



## Biopiattaforma di Sesto S.G.

### Indagine su impianti di valorizzazione termica dei fanghi in Europa

No. documento      25080-110-B-001

Versione              0

Approvato / verificato   AC

Sostituito             -

Agno, 07.12.2018

## Revisioni

Revisione	Data	Indicazione delle modifica	Copia a
0	07.12.2018	Prima emissione	CAP
1			
2			
3			

## Indice

1. Introduzione e oggetto dello studio	1
2. Metodologia	2
3. Impianti di smaltimento termico dei fanghi basati su processi combustione	2
3.1 Dati riepilogativi dell'indagine	2
3.2 Situazione della valorizzazione termica dei fanghi nei paesi considerati	4
3.2.1 Svizzera	4
3.2.2 Germania	4
3.2.3 Austria – Olanda - Danimarca	4
3.2.4 Francia	5
4. Impianti di smaltimento fanghi basati su processi di gassificazione/pirolisi	5
4.1 Gassificatore di fanghi di depurazione di Coblenza	5
4.2 Impianto di pirolisi di Brunico	6
5. Conclusioni	7

## **1. Introduzione e oggetto dello studio**

Oggetto della presente relazione è un'indagine qualitativa sugli impianti di valorizzazione termica dei fanghi di depurazione in alcuni tra i principali paesi europei e più in particolare degli impianti di mono-incenerimento, ovvero di trattamento termico dei soli fanghi di depurazione.

Dalla presente indagine restano pertanto esclusi tutti quegli impianti che smaltiscono fanghi di depurazione tramite co-combustione (es. cementifici, centrali termoelettriche, inceneritori di rifiuti solidi urbani).

L'ambito di applicazione di questa ricerca è limitato ai principali paesi dell'Europa Occidentale (Germania, Francia, Svizzera, Austria, Olanda), poiché sono quelli meglio dotati di infrastrutture di questo tipo.

## **2. Metodologia**

La metodologia applicata per la raccolta dei dati è stata la seguente:

- informazioni già in possesso di TBF;
- informazioni raccolte presso fornitori specializzati, che realizzano questa tipologia di impianti;
- informazioni raccolte su internet.

Laddove possibile si è data la precedenza ad impianti di in cui fonti di informazioni fossero verificabili presente documento raccoglie i risultati delle attività sopra elencate.

## **3. Impianti di smaltimento termico dei fanghi basati su processi combustione**

### **3.1 Dati riepilogativi dell'indagine**

Nella tabella sottostante si riporta un sintetico censimento, meramente indicativo e non esaustivo, di alcuni tra i principali impianti di mono-incenerimento dei fanghi di depurazione.

Come si vede la tecnologia di trattamento termico prevalente, per non dire esclusiva, è quella del forno a letto fluido, molto spesso accoppiata con un sistema di pre-essiccamento dei fanghi prima della loro alimentazione verso il forno di incenerimento.

Molto frequentemente i fanghi di depurazione, prima di essere valorizzati termicamente, vengono sottoposti ad un processo di digestione anaerobica, che ha lo scopo di ridurre la massa complessiva dei fanghi da smaltire e contestualmente di produrre biogas, come sottoprodotto della digestione anaerobica.

N.	Stato	Luogo impianto	Gestore	Monincenerimento fanghi	Quantità fanghi secchi	In esercizio dal	Fango fresco/digerito	Tecnologia	Osservazioni	Link a sito Internet
1	Svizzera	Zurigo Werdhölzli	ERZ Zürich	SI	30'000 t/a	2015	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	Non c'è necessità di combustibili addizionali. Pre-essiccatore a disco.	<a href="https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/publikationen_broschueren/klaerschlammerwertung.html">https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/publikationen_broschueren/klaerschlammerwertung.html</a>
2	Svizzera	Friburgo (Posieux)	SAIDEF	SI	12'000 t/a	2005 (fine costruzione nuovo inceneritore)	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	Impianto già visitato da GIDA.	<a href="http://www.saidef.ch/fr/saidef/les-lignes-dincineration">http://www.saidef.ch/fr/saidef/les-lignes-dincineration</a>
3	Svizzera	Losanna	STEP de Vidy	SI	10'000 t/a	2010 (fine revamping)	n.d.	Forno a letto fluido		<a href="http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/service-de-l-eau/derriere-le-robinet/epurer/incineration.html">http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/service-de-l-eau/derriere-le-robinet/epurer/incineration.html</a>
4	Germania	Frankfurt am Main	STADT FRANKFURT AM MAIN	SI	39000 t/a	1995	Fango non digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	E' in corso la pianificazione di un nuovo forno sostitutivo, con attività seguite da	<a href="https://www.stadtentwaesserung-frankfurt.de/anlagen/abwasserreinigung.html">https://www.stadtentwaesserung-frankfurt.de/anlagen/abwasserreinigung.html</a>
5	Germania	Karlsruhe	STADT KARLSRUHE	SI	12500 t/a	1991	Fango non digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	Sono in corso le attività di revamping dei forni esistenti, con attività seguite da TBF.	<a href="https://www.stadtentwaesserung-frankfurt.de/anlagen/abwasserreinigung.html">https://www.stadtentwaesserung-frankfurt.de/anlagen/abwasserreinigung.html</a>
6	Germania	München	City of Munich	SI	48'000 t/a	1997	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		
7	Germania	Berlin-Ruhleben	Berliner Wasserbetriebe	SI	36'000 t/a	1985	Fango non digerito	Forno a letto fluido senza pre-essiccamento fanghi		
8	Germania	Bitterfeld-Wolfen	GKW	SI	15'200 t/a	1997	n.d.	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		
9	Germania	Hamburg	VERA GmbH	SI	42'000 t/a	1998	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		<a href="http://www.verahamburg.de/">http://www.verahamburg.de/</a>
10	Germania	Stuttgart	Stadtentwässerung Stuttgart	SI	27'000 t/a	1992	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		<a href="http://www.stuttgart-stadtentwaesserung.de/de/unternehmen/klaerwerke/hauptklaerwerk-stuttgart-muehlhausen/">http://www.stuttgart-stadtentwaesserung.de/de/unternehmen/klaerwerke/hauptklaerwerk-stuttgart-muehlhausen/</a>
11	Germania	Wuppertal	Wupperverband	SI	32'000 t/a	1977	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		<a href="https://www.wupperverband.de/internet/web.nsf/id/pa_de_schlammverbrennung.html">https://www.wupperverband.de/internet/web.nsf/id/pa_de_schlammverbrennung.html</a>
12	Germania	Leverkusen	Currenta GmbH	SI	32'200 t/a	1988		Forno piano	Vengono alimentati anche fanghi industriali	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/klaerschlammbehandlung_in_mono-und_mitverbrennung.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/klaerschlammbehandlung_in_mono-und_mitverbrennung.pdf</a>
13	Austria	Vienna (Simmeringer Haide)	EBS Wien	SI	54'000 t/a	1992	n.d.	Forno a letto fluido senza pre-essiccamento fanghi	Co-combustione con waste-oils e solventi (in quantità molto inferiore ai fanghi)	
14	Austria	Bad Vöslau	AWA Bad Vöslau	SI	4'000 t/a	2004	n.d.	Forno a letto fluido con pre-essiccamento solare dei fanghi	Dati ricavati dal fornitore Outotec	<a href="http://docplayer.org/9360775-Klaerschlammonoverbrennung-wirtschaftliche-und-technische-grenzen.html">http://docplayer.org/9360775-Klaerschlammonoverbrennung-wirtschaftliche-und-technische-grenzen.html</a>
15	Austria	Großwilfersdorf	KALOGEO (costruttore)	SI	7'500 t/a	2012	n.d.	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	Non c'è necessità di combustibili addizionali.	<a href="http://docplayer.org/9360775-Klaerschlammonoverbrennung-wirtschaftliche-und-technische-grenzen.html">http://docplayer.org/9360775-Klaerschlammonoverbrennung-wirtschaftliche-und-technische-grenzen.html</a>
16	Olanda	Dordrecht	HVC	SI	80'000-85'000 t/a	1993		Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi		<a href="https://www.h2020.net/resources/training-materials/send/231-lectures-presentations/2160-incineration-plant-sludge-hvc-dordrecht-i-te-marvelde">https://www.h2020.net/resources/training-materials/send/231-lectures-presentations/2160-incineration-plant-sludge-hvc-dordrecht-i-te-marvelde</a>
17	Olanda	Moerdijk	SNB	SI	105'000 t/a	1997		Forno a letto fluido con pre-essiccamento		<a href="http://www.snb.nl/summary/">http://www.snb.nl/summary/</a>
18	Danimarca	Lynetten	BIOFOS	SI	19000 t/a	2011 (nuova linea)	Fango digerito	Forno a letto fluido con pre-essiccamento fanghi	Nel 2011 è stata realizzata una nuova linea con forno a letto fluido bollente e pre-essiccamento dei fanghi	<a href="https://stateofgreen.com/en/profiles/ramboll/solutions/sludge-for-energy-in-copenhagen-biofos">https://stateofgreen.com/en/profiles/ramboll/solutions/sludge-for-energy-in-copenhagen-biofos</a>
19	Francia	Colombes	SIAAP	SI	8 t/h	1998		Forno a letto fluido senza pre-essiccamento dei fanghi		<a href="http://www.siaap.fr/fileadmin/user_upload/Siaap/3_Equipements/Les_usines/Seine_centre/traitement_bouesseinecentre.pdf">http://www.siaap.fr/fileadmin/user_upload/Siaap/3_Equipements/Les_usines/Seine_centre/traitement_bouesseinecentre.pdf</a>
20	Francia	Le Havre	CODAH	SI	11'000 t/a	2011		Forno a letto fluido senza pre-essiccamento dei fanghi		<a href="https://www.suezwaterhandbook.fr/etudes-de-cas/traitement-des-eaux-usees/station-d-epuration-Le-Havre-France">https://www.suezwaterhandbook.fr/etudes-de-cas/traitement-des-eaux-usees/station-d-epuration-Le-Havre-France</a>
21	Francia	St. Chamond	City of St. Chamond		0,36 t/h (dato di progetto)	2000		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	<a href="http://www.faiteslepleindavenir.com/2014/02/18/saint-chamond-chauffage-boues/">http://www.faiteslepleindavenir.com/2014/02/18/saint-chamond-chauffage-boues/</a>
22	Francia	Romans Sur Isère	City of Romans Sur Isère		0,36 t/h (dato di progetto)	2001		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	
23	Francia	Andrezieux Boutheon	SCPM Andrezieux		0,24 t/h (dato di progetto)	2002		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	
24	Francia	Aurillac (Souleyrie)	CABA		0,36 t/h (dato di progetto)	2003		Forno a letto fluido senza pre-essiccamento dei fanghi	Dati ricavati dal fornitore FMI	<a href="https://www.caba.fr/reseau-chaieur/">https://www.caba.fr/reseau-chaieur/</a>
25	Francia	Thonon-Evian	City of Thonon-Evian		1,2 t/h (dato di progetto)	2004		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	<a href="http://www.fmi-process.fr/fr/references/valorisation-thermique-des-boues/65-evian">http://www.fmi-process.fr/fr/references/valorisation-thermique-des-boues/65-evian</a>
26	Francia	St. Etienne	City of St. Etienne		1,8 t/h (dato di progetto)	2005-2008		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	
27	Francia	Bourgoin	City of Bourgoin		0,42 t/h (dato di progetto)	2008		Forno a letto fluido	Dati ricavati dal fornitore FMI	

Tabella 1 Prospetto riepilogativo di massima di alcuni tra i principali impianti di mono-incenerimento dei fanghi di depurazione

## **3.2 Situazione della valorizzazione termica dei fanghi nei paesi considerati**

Di seguito si riportano alcuni cenni sulla valorizzazione termica dei fanghi nei paesi europei considerati nella presente indagine.

### **3.2.1 Svizzera**

È stato il paese europeo che per primo (verso il 2006), ispirandosi al principio di precauzione, ha proibito l'uso in agricoltura dei fanghi di depurazione, stabilendone per legge l'obbligo di smaltimento termico.

All'inizio lo smaltimento dei fanghi di depurazione avveniva tramite co-combustione negli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, anche se non sono mancati esempi di impianti di valorizzazione termica dedicati (es. Friburgo, Dietikon, Losanna).

Più recentemente, al fine di facilitare il recupero del fosforo come materia prima seconda, è entrata in vigore una legge che impone la valorizzazione termica dei fanghi tramite il mono-incenerimento degli stessi. In questo modo si ottengono delle ceneri omogenee e ricche di fosforo. Da questo materiale, quando le condizioni economiche saranno favorevoli, potrà essere estratto il fosforo, che potrà essere nuovamente immesso all'interno dei relativi processi produttivi come materia prima seconda.

### **3.2.2 Germania**

In Germania la valorizzazione termica dei fanghi è sempre stata la via di smaltimento preferenziale dei fanghi di depurazione. Le vie di smaltimento termico sono state diverse (es. co-combustione in impianto di trattamento dei rifiuti, co-incenerimento in cementifici o centrali termoelettriche) e sono stati realizzati diversi inceneritori di fanghi in corrispondenza dei più grandi depuratori delle acque delle principali città tedesche (es. Francoforte, Monaco, Berlino).

Anche in questo paese è recentemente entrata in vigore una legge, che impone lo smaltimento dei fanghi tramite mono-incenerimento, al fine di rendere possibile il successivo recupero di fosforo dalle ceneri di combustione dei fanghi.

### **3.2.3 Austria – Olanda - Danimarca**

In questi paesi europei la situazione della valorizzazione termica dei fanghi è molto simile allo scenario descritto per la Germania e la Svizzera. Non disponiamo invece informazioni precise in merito alla possibile entrata in vigore di leggi, destinate ad imporre l'obbligo di mono-incenerimento per i fanghi di depurazione.

### 3.2.4 Francia

In Francia l'uso dei fanghi di depurazione in agricoltura è ancora molto popolare e questo spiega la presenza di relativamente pochi impianti di smaltimento termico. Accanto a pochi impianti di incenerimento, che utilizzano la tecnologia a letto fluido di noti fornitori francesi (Veolia, Suez), occorre segnalare la presenza, nei pressi della città di Lione, di numerosi piccoli impianti realizzati da un fornitore francese (FMI), che utilizza una particolare tecnologia con acciaio non refrattariato.

## 4. Impianti di smaltimento fanghi basati su processi di gassificazione/pirolisi

Relativamente ai processi di smaltimento termico dei fanghi di depurazione con tecnologie diverse dalla combustione, si riportano nei paragrafi successivi le specifiche referenze note a TBF.

### 4.1 Gassificatore di fanghi di depurazione di Coblenza

La società Sülzle Kopf sta realizzando un impianto di gassificazione dei fanghi di depurazione presso il depuratore di Coblenza.

Di seguito si riportano i principali dati tecnici del suddetto impianto:

- Fanghi trattati annualmente: 4'000 t/a (riferiti alla materia secca);
- Potenza termica: 1.8 MW;
- Potenza elettrica: 425 kW.

Sulla base di informazioni pubblicamente disponibili, l'impianto di gassificazione fanghi di Coblenza è in costruzione da circa un anno e dovrebbe entrare in esercizio nel corso del 2018.

Si tratta di un progetto pilota di taglia industriale molto importante, che si basa su di una tecnologia di gassificazione di seguito brevemente descritta:

- i fanghi disidratati vengono essiccati fino al 90% di materia secca, attraverso un essiccatore a nastro, prima di essere introdotti nel gassificatore;
- nel gassificatore avviene il processo di ossidazione parziale con produzione di "syngas";
- il "syngas" viene valorizzato termicamente attraverso dei motori a gas, che permettono la produzione di energia elettrica e calore.

Dato che questo è il primo vero tentativo su scala industriale di costruire un impianto di smaltimento termico dei fanghi con gassificazione, c'è ovviamente molta attenzione da parte di tutti gli operatori del settore, per capire gli esiti ed i possibili sviluppi di questa tecnologia.

## 4.2 Impianto di pirolisi di Brunico

Presso il depuratore di San Lorenzo di Sebato è in esercizio, ormai da qualche anno (4 o 5 ), un impianto di pirolisi dei fanghi di depurazione, basato sulla tecnologia “Pyrobustor” del fornitore EISENMANN.

Questa tecnologia si basa sull'utilizzo di un forno rotativo dove i fanghi essiccati subiscono un primo processo di ossidazione parziale con produzione di “syngas”. I fumi derivanti da questo primo step di ossidazione entrano in una seconda camera di ossidazione, dove il carbonio residuo (essenzialmente CO) viene completamente ossidato. Dopo la seconda camera di ossidazione i fumi residui provenienti dalla valorizzazione termica attraversano un primo stadio di recupero termico ed un secondo stadio per la loro depurazione, prima del definitivo rilascio in atmosfera.

Non sono noti i dettagli di esercizio del suddetto impianto. Questo sistema però è in grado di smaltire una quantità annua di fanghi pari a circa 24'000 t di fanghi tal quali disidratati (fonte: sito web [www.arapustertal.it](http://www.arapustertal.it)).

## 5. Conclusioni

Sulla base dell'indagine svolta e riassunta nei capitoli precedenti si evidenzia come al momento la tecnologia prevalente in Europa per la valorizzazione termica dei fanghi di depurazione sia costituita dal mono-incenerimento basato sull'utilizzo di forno a letto fluido.

Da questo punto di vista il numero di impianti riportati nella Tabella 1 è già di per sé esplicativo del fatto che sia proprio il letto fluido la tecnologia più utilizzata in questo momento.

Come alternativa alla combustione nel letto fluido ci sono altre tecnologie di provata affidabilità, quali il co-incenerimento dei fanghi di depurazione con i rifiuti solidi urbani oppure la loro valorizzazione termica in cementifici o centrali termoelettriche, che però non sono oggetto della presente indagine.

Alla numerosità d'impianti di mono-incenerimento, attualmente in esercizio commerciale e basati su forni a letto fluido, si contrappongono ad oggi ancora pochi impianti di smaltimento termico basati su processi di gassificazione/pirolisi.

Relativamente ai risultati della presente indagine lo scrivente resta a disposizione per ogni ulteriore approfondimento.

TBF + Partner AG  
Ingegneri consulenti

Redatto da:

Ing. Antonio Castorini