



**CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI**

Via della Repubblica n. 24 - 63100 Ascoli Piceno

Servizio Idrico Integrato

# COMUNE DI FERMO

Progetto di fattibilità impianto essiccamento Basso  
Tenna

## PROGETTO FATTIBILITA'

elaborato: <b>F-R.01.7</b>	titolo: <b>RELAZIONE TECNICA DI FATTIBILITA'</b>	scala  - : -
data: Ottobre 2018		

### I PROGETTISTI:



Ing. Enrico Maria Battistoni

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.  
Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)  
tel. 071-9162094 - fax 071-9189580  
e-mail: info@ingegneriaambiente.it

Ing. Amedeo Grilli

Via Perpentì, 16 - 63900 Fermo (FM)  
telefax 0734-225650  
e-mail: ingegnergrilli@virgilio.it

VISTO:  
IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO TECNICO  
Arch. Ferdinando Annibale Gozzi

### COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE

ING. FEDERICO CARNEVALI

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO
1		
2		
3		
CODICE PROGETTO: CCDY18	CODICE COMMESSA:	IDENTIFICATIVO AATO:



## Sommario

1. Premessa .....	3
2. La localizzazione dell'impianto di essiccamento .....	4
2.1 I consumi elettrici dell'impianto.....	4
2.2 I consumi elettrici con il trasferimento delle acque reflue del Lido di Fermo.....	5
2.3 I consumi energetici a regime (70.000 AE).....	5
2.4 Vantaggi dell'adozione di un impianto di cogenerazione .....	5
2.5 La potenza di eventuali gruppi di cogenerazione .....	6
2.6 I limiti per il lay-out dell'impianto di essiccamento.....	6
3. CIIP - La produzione di fanghi di depurazione .....	7
3.1 Scenario attuale .....	7
4. Le tipologie attuali degli essiccatori .....	10
5. I dati a base progetto.....	12
6. Il lay-out della linea di essiccamento.....	12
7. I presidi ambientali .....	13
8. Gli scenari di Lay-out.....	15
9. Lo scenario ai costi attuali .....	16
10. Gli investimenti .....	17
11. Il bilancio di massa.....	17
12. Il bilancio di energia.....	18
13. Analisi finanziaria .....	19
13.1 Generalità .....	19
13.2 Voci di benefici e di costo .....	19
13.3 Il tempo di rientro ed il VAN a fine vita per i diversi scenari .....	20
13.4 Considerazioni generali sugli scenari .....	28
13.5 Comparazione dei diversi scenari.....	30
13.6 Il tempo di rientro ed il VAN per il quinto scenario.....	32
14. Conclusioni.....	33
15. Allegati .....	34
 Tabella 1-1 Elenco elaborati.....	 3
Tabella 4-2 Basso Tenna consumi elettrici.....	4



Tabella 4-3 Basso Tenna a breve termine consumi elettrici.....	5
Tabella 4-4 Basso Tenna consumi elettrici a piena potenzialità.....	5
Tabella 4-5 CIIP fanghi 2016 caratteristiche chimico fisiche .....	8
Tabella 4-6 CIIP Fanghi prodotti nel 2016 e quelli futuri – impianti potenzialmente afferenti all’essiccamento .....	9
Tabella 4-1 Caratteristiche principali essiccatore.....	12
Tabella 6-1 Limiti di emissione al biofiltro.....	14
Tabella 6-2 Limiti di emissione al camino cogeneratore.....	14
Tabella 7-1 Scenari di Lay-out .....	15
Tabella 7-2 Duplicazione di scenari .....	16
Tabella 9-1 Importo lavori per tutti gli scenari.....	17
Tabella 9-2 IL e QE per i diversi scenari.....	17
Tabella 10-1 Bilancio di massa .....	18
Tabella 11-1 Bilancio di energia .....	18
Tabella 12-1 Costi specifici.....	20
Tabella 12-2 Scenari B4-D4-F4-H4 .....	30
Tabella 12-3 Scenari A4-C4-E4-G4 .....	31
Tabella 12-4 Quinto scenario .....	32



## 1. Premessa

La CIIP SpA, con delibera del C.d.A. n°112/2018 del 12 /7/2018 ha dato incarico a Ingegneria Ambiente s.r.l. di Falconara Marittima unitamente al.Dr. Ing. Amedeo Grilli, libero professionista di Fermo, di redigere il progetto di fattibilità dell'impianto di essiccamento fanghi (CCDY18) che verrà ospitato nell'area dell'impianto di depurazione del Basso Tenna, sito in comune di Fermo.

La progettazione si compone dei seguenti elaborati:

*Tabella 1-1 Elenco elaborati*

<b>ELABORATI GRAFICI IMPIANTO TECNOLOGICO</b>	
<b>F-G.01.1</b>	Planimetria generale d'inquadramento territoriale
<b>F-G.02.2</b>	Carta dei vincoli
<b>F-G.03.3</b>	Area d'intervento
<b>F-G.04.4</b>	Planimetria generali degli interventi
<b>F-P.01.5</b>	Schema a blocchi
<b>ELABORATI TECNICI IMPIANTO TECNOLOGICO</b>	
<b>F-R.00.6</b>	Quadro economico
<b>F-R.01.7</b>	Relazione tecnica di fattibilità
<b>F-R.02.8</b>	Stima dei costi di intervento

La presente relazione tecnica affronta:

- L'analisi di depurazione del Basso Tenna al fine di individuare il lay-out della linea di essiccamento;
- La produzione dei fanghi di depurazione per stabilire le esigenze attuali e future;
- Le principali tipologie di essiccatori presenti sul mercato per definire quella di maggiore interesse dato quanto ottenuto dai punti precedenti;
- I dati a base progetto;
- Il lay-out di processo;
- I presidi ambientali
- Gli investimenti;
- I bilanci di massa ed energia;
- Il feedback di macroinquinanti alla linea acque
- L'analisi finanziari di più scenari di processo al fine di disporre di più tempi di rientro e VAN a fine vita dell'impianto.



Il tutto per fornire al committente un'ampia possibilità di scelta dello scenario di processo più consoni alle esigenze tecniche ed economiche.

## 2. La localizzazione dell'impianto di essiccamento

L'impianto di essiccamento verrà localizzato nell'area destinata all'impianto di depurazione del Basso Tenna. L'impianto di depurazione è di recente costruzione ed ha una dimensione di 20.000 AE, gli abitanti serviti sono 6000 AE base Ntot.

Recentemente, gli stessi professionisti chiamati a redigere la presente progettazione hanno elaborato la progettazione definitiva per l'ampliamento a 70.000 AE di detto impianto che ha superato la procedura di VIA (valutazione di impatto ambientale).

L'ampliamento è stato necessario in primis per ricevere e trattare anche le acque dell'impianto di Lido di Fermo ed eventuali ulteriori collettamenti, per cui esistono i presupposti perchè le acque reflue che convergono attualmente al Lido di Fermo possano essere gradualmente collettate al Basso Tenna e qui trattate data la elevata capacità residua sopra evidenziata.

Al fine di avere uno scenario completo degli impianti disponibili nello stato di fatto e nello stato di progetto si rimanda alla scheda Tecnica sull'impianto di depurazione del Basso Tenna esposta nell'allegato 1 della presente relazione.

### 2.1 I consumi elettrici dell'impianto

L'impianto del Basso Tenna nello stato di fatto ha un consumo limitato per gli AE serviti (500 MWh/y) in media consuma una Potenza di circa 60 kW a cui si deve aggiungere i consumi futuri della linea di essiccamento (170 kW).

*Tabella 5-2 Basso Tenna consumi elettrici*

	Potenza	EE
	kW	MWh/y
Basso tenna	57	500
essiccatore*	170	1275
Potenza e consumi elettrici	227	1775

\*Calcolato a 7500 h/y



## *2.2 I consumi elettrici con il trasferimento delle acque reflue del Lido di Fermo*

È previsto nel breve termine la dismissione dell'impianto di Lido di Fermo ed il trasporto delle acque reflue all'impianto del Basso Tenna per effettuarne la depurazione. L'impianto di depurazione del Lido di Fermo consuma attualmente 1500 MWh/y, addizionando la potenza media a quella del Basso Tenna, si può calcolare una richiesta di potenza media di circa 400 kW.

*Tabella 5-3 Basso Tenna a breve termine consumi elettrici*

	Potenza	EE
	kW	MWh/y
Basso Tenna	57	500
Lido di fermo	171	1500
essiccatore*	170	1275
Potenza e consumi elettrici	398	3275

\*Calcolato a 7500 h/y

## *2.3 I consumi energetici a regime (70.000 AE)*

Finiti i lavori di ampliamento e messo l'impianto a regime (70.000 AE) è prevedibile un consumo annuo di circa 5100 MWh/y ed una potenza media di circa 600 kW. Come è evidente nella tabella sottostante i consumi elettrici specifici dell'impianto sono stati assunti cautelativamente in 150 Wh/AE/d.

*Tabella 5-4 Basso Tenna consumi elettrici a piena potenzialità*

			Potenza
			kW
AE	n.	70000	
Consumo specifico	Wh/AE/d	150	
Consumo elettrico globale	MWh/y	3833	438
essiccatore*	MWh/y	1275	170
Potenza e consumi elettrici	MWh/y	5108	608

## *2.4 Vantaggi dell'adozione di un impianto di cogenerazione*

Attualmente la Ciip S.p.A acquista totalmente da fornitori esterni l'energia elettrica utilizzata negli impianti di Lido di Fermo e Basso Tenna. L'adozione di un sistema di essiccamento fanghi, richiede un ulteriore acquisto di energia da fonte primaria. Al fine di ottimizzare l'uso razionale dell'energia richiesta per il funzionamento della nuova sezione di impianto si possono fare delle scelte capaci di indurre benefici a tutto il sistema dei consumi energetici dell'intero impianto nella configurazione



finale. Al fine di ottimizzare l'uso dell'energia impegnata nei cicli di funzionamento si valuta la convenienza di un approvvigionamento di gas dalla rete che passa a ml 670 circa dall'impianto per alimentare un gruppo di cogenerazione ed utilizzare anche il cascame termico per essiccare i fanghi. Si realizza così il più completo sfruttamento dell'energia ai vari livelli termici ottimizzando i rendimenti delle trasformazioni con i benefici legati alla coproduzione di calore ed energia elettrica.

### *2.5 La potenza di eventuali gruppi di cogenerazione*

Un impianto di essiccamento può essere alimentato con i cascami termici dei gruppi di cogenerazione, l'utilizzo dei cascami può soddisfare in toto o in parte la richiesta termica in funzione della potenza elettrica dei gruppi e del tipo di macchina impiegato.

L'analisi della potenza media assorbita nei diversi stati del depuratore del Basso Tenna indica che la potenza media installabile con il gruppo di cogenerazione può variare da 200 a 600 kWe.

### *2.6 I limiti per il lay-out dell'impianto di essiccamento*

Una linea di essiccamento fanghi può prevedere uno stadio di stabilizzazione/digestione dei fanghi con la funzione di ridurre la quantità di fanghi da essiccare e di recuperare energia (se lo stadio è anaerobico) ottimizzando i consumi energetici della filiera.

Nel caso del Basso Tenna i fanghi perverranno dagli impianti dislocati nel territorio nello stato fisico solido per economizzare sui costi di trasporto ed il relativo impatto sull'ambiente. Ne consegue che le considerazioni sopra fatte si debbono applicare ai soli fanghi prodotti in situ.

Pertanto, date le ridotte quantità di fanghi prodotte nel Basso Tenna, oggi sottoposte al processo di stabilizzazione aerobica, non esistono le dimensioni per effettuare la digestione anaerobica. Le condizioni si raggiungono unicamente quando l'impianto arriva alla potenzialità di progetto di 70.000 AE.

Quindi, l'unica filiera di processo proponibile deve sottoporre direttamente ad essiccamento sia il fango del Basso Tenna disidratato dopo stabilizzazione aerobica, che i fanghi disidratati provenienti dagli impianti del territorio, sottoposti o meno ad un processo di stabilizzazione/digestione, ovviamente la miscela delle diverse tipologie deve essere la più omogenea possibile al fine di inviare ad essiccamento fanghi con contenuto di umidità il più costante possibile.



### **3. CIIP - La produzione di fanghi di depurazione**

#### *3.1 Scenario attuale*

Una analisi di dettaglio riportata nella tabella che segue permette le seguenti osservazioni sulla base della produzione dei fanghi della CIIP SpA nel 2016:

- I fanghi ovunque prodotti hanno un elevato contenuto di secco (min 25 max 37%TS) ed un elevato rapporto TVS/TS, ovvero hanno un contenuto di sostanza organica variabile dal 77 al 93%;
- la produzione specifica annuale espressa come Kg di secco per anno per AE servito/KgTS/AE/y) ha valori in linea con quanto noto in una rete di impianti marchigiani, ovvero varia da 8 a 16 KgTS/AE/y, fatta eccezione per il Basso Tenna i cui AE serviti sono variabili e comunque di molto inferiori alla capacità nominale (20.000 AE).
- Il contenuto di nutrienti (N e P) è nella norma per l'azoto e molto elevato per il fosforo.

In definitiva i fanghi prodotti hanno una caratterizzazione chimico fisica che pone l'attenzione sull'elevato contenuto in secco, nelle analisi che seguono a garanzia di sicurezza di considera un fango al 25%TS.



Tabella 5-5 CIIP fanghi 2016 caratteristiche chimico fisiche

Depuratore	t/anno	COP AE	Kg TS / AE/y*	AE serviti	KgTS/AE/y**	TS %	TVS/TS %	N% TS	P% TS
Altidona	333	9.000	9,3			25,1%	93,9%	0,64%	3,60%
Basso Tenna	341	20.000	6,4	6.000	21,2	37,3%	77,2%	2,46%	3,50%
Comunanza	193	3.000	16,2			25,1%	92,4%	3,65%	4,10%
Cupramarittima	441	15.000	7,5			25,6%	93,0%	6,50%	3,51%
Grottammare	878	35.000	8,0	25.209	11,1	31,8%	91,3%	6,84%	4,39%
Lido di Fermo	1050	50.000	5,9	37.393	7,8	27,9%	93,4%	6,18%	3,01%
Salvano	1555	40.000	11,0	27.174	16,1	28,2%	91,0%	1,74%	1,33%
Ascoli P.	1590	50.000	11,8	43.995	13,4	37,1%	89,36%	3,66%	1,75%
San Benedetto	3625	180.000	5,9	109.456	9,7	29,4%	91,44%	5,79%	4,54%

\*AE nominali, \*\* AE serviti



Per definire correttamente la dimensione dell'essiccatore occorre considerare i fanghi di depurazione dei comuni che possono convergere all'essiccamento nel Basso Tenna. I dati che vengono riportati riguardano due scenari:

- Il primo è relativo a quelli prodotti nel 2016 come sopra riportato;
- Il secondo considera l'upgrading del Basso Tenna a 70.000 AE, la contestuale dismissione dell'impianto di Lido di Fermo, nonché l'aumento della capacità organica di trattamento dell'impianto di Salvano di 5000 AE.

In definitiva si produrranno a breve circa 6.300 t/y di fanghi. Tale quantità si considera cautelativa in quanto per tutti gli impianti è pari a quelle del 2016 ad eccezione di Salvano in cui la produzione viene considerata pari a quella attuale normalizzata a 45.000 AE e per il BSSO Tenna la cui produzione viene adeguata sulla base di quella attuale di Lido di Fermo normalizzata a 70.000 AE.

*Tabella 5-6 CIIP Fanghi prodotti nel 2016 e quelli futuri – impianti potenzialmente afferenti all'essiccamento*

Primo scenario			Scenario futuro		
Impianto	AE COP	Fanghi (t/y)	Impianto	AE COP	Fanghi (t/y)
Altidona (Marina)	9.000	333	Altidona (Marina)	9.000	333
Basso Tenna Fermo	20.000	341	Basso Tenna Fermo	70.000	2.721
Comunanza	3.000	193	Comunanza	3.000	193
Cupra Marittima	15.000	441	Cupra Marittima	15.000	441
Grottammare	35.000	878	Grottammare	35.000	878
Lido di Fermo	50.000	1.050	Lido di Fermo	0	0
Pedaso	5.000	275	Pedaso	5.000	275
Salvano Fermo	40.000	1.555	Salvano Fermo	45.000	1749
TOTALE	177.000	5.066	TOTALE	182.000	6.591

La dimensione dell'essiccatore viene stabilita in 8000 t/y al 25%TS dato che risulta dalle seguenti considerazioni:

- La quantità di fanghi futura di 6.600 t/y con un contenuto medio di secco del 29,7%, può essere ragguagliata a 7.900 t/y al 25%TS quindi a saturazione della capacità evaporativa della macchina;
- Poiché la macchina ha una capacità evaporativa di 5700 tacqua/y qualora l'attuale contenuto in secco si raggiunga anche in futuro, la macchina avrà una ridondanza del 21% che potrà essere utilizzata in vari modi quali:
  - garantire un uso semicontinuo dell'essiccatore (5 giorni di funzionamento su 7) pari a 6000 h/y anziché 7500;



- trattare parte del fango degli impianti della provincia di Ascoli (condizione di emergenza);
- affrontare in sicurezza il trattamento della maggiore produzione di fango nella stagione estiva essendo il territorio vocato al turismo.

## **4. Le tipologie attuali degli essiccatori**

Lo scenario europeo offre essenzialmente due tipologie di macchine per essiccamento fanghi:

- Essiccatori ad alta temperatura a film sottile;
- Essiccatori a nastro a bassa temperatura.

In termini di sicurezza l'essiccatore a film sottile ha alcune criticità, ovvero esistono rischi di incendio quando il contenuto in secco finale è molto elevato (>95%) per cui si produce una notevole quantità di polvere. I parametri che individuano il rischio di incendio sono la temperatura minima di accensione in nube o in polvere. Si usano anche parametri quali la:

- Temperatura di inizio delle reazioni esotermiche (TIE);
- Temperatura di accelerazione delle reazioni esotermiche (TCE).
- Temperatura di fine delle reazioni esotermiche (TFE).

In definitiva, innescata la reazione esotermica alla TIE, questa subisce una accelerazione alla TCE per raggiungere rapidamente la TFE in cui il fango è diventato brace. Tanto più basse sono la TIE e la TCE maggiore è il rischio di incendio.

Ovviamente tali temperature sopra esposte sono caratteristiche dei fanghi sottoposti ad essiccamento in quanto dipendono dalla loro composizione e dalla granulometria in cui vengono immessi o che assumono all'interno dell'essiccatore.

Poiché la TIE varia normalmente da 140 a 150°C è bene ricordare che gli essiccatori a film/ strato sottile lavorano con olio diatermico a 180-140°C o superiori ed una miscela aria fango in uscita dallo strato sottile a 140-150 anche se assicurano un fango essiccato a temperatura max di 80°C. Ciò lascia intendere che le normali avvertenze costituite dal controllo del tenore di ossigeno ed il contenimento della formazione di polveri non garantiscono una totale sicurezza. In aggiunta, i centri di essiccamento in cui pervengono fanghi da una moltitudine di impianti di depurazione non sempre sono in grado di avere caratteristiche chimico fisiche e termomeccaniche costanti dei fanghi.

Questa tipologia offre certamente vantaggi, quale una filiera ridotta nel trattamento delle arie esauste perché possono essere usate come comburente della caldaia, quando si usa metano di rete come combustibile, anche se questo non esenta dal dover trattare l'aria del fabbricato che ospita



l'essiccatore per il contenimento delle emissioni maleodoranti nel territorio circostante. Infine nel caso in cui l'essiccatore utilizza cascami termici ad alta temperatura provenienti da fonti esterne, l'aria esausta dovrà essere trattata analogamente a quella generata in essiccatori a nastro.

La seconda tipologia (essiccatori a nastro) è notevolmente più sicura della prima perché lavora a bassa temperatura ( $T_{max} 90^{\circ}C$ ) per cui mai si raggiunge la TIE e tanto meno la TCE. Inoltre, la macchina viene normalmente alimentata con fango estruso e nonostante si operi con due o tre nastri sovrapposti, lavoranti in modalità testa coda, la velocità di avanzamento del nastro è tale che nel riversamento da un nastro al sottostante si verifica una limitata formazione di polvere. Questa tipologia di essiccatori offre il vantaggio di utilizzare i cascami termici dei gruppi di cogenerazione disponibili ad una  $T_{max}$  di  $90^{\circ}C$ , al contrario degli essiccatori a film sottile. Quando i cascami disponibili soddisfano in toto o buona parte della richiesta termica la scelta dell'essiccatore a nastro è irrinunciabile.

Negli essiccatori a nastro la filiera di trattamento delle arie esauste vede un primo step di condensazione per raffreddamento con formazione di condense, un successivo lavaggio in scrubber doppio stadio ed infine il trattamento in biofiltro.

Anche in questo caso non ci si può esentare dal trattamento dell'aria di ricambio del fabbricato che ospita le macchine e che rappresenta in entrambe le tipologie il principale flusso di aria da trattare.

Le condense in entrambe le tipologie di macchina determinano un feedback di azoto normalmente quantificabile nel 6-8% del carico di massa in secco in alimentazione dell'essiccatore, l'azoto totale, speciato principalmente in ammoniaca, deve essere rimosso tramite processo biologico. La vicinanza del centro di essiccamento ad un impianto di depurazione risolve il problema avendo infrastrutture adeguate allo scopo, altrimenti occorre predisporre opportuno trattamento.

In conclusione, nel seguito si procede con l'ipotesi di installazione di un essiccatore a nastro che lavora a bassa temperatura data la possibilità di usare gruppi di cogenerazione, che in mancanza di altre fonti, permettono di produrre in situ parte o tutta l'energia che utilizza l'impianto di depurazione la nuova linea di essiccamento ad un costo sensibilmente inferiore all'approvvigionamento da rete nazionale, oltre a fornire cascami termici in grado di soddisfare a costo zero la richiesta termica dell'essiccamento.



## 5. I dati a base progetto

Per quanto detto i dati a base progetto sono 8000 t/y di fanghi tal quale che debbono intendersi al 25% di secco. Rispetto la produzione attuale di fanghi il d.b.p. assicura la ridondanza necessaria a coprire diverse necessità esposte nel capitolo della produzione di fanghi di depurazione.

Nella tabella seguente si riassumono le principali caratteristiche dell'essiccatore da prevedere, sono anche esposte le diverse portate di alimentazione in rapporto alle ore lavorative per anno nell'intervallo 6000 h/y corrispondente al fermo nei week end e 7500 h/y di funzionamento continuo.

Tabella 5-1 Caratteristiche principali essiccatore

Tipologia		Essiccatore a nastro		
nastri	n	da 2	a 3	
Acqua da evaporare	t/y	5778		
	gg/y	250	292	313
lavoro	h/y	6000	7000	7500
acqua da evaporare	t/h	0,96	0,83	0,77
	t/d	23,1	19,8	18,5
Fango in alimentazione	t/h	1,33	1,14	1,07
	t/d	32,00	27,43	25,60
	tTS/d	8,00	6,86	6,40

## 6. Il lay-out della linea di essiccamento

Il lay out della linea di essiccamento prevede diverse operazioni unitarie organizzate nella seguente filiera:

- Vasca di ricezione fanghi disidratati interni o esterni;
- Sistema di sollevamento a media-alta pressione al serbatoio di accumulo;
- Sistema di stoccaggio fanghi;
- Centrale termica/elettrica
- Essiccamento con impianti correlati (torre evaporativa a circuito aperto, sistemi di trasporto del fango essiccato);
- Trattamento arie esauste e dell'aria di ricambio del fabbricato;
- Sistema di raccolta delle acque di condensa ed eventuale percolato biofiltro, loro invio al processo biologico.



Le lavorazioni saranno organizzate con le seguenti modalità:

I fanghi prodotti nel reparto di disidratazione del Basso Tenna e quelli provenienti da altri impianti verranno scaricati in apposita vasca in cui sono miscelati ed inviati al sistema di alimentazione dell'essiccatore tramite pompa volumetrica a media-alta pressione.

Il volume della vasca garantisce la funzionalità 24/24 h ma non quella di 7/7 g per settimana;

Un sistema di accumulo di adeguato volume (circa 100 m<sup>3</sup>) permette di stoccare il fango disidratato e di alimentare l'essiccatore nei week end tramite idonea programmazione del reparto di disidratazione e dell'arrivo dei fanghi dagli impianti esterni al Basso Tenna.

La richiesta termica dell'essiccamento sarà soddisfatta a seconda dello scenario adottato in toto o in parte dai cascami termici dei gruppi di cogenerazione, ed integrata con metano di rete per quanto necessario.

Qualora non si scelga l'installazione di gruppi di cogenerazione l'essiccamento utilizzerà unicamente metano di rete.

I fanghi essiccati andranno a caricare i container per essere inviati allo smaltimento finale, in alternativa e non compreso negli investimenti previsti, è possibile prevedere un silo di stoccaggio per caricare rapidamente i camion.

L'essiccamento data la ridondanza potrà funzionare 5 giorni su 7 (6000 h/y) o in continuo (7500 h/y) in base alle esigenze tecniche del gestore ed alla possibilità della macchina di essere avviata ed andare a regime in breve tempo.

## **7. I presidi ambientali**

I presidi ambientali previsti si occupano di intercettare e trattare i seguenti flussi:

- Ricambi aria zona grigia scarico fanghi esterni ed interni;
- Aria esausta essiccamento;
- Ricambi aria fabbricato essiccamento

La tecnologia applicata è costituita dalla filiera:

- Trattamento scrubber doppio stadio acido base, con ossidante in stadio basico;
- Biofiltrazione.

Tale presidio assicura la conformità ai seguenti limiti di emissione.



Tabella 7-1 Limiti di emissione al biofiltro

<b>Concentrazione degli inquinanti presenti*</b>	NH <sub>3</sub> : 2,0 mg/Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S: 3,0 mg/Nm <sup>3</sup>
	Unità olfattometriche 300
<b>Note</b>	<i>*Stima previsionale</i>

Ne caso si scelga di installare il gruppo di cogenerazione, il gruppo alimentato esclusivamente a metano sarà munito di trattamento fumi con sistema SCR e permetterà di garantire i seguenti limiti al camino.

Tabella 7-2 Limiti di emissione al camino cogeneratore

<b>Concentrazione degli inquinanti presenti*,**</b>	CO: 240 mg/Nm <sup>3</sup> Polveri: 5 mg/Nm <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> : 95 mg/Nm <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> : 10 mg/Nm <sup>3</sup> NH <sub>3</sub> : 2,0 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Note</b>	<i>*Stima previsionale</i> <i>** Calcolata sul rapporto potenza termica fornita dal gruppo/potenza massima (=60%)</i> <i>Le concentrazioni si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 15%</i>



## 8. Gli scenari di Lay-out

Per poter proporre una moltitudine di soluzioni tra cui la committenza può scegliere quella che tecnicamente e finanziariamente soddisfa le sue esigenze, vengono proposti quattro scenari di lay-out. Tutti gli scenari mantengono immutati i seguenti punti:

- Il trattamento di 8000 t/y di fanghi tal quali;
- La produzione di fango essiccato al 90% di secco (90%TS);
- Una linea di essiccamento;
- Tutti gli impianti a meno del:
  - gruppo di cogenerazione, se previsto,
  - trattamento emissioni gassose;
  - silo di stoccaggio dei fanghi per il week end;
  - eventuale silo di stoccaggio fanghi essiccati
  - rete di drenaggio acque di condensa;

saranno ospitati in un fabbricato.

Tabella 8-1 Scenari di Lay-out

Scenario	Caratteristiche filiera	Cogenerazione	Basso Tenna	
		kWe	AE min	AE max
B	Essicc. + caldaia a metano	0	20.000	
D	Essicc.+caldaia+cogen	200	20.000	
F	Essicc.+caldaia+cogen	400	20000	70000
H	Essicc.+caldaia+cogen	600	0	70000

**Gli scenari B e D** sono compatibili con la dimensione attuale del depuratore del Basso Tenna, tutti i fanghi mancanti alle 8000 t/y verranno trasferiti dai depuratori esterni; la dimensione del Basso Tenna è adeguata per garantire il trattamento dell'azoto di feedback, l'unica differenza è che nello scenario B la richiesta termica viene fornita direttamente con metano di rete, nello scenario D si installa un gruppo di cogenerazione da 200 kW, in grado di soddisfare i consumi energetici dell'impianto del Basso Tenna nello stato di fatto e quelli dei nuovi impianti.

**Lo scenario F** adotta un gruppo di cogenerazione da 400 kW questa potenza è verificata se l'impianto del lido di Fermo viene dismetto e le acque reflue inviate al basso Tenna, la dimensione del Basso Tenna potrebbe essere inizialmente di 20.000 AE e successivamente essere aggiornata a 70.000 AE considerati nella progettazione di ampliamento. La richiesta termica dell'essiccamento può essere



soddisfatta solo in parte dai cascami del cogeneratore se pur in entità variabile in rapporto alle ore di lavoro per anno.

**Lo scenario H** adotta un cogeneratore da 600 KW, ciò perché l'impianto ha raggiunto una dimensione pari a quella di progetto, quindi richiede più energia. In queste condizioni la richiesta termica dell'essiccamento è soddisfatta dal gruppo di cogenerazione, del pari i consumi elettrici degli impianti nuovi e vecchi.

I dettagli di quanto descritto sono visibili nei bilanci di massa e di energia esposti nel seguito per scenario.

Tutti gli scenari vengono duplicati per avere analisi finanziarie con due tipologie di prezzo per lo smaltimento fanghi come di seguito illustrato, corrispondenti rispettivamente al valore minimo e massimo degli ultimi anni.

*Tabella 8-2 Duplicazione di scenari*

Scenario	Prezzo smaltimento fanghi €/t	Scenario	Prezzo smaltimento fanghi €/t
A	120	B	180
C	120	D	180
E	120	F	180
G	120	H	180

Ogni coppia A-B, C-D, E-F e G-H avranno la stessa filiera di impianto come illustrato nella Tabella 8-1.

Infine Ciascuna coppia subirà una analisi finanziaria variando anche il costo specifico di smaltimento del fango essiccato da 40 a 100 €/m<sup>3</sup>.

## **9. Lo scenario ai costi attuali**

Un ultimo scenario viene effettuato in modo di vedere la validità finanziaria dell'iniziativa ai costi attualmente praticati nel territorio. Pertanto si prendono gli scenari di lay-out B, D, F, H e si effettua l'analisi del VAN applicando pari costo di smaltimento dei fanghi essiccati e disidratati di 150 €/t.



## 10. Gli investimenti

Gli investimenti prevedono un importo lavori base di 2.380.000€ per le parti sotto specificate:

Tabella 10-1 Importo lavori per tutti gli scenari

1	Essiccamento	€ 980.000,00
2	Fabbricato	€ 400.000,00
3	Trattamento emissioni	€ 140.000,00
4	Sistemazioni generali	€ 60.000,00
5	Impianto elettrico	€ 400.000,00
6	sist carico	€ 200.000,00
7	vasca acc in	€ 200.000,00
	Totale	€ 2.380.000,00

A cui deve essere aggiunto il costo per il gruppo di cogenerazione che risulterà di potenza elettrica variabile da 200 a 600 kW.

Tutti gli importi lavori sono poi soggetti a spese tecniche calcolate sulla base del 15%, per definire il Q.E. dell'intervento. I valori di I.L. e Q.E. per ciascun scenario sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 10-2 IL e QE per i diversi scenari

Coppia scenari	Importo Lavori	Quadro economico
A-B	€ 2.380.000,00	€ 2.737.000,00
C-D	€ 2.730.000,00	€ 3.139.500,00
E-F	€ 3.010.000,00	€ 3.461.500,00
G-H	€ 3.325.000,00	€ 3.823.750,00

## 11. Il bilancio di massa

Il bilancio di massa è sostanzialmente uguale in tutti gli scenari a meno del consumo di metano il quale cresce con l'aumento della potenza del gruppo di cogenerazione.

Gli elementi fondamentali sono:

I fanghi disidratato hanno un contenuto in secco del 25% e raggiungono il 90% dopo essiccamento;

- Il fango da smaltire è il 28% del fango disidratato;
- il feedback di azoto è equivalente a circa 3000 AE, quindi può essere ben trattato nella linea acque del Basso Tenna senza costituire un significativo consumo della capacità residua;
- Il consumo di metano di rete aumenta con la potenza del gruppo, ovviamente questo determina benefici nell'energia prodotta che compaiono nel bilancio di energia.



Tabella 11-1 Bilancio di massa

<b>Bilancio di massa</b>		A-B	C-D	E-F	G-H
FANGHI DISIDRATATI	t/y	8000	8000	8000	8000
contenuto in secco	%TS	25	25	25	25
FANGHI ESSICCATI	t/y	2222	2222	2222	2222
Contenuto in secco	%TS	90	90	90	90
Acqua evaporata	t/y	5778	5778	5778	5778
Feedback azoto	t/y	12	12	12	12
	Kg/d	32,9	32,9	32,9	32,9
	AE	2740	2740	2740	2740
Metano di rete	Nm3/y	603838	872320	1140802	1409284

## 12. Il bilancio di energia

Il bilancio di energia permette di meglio comprendere i consumi di metano, ovvero a fronte di un consumo di metano di circa 600.000 Nm3/y necessari alla richiesta termica dell'essiccamento dei fanghi, l'installazione di un gruppo di cogenerazione a Potenza crescente (da 200 a 600 kW) permette di ridurre al minimo il metano necessario per la richiesta termica (min 59.000 Nm3/y scenario G-H) anche se aumenta quello consumato per la produzione di energia elettrica e cascami termici. Si noti come il ruolo del gruppo di cogenerazione sia quello di fornire sempre tutta l'energia necessaria per il funzionamento dell'impianto del Basso Tenna e della nuova linea di essiccamento.

Al costo medio del metano di rete (0,30 €/Nm3) la produzione di energia elettrica ha un costo di circa 0,80 €/kWh contro i 0,17 €/kWh di quella prelevata dalla rete nazionale. Di conseguenza gli scenari il gruppo di cogenerazione comportano sia un consistente risparmio per l'energia elettrica prodotta in situ e tanto più grande è il gruppo tanto più la richiesta termica dell'essiccamento viene soddisfatta dai cascami termici del gruppo che hanno costo zero.

Tabella 12-1 Bilancio di energia

<b>Bilancio di energia</b>		A-B	C-D	E-F	G-H
Energia prodotta per l'impianto di depurazione	MWh/y	0	225	1725	3225
Energia prodotta per l'essiccamento	MWh/y	0	1275	1275	1275
Energia globale prodotta	MWh/y	0	1500	3000	4500
Metano rete per gruppo cogenerazione	Nm3/y	0	450000	900000	1350000
Metano di rete per richiesta termica esiss	Nm3/y	603838	422320	240802	59284
Metano consumo globale	Nm3/y	603838	872320	1140802	1409284



## 13. Analisi finanziaria

### 13.1 Generalità

L'analisi finanziaria utilizza il calcolo del VAN (valore attuale netto). L'analisi viene condotta considerando quali dati di input:

- la valutazione preliminare dei costi di investimento (importo a quadro economico al netto dell'IVA);
- gli oneri economici di esercizio;
- i recuperi economici derivanti dalla produzione di energia, il mancato smaltimento fanghi, etc..

Tutte le voci di costo relative alle opere civili ed elettromeccaniche devono essere intese, visto lo stadio attuale di progettazione generale, cautelative. L'affinamento degli importi non può infatti prescindere da un ambito progettuale di livello definitivo od esecutivo.

Va sottolineato il fatto che tutti gli scenari di calcolo sono cautelativamente determinati considerando di dover finanziare totalmente le opere in proprio. Per il calcolo del VAN viene assunto come tasso di attualizzazione quello praticato per finanziamenti di valore analogo a quello prevedibilmente oggetto di questo progetto da parte del sistema bancario, al netto dell'inflazione. Quindi, al momento attuale, a garanzia di sicurezza, viene assunto come di seguito specifico:

$$i = 5,0\% - 1,5\% = 3,5\%$$

Nel generico anno  $n$  il valore attuale netto si ottiene dalla formula seguente:

$$V.A.N._n = -C_0 + (bn - cn) \frac{(1,035)^n - 1}{(1,035)^n \cdot 0,035}$$

Dove:

- $bn$  indica la sommatoria dei benefici su base annua;
- $cn$  la sommatoria dei costi su base annua,
- $C_0$  rappresenta l'investimento iniziale.

La proiezione del V.A.N. nell'intervallo di anni considerato permette di individuare due punti caratteristici costituiti dal tempo di rientro dell'investimento ed il valore attuale netto a fine vita dell'opera.

### 13.2 Voci di benefici e di costo

Nel caso in oggetto nella tabella seguente si riportano le voci considerate nei benefici e nei costi.



Tabella 5 1 Voci di benefici e costi

	<b>Benefici</b>
1	Risparmio nello smaltimento fanghi
2	Risparmio acquisto energia
	<b>Costi</b>
1	Smalt. fanghi essiccati
2	Metano di rete
3	Manut. Ordinarie (3% IL)
4	Manut. Straord. (5% IL)
5	Personale
6	Costo analisi
7	Energia elettrica (sovrakonsumo)

Tutte le voci di Costi e Benefici sono calcolate con i costi specifici sotto riportati e concordati con la committenza.

Tabella 13-1 Costi specifici

Scenari		A-C-E-G	B-D-F-H	quinto scenario
smaltimento fanghi disidratati	€/t	120	180	150
energia da rete nazionale	€/kWh	0,17	0,17	0,17
Smalt. fanghi essiccati	€/t	da 40 a 100 per ogni scenario		150
Metano di rete	€/Nm <sup>3</sup>	0,33	0,33	0,33
Manut. Ordinarie (3% IL)				
Manut. Straord. (5% IL)				
Personale	€/y pro capite	30000	30000	30000
Costo analisi	a corpo	20000	20000	20000

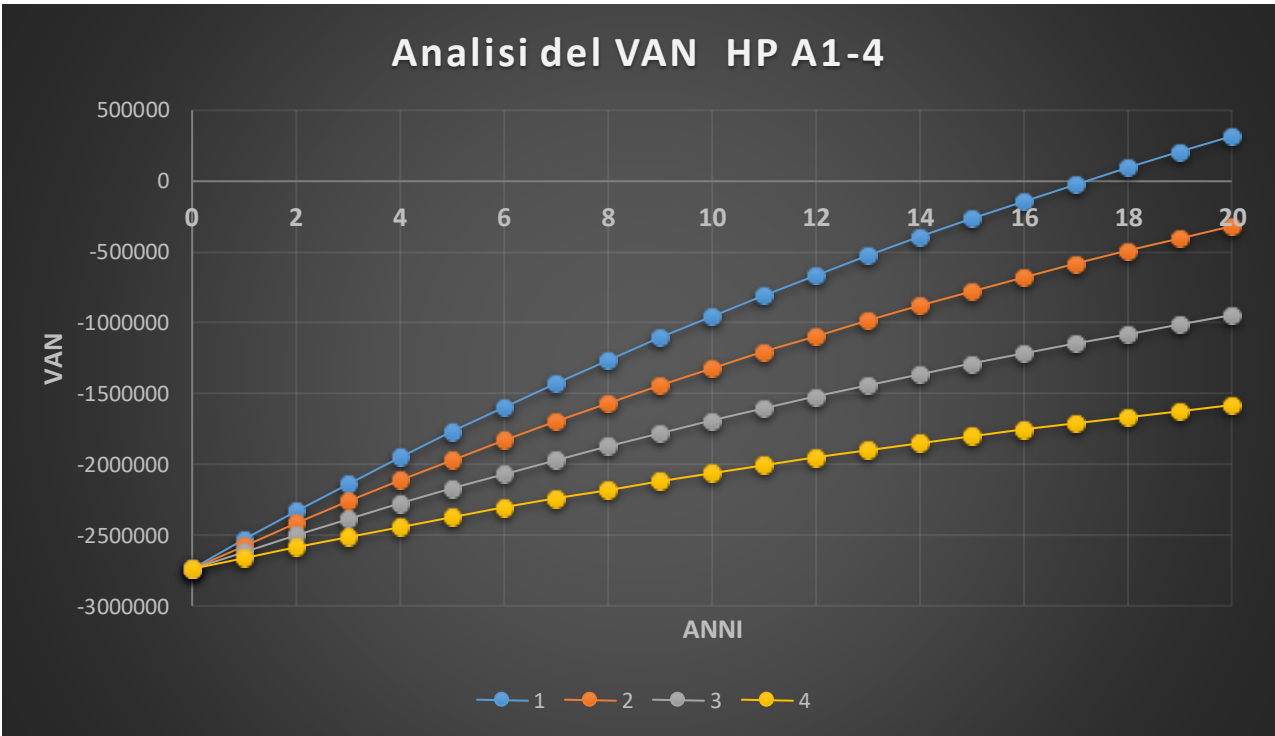
### 13.3 Il tempo di rientro ed il VAN a fine vita per i diversi scenari

Di seguito si presentano i risultati dell'analisi finanziaria degli scenari A usque H ciascuno splittato in quattro tipologie in rapporto al costo variabile di smaltimento dei fanghi essiccati (40-60-80 e 100 €/t), per una facile comprensione si riassumono in tabella il tempo di rientro e il VAN a 20 anni, inoltre si espongono i costi specifici dello smaltimento fanghi disidratati ed essiccati che caratterizzano lo scenario. Infine, si presenta il grafico dell'evoluzione del VAN per ciascun scenario.



**Scenario A1-4**

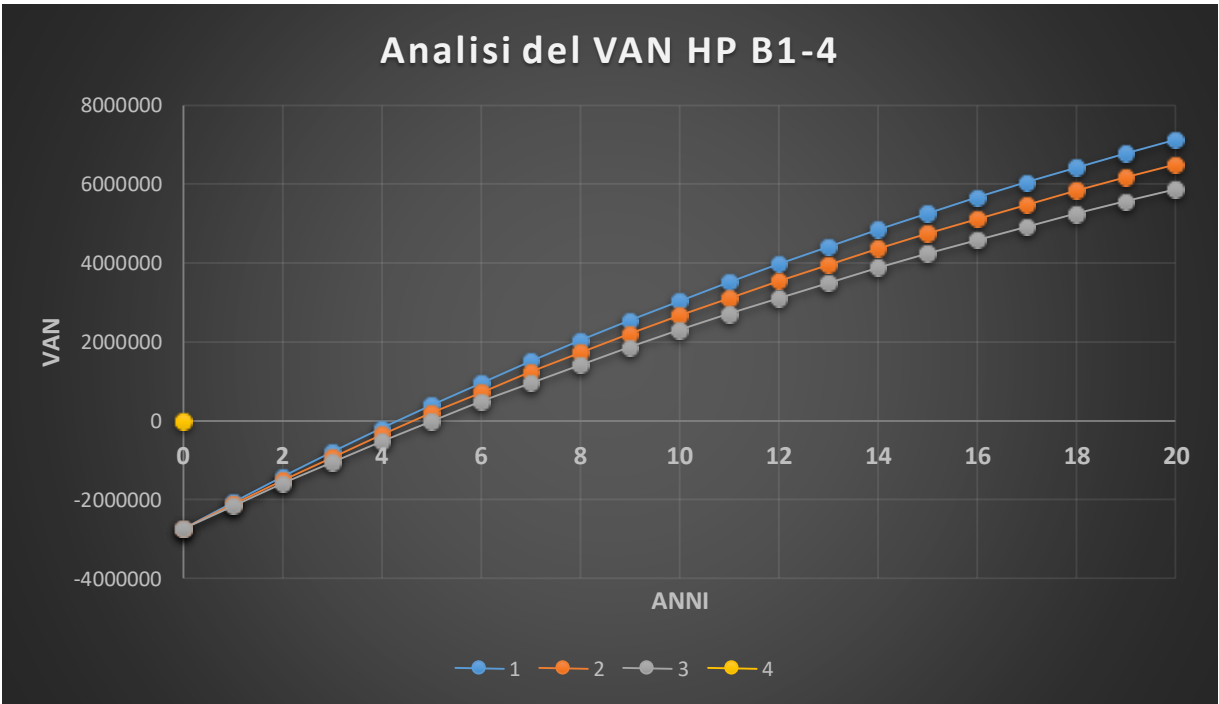
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	120	40	2,74	4,0	18	0,31
2	120	60	2,74	4,0	mag-20	-0,3
3	120	80	2,74	4,0	mag-20	-0,9
4	120	100	2,74	4,0	mag-20	-1,6





**Scenario B1-4**

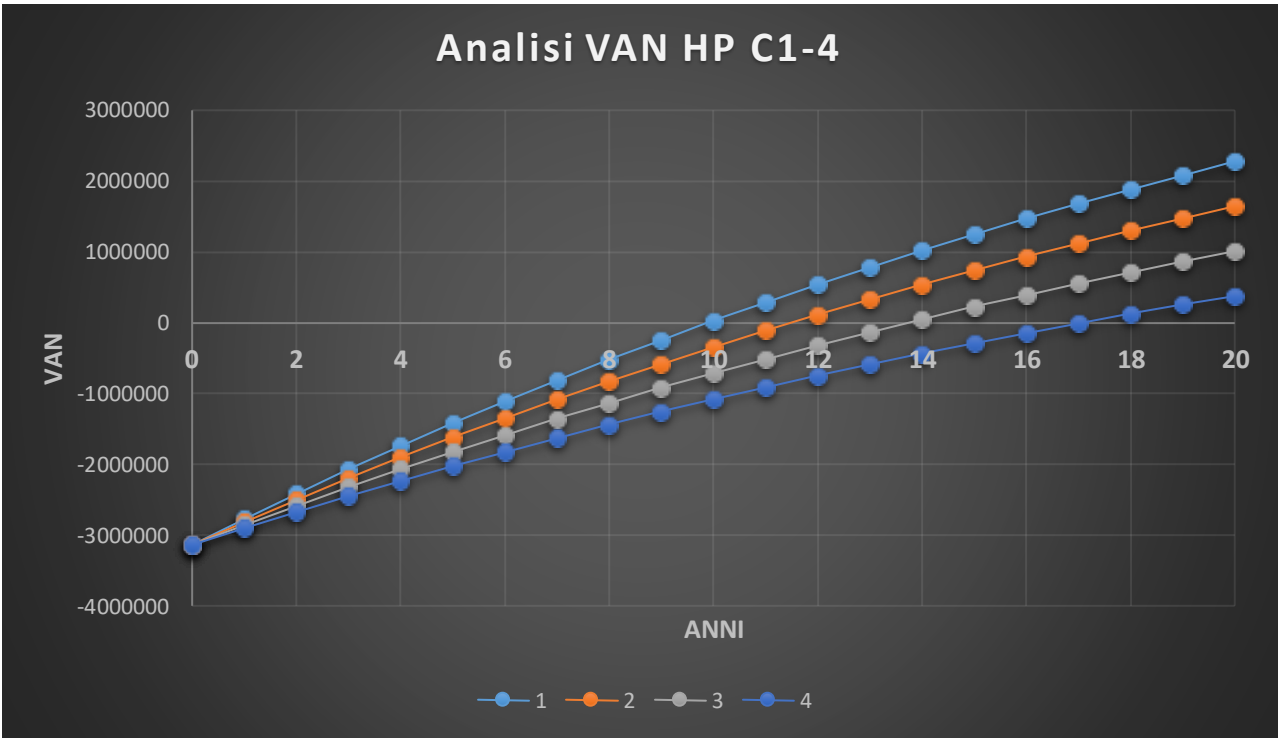
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	180	40	2,74	4,0	5,3	7,1
2	180	60	2,74	4,0	5,5	6,5
3	180	80	2,74	4,0	6,0	5,9
4	180	100	2,74	4,0	6,4	5,2





**Scenario C1-4**

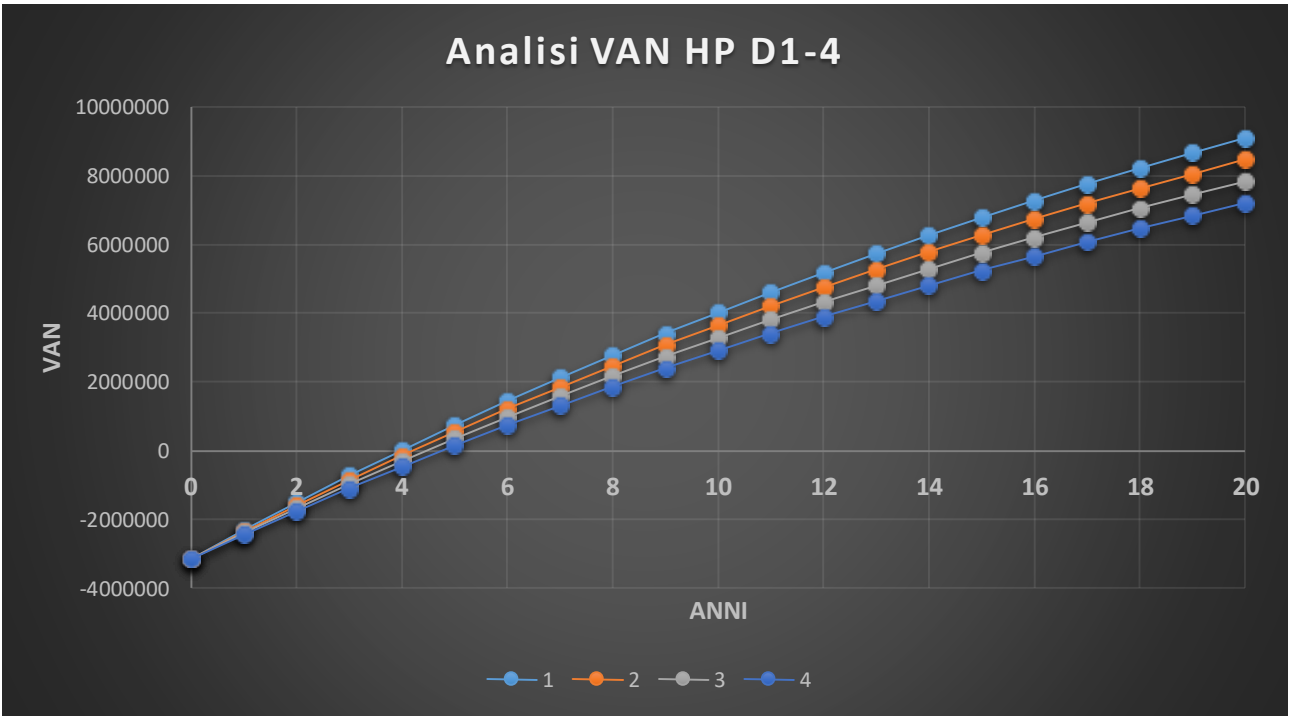
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	120	40	3,14	4,0	10,6	2,3
2	120	60	3,14	4,0	12,3	1,6
3	120	80	3,14	4,0	14,4	1,0
4	120	100	3,14	4,0	18,0	0,4





Scenario D1-4

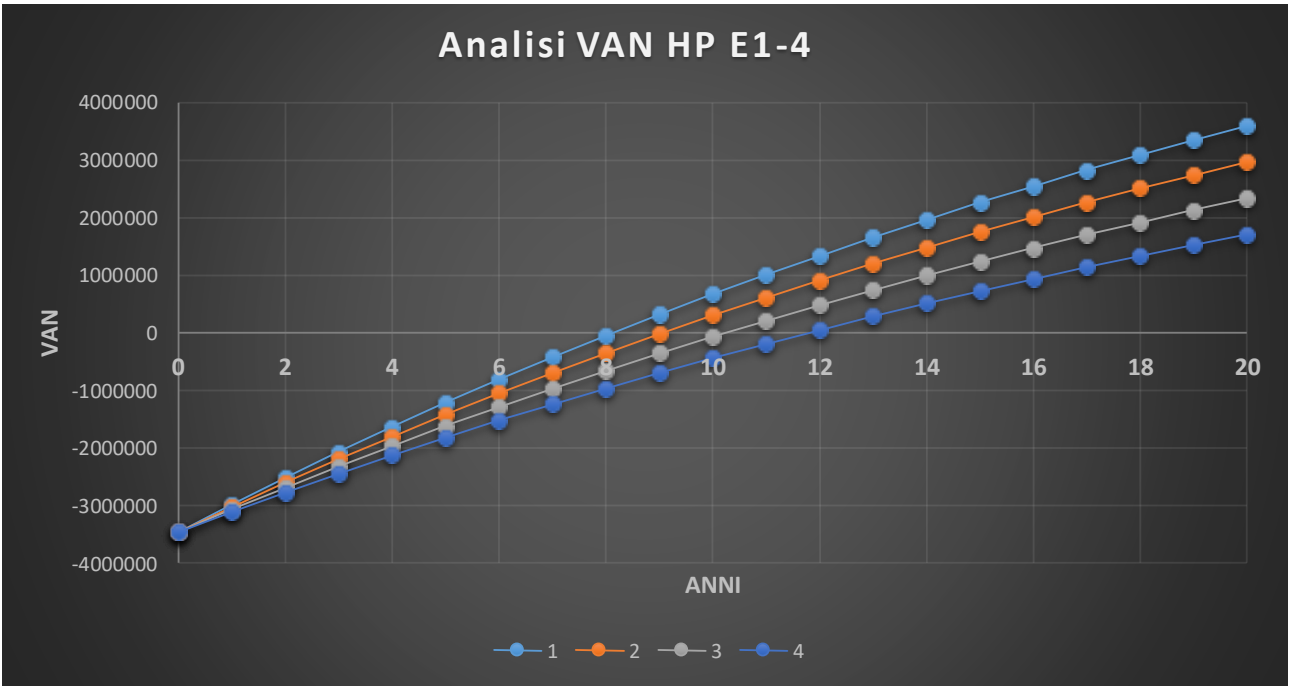
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	180	40	3,14	4,0	4,8	9,1
2	180	60	3,14	4,0	5,2	8,5
3	180	80	3,14	4,0	5,4	7,8
4	180	100	3,14	4,0	5,6	7,2





**Scenario E1-4**

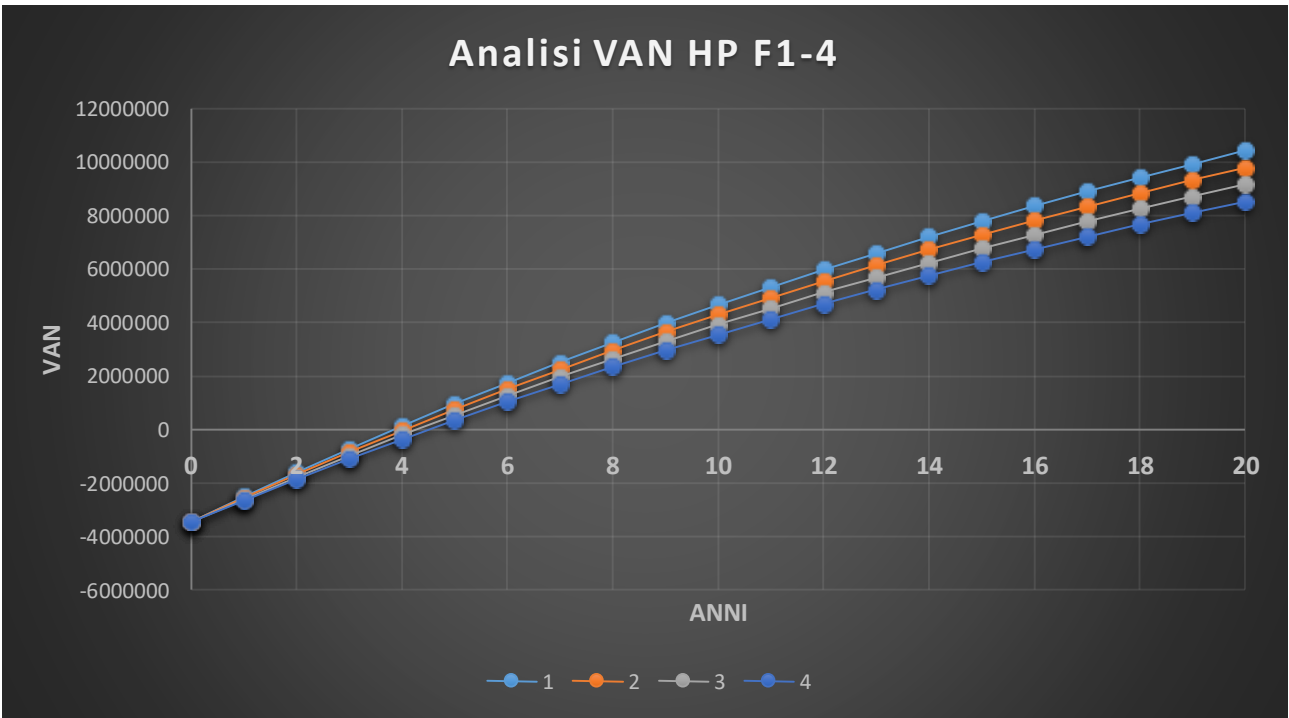
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	180	40	3,46	5,1	9,1	3,6
2	120	60	3,46	5,1	10,0	3,0
3	120	80	3,46	5,1	11,2	2,3
4	180	100	3,46	5,1	12,5	1,7





**Scenario F1-4**

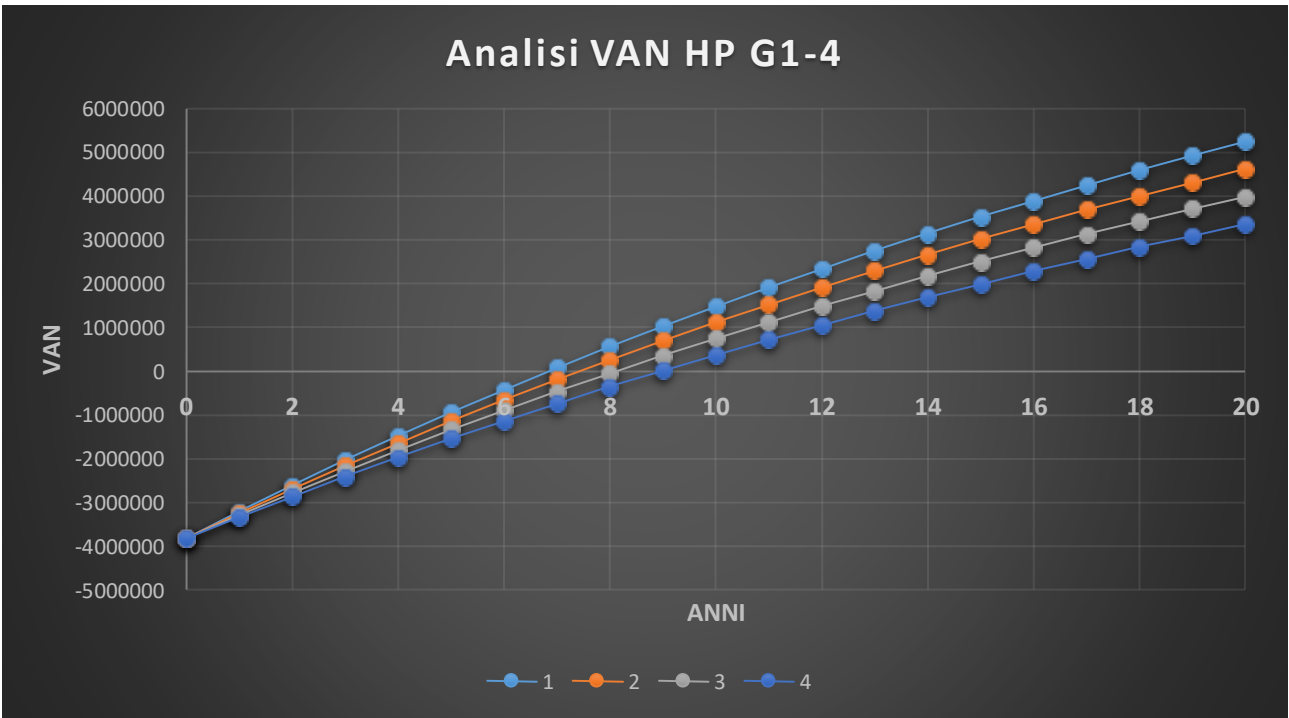
Scenario	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
10000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	180	40	3,46	5,1	4,7	10,4
2	180	60	3,46	5,1	5,0	9,8
3	180	80	3,46	5,1	5,2	9,2
4	180	100	3,46	5,1	5,4	8,5





Scenario G1-4

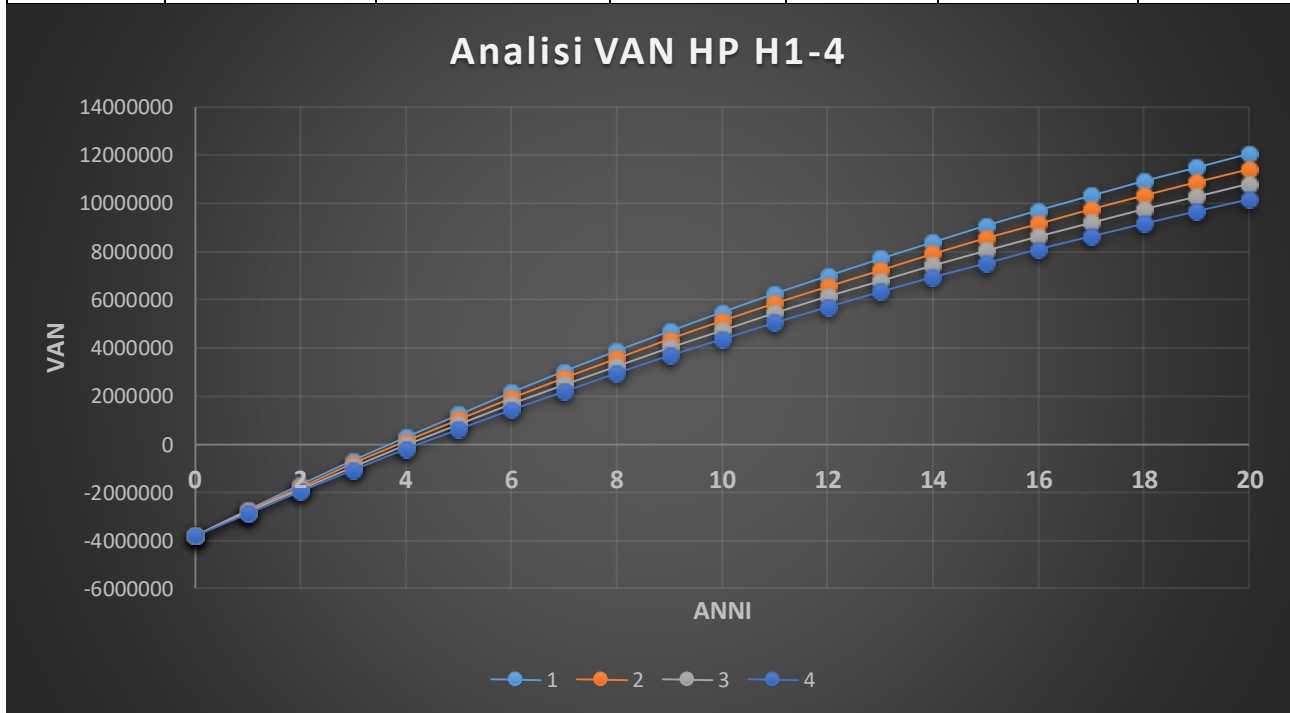
Scenario G	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
10000 t/y	€/t	€/t	M€	M€	Y	M€
1	120	40	3,82	5,6	7,6	5,2
2	120	60	3,82	5,6	8,3	4,6
3	120	80	3,82	5,6	9,0	4,0
4	120	100	3,82	5,6	9,7	3,4





### Scenario H1-4

Scenario H	Smalti fanghi dis	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
10000 t/y	€/t	€/t	M€	€	Y	M€
1	180	40	3,82	5,6	4,6	12,1
2	180	60	3,82	5,6	4,8	11,4
3	180	80	3,82	5,6	5,0	10,8
4	180	100	3,82	5,6	5,6	10,2



### 13.4 Considerazioni generali sugli scenari

L'analisi finanziaria degli scenari A e B, che non prevede l'installazione di un gruppo di cogenerazione, rileva come per lo scenario A i tempi di rientro siano molto lunghi, addirittura per lo scenario A 2-3-4 l'investimento non rientra mai. Negli scenari B1-4 si rientra in tempi ragionevoli che giustificano l'investimento ma il VAN è inferiore se paragonato agli scenari che adottano il gruppo di cogenerazione.

Gli scenari D, F e H caratterizzati da un gruppo di cogenerazione di potenza crescente e rispettivamente 200, 400 e 600 kW, mostrano una tendenza duplice, i tempi di rientro rimangono sostanzialmente bassi (5-6 anni) e costanti, il VAN a 20 anni aumenta progressivamente da D a H.



Le stesse cose si osservano per gli scenari C, E e G con la differenza che i tempi di rientro sono costanti ma elevati (7-12 anni), il VAN aumenta ma ha sempre valori nettamente inferiori a quelli degli scenari con cogenerazione (D-F-H).

**In buona sostanza due sono gli elementi che determinano il successo finanziario dell'operazione:**

- **il primo è il costo di smaltimento dei fanghi, 180 €/t permette di affrontare con redditività l'investimento con e senza gruppi in quanto determina il rientro dell'investimento in tempi brevi;**
- **il secondo elemento è l'installazione di un gruppo di cogenerazione. Questo comporta ulteriori guadagni per la produzione di energia ad un costo pari a circa la metà di quello per l'energia elettrica di rete e per la riduzione della quantità di metano necessario all'essiccamento, in quanto viene sostituito dai cascami termici dei gruppi.**



### 13.5 Comparazione dei diversi scenari

Per semplificare la scelta tra gli scenari si effettua la comparazione dei principali risultati dell'analisi finanziaria per gli scenari B4-D4-F4-H4 e degli scenari A4-C4-E4-G4, ovvero mantenendo fissi i costi di smaltimento fanghi essiccati a 100 €/t.

Tabella 13-2 Scenari B4-D4-F4-H4

Scenario	Smalti fanghi dis	Linea	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t		€/t	M€	€/y	Y	M€
B4	180	Essicc. + caldaia	100	€ 2.737.000	190400	6,4	5,2
D4	180	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.139.500	218400	5,6	7,2
F4	180	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.461.500	240800	5,4	8,5
H4	180	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.823.750	266000	5,6	10,2

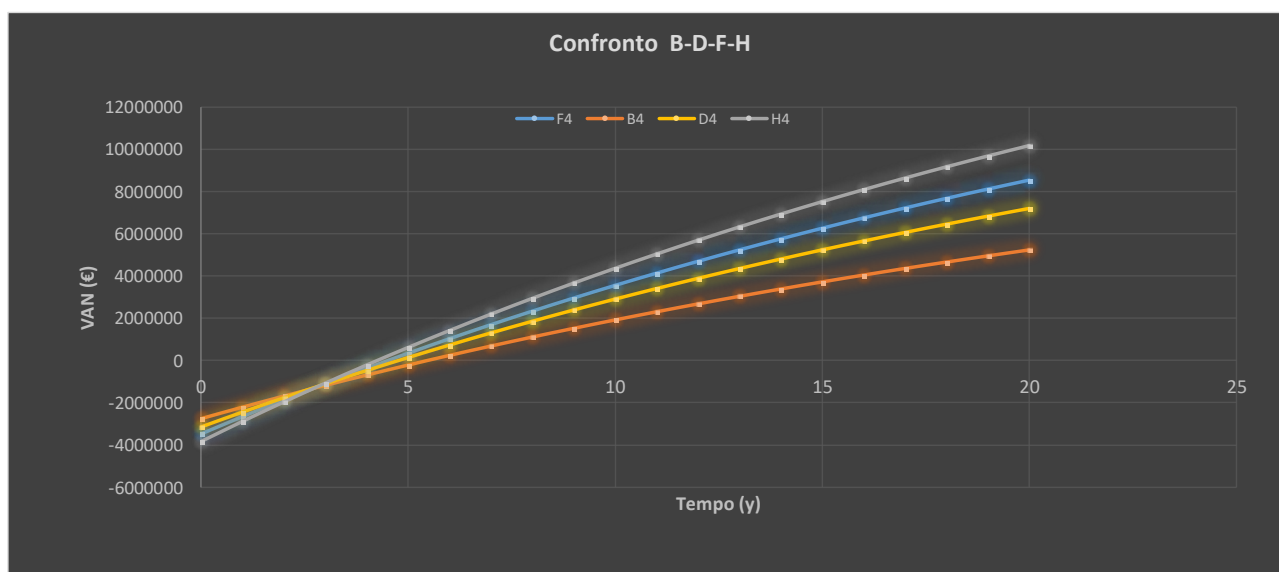
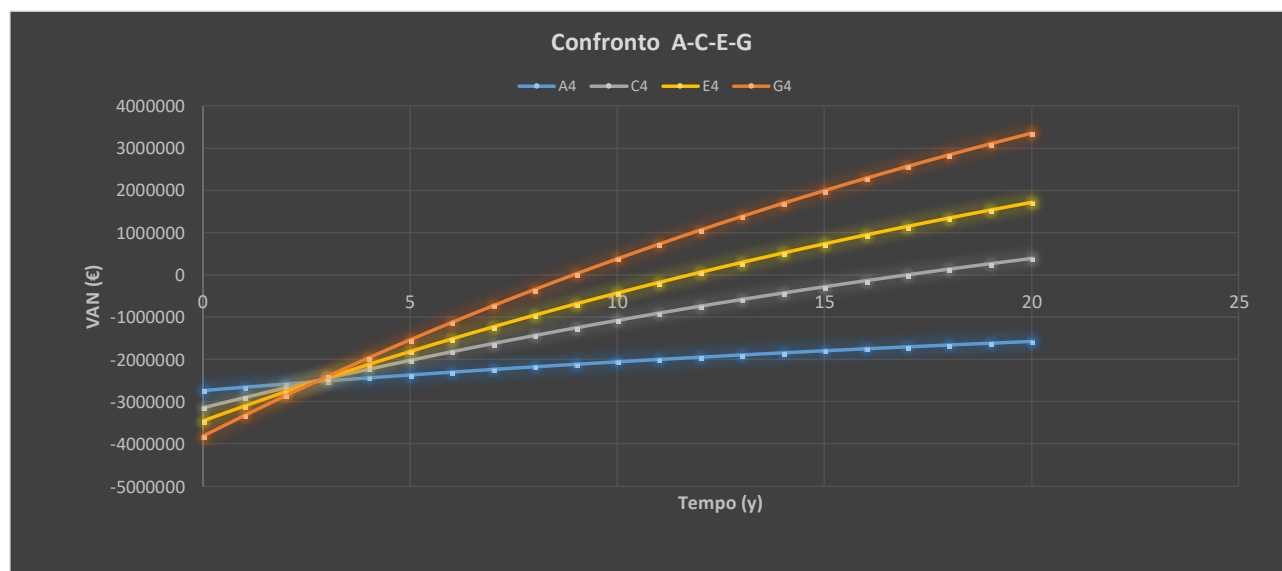




Tabella 13-3 Scenari A4-C4-E4-G4

Scenario	Smalti fanghi dis	Linea	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t		€/t	M€	€/y	Y	M€
A4	120	Essicc. + caldaia	100	€ 2.737.000	190400	mag-20	-1,6
C4	120	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.139.500	218400	18	0,4
E4	120	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.461.500	240800	12,5	1,7
G4	120	Essicc.+caldaia+cogen	100	€ 3.823.750	266000	9,7	3,4



**Il confronto dei risultati nelle condizioni più favorevoli (scenari B4-D4-F4-H4) mostra come l'investimento ha tempi di rientro molto bassi ed un VAN pari a 2-3 volte l'investimento fatto; il tutto nonostante lo smaltimento dei fanghi essiccati abbia il costo più elevato tra quelli ipotizzabili.**

Per gli scenari A4-C4-E4-G4 il basso prezzo di smaltimento dei fanghi disidratati (120 €/t) offre risultati che stimolano l'investimento solo quando l'impianto del Basso Tenna arriva ad una potenza media di 200-400 kW (scenari E-G).

Occorre ricordare che nello stato dei fatti i costi di smaltimento dei fanghi di depurazione hanno superato i 200 €/t in tutto il territorio nazionale, pertanto le previsioni per l'investimento possono essere ben più rosee di quelle calcolate.



Oltre alla lievitazione dei costi occorre considerare anche se non conteggiabile finanziariamente, che il fango essiccato è il 28% di quello disidratato per cui le possibilità di smaltimento sono superiori anche per il fatto che si può accedere a forme di smaltimento diverse dello smaltimento in discarica quali la combustione in forni industriali, la termovalorizzazione in situ, il compostaggio come sequestrante di acqua e riducente del bulking agent.

### 13.6 Il tempo di rientro ed il VAN per il quinto scenario

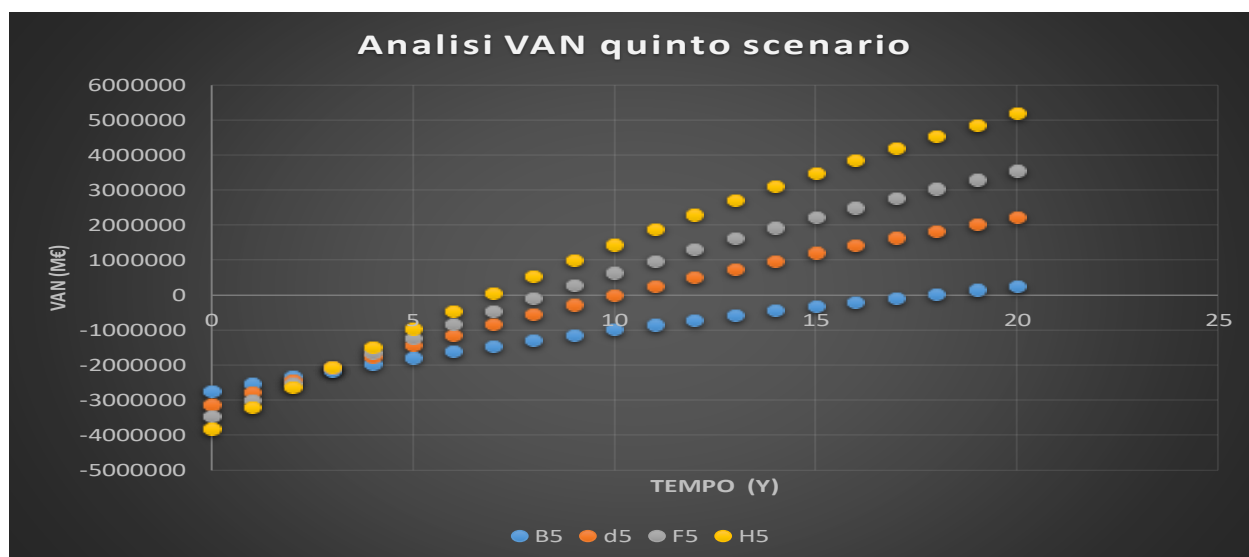
Il quinto scenario mostra ai costi attuali di smaltimento dei fanghi (150 €/t per essiccato e disidratato) il vantaggio dell'investimento. I risultati mostrano in analogia ai parametri di interesse finanziario precedentemente discussi, che l'installazione dei gruppi di cogenerazione rende interessante l'investimento tanto più quanto più alta è la potenza del gruppo di cogenerazione, ovvero tanto più l'impianto del Basso Tenna va a pieno regime.

Tabella 13-4 Quinto scenario

Scenario	Fanghi DW	Linea	P cog	Smalt fanghi essiccati	Investimenti	M.O., M.S.	Tempo di rientro	VAN a 20 anni
8000 t/y	€/t		kW	€/t	M€	€/y	Y	M€
B5	150	Essicc. + caldaia	0	150	€ 2.737.000	190400	18,4	0,3
D5	150	Essicc.+ caldaia+cogen	200	150	€ 3.139.500	218400	10,0	2,2
F5	150	Essicc.+ caldaia+cogen	400	150	€ 3.461.500	240800	9,1	3,5
H5	150	Essicc.+ caldaia+cogen	600	150	€ 3.823.750	266000	7,7	5,2

P cog potenza gruppo di cogenerazione

Fanghi DW costo smaltimento fanghi disidratati





## 14. Conclusioni

L'essiccamento fanghi è una operazione unitaria che si sta diffondendo sul territorio nazionale per limitare le difficoltà di smaltire i fanghi disidratati. L'aumento sostanziale dei costi di smaltimento fanghi rende sempre più conveniente finanziariamente la pratica di essiccamento ed aiuta a prevedere la termodistruzione finale del fango essiccato come forma autonoma e sicura di smaltimento dei fanghi di depurazione in linea con quanto da più anni sta facendo l'Unione Europea.

Nel caso del Basso Tenna a partire da un costo di smaltimento fanghi disidratati di 180 €/t qualsiasi assemblaggio della linea di essiccamento è finanziariamente conveniente. L'ottimizzazione del Valore Attuale Netto a fine vita della filiera di processo si effettua aggiungendo ai benefici finanziari del mancato smaltimento fanghi anche la produzione di energia *insitu* con gruppi di cogenerazione alimentati a metano.

La potenza di tali gruppi, crescente con la dimensione dell'impianto, arriva, mantenendo i tempi di rientro dell'investimento nell'intervallo di 5-6 anni, ad un VAN di 2-3 volte l'investimento.

Tra gli scenari di filiera proposti la committenza può scegliere tra B, D, F e H in rapporto a quando vuole rendere operativo l'impianto. Ciò perchè la dimensione del Basso Tenna passerà dal quella di fatto di 6000 AE serviti (20.000 AE nominali) a 70.000 AE nominali e serviti per cui aumenterà la potenza installabile nei gruppi di cogenerazione.

Il quinto scenario, sviluppato ai costi attuali dello smaltimento fanghi sia disidratati che essiccati (150 €/t) individua nell'essiccamento fanghi un processo di interesse finanziario tanto più quanto aumentano i consumi energetici dell'impianto del Basso Tenna (ospite dell'essiccamento).

Tutte le analisi finanziarie sono state eseguite a garanzia di sicurezza in quanto tra i costi si espongono le M.O. e M.S. che ammontano globalmente a 1,5 volte l'investimento a Q.E. ed i fanghi prodotti sono calcolati estrapolando le quantità attualmente prodotte sulla base degli AE serviti e non quelli producibili sulla base degli AE di progetto.



## 15. Allegati

Allegato 1 – scheda tecnica Basso Tenna stato fatto e progetto di ampliamento a 70.000 AE

SCHEDA TECNICA DEPURATORE DEL BASSO TENNA

STATO DI FATTO 20.000 AE DI PROGETTO E STATO DI PROGETTO PER AMPLIAMENTO DI 50.000 AE

Il depuratore del Basso Tenna è autorizzato allo scarico con Determina della Provincia di Fermo n° Registro Generale 495 del 22/04/2013 n° Registro settore 191 del 22/04/2013; i limiti sono fissati dalla Tab.1e Tab. 2 (rispetto alla concentrazione) All. 5 alla Parte III del D.Lgs 152/2006 nonché dalla Tab. 3 All.5 Parte III del D.Lgs 152/2006 per i seguenti parametri: “Tensioattivi Totali e Idrocarburi Totali”. Per il parametro Escherichia Coli per il periodo 15 marzo – 30 settembre deve essere rispettato il limite di 3.000 UFC/100ml.

Le successive tabelle riportano i limiti allo scarico summenzionati.

Tab.1 All. 5 alla Parte III del D.Lgs 152/2006

Potenzialità AE	>10.000 AE	
Parametri (media giornaliera)	Concentrazione	% riduzione
BOD5 (senza nitrificazione) mg/l	≤25	70-90
COD mg/l	≤125	75
TSS mg/l	≤35	90

Tab. 2 (rispetto alla concentrazione) All. 5 alla Parte III del D.Lgs 152/2006

Potenzialità AE	10.000 – 100.000 AE
Parametri (media annua)	Concentrazione
Fosforo totale P mg/l	≤2
Azoto Totale N mg/l	≤15

Parametri Tab. 3 All. 5 alla Parte III del D.Lgs 152/2006

N. parametro	Parametri	U.d.M.	Scarico in acque superficiali
37	Idrocarburi totali	mg/l	≤ 5
42	Tensioattivi totali	mg/l	≤ 2



Allo stato di fatto, il depuratore Basso Tenna serve una potenzialità pari a 20.000 AE ed è composto dalla seguente filiera di trattamento:

*Filiera di processo Basso Tenna 20.000 AE*

<b>Filiera di processo Stato di Fatto</b>	<b><u>u.m.</u></b>	<b><u>Valore</u></b>
<b>Linea Acque</b>		
Grigliatura grossolana	n.	1
Compattatore del grigliato	n.	1
Grigliatura fine	n.	2
Sollevamento impianto	n.	1
Desabbiatura tipo pista	n.	1
Selettore anossico / Ripartitore	n.	1
Processo biologico a cicli alternati	n.	2
Pozzo ripartizione	n.	1
Sedimentazione secondaria	n.	2
Pozzo schiume	n.	1
Pozzo ricircolo / supero	n.	2
Filtrazione a tela	n.	2
Disinfezione	n.	2
Ultravioletti	n.	1
Accumulo acque da riutilizzo	n.	1
<b>Linea Fanghi</b>		
Stabilizzazione aerobica	n.	1
Addensatore dinamico	n.	1
Post ispessitore/preispessitore	n.	1
Disidratazione	n.	1
Letti di essiccamento	n.	2

Lo stato di progetto prevede l'adeguamento dell'impianto ad una potenzialità di 70 000 AE. Lo stato di progetto della linea acque permette di considerare l'impianto suddiviso in 2 sub-impianti, uno da 20.000 AE esistente ed uno da 50.000 AE interessato dalla nuova progettazione. In testa ai pretrattamenti si prevedere la realizzazione di una tubazione di collegamento tra l'impianto esistente e l'impianto di nuova realizzazione presidiato da paratoia.

**DATI A BASE PROGETTO - STATO DI PROGETTO-  
AMPLIAMENTO 50.000AE**



<b>AE totali Stato di Progetto</b>			<b>AE</b>	<b>50000</b>		
<b>Portata media nera effettiva [Qmn effettiva]</b>			<b>m3/d</b>	<b>10450</b>	<b>m3/h</b>	<b>435</b>
<b>Portata di punta secca effettiva [Qpunta effettiva]</b>					<b>m3/h</b>	<b>852</b>
<b>Portata massima ingresso impianto [Qmax in]</b>			<b>m3/d</b>	<b>40450</b>	<b>m3/h</b>	<b>1685</b>
<b>Portata massima al biologico con infiltrazione [Qmaxbio]</b>			<b>m3/d</b>	<b>25450</b>	<b>m3/h</b>	<b>1060</b>
<b>Carichi di massa in ingresso</b>			<b>Concentrazioni in ingresso</b>			
<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>	<b>Parametro</b>	<b>u.m.</b>	<b>Valore</b>	
LCOD	kg/d	5475	COD	mg/l	524	
LNtot	kg/d	608	Ntot	mg/l	58	
LPtot	kg/d	91	Ptot	mg/l	8,7	
LTSS	kg/d	2700	TSS	mg/l	258	

Di seguito si riporta la filiera di processo dell'impianto nel suo stato riformato totale per i 70.000 AE, in modo da comprendere le ricollocazioni di alcune unità operative della linea fanghi esistente, anche in previsione della linea di trattamento bottini richiesta dalla stazione appaltante per un carico massimo di 45 m3/d:

*Filiera di processo allo stato di progetto dell'impianto del Basso Tenna*

Operazioni unitarie		Impianto esistente 20.000 AE	Impianto in progettazione
<b>Linea Acque</b>	<b>N. di linee</b>		
Pozzetto di ingresso	N.	1	1
Interconnessione 20.000 AE con 50.000 AE	N.	////////	1 <sup>1</sup>
Grigliatura grossolana	N.	1	2
Grigliatura fine	N.	2	2
Desabbiatura tipo pista pre-sollevamento	N.	////////	2
Stazione di sollevamento	N.	1	1
Desabbiatura tipo pista post-sollevamento	N.	1	////////
Ripartitore di portata / selettore anossico	N.	1	1
Vasca biologica a Cicli Alternati – N. Linee	N.	2	2
Sedimentatore secondario	N.	2	4
Filtrazione su tela	N.	2	2
Disinfezione (vasca di contatto)	N.	2	2
Disinfezione (UV)	N.	1 <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>
Pozzetto di uscita	N.	1	



<b>Linea Fanghi</b>			
Pozzo fanghi	N.	1 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>
Ozonolisi dei fanghi di ricircolo	N.	////////	1 <sup>8</sup>
Ispessitore fanghi	N.	1 <sup>5-6a</sup>	
Addensatore dinamico	N.	2 <sup>5-6b</sup>	
Stabilizzazione aerobica	N.	2	
Estrattore centrifugo	N.	2 <sup>7</sup>	
Pirolisi dei fanghi	N.	1 <sup>9</sup>	

<sup>1</sup> Tubazione di interconnessione realizzata nell'ampliamento per collegare i 2 impianti in testa alla filiera di processo della linea Acque, non oggetto del presente appalto

<sup>2</sup> Portata di progetto: ½ Qmaxbio (1/2 Portata massima afferente al processo biologico)

<sup>3</sup> Portata di progetto: Qmaxbio (Portata massima afferente al processo biologico)

<sup>4</sup> Pozzo fanghi parzializzato con paratoia per ogni sedimentatore

<sup>5</sup> Nell'ampliamento l'ispessitore gravitazionale esistente e l'addensatore dinamico esistente verranno adeguati per il trattamento dei bottini

<sup>6a</sup> Nuova realizzazione

<sup>6b</sup> Nuove forniture

<sup>7</sup> N.1 estrattore centrifugo esistente + N.1 proveniente dal Lido di Fermo

<sup>8</sup> Proveniente dal Lido di Fermo, per la presente progettazione l'intervento concerne solo lo spostamento delle utilities e la realizzazione dei locali di alloggio

<sup>9</sup> Non oggetto del presente appalto

Il progetto prevede l'implementazione di una filiera per il trattamento dei bottini – fosse settiche (Fanghi di fosse settiche, rifiuti della pulizia di reti fognarie, fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane: CER 20.03.04/ 20.03.06/ 19.08.05) per una portata di 45 m3/d.

*Filiera di processo allo stato di progetto dell'impianto del Basso Tenna – Linea Bottini*

Operazioni unitarie		Il Lotto Impianto in progettazione Ampliamento
<b>Linea Bottini</b>	<b>N. di linee</b>	
Pesa	N.	1
Punto di scarico	N.	1
Sistema combinato di grigliatura, dissabbiatura	N.	1
Sollevamento all'accumulo	N.	1
Accumulo (ex ispessitore statico per I lotto)	N.	1
Addensamento dinamico (ex addensatore per I lotto)	N.	1
Rilancio surnatanti alla nuova vasca biologica	N.	1



## **Interventi in linea acque**

- **Pretrattamenti:** si prevede la successione di operazioni unitarie di grigliatura grossolana, grigliatura fine e dissabbiatura, ciascuna in doppia linea. Ogni elettromeccanica sarà dotata di paratoie di esclusione per la manutenzione e di canale di by pass.

Le 3 unità operative in serie, dimensionate per pretrattare complessivamente una portata massima di 4 volte la media nera, verranno posizionate sotto il piano campagna limitando successivamente la portata del sollevamento al biologico a 2,5 volte la media nera così come previsto dalle NTA del PTA.

- **Stazione di sollevamento:** Il manufatto pretrattamenti comprende infine una stazione di sollevamento per il convogliamento dei reflui al processo biologico.
- **Selettore anossico:** A monte delle vasche biologiche verrà realizzato un selettore anossico – ripartitore di portata, in calcestruzzo gettato in opera. In tale unità operativa, organizzata secondo una configurazione up-flow/down-flow, convergeranno l'influente pretrattato ed i fanghi di ricircolo sollevati dai pozzi fanghi dei sedimentatori secondari.
- **Processo biologico:** La strategia di intervento prevede la realizzazione di due nuove linee biologiche in grado di trattare complessivamente i carichi di massa generati da 50.000 AE. Le due nuove sub linee saranno tra loro indipendenti e ciascuna potrà quindi operare a prescindere dal funzionamento dell'altra. Dalla canaletta di presa di entrambe le sub linee il refluo verrà convogliato ad un manufatto di ripartizione di portata per la suddivisione dei carichi idraulici sui N.4 sedimentatori secondari. Così facendo sarà possibile alimentare indipendentemente tutti i sedimentatori secondari da entrambe le linee biologiche. La tipologia di processo applicata è il processo Cicli Alternati in Reattore Unico®
- **Precipitazione chimica del fosforo:** La soluzione progettuale proposta prevede l'adozione di un sistema di controllo del dosaggio di reagenti per la precipitazione chimica del fosforo, con lo scopo di raggiungere il limite di conformità allo scarico con maggiore sicurezza e di ridurre il reagente chimico a seguito dell'aumentata rimozione biologica del fosforo ad opera del processo a cicli alternati; tutto ciò verrà gestito mediante logiche di controllo proprietarie comunque interfacciabili con il sistema di controllo master scelto per l'impianto
- **Dosaggio carbonio esterno:** Per ottenere la piena conformità dell'effluente ai limiti di legge si prevede, a favore di sicurezza, la predisposizione al dosaggio di una fonte esterna di Carbonio al fine di sopperire ad eventuali ridotti carichi in ingresso di COD.
- **Sedimentatori secondari:** Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione N.4 nuovi bacini di sedimentazione secondaria a pianta circolare, con flusso radiale e carroponte non aspirato. Ciascun sedimentatore farà convergere i fanghi ad apposito pozzo fanghi dedicato,



in modo che la quantità di fanghi ricircolata sia sempre nota agli operativi impianto, e di conseguenza sia permesso un buon controllo delle coperte dei fanghi che rimangono in vasca.

- Filtrazione e disinfezione: Il chiarificato verrà inviato, con tubazioni dedicate da ciascun sedimentatore secondario, ai trattamenti di filtrazione, disinfezione con acido peracetico e disinfezione ad UV: le unità operative troveranno ubicazione in un unico manufatto da realizzarsi in prossimità del pozzo fiscale esistente. Il refluo sarà preliminarmente inviato ad una doppia unità di filtrazione a disco del tipo semisommerso: in testa alla futura linea di disinfezione, pertanto, verrà realizzata una vasca in cemento armato destinata all'installazione del sistema di filtrazione a tela con canale di by pass per le manutenzioni.

### **Interventi in linea fanghi**

- Ozonolisi dei fanghi di ricircolo: Il collettore unico di sollevamento dei fanghi di ricircolo sarà dotato di un punto di presa e di un punto di reimmissione, tramite appositi elementi a T e valvolame, per sottoporre quota parte del fango al trattamento di ozonolisi. Le utilities a servizio di questa unità operativa proverranno dal Lido di Fermo e saranno installate su un basamento ed all'interno di un nuovo locale in prossimità delle vasche di contenimento dei serbatoi chemicals a servizio del processo biologico. Per permettere agli operativi impianto di lavorare in tutta sicurezza verranno installati N. 6 rilevatori di ozono lungo il perimetro della vasca biologica
- Ispessimento statico dei fanghi: L'ottimizzazione della linea fanghi prevede l'inserimento di una sezione di ispessimento statico dei fanghi di supero biologico prodotti dall'impianto (I e II lotto), prima di essere inviati all'addensamento dinamico. L'ispessimento sarà realizzato ex-novo
- Addensamento dinamico fanghi: I fanghi ispessiti saranno prelevati dal fondo del bacino ed inviati ai n. 2 addensatori dinamici posizionati nell'adiacente locale.
- Stabilizzazione aerobica dei fanghi: Il progetto prevede di effettuare la stabilizzazione aerobica sfruttando il volume esistente: il sistema di controllo permette di operare sia in configurazione tradizionale che mediante cicli ossici-anossici alternati a periodi di sedimentazione prolungata (fase di ispessimento), all'interno della stessa vasca.
- Disidratazione fanghi: I fanghi stabilizzati vengono inviati alla sezione di disidratazione fanghi per essere disidratati e dunque smaltiti.



La stima dei fanghi da inviare a smaltimento è riportata nella seguente tabella

<u>Parametro</u>	<u>u.m.</u>	<u>Valore</u>
<b>Portate estrattore centrifugo</b>	<b>m3/h</b>	<b>45.0</b>
Concentrazione solidi effluente attesa	%TS	26.0
Percentuale di cattura	%	95.0
Carico di massa in solidi effluente dalla centrifuga	kgTS/d	2714
Portata effluente dalla centrifuga	m3/d	10.4
Produzione annuale di fango tal quale	tonn/y	3810
	tonn/d	14.7