



*NE Nomisma Energia Srl e IGW Srl
per **ASET S.p.A.***

**STUDI DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
PER IL SETTORE BIOMETANO DA FORSU**

**MODULO 1 - STUDIO DI PREFATTIBILITÀ
TECNICO-ECONOMICA**

Bologna, 20 Novembre 2018

Indice

Indice	2
PREMESSA.....	3
1 DESCRIZIONE INIZIATIVA DI ASET S.P.A. E SITING DELL’IMPIANTO	5
1.1 <i>Descrizione del servizio ambientale svolto da ASET</i>	5
1.2 <i>Disponibilità FORSU e sfalci di verde</i>	8
1.3 <i>Caratteristiche merceologiche FORSU</i>	13
2 POSSIBILI UBICAZIONI DELL’IMPIANTO BIOMETANO	14
3 ITER AUTORIZZATIVO DA ESPLETARE	16
3.1 <i>Riferimenti normativi.....</i>	17
3.2 <i>L’Autorizzazione Integrata Ambientale</i>	17
3.3 <i>Fasi della VIA e relative tempistiche</i>	18
4 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELL’IMPIANTO	19
4.1 <i>Processo Dry (tecnologia di processo non congrua per elevati quantitativi)</i>	19
4.2 <i>Processo Semi-dry.....</i>	23
4.3 <i>Processo Wet</i>	31
4.4 <i>Tecnologie semi-dry e wet a confronto</i>	36
4.5 <i>Linea di upgrading del biogas.....</i>	37
4.6 <i>Pregi e difetti delle tecnologie PSW e Membrane a confronto.....</i>	41
4.7 <i>Destinazioni del biometano</i>	41
5 BILANCIO ENERGETICO ED INDIVIDUAZIONE DEI FLUSSI ENERGETICI DELL’IMPIANTO	43
6 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ DELL’IMPIANTO	46
7 CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEL PROGETTO	49
8 ANALISI DEL COSTO DI INVESTIMENTO (CAPEX).....	51
8.1 <i>Premesse.....</i>	51
8.2 <i>Descrizione dei CAPEX delle soluzioni per le diverse taglie di impianto</i>	52
9 ANALISI DEI COSTI OPERATIVI (OPEX)	55
9.1 <i>Premesse.....</i>	55
9.2 <i>Descrizione degli OPEX delle soluzioni per le diverse taglie di impianto</i>	55
10 ANALISI DELLA REDDITIVITÀ DELL’INVESTIMENTO.....	59
10.1 <i>Premesse.....</i>	59
10.2 <i>Struttura dei ricavi di Progetto</i>	61
10.3 <i>Struttura del finanziamento</i>	63
10.4 <i>Risultati.....</i>	64
10.5 <i>Conclusioni.....</i>	75
10.6 <i>Spunti di approfondimento.....</i>	75
Allegato 1 – Descrizione degli indici economico – finanziari.....	77

L'entrata in vigore del DM 02/03/2018 completa, finalmente, il quadro normativo di riferimento per l'incentivazione del biometano, rendendo valutabili, in primis, i piani di investimento nella produzione da FORSU per il mercato dei trasporti. Interessanti, in questo ambito, appaiono le possibilità di valutare sia impianti green field che progetti di revamping/repowering dei biogas elettrici esistenti, in particolare per i soggetti che svolgono già attività di raccolta e trattamento della FORSU.

In data 29/10/2018 ASET S.p.A. a controllo pubblico, che gestisce fondamentali servizi come l'approvvigionamento idrico, la depurazione e lo smaltimento di acque reflue, l'igiene ambientale e i settori connessi, il laboratorio analisi per il comprensorio di 14 comuni della vallata del Metauro, ha commissionato mediante relativa conferma d'ordine a NE Nomisma Energia Srl uno studio preliminare di fattibilità tecnico-economica volto ad individuare la migliore scelta progettuale per la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica alimentata a FORSU e indicazione di massima tecnico-economica. Lo studio preliminare di fattibilità tecnico-economica, realizzato in collaborazione con IGW Srl, riguarderà la soluzione progettuale idonea al soddisfacimento dell'esigenza di gestione a livello territoriale provinciale e interprovinciale di FORSU e sfalci di verde.

Scopo del lavoro:

- 1. Inquadramento territoriale del sito individuato per l'installazione dell'impianto (corografia, stralcio del piano regolatore generale comunale, verifica della compatibilità con gli strumenti urbanistici vigenti, analisi vincoli ambientali ed urbanistici esistenti);*
- 2. Dimensionamento di massima dell'impianto in riferimento ai quantitativi di FORSU a disposizione del Committente;*
- 3. Analisi di pre-fattibilità concernente l'allaccio alla rete Snam o altro trasportatore/distributore;*
- 4. Bilancio Energetico ed individuazione dei flussi energetici dell'impianto;*
- 5. Analisi di producibilità del biometano in riferimento ai quantitativi stimati di FORSU disponibile in alimentazione;*
- 6. Analisi producibilità di biometano;*
- 7. Individuazione di un possibile layout impiantistico in riferimento al tipo di biomassa in alimentazione e ai quantitativi di FORSU disponibili;*
- 8. Redazione del cronoprogramma di massima del progetto;*
- 9. Indicazione di massima dei costi di investimento con sensibilità su valori di minimo e massimo;*
- 10. Indicazione di massima dei costi operativi (energetici, di gestione impianto, personale, assicurativi, etc.) con sensibilità su valori di minimo e massimo;*
- 11. Indicazione dei ricavi in funzione del possibile schema incentivante di cui al DM MISE 2 marzo 2018;*
- 12. Analisi di massima della redditività dell'investimento in termini di MOL, Flusso di cassa a disposizione del debito, TIR, VAN, tempo di ritorno.*



1 DESCRIZIONE INIZIATIVA DI ASET S.P.A. E SITING DELL'IMPIANTO

Al fine di ottimizzare il ciclo dei rifiuti del comprensorio della Valle del Metauro in ottica economia circolare, ASET S.p.A. intende realizzare sul territorio del Comune di Fano un impianto di produzione di biometano alimentato con la frazione organica dei rifiuti solidi urbani derivanti dalla raccolta differenziata e dal verde urbano. Il presente studio prevede lo sviluppo dell'iniziativa in funzione dei quantitativi delle matrici disponibili a regime e dei quantitativi residui che si intendono reperire a mercato. Le tre casistiche di realizzazione ipotizzate sono di seguito riportate:

- **Caso 1:** Intervento in autonomia da parte di ASET con sfruttamento della capacità residuale di impianto anche mediante conferimenti di soggetti terzi (ca. 25.000 t/anno di FORSU);
- **Caso 2:** Intervento in sinergia con Marche Multiservizi, sfruttando un bacino di raccolta esteso al territorio della Provincia PU e possibili conferimenti da parte di altri soggetti terzi (ca. 60.000 t/anno di FORSU);
- **Caso 3:** Intervento in sinergia con ATA 2 di Ancona, ampliando il bacino di raccolta su scala extra-provinciale e possibili conferimenti da parte di altri soggetti terzi (ca. 100.000 t/anno di FORSU).

1.1 Descrizione del servizio ambientale svolto da ASET

Il Servizio di Igiene Ambientale dell'ASET S.p.A. effettua, per conto dei comuni soci, servizi di gestione dei rifiuti urbani e assimilati. La tipologia e lo standard dei servizi sono regolati da appositi contratti di servizio stipulati con ciascun Comune socio. Si riporta di seguito il dettaglio dei comuni con indicazione dei servizi effettuati.

Comune	Raccolta RSU	Raccolta differenziata	Gestione centro raccolta differenziata	Composter
Cartoceto	✓	✓	✗	✓
Fano	✓	✓	✓	✓
Fossombrone	✓	✓	✗	✓
Isola del piano	✓	✓	✗	✗
Mondavio	✓	✓	✗	✓
Monte Porzio	✓	✓	✗	✗
Monte Falcino	✓	✓	✗	✗
Colli del Metauro	✓	✓	✓	✗
Pergola	✓	✓	✓	✓
S. Ippolito	✓	✓	✗	✗
San Costanzo	✓	✓	✗	✗

Legenda

✓ Servizio svolto direttamente

✗ Servizio non svolto direttamente

Tabella 1 – Servizi garantiti da ASET ai comuni soci

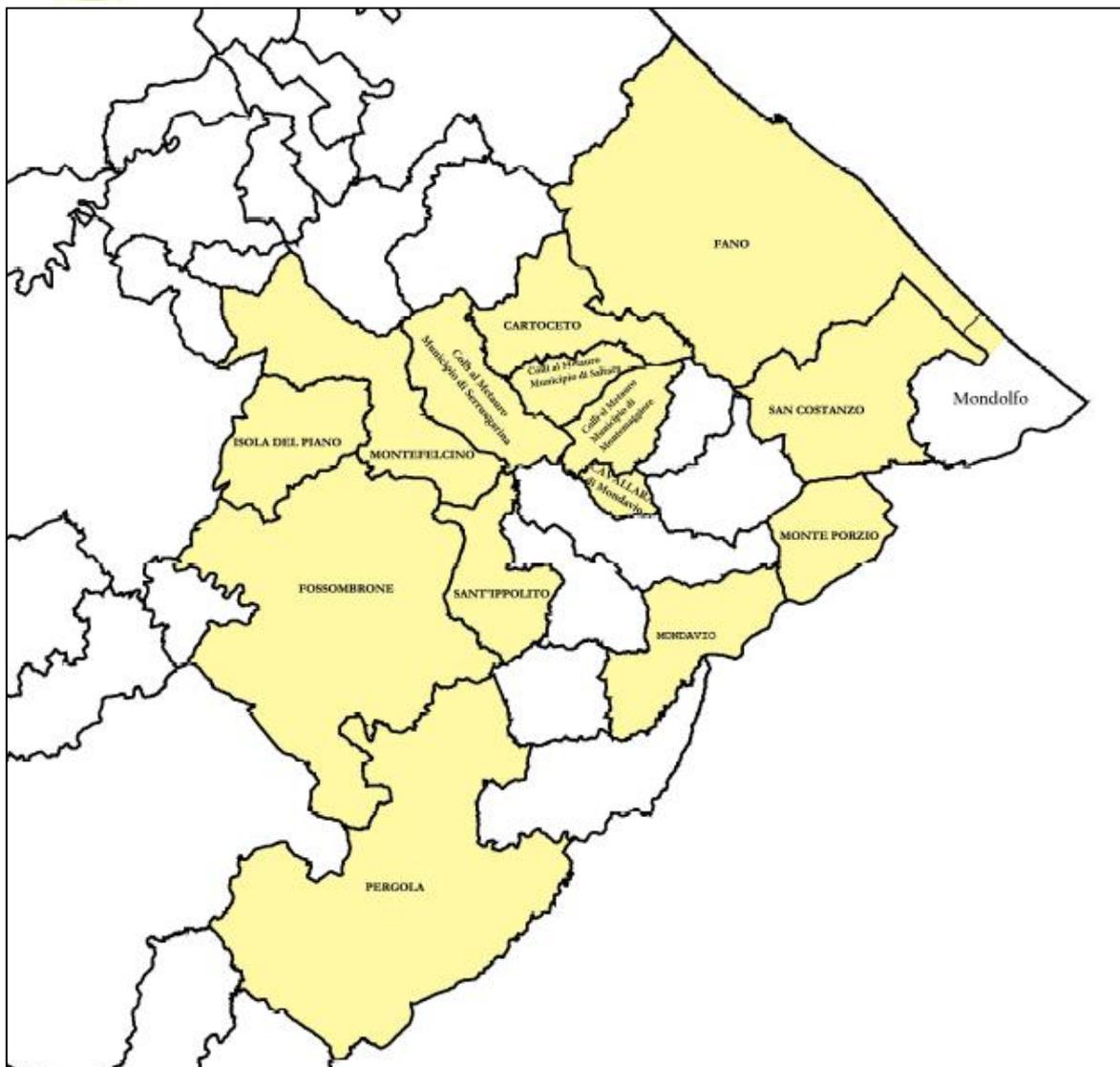


Figura 1 – Mappa con indicazione dei comuni serviti da ASET

Nel 2013 ASET ha raccolto oltre 20.000 tonnellate di FORSU, costituite da scarti alimentari di cucina (sia domestici che da mense e ristoranti), dalla gestione dei giardini pubblici e privati (sfalci, potature, foglie) e dai mercati (scarti ortofrutticoli).

Il rifiuto organico viene raccolto:

- a domicilio presso le utenze domestiche dove è attivo il servizio “porta a porta” utilizzando i contenitori di colore marrone e sacchetti in mater-bi forniti dal comune di competenza;
- a domicilio presso le grandi utenze (ristoranti, bar, mense ecc.), utilizzando i bidoni di colore marrone e sacchi in mater-bi forniti da ASET;
- dove attivo il servizio di prossimità a mezzo di bidoni stradali di colore marrone con l’utilizzo di sacchi in mater-bi.

Il servizio di ritiro “porta a porta” della frazione organica per le utenze domestiche è effettuato con mezzi a vasca con frequenza bisettimanale nel periodo invernale e trisettimanale nella zona mare durante la stagione

estiva. Per le utenze non domestiche, il servizio viene effettuato con cadenza pari a quattro volte a settimana nel periodo invernale e giornaliera (escluso la domenica) nel periodo estivo. L'organico raccolto viene scaricato dai mezzi a vasca in cassoni stagni e da qui travasato nei bilici della ditta che effettua il trasporto ed il conferimento presso gli impianti autorizzati.

L'erba, gli sfalci e le ramaglie sono invece raccolti:

- a mezzo di cassonetti stradali di colore verde;
- per quantitativi importanti, mediante il servizio di raccolta dei rifiuti ingombranti;
- presso il Centro di Raccolta Differenziata (CRD).

Il servizio stradale di raccolta di sfalci e potature è invece effettuato con cassonetti da 3,5 mc, scaricati con mezzi autocompattatori a carico laterale; risulta in altresì in funzione il servizio domiciliare a chiamata su prenotazione per potature di grossa pezzatura.

Dal 2010 risulta attivata una piattaforma dedicata alla lavorazione di sfalci e potature presso la discarica di Monte Schiantello, situata nel Comune di Fano. Questa piattaforma opera in sinergia con i Centri di Raccolta Differenziata esistenti sul territorio (Fano, Colli al Metauro e Pergola), permettendo a questi di continuare ad espletare il proprio servizio specificatamente riservato ai cittadini e alle utenze domestiche, mentre i grandi flussi di verde prodotto da ditte, Enti, ecc. vengono lavorati direttamente sulla piattaforma dedicata in Discarica, con notevoli vantaggi soprattutto per le aziende del settore floro-vivaistico e di manutenzione del verde.

Sulla piazzola sopradescritta viene effettuata essenzialmente una attività di selezione e riduzione volumetrica del materiale conferito, al fine di elevare la qualità del materiale avviato a recupero ed ottimizzare i trasporti presso gli impianti di trattamento dedicati, attualmente fuori Provincia. Al fine di agevolare il conferimento del verde presso la piattaforma di raccolta del verde in discarica risulta garantito il libero accesso ai giardinieri.

L'obiettivo aziendale, in linea con le necessità del territorio, è senz'altro quello di aumentare la propria dotazione impiantistica, per raggiungere l'autonomia anche nella gestione delle frazioni merceologiche raccolte separatamente.

Si riportano di seguito le percentuali di raccolta differenziata dei comuni soci rilevate durante il triennio 2014-2016; nel complesso la percentuale risulta mediamente pari al 75%.

Comune	% Raccolta differenziata		
	2014	2015	2016
Cartoceto	73,95	75,06	74,15
Fano	72,78	74,08	75,22
Fossombrone	68,33	67,95	68,20
Isola del piano	64,00	66,81	69,26
Mondavio	73,98	73,84	73,43
Montemaggiore	71,47	70,83	69,87
Monte Felcino	74,10	72,58	73,21

Monte Porzio	74,50	73,66	75,23
Pergola	26,84	63,59	63,44
Saltara	74,12	73,10	71,95
San Costanzo	76,74	74,81	72,56
S. Ippolito	75,52	73,75	74,35
Serrungarina	71,85	71,46	72,46

Tabella 2 – Aliquote di raccolta differenziata raggiunte dai comuni soci (serie 2014-2016)

Si riportano di seguito i costi di trasporto e smaltimento relativi all'ultimo trimestre, con indicazione della stima per gli anni 2018 e 2019.

Anno	VERDE [€/t]	FORSU [€/t]
2015	34,5	95
2016	18,15	89
2017	18,15	89
2018-2019	43,83	103,63

Tabella 3 – Dettaglio tariffa di conferimento (trasporto + smaltimento)

Per quanto riguarda la tariffa 2018-2019, ai sopracitati costi, alla tariffa di conferimento relativa al verde urbano occorre sommare il costo per le attività di triturazione, cernita e caricamento, pari a € 14,91, mentre a quella della FORSU va aggiunto il costo relativo al caricamento, pari a € 9,13.

Pertanto, per l'anno corrente la tariffa della FORSU ammonta complessivamente a 112,76 €/t, mentre quella per il verde risulta pari a 58,74 €/t.

Ai fini della presente analisi verranno considerati valori al netto delle attività di trasferimento (anche multimodale) e trasporto: 75 €/t per la FORSU e 15 €/t per il verde urbano.

1.2 Disponibilità FORSU e sfalci di verde

Si riporta di seguito l'andamento mensile dei quantitativi di FORSU e di verde da sfalci di potatura dell'arredo urbano, ritirati da ASET sul territorio di competenza dei comuni soci durante il periodo 2015-2018 (parziale). Per quanto attiene gli sfalci di potatura, il dato riportato in tabella si riferisce al peso registrato presso il centro di raccolta; a riguardo si dà evidenza che durante il trasporto il materiale verde è soggetto ad un calo di peso pari a circa l'8%.

Si rileva che mediamente ASET conferisce in discarica circa 11.000 t/anno di FORSU ed un quantitativo pressoché simile di verde urbano (in media 10.000 t disponibili, considerando la perdita di peso).

Fatta eccezione per qualche Comune che deve sviluppare ancora qualche zona di raccolta, quasi tutti i comuni serviti da ASET sono a regime con la raccolta differenziata, pertanto, si può sostenere che le quantità sopra indicate sono da considerarsi a regime (21.000 t/anno).

ASET - FORSU (CER 20.01.08)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2015	862	764	897	833	867	981	1.190	1.097	882	822	843	896	10.933
2016	862	872	877	891	968	952	1.095	1.209	897	791	891	865	11.172
2017	852	805	831	779	936	964	1.119	1.107	836	838	812	815	10.694
2018	924	630	962	835	905	0	0	0	0	0	0	0	4.256

Tabella 4 – Quantitativi mensili di FORSU raccolta da ASET nel periodo 2015-2018 (parz.)

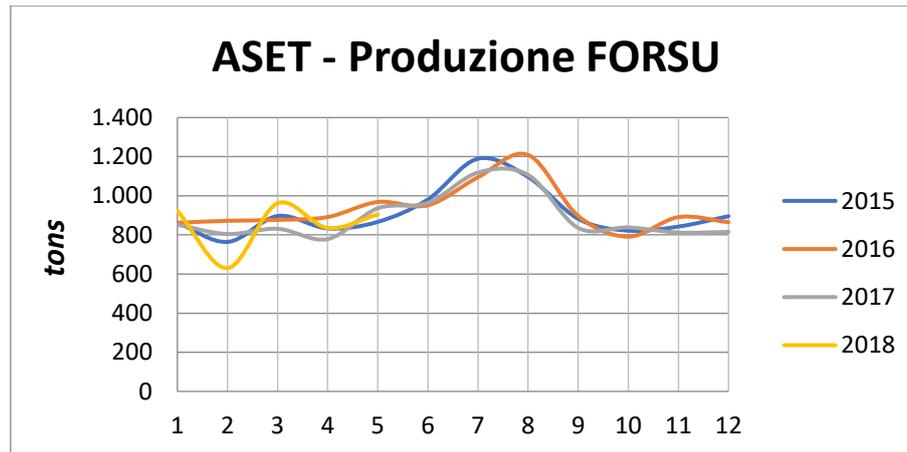


Figura 2 – Andamento mensile dei quantitativi di FORSU ritirata da ASET nell'ultimo triennio

ASET - VERDE URBANO (CER 20.02.01)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2015	483	476	893	1.086	1.239	1.212	719	649	712	819	941	801	10.030
2016	449	664	873	1.432	1.323	1.108	833	842	823	725	1.235	705	11.013
2017	420	596	1.213	984	1.167	913	649	535	727	861	918	605	9.588
2018	614	417	620	1.307	1.542	0	0	0	0	0	0	0	4.500

Tabella 5 – Quantitativi mensili di verde urbano raccolto da ASET nel periodo 2015-2018 (parz.)

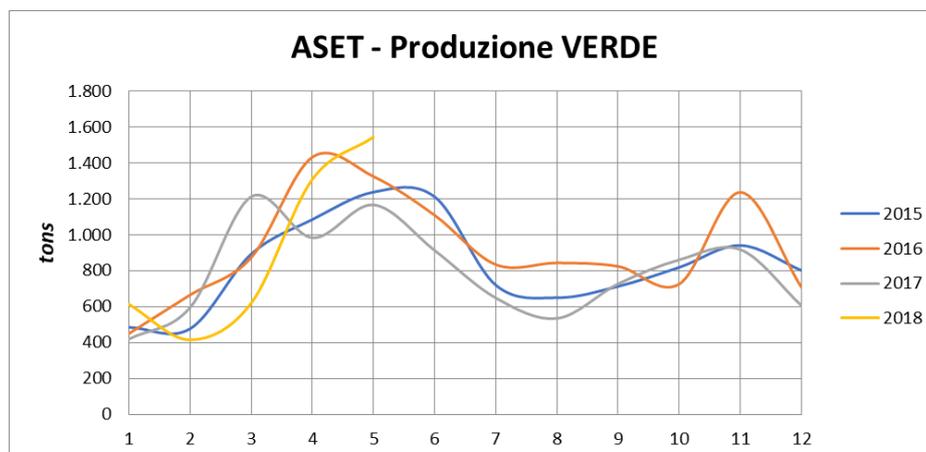


Figura 3 – Andamento mensile dei quantitativi di verde urbano ritirato da ASET nell'ultimo triennio

Al fine di valutare la fattibilità della realizzazione di un impianto a biometano di dimensioni superiori, condizione che permetterebbe all'iniziativa di risultare più virtuosa da un punto di vista sia economico che ambientale, si ipotizza di coinvolgere nel progetto anche Marche Multiservizi che copre il bacino di Pesaro e ATA2 S.p.A. di Ancona, che hanno garantito la propria disponibilità a conferire eventualmente i propri quantitativi di rifiuti presso il futuro impianto. Si riportano di seguito i dati di produzione delle sopracitate municipalizzate.

MARCHE MULTISERVIZI - FORSU (CER 20.01.08)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2015	918	828	973	1.015	1.076	1.146	1.290	1.270	1.048	940	981	1.040	12.526
2016	933	933	1.018	1.066	1.234	1.146	1.342	1.389	1.134	1.044	1.091	1.102	13.433
2017	1.049	992	1.158	1.111	1.340	1.372	1.647	1.679	1.339	1.330	1.365	1.415	15.799
2018	1.499	1.234	1.549	1.556	1.755	0	0	0	0	0	0	0	7.592

Tabella 6 – Quantitativi mensili di FORSU raccolta da MM nel periodo 2015-2018 (parz.)

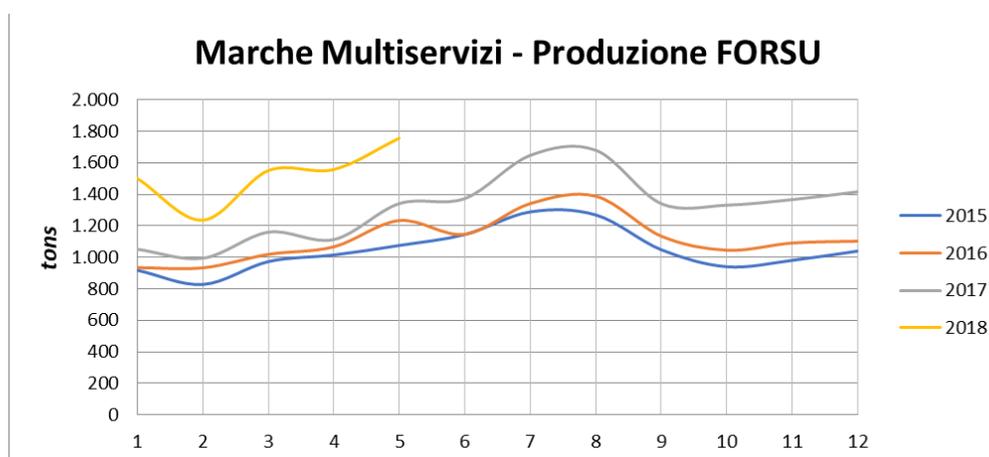


Figura 4 – Andamento mensile dei quantitativi di FORSU ritirata da Marche Multiservizi nell'ultimo triennio

MARCHE MULTISERVIZI - VERDE URBANO (CER 20.02.01)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2015	550	704	1.148	1.103	1.144	949	867	676	787	732	770	779	10.207
2016	738	957	1.050	1.401	1.475	1.088	757	619	837	1.150	1.160	773	12.004
2017	733	893	1.324	1.504	1.589	1.145	779	696	915	1.078	815	184	11.654
2018	803	752	877	1.607	1.916	0	0	0	0	0	0	0	5.954

Tabella 7 – Quantitativi mensili di verde urbano raccolto da MM nel periodo 2015-2018 (parz.)

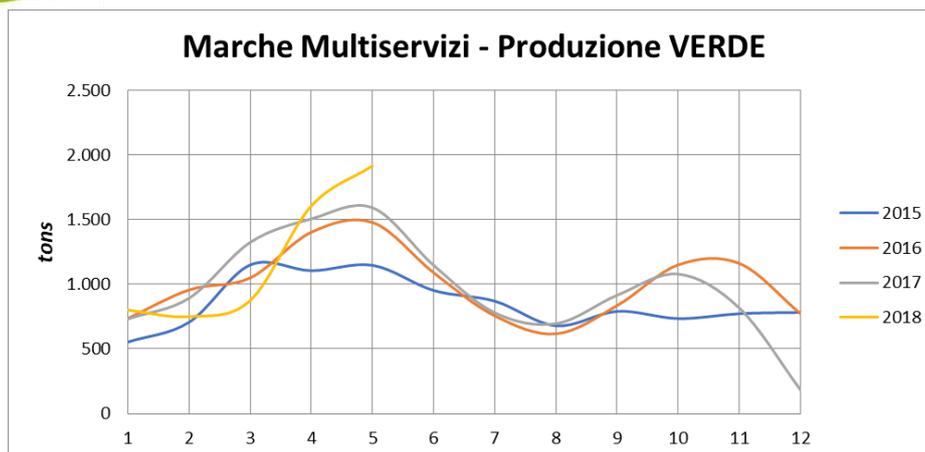


Figura 5 – Andamento mensile dei quantitativi di verde urbano ritirato da Marche Multiservizi nell'ultimo triennio

Si rileva che mediamente Marche Multiservizi conferisce in discarica circa 14.000 t/anno di FORSU e 11.000 t circa di verde urbano (in media ca. 10.000 t disponibili, considerando la perdita di peso durante la fase di trasporto). Occorre tuttavia evidenziare che nell'ultimo triennio il quantitativo di FORSU è aumentato di una quota pari al 26%, mentre il verde di una quota pari al 14%.

ATA 2 - FORSU (CER 20.01.08)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2010	2.124	2.053	2.462	2.454	2.684	2.649	2.870	2.647	2.192	2.238	2.435	2.413	29.221
2011	2.387	2.249	2.564	2.670	2.913	3.101	3.500	3.695	2.896	2.921	2.897	3.214	35.008
2012	3.035	2.525	3.181	3.148	3.440	3.393	3.932	3.808	3.137	3.245	3.171	3.239	39.254
2013	3.197	2.828	3.274	3.420	3.701	3.399	4.085	4.214	3.345	3.298	3.394	3.528	41.684
2014	3.257	3.013	3.377	3.545	3.717	3.517	4.170	4.205	3.614	3.339	3.176	3.533	42.463
2015	3.354	2.985	3.448	3.388	3.672	3.851	4.303	4.123	3.392	3.248	3.430	3.428	42.622
2016	3.422	3.453	3.534	3.765	3.852	3.855	4.153	4.493	3.456	3.386	3.442	3.399	44.210
2017	3.522	3.050	3.419	3.376	3.911	3.789	4.169	4.305	3.354	3.310	3.296	3.399	42.901

Tabella 8 – Quantitativi mensili di FORSU raccolta da ATA2 nel periodo 2010-2017

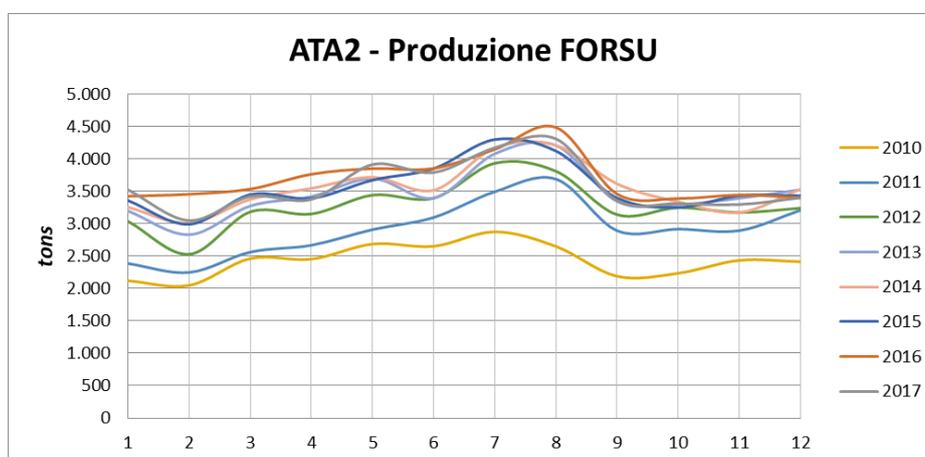


Figura 6 – Andamento mensile dei quantitativi di FORSU ritirata da ATA2 dal 2010

ATA 2 - VERDE URBANO (CER 20.02.01)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE
2010	799	861	1.622	1.416	1.199	1.052	775	606	947	966	1.315	831	12.388
2011	1.176	1.300	1.283	1.648	1.432	1.085	981	703	894	1.210	1.445	1.443	14.600
2012	1.065	1.026	3.067	2.278	2.251	1.648	1.193	759	1.035	1.578	1.358	1.066	18.324
2013	872	960	1.435	1.905	1.933	1.560	1.190	897	1.052	1.383	1.543	1.321	16.052
2014	949	1.058	1.947	1.767	1.739	1.407	1.407	1.213	1.536	1.839	1.634	1.309	17.805
2015	946	1.098	1.635	1.977	1.912	1.713	1.191	996	1.278	1.486	1.783	1.247	17.263
2016	838	1.290	1.471	2.260	1.949	1.734	1.274	1.182	1.278	1.340	1.664	1.329	17.609
2017	580	1.090	2.132	1.732	1.886	1.392	1.096	807	1.094	1.461	1.375	998	15.642

Tabella 8 – Quantitativi mensili di verde urbano raccolto da ATA2 nel periodo 2010-2017

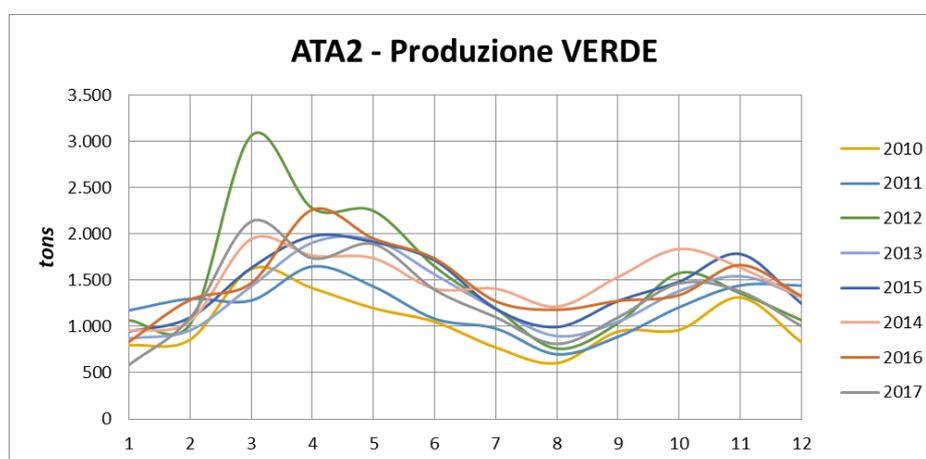


Figura 7 – Andamento mensile dei quantitativi di verde urbano ritirato da ATA2 dal 2010

Si rileva che mediamente ATA 2 S.p.A. conferisce in discarica circa 40.000 t/anno di FORSU e 16.000 t circa di verde urbano (in media ca. 15.000 t disponibili, considerando la perdita di peso durante la fase di trasporto). Occorre tuttavia evidenziare che nell'ultimo triennio il quantitativo di FORSU è pressoché raddoppiato, mentre il verde è aumentato di una quota pari al 26%.

Complessivamente, si rilevano i seguenti quantitativi disponibili in ingresso all'impianto.

Azienda	ANNO 2017			MEDIA 2015/2017		
	FORSU	Verde	Totale	FORSU	Verde	Totale
ASET	10.694	9.588	20.282	10.933	10.210	21.143
Marche Multiservizi	15.799	11.654	27.453	13.919	11.288	25.207
ATA 2	42.901	15.642	58.543	43.244	16.838	60.082
TOTALE	69.394	36.884	106.278	68.096	38.336	106.432

Tabella 9 – Sinottico riepilogativo dei quantitativi di FORSU e verde urbano

Come possibile notare dalla sovrastante tabella, i quantitativi di FORSU da processare, attualmente nella disponibilità delle municipalizzate, risulterebbero limitanti rispetto alle taglie indicate per i casi 2 e 3. Al fine di raggiungere i livelli richiesti, occorre che le aziende portino a regime le attività di raccolta residuali e/o potenziali e prevedano la parziale saturazione della capacità di processo residuale mediante anche eventuali conferimenti dall'esterno dei rispettivi perimetri di bacino. Resta inteso che, come da prassi industriale, una quota della capacità di processo dell'impianto possa essere lasciata inutilizzata al fine, ad esempio, di coprire inattesi picchi ovvero di permettere attività di manutenzione.

1.3 Caratteristiche merceologiche FORSU

ASET dispone di un laboratorio interno attraverso il quale effettua periodicamente analisi su campioni omogenei di rifiuto prelevati in discarica al fine di identificarne la composizione e le caratteristiche merceologiche. Il dato aggregato relativo all'anno 2017 mostra complessivamente una quota di RUB (Rifiuto Urbano Biodegradabile) pari a circa la metà del quantitativo totale di Rifiuto Solido Urbano (48,8%). Rispetto ai due esercizi precedenti, tale percentuale risulta aumentata di una quota pari a circa il 20%.

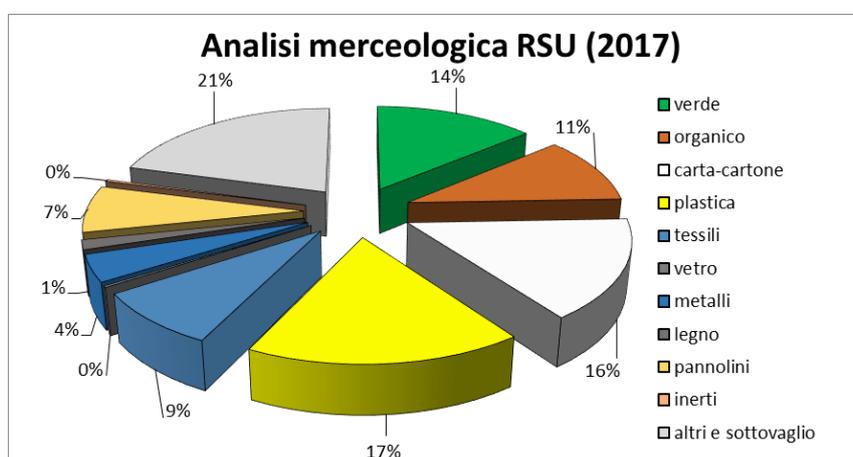


Figura 8 – Dati aggregati 2017 su analisi merceologiche Rifiuti Solidi Urbani

Nella tabella che segue si riportano i valori di produzione specifica per gli anni 2016 e 2017.

	2016	2017
<i>N. Abitanti al 31/12 [n. ab]</i>	60.852	60.978
<i>Produzione specifica totale [kg/ab/anno]</i>	254,7	264,5
<i>Produzione specifica RSU [kg/ab/anno]</i>	144,6	142,1
<i>% RUB su rifiuto totale</i>	40,3	48,8
<i>Produzione specifica RUB [kg/ab/anno]</i>	58,2	69,4

Tabella 10 – Dettaglio delle produzioni specifiche dei rifiuti smaltiti nel biennio 2016-2017

La produzione specifica di RUB risulta incrementata di una quota pari al 19% ca. A riguardo, si rileva che i limiti di legge per il RUB, di cui all'art. 5 del D. Lgs. N. 36/2003 (81 kg/ab/anno entro marzo 2018), risulta rispettato.

2 POSSIBILI UBICAZIONI DELL'IMPIANTO BIOMETANO

Sono state individuate alcune possibili ubicazioni ottimali per la realizzazione dell'impianto, in funzione dell'assenza di vincoli ambientali, della lontananza dal centro abitato, della viabilità ottimale, della vicinanza a stazioni di rifornimento carburanti esistenti, distanza dal punto di allaccio alla rete SNAM e pressione, nonché della posizione baricentrica all'interno del bacino di raccolta della FORSU e del verde urbano. A seguito di una valutazione comparata delle sopraccitate voci, sono stati selezionati i siti individuati nello stralcio di mappa di seguito riportata.



Figura 9 – Localizzazione dei tre siti più promettenti ai fini della realizzazione dell'impianto a biometano

Al fine di individuare il sito ottimale per la realizzazione dell'impianto in oggetto, sono stati attribuiti dei giudizi attraverso una colorazione che va dal rosso al verde in funzione dell'idoneità dei suddetti aspetti.

Dall'analisi del sinottico è possibile affermare che il sito adiacente la discarica risulta il più svantaggioso in termini di morfologia sfavorevole (che implicherebbe la necessità di sostenere importanti costi di sbancamento e consolidamento) ed estensione limitata (2,5 ha disponibili non basterebbero ad accogliere le opere civili connesse all'impianto di produzione del biogas, nonché ai capannoni per trattamento digestato/compost), sebbene sia caratterizzata da una destinazione urbanistica idonea alla realizzazione dell'impianto (discarica).

Il sito migliore sembrerebbe essere quello di Falcineto, per assenza di vincoli ambientali, viabilità ottimale, prossimità a stazione di rifornimento carburanti esistente e distanza dal centro abitato. Tuttavia, l'eccessiva pressione di esercizio della rete di distribuzione SNAM, pari a 70 bar (Alta pressione – categoria 1° specie), il cui punto di allaccio più vicino è ubicato a 1,1 km, implicherebbe dei costi di compressione tali da rendere anti economico l'intervento. Una possibilità potrebbe essere rappresentata dal trasporto del gas per mezzo di carro bombolaio presso l'adiacente stazione. Su tale sito occorrerà inoltre prevedere una variante allo strumento urbanistico, data l'estrazione agricola del lotto e la necessità di processare dei rifiuti.

Il sito Bellocchi, stante dei costi elevati di acquisizione dei terreni (alcuni dei quali risultano attualmente alienati) e la necessità di autorizzare un piano di urbanizzazione del comparto industriale, presenta una buona accessibilità e un punto di allaccio alla rete SNAM non molto distante, pari a 500 m. La rete presenta, inoltre, una pressione di esercizio accettabile, pari a 12 bar (Alta pressione – categoria 3° specie).

	Viabilità per trasporto matrici da e verso l'impianto	Distanza da stazione di rifornimento carburanti	Rete SNAM		Assenza di vincoli / difficoltà realizzative
			P.to di allaccio	Pressione d'esercizio	
ADIACENZA DISCARICA ASET	Sito raggiungibile attraverso SP16 Orcianese (categoria D)	Sito a circa 7,5 km da Stazione ENI.	Distante 2,7 km (costi non sostenibili di allaccio)	Pressione di esercizio elevata (70 bar – cat. 1° specie) → costi di compressione elevati	Vincolo Crinale. Posta su pendio quindi necessiterebbe di interventi di sbancamento. Superficie insufficiente per realizzazione impianto (2,5 ha).
TORNO 2 - FALCINETO	Buona accessibilità e viabilità da SP92 e Via Flaminia (categoria C). Svincolo autostradale non distante (casello Bellocchi e Lucrezia)	Sito a circa 6,5 km da Stazione IP (300 m in linea d'aria, da valutare accesso diretto dal lotto).	Distante 1,1 km (440.000 € di allaccio)	Pressione di esercizio elevata (70 bar – cat. 1° specie) → costi di compressione elevati	Nessuno. Area posta al confine con il Comune di Lucrezia (presenza di case sparse a 400 m dal confine del lotto). Verificare Piano Cave
BELLOCCHI - ZONA ESPANSIONE	Buona accessibilità del comparto e viabilità da SP92 e Via Flaminia (categoria C). Svincolo autostradale non distante (casello Bellocchi)	Sito a circa 4,5 km da Stazione IP.	Distante 0,5 km (200.000 € di allaccio)	Pressione di esercizio accettabile (12 bar – cat. 3° specie)	Area di espansione industriale (necessità di autorizzare un Piano di Urbanizzazione del comparto, con tempi potenzialmente lunghi); presenza di particelle alienate

LEGENDA

BUONA
SUFFICIENTE
NON IDONEA

3 ITER AUTORIZZATIVO DA ESPLETARE

Si rileva che all'interno del sito vengono svolte principalmente¹ le seguenti attività:

R1: utilizzazione principale come combustibile o altro mezzo per produrre energia;
R3: riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche).

Per quanto riguarda gli impianti di trattamento rifiuti la normativa (Parte seconda D. Lgs n. 152/06 e ss.mm.ii) prevede che siano soggetti a:

- Verifica di assoggettabilità gli impianti di smaltimento e recupero rifiuti, mediante operazioni da R1 a R9, con capacità complessiva superiore a **10 ton/giorno**,
- Procedura ordinaria di VIA gli impianti di smaltimento e recupero rifiuti, mediante operazioni R1, con capacità complessiva superiore a **100 ton/giorno**.

Nel caso specifico, ASET intende realizzare un impianto di produzione di biometano alimentato da FORSU e da rifiuti ligno-cellulosici derivanti dalla raccolta del verde urbano.

Considerando i quantitativi potenziali individuati in relazione ai casi analizzati, la materia prima secondaria processabile risulterebbe pari a:

Matrici	CASO 1		CASO 2		CASO 3	
	[t/anno]	[t/giorno]	[t/anno]	[t/giorno]	[t/anno]	[t/giorno]
Organico in ingresso	≈ 25.000	68	≈ 60.000	165	≈ 100.000	274
Rifiuto ligno-cellulosico	≈ 12.000	33	≈ 30.000	82	≈ 40.000	110
TOTALE	≈ 37.000	101	≈ 90.000	247	≈ 140.000	384

Tabella 12: Potenzialità Impianto ASET

In ogni caso individuato l'impianto per poter essere autorizzato, deve pertanto passare per il procedimento di VIA "ordinaria". Si riporta di seguito una sintesi delle varie fasi della VIA ordinaria.

Si dà inoltre evidenza, che al fine di realizzare una taglia d'impianto economicamente vantaggiosa, l'Azienda intenderebbe portare a regime i quantitativi di FORSU ritirati (anche per conto dei possibili *partner* che potrebbero essere coinvolti nel progetto), reperendo altresì, in caso di bisogno, ulteriori matrici a mercato. Pertanto, si tiene a precisare che i quantitativi processabili in impianto potrebbero risultare maggiori rispetto alle attuali disponibilità.

¹ Si indica l'avverbio "principalmente" in quanto, a titolo esemplificativo, alcune regioni autorizzano come R13 il deposito dei rifiuti ligno-cellulosici.

3.1 Riferimenti normativi

In data 21 luglio 2017 è entrata in vigore la nuova Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), introdotta con il Decreto Legislativo n. 104 del 2017, che ha modificato il D.Lgs. n. 152/2006 al fine di consentire il corretto recepimento della direttiva 2014/52/UE. La nuova normativa è applicata ai procedimenti avviati a partire dal 16 maggio 2017.

Le principali novità introdotte sono:

- Tempi certi per la conclusione del procedimento → accorpamento di tutti i pareri ambientali in un **Provvedimento Unico** (facoltativo per la VIA statale, obbligatorio per la VIA regionale) il quale comprende, tra gli altri, il rilascio della **Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA)**.

Il procedimento di VIA si articola in diverse e complesse fasi che sono state ridefinite dal D. Lgs. n. 104/2017:

- la definizione del livello di dettaglio degli elaborati progettuali;
- la definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale;
- l'eventuale previo dibattito pubblico ai sensi del Codice appalti;
- la presentazione dell'istanza, l'avvio del procedimento e la pubblicazione degli atti;
- lo svolgimento di consultazioni del pubblico, l'acquisizione dei pareri e le consultazioni transfrontaliere;
- l'eventuale inchiesta pubblica in luogo delle consultazioni;
- la valutazione della documentazione;
- la decisione e le informazioni sulla decisione;
- il controllo e monitoraggio.

3.2 L'Autorizzazione Integrata Ambientale

Come accennato in precedenza, nell'ambito della procedura di VIA ordinaria sono previste modalità di semplificazione e coordinamento delle procedure autorizzative in campo ambientale, ivi compresa l'**Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA)**.

Il Testo Unico Ambientale (D. Lgs. n. 152/2006) prevede infatti che la procedura per il rilascio dell'AIA debba essere coordinata nell'ambito del procedimento di VIA.

L'AIA, ai sensi del D. Lgs n. 128/2010, è il provvedimento che *autorizza solo l'esercizio* di un impianto ed ha per oggetto la prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento proveniente dall'esercizio dell'attività e prevede misure volte ad evitare, ove possibile, o a ridurre, le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti. Tale autorizzazione prevede che vengano individuate e adottate, da parte del gestore dell'impianto, **le migliori tecniche disponibili (BAT - Best Available Technologies)**, ovvero le tecnologie impiantistiche, di controllo e di gestione che siano tecnicamente realizzabili e garantiscano, a costi economicamente sostenibili, bassi livelli di emissione di inquinanti, l'ottimizzazione dei consumi di materie prime, prodotti, acqua ed energia e un'adeguata prevenzione degli incidenti.

3.3 Fasi della VIA e relative tempistiche

La tempistica ordinaria del procedimento di VIA (senza tenere conto di eventuali sospensioni e integrazioni dei termini) è la seguente: **15 giorni** (presentazione istanza, avvio procedimento ^A) + **60 giorni** (consultazione pubblico ^B) + **120 giorni** (valutazione e adozione provvedimento 60 + 60) → **Totale: 195 giorni**.

- A. **Entro 15 giorni** dalla presentazione della domanda l'Autorità competente verifica la documentazione e il pagamento degli oneri di istruttoria e può chiedere **integrazioni (una sola volta)**. In tal caso il procedimento si interrompe e il proponente è tenuto a fornire le integrazioni richiesta **entro 30 giorni**. L'istanza risulta ritirata e viene archiviata se il proponente non adempie alla richiesta entro il termine dei 30 giorni o se la documentazione inviata e verificata dall'Autorità (**entro 15 giorni dalla sua trasmissione**) risulta ancora incompleta. Nel caso di verifica positiva, tutti i documenti sono pubblicati sul sito *web* dell'Autorità competente e della pubblicazione viene dato contestualmente avviso a tutte le Amministrazioni ed Enti coinvolti nel procedimento.
- B. La fase di consultazione, che coinvolge i soggetti competenti in materia ambientale e gli *stakeholder*, ha inizio dal momento in cui è l'avviso pubblico di cui sopra viene pubblicato sul sito *web* dell'Autorità competente. Durante la **fase di consultazione**, che dura **60 giorni**, chiunque abbia interesse può prendere visione della documentazione e presentare le proprie osservazioni all'Autorità competente. Entro lo stesso termine di **60 giorni** l'Autorità competente acquisisce per via telematica i pareri delle Amministrazioni ed Enti interessati dal progetto. **Nei successivi 30 giorni** il proponente può presentare all'Autorità competente le proprie controdeduzioni alle osservazioni e ai pareri pervenuti. Se in seguito alla consultazione o alle controdeduzioni è necessario modificare o integrare il progetto o la documentazione, l'Autorità competente può stabilire un termine **non superiore a 30 giorni per la trasmissione delle integrazioni**. Il proponente può presentare istanza di **sospendere i termini** del procedimento per elaborare e trasmettere la documentazione integrativa. Tale termine non può superare i **180 giorni**. Se il proponente non ottempera all'obbligo di integrare la documentazione l'istanza è respinta e il procedimento archiviato. Se invece le modifiche e le integrazioni pervenute sono rilevanti, si apre una **nuova fase di consultazione del pubblico**.
- C. **Entro 15 giorni** l'Autorità competente valuta la portata delle modifiche e invita eventualmente il proponente a predisporre, nei successivi 15 giorni, un nuovo avviso al pubblico per accedere alla nuova documentazione. Si apre una **nuova fase di consultazione** che vale solo sulle integrazioni presentate e **dura 30 giorni**. Entro i successivi 30 giorni il proponente può presentare le sue osservazioni e controdeduzioni. Tutta la documentazione, le informazioni raccolte, i risultati delle consultazioni svolte, i pareri e le osservazioni pervenute sono pubblicati tempestivamente sul sito *web* dell'Autorità competente.

In conclusione, nonostante le novità introdotte in materia di VIA e Conferenza dei Servizi (D. Lgs n. 127/2016 e D. Lgs n. 104/2017) che hanno definito tempi certi e perentori, **l'iter autorizzativo ha comunque una durata di oltre 6 mesi (195 giorni al netto di eventuali sospensioni per le richieste di integrazioni)**. In procedimenti di questa complessità è lecito attendersi da parte dell'Amministrazione competente e dagli Enti interessati richieste di integrazione, per cui i tempi sopra indicati potrebbero certamente allungarsi.

4 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELL'IMPIANTO

Il presente capitolo descrive, tra le possibili opzioni tecniche esistenti, le due che dal punto di vista della scrivente meglio si adattano alla situazione prospettata in considerazione della tipologia di rifiuti da trattare.

Per quanto attiene il processo di digestione anaerobica sono state dunque considerate le seguenti scelte impiantistiche:

- **Digestione a semisecco (*semi-dry*)**, caratterizzata da valori intermedi di sostanza secca (SS) pari al 20-25 % del substrato in digestione;
- **Digestione ad umido (*wet*)**, caratterizzata da valori di SS del substrato in digestione inferiori al 10 %.

Si tiene a precisare che il processo di digestione a secco (*dry*), caratterizzato da valori di SS del substrato di fermentazione pari al 40%, non è stato preso in considerazione in quanto male si adatta ad elevati quantitativi di rifiuto organico da trattare. Si rileva, a riguardo, che gli impianti esistenti adottanti questa tecnologia hanno capacità di trattamento molto più limitate rispetto alle soluzioni citate pocanzi.

Una descrizione breve, ma esaustiva del processo *dry* (lavorazione in *batch*), è riportata alla fine del presente paragrafo in modo da avere una panoramica completa delle tecniche esistenti per il processo di digestione anaerobica. I processi *wet* e *semi-dry* saranno invece ampiamente dettagliati nei successivi paragrafi.

Con riferimento ai quantitativi di biomasse disponibili, riportati al paragrafo 1.2 del presente studio, e che si intendono reperire a mercato, vengono effettuate 3 simulazioni in relazione ad altrettante taglie di impianto ipotizzate, al fine di individuare la dimensione ideale e più conveniente.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Matrici	t/anno	t/anno	t/anno
FORSU	25.000	60.000	100.000
VERDE URBANO	12.000	30.000	40.000

Tabella 13 - Identificazione casistiche oggetto di simulazione

Si tiene a specificare che le immagini degli impianti e dei macchinari riportati di seguito sono a puro titolo esemplificativo e non vogliono in alcun modo fornire indicazioni di preferenza in merito alle tecnologie e ai fornitori.

4.1 Processo Dry (tecnologia di processo non congrua per elevati quantitativi)

Il processo *dry* è un procedimento di fermentazione monofase con funzionamento *batch*. Con "monofase" si indica che le diverse reazioni del processo di digestione anaerobica (idrolisi, creazione di metano e acido) avvengono contemporaneamente nello stesso fermentatore.

L'espressione "funzionamento batch" caratterizza invece un principio di funzionamento, in cui durante il processo di fermentazione non viene aggiunto né estratto ulteriore materiale.

La biomassa, una volta immessa nel fermentatore, vi rimane fintanto che non termina il periodo di fermentazione; si provvede a riaprire la vasca solo a processo concluso, che ha luogo nel *range* di temperatura mesofila pari a 34-37° C.

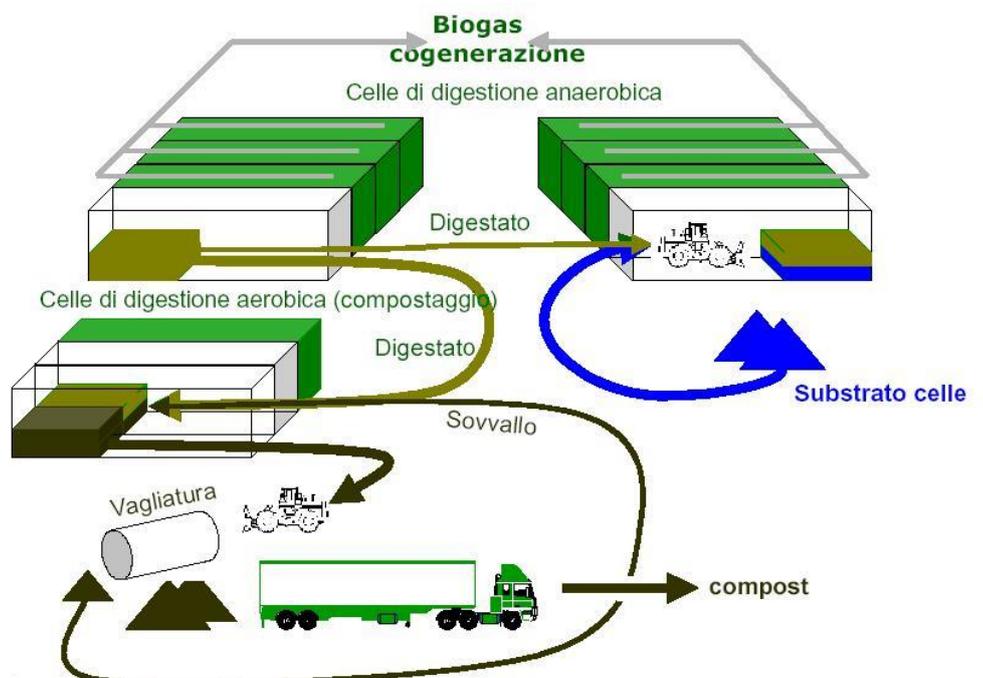


Figura 10 – Layout di processo dry

La configurazione in *batch* implica che ad ogni ciclo (riempimento del fermentatore), in aggiunta alla FORSU al suo interno deve essere inoculata una pari quantità di digestato, ricircolato dai precedenti cicli. Il ricircolo nel digestore di materiale già digerito ha più funzioni:

- il materiale fresco viene opportunamente inoculato con i microrganismi che sono già presenti in quello digerito, velocizzando la formazione dei batteri decompositori;
- con il ricircolo di materiale già trattato si facilita il riscaldamento della massa fino a raggiungere il valore ottimale di 37°C, particolarmente utile nella stagione fredda.

Il percolato ceduto dal materiale in trattamento fluisce per gravità all'interno di una vasca di raccolta dei liquidi. La raccolta del percolato avviene per mezzo di griglie poste sul pavimento dei digestori. Il liquido è raccolto in una vasca interrata, realizzata in calcestruzzo, dove è posizionata una pompa ad immersione per il rilancio del liquido sul materiale in trattamento. L'irrorazione del materiale avviene in maniera uniforme mediante una serie di ugelli distributori posti sul solaio dei digestori (a filo del solaio in modo da non interferire con le operazioni di movimentazione dei materiali).

I substrati costituenti la miscela di alimentazione verranno miscelati tra loro in modo da conferire alla massa un'adeguata struttura. Ciò consentirà al percolato irrorato di attraversare uniformemente il substrato garantendo la diffusione dei microrganismi all'interno di tutta la massa.

In questa tipologia di digestori, dove il substrato ha un alto contenuto di sostanza secca, il contatto tra il substrato e i batteri è meno intenso rispetto ad un digestore funzionante in fase liquida, dove la sostanza organica biodegradabile risulta essere in sospensione.

All'interno di queste biocelle il contatto tra la biomassa e i batteri può essere ottimizzato unicamente ricircolando il percolato.

A titolo esemplificativo, si riportano di seguito alcuni dati relativi alla sola sezione di fermentazione.

Quantità FORSU da trattare	[ton]	60.000
Giorni di ritiro rifiuti	[gg/a]	260
Quantità giornaliera	[t/gg]	230
Intervallo di tempo che intercorre tra il riempimento dei fermentatori	[gg]	2,5
Quantità FORSU accumulata prima dell'utilizzo	[ton]	575
Fabbisogno inoculo di ricircolo	[ton]	575
Nota: Necessità di accumulare grandi quantità di rifiuto, maggiori problemi contenimento odori		
Substrato da immettere nel fermentatore	[ton]	1.150
	[m ³]	1.770
Nota: Grandi quantità di biomassa da spostare per mezzo di pale meccaniche		
Fabbisogno indicativo di fermentatori	[-]	13
Nota: Dimensioni pari a 60 m (lung.) x 6,5 m (largh.) x 5 m (h)		

Tabella 14 - Dati pertinenti una sezione di digestione anaerobica con processo *dry*

Per accatastare il rifiuto ad un'altezza di 3,5 – 4 metri, al fine di sfruttare tutto il volume del fermentatore occorre aggiungere grandi quantità di legno.



Figura 11 – FORSU accatastata in cumuli



Alcune delle ragioni per cui si è deciso di non prendere in considerazione questa tecnologia sono di seguito riportate:

- Necessità di accumulare per più giorni i rifiuti in ingresso con conseguenti problemi connessi all'impatto olfattivo, a meno di non aumentare il numero di fermentatori (e i relativi costi);
- Elevato fabbisogno di legno, che eccede le attuali disponibilità;
- Considerevole impiego di mezzi meccanici ed operatori per movimentazioni;
- Elevata necessità di spazio, la sola sezione di fermentazione occuperebbe senza contare i necessari spazi di manovra 5.000 m².
- Necessità di implementare un sistema di contenimento delle emissioni sovradimensionato rispetto agli altri casi. Il digestato prima di essere introdotto nella sezione aerobica per la successiva stabilizzazione ha un notevole impatto sulle emissioni;
- Le produzioni di biometano per unità di rifiuto sono inferiori rispetto a quelle riscontrabili utilizzando altre tecnologie.

Per quanto riguarda invece il costo, si rileva che la sola sezione di fermentazione anaerobica costituita da N. 12 fermentatori, di dimensioni pari a 35 m x 6,5 m x 5 m, opere edili ed elettromeccaniche incluse, ammonterebbe a circa € 6.000.000.

4.2 Processo Semi-dry

Il processo *semi-dry* è rappresentato nel seguente diagramma di flusso.

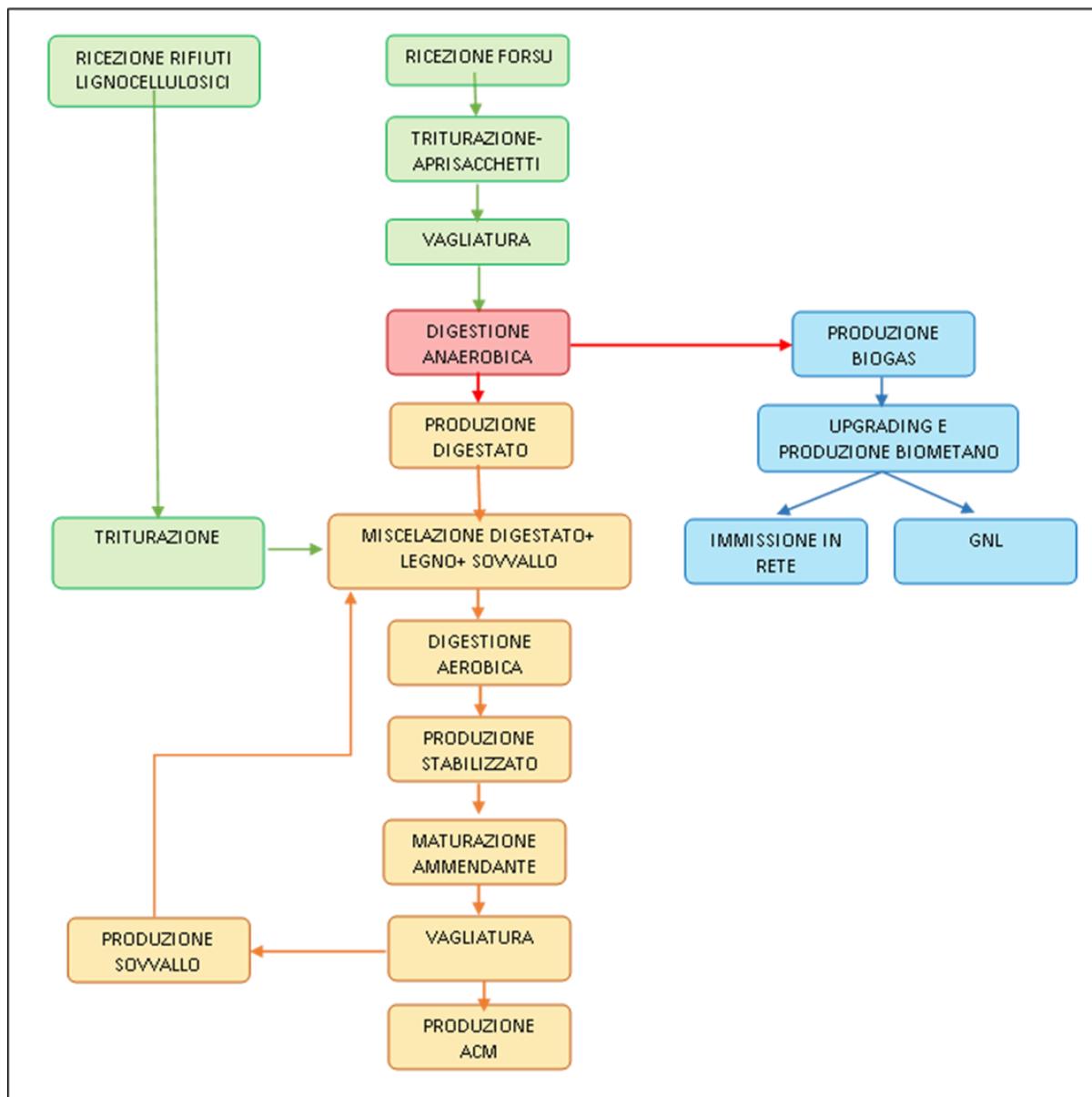


Figura 12 - Schema a blocchi processo *Semi-dry*

L'impianto in progetto è costituito in sintesi da:

- Zona di pesatura, registrazione e controllo visivo del materiale in ingresso;
- Fabbricato per il conferimento della FORSU, all'interno del quale saranno installate le apparecchiature necessarie a rendere il substrato idoneo alla fermentazione (Pretrattamenti meccanici);
- Sezione di digestione anaerobica (Fermentatori);
- Area di stoccaggio e preparazione digestato per compostaggio;
- Zona di compostaggio aerobico mediante Biocelle;

- Sezione di maturazione del compost;
- Sezione di raffinazione del compost maturo;
- Impianto di purificazione del Biogas (*Upgrading*).

Ogni sezione d'impianto, ove necessario, è dotata di adeguati impianti per il controllo delle emissioni in atmosfera.

4.2.1 FASE DI RICEZIONE E PRETRATTAMENTO

Il processo si sviluppa a partire dalla fase di ricezione. I mezzi attraverso i quali verrà conferita la FORSU in impianto, dopo le fasi di pesatura, controllo e registrazione, si dirigeranno presso il capannone di ricezione e pretrattamento.

Il mezzo conferitore, avvicinandosi alle porte del capannone, fa aprire le porte automatiche, le quali si chiudono non appena il mezzo ha oltrepassato la soglia di ingresso, per poi scaricare il contenuto nella platea dedicata ribaltando la vasca o il cassone.

Terminate le operazioni di scarico, il mezzo si allontana e può provvedere alla pulizia del cassone e delle ruote attraverso il sistema di disinfezione (da installare se necessario) e lavaggio ruote, prima di uscire dall'impianto.

Il capannone di ricezione è costituito da:

- Area dedicata alla ricezione della FORSU, delimitata da muri perimetrali su tre lati al fine di consentire il corretto abbancamento del rifiuto;
- Area dedicata alla fase dei pretrattamenti, in cui sono presenti i macchinari (tritratore, deferrizzatore, vaglio a dischi...) necessari alla preparazione della FORSU alla fase di digestione anaerobica.

All'interno del capannone la movimentazione del materiale avviene per mezzo di pala gommata. La fase di pretrattamento della FORSU è indispensabile al fine di rendere le matrici idonee alla fermentazione, eliminando gli inerti e tutto ciò che non è organico e che potrebbe danneggiare le attrezzature.

Per un impianto a tecnologia *Semi-Dry*, le operazioni di pretrattamento sono semplificate rispetto ad un impianto *Wet*, essendo il substrato per l'alimentazione dei fermentatori caratterizzato da una percentuale di sostanza secca più elevata.

Di norma le operazioni di pretrattamento², in questo caso, si articolano nelle seguenti fasi:

- Triturazione;
- Deferrizzazione;
- Vagliatura.

² Esistono anche altre soluzioni tecniche si descrive quella più diffusamente applicata.

La triturazione del rifiuto è finalizzata all'apertura dei sacchetti e all'omogeneizzazione merceologica e granulometrica del materiale.



Figura 13 - Esempio di macchina apri sacchi

Il materiale "triturato" verrà poi convogliato per mezzo di un nastro trasportatore alle fasi successive di pretrattamento.

A valle del tritratore si prevede di installare un elettromagnete, necessario a ripulire il flusso di rifiuti da eventuali inclusioni di materiali metallici; tale componente, posizionato trasversalmente al nastro trasportatore, garantisce la raccolta dei materiali ferrosi, scaricandoli a terra su di un'apposita area, lasciando transitare sul nastro trasportatore la FORSU verso la fase di vagliatura.

La fase di vagliatura ha lo scopo di eliminare le frazioni non fermentescibili rimaste all'interno della FORSU prima che questa venga inviata alla digestione anaerobica. Il processo di vagliatura può avvenire mediante **vaglio a dischi**, il quale provvede alla separazione del materiale ad alto contenuto organico (sottovaglio) da quello ad alto contenuto di carta e plastica (sovvallo).

Il rifiuto, passando sui dischi del vaglio, subisce un'energetica sollecitazione (vibrazione), dividendo in due frazioni il rifiuto:

- Il materiale trattato con dimensione inferiore alla sezione prestabilita cadrà nella parte sottostante, passando attraverso le maglie dei dischi;
- Il sopravaglio o sovvallo continuerà la sua corsa fino alla parte finale del piano di vagliatura.

Lo scarto del processo di vagliatura, costituito principalmente da sacchetti e plastiche, sarà inviato ad un'area di stoccaggio dedicata, accessibile dai mezzi gommati dediti alla movimentazione.

Terminate le operazioni di pretrattamento il rifiuto è quindi pronto per essere inviato alla successiva fase di digestione anaerobica.



Figura 14 - Esempio di vaglio a dischi

4.2.2 FASE DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Come accennato in precedenza, la miscela organica in uscita dai pretrattamenti viene inviata alla fase di digestione anaerobica (DA), che avviene all'interno di due digestori rettangolari del tipo *plug-flow* monostadio, in condizioni controllate di temperatura. Le principali caratteristiche dei fermentatori sono riportate di seguito.

	CARATTERISTICHE DIGESTORI		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Alimentazione [ton/anno]	25.000	60.000	100.000
Nn. digestori [-]	1	2	3
Lunghezza [m]	45	45	45
Larghezza [m]	8	8	8
Altezza [m]	8,5	8,5	8,5
Volume totale [m ³]	3.000	3.000	3.000
Volume Utile [m ³]	2.620	2.620	2.620

Tabella 15 - Caratteristiche dimensionali dei fermentatori

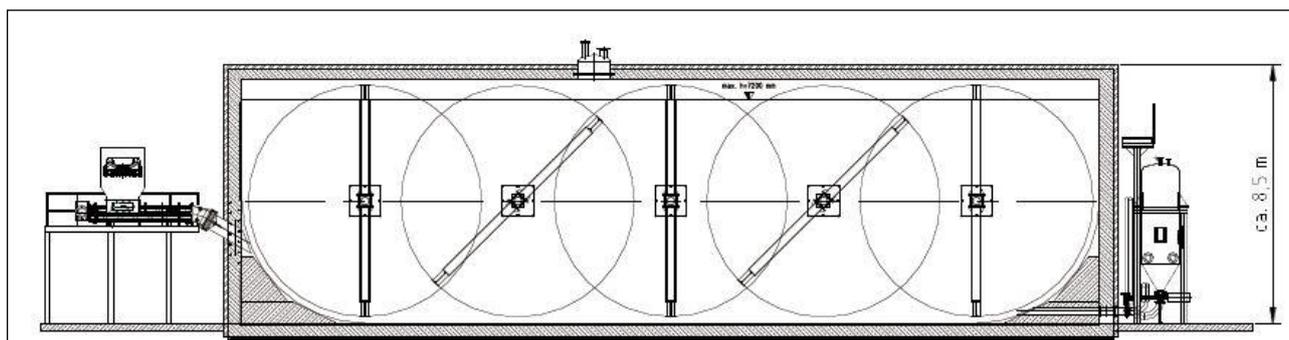


Figura 15 - Sezione di un digestore *plug-flow*

Il processo può essere condotto sia in regime mesofilo (a una temperatura intorno ai 37-38 °C) che in regime termofilo (intorno ai 55 °C).

A seconda della tecnologia del fornitore scelto sarà inoltre necessario aggiungere alla FORSU in ingresso un quantitativo variabile di rifiuto lignocellulosico al fine di ottenere il corretto valore di solidi totali per l'ottimizzazione del processo.

La massa in fermentazione permane al loro interno per circa per 20-25 (Tempo di Ritenzione Idraulica - *HRT*) e mantenuta miscelata ed omogenizzata per mezzo di agitatori (n. 8 per ciascun fermentatore) posti trasversalmente al flusso.

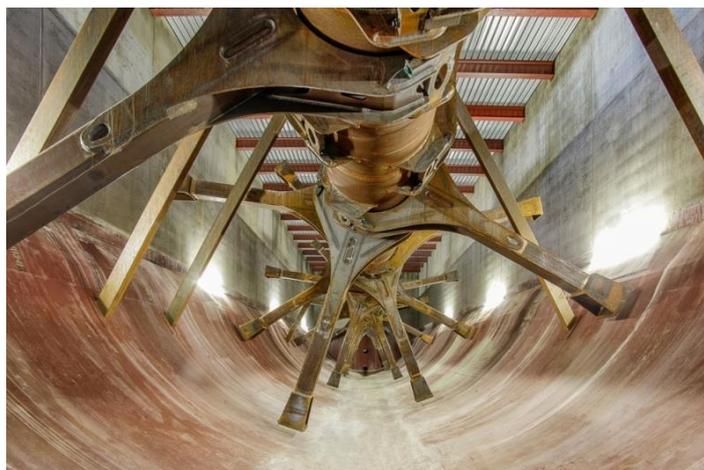


Figura 16: Vista del sistema di miscelazione all'interno di un fermentatore orizzontale

Il biogas prodotto viene inviato verso il sistema di *upgrading*, mentre il digestato viene estratto dai digestori con diversi sistemi, a seconda del fabbricante, ed indirizzato alla fase successiva di trattamento.

4.2.3 TRATTAMENTO DEL DIGESTATO

Il trattamento del digestato solido si articola nelle seguenti fasi:

- miscelazione con la frazione strutturante;
- digestione aerobica/bioossidazione e compostaggio in biocelle;
- maturazione su aie;
- raffinazione e vagliatura del compost.

4.2.3.1 MISCELAZIONE

Il digestato in uscita dai fermentatori viene trattato nella successiva sezione di ossidazione aerobica. Il capannone adibito alla digestione aerobica è costituito da:

- Platea impermeabile di stoccaggio e miscelazione, nella quale il digestato viene miscelato al rifiuto lignocellulosico (strutturante) al fine di ottenere il giusto tenore di sostanza secca;
- Sezione di ossidazione aerobica mediante Biocelle areate.

Il digestato viene stoccato temporaneamente sulla platea impermeabile per poi essere miscelato con il rifiuto ligno-cellulosico e/o di sovrallo (derivante dalla raffinazione del compost dei cicli precedenti) in quantità tali

da ottenere una miscela con un contenuto di sostanza secca pari a circa il 40%, ottimale per i processi biologici di compostaggio.

4.2.3.2 DIGESTIONE AEROBICA

La fase di bio-ossidazione della miscela avviene mediante la deposizione dei materiali all'interno di sei biocelle realizzate in cemento armato e dotate di un sistema che permette di sigillare ermeticamente le biocelle una volta riempite che presentano le seguenti caratteristiche dimensionali:

	CARATTERISTICHE BIOCELLE		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
N. Biocelle [-]	3	6	12
Lunghezza utile [m]	37		
Larghezza utile [m]	6,45		
Altezza utile [m]	3		
Volume utile complessivo [m ³]	2.147,85	2.147,85	2.147,85
Tempo di residenza della miscela nelle biocelle [gg]	15	15	15
Numero di cicli annui [cicli/anno]	21	21	21

Tabella 16 - Caratteristiche dimensionali biocelle aerobiche

La temperatura, l'umidità del materiale e il tenore di ossigeno dell'aria di processo vengono regolati grazie ad un sistema di ventilazione installato sul pavimento delle biocelle. Da questo sistema viene insufflata una miscela di aria fresca e di ricircolo prelevata dallo stesso biotunnel per permettere un'elevata ossidazione della sostanza organica. L'andamento dei parametri essenziali viene monitorato da opportune sonde di temperatura immerse nella massa in ossidazione e da altri sensori nel condotto di ricircolo dell'aria permettendo di mantenere costantemente controllato l'intero processo di bioossidazione.



Figura 17 - Esempio di biocella aerobica

4.2.3.3 MATURAZIONE

Al termine della digestione aerobica, le biocelle vengono svuotate e il digestato stabilizzato viene trasportato tramite pala meccanica al capannone di maturazione dove viene disposto in **cumuli per completare il processo di maturazione del compost** (ulteriore fase di ossigenazione). Per la fase di maturazione sono stati adottati i seguenti parametri operativi:

	PARAMETRI CUMULI DI MATURAZIONE		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
N. cumuli [-]	2	4	8
Volume utile [m ³]	2.200	4.400	8.800
Tempo di ritenzione [giorni]	45		
Numero di cicli [cicli/anno]	6		

Tabella 17 - Parametri operativi fase di maturazione



Figura 18 - Cumuli di maturazione del digestato stabilizzato

4.2.3.4 RAFFINAZIONE

Una volta terminata la fase di maturazione, il materiale compostato viene sottoposto ad una **vagliatura di raffinazione** tramite un vaglio a tamburo per separare il materiale grossolano dal compost grezzo.

La frazione trattenuta dal vaglio (sovvallo) viene conferita alla platea di miscelazione per essere utilizzata come materiale strutturante di ricircolo in aggiunta al digestato solido, mentre la frazione restante è considerata invece **compost maturo (ammendante compostato misto)** e può essere inviata nell'apposito capannone di stoccaggio del materiale finito.

Il compost maturo potrà dunque essere commercializzato e/o direttamente ritirato dagli utilizzatori per l'impiego agronomico.

4.2.4 SISTEMI DI TRATTAMENTO DELL'ARIA

Di seguito sono elencate le fasi di processo in cui risulta necessaria la presenza di trattamento dell'aria:

- ricezione e pretrattamento;
- trattamento del digestato;
- maturazione;
- raffinazione.

Le **fasi di ricezione e pretrattamento, trattamento del digestato e maturazione** della FORSU causano principalmente emissioni di odori e altri composti volatili generati dalla movimentazione del materiale che non è ancora completamente ossidato e quindi conserva ancora parte delle sue caratteristiche di putrescibilità. Al fine di assicurare un adeguato contenimento degli odori si è scelto di prevedere il sistema di trattamento dell'aria mediante **biofiltro**.

Nella fase di **trattamento del digestato** a monte del biofiltro è installato uno *scrubber* ad acido solforico per il contenimento delle emissioni di ammoniaca. Di seguito sono esposti i principali parametri dei biofiltri, in funzione delle relative fasi in cui sono impiegati:

	BIOFILTRO RICEZIONE E PRETRATTAMENTO		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Tipologia di emissione	ODORI-VOC		
Portata di aria da trattare [m ³ /ora]	64.800		
Numero ricambi/ora [n/ora]	3		
Volume filtrante biofiltro [m ³]	734		
Numero di biofiltri da installare [-]	1	1	1

	BIOFILTRO + SCRUBBER TRATTAMENTO DEL DIGESTATO		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Tipologia di emissione	ODORI-VOC- NH ₃		
Portata di aria da trattare [m ³ /ora]	74.200		
Numero ricambi/ora [n/ora]	5		
Volume filtrante biofiltro [m ³]	856		
Numero di biofiltri da installare [-]	1	1	2

	BIOFILTRO MATURAZIONE		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Tipologia di emissione	ODORI-VOC		
Portata di aria da trattare [m ³ /ora]	94.095		
Numero ricambi/ora [n/ora]	3		
Volume filtrante biofiltro [m ³]	1.008		
Numero di biofiltri da installare [-]	-	1	1

Tabella 18 - Parametri biofiltro in fase di ricezione pretrattamento, trattamento digestato, maturazione

Nella fase di **raffinazione** si ha principalmente la formazione di polveri che vengono contenute trattamento l'emissione per mezzo di un **filtro a maniche**, che presenta le seguenti caratteristiche:

	FILTRO A MANICHE RAFFINAZIONE		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Tipologia di emissione	POLVERI-VOC		
Portata di aria da trattare [m ³ /h]	15.000		30.000
Numero filtri a maniche da installare [-]	1	1	1

Tabella 19 - Caratteristiche filtro a maniche raffinazione

4.3 Processo Wet

Il processo *wet* è rappresentato nel seguente diagramma di flusso.

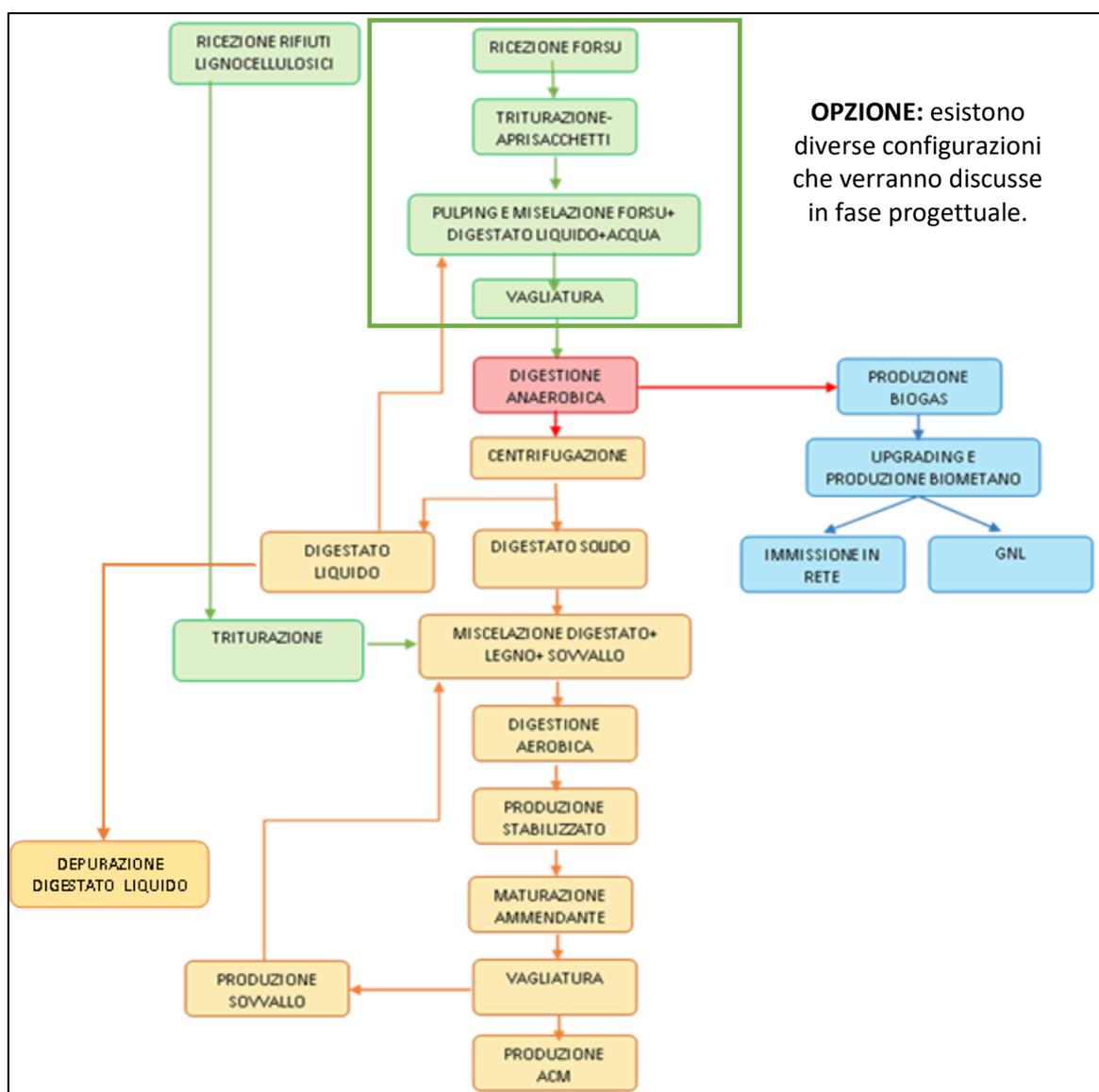


Figura 19 - Schema a blocchi processo *Wet*

L'impianto in progetto è costituito in sintesi da:

- Zona di pesatura, registrazione e controllo visivo del materiale in ingresso;
- Fabbricato per il conferimento della FORSU, all'interno del quale saranno installate le apparecchiature necessarie a rendere il substrato idoneo alla fermentazione (Pretrattamenti meccanici);
- Sezione di digestione anaerobica (Prevasca, Fermentatori, Separatore Solido/Liquido, Vasche di stoccaggio del digestato);
- Area di depurazione del digestato liquido;
- Platea coperta di ricevimento e miscelazione;
- Sezione di compostaggio aerobico (Biocelle);
- Sezione di maturazione del compost;
- Sezione di raffinazione del compost maturo;
- Impianto di *Upgrading* per la purificazione del Biogas.

4.3.1 FASE DI RICEZIONE E PRETRATTAMENTO

La fase del conferimento della FORSU avviene in modo analogo a quanto già esposto nel processo *Semi-dry*.

Dovendo operare con un substrato di fermentazione con una SS inferiore al 10% e dovendo movimentare conseguentemente un liquido, le operazioni di pretrattamento per un impianto a tecnologia *Wet* risulteranno più spinte rispetto ad un impianto *Semi-dry*.

Prima di essere introdotta nel digestore, la FORSU subisce i pretrattamenti necessari per raggiungere un appropriato tenore di solidi totali e un buon grado di omogeneizzazione. A differenza del processo *semi-dry*, la percentuale di sostanza secca ideale per il substrato in ingresso alla digestione è del 7-8%.

I diversi livelli di pretrattamento permettono di eliminare le parti grossolane che potrebbero causare intasamenti della linea, le parti leggere (come i sacchetti di plastica) non idonee alla digestione e le parti solide fini che creerebbero depositi sul fondo dei fermentatori; viene pertanto effettuata una diluizione del substrato mediante aggiunta di acqua e digestato liquido di ricircolo, derivante dai cicli fermentativi precedenti. I pretrattamenti consistono dunque nelle fasi di:

- triturazione,
- deferrizzazione,
- *pulping* e spremitura,
- vagliatura.

Come per il processo *semi-dry* la **triturazione** è finalizzata all'apertura dei sacchetti e all'omogeneizzazione granulometrica del materiale. A differenza del processo *semi-dry* i pretrattamenti a cui deve essere sottoposta la FORSU sono più intensi. La FORSU infatti deve essere caratterizzata da una pezzatura e un tenore di sostanza secca inferiore rispetto a quanto avviene in un processo a semisecco.

Nel processo *wet*, i rifiuti usciti dal trituratore vengono trasportati verso due *pulper* che hanno la funzione di:

- triturare il materiale in ingresso,
- diluire il materiale con acque di processo e/o digestato liquido,
- effettuare una prima separazione dei materiali pesanti.

La triturazione all'interno dei *pulper* viene effettuata in maniera più spinta per poter ottenere un substrato il più omogeneo possibile e per sfibrare ulteriormente le sostanze biologicamente degradabili. La diluizione con le acque di processo e/o digestato di ricircolo, viene effettuata per creare una soluzione pompabile all'interno dei digestori e per portare la percentuale di sostanza secca della FORSU da circa il 20% al 7-8%. L'utilizzo del *pulper* permette inoltre di operare una prima separazione delle sostanze estranee e dei materiali più pesanti e non fermentescibili che vengono estratti dal sistema per gravità.



Figura 20 - Esempio di pulper

In uscita dai *pulper* il materiale viene inviato alla fase di **vagliatura** per consentire l'eliminazione delle frazioni non fermentescibili e non pompabili rimaste all'interno della sospensione dopo la separazione avvenuta preliminarmente.

4.3.2 FASE DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Il materiale, dopo aver subito la fase di pretrattamento passa alla **prevasca**, all'interno della quale viene movimentato in continuo da apposito sistema di miscelazione.

La prevasca presenta le seguenti caratteristiche:

	CARATTERISTICHE PREVASCA	
	Caso 1	Caso 2
N. prevasche [-]	1	1
Diametro [m]	10	10
Altezza pareti [m]	8	8
Volume totale [m ³]	628	628
Volume utile [m ³]	573	573

Tabella 20 - Caratteristiche dimensionali della prevasca

La permanenza della miscela all'interno della prevasca deve avere una durata minima al fine di evitare che le prime fasi della fermentazione inizino anticipatamente (prima che la matrice sia inviata nei fermentatori). La miscela omogeneizzata viene quindi pompata all'interno dei digestori. La digestione anaerobica avviene a temperatura controllata all'interno di **digestori circolari** in cemento armato a pianta circolare che presentano le seguenti caratteristiche dimensionali:

	CARATTERISTICHE DIGESTORI	
	Caso 1	Caso 2
N. digestori [-]	1	2
Diametro [m]	24	24
Altezza pareti [m]	8	8
Livello di riempimento [m]	7,3	7,3
Volume totale [m ³]	3.619	3.619
Volume utile [m ³]	3.302	3.302

Tabella 21 - Caratteristiche dimensionali fermentatori



Figura 21 - Esempio di digestori anaerobici

I digestori sono dotati di un sistema di riscaldamento composto da 4 anelli in acciaio inox fissati all'interno del perimetro. Questo sistema permette alla miscela di mantenere una temperatura costante in condizioni di mesofilia, ma può essere utilizzato anche per poter operare in condizioni di termofilia fino a 55°C. All'interno di ciascun digestore sono installati inoltre due agitatori ad immersione e un agitatore laterale per favorire la separazione del biogas dal substrato e per evitare la formazione di strati flottanti.

4.3.3 TRATTAMENTO DEL DIGESTATO

Il digestato verrà separato in frazione liquida e frazione solida per mezzo di una **centrifuga**. La separazione del digestato avviene all'interno del tamburo cilindrico orizzontale della macchina per azione di una coclea. Il digestato entra nel tamburo attraverso un distributore e gradatamente viene accelerato in modo da impartire al fluido la forza centrifuga necessaria affinché avvenga la separazione tra frazione liquida e solida. La coclea ruota nella stessa direzione del tamburo, ma a una velocità differente, in modo tale da indirizzare i solidi verso l'estremità conica del tamburo.

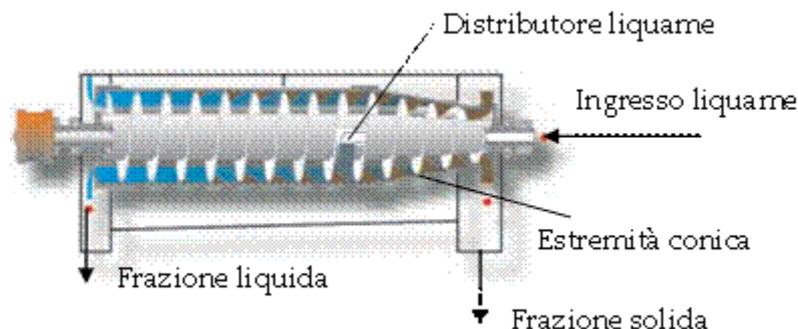


Figura 22 - Principio di funzionamento centrifuga

La frazione solida e liquida residue subiranno nelle fasi successive trattamenti diversi. Il **digestato liquido** viene avviato alle fasi di:

- depurazione;
- ricircolo della frazione depurata.

Si prevede infatti di inviare la frazione liquida del digestato ad una sezione di **depurazione**³, costituito dalle seguenti sezioni: MBR, Ultrafiltrazione, Osmosi inversa.

Sulla base delle informazioni fornite da ASET non risulterebbe possibile sfruttare capacità depurativa residua all'interno del comprensorio di pertinenza; si è pertanto prevista l'installazione di un sistema depurativo interno per lo scarico in fognatura.

Il **digestato solido** viene invece avviato alle fasi che condurranno all'ottenimento di un prodotto finito e stabile quale l'ammendante compostato misto seguendo fasi analoghe a quanto già esposto nella descrizione del processo semi-dry del capitolo precedente:

- miscelazione con la frazione strutturante;
- digestione aerobica/biossificazione e compostaggio in biocelle;
- maturazione su aie;
- raffinazione e vagliatura del compost.

Uniche varianti, visto il minor quantitativo da trattare il numero di biocelle necessarie e le minori superfici necessarie per la maturazione e raffinazione dell'ammendante.

	CARATTERISTICHE BIOCELLE	
	Caso 1	Caso 2
N. Biocelle	2	4
Lunghezza utile [m]	22	
Larghezza utile [m]	9,7	
Altezza utile [m]	3,5	

³ In questo ultimo periodo, diverse aziende, anche di primaria importanza, stanno proponendo soluzioni tecniche per la depurazione del digestato liquido. Dette tecnologie sono al vaglio dei nostri tecnici.

Volume utile complessivo [m ³]	1.493,8	2.987,6
Tempo di residenza della miscela nelle biocelle [gg]	18	
Numero di cicli annui [cicli/anno]	19	

Tabella 22 - Caratteristiche dimensionali delle biocelle aerobiche

	PARAMETRI CUMULI DI MATURAZIONE	
	Caso 1	Caso 2
N. cumuli [-]	3	4
Volume utile [m ³]	690	920
Tempo di ritenzione [giorni]	54	
Numero di cicli [cicli/anno]	6	

Tabella 23 - Parametri operativi fase di maturazione

4.3.4 SISTEMI DI TRATTAMENTO DELL'ARIA

Di seguito sono elencate le fasi di lavorazione in cui risulta necessaria la presenza di trattamento dell'aria:

- ricezione e pretrattamento;
- trattamento del digestato;
- maturazione;
- raffinazione.

Gli impianti di trattamento delle emissioni sono identici a quelli previsti per la tecnologia *Semi-dry*; quelli a servizio della sezione di trattamento del digestato differiscono tuttavia per dimensioni, che risultano inferiori essendo gli impianti più piccoli.

L'eventuale installazione di un biofiltro a servizio della linea trattamento digestato liquido risulta una scelta opzionale.

4.4 Tecnologie semi-dry e wet a confronto

TECNOLOGIA SEMI-DRY		TECNOLOGIA WET	
VANTAGGI	SVANTAGGI	VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pretrattamenti più economici 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minore produzione di biometano rispetto ad altre tecnologie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maggiore produzione di biometano rispetto ad altre tecnologie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pretrattamenti di preparazione del substrato più complessi
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semplicità dei sistemi di pompaggio e miscelazione e resistenza alla presenza di materiali indesiderati 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maggiore ingombro dell'impianto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minor ingombro complessivo dell'impianto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestione del digestato: incertezza circa la destinazione d'uso del digestato prodotto

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Certezza circa la destinazione d'uso del Digestato (produzione e vendita come ACM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maggiori costi di investimento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minori costi di investimento
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rifiuti con basso tenore di sostanza secca non possono essere trattati da soli 	

Tabella 24 – Sinottico dei pro e contro delle tecnologie *semi-dry* e *wet* a confronto

4.5 Linea di upgrading del biogas

Il biogas in uscita dalla sezione di digestione anaerobica è composto da una percentuale preponderante di metano (CH_4), compresa tra il 45 e il 70%, da anidride carbonica (CO_2) in minor parte e da idrogeno solforato (H_2S), ammoniaca (NH_3) e vapore acqueo (H_2O) in piccole percentuali. Per garantire una qualità del biometano analoga a quella del gas naturale di origine fossile in rete è necessario aumentare la percentuale di CH_4 nel biogas grezzo. Il processo di *upgrading* permette di rimuovere le impurità, la CO_2 e il vapore acqueo, nonché di aggiungere una sostanza odorante che consenta di percepire eventuali perdite dal sistema di distribuzione e regolarizzare la pressione per adeguarla a quella della rete.

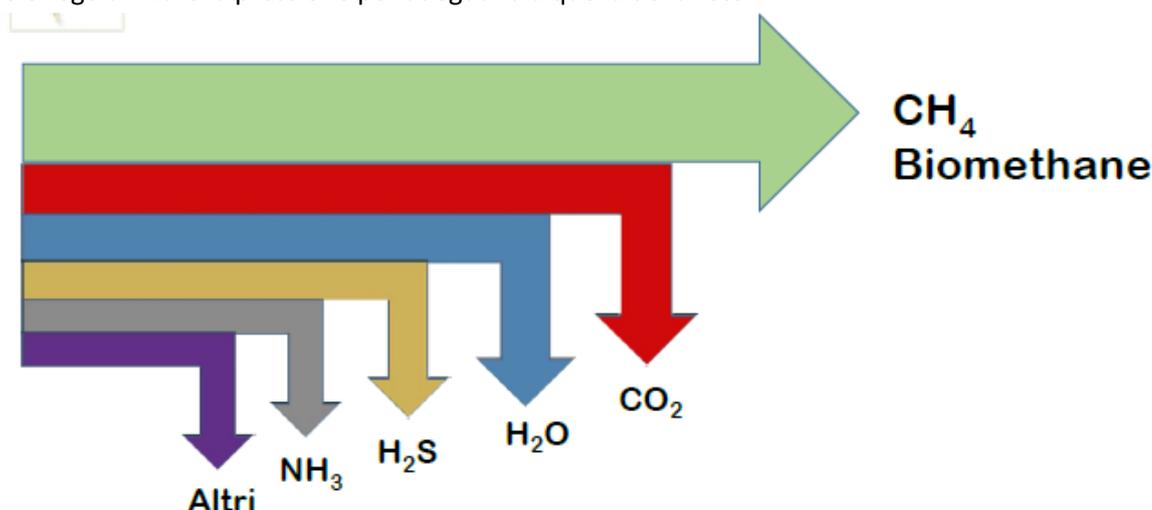


Figura 23 - Rappresentazione dei componenti eliminati dal biogas durante la fase di *upgrading*

Tutte le tecnologie attualmente disponibili sul mercato presentano vantaggi e svantaggi specifici; la scelta della tecnologia economicamente ottimale risulta fortemente condizionata dalla qualità e quantità dei biogas grezzo disponibile, la qualità di biometano desiderata e l'utilizzazione finale di tale gas, il funzionamento dell'impianto di digestione anaerobica e la tipologia e la continuità dei substrati utilizzati, così come le caratteristiche operative specifiche dell'impianto.

Nel caso in studio sono state valutate due tecnologie tra quelle possibili:

- *Scrubber* ad acqua e
- Membrane.

Si tiene di nuovo a specificare che esistono sul mercato altre tecnologie per l'*upgrading* del Biogas che potranno essere valutate in fase progettuale.

Il processo di raffinazione del biogas a biometano consiste in una purificazione suddivisa in diverse fasi e finalizzata principalmente alla rimozione dell'anidride carbonica fino ad ottenere un gas con concentrazione di CH₄ tra 97-98 %vol. Si riporta di seguito una schematizzazione delle fasi del processo di *upgrading* del biogas.

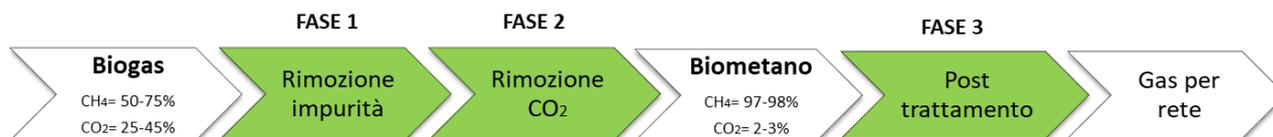


Figura 24 - Schematizzazione delle fasi del processo di *upgrading* del biogas

La rimozione delle impurità (**Fase 1**) evita la corrosione o l'intasamento della componentistica dell'impianto ed elimina sostanze tossiche e/o inquinanti. Si procede ad una **rimozione di acqua** (il biometano compatibile con l'iniezione in rete deve essere secco), **di acido solfidrico** (proveniente dalla materia organica usata), **di ossigeno e azoto** (è utilizzata una piccola quantità d'aria nelle fasi precedenti), **di ammoniaca** (non sempre necessaria), **di silicani o «polisilossani»** (presenti nei FORSU e nei fanghi, in quanto abrasivi) e **di particolato** (usurano i componenti meccanici).

Le varie tecnologie presenti sul mercato per la **rimozione di anidride carbonica (Fase 2)** possono essere suddivise in base ai meccanismi chimico-fisici impiegati per ottenere la separazione:

- **Absorbimento** (*Scrubber* ad acqua o con solventi organici);
- **Adsorbimento** (*PSA - Pressure Swing Adsorption*);
- **Permeazione** (Membrane ad alta o bassa pressione);
- **Distillazione Criogenica** (Raffreddamento).

Il post trattamento (Fase3) consente di adeguare il biometano ottenuto alle caratteristiche del gas naturale presente in rete. Si procede ad un **condizionamento** (aggiunta di propano per raggiungere il potere calorifico desiderato), all'**odorizzazione** (sostanza odorante che consente di percepire eventuali perdite dal sistema di distribuzione) e alla **regolarizzazione della pressione** (per adeguarla a quella della rete distributiva).

Le tecnologie di *upgrading* prese in considerazione ai fini del presente studio sono:

- **Pressure Water Scrubbing – Lavaggio con acqua in pressione;**
- **Separazione tramite membrane.**

La tecnologia dello **scrubbing ad acqua** si basa sul principio fisico dell'assorbimento, che sfrutta la differente solubilità dei vari componenti del gas.

Il processo si basa sulla maggiore solubilità in acqua dell'anidride carbonica rispetto al metano, in particolare a basse temperature. Il biogas viene fatto gorgogliare attraverso un contenitore di acqua (colonna) sotto pressione, riempito di materiale plastico per aumentare la superficie di contatto tra fase gassosa e liquida.

L'acqua effluente, che percorre controcorrente la colonna di assorbimento, è satura di CO₂ e viene trasferita ad un serbatoio in cui la pressione viene bruscamente ridotta e la maggiore parte del gas disciolto viene rilasciato. Al fine di ricircolare l'acqua nella colonna, la stessa deve essere rigenerata e quindi pompata ad una colonna di deassorbimento in cui incontra un flusso controcorrente d'aria di stripping, in cui viene rilasciata l'anidride carbonica rimanente disciolta. L'acqua rigenerata viene poi pompata di nuovo all'adsorbitore come liquido di lavaggio fresco. Oltre alla CO₂, il processo è in grado di rimuovere anche una certa percentuale di ammoniaca e di idrogeno solforato; tuttavia, in presenza di elevate quantità di quest'ultimo, è **necessaria fase preliminare di desolforazione**. Al termine del processo è necessario procedere all'essiccazione del gas.

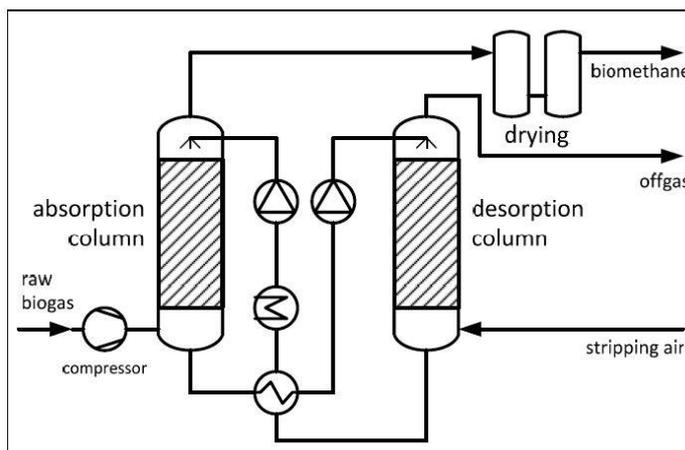


Figura 25 - Schema di funzionamento



Figura 26 - Esempio di tecnologia di *Upgrading* mediante *scrubbing* ad acqua

La tecnologia a **membrana** si basa invece sul principio della permeazione, in cui una sostanza chimica passa attraverso un polimero tramite diffusione molecolare, dunque in assenza di fori fisici nel tessuto. Le membrane tipicamente utilizzate per l'*upgrading* del biogas sono applicate in forma di fibre cave combinate ad una serie di moduli a membrana paralleli e sono costituite da materiali polimerici, che mostrano una selettività favorevole per la separazione del metano dall'anidride carbonica contenuti nel biogas. Per

ottenere una buona separazione è necessario spingere il gas attraverso la membrana ad una pressione da 25 a 40 bar; fondamentale per la durata della membrana è la preventiva rimozione dell'H₂S e di altre impurità.

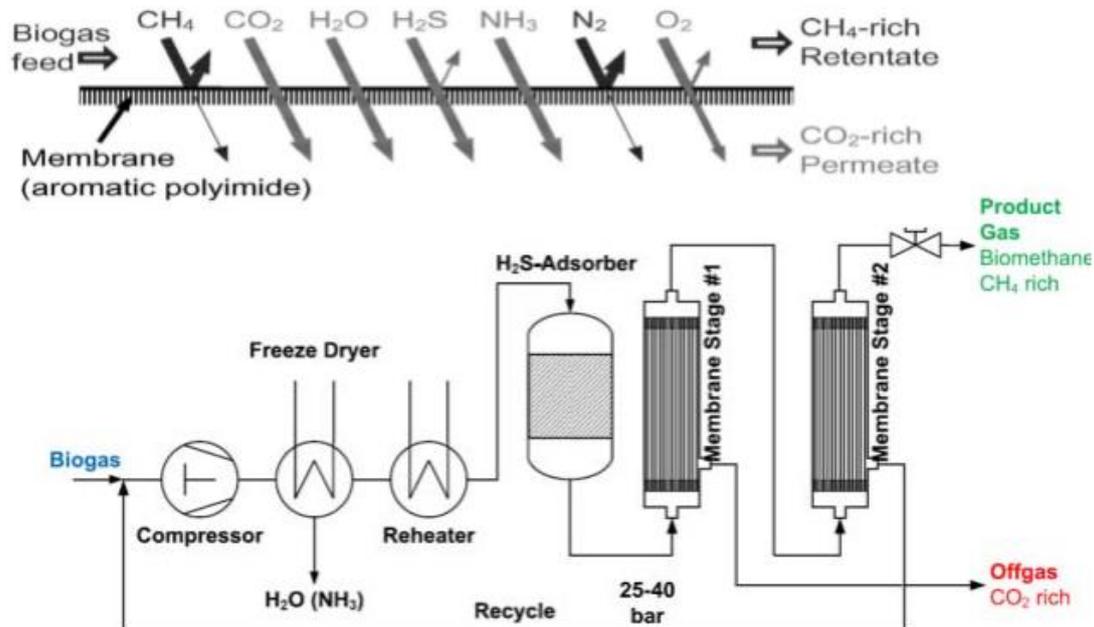


Figura 27 - Schema impianto a membrane



Figura 28 - Esempio di tecnologia di *Upgrading* mediante membrane

4.6 Pregi e difetti delle tecnologie PSW e Membrane a confronto

TECNOLOGIA PSW		TECNOLOGIA MEMBRANE	
VANTAGGI	SVANTAGGI	VANTAGGI	SVANTAGGI
Rimozione di gas e particolati	Limitazione nell'assorbimento di H ₂ S a causa delle variazioni di PH	Compatto e leggero in peso	Relativamente bassa produzione di CH ₄
Elevata purezza del biometano	H ₂ S danneggia le attrezzature	Basso costo di manutenzione	Necessario inserire fase di rimozione di H ₂ S
Elevata resa produttiva di biometano	Richiede elevati quantitativi di acqua, anche con processo di rigenerazione	Basse richieste energetiche	Membrane possono essere costose
Tecnica semplice e consolidata: non richieste speciali attrezzature o <i>chemicals</i>	Intasamento colonne di assorbimento (< CH ₄ nel biometano e in atmosfera)	Processo semplice	Membrane devono essere sostituite periodicamente (operazioni routinarie)
Neutralizzazione di gas corrosivi		Trattamento primario relativamente a basso costo	

Tabella 25 – Tecnologie a confronto (Fonti: Maasen et al (2008), Persson (2003), McDonald e Mezei (2007))

4.7 Destinazioni del biometano

A valle del processo di *upgrading*, il biometano estratto dal biogas può essere destinato a:

- Immissione in rete;
- Trasformazione in GNL.

Le fasi di lavoro per l'immissione del biometano in rete sono:

- Odorizzazione, addizione di 32 mg di tetraidrotiofene (THT), ovvero 8 kg di miscela di mercaptani (TBM) al m³ di biometano per renderne percepibile la presenza;
- Correzione indice di Wobbe: Il biometano deve possedere un adeguato indice di Wobbe al fine di garantire l'interconnessione e l'interoperabilità del sistema gas. Nel caso in cui il biometano non abbia un indice adeguato tale da innalzarne il valore, una volta misurati i parametri chimico-fisici con un gascromatografo, si provvede ad aggiungere butano/propano;
- Misura, pressione, temperatura, portata ...

- Adeguamento pressione, allacciamento in BP/MP in base all'ubicazione dell'impianto e alla distanza dalle utenze da alimentare.

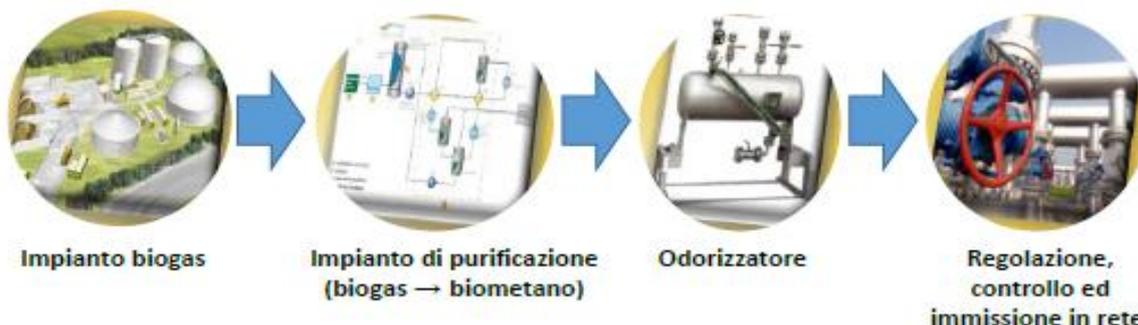


Figura 29 - Fasi di lavorazione per immissione biometano in rete

In alternativa, il biometano ottenuto dall'*upgrading* può essere trasformato in **GNL** da destinare al settore dei trasporti. La liquefazione del gas viene realizzata mediante:

- uno scambiatore di calore che sfrutta le frigorifiche fornite dall'evaporazione di azoto liquido e dal suo successivo surriscaldamento fino alla temperatura ambiente, oppure
- uno scambiatore di calore integrato in un ciclo di liquefazione a riciclo di azoto comprendente compressori e turbine.

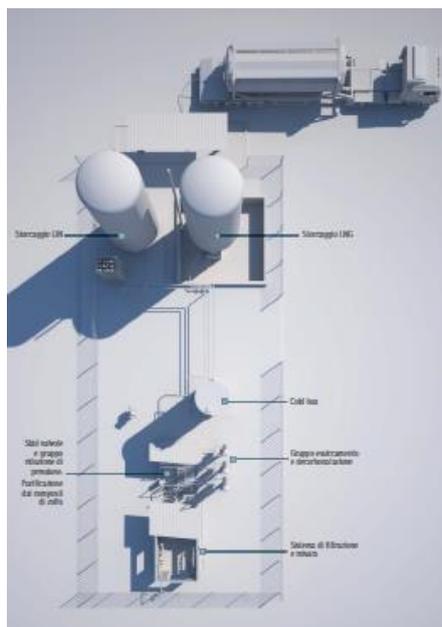


Figura 30 - Produzione GNL (Siad)

5 BILANCIO ENERGETICO ED INDIVIDUAZIONE DEI FLUSSI ENERGETICI DELL'IMPIANTO

Il bilancio energetico prende a riferimento tutte le fasi costituenti il processo di lavorazione della FORSU in ingresso, a partire dalla ricezione e pretrattamento, fino alla sua raffinazione. In questo capitolo saranno analizzati sinteticamente i principali consumi energetici associati alle diverse fasi di lavorazione nei processi *semi-dry* e *wet*, in relazione alle tre taglie individuate.

Per ogni taglia si propone infine una tabella riassuntiva dei principali consumi relativi alle due tipologie impiantistiche ipotizzate, all'interno della quale sono esposte le seguenti voci, così strutturate:

1. Consumi elettrici effettivi

Per ogni tipologia di processo e per ogni fase costituente il processo, sono stati individuati i consumi elettrici effettivi derivanti dall'uso dei macchinari.

2. Consumi di gasolio

I consumi di gasolio sono dovuti all'utilizzo della pala meccanica per le operazioni di:

- Movimentazione del materiale conferito in fase di ricezione;
- Movimentazione dei rifiuti ligno-cellulosici dal trituratore alla platea di miscelazione;
- Miscelazione del digestato con il sovrallo e il legno nel capannone dove avviene la fase aerobica;
- Trasporto della miscela nelle biocelle;
- Trasporto dello stabilizzato al capannone dove avviene la fase di maturazione;
- Trasporto dello stabilizzato maturo alla raffinazione.

Le ore di funzionamento sono state calcolate sulla base di:

- Quantità di materiale da movimentare in arrivo all'impianto;
- Quanti di materiale che la pala meccanica è in grado di spostare in un viaggio;
- Numero di viaggi all'ora che la pala meccanica deve effettuare.

3. Consumi di metano

I consumi di metano e termici derivano invece dai sistemi di riscaldamento dei fermentatori sia nel processo a secco che ad umido, utilizzati per mantenere la costante la temperatura di digestione.

CASO 25.000 t/a

CONSUMI ELETTRICI EFFETTIVI (MWh _{el} /a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Pretrattamento	210	210
Digestione anaerobica	200	600
Trattamento digestato	118	118

<i>Upgrading</i>	989	989
Immissione in rete	361	361
Controllo emissioni	600	600
TOTALE	2.078	2.478
CONSUMI DI GASOLIO (litri/a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Pretrattamento	11.250	18.000
Trattamento digestato	28.750	27.000
TOTALE	45.000	45.000
CONSUMI DI METANO (Nm³/a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Digestione anaerobica	200.000	200.000
TOTALE	200.000	200.000

CASO 60.000 t/a

CONSUMI ELETTRICI EFFETTIVI (MWh_{el}/a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Pretrattamento	410	1.050
Digestione anaerobica	420	600
Trattamento digestato	588	536
<i>Upgrading</i>	2.484	2.484
Immissione in rete	621	621
Controllo emissioni	1.290	1.290
TOTALE	5.813	6.581
CONSUMI DI GASOLIO (litri/a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Pretrattamento	27.800	25.200
Trattamento digestato	83.365	37.800
TOTALE	111.165	63.000
CONSUMI DI METANO (Nm³/a)		
Fasi operative	SEMI-DRY	WET
Digestione anaerobica	300.000	300.000
TOTALE	300.000	300.000

CASO 100.000 t/a

Per quanto riguarda la taglia maggiore, si è provveduto a simulare la sola tipologia di processo *Semi-dry* in quanto la capacità depurativa residua dell'impianto comunale di depurazione delle acque reflue risulta insufficiente e tale da far risultare non fattibile l'applicabilità di un processo di tipo *Wet*.

CONSUMI ELETTRICI EFFETTIVI (MWh_{el}/a)	
Fasi operative	SEMI-DRY
Pretrattamento	700

Digestione anaerobica	630
Trattamento digestato	1.100
<i>Upgrading</i>	3.870
Immissione in rete	361
Controllo emissioni	3.000
TOTALE	10.390
CONSUMI DI GASOLIO (litri/a)	
Fasi operative	SEMI-DRY
Pretrattamento	120.000
Trattamento digestato	180.000
TOTALE	300.000
CONSUMI DI METANO (Nm³/a)	
Fasi operative	SEMI-DRY
Digestione anaerobica	580.000
TOTALE	580.000

Tabella 26 - Tabella riassuntiva dei principali consumi energetici per le diverse taglie di impianto

6 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

Nella tabella che segue si riportano le principali informazioni derivanti dalle analisi merceologiche dei rifiuti ritirati da ASET, con relativa identificazione dei livelli di sostanza secca e sostanza organica volatile. Non disponendo delle caratteristiche merceologiche dei rifiuti raccolti da Marche Multiservizi e ATA2 Ancona, si ipotizza che siano pressoché congruenti con i valori riscontrati da ASET.

	ASET Analisi disponibili ⁴	ASET Analisi fornite
Materiale Compostabile [%]	98,7	99,44
Carta e Cartone [%]	6,2	4,5
Organico [%]	89,4	92,51
Scarti di legno [%]		2,43
Sacchetti biodegradabili [%]	3,1	
Materiale non Compostabile [%]	1,3	0,55
Plastiche [%]	0,8	0,41
Vetro [%]	0,1	
Metalli [%]	<0,1	0,14
Materiali inerti [%]	0,1	
Altre tipologie [%]	0,3	
Quantità organico [kg]	894	925
Sostanza secca [%]	25	
Solidi volatili [%]	90	
Sostanza organica volatile	201,28	208,26
S.O.V. Media		204,77

Tabella 27 - Composizione rifiuto ASET Fano

Il contenuto di rifiuto organico in peso per tonnellata di rifiuto è pari a ca. 900 kg/t. Di questo quantitativo il 25% è costituito da sostanza secca, mentre la restante parte è acqua. Solo parte della sostanza secca (90%), identificabile con i solidi volatili, è potenzialmente biodegradabile. *Il contenuto di **solidi volatili** indica la quantità di sostanza organica contenuta nella biomassa e potenzialmente trasformabile in **biometano**.*

Si dà evidenza che a parità di tipologia di substrato, i sistemi di fermentazione (nel caso specifico *wet* o *semi-dry*) hanno una diversa capacità di decomporre la sostanza organica. Nei sistemi *wet* si riscontra una capacità di decomposizione della sostanza organica maggiore, pertanto, consentono di avere una maggiore produzione di biometano per tonnellata di rifiuto processato. Tale considerazione trova riscontro nel fatto che il rifiuto prima di essere introdotto nel digestore viene trasformato in un fluido, con aumento della superficie specifica della biomassa, la quale risulta massimamente esposta all'attacco batterico nel fermentatore, con conseguente maggiore produzione di biometano.

⁴ Analisi merceologica effettuata su impianto rifiuti in gestione

	CASO 1				CASO 2				CASO 3	
	Wet		Semi-dry		Wet		Semi-dry		Semi-dry	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Riduzione % della sostanza volatile	70%	90%	50%	70%	70%	90%	50%	70%	50%	70%
Tot Solidi Volatili decomposti [kg]	143,3	184,3	102,4	143,3	143,3	184,3	102,4	143,3	143,3	184,3

Tabella 28 - Capacità di decomporre il materiale organico nelle due tecnologie.

Come precedente esposto, la capacità di decomporre la sostanza organica è diversa nei due sistemi. Applicando le percentuali di degradazione, normalmente riscontrate in campo, per le due tecnologie, ed applicando i valori al caso specifico ASET si ottiene che la sostanza organica decomposta può variare da un minimo di 102 kg/t di rifiuto ad un massimo di 184 kg/t.

Per unità di sostanza organica decomposta la quantità di biometano prodotta non è uguale, in quanto la biodegradazione di proteine, grassi e carboidrati produce diverse quantità di biometano.

PRODUZIONE BIOMETANO PER UNITÀ DI SOSTANZA DECOMPOSTA
GRASSI > PROTEINE > CARBOIDRATI

Tabella 29 - Produzione biometano per tipologia di sostanza

Coerentemente con quanto appena detto, a seconda della composizione del rifiuto si avrà una determinata produzione di biometano.

	Media	Max
CH ₄ /kg TVS [m ³]	0,41	0,5
biogas/kg TVS [m ³]	0,66	0,83
% CH ₄	61%	60%

Tabella 30 - Produzione Metano / Biogas per kg di sostanza organica decomposta.

Risulta dunque possibile calcolare la produzione di biometano attesa:

- in base alla quantità di sostanza organica potenzialmente biodegradabile dai diversi sistemi (tabella 28);
- in base alla quantità di biometano prodotto per unità di sostanza organica decomposta (tabella 29).

CASO 1 (25.000 t/a)

	Wet				Semi-dry			
	DEGRADAZIONE 70%		DEGRADAZIONE 90%		DEGRADAZIONE 50%		DEGRADAZIONE 70%	
Produzione biogas [m ³ /t]	92,4	116,2	118,8	149,4	70,0	84,9	91,6	111,1
Produzione biometano [m ³ /t]	57,4	70,0	73,8	90,0	43,4	53,0	56,8	69,3
Produzione media biometano [m ³ /t]	63,7		81,9		48,2		63,1	

Quantità biometano prodotto [m ³ /anno]	1.889.238,5	2.429.020,9	1.430.000	1.870.000
Produzione oraria biometano [Nm ³ /h]	228,2	293,4	172,7	225,8

CASO 2 (60.000 t/a)

	WET				SEMI-DRY			
	DEGRADAZIONE 70%		DEGRADAZIONE 90%		DEGRADAZIONE 50%		DEGRADAZIONE 70%	
Produzione biogas [m ³ /t]	95,14	118,54	122,33	152,41	67,96	84,67	95,14	118,54
Produzione biometano [m ³ /t]	58,44	71,38	75,14	91,78	41,74	50,99	58,44	71,38
Produzione media biometano [m ³ /t]	64,9		83,5		46,4		64,9	

Quantità biometano prodotto [m ³ /anno]	3.894.800	5.007.600	2.782.000	3.894.800
Produzione oraria biometano [Nm ³ /h]	472,1	607,0	337,2	472,1

CASO 3 (100.000 t/a)

	SEMI-DRY			
	DEGRADAZIONE 50%		DEGRADAZIONE 70%	
Produzione biogas [m ³ /t]	66,8	81,0	94,5	114,5
Produzione biometano [m ³ /t]	41,4	50,6	58,5	71,5
Produzione media biometano [m ³ /t]	46,0		65,0	

Quantità biometano prodotto [m ³ /anno]	4.600.000	6.500.000
Produzione oraria biometano [Nm ³ /h]	555,6	785,0

Tabella 31 - Produzione attesa biometano

7 CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEL PROGETTO

Si riporta di seguito un cronoprogramma di massima, elaborato sulla base delle tipiche tempistiche connesse alle principali attività e procedure da espletare al fine di realizzare l'impianto in oggetto.

Una volta predisposto il progetto esecutivo e completato l'iter autorizzativo, con l'espletamento della procedura ordinaria di Valutazione d'Impatto Ambientale e l'acquisizione dell'attestazione di avvenuto deposito del progetto esecutivo ai fini sismici da parte del servizio decentrato OO.PP. e difesa del suolo territorialmente competente, nonché acquisiti i diritti reali sull'area individuata per la realizzazione dell'impianto (acquisto terreno da privati), ASET provvederà ad indire la gara a procedura aperta per l'affidamento dei lavori.

La tempistica ordinaria del procedimento di VIA, senza considerare eventuali sospensioni e integrazioni dei termini risulta pari a circa 6 mesi, che può estendersi di altri 2 mesi circa nel caso pervengano richieste di documentazione integrativa, che è comunque lecito attendersi da parte dell'Amministrazione competente e dagli Enti interessati data la complessità del procedimento. Una volta acquisito il titolo autorizzativo, si provvederà a stipulare un atto notarile di compravendita con i proprietari dei terreni necessari per la realizzazione dell'impianto, la cui trattativa può comunque essere portata avanti prima che l'iter autorizzativo sia completato, anche mediante scrittura privata con impegno alla vendita da parte dei proprietari a determinate condizioni sospensive connesse all'acquisizione del titolo autorizzativo.

Successivamente, ASET predisporrà una gara a procedura aperta per l'affidamento dei lavori di realizzazione dell'impianto, la cui tempistica, salvo proroghe e risultanze di gara deserta, è stimabile in almeno 8 mesi (10 considerando l'espletamento delle pratiche burocratiche, consistenti nella stipula del contratto e delle fidejussioni e consegna dei lavori alla ditta appaltatrice). Pertanto, la fase burocratica preliminare può durare circa un anno e mezzo. Le principali fasi per la costruzione dell'impianto in progetto sono invece le seguenti:

- Fase 1: Preparazione delle aree e movimenti terra (durata circa 1 mese);
- Fase 2: Realizzazione fondazioni e opere civili fuori terra (durata circa 6 mesi);
- Fase 3: Montaggi Meccanici e *Piping* (durata circa 4/5 mesi);
- Fase 4: Montaggi elettrici e automazione impianto (durata circa 2 mesi);
- Fase 5: *Commissioning*, collaudi e messa in servizio (durata circa 4 mesi).

Il numero di addetti previsti in cantiere per ciascuna fase di lavoro potrà variare tra le 10 e le 20 presenze giornaliere. Le fasi di cui sopra prevedono attività che possono sovrapporsi tra di loro; indicativamente si stima una tempistica complessiva pari a circa 1 anno e mezzo circa a far data dall'apertura del cantiere.

Il *GANTT* delle attività previste per ciascuna fase è riportato di seguito.

	Anno 1 (2019)												Anno 2 (2020)												Anno 3 (2021)											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Predisposizione progetto esecutivo																																				
Espletamento iter autorizzativo																																				
Indizione bando, determina di aggiudicazione ed espletamento pratiche burocratiche																																				
Apertura cantiere e movimenti terra																																				
Realizzazione fondazioni e opere civili																																				
Montaggi Meccanici e Piping																																				
Montaggi elettrici e automazione impianto																																				
Commissioning, collaudi e messa in servizio																																				
Avvio produzione biometano																																				

Tabella 32 - Cronoprogramma semplificato d'impianto

Si ricorda che ai fini del riconoscimento degli incentivi di cui al DM 02/03/2018, il produttore di biometano avanzato deve presentare al GSE la domanda di **qualifica dell'impianto**, corredata da idonea documentazione. La qualifica può essere **a progetto** (impianto in fase di progettazione o i cui lavori non sono stati ancora avviati) **o in esercizio**.

Nel caso di qualifica a progetto, il produttore deve attestare di essere in possesso del titolo autorizzativo, ovvero dell'istanza di rilascio all'Ente competente, mentre nel caso di qualifica in esercizio la richiesta deve essere effettuata entro e non oltre 1 anno dalla data di entrata in esercizio dell'impianto di produzione, pena l'inammissibilità agli incentivi.

8 ANALISI DEL COSTO DI INVESTIMENTO (CAPEX)

8.1 Premesse

Per l'analisi dei costi di investimento in questa fase di strutturazione della pre-fattibilità di progetto si sono assunte le seguenti ipotesi:

- i. Il mantenimento di un sito omogeneo per le diverse casistiche di taglia di impianto in modo da assumere i medesimi input di riferimento per i parametri di acquisto dell'area di impianto e per la realizzazione del sistema di connessione alla rete di distribuzione del gas naturale;
- ii. La valutazione della possibilità di realizzare l'opera di connessione alla rete di distribuzione gas con pressione di ingresso pari a 12 - 15 bar e con lunghezza contenuta entro i 500,00 m lineari;
- iii. La assenza di lavori civili ed edili considerabili straordinari e/o sito specifici quali sbancamenti di declivi e pendii collinari, la realizzazione di palificazioni di fondazione, la realizzazione di arterie stradali per il collegamento alle arterie esistenti;
- iv. L'assenza di valutazioni nella scelta di investimento inerenti i costi di avviamento della funzione commerciale e dell'integrazione con l'attuale struttura delle funzioni IT, ricerca e sviluppo e del personale rinviando ad un possibile approfondimento condiviso l'analisi di impatto;
- v. La assenza di costi di *revamping* per i sottosistemi di impianto, considerando inclusi nei canoni di manutenzione le attività di manutenzione straordinaria e a guasto;
- vi. La valutazione di tre taglie di impianto idonee a processare quantitativi di FORSU rispettivamente pari a 25.000, 60.000 e 100.000 t/anno;
- vii. La valutazione di possibili opzioni impiantistiche selezionate sulla base della fattibilità tecnica ed economica data la ricerca di una robusta correlazione tra i quantitativi di FORSU conferibili e l'identificazione dei vantaggi e degli svantaggi propri delle diverse tecnologie di trattamento.

Come già descritto nel capitolo 4, per quanto attiene il processo di digestione anaerobica sono state considerate le scelte impiantistiche di digestione a semisecco e di digestione ad umido, tralasciando il processo di digestione a secco, considerato eccessivamente complesso in ottica gestionale in caso di elevati quantitativi di rifiuto organico da trattare. Per quanto concerne l'impianto di taglia maggiore non è stata considerata in modo favorevole, inoltre, l'applicazione di un processo wet stante l'impatto sia tecnico che economico che tale soluzione avrebbe implicato sulla fase di depurazione del digestato. Con riferimento ai quantitativi di FORSU e sfalci di verde disponibili, e che si intendono reperire a mercato, vengono effettuate le seguenti simulazioni.

Taglia di impianto	Tecnologia di processo	
	Semi-Dry	WET
25.000 t/a (FORSU) 12.000 t/a (verde)	✓	✓
60.000 t/a (FORSU) 30.000 t/a (verde)	✓	✓
100.000 t/a (FORSU) 40.000 t/a (verde)	✓	✗

Tabella 33 – Casistica di analisi: matrice taglia / tecnologia di processo

8.2 Descrizione dei CAPEX delle soluzioni per le diverse taglie di impianto

La descrizione dei CAPEX (CAPital EXpenditure)⁵ per le due soluzioni impiantistiche e le diverse taglie di impianto è stata riportata ad uno schema di base anche al fine di favorire il confronto dei costi di investimento complessivo.

Sono state individuate 10 classi di costo di investimento principali riconducibili alla tipologia di progetto a cui si aggiungono le ulteriori voci di inserimento di *contingency* e imprevisti, costi per interventi compensativi nei confronti di *stakeholder* e costi di dismissione per eliminazione (in parte delle componenti elettromeccaniche). Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle principali classi di costo per le tipologie di impianto con indicazione del peso percentuale medio di ciascuna di esse (stante che le quote di costi allocati per *contingency* – imprevisti, per interventi compensativi e per la fase di dismissione dell'impianto sono definiti in modo aprioristico).

Classe	Descrizione per macrovoci - CAPEX	Peso %	
		Semi-dry	WET
1	Area impianto (acquisto e urbanizzazione)	✓ 25%	✓ 27%
2	Sezioni di stoccaggio e pretrattamento	✓ 10%	✓ 12%
3	Sezione di fermentazione	✓ 27%	✓ 17%
4	Sezione di trattamento digestato solido	✓ 8%	✓ 7%
5	Sezione di maturazione ammendante	✓ 8%	✓ 4%
6	Sezione di trattamento digestato liquido	✗	✓ 9%
7	Sezione di <i>upgrading</i> e opere di connessione alla rete ⁶	✓ 14%	✓ 16%
8	Altro (mezzi e apparecchiature di sicurezza)	✓ 2%	✓ 2%
9	<i>Permitting</i> , Progettazione, D.L., Sicurezza	✓ 1%-2%	✓ 2%
10	Extra opere edili - civili - impiantistiche ⁷	✗ sito specifico	✗ sito specifico
11	Contingency e imprevisti	✓ 5%	✓ 5%
12	Interventi compensativi e attività di consenso ⁸	✓	✓
13	Dismissione impianto	✓	✓

Legenda

✓ Valore pertinente e considerato nell'analisi

✗ Valore sito specifico e non pertinente

Tabella 34 – Descrizione del peso delle singole macrovoci di CAPEX

Data la disponibilità di condizioni favorevoli di connessione alla rete di distribuzione del gas naturale presenti in diversi punti del territorio del Comune di Fano (bassa pressione di ingresso, non eccessive distanze dalla rete) si è optato per una analisi di pre-fattibilità in cui uno dei principali elementi di stress economico sia rappresentato dal costo di acquisto dell'area. La valutazione per l'acquisto dell'area oggetto di installazione

⁵ Per la definizione di rinvia all'allegato 1

⁶ Opere di connessione alla rete del gas naturale con pressione di ingresso pari a 12 bar ed estensione pari a 500 m.

⁷ Nella fase di valutazione non sono stati considerati possibili extracosti civili rispetto ad un sito con caratteristiche orografiche pianeggianti ed extracosti impiantistici come la realizzazione di una centrale cogenerativa annessa.

⁸ La categoria dei costi per attività di consenso al progetto è piuttosto ampia e può includere ad esempio da quelli inerenti la realizzazione di un processo partecipativo con la cittadinanza, alla realizzazione di materiale ed eventi informativi e formativi sul progetto sino alla realizzazione di opere compensative sul territorio.

dell'impianto è stata, infatti, eseguita sulla base di indicazioni raccolte dallo sponsor in merito ai prezzi di mercato vigenti per aree di espansione industriale nel Comune di Fano; in fase di simulazione, dato il *range* di costo specifico piuttosto elevato e pari a 80 – 110 €/m², si è optato cautelativamente per un valore specifico di 100 €/m² oltre oneri di urbanizzazione primaria e secondaria (comunque stimate ed incluse nella presente analisi). Come si evince da sinottico sopra riportato i costi di acquisto dell'area e di relativa urbanizzazione rappresentano una delle voci di costo principali in entrambe le configurazioni impiantistiche, semi-dry e wet, seguita dai costi di realizzazione dei fermentatori e dalle opere di connessione alla rete di distribuzione del gas naturale.

8.2.1 CAPEX per le configurazioni semi-dry

L'investimento onnicomprensivo stimato per il progetto con soluzione di processo *Semi-dry* in relazione alle tre taglie ipotizzate risulta compreso nel *range* **15,8 – 43,9 milioni di Euro oltre IVA**. Il costo relativo alla taglia intermedia, in grado di processare 60.000 t/a ca. di FORSU, risulta pari a circa 27,8 milioni di Euro, oltre IVA. Si riporta di seguito un sinottico dei costi di investimento complessivi previsti per la tipologia di impianto con soluzione di processo *semi-dry*.

Classe	Descrizione per macrovoci - CAPEX semi-dry	Taglia di impianto		
		25.000 t/a	60.000 t/a	100.000 t/a
		(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)
1	Area impianto (acquisto e urbanizzazione)	3.865,0	7.660,0	11.455,0
2	Sezioni di stoccaggio e pretrattamento	1.920,0	1.880,0	5.660,0
3	Sezione di fermentazione	4.200,0	8.400,0	12.000,0
4	Sezione di trattamento digestato solido	1.060,0	2.080,0	4.260,0
5	Sezione di maturazione ammendante	900,0	2.720,0	3.960,0
6	Sezione di trattamento digestato liquido	-	-	-
7	Sezione di upgrading e opere di connessione	2.871,8	3.746,3	4.443,3
8	Altro (mezzi e apparecchiature di sicurezza)	440,0	540,0	740,0
9	<i>Permitting</i> , Progettazione, D.L., Sicurezza	250,0	400,0	650,0
10	Extra opere edili - civili - impiantistiche	-	-	-
11	Contingency e imprevisti	762,8	1.351,3	2.125,9
A	Totale Generale	16.269,6	28.777,6	45.294,2
	Miglioramento offerta	5,0%	5,0%	5,0%
B	Totale Investimento per l'impianto	15.450,0	27.330,0	43.029,0
12	Interventi compensativi e attività di consenso	310,0	550,0	870,0
C	Totale Progetto	15.760,0	27.880,0	43.899,0
13	Dismissione impianto	160,0	280,0	430,0

Tabella 35 – CAPEX impianti con tecnologia semi-dry

8.2.2 CAPEX per le configurazioni wet

L'investimento onnicomprensivo stimato per il progetto con soluzione di processo *Semi-dry* in relazione alle tre taglie ipotizzate risulta compreso nel *range* **16,5 – 24,2 milioni di Euro oltre IVA**, valore quest'ultimo relativo alla taglia intermedia, in grado di processare 60.000 t/a ca. di FORSU. Si riporta di seguito un sinottico dei costi di investimento previsti per la tipologia di impianto con soluzione di processo *wet*.

Classe	Descrizione per macrovoci - CAPEX wet	Taglia di impianto		100.000 t/a
		25.000 t/a	60.000 t/a	
		(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)	
1	Area impianto (acquisto e urbanizzazione)	3.865,0	7.660,0	
2	Sezioni di stoccaggio e pretrattamento	1.920,0	3.380,0	
3	Sezione di fermentazione	3.835,0	3.000,0	
4	Sezione di trattamento digestato solido	1.180,0	1.560,0	
5	Sezione di maturazione ammendante	340,0	1.420,0	
6	Sezione di trattamento digestato liquido	1.600,0	2.150,0	
7	Sezione di upgrading e opere di connessione	2.871,8	3.694,8	
8	Altro (mezzi e apparecchiature di sicurezza)	440,0	540,0	
9	Permitting, Progettazione, D.L., Sicurezza	250,0	400,0	
10	Extra opere edili - civili - impiantistiche	-	-	
11	Contingency e imprevisti	802,6	1.170,2	
A	Totale Generale	17.104,4	24.975,0	
	Miglioramento offerta	5,0%	5,0%	
B	Totale Investimento per l'impianto	16.249,2	23.726,3	
12	Interventi compensativi e attività di consenso	330,0	480,0	
C	Totale Progetto	16.579,2	24.206,3	Non valutato
13	Dismissione impianto	170,0	240,0	

Tabella 36 – CAPEX impianti con tecnologia wet

Come già accennato nei precedenti paragrafi, rispetto ad un impianto esercito in assetto *Semi-dry*, un impianto *Wet* richiede pretrattamenti più spinti del materiale in ingresso in quanto occorre eliminare tutti i componenti estranei alla FORSU (materiali plastici, vetrosi e metallici) al fine di non compromettere la commercializzazione dell'ammendante finale (situazione che potrebbe diventare un serio problema e non gestita in maniera opportuna). Un'efficace eliminazione a valle non è così semplice ed economica come apparentemente potrebbe sembrare. Tale configurazione, prevede altresì di sostenere un'importante spesa per il trattamento del digestato liquido (spesa non rilevante per un impianto *Semi-dry*), che può essere smaltito nella rete fognaria in solo se disponibile capacità depurativa residua all'interno del comprensorio di pertinenza al futuro impianto. Una condizione simile potrebbe orientare la scelta di nei confronti di una tecnologia *Semi-dry*, tuttavia, occorre ricordare che impianti di tipo *Wet* posseggono una capacità maggiore di decomporre la sostanza organica (consentono di avere una maggiore produzione di biometano per tonnellata di rifiuto processato).

9 ANALISI DEI COSTI OPERATIVI (OPEX)

9.1 Premesse

La valutazione dei costi operativi – OPEX (OPERating EXPense) è stata declinata in sottocasi sulla base delle scelte tecnologiche individuate e sulle taglie di processo determinate dalle opzioni di conferimento di *input* teoricamente disponibili di FORSU e Verde per l’invio al processo.

Sono state individuate 10 classi di costo operativo principali riconducibili alla tipologia di progetto a cui si aggiunge l’ulteriore voce di inserimento di *contingency* e imprevisti su base annuale. Alle diverse categorie di costo operativo è stato applicato, sulla base di valutazioni della scrivente, uno specifico indice di rivalutazione annua, determinato a seconda dei casi pari al 2,0%, 1,5% o nullo.

Per quanto concerne soprattutto le voci di costo operativo relative allo smaltimento di rifiuti, del digestato liquido e al costo del personale risulta necessario un approfondimento con il Cliente al fine di individuare potenziali e sensibili ottimizzazioni di costo che prevedano il completamento della struttura del futuro progetto di investimento attraverso la struttura e i servizi già ad oggi rispondenti alla società ASET S.p.A..

9.2 Descrizione degli OPEX delle soluzioni per le diverse taglie di impianto

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle principali classi di costo per le tipologie di impianto con indicazione del peso percentuale medio di ciascuna di esse (stante che la quota percentuale di costi allocati per *contingency* – imprevisti è definita in modo aprioristico).

Classe	Descrizione per macrovoci - OPEX	Peso %		Adeguamento annuale
		Semi-dry	WET	
1	Consumi di energia elettrica sezione di pretrattamento e digestione	12%	14%	1,50%
2	Consumi di energia elettrica sezione di up-grading e compressione	13%	12%	1,50%
3	Consumi di energia elettrica sezione di pretrattamento e digestione	5%	3%	1,50%
4	Consumo di metano per riscaldamento fermentatori	6%	6%	1,50%
5	Manutenzioni (escluso upgrading)	10%	10%	2,0%
6	Service Upgrading & Delivery	2%	3%	2,0%
7	Acquisto reagenti e gestione desolfurazione	3%	4%	2,0%
8	Prestazioni di terzi	27%	26%	2,0%
9	Personale	18%	19%	-
10	Spese generali	2%	2%	2,0%
11	Varie ed imprevisti	1%	1%	2,0%

Tabella 37 – OPEX di impianti con tecnologia semi-dry e wet

Come si evince dal sinottico sopra riportato i valori aggregati per vettori energetici, per le prestazioni di terzi e del personale rappresentano i principali centri di costo in entrambe le configurazioni tecnologiche.

	Semi-dry	WET
Vettori energetici	36%	35%
Prestazioni di terzi	27%	26%
Personale	18%	19%
Manutenzioni	15%	17%
Altro	3%	3%

Tabella 38 – Macrocategorie di OPEX di impianti con tecnologia semi-dry e wet

L'analisi evidenzerebbe la necessità per lo sponsor di instradare strategie per l'ottimizzazione dei costi operativi prevedendo ad esempio soprattutto l'analisi economica-finanziaria differenziale derivante da un sistema cogenerativo asservito all'impianto principale e la revisione dei costi del personale mediante la riallocazione di risorse umane già presenti nel proprio organico.

9.2.1 OPEX per le configurazioni semi-dry

I costi operativi e di gestione annuali stimati per le diverse taglie di impianto con tecnologia di processo semi-dry variano nel range **1,8 – 5,6 milioni di Euro oltre IVA su base annuale**, con valore intermedio pari a circa 3,3 milioni di Euro oltre IVA per anno per l'impianto con capacità di trattamento da 60.000 t/a. Le quote spaccettate prevalenti di costo sono rappresentate dalle prestazioni di terzi (in particolar modo dallo smaltimento di impurità, sovvagli e percolati) pari ad una quota media del 27% del costo annuo totale, dal costo del personale pari ad una quota media del 18% del costo annuo totale, dal consumo di energia elettrica, dal consumo di metano per il riscaldamento dei fermentatori con quote medie rispettivamente pari al 30% e 6%. I costi aggregati di manutenzioni e di contratti per *service* ammontano ad una quota complessiva del 12%. Si riportano di seguito due sinottici dei costi operativi complessivi previsti per la tipologia di impianto semi-dry in funzione della taglia.

Classe	Descrizione per macrovoci - OPEX semi-dry	Taglia di impianto		
		25.000 t/a	60.000 t/a	100.000 t/a
		(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)
1	Consumi di energia elettrica per la sezione di pretrattamento e digestione	169,20	406,20	814,50
2	Consumi di energia elettrica per la sezione di up-grading ed immissione in rete	202,53	465,75	744,01
3	Consumi di energia elettrica per la sezione di pretrattamento e digestione	65,25	161,19	435,00
4	Consumo di metano	130,00	195,00	232,00
5	Manutenzioni (escluso upgrading)	170,40	296,80	560,60
6	Service Upgrading & Delivery - Immissione in Rete	70,00	58,00	80,00
7	Acquisto reagenti e gestione desolfurazione per immissione in rete	36,25	138,99	226,12
8	Prestazioni di terzi	505,00	860,00	1.430,00
9	Personale	397,00	597,00	837,00
10	Spese generali	30,00	75,00	150,00
11	Varie ed imprevisi	13,10	26,95	48,63
	Totale OPEX	1.788,73	3.280,88	5.557,86

Tabella 39 – OPEX di impianti con tecnologia semi-dry

	Taglia di impianto		
	25.000 t/a	60.000 t/a	100.000 t/a
	(k€)	(k€)	(k€)
Costi Energetici	567,0	1.228,1	2.225,5
Manutenzioni	276,6	493,8	866,7
Prestazioni terzi	505,0	860,0	1.430,0
Personale	397,0	597,0	837,0
Generali	30,0	75,0	150,0
Contingency	13,1	27,0	48,6
Totale OPEX semi-dry	1.788,7	3.280,9	5.557,9

Tabella 40 – Macro voci OPEX di impianti con tecnologia semi-dry

9.2.2 OPEX per le configurazioni wet

I costi operativi e di gestione annuali stimati per le diverse taglie di impianto con tecnologia di processo wet variano nel range **1,9 – 3,3 milioni di Euro oltre IVA su base annuale**, con valore quest'ultimo riferito all'impianto con capacità di trattamento da 60.000 t/a. Le quote spaccettate prevalenti di costo sono rappresentate dalle prestazioni di terzi (in particolar modo dallo smaltimento di impurità, sovvagli e percolati) pari ad una quota media del 26% del costo annuo totale, dal costo del personale pari ad una quota media del 19% del costo annuo totale, dal consumo di energia elettrica, dal consumo di metano per il riscaldamento dei fermentatori con quote medie rispettivamente pari al 29% e 6%. I costi aggregati di manutenzioni e di contratti per *service* ammontano ad una quota complessiva del 13%. Si riportano di seguito due sinottici dei costi operativi complessivi previsti per la tipologia di impianto wet in funzione della taglia.

Classe	Descrizione per macrovoci - OPEX wet	Taglia di impianto		100.000 t/a
		25.000 t/a	60.000 t/a	
		(k€ oltre IVA)	(k€ oltre IVA)	
1	Consumi di energia elettrica per la sezione di pretrattamento e digestione	229,20	521,40	
2	Consumi di energia elettrica per la sezione di up-grading ed immissione in rete	202,53	465,75	
3	Consumi di energia elettrica per la sezione di pretrattamento e digestione	65,25	91,35	
4	Consumo di metano	130,00	195,00	
5	Manutenzioni (escluso upgrading ed LNG)	222,75	312,60	
6	Service Upgrading & Delivery - Immissione in Rete	70,00	58,00	
7	Acquisto reagenti e gestione desolforazione per immissione in rete	81,02	138,99	
8	Prestazioni di terzi	515,00	860,00	
9	Personale	397,00	597,00	
10	Spese generali	30,00	75,00	
11	Varie ed imprevisi	15,46	27,87	
	Totale OPEX	1.958,22	3.342,96	Non valutato

Tabella 41 – OPEX di impianti con tecnologia wet

	Taglia di impianto		100.000 t/a
	25.000 t/a	60.000 t/a	
	(k€)	(k€)	
Costi Energetici	627,0	1.273,5	
Manutenzioni	373,8	509,6	
Prestazioni terzi	515,0	860,0	
Personale	397,0	597,0	
Generali	30,0	75,0	
Contingency	15,5	27,9	
Totale OPEX semi-dry	1.958,2	3.343,0	Non valutato

Tabella 42 – Macro voci OPEX di impianti con tecnologia wet

10 ANALISI DELLA REDDITIVITÀ DELL'INVESTIMENTO

10.1 Premesse

L'analisi del Progetto di investimento viene effettuata isolando il progetto stesso e la sua struttura dei flussi di cassa della società Proponente, specie se questa non risulterà di scopo o di progetto per l'appunto, che resta per intraprese di questo tipo la soluzione da preferire soprattutto per i riflessi finanziari.

Qualsiasi scelta gestionale produrrà inoltre connessioni finanziarie specifiche e nella maggior parte dei progetti/imprese le risorse finanziarie possono condizionare strategie e obiettivi aziendali. Nella presente attività si restringeranno i confini della gestione finanziaria alla fase prettamente gestionale, ovvero:

- Stimare le previsioni di ricavo e di costo;
- Ipotizzare un livello di investimento ottimale;
- Individuare i livelli di capitale necessario e le modalità di recupero tra le fonti onerose quali mezzi propri e capitali di debito.

I primi due punti saranno oggetto di analisi in quota parte di derivazione delle verifiche tecniche e di costo già sostanzialmente esposte, mentre il terzo punto dovrà essere ipotizzando secondo le condizioni di finanziamento generalmente auspiccate.

La gestione del progetto dovrà coinvolgere infatti anche la funzione finanziaria, nelle figure del direttore finanziario, del *treasurer* e del *controller*.

Per l'analisi di redditività dell'investimento in questa fase di strutturazione della pre-fattibilità di progetto si sono assunte le seguenti ipotesi:

- i. La valutazione di tre taglie di impianto idonee a processare:
 - Caso 1: quantitativi di FORSU pari a 25.000 t/anno e di verde urbano pari a 12.000 t/anno;
 - Caso 2: quantitativi di FORSU pari a 60.000 t/anno e di verde urbano pari a 30.000 t/anno;
 - Caso 3: quantitativi di FORSU pari a 100.000 t/anno e di verde urbano pari a 40.000 t/anno.
- ii. La valutazione di due soluzioni tecnologiche basate rispettivamente su approccio semi-dry e wet per i casi 1 e 2 solo semi-dry per il caso3;
- iii. La possibilità di realizzare l'opera di connessione alla rete di distribuzione gas con pressione di ingresso pari a 12/15 bar e lunghezza contenuta entro i 500 m lineari;
- iv. Le tariffe di conferimento della FORSU e del Verde sono inserite rispettivamente pari a 75 €/t e 15 €/t, determinate anche sulla base delle condizioni commerciali tipiche rilevabili nel Q3 2018 nell'area centro-nord del Paese;
- v. La non considerazione del differenziale tra gli attuali costi di conferimento contrattualizzati dalla municipalizzata e i valori sopra espressi, rinviando allo studio di fattibilità la possibile analisi su una tariffa obiettivo e il relativo risparmio per l'ente comunale e/o l'utente finale (a tal fine sono da

considerarsi ad esempio i minori costi complessivamente sostenuti per l'eliminazione di alcune fasi logistiche del rifiuto);

- vi. La valutazione di eventuali costi per revamping non è stata inserita nella pre-fattibilità rinviando alla simulazione successiva l'inserimento di tali eventuali fattori (di norma tali impianti non prevedono operazioni di revamping particolarmente gravose);
- vii. La assenza di lavori civili ed edili considerabili straordinari rispetto ad un sito generico quali ad esempio sbancamenti di declivi e pendii collinari, la realizzazione di palificazioni di fondazione delle strutture in calcestruzzo, la realizzazione di svincoli e nuove arterie stradali per il collegamento all'impianto;
- viii. L'acquisto di vettori energetici (quali energia elettrica e metano) per il funzionamento dei sistemi ausiliari di impianto, delle stazioni di compressione e per il riscaldamento dei fermentatori dalle rispettive reti secondo costi commerciali attuali, rinviando allo studio di fattibilità la verifica di soluzioni alternative quali l'utilizzo di sistemi cogenerativi in loco;
- ix. La necessità di acquisire un'area dedicata e di procedere al relativo versamento di oneri di urbanizzazione primaria e secondaria secondo le seguenti modalità:
 - Caso 1: 30.000 m² più un margine di sicurezza del 10% per opere di mitigazione visiva;
 - Caso 2: 60.000 m² più un margine di sicurezza del 10% per opere di mitigazione visiva;
 - Caso 3: 90.000 m² più un margine di sicurezza del 10% per opere di mitigazione visiva.
- x. La possibilità di immettere il biometano prodotto in rete con specifica destinazione nei trasporti mediante Ritiro GSE.

Con riferimento ai flussi generati dal progetto si ipotizzerà una vita utile del progetto, come già indicato, pari a 20 anni al termine dei quali il progetto dovrebbe aver esaurito il proprio ciclo tecnico ed economico e quindi la sua capacità di generare valore aggiunto senza sostanziali revisioni e *retrofitting*.

Il concetto principale di analisi sarà rappresentato dal metodo del Valore Attuale Netto (VAN)⁹, utilizzando due fattori di sconto di *benchmark* ma non necessariamente rilevanti nei termini esaminati per aziende che svolgono servizi di pubblica e strategica utilità. I flussi di cassa finanziaria analizzati saranno quelli rilevanti per lo/gli *shareholder* mentre non potranno essere prese in considerazione analisi di impatto sociale del progetto sugli *stakeholder*.

Nell'analisi della situazione attuale (ovvero senza Progetto di realizzazione dell'impianto di biometano) bisognerebbe considerare le tariffe di conferimento come una voce passante per lo Sponsor, in quanto ridistribuite sul cliente finale, oggetto del ritiro del rifiuto.

Altro aspetto fondamentale da analizzare in sede di studio di fattibilità sarà rappresentato dai possibili stress finanziari sulla gestione ordinaria in funzione delle modalità e delle tempistiche di riscossione dei tributi di raccolta e smaltimento dei rifiuti e dei corrispettivi elargibili dal GSE.

⁹ Per la descrizione si rinvia all'Allegato 1

Si riporta di seguito una scheda di sintesi sull'inquadramento strategico del Progetto per lo Sponsor.

Natura dell'urgenza del Progetto 	Anche nell'ottica del paradigma dell'economia circolare, dotare la municipalizzata di un impianto trattamento della FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) prodotta localmente ed eventualmente capace di processare conferimenti esterni al fine di garantire la sostenibilità economica dello stesso.
Shareholder 	ASET S.p.A. (e a seconda delle configurazioni degli sponsor del Progetto Marche Multiservizi S.p.A. e ATA2 Ancona).
Stakeholder 	<ul style="list-style-type: none"> - Cittadini dei Comuni consorziati nelle municipalizzate di cui sopra; - Imprese (agricole, industriali e commerciali) ed organizzazioni del territorio.
Condizioni in assenza del progetto 	Conferimento della FORSU raccolta localmente presso soggetti terzi specializzati nel trattamento della stessa dislocati presso il territorio nazionale.
Natura dei rischi in assenza del progetto 	<ul style="list-style-type: none"> - Disservizi da parte di soggetti terzi specializzati nel trattamento della FORSU a causa possibili di colli di bottiglia; - (Collegato al punto sopra) Di sfruttamento di quote non previste attualmente delle discariche attive; - Di mercato dovuti a possibili dinamiche delle tariffe di conferimento; - Di soddisfacimento della domanda di mercato da parte di una iniziativa imprenditoriale terza.

Tabella 43 – Scheda di sintesi per l'inquadramento strategico del Progetto

10.2 Struttura dei ricavi di Progetto

L'analisi dei ricavi e del Margine Operativo Lordo (MOL) è stata effettuata sull'orizzonte temporale del Progetto prevedendo un numero di ore equivalenti annue realizzate dall'impianto in un *range* 8.150 – 8.400 e in grado di garantire una producibilità lorda media-oraria di biometano avanzato come segue (scenario *base case*):

		Taglia di impianto		
		25.000 t/a	60.000 t/a	100.000 t/a
Producibilità oraria	(Sm ³ /h)	172 - 225	433 - 566	555 - 785
Ore anno	(h _{eq})	8.150 - 8.350	8.200 - 8.350	8.200 - 8.400
Producibilità annua lorda	(milioni Sm³/a)	1,4 - 1,9	3,6 - 4,7	4,6 - 6,5

Tabella 44 – Sinossi delle producibilità teoriche (scenario base case)

I valori netti di immissione in rete di biometano vengono ricavati considerando perdite e riduzioni in torcia pari al 2,00% del totale nella configurazione di *base case*.

I ricavi sono stati calcolati prevedendo il riconoscimento di "CIC avanzati" (certificato di immissione in consumo di biocarburanti), le maggiorazioni "Double Counting" e il Ritiro del biometano avanzato da parte

del GSE secondo le modalità previste dal D.M. 02 Marzo 2018 e illustrate dalle relative Procedure applicative elaborate dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE).

Per quanto concerne il valore economico specifico del CIC viene previsto, quindi, l'obbligo del GSE, su richiesta del futuro produttore, di ritirare, per un valore pari a 375,00 euro per 10 anni dalla data di decorrenza del periodo di incentivazione, ciascun CIC. Decorso tale limite temporale, per l'analisi dei flussi a fini cautelativi viene considerato un valore di mercato del CIC fisso e pari al 50% del valore di ritiro garantito sino al termine della vita utile del progetto.

Per quanto concerne il prezzo di cessione del vettore biometano si è valutato quale prezzo di partenza il valore medio degli ultimi 12 mesi con una rivalutazione per gli anni a seguire secondo un indice di inflazione energetica pari all'1,5%.

Per quanto concerne le tariffe di conferimento della FORSU e del verde si è fatto riferimento sia ai valori indicati dal Committente sia a valori medi di mercato rilevati per l'area Centro – Nord Italia. In fase di analisi sono stati considerati valori per le tariffe di conferimento per la FORSU e per il verde rispettivamente pari a 75 e 15 €/t. A fini cautelativi si è considerato il costo di trasporto attualmente contrattualizzato per il trasporto delle matrici di FORSU e stimabile in 15 - 20 €/t come un gap di costo a beneficio dell'utente finale.

Struttura delle voci di ricavo specifico

CIC	Valore garantito	Durata dell'incentivo	Valore di mercato
	(€/CIC)	(anni)	
Remunerazione CIC	375,00	10	50,00% del valore garantito

Gas metano	Prezzo	Aggiornamento annuale
	(€/Smc)	
Remunerazione CH4 - PSV	0,216	1,00%
Prezzo Ritiro GSE: PSV	0,205	1,00%

Premi	Valore DM 2 marzo 2018	Limiti
		Durata (anni)
CIC biometano Avanzato	1 CIC=5 Gcal	10
Maggiorazione Distributore	× non considerato	
Maggiorazione LNG	× non considerato	

Conferimento FORSU e Verde	Tariffa	Aggiornamento annuale
	(€/ton)	
Tariffa FORSU	75,00	0,00%
Tariffa VERDE	15,00	0,00%

Tabella 45 – Valori di input per le voci di ricavo

Per il primo anno di piena operatività del progetto si prospetta una voce di ricavo complessiva, a seconda della configurazione di taglia, pari a circa 3,3 milioni di Euro per l'impianto di trattamento da 25 kt/a, a circa 8,2 milioni di Euro per l'impianto di trattamento da 60 kt/a e a circa 12,5 milioni di Euro per l'impianto di trattamento da 100 kt/a. I ricavi complessivi sono costituiti, pertanto, per una quota inclusa nel range 59% - 65% da ricavi da conferimento delle matrici di FORSU e verde, per una quota inclusa nel range 26% - 30% da ricavi per ritiro dei CIC "avanzati" e per una quota inclusa nel range 9% - 10% per il Ritiro GSE del biometano prodotto. **L'analisi evidenzia come la struttura dei ricavi sia in massima parte funzione della tariffa di conferimento della FORSU, con un impatto più limitato seppur robusto rappresentato dall'incentivazione prevista dal D.M. 02 Marzo 2018.**

Si riporta di seguito una tabella di sinossi con i ricavi di competenza relativamente al primo anno di operatività.

		Taglia di impianto		
		25.000 t/a	60.000 t/a	100.000t/a
Volumi				
Produzione	(.000 Sm ³ /a)	1.622,88	4.057,20	5.436,65
CIC (valore base)	(.000)	1,32	3,29	4,41
Ritiro CIC biometano avanzato	(.000)	2,63	6,58	8,82
FORSU	(.000 t/a)	23,75	60,00	100,00
Verde	(.000 t/a)	11,40	27,00	40,00
Premialità				
Biometano "avanzato" (art. 6 DM 0/3/2018)	✓			
Maggiorazione per distributore	✗			
Maggiorazione per liquefazione	✗			
Tariffe				
Da Vendita/Ritiro Bmtn	(€/Sm ³)	0,21		
CIC	(€/CIC)	375,0		
Conferimento FORSU	(€/ton)	75,0		
Conferimento Verde	(€/ton)	15,0		
Ricavi				
Da Vendita / Ritiro Bmtn	(k€/a)	333,01	832,54	1.115,60
Da ritiro CIC	(k€/a)	987,00	2.467,50	3.306,75
Da conferimento FORSU	(k€/a)	1.781,3	4.500,0	7.500,0
Da conferimento Verde	(k€/a)	171,0	405,0	600,0
Ricavo Totale	(milioni €/a)	3,27	8,21	12,52

Tabella 46 – Valori di ricavo

10.3 Struttura del finanziamento

Oggetto del presente studio è altresì quello di verificare l'impatto sulla redditività generale del progetto date le opzioni di finanziamento dello stesso. Le fonti di finanziamento presentano caratteri interni ed esterni. Per quanto concerne i primi si ipotizza che in assenza di possibilità di autofinanziamento del nascente progetto

e della eventuale relativa società di scopo le fonti possano essere drenate dalla società socie dell'intrapresa mediante la gestione corrente o disinvestimenti.

Per quanto concerne le seconde, dovrà essere necessariamente considerato uno schema che includa capitali propri (magari attingendo ad eventuali fondi speciali appositamente predisposti) e l'attivazione di finanziamenti di capitale di debito a lungo termine. A tal riguardo, l'elevato ammontare del CAPEX suggerirebbe l'implementazione di strategie di *project financing*, anche mediante il coinvolgimento di un *pool* di Istituti di Credito.

Ai fini della simulazione "*levered*" del Progetto di investimento, ovvero con finanziamento di quota parte del costo di investimento, nella presente analisi si sono assunte le seguenti ipotesi basate su un prodotto mutuo con garanzie reali e ipotecarie, rinviando ad un possibile *step* di approfondimento l'analisi di fattibilità mediante un prodotto finanziario di tipo *leasing in costruendo o project financing*. La simulazione tiene conto della linea *senior* anche se è auspicabile che lo schema finale di indebitamento includa anche una apposita linea IVA.

Vengono riportate di seguito le principali caratteristiche della struttura finanziaria simulata.

Tipologia	Mutuo per Linea Senior
Quota di debito	70,00% del costo di investimento totale
Mezzi Propri	30,00%
Tasso simulato	5,00%

Durata	10 anni
Data primo rimborso	gen-22
Data ultimo rimborso	gen-32

Tabella 47 – Struttura base di una operazione di finanziamento

	Taglia di impianto				
	25.000 t/a		60.000 t/a		100.000 t/a
	Semi-dry (milioni €)	Wet (milioni €)	Semi-dry (milioni €)	Wet (milioni €)	Semi-dry (milioni €)
CAPEX	15,5	16,2	27,3	23,7	43,0
Equity	4,6	4,9	8,2	7,1	12,9
Debito	10,8	11,4	19,1	16,6	30,1

Tabella 48 – Valori di debito ed equity simulati

10.4 Risultati

Nella presente analisi i flussi economico-finanziari sono stati valutati a decorrere dal 01/01/2022, con corrispondente parametrizzazione dei valori a decorrere da tale orizzonte temporale.

10.4.1 Valutazioni del Margine Operativo Lordo

Si riporta di seguito l'andamento del Margine Operativo Lordo del Progetto secondo le diverse configurazioni lungo la vita utile dello stesso.

10.4.1.1 Taglia di processo: 25.000 t/a – Tipologia di processo: semi-dry

Anno	Ricavo Totale	OPEX	MOL	Quota
	(milioni €)	(milioni €)	(milioni €)	
1	3,27	1,68	1,60	49%
2	3,28	1,70	1,57	48%
3	3,28	1,73	1,55	47%
4	3,28	1,75	1,53	47%
5	3,29	1,78	1,51	46%
6	3,29	1,81	1,48	45%
7	3,29	1,83	1,46	44%
8	3,30	1,86	1,43	44%
9	3,30	1,89	1,41	43%
10	3,30	1,92	1,38	42%
11	2,83	1,95	0,88	31%
12	2,84	1,98	0,86	30%
13	2,84	2,01	0,83	29%
14	2,84	2,04	0,80	28%
15	2,85	2,07	0,78	27%
16	2,85	2,10	0,75	26%
17	2,86	2,14	0,72	25%
18	2,86	2,17	0,69	24%
19	2,87	2,20	0,66	23%
20	2,87	2,24	0,63	22%

Tabella 49 – Gestione tipica durante la vita utile per un impianto da 25 kt/a con tecnologia semi-dry

Nel medio periodo si ritiene che lo scenario base, anche per l'analisi economico-finanziaria, sia quello corrispondente a valori di produzione annui pari a 1,6 milioni di Sm³.

I margini di MOL, di conseguenza, risulterebbero inclusi nel range 49%-22% circa, a decresce nel corso della vita tecnica del Progetto. I valori risulterebbero sensibilmente inferiori a progetti della medesima tipologia soprattutto a causa del limitato volume di conferimento della FORSU.

10.4.1.2 Taglia di processo: 25.000 t/a – Tipologia di processo: wet

Anno	Ricavo Totale	OPEX	MOL	Quota
	(milioni €)	(milioni €)	(milioni €)	
1	3,27	1,96	1,31	40%
2	3,28	1,99	1,29	39%
3	3,28	2,01	1,26	39%
4	3,28	2,04	1,24	38%

5	3,29	2,07	1,21	37%
6	3,29	2,10	1,19	36%
7	3,29	2,13	1,16	35%
8	3,30	2,17	1,13	34%
9	3,30	2,20	1,10	33%
10	3,30	2,23	1,07	32%
11	2,83	2,26	0,57	20%
12	2,84	2,30	0,54	19%
13	2,84	2,33	0,51	18%
14	2,84	2,37	0,48	17%
15	2,85	2,40	0,45	16%
16	2,85	2,44	0,41	15%
17	2,86	2,48	0,38	13%
18	2,86	2,51	0,35	12%
19	2,87	2,55	0,31	11%
20	2,87	2,59	0,28	10%

Tabella 50 – Gestione tipica durante la vita utile per un impianto da 25 kt/a con tecnologia wet

Nel medio periodo si ritiene che lo scenario base, anche per l'analisi economico-finanziaria, sia quello corrispondente a valori di produzione annui pari a 1,6 milioni di Sm³.

I margini di MOL, di conseguenza, risulterebbero inclusi nel *range* 40%-10% circa, a decresce nel corso della vita tecnica del Progetto. I valori risulterebbero sensibilmente inferiori a progetti della medesima tipologia soprattutto a causa del limitato volume di conferimento della FORSU.

10.4.1.3 Taglia di processo: 60.000 t/a – Tipologia di processo: semi-dry

Anno	Ricavo Totale	OPEX	MOL	Quota
	(milioni €)	(milioni €)	(milioni €)	
1	8,21	3,28	4,92	60%
2	8,21	3,33	4,88	59%
3	8,22	3,38	4,84	59%
4	8,23	3,43	4,80	58%
5	8,24	3,48	4,76	58%
6	8,25	3,53	4,72	57%
7	8,26	3,58	4,68	57%
8	8,27	3,63	4,63	56%
9	8,27	3,69	4,59	55%
10	8,28	3,74	4,54	55%
11	7,11	3,80	3,31	47%
12	7,12	3,85	3,26	46%
13	7,13	3,91	3,21	45%
14	7,14	3,97	3,17	44%
15	7,15	4,03	3,12	44%

16	7,16	4,09	3,06	43%
17	7,17	4,15	3,01	42%
18	7,18	4,22	2,96	41%
19	7,19	4,28	2,91	40%
20	7,20	4,35	2,85	40%

Tabella 51 – Gestione tipica durante la vita utile per un impianto da 60 kt/a con tecnologia semi-dry

Nel medio periodo si ritiene che lo scenario base, anche per l'analisi economico-finanziaria, sia quello corrispondente a valori di produzione annui pari a circa 4 milioni di Sm³.

I margini di MOL, di conseguenza, risulterebbero inclusi nel *range* 60%-40% circa, a decresce nel corso della vita tecnica del Progetto. I valori attesi risulterebbero pienamente congrui con le prospettive di redditività desiderate per la gestione tipica di progetti simili, in termini di taglia, soprattutto per l'iniziale periodo di operatività coincidente con i termini temporali di incentivazione previsti dal D.M. 2 marzo 2018.

10.4.1.4 Taglia di processo: 60.000 t/a – Tipologia di processo: wet

Anno	Ricavo Totale	OPEX	MOL	Quota
	(milioni €)	(milioni €)	(milioni €)	
1	8,21	3,34	4,86	59%
2	8,21	3,41	4,80	58%
3	8,22	3,44	4,78	58%
4	8,23	3,49	4,74	58%
5	8,24	3,54	4,70	57%
6	8,25	3,59	4,65	56%
7	8,26	3,65	4,61	56%
8	8,27	3,70	4,56	55%
9	8,27	3,76	4,52	55%
10	8,28	3,81	4,47	54%
11	7,11	3,87	3,24	46%
12	7,12	3,93	3,19	45%
13	7,13	3,99	3,14	44%
14	7,14	4,05	3,09	43%
15	7,15	4,11	3,04	43%
16	7,16	4,17	2,99	42%
17	7,17	4,23	2,93	41%
18	7,18	4,30	2,88	40%
19	7,19	4,36	2,82	39%
20	7,20	4,43	2,77	38%

Tabella 52 – Gestione tipica durante la vita utile per un impianto da 60 kt/a con tecnologia wet

Nel medio periodo si ritiene che lo scenario base, anche per l'analisi economico-finanziaria, sia quello corrispondente a valori di produzione annui pari a circa 4 milioni di Sm³.

I margini di MOL, di conseguenza, risulterebbero inclusi nel *range* 59%-38% circa, a decresce nel corso della vita tecnica del Progetto. I valori attesi risulterebbero pienamente congrui con le prospettive di redditività desiderate per la gestione tipica di progetti simili, in termini di taglia, soprattutto per l'iniziale periodo di operatività coincidente con i termini temporali di incentivazione previsti dal D.M. 2 marzo 2018.

desiderate per la gestione tipica di progetti similari, in termini di taglia, soprattutto per l’iniziale periodo di operatività coincidente con i termini temporali di incentivazione previsti dal D.M. 2 marzo 2018.

10.4.1.5 Taglia di processo: 100.000 t/a – Tipologia di processo: semidry

Anno	Ricavo Totale	OPEX	MOL	Quota
	(milioni €)	(milioni €)	(milioni €)	
1	12,52	5,56	6,96	56%
2	12,53	5,64	6,89	55%
3	12,54	5,73	6,82	54%
4	12,56	5,81	6,74	54%
5	12,57	5,90	6,67	53%
6	12,58	5,99	6,59	52%
7	12,59	6,08	6,51	52%
8	12,60	6,17	6,43	51%
9	12,61	6,27	6,35	50%
10	12,63	6,36	6,26	50%
11	11,05	6,46	4,59	42%
12	11,06	6,56	4,50	41%
13	11,08	6,66	4,41	40%
14	11,09	6,77	4,32	39%
15	11,10	6,87	4,23	38%
16	11,12	6,98	4,14	37%
17	11,13	7,09	4,04	36%
18	11,14	7,20	3,95	35%
19	11,16	7,31	3,85	34%
20	11,17	7,43	3,75	34%

Tabella 53 – Gestione tipica durante la vita utile per un impianto da 100 kt/a con tecnologia semi-dry

Nel medio periodo si ritiene che lo scenario base, anche per l’analisi economico-finanziaria, sia quello corrispondente a valori di produzione annui pari a circa 5,4 – 6,0 milioni di Sm³.

I margini di MOL, di conseguenza, risulterebbero inclusi nel *range* 56%-34% circa, a decresce nel corso della vita tecnica del Progetto. I valori attesi risulterebbero pienamente congrui con le prospettive di redditività desiderate per la gestione tipica di progetti similari, in termini di taglia, soprattutto per l’iniziale periodo di operatività coincidente con i termini temporali di incentivazione previsti dal D.M. 2 marzo 2018.

10.4.2 Indici economico – finanziari

La valutazione economico – finanziaria terrà conto dei principali indici utilizzati in tale fase di studio: il Valore Attuale Netto (VAN), il Pay Back Time (PBT) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR)¹⁰.

La valutazione verrà declinata nelle due opzioni di finanziamento del Progetto:

- Mediante esclusivamente mezzi propri rinunciando pertanto ai possibili meccanismi della leva finanziaria (caso “*full equity*” o “*unlevered*”);

¹⁰ Per la descrizione degli indici si rinvia all’allegato 1.

- Mediante mezzi propri in maniera minoritaria e un finanziamento bancario per la restante quota (caso “levered” con livello di *leverage* medio alto 70% debito vs 30% *equity sponsor*).

A riguardo del secondo punto, come già descritto, non si entrerà in tale fase nel merito della tipologia di finanziamento, allocando al Progetto considerazioni fiscali e finanziarie derivanti da uno schema tradizionale di operazione di credito, rinviando ad una fase successiva la simulazione di un approfondito packaging finanziario.

10.4.2.1 Taglia di processo: 25.000 t/a – Tipologia di processo: semi-dry

Per il Progetto di investimento nel caso “*unlevered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi (da gestione complessiva al netto delle tasse) con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori negativi, un Tasso Interno di Rendimento insoddisfacente e pari al 2% e un *payback time* di 16 anni.

Per il Progetto di investimento nel caso “*levered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori negativi, un Tasso Interno di Rendimento insufficiente e un *payback time* oltre il termine di vita utile del progetto.

Gli indici economico-finanziari derivanti dall’analisi del flusso di cassa a servizio del debito evidenzerebbero performance non congrue né con le tipiche *covenant* finanziarie a garanzia del finanziamento per tutto il periodo di ammortamento finanziario né con considerazioni più generali circa valutazioni di redditività dei progetti di investimento. **A meno di robuste revisioni dei parametri economici di input del modello, il progetto in tale configurazione non dovrebbe essere perseguito.**

Si riporta di seguito una tabella di riepilogo degli indici calcolati, indicando in colore rosso i valori ritenuti non congrui e il grafico dell’andamento dei flussi di cassa cumulati generabili dal Progetto.

	Levered	Unlevered
CAPEX	15.456.158,00 €	
Ricavo totale medio	3.069.260,76 €	
OPEX medio	1.942.494,87 €	
MOL medio	1.126.765,89 €	
TIR	n.d.	2%
Pay-back time	n.d.	16
VAN@5%	negativo	negativo
VAN@8%	negativo	negativo
ADSCR	0,95	
DSCR Min	0,83	

Tabella 54 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per un impianto da 25 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

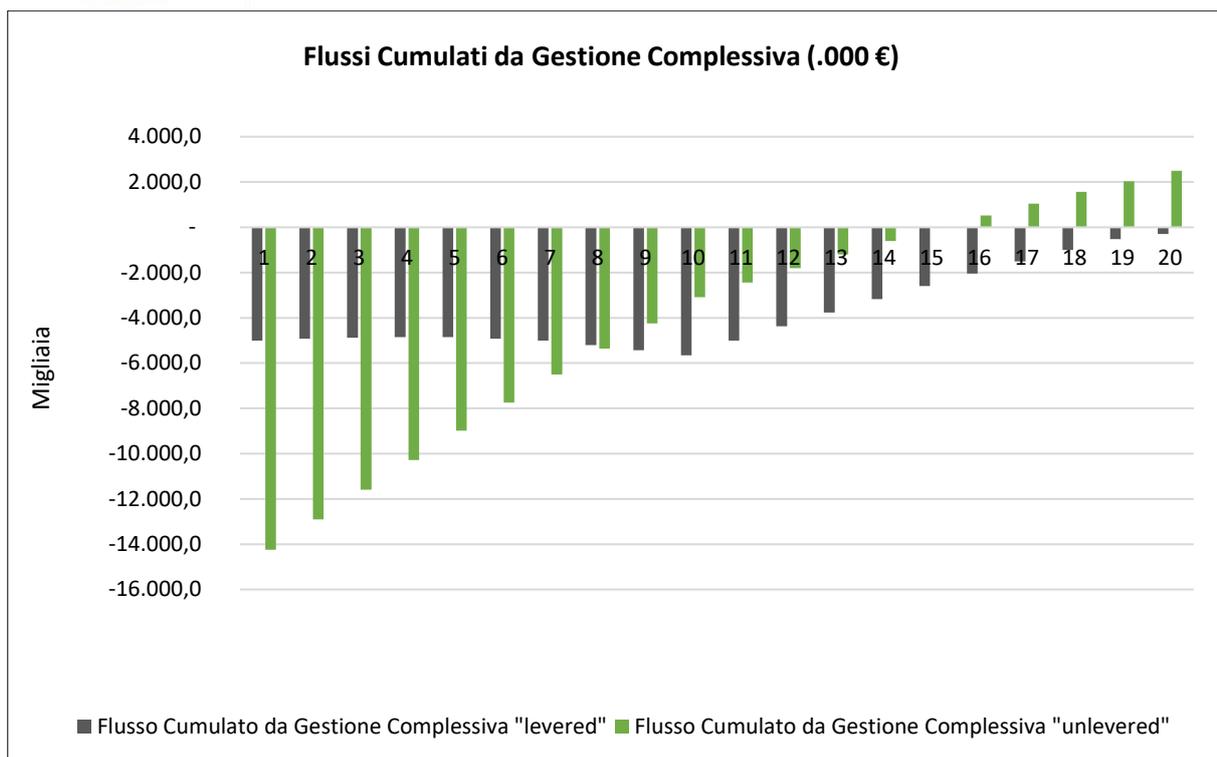


Figura 32 – Andamento dei flussi di cassa cumulati per un impianto da 25 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

10.4.2.2 Taglia di processo: 25.000 t/a – Tipologia di processo: wet

Per il Progetto di investimento sia nel caso “*levered*” che “*unlevered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi (da gestione complessiva al netto delle tasse) con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori negativi, un Tasso Interno di Rendimento insoddisfacente (non individuabile) e un *payback time* oltre il termine di vita utile dell’impianto / Progetto. Gli indici economico-finanziari derivanti dall’analisi del flusso di cassa a servizio del debito evidenzerebbero performance non congrue né con le tipiche *covenant* finanziarie a garanzia del finanziamento per tutto il periodo di ammortamento finanziario né con considerazioni più generali circa valutazioni di redditività dei progetti di investimento. **A meno di robuste revisioni dei parametri economici di input del modello, il progetto in tale configurazione non dovrebbe essere perseguito.** Si riporta di seguito una tabella di riepilogo degli indici calcolati, indicando in calore rosso i valori ritenuti non congrui e il grafico dell’andamento dei flussi di cassa cumulati generabili dal Progetto.

	Levered	Unlevered
CAPEX	16.249.170,50 €	
Ricavo totale medio	3.069.260,76 €	
OPEX medio	2.256.877,62 €	
MOL medio	812.383,14 €	
TIR	n.d.	n.d.
Pay-back time	n.d.	n.d.
VAN@5%	negativo	negativo
ADSCR	0,8	
DSCR Min	0,7	

Tabella 55 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per un impianto da 25 kt/a e tecnologia di processo wet

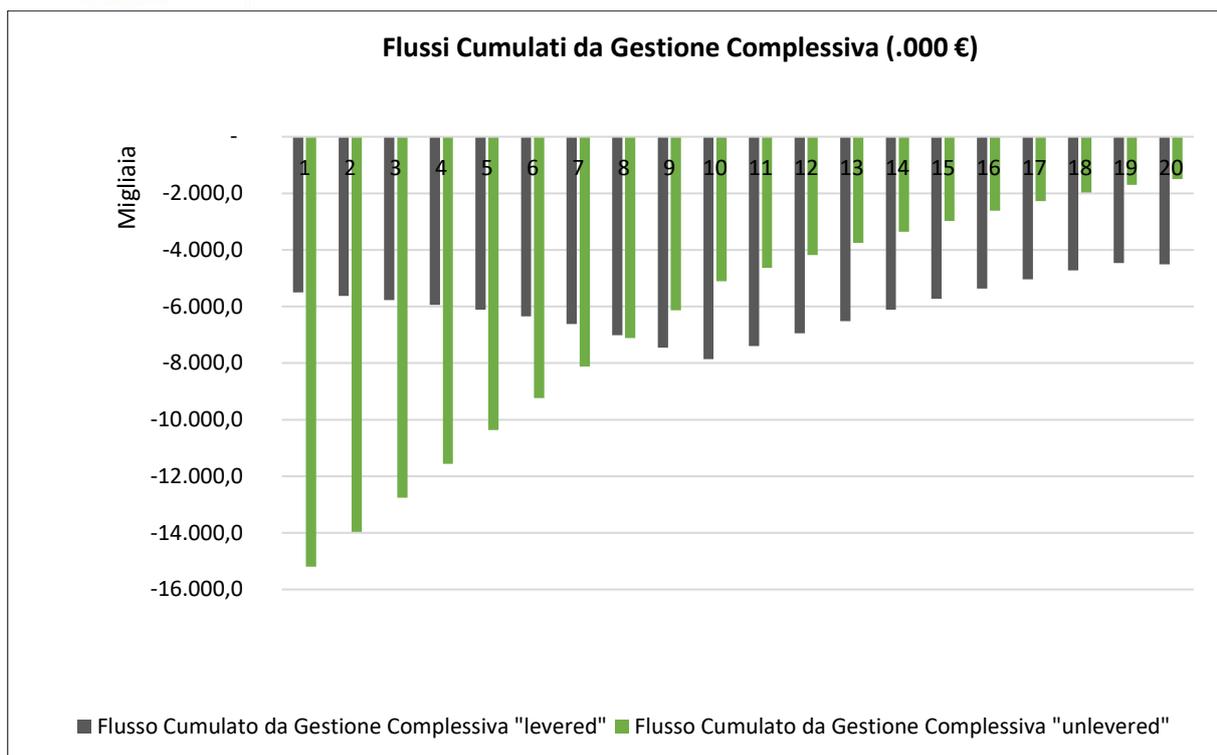


Figura 33 – Andamento dei flussi di cassa cumulati per un impianto da 25 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

10.4.2.3 Taglia di processo: 60.000 t/a – Tipologia di processo: semi-dry

Per il Progetto di investimento nel caso “*unlevered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi (da gestione complessiva al netto delle tasse) con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori robusti, un Tasso Interno di Rendimento insoddisfacente e pari al 13% e un *payback time* di 8 anni.

Per il Progetto di investimento nel caso “*levered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori sensibilmente migliori del caso *unlevered*, un Tasso Interno di Rendimento pari al 21% e un *payback time* di progetto di 6 anni.

Gli indici economico-finanziari derivanti dall’analisi del flusso di cassa a servizio del debito evidenzerebbero performance pienamente congrue con le tipiche *covenant* finanziarie a garanzia del finanziamento per tutto il periodo di ammortamento finanziario.

Il progetto in tale configurazione può essere perseguito in quanto in grado di soddisfare i principali indicatori finanziari per gli shareholder e garantire una adeguata copertura delle eventuali fonti di debito assumibili.

Si riporta di seguito una tabella di riepilogo degli indici calcolati, indicando in colore rosso i valori ritenuti non congrui e il grafico dell’andamento dei flussi di cassa cumulati generabili dal Progetto.

	Levered	Unlevered
CAPEX	27.338.734,25 €	
Ricavo totale medio	7.697.526,90 €	
OPEX medio	3.785.488,39 €	
MOL medio	3.912.038,50 €	
TIR	21%	13%
Pay-back time	6	8
VAN@5%	13.967.665,50 €	14.200.195,19 €
VAN@8%	9.179.149,86 €	7.326.450,04 €
ADSCR	1,56	
DSCR Min	1,46	

Tabella 56 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per un impianto da 60 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

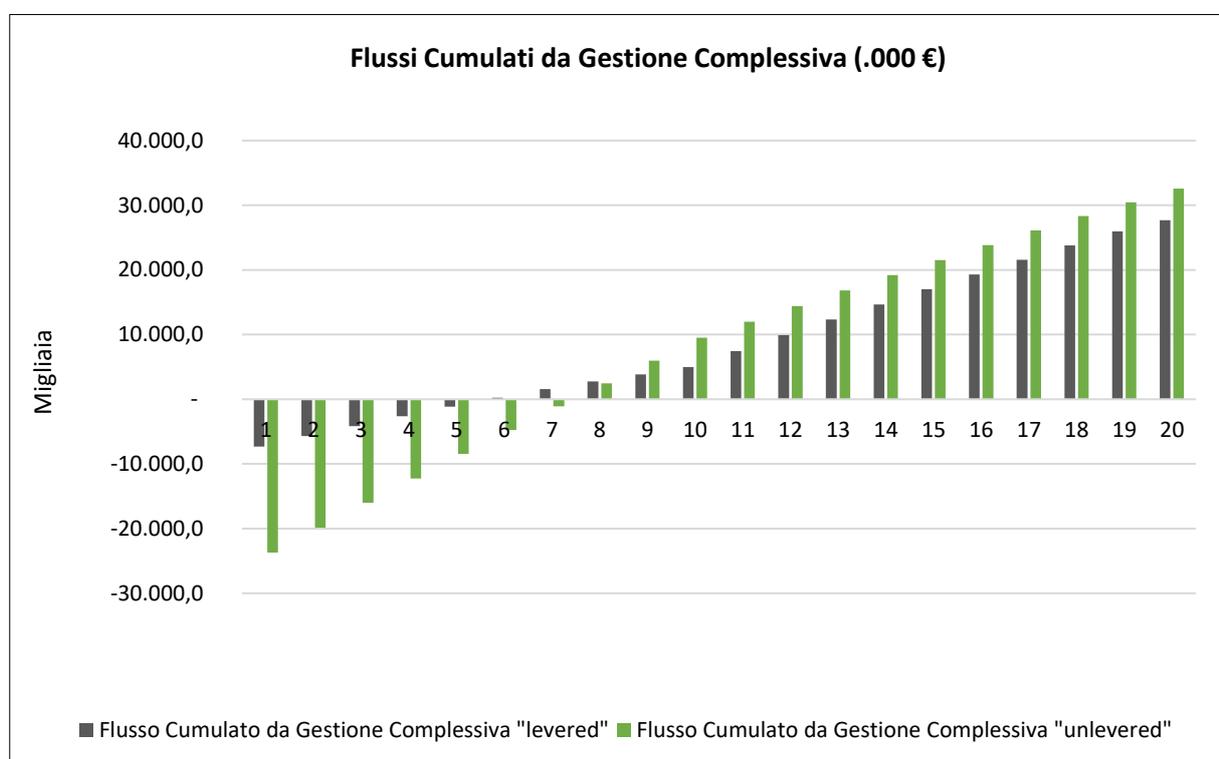


Figura 34 – Andamento dei flussi di cassa cumulati per un impianto da 60 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

10.4.2.4 Taglia di processo: 60.000 t/a – Tipologia di processo: wet

Per il Progetto di investimento nel caso *"unlevered"*, l'analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi (da gestione complessiva al netto delle tasse) con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori robusti, un Tasso Interno di Rendimento insoddisfacente e pari al 16% e un *payback time* di 7 anni.

Per il Progetto di investimento nel caso *"levered"*, l'analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori sensibilmente migliori del caso *unlevered*, un Tasso Interno di Rendimento pari al 32% e un *payback time* di progetto di 5 anni.

Gli indici economico-finanziari derivanti dall'analisi del flusso di cassa a servizio del debito evidenzerebbero performance pienamente congrue con le tipiche *covenant* finanziarie a garanzia del finanziamento per tutto il periodo di ammortamento finanziario.

Il progetto in tale configurazione può essere perseguito in quanto in grado di soddisfare i principali indicatori finanziari per gli shareholder e garantire una adeguata copertura delle eventuali fonti di debito assumibili.

Si riporta di seguito una tabella di riepilogo degli indici calcolati, indicando in colore rosso i valori ritenuti non congrui e il grafico dell'andamento dei flussi di cassa cumulati generabili dal Progetto.

	Levered	Unlevered
CAPEX	23.726.288,00 €	
Ricavo totale medio	7.697.526,90 €	
OPEX medio	3.859.280,98 €	
MOL medio	3.838.245,92 €	
TIR	32%	16%
Pay-back time	5	7
VAN@5%	17.844.665,13 €	18.029.699,83 €
VAN@8%	12.822.904,01 €	11.201.273,94 €
ADSCR	1,82	
DSCR Min	1,69	

Tabella 57 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per un impianto da 60 kt/a e tecnologia di processo wet

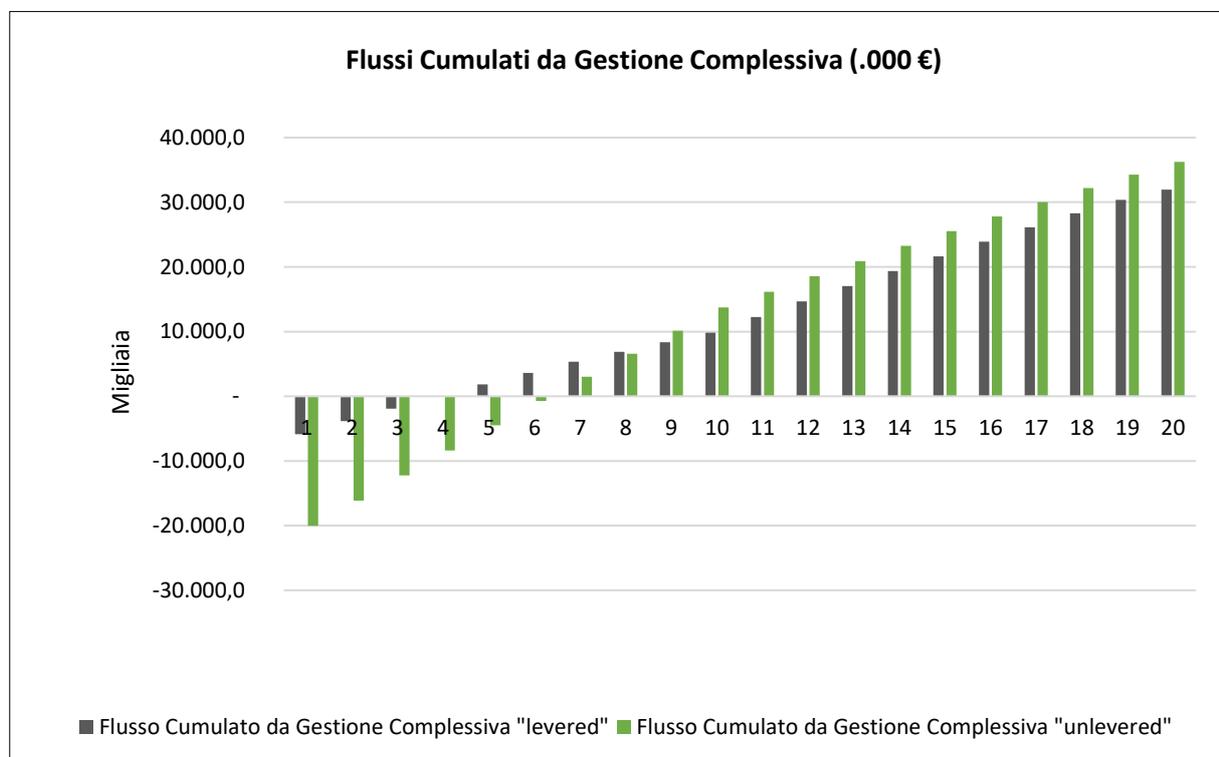


Figura 35 – Andamento dei flussi di cassa cumulati per un impianto da 60 kt/a e tecnologia di processo wet

10.4.2.5 Taglia di processo: 100.000 t/a – Tipologia di processo: semi-dry

Per il Progetto di investimento nel caso “*unlevered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi (da gestione complessiva al netto delle tasse) con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori robusti, un Tasso Interno di Rendimento insoddisfacente e pari al 11% e un *payback time* di 8 anni. Per il Progetto di investimento nel caso “*levered*”, l’analisi del Valore Attuale dei Flussi di Cassa operativi con tasso di attualizzazione del 5% e 8% evidenzerebbe valori sensibilmente migliori del caso *unlevered*, un Tasso Interno di Rendimento pari al 17% e un *payback time* di progetto di 8 anni. Gli indici economico-finanziari derivanti dall’analisi del flusso di cassa a servizio del debito evidenzerebbero performance pienamente congrue con le tipiche *covenant* finanziarie a garanzia del finanziamento per tutto il periodo di ammortamento finanziario. **Il progetto in tale configurazione può essere perseguito in quanto in grado di soddisfare i principali indicatori finanziari per gli shareholder e garantire una adeguata copertura delle eventuali fonti di debito assumibili.** Si riporta di seguito una tabella di riepilogo degli indici calcolati, indicando in colore rosso i valori ritenuti non congrui e il grafico dell’andamento dei flussi di cassa cumulati generabili dal Progetto.

	Levered	Unlevered
CAPEX	43.029.504,25 €	
Ricavo totale medio	11.842.211,04 €	
OPEX medio	6.441.623,92 €	
MOL medio	5.400.587,12 €	
TIR	17%	11%
Pay-back time	8	8
VAN@5%	16.004.721,02 €	16.375.042,08 €
VAN@8%	9.598.647,46 €	6.686.944,15 €
ADSCR	1,44	
DSCR Min	1,30	

Tabella 58 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per un impianto da 100 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

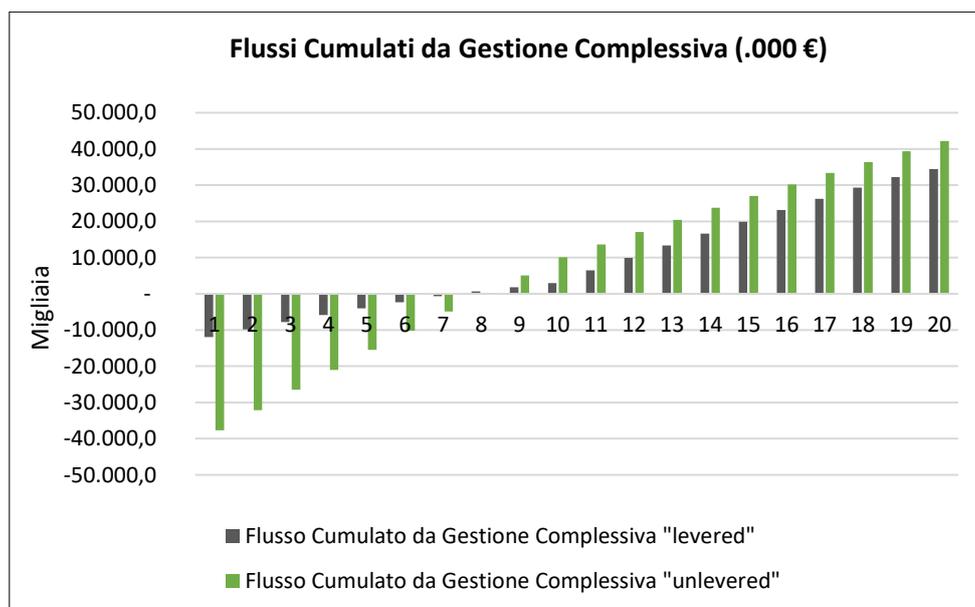


Figura 36 – Andamento dei flussi di cassa cumulati per un impianto da 100 kt/a e tecnologia di processo semi-dry

10.5 Conclusioni

Al fine di determinare le condizioni progettuali più congrue nell'ottica della redditività finanziaria da perseguire da parte del / degli shareholder dell'iniziativa è utile riportare nella seguente tabella di *benchmark* gli indici di valutazione principali per ciascuna soluzione, optando a fini cautelativi per la rappresentazione di indici della configurazione "unlevered" (in rosso le valutazioni finanziarie non favorevoli).

	25.000 t/a		60.000 t/a		100.000 t/a
	Semi-dry	Wet	Semi-dry	Wet	Semi-dry
VAN (8%)	negativo	negativo	7,33	11,20	6,69
TIR	2%	n.d.	13%	16%	11%
PBT	16	n.d.	8	7	8

Tabella 59 – Sinossi dei principali indicatori economico-finanziari per tutte le configurazioni di impianto

L'analisi evidenzia innanzitutto che, stante le condizioni di mercato attuali per la fornitura, installazione e realizzazione di opere civili inerenti un sistema di produzione di biometano da FORSU, un impianto di taglia pari a 25.000 t/a risulterebbe non sostenibile economicamente.

Di contro taglie sensibilmente più elevate, è il caso della simulazione con 100.000 t/a di conferimento, implicherebbero costi aggiuntivi di investimento e gestionali, che al netto di elevate economie di scala porterebbero il progetto ad essere meno appetibile dal punto di vista finanziario rispetto ad una taglia intermedia medio – alta quale ad esempio quella di capacità 60.000 – 80.000 t/a.

Le tecnologie di processo semi-dry o wet risultano in tale fase sostanzialmente equiparabili dal punto di vista finanziario, facendo ricadere l'eventuale propensione verso l'una o l'altra dalla capacità tecnico – amministrativa dello Sponsor di gestire in modo conveniente la fase di trattamento del digestato liquido.

	Trattamento del digestato	Capacità di biodegradazione
Semi – dry	+	-
Wet	-	+

Figura 37– Considerazioni di tipo tecnico nella selezione della tecnologia di processo a parità di performance di redditività

10.6 Spunti di approfondimento

Lo studio di fattibilità, partendo dalle considerazioni espresse nel presente studio di pre-fattibilità potrà analizzare, dal punto di vista tecnico che economico, i seguenti temi di approfondimento:

- i. La simulazione delle tecnologie semi-dry o wet data la capacità di depurazione residua a disposizione dello Sponsor, date le caratteristiche attuali sia in ambito autorizzativo che tecnico dell'attività di depurazione ad esso in capo;
- ii. La simulazione di sistemi di ottimizzazione al Progetto quali ad esempio l'inserimento di una centrale cogenerativa asservita all'impianto principale;
- iii. La simulazione economico- finanziaria della commercializzazione del biometano mediante canali alternativi al ritiro GSE quali ad esempio un distributore GNC e/o GNL di pertinenza o un impianto di liquefazione.

Allegato 1 – Descrizione degli indici economico – finanziari

Gli indicatori di redditività e di performance economico- finanziaria sono indici di valutazione delle caratteristiche, per l'appunto, prestazionali, economiche e finanziarie di un progetto di investimento.

I principali indici sono il tempo di rientro o *Pay Back Time* (PBT), il Valore Attuale Netto (VAN) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR).

Redditività

Per redditività ci si riferisce all'unità temporale di analisi, di solito coincidente con l'esercizio fiscale o solare. Per semplicità la redditività dell'esercizio k-esimo può essere definito come la differenza (Rientri – Costi) riferita a quell'unità d'esercizio.

Flusso di cassa

Differenza tra entrate ed uscite di cassa di un determinato periodo. Nella pratica si calcola sommando al reddito netto la quota di ammortamento ed eventuali rettifiche delle voci di costo, tenendo altresì conto delle variazioni di capitale circolante netto (nella analisi del presente studio di pre-fattibilità non si sono valutate per semplicità variazioni di capitale circolante netto).

Valore Attuale Netto (VAN)

Differenza il valore attuale dei flussi di cassa generati dall'investimento e l'impegno iniziale di risorse monetarie. Il VAN di un investimento si ottiene attualizzando ad uno stesso momento temporale (anno zero) i flussi di cassa che descrivono l'investimento.

Il VAN misura il valore generato da un investimento. Se il VAN è positivo il progetto produce valore (maggiore è il valore del VAN maggiore è la produzione di ricchezza da parte del progetto). Di contro non si dovrebbero accettare di perseguire intraprese con VAN negativo in quanto "distruttrici" di valore.

Esistono, tuttavia, diverse prospettive di analisi del VAN in funzione dell'ottica del promotore (dello shareholder e/o degli stakeholder). Nel presente studio è stata adottata l'ottica del solo shareholder.

Tasso Interno di Rendimento (TIR)

Per il calcolo del VAN il valutatore deve aver preliminarmente scelto il tasso di sconto per l'attualizzazione dei flussi di cassa mediante analisi spesso complesse. Con il metodo del TIR invece si determina il particolare valore di sconto che rende il Valore attuale dei flussi di cassa generati dall'investimento pari all'esborso iniziale. Si determina quindi il tasso di sconto che rende il VAN uguale a zero. Per stabilire se un investimento sia o no conveniente è necessario confrontare il TIR con il costo opportunità del capitale. Se il costo opportunità del capitale è inferiore del TIR l'investimento è conveniente e viceversa. Il metodo del TIR presenta tuttavia dei limiti, specie in caso di inversione di segno dei flussi di cassa, motivo per cui il metodo principale per valutare la convenienza di intraprese resta il VAN.

Concetto di tempo di rientro o Pay Back Time (PBT)

Il PBT esprime l'intervallo temporale espresso in numero di esercizi (usualmente anni) occorrenti al progetto per il recupero dei costi sostenuti.