purificazione e upgrading del biogas in biometano", Veneto Agricoltura e Associazione Italiana Energie Agroforestali – AIEL; febbraio 2010

AAVV. (2010) "Increased biogas production at the Henriksdal wastewater treatment plant", June 2010; pubblicazione tecnica nell'ambito del progetto Europeo Biogasmax, http://www.biogasmax.eu/

Allen Kani Associates with Enviros RIS Ltd (2010) "WDO Study: implications of different waste feed streams (source-separated organics and mixed waste) on collection options and anaerobic digestion processing facility design, equipment and costs", Prepared for the City of Toronto, Consultants. Dicembre 2001

Frigerio M. (2009) "Biometano per autotrazione: tecnologie, analisi energetica, analisi economica e calcolo degli incentivi",; Politecnico di Milano, Facoltà di Ingegneria Industriale, Corso di Laurea specialistica, Tesi di Laurea in Ingegneria Energetica

Guilford N.G.H. (200) "A new technology for the anaerobic digestion of organic waste", thesis submitted in conformity with the requirements for the Degree of Master of Engineering Graduate Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry University of Toronto

Keller M. (2007) "Anaerobic digestion outlook for msw sterams",; BioCycle, Agosto 2007

Recycling Council of Alberta (2006) "Municipal Solid Waste (MSW) Options: Integrating Organics Management and Residual Treatment/Disposal", Aprile 2006; www.mwin.org

United States Department of Agricolture (2007) "An analysis of energy production costs from anaerobic digestion system on U.S. livestock production facilities", Natural Resources Conservation Service; Ottobre 2007

Whyte R. and Perry G. (2001) "A rough guide to anaerobic digestion cost and msw diversion", BioCycle, Ottobre 2001

ALLEGATO 1 – SVILUPPO DEI FLUSSI DI CASSA PER NELLE IPOTESI DI INVESTIMENTO

Di seguito si riportano le tabelle di calcolo relative al modello economico con l'analisi dei flussi di cassa nel caso dell'ipotesi degli incentivi attuali (RICAVI 1) e dei "nuovi incentivi" (RICAVI 2).

IPOTESI RICAVI 1:

COGENERATORE																
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	3.369.307,17															
Ricavi lordi		2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450	2.332.450
Costi di gestione		1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000
Ricavi netti		1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450
Flusso di Cassa	-3.369.307	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450	1.031.450
FdC attualizzato	-3.369.307	963.972	900.908	841.970	786.888	735.409	687.299	642.335	600.313	561.040	524.337	490.034	457.976	428.015	400.014	373.845
Cumulato	-3.369.307	-2.405.335	-1.504.427	-662.457	124.431	859.841	1.547.139	2.189.474	2.789.788	3.350.828	3.875.165	4.365.199	4.823.175	5.251.190	5.651.204	6.025.049
VAN	€ 6.025.048,97															
TIR	22%															
PB	4															

ESSICCATORE																
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	3.470.471,32															
Ricavi lordi		1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400
Costi di gestione		1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112
Ricavi netti		179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288
Flusso di Cassa	-3.470.471	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288
FdC attualizzato	-3.470.471	167.559	156.597	146.352	136.778	127.830	119.467	111.651	104.347	97.521	91.141	85.178	79.606	74.398	69.531	64.982
Cumulato	-3.470.471	-3.302.913	-3.146.316	-2.999.963	-2.863.185	-2.735.356	-2.615.888	-2.504.237	-2.399.890	-2.302.369	-2.211.228	-2.126.050	-2.046.444	-1.972.046	-1.902.515	-1.837.533

ESSICCATORE																	
VAN	**-€ 1.837.532,52**																
TIR	**-9,37%**																
PB	**>15**																

BIOMETANO																	
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Investimento	4.477.971,32																
Ricavi lordi		2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	2.287.898	
Costi di gestione		1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	
Ricavi netti		380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	
Flusso di Cassa	-4.477.971	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	380.636	
FdC attualizzato	-4.477.971	355.734	332.462	310.712	290.385	271.388	253.634	237.041	221.534	207.041	193.496	180.837	169.007	157.950	147.617	137.960	
Cumulato	-4.477.971	-4.122.237	-3.789.775	-3.479.063	-3.188.677	-2.917.289	-2.663.655	-2.426.614	-2.205.081	-1.998.040	-1.804.544	-1.623.707	-1.454.700	-1.296.750	-1.149.133	-1.011.173	
VAN	**-€ 1.011.172,60**																
TIR	**-4%**																
PB	**>15**																

ESS+COGEN																	
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Investimento	3.980.295,22																
Ricavi lordi		1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	1.838.176	
Costi di gestione		1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	
Ricavi netti		821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	
Flusso di Cassa	-3.980.295	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	821.966	

ESS+COGEN																
FdC attualizzato	-3.980.295	768.192	717.937	670.969	627.074	586.050	547.711	511.879	478.392	447.095	417.846	390.510	364.963	341.087	318.773	297.918
Cumulato	-3.980.295	-3.212.103	-2.494.166	-1.823.197	-1.196.123	-610.073	-62.362	449.517	927.909	1.375.004	1.792.849	2.183.359	2.548.322	2.889.409	3.208.181	3.506.100
VAN	**€ 3.506.099,62**															
TIR	**11%**															
PB	**7**															

IPOTESI RICAVI 2

COGENERATORE																
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	3.369.307,17															
Ricavi lordi		2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896	2.060.896
Costi di gestione		1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000	1.301.000
Ricavi netti		759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896
Flusso di Cassa	-3.369.307	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896	759.896
FdC attualizzato	-3.369.307	710.183	663.722	620.301	579.721	541.795	506.351	473.225	442.266	413.333	386.292	361.021	337.403	315.330	294.701	275.421
Cumulato	-3.369.307	-2.659.124	-1.995.402	-1.375.101	-795.380	-253.585	252.765	725.990	1.168.256	1.581.589	1.967.882	2.328.903	2.666.305	2.981.635	3.276.336	3.551.757
VAN	**€ 3.551.756,90**															
TIR	**13%**															
PB	**6**															

ESSICCATORE																
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	3.470.471,32															
Ricavi lordi		1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400	1.190.400
Costi di gestione		1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112	1.011.112
Ricavi netti		179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288
Flusso di Cassa	-3.470.471	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288	179.288
FdC attualizzato	-3.470.471	167.559	156.597	146.352	136.778	127.830	119.467	111.651	104.347	97.521	91.141	85.178	79.606	74.398	69.531	64.982
Cumulato	-3.470.471	-3.302.913	-3.146.316	-2.999.963	-2.863.185	-2.735.356	-2.615.888	-2.504.237	-2.399.890	-2.302.369	-2.211.228	-2.126.050	-2.046.444	-1.972.046	-1.902.515	-1.837.533

ESSICCATORE																	
VAN	**-€ 2.061.150,90**																
TIR	**-9,37%**																
PB	**>15**																

BIOMETANO																	
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	4.477.971,32																
Ricavi lordi		3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835	3.115.835
Costi di gestione		1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262	1.907.262
Ricavi netti		1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573
Flusso di Cassa	-4.477.971	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573	1.208.573
FdC attualizzato	-4.477.971	1.129.507	1.055.614	986.556	922.015	861.696	805.323	752.639	703.400	657.384	614.377	574.184	536.621	501.515	468.705	438.042
Cumulato	-4.477.971	-3.348.464	-2.292.849	-1.306.294	-384.279	477.417	1.282.740	2.035.378	2.738.779	3.396.163	4.010.540	4.584.724	5.121.345	5.622.860	6.091.565	6.529.608
VAN	**€ 9.660.092,15**															
TIR	**18%**															
PB	**5**															

ESS+COGEN																
ANNO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	3.980.295,22															
Ricavi lordi		1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149	1.684.149
Costi di gestione		1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210	1.016.210
Ricavi netti		667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939

ESS+COGEN																
Flusso di Cassa	-3.980.295	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939	667.939
FdC attualizzato	-3.980.295	624.242	583.404	545.237	509.568	476.231	445.076	415.959	388.747	363.315	339.546	317.333	296.573	277.171	259.038	242.092
Cumulato	-3.980.295	-3.356.053	-2.772.649	-2.227.412	-1.717.844	-1.241.613	-796.537	-380.578	8.169	371.483	711.030	1.028.363	1.324.936	1.602.107	1.861.145	2.103.237
VAN	**€ 2.103.236,80**															
TIR	**7%**															
PB	**8**															

ALLEGATO 2 – FLUSSI DI CASSA PER 24 t/d DI FORSU TRATTATA

Di seguito si riporta un grafico con l'analisi dei flussi di cassa nel caso di 24 t/d di FORSU trattate.

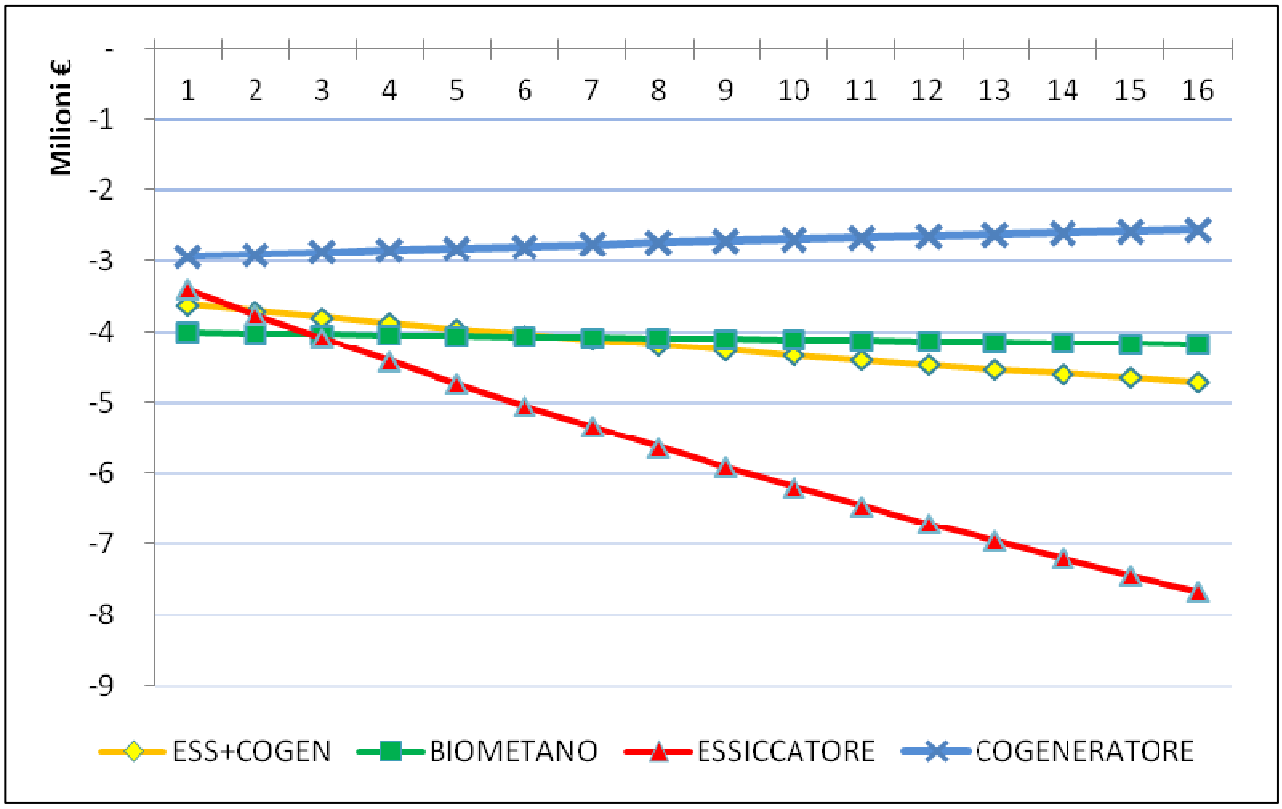


Grafico 3 – analisi dei flussi dei cassa per 24 t/d di FORSU trattate