



**Annex:** Energy Intensive Industry elenco per settori

**Language:** Italiano

**Content description:** Elenco dei settori industriali identificati come altamente energivori (basato sul codice Ateco) con una breve descrizione del processo industriale di ciascuno di questi

**Code:** ANNEX 1 - EII list per Sectors\_ITA

Internal document code:	HRAA0620_i			
Version:	02			
Date:	Novembre 2010			
Status:	Approvato			
Dissemination level:	PU	PP	RE	CO
	Pubblico	Limitato ad altri partecipanti al programma (compresa la Commissione Servizi)	Riservato ad un gruppo specificato dal consorzio (compresa la Commissione Servizi)	Confidenziale, solo per i membri del consorzio (compresa la Commissione Servizi)
	✓			
Author:	Nicola Rossetti			
Project:	“Policy and governance actions to reduce CO2 emissions by Energy valorization of process effluents in Energy Intensive Industries”			
Acronym:	H-REII			
Code:	LIFE08 ENV/IT/000422			



## **INTRODUZIONE – La scelta dei settori Energy intensive**


Come espresso nel nome del progetto, Heat Recovery in Energy Intensive Industries, l'analisi delle potenzialità di recupero del calore mediante tecnologia ORC si sviluppa nei settori industriali altamente energivori.

Nonostante il concetto di “energivoro” (o ad alta intensità energetica) sia piuttosto chiaro, non esiste in letteratura una sua definizione concordata (non esistono valori di riferimento o parametri su cui basare una definizione) e tanto meno una classificazione dei settori industriali secondo questo criterio. Per tale ragione è stato quindi deciso un approccio radicale, ovvero, si sono prese in considerazione tutte le attività produttive, appoggiandosi sui codici ATECO, e di queste si sono analizzati i processi cercando di individuare quelli in cui si hanno cascami termici rilevanti con cui poter implementare un recupero termico mediante ciclo ORC.

In realtà, avendo analizzato i processi delle diverse attività produttive, non ci si è limitati a considerare quelli in cui si hanno cascami termici, ma si sono anche considerati quei processi che comportano un sufficiente volume di scarti (ad esempio l'industria del legno) con i quali poter alimentare una caldaia a biomassa a valle della quale è possibile applicare un impianto ORC per il recupero calore.

Nella tabella seguente vengono riportati i settori industriali definiti come altamente energivori esplicitando il relativo codice ATECO; viene inoltre specificato in una nota se il settore presenta cascami termici (WH - Waste Heat) o scarti sfruttabili come biomassa (B - Biomass).

Inoltre considerando le informazioni estrapolate dall'analisi dei processi industriali e da studi passati per interventi di recupero calore è stato possibile attribuire ai diversi settori un grado di compatibilità con interventi di recupero calore mediante tecnologia ORC. Tale caratteristica è stata espressa tramite un numero da 1 a 3 dove 1 indica la compatibilità massima.

 <small>PROJECT CO-FINANCED BY THE LIFE+ PROGRAMME OF THE EUROPEAN COMMISSION</small>			
<b>ANNEX 1 - Energy intensive Industries list per Sectors - ATECO 2009 (Ateco 2007 con aggiornamenti 1 gennaio 2009)</b>			
<b>Codice</b>	<b>Settore</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Grado di compatibilità</b>
<b>B</b>	<b>ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE</b>		
<b>05</b>	<b>ESTRAZIONE DI CARBONE (ESCLUSA TORBA)</b>		
<b>05.1</b>	<b>ESTRAZIONE DI ANTRACITE</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>05.10</b>	<b>Estrazione di antracite</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
05.10.0	Estrazione di antracite e litantrace	WH	3
05.10.00	Estrazione di antracite e litantrace	WH	3
<b>05.2</b>	<b>ESTRAZIONE DI LIGNITE</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>05.20</b>	<b>Estrazione di lignite</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
05.20.0	Estrazione di lignite	WH	3
05.20.00	Estrazione di lignite	WH	3
<b>06</b>	<b>ESTRAZIONE DI PETROLIO GREGGIO E DI GAS NATURALE</b>		
<b>06.1</b>	<b>ESTRAZIONE DI PETROLIO GREGGIO</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>06.10</b>	<b>Estrazione di petrolio greggio</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
06.10.0	Estrazione di petrolio greggio	WH	3
06.10.00	Estrazione di petrolio greggio	WH	3
<b>06.2</b>	<b>ESTRAZIONE DI GAS NATURALE</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>06.20</b>	<b>Estrazione di gas naturale</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
06.20.0	Estrazione di gas naturale	WH	3
06.20.00	Estrazione di gas naturale	WH	3
<b>C</b>	<b>ATTIVITÀ MANIFATTURIERE</b>		
<b>10</b>	<b>INDUSTRIE ALIMENTARI</b>		
<b>10.4</b>	<b>PRODUZIONE DI OLI E GRASSI VEGETALI E ANIMALI</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>10.41</b>	<b>Produzione di oli e grassi</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
10.41.1	Produzione di olio di oliva da olive prevalentemente non di produzione propria	B	3
10.41.10	Produzione di olio di oliva da olive prevalentemente non di produzione propria	B	3
10.41.2	Produzione di olio raffinato o grezzo da semi oleosi o frutti oleosi prevalentemente non di produzione propria	B	3
10.41.20	Produzione di olio raffinato o grezzo da semi oleosi o frutti oleosi prevalentemente non di	B	3

	produzione propria		
10.41.3	Produzione di oli e grassi animali grezzi o raffinati	WH	3
10.41.30	Produzione di oli e grassi animali grezzi o raffinati	WH	3
<b>10.42</b>	<b>Produzione di margarina e di grassi commestibili simili</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
10.42.0	Produzione di margarina e di grassi commestibili simili	WH	3
10.42.00	Produzione di margarina e di grassi commestibili simili	WH	3
<b>10.8</b>	<b>PRODUZIONE DI ALTRI PRODOTTI ALIMENTARI</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>10.81</b>	<b>Produzione di zucchero</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
10.81.0	Produzione di zucchero	WH	3
10.81.00	Produzione di zucchero	WH	3
<b>11</b>	<b>INDUSTRIA DELLE BEVANDE</b>		
<b>11.0</b>	<b>INDUSTRIA DELLE BEVANDE</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>11.01</b>	<b>Distillazione, rettifica e miscelatura degli alcolici</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
11.01.0	Distillazione, rettifica e miscelatura degli alcolici	WH	3
11.01.00	Distillazione, rettifica e miscelatura degli alcolici	WH	3
<b>11.05</b>	<b>Produzione di birra</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
11.05.0	Produzione di birra	WH	3
11.05.00	Produzione di birra	WH	3
<b>16</b>	<b>INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO E SUGHERO (ESCLUSI I MOBILI); FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO</b>		
<b>16.1</b>	<b>TAGLIO E PIALLATURA DEL LEGNO</b>	<b>B</b>	<b>2</b>
<b>16.10</b>	<b>Taglio e piallatura del legno</b>	<b>B</b>	<b>2</b>
16.10.0	Taglio e piallatura del legno	B	2
16.10.00	Taglio e piallatura del legno	B	2
<b>16.2</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO, SUGHERO, PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO</b>	<b>B</b>	<b>2</b>
<b>16.21</b>	<b>Fabbricazione di fogli da impiallacciatura e di pannelli a base di legno</b>	<b>B</b>	<b>2</b>
16.21.0	Fabbricazione di fogli da impiallacciatura e di pannelli a base di legno	B	2
16.21.00	Fabbricazione di fogli da impiallacciatura e di pannelli a base di legno	B	2
<b>16.22</b>	<b>Fabbricazione di pavimenti in parquet assemblato</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
16.22.0	Fabbricazione di pavimenti in parquet assemblato	B	3
16.22.00	Fabbricazione di pavimenti in parquet assemblato	B	3

<b>16.23</b>	<b>Fabbricazione di altri prodotti di carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
16.23.1	Fabbricazione di porte e finestre in legno (escluse porte blindate)	B	3
16.23.10	Fabbricazione di porte e finestre in legno (escluse porte blindate)	B	3
16.23.2	Fabbricazione di altri elementi in legno e di falegnameria per l'edilizia	B	3
16.23.20	Fabbricazione di altri elementi in legno e di falegnameria per l'edilizia	B	3
<b>19</b>	<b>FABBRICAZIONE DI COKE E PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO</b>		
<b>19.1</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DI COKERIA</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
<b>19.10</b>	<b>Fabbricazione di prodotti di cokeria</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
19.10.0	Fabbricazione di prodotti di cokeria	WH	2
19.10.01	Fabbricazione di pece e coke di pece	WH	2
19.10.09	Fabbricazione di altri prodotti di cokeria	WH	2
<b>19.2</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
<b>19.20</b>	<b>Fabbricazione di prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
19.20.1	Raffinerie di petrolio	WH	1
19.20.10	Raffinerie di petrolio	WH	1
19.20.2	Preparazione o miscelazione di derivati del petrolio (esclusa la petrolchimica)	WH	3
19.20.20	Preparazione o miscelazione di derivati del petrolio (esclusa la petrolchimica)	WH	3
19.20.4	Fabbricazione di emulsioni di bitume, di catrame e di leganti per uso stradale	WH	2
19.20.40	Fabbricazione di emulsioni di bitume, di catrame e di leganti per uso stradale	WH	2
19.20.9	Fabbricazione di altri prodotti petroliferi raffinati	WH	2
19.20.90	Fabbricazione di altri prodotti petroliferi raffinati	WH	2
<b>20</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI</b>		
<b>20.1</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI DI BASE, DI FERTILIZZANTI E COMPOSTI AZOTATI, DI MATERIE PLASTICHE E GOMMA SINTETICA IN FORME PRIMARIE</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>20.11</b>	<b>Fabbricazione di gas industriali</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
20.11.0	Fabbricazione di gas industriali	WH	3
20.11.00	Fabbricazione di gas industriali	WH	3
<b>20.12</b>	<b>Fabbricazione di coloranti e pigmenti</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
20.12.0	Fabbricazione di coloranti e pigmenti	WH	3
20.12.00	Fabbricazione di coloranti e pigmenti	WH	3
20.13	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici	WH	3
20.13.0	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici	WH	3

20.13.01	Fabbricazione di uranio e torio arricchito	WH	3
20.13.09	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici	WH	3
<b>20.14</b>	<b>Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
20.14.0	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici	WH	3
20.14.01	Fabbricazione di alcol etilico da materiali fermentati	WH	3
20.14.09	Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici nca	WH	3
<b>20.15</b>	<b>Fabbricazione di fertilizzanti e composti azotati</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>20.16</b>	<b>Fabbricazione di materie plastiche in forme primarie</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
<b>20.17</b>	<b>Fabbricazione di gomma sintetica in forme primarie</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
20.17.0	Fabbricazione di gomma sintetica in forme primarie	WH	2
20.17.00	Fabbricazione di gomma sintetica in forme primarie	WH	2
<b>20.3</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PITTURE, VERNICI E SMALTI, INCHIOSTRI DA STAMPA E ADESIVI SINTETICI (MASTICI)</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>20.6</b>	<b>FABBRICAZIONE DI FIBRE SINTETICHE E ARTIFICIALI</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
<b>20.60</b>	<b>Fabbricazione di fibre sintetiche e artificiali</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
20.60.0	Fabbricazione di fibre sintetiche e artificiali	WH	3
20.60.00	Fabbricazione di fibre sintetiche e artificiali	WH	3
<b>23</b>	<b>FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI DELLA LAVORAZIONE DI MINERALI NON METALLIFERI</b>		
<b>23.1</b>	<b>FABBRICAZIONE DI VETRO E DI PRODOTTI IN VETRO</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>23.11</b>	<b>Fabbricazione di vetro piano</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.11.0	Fabbricazione di vetro piano	WH	1
23.11.00	Fabbricazione di vetro piano	WH	1
<b>23.12</b>	<b>Lavorazione e trasformazione del vetro piano</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
23.12.0	Lavorazione e trasformazione del vetro piano	WH	2
23.12.00	Lavorazione e trasformazione del vetro piano	WH	2
<b>23.13</b>	<b>Fabbricazione di vetro cavo</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.13.0	Fabbricazione di vetro cavo	WH	1
23.13.00	Fabbricazione di vetro cavo	WH	1
<b>23.14</b>	<b>Fabbricazione di fibre di vetro</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
23.14.0	Fabbricazione di fibre di vetro	WH	2
23.14.00	Fabbricazione di fibre di vetro	WH	2
<b>23.19</b>	<b>Fabbricazione e lavorazione di altro vetro (incluso vetro per usi tecnici), lavorazione di vetro cavo</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
23.19.1	Fabbricazione di vetrerie per laboratori, per	WH	2

	uso igienico, per farmacia		
23.19.10	Fabbricazione di vetrerie per laboratori, per uso igienico, per farmacia	WH	2
23.19.9	Fabbricazione di altri prodotti in vetro (inclusa la vetreria tecnica)	WH	2
23.19.90	Fabbricazione di altri prodotti in vetro (inclusa la vetreria tecnica)	WH	2
<b>23.2</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI REFRATTARI</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>23.20</b>	<b>Fabbricazione di prodotti refrattari</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.20.0	Fabbricazione di prodotti refrattari	WH	1
23.20.00	Fabbricazione di prodotti refrattari	WH	1
<b>23.32</b>	<b>Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
23.32.0	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta	WH	2
23.32.00	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta	WH	2
<b>23.5</b>	<b>PRODUZIONE DI CEMENTO, CALCE E GESSO</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>23.51</b>	<b>Produzione di cemento</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.51.0	Produzione di cemento	WH	1
23.51.00	Produzione di cemento	WH	1
<b>23.52</b>	<b>Produzione di calce e gesso</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.52.1	Produzione di calce	WH	1
23.52.10	Produzione di calce	WH	1
23.52.2	Produzione di gesso	WH	1
23.52.20	Produzione di gesso	WH	1
<b>23.6</b>	<b>FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO, CEMENTO E GESSO</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>23.61</b>	<b>Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo per l'edilizia</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.61.0	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo per l'edilizia	WH	1
23.61.00	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo per l'edilizia	WH	1
<b>23.62</b>	<b>Fabbricazione di prodotti in gesso per l'edilizia</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.62.0	Fabbricazione di prodotti in gesso per l'edilizia	WH	1
23.62.00	Fabbricazione di prodotti in gesso per l'edilizia	WH	1
<b>23.63</b>	<b>Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.63.0	Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso	WH	1
23.63.00	Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso	WH	1
<b>23.64</b>	<b>Produzione di malta</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.64.0	Produzione di malta	WH	1
23.64.00	Produzione di malta	WH	1
<b>23.65</b>	<b>Fabbricazione di prodotti in fibrocemento</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.65.0	Fabbricazione di prodotti in fibrocemento	WH	1
23.65.00	Fabbricazione di prodotti in fibrocemento	WH	1

<b>23.69</b>	<b>Fabbricazione di altri prodotti in calcestruzzo, gesso e cemento</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
23.69.0	Fabbricazione di altri prodotti in calcestruzzo, gesso e cemento	WH	1
23.69.00	Fabbricazione di altri prodotti in calcestruzzo, gesso e cemento	WH	1
<b>24</b>	<b>METALLURGIA</b>		
<b>24.1</b>	<b>SIDERURGIA</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>24.10</b>	<b>Siderurgia</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.10.0	Siderurgia - Fabbricazione di ferro, acciaio e ferroleghhe	WH	1
24.10.00	Siderurgia - Fabbricazione di ferro, acciaio e ferroleghhe	WH	1
<b>24.2</b>	<b>FABBRICAZIONE DI TUBI, CONDOTTI, PROFILATI CAVI E RELATIVI ACCESSORI IN ACCIAIO (ESCLUSI QUELLI IN ACCIAIO COLATO)</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>24.20</b>	<b>Fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio (esclusi quelli in acciaio colato)</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.20.1	Fabbricazione di tubi e condotti senza saldatura	WH	1
24.20.10	Fabbricazione di tubi e condotti senza saldatura	WH	1
24.20.2	Fabbricazione di tubi e condotti saldati e simili	WH	1
24.20.20	Fabbricazione di tubi e condotti saldati e simili	WH	1
<b>24.4</b>	<b>PRODUZIONE DI METALLI DI BASE PREZIOSI E ALTRI METALLI NON FERROSI, TRATTAMENTO DEI COMBUSTIBILI NUCLEARI</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
<b>24.41</b>	<b>Produzione di metalli preziosi</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
24.41.0	Produzione di metalli preziosi e semilavorati	WH	3
24.41.00	Produzione di metalli preziosi e semilavorati	WH	3
<b>24.42</b>	<b>Produzione di alluminio</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.42.0	Produzione di alluminio e semilavorati	WH	1
24.42.00	Produzione di alluminio e semilavorati	WH	1
<b>24.43</b>	<b>Produzione di piombo, zinco e stagno e semilavorati</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
24.43.0	Produzione di piombo, zinco e stagno e semilavorati	WH	3
24.43.00	Produzione di piombo, zinco e stagno e semilavorati	WH	3
<b>24.44</b>	<b>Produzione di rame</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.44.0	Produzione di rame e semilavorati	WH	1
24.44.00	Produzione di rame e semilavorati	WH	1
<b>24.45</b>	<b>Produzione di altri metalli non ferrosi</b>	<b>WH</b>	<b>3</b>
24.45.0	Produzione di altri metalli non ferrosi e semilavorati	WH	3
24.45.00	Produzione di altri metalli non ferrosi e semilavorati	WH	3
<b>24.5</b>	<b>FONDERIE</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>24.51</b>	<b>Fusione di ghisa</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>



24.51.0	Fusione di ghisa e produzione di tubi e raccordi in ghisa	WH	1
24.51.00	Fusione di ghisa e produzione di tubi e raccordi in ghisa	WH	1
<b>24.52</b>	<b>Fusione di acciaio</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.52.0	Fusione di acciaio	WH	1
24.52.00	Fusione di acciaio	WH	1
<b>24.53</b>	<b>Fusione di metalli leggeri</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
24.53.0	Fusione di metalli leggeri	WH	1
24.53.00	Fusione di metalli leggeri	WH	1
<b>24.54</b>	<b>Fusione di altri metalli non ferrosi</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
24.54.0	Fusione di altri metalli non ferrosi	WH	2
24.54.00	Fusione di altri metalli non ferrosi	WH	2
<b>31</b>	<b>FABBRICAZIONE DI MOBILI</b>		
<b>31.0</b>	<b>FABBRICAZIONE DI MOBILI</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
<b>31.01</b>	<b>Fabbricazione di mobili per ufficio e negozi</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
31.01.2	Fabbricazione di altri mobili per ufficio e negozi	B	3
31.01.22	Fabbricazione di altri mobili non metallici per ufficio e negozi	B	3
<b>31.02</b>	<b>Fabbricazione di mobili per cucina</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
31.02.0	Fabbricazione di mobili per cucina	B	3
31.02.00	Fabbricazione di mobili per cucina	B	3
<b>31.09</b>	<b>Fabbricazione di altri mobili</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
31.09.1	Fabbricazione di mobili per arredo domestico	B	3
31.09.10	Fabbricazione di mobili per arredo domestico	B	3
31.09.4	Fabbricazione di parti e accessori di mobili	B	3
31.09.40	Fabbricazione di parti e accessori di mobili	B	3
31.09.5	Finitura di mobili	B	3
31.09.50	Finitura di mobili	B	3
31.09.9	Fabbricazione di altri mobili (inclusi quelli per arredo esterno)	B	3
31.09.90	Fabbricazione di altri mobili (inclusi quelli per arredo esterno)	B	3
<b>D</b>	<b>FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA</b>		
<b>35</b>	<b>FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA</b>		
<b>35.1</b>	<b>PRODUZIONE, TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
<b>35.11</b>	<b>Produzione di energia elettrica</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
35.11.0	Produzione di energia elettrica	WH	1
35.11.00	Produzione di energia elettrica	WH	1
<b>35.2</b>	<b>PRODUZIONE DI GAS; DISTRIBUZIONE DI COMBUSTIBILI GASSOSI MEDIANTE CONDOTTE</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>

<b>35.22</b>	<b>Distribuzione di combustibili gassosi mediante condotte</b>	<b>WH</b>	<b>1</b>
35.22.0	Distribuzione di combustibili gassosi mediante condotte	WH	1
35.22.00	Distribuzione di combustibili gassosi mediante condotte	WH	1
<b>E</b>	<b>FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO</b>		
<b>38</b>	<b>ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI</b>		
<b>38.2</b>	<b>TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI</b>	<b>WH</b>	<b>2</b>
<b>38.21</b>	<b>Trattamento e smaltimento di rifiuti non pericolosi</b>	<b>WH</b>	
38.21.09	Trattamento e smaltimento di altri rifiuti non pericolosi	WH	2

## ***DESCRIZIONE DEI SETTORI ENERGY INTENSIVE INDIVIDUATI***

### **INDICE:**

- [ESTRAZIONE DI CARBONE \(ESCLUSA TORBA\) \[ATECO 05\]](#)
- [INDUSTRIE ALIMENTRI \[ATECO 10\]](#)
- [INDUSTRIA DELLE BEVANDE \[ATECO 11\]](#)
- [INDUSTRIA DEL LEGNO E FABBRICAZIONE DI MOBILI \[ATECO 16 e 31\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DI COKERIA \[ATECO 19.1\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO \[ATECO 19.2\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI \[ATECO 20\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI VETRO E DI PRODOTTI IN VETRO \[ATECO 23.1\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI PRODOTTI REFRATTARI \[ATECO 23.2\]](#)
- [PRODUZIONE DI CEMENTO, CALCE E GESSO \[ATECO 23.5\]](#)
- [SIDERURGIA \[ATECO 24.1\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI TUBI, CONDOTTI, PROFILATI CAVI E RELATIVI ACCESSORI IN ACCIAIO \(ESCLUSI QUELLI IN ACCIAIO COLATO\) \[ATECO 24.2\]](#)
- [FABBRICAZIONE DI ALLUMINIO \[ATECO 24.42\]](#)
- [PRODUZIONE DI PIOMBO, ZINCO E STAGNO E SEMILAVORATI \[ATECO 24.43\]](#)
- [PRODUZIONE DI RAME E ALTRI METALLE NON FERROSI \[ATECO 24.44 e 24.45\]](#)
- [FUSIONE DI ALTRI METALLI NON FERROSI \[ATECO 24.54\]](#)
- [FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS VAPORE E ARIA CONDIZIONATA \[ATECO 35 \(e 06\)\] \(compressione del gas naturale\)](#)
- [ATTIVITA' DI RACCOLTA, SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI \[ATECO 38\]](#)
- [APPLICAZIONE DI MOTORI A BIOGAS – FANGHI DI DIGESTIONE \[ATECO 38\]](#)
- [MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA IMPIEGANTI BIOLIQUIDI DA FONTI RINNOVABILI E FONTI FOSSILI \[ATECO 35\]](#)

## **ESTRAZIONE DI CARBONE (ESCLUSA TORBA) [ATECO 05]**

**Il metano è prodotto dalle miniere sotterranee e superficiali, e come risultato delle attività post-estrattive tra cui la lavorazione, il trasporto e lo stoccaggio del carbone.** Le miniere sotterranee sono la più grande fonte di emissioni di metano da miniera (CMM) nella maggior parte dei paesi.

Globalmente, il CMM rappresenta l'8% delle emissioni totali di metano provenienti da attività umane.

Nel 2000, le emissioni mondiali di CMM ammontarono a 120 milioni di tonnellate metriche di carbonio equivalente (MMTCE), ovvero circa 30.8 miliardi di metri cubi (BCM).

Nelle miniere sotterranee attive il metano deve essere rimosso per ragioni di sicurezza. Questo viene fatto attraverso sistemi di ventilazione a grande scala, che movimentano grosse quantità d'aria attraverso le miniere. Questi sistemi di ventilazione mantengono le miniere sicure, ma allo stesso tempo rilasciano notevoli quantità di metano a concentrazioni molto basse. In alcune miniere attive e dismesse, il metano viene prodotto da sistemi di degasificazione (noti anche come sistemi di drenaggio del gas) che impiegano pozzi verticali e/o orizzontali per il recupero del metano.

**Esistono una varietà di validi usi delle CMM**, e l'utilizzo ottimale in una data località dipende da diversi fattori, come la qualità del metano, la disponibilità di diverse opzioni di utilizzo e il costo dei progetti. L'ambito dei progetti CMM include l'iniezione in gasdotti, **la produzione di energia elettrica**, la combustione in caldaie, il teleriscaldamento, il riscaldamento delle miniere, l'essiccamento del carbone, l'alimentazione dei veicoli, flaring ed altri utilizzi industriali/manifatturieri come l'alimentazione per la produzione di carbon black, metanolo e dimetil etere. **A causa della concentrazione molto bassa di metano nell'aria di ventilazione delle miniere, lo sviluppo tecnologico è progredito fino al punto in cui questa fonte di CMM può essere ossidata e l'energia termica risultante può essere utilizzata per produrre calore, elettricità e refrigerazione.** *Il Jincheng Anthracite Mining Group, Inc., situato nella provincia di Shanxi, China, produttore di antracite di alta qualità ha installato due centrali elettriche alimentate a CMM con potenza complessiva di circa 6 MW.*

Fonti:

– [www.methanetomarkets.org](http://www.methanetomarkets.org)

**TORNA ALL'INDICE**

## **INDUSTRIE ALIMENTARI [ATECO 10]**

### **Codice 10.41 PRODUZIONE DI OLI E GRASSI**

**COMBUSTIONE DI OLIO di COLZA E di GIRASOLE:** Per ogni ettaro coltivato a girasole si producono in media 18qli di semi e 6.3qli di olio per ogni ettaro coltivato a colza si producono di media 18qli di semi e 5.04qli di semi, tali oli sono bruciati in motori a combustione interna di origine marina in centrali al fine di produrre energia elettrica.

I fumi di combustione possono a seconda dei casi essere mandati a caldaie per la produzione di vapore a bassa pressione oppure a turbine a vapore a bassa pressione.

Poiché il campo di temperature per il funzionamento degli impianti di abbattimento fumi è variabile tra i 180°C e i 350°C questi fumi possono essere riutilizzati per la produzione di energia elettrica in un impianto ORC.

Fonti:

- Centrale S.E.C.A. Campo all'Olmo.

### **Codice 10.8 PRODUZIONE DI ALTRI PRODOTTI ALIMENTARI**

**PRODUZIONE DI LIEVITO:** Durante la produzione di lieviti, da un sottoprodotto viene recuperato del biogas ad alto titolo di metano (circa 88%). Impianti medio grandi sono già equipaggiati da turbogas + caldaia a recupero e turbina a vapore poichè il processo produttivo richiede vapore a temperatura medio-bassa.

Esiste un intervento di cogenerazione in uno stabilimento di produzione del lievito. Tale stabilimento consuma 18GWh/anno di energia elettrica e 5.500.55m<sup>3</sup>/anno di gas metano ( per una spesa complessiva di 2.600.000€/anno ). E' stato installato un gruppo di cogenerazione alternativo a gas da 2MW. L'investimento è stato pari a 2.187.000€ permetterà di risparmiare 1.600Tep di energia primaria ogni anno.

Fonti:

- [www.poloenergia.com](http://www.poloenergia.com)
- <http://www.leonardo-energy.org/energy-efficiency-food-beverage-industry>

Da valutare tutte le filiere produttive che richiedono la cottura dei cibi e l'eventuale sterilizzazione dei contenitori. Anche se le temperature richieste dal ciclo non sono interessanti è possibile valutare l'installazione di impianti cogenerativi se la potenza in gioco è sufficientemente elevata. I processi

dipendono ovviamente dagli alimenti prodotti che a seconda dei casi richiedono lavaggio, cottura, confezionamento e surgelamento.

Il recupero calore può a seconda dei processi essere applicato a: acque di scarico dei cicli di lavaggio e di risciacquo, ai gas di scarico di essiccatoi e delle caldaie a vapore, a condense del vapore dai forni di cottura, all'aria degli ambienti di lavoro.

Fonti:

- L'USO RAZIONALE DELL'ENERGIA STRATEGIE VINCENTI PER IL SETTORE ALIMENTARE Università degli Studi di Milano Dipartimento di Ingegneria Agraria
- <http://www.leonardo-energy.org/energy-efficiency-food-beverage-industry>

### **Codice 10.81 PRODUZIONE DI ZUCCHERO**

**PRODUZIONE DI ZUCCHERO DA BARBABIETOLA:** La raffinazione si concentra in 2-3 mesi l'anno che coincidono con il periodo di raccolta delle bietole. Le metodologie di lavorazione sono ormai allineate con le più aggiornate tecnologie di processo. Per la lavorazione dello zucchero viene utilizzato vapore con temperature non significative.

Fonti:

- <http://www.leonardo-energy.org/energy-efficiency-food-beverage-industry>

[TORNA ALL'INDICE](#)



## **INDUSTRIA DELLE BEVANDE [ATECO 11]**

**PRODUZIONE DI BIRRA:** La produzione di birra, tralasciando tutti i passaggi intermedi del prodotto, ha due momenti in cui si hanno temperature abbastanza alte in gioco, l'essiccazione ( essiccazione + tostatura ) del malto che nelle birre scure arriva a 200°C e nella cottura del mosto. Il mosto caldo a circa 95 °C viene inviato allo scambiatore di calore dove viene raffreddato alla temperatura desiderata in funzione della tipologia di birra da produrre: circa 10°C e 20°C rispettivamente per le birre di bassa e alta fermentazione, fermentazione in cui la temperatura varia dai 5°C fino ai 21°C a seconda del tipo di birra. Il processo non è continuo, ma avviene tramite carico scarico degli essiccatoi e dei silos di fermentazione. L'essiccazione avviene in forni ad aria calda.

Fonti:

– <http://www.leonardo-energy.org/energy-efficiency-food-beverage-industry>

**TORNA ALL'INDICE**



## **INDUSTRIA DEL LEGNO E FABBRICAZIONE DI MOBILI [ATECO 16 e 31]**

Il materiale legno entra in vari settori di utilizzo, in particolare nell'industria delle costruzioni, per la realizzazioni di casseforme, nell'industria edilizia per infissi, porte e soffitti, nell'industria cartaria per la produzione di cellulosa, nella fabbricazione di contenitori per imballaggi, dai prodotti agricoli ai macchinari, infine l'impiego più pregiato avviene nell'industri del legno-arredo per la produzione di mobili, sedie, tavoli ed altri componenti.

Il ciclo di vita è in alcuni casi molto rapido ad esempio nelle casseforme a perdere per calcestruzzo, a volte molto più complesso come per i mobili. Abbiamo così da una parte la produzione di sfridi e residui all'interno delle imprese di trasformazione, con produzioni abbastanza concentrate, dall'altra i prodotti a fine vita da avviare alle raccolte selezionate di rifiuti, così come ai prodotti che confluiscono nella grande corrente dei rifiuti urbani indifferenziati.

Il recupero e riuso del legno è già da tempo una pratica avviata e diffusa, ed è attivo un apposito consorzio obbligatorio fra le imprese del settore, il Rilegno, che raccoglie questi materiali. Il flusso di questi recuperi, integrato da forti importazioni, dell'ordine di 1-2 milioni di tonnellate all'anno, finisce principalmente alle industrie che producono pannelli a bassa o media densità, pannelli che rialimentano la produzione di imballi e mobili. Si ricorda che secondo le direttive comunitarie, nella gestione dei rifiuti il recupero come materia prima è prioritario rispetto al recupero come energia.

E' invece fortemente diversa la situazione delle imprese che lavorano il legno e che hanno sfridi di lavorazione. Queste imprese da una parte possono essere interessate alla trasformazione di questi residui in energia termica ed in energia meccanica producendo vapore per alimentare presse ed accelerare gli incollaggi; dall'altra hanno l'interesse a consumare tutti i loro sfridi per non doverne gestire lo smaltimento all'esterno, ove questi loro prodotti, anche per la presenza di colle e vernici, risulterebbero rifiuti speciali originati da attività produttiva, anche se non pericolosi. Questa situazione spiega perché nelle indagini effettuate in Brianza da CTI, per verificare la possibilità di reti di teleriscaldamento a biomasse, dalla lettura dei MUD i registri di scarico dei rifiuti, non risultassero rilevanti disponibilità di materiale per alimentare impianti esterni.



Le indagini effettuate in Brianza (Grafico 1) così come quelle effettuate in Friuli dall'università di Trieste, confermano la presenza di caldaie nelle imprese, in genere di potenza piuttosto elevata, gestite senza particolare attenzione agli aspetti di efficienza energetica, come indicato da temperature al camino molto elevate, poiché questi sono secondari rispetto alle esigenze della produzione e del consumo dei residui di legno. Per tutti questi motivi i dati sulla effettiva disponibilità di sfridi sono spesso, oltre che ovviamente riservati, anche non monitorati, non documentati e non ben conosciuti.

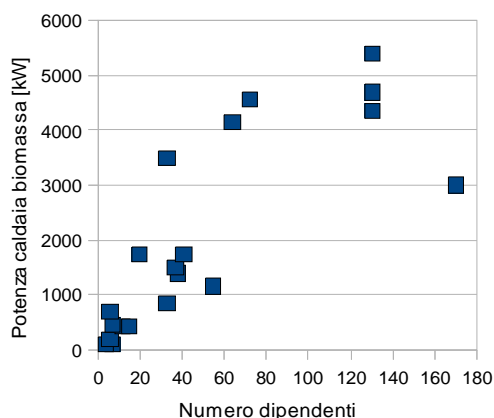


Grafico 1: Potenza nominale delle caldaie a biomassa e numero di addetti dell'azienda. Dati tratti da Biomass Use in Brianza - CTI 2004

La pressione del vapore prodotto per le presse non è particolarmente elevata, conseguentemente non ci dovrebbero essere difficoltà a produrlo in cogenerazione allo scarico dell'impianto ORC.

La priorità di questi impianti è però alle esigenze produttive, come organizzazione del lavoro, numero dei turni e programmazione della domanda di calore e di vapore.

Fonti:

- Biomass Use in Brianza” Thermal utilization of virgin and residual Biomass in Brianza (Italy) for district heating and electric cogeneration – CTI 2004
- Analisi delle prestazioni dei gruppi cogenerativi orc per lo sfruttamento degli scarti dell'industria del legno - G.Bonetti', P.Pinamonti\*, M.Reini

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DI COKERIA [ATECO 19.1]**

Con prodotti di cokeria si intendono:

- Catrami di carbon fossile, di lignite o di torba, e altri catrami minerali;
- Coke di lignite (ottenuto dalla distillazione di lignite a bassa temperatura);
- Coke per usi non energetici (grafite artificiale e coke per elettrodi, carbone di storta e coke per elettrodi),
- Coke di cokeria (ottenuto dalla carbonizzazione ad alta temperatura di carbone da coke);
- coke di gas (sottoprodotto delle officine del gas);
- Servizi industriali per prodotti di cokeria.

Dal punto di vista del recupero calore **si concentra l'analisi sulla produzione di Coke di cokeria** poiché vede il processo industriale con maggiore presenza di cascami termici.

**Il Coke-di cokeria è un residuo solido carbonioso di litantrace bituminoso con bassi livelli di cenere e di solfuri, dal quale le componenti volatili sono state estratte attraverso la cottura in forno alla temperatura di circa 1000 °C e in assenza di ossigeno.** Questo procedimento permette di fondere il carbonio fisso con le ceneri ottenendo appunto il coke. Il coke è utilizzato come combustibile e come agente riducente nei forni fusori dei minerali metalliferi (il coke ottenuto come residuo del processo di raffinazione del petrolio può assomigliare a quello proveniente dal carbone, ma contiene troppe impurità per essere utilizzato in applicazioni metallurgiche).

**Oltre al recupero del calore prodotto dai forni per la produzione del coke bisogna anche considerare la possibilità di sfruttare i gas di cokeria che sono gas residui dalla distillazione secca e possono essere utilizzati come combustibile per centrali elettriche** (ne esiste una da 24 MW presso la Italiana Coke).

Fonti:

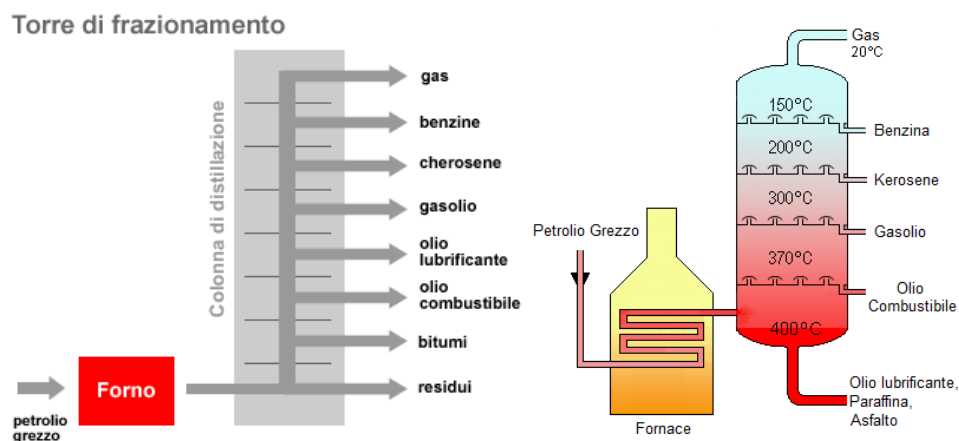
- [www.italianacoke.it](http://www.italianacoke.it)
- [www.eni.com](http://www.eni.com)

**TORNA ALL'INDICE**

## FABBRICAZIONE DI PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO [ATECO 19.2]

La raffinazione del petrolio é un processo di trasformazione del petrolio greggio in un certo numero di derivati.

Dopo aver eliminato alcuni sali spesso presenti (desalting), si procede al frazionamento del greggio per distillazione ricavandone diverse frazioni (tagli) di idrocarburi in funzione del loro punto di ebollizione.



Dal punto di vista del recupero calore, visto che i gas all'uscita dalla torre di raffreddamento hanno temperature nell'ordine dei 20°C, bisogna focalizzare lo studio sui **gas di scarico della fornace in quanto questa lavora in continuo e a temperature abbastanza elevate poiché deve portare il greggio alla temperatura di circa 400°C prima dell'ingresso nella torre di raffreddamento.** Bisognerebbe cercare di capire quale sia la temperatura di uscita dei gas dalla fornace e se questi siano già impiegati o meno nel treno di preriscaldamento del greggio.

Fonti:

- [www.eni.com](http://www.eni.com)
- [www.ecoage.com](http://www.ecoage.com)

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI [ATECO 20]**

### **Codice 20.11 FABBRICAZIONE DI GAS INDUSTRIALI**

**PRODUZIONE DI GAS TECNICI E MEDICALI:** Il settore dei gas tecnici comprende la produzione di numerose sostanze gassose (le principali sono l'ossigeno, l'azoto, l'argon, l'anidride carbonica, l'idrogeno, l'acetilene e i gas speciali), utilizzate da un'ampia gamma di settori industriali come prodotti intermedi di lavorazione. Il processo di separazione dell'aria dai componenti d'interesse (i gas industriali) richiede enormi quantità d'energia per continuare a far passare l'aria attraverso i vari sistemi e scomporla nelle varie parti che la costituiscono. Inoltre, da considerare la distillazione: per ottenere l'ossigeno puro si elimina l'azoto con la bollitura. L'aria è la materia prima da cui sono estratti i gas quali Ossigeno, Azoto, Argon e altri gas rari nella loro forma più pura.

I gas si ottengono attraverso la colonna di frazionamento dell'aria.

L'aria viene compressa liquefatta e separata per mezzo di scambiatori di calore. La liquefazione ha luogo a temperature estremamente basse, che raggiungono i  $-196^{\circ}$  C. Dal momento che i diversi componenti dell'aria gasificano a differenti temperature, possono essere separati attraverso un processo di distillazione.

Fonti:

– <http://www.messeritalia.it>

### **Codice 20.12 FABBRICAZIONE DI COLORANTI E PIGMENTI**

**PRODUZIONE DI PIGMENTI PER VRNICI:** Solidi inorganici, con presenza di uno o più metalli di transizione in combinazione con altri elementi. I pigmenti ceramici sono generalmente ottenuti per cottura ad alta temperatura di miscele. Il processo prevede anche che il prodotto ottenuto sia purificato dalle scorie contenute: da qui il passaggio in tini di lavaggio, dopo i quali il pigmento viene asciugato in camere di essiccazione, polverizzato e confezionato.

Fonti:

– Manuale di trattamenti e finiture cap. 6 Tecniche Nuove

### **Codice 20.13 FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI CHIMICI DI BASE INORGANICI**

**PRODUZIONE DI SILICIO ULTRAPURO PER WAFER:** Il silicio viene preparato commercialmente tramite riscaldamento di silice ad elevato grado di purezza, in una fornace elettrica usando elettrodi di carbonio. A temperature superiori a 1900 °C, il carbonio riduce la silice in silicio. Il silicio liquido si raccoglie in fondo alla fornace, prelevato viene poi raffreddato. Questo è silicio di grado metallurgico(MGS) ed è puro al 98%. Per raggiungere gradi di purezza superiori necessari per realizzare dispositivi elettronici a semiconduttore, è necessario praticare un'ulteriore purificazione ad esempio con il metodo Siemens. Nel processo Siemens, sbarre di silicio ultrapuro sono esposte al triclorosilano a 1150°C.

Fonti:

- <http://www.covalent.co.jp/eng/products/wafer/process.html>
- [http://www.carbonandgraphite.org/pdf/silicon\\_production.pdf](http://www.carbonandgraphite.org/pdf/silicon_production.pdf)
- Nagamuri, N., I. Malinsky, & A. Claveau, "Thermodynamics of the Si-C-O System for the Production of Silicon Carbide and Metallic Silicon" Metallurgical Transactions, 17B, 503-514, (Sept. 1986)
- MEMC Electronic materials Bolzano

#### **Codice 20.14 FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI CHIMICI DI BASE ORGANICI**

**PRODUZIONE DI POLIETILENE:** La reazione di polimerizzazione necessita di condizioni di reazione particolari. Per la produzione industriale le possibilità sono: procedimento ad alta pressione = alte temperature (circa 80-300 °C), alte pressioni (circa 1.000-3.000 bar) e presenza di iniziatori radicalici (ossigeno o perossidi). Procedimento a bassa pressione = con l'uso di catalizzatori a base di metalli di transizione. Polimerizzazione con catalizzatori metallocenici, di prima e di seconda generazione con processo in fase gas e soluzione.

**PRODUZIONE DI POLIPROPILENE:** Proviene dal cracking di raffineria e deve essere purificato da residui di acqua, ossigeno, monossido di carbonio e composti solforati che possono avvelenare il catalizzatore. Il processo avviene a 60-70 °C e 10 atm di pressione. La reazione è esotermica e l'ambiente di reazione è raffreddato da serpentine e dal monomero di alimentazione ( $\Delta H = 25000 \text{ kJ/kg}$ ).

**PRODUZIONE DI NYLON:** Il prodotto della polimerizzazione per condensazione di esametildiammina e acido adipico porta al nylon più diffuso. Nel processo di produzione da acido adipico si opera a temperature dell'ordine dei 200 °C, mentre nel caso alternativo di polimerizzazione superficiale le temperature di esercizio si abbassano intorno ai 0-50 °C.

Fonti:

- POLIPROPILENE etc. = Whiteley, Kenneth S., T. Geoffrey Heggs, Hartmut Koch, Ralph L. Mawer, Wolfgang Immel (2000). Polyolefins. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

### **Codice 20.15 FABBRICAZIONE DI FERTILIZZANTI E COMPOSTI AZOTATI**

**PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI AZOTATI:** L'input energetico si compone per il 50% di calore a bassa temperatura per la fermentazione/distillazione del prodotto, quasi un 20% di energia elettrica ed il resto dalla combustione di petrolio e gas con quest'ultimi praticamente indispensabili nel processo di produzione di fertilizzanti azotati.

Fonti:

- [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Suolo\\_e\\_Territorio/Agricoltura/Fertilizzanti/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Suolo_e_Territorio/Agricoltura/Fertilizzanti/)

### **Codice 20.17 FABBRICAZIONE DI GOMMA SINTETICA IN FORME PRIMARIE**

**PRODUZIONE DI GOMMA SINTETICA:** Il ciclo di lavorazione che porta dal polimero al prodotto finito prevede: 1-Lavorazione o masticazione x rendere l'elastomero molle e plastico. Si esegue in mescolatori chiusi a ruote dentate (Banbury), in macchine a cilindri o in estrusori (Gordon). La temperatura tende a innalzarsi e deve essere mantenuta attorno a 100-120 °C mediante raffreddamento; 2.La formatura si fa per: calandratura o estrusione con temperatura mantenuta intorno ai 100 °C ; mediante stampaggio in contemporanea alla vulcanizzazione. La vulcanizzazione consiste nel portare l'articolo a temperatura di 140-180 °C e mantenerlo per un tempo che, in dipendenza della mescola e delle dimensioni dell'articolo, può variare da 1 a 30 minuti primi.

Fonti:

- Manuale di tecnologia della gomma. Gesto Edizioni.

### **Codice 20.3 FABBRICAZIONE DI PITTURE, VERNICI E SMALTI, INCHIOSTRI DA STAMPA E ADESIVI SINTETICI (MASTICI)**

**PRODUZIONE DI VERNICI:** All'interno dei prodotti vernicianti si possono identificare almeno cinque principali classi di materie prime: Le resine, le quali permettono di veicolare ed inglobare tutte le altre m.p. oltre a conferire le caratteristiche chimico fisiche alla pellicola ottenuta.

I solventi che hanno il compito di regolare la viscosità e la distensione del prodotto verniciante sul supporto. I pigmenti necessari a fornire un determinato colore e ad aumentare la resistenza alla corrosione del supporto che ricoprono. Le cariche come i carbonati, silicati o solfati che svolgono

funzioni reologiche, di resistenza alla corrosione e all'abrasione, di regolazione dei tempi d'evaporazione dei solventi e di contrasto nel galleggiamento dei pigmenti. Gli additivi che hanno il compito di prevenire e/o correggere i difetti dei prodotti vernicianti, migliorandone indiscutibilmente la qualità. Le resine Alchidiche Le resine alchidiche sono prodotti di reazione della poliesterificazione che avviene tra un acido o una sua anidride e un alcool. Al fine di migliorare le prestazioni di lavorabilità della resina e quelle del film applicato, è inserito un terzo elemento rappresentato da un acido grasso o da un trigliceride (olio) sul quale ci permettiamo per un attimo di soffermarci a causa delle caratteristiche peculiari che conferisce alla resina.

Gli acidi grassi tal quali o appartenenti all'olio possono avere origine animale o vegetale e possono avere atomi di carbonio aventi molti, pochi o nessun doppio legame. Tecnicamente si definiscono insaturi i prodotti finali che contengono doppi legami sull'olio, monoinsaturi ove il doppio legame contenuto è uno solo e saturi quando l'olio non contiene tale legame.

Il contenuto di doppi legami all'interno delle resine alchidiche riveste un'importanza relativa al loro grado d'essiccazione all'aria secondo la quale sono suddivise in: essiccatrice, semi essiccatrice non essiccatrice a seconda che siano rispettivamente insature, monoinsature o sature. Essiccatrice e semi essiccatrice sono utilizzate normalmente per la produzione di smalti o vernici monocomponenti, le resine non essiccatrice sono utilizzate per la produzione di smalti a forno o prodotti bicomponenti.

Le resine alchidiche corto e medio olio si prestano bene alla produzione di smalti a rapida essiccazione applicabili con aerografi, airless o mediante applicazioni in elettrostatica.

**SISTEMA DI PRODUZIONE DI UNA RESINA ALCHIDICA:** Affinché la formazione del polimero abbia luogo devono esserci almeno due indispensabili requisiti:

- 1) Sia l'acido che l'alcool devono possedere almeno due gruppi funzionali
- 2) La formazione del poliestere è accompagnata dalla produzione di acqua sino a un punto dove non si forma più prodotto ma bensì si ha un equilibrio tra componenti di reazione con i prodotti di reazione secondo una legge fisica dell'azione di massa legata ad una costante.

$$K = \frac{(\text{poliacido}) \cdot (\text{polialcool})}{(\text{poliestere}) \cdot (\text{acqua})}$$

Affinché la reazione proceda verso il prodotto è necessario intervenire attraverso tre principali vie: aumentando la temperatura aumentando i componenti della reazione diminuendo i prodotti della reazione. Quest'ultima via è quella più semplicemente percorribile e prevede l'eliminazione dell'acqua prodotta tramite l'utilizzo di un solvente azeotropo.

Da acidi grassi, polialcoli e poliacidi Il tutto è immesso in apposito reattore e posto a miscelazione tramite l'ausilio di un miscelatore. Si aggiunge il solvente azeotropo necessario a separare l'acqua

formatasi dal processo di esterificazione. Si porta questa miscela fisica alla temperatura di circa 200°C per il tempo necessario alla completa reazione.

Da olio, polialcoli e poliacidi L'olio e' costituito da un trigliceride cioè dall'estere dell'acido grasso con la glicerina.

Per ottenere il monogliceride o l'acido grasso occorre operare una transesterificazione mediante aggiunta di un catalizzatore basico a temperature intorno ai 250°C.

Mediante opportuni saggi analitici, viene individuata la fine della transesterificazione, si raffredda di 50-60°C e si aggiungono il poliacido e l'agente azeotropo.

In entrambi i sistemi produttivi vengono eseguiti dei saggi per verificare la "fine" della reazione che deve essere coincidente con i valori di viscosità e numero d'acido denunciati nella specifica della resina in questione. Se il precollaudo conferma l'idoneità delle caratteristiche chimico-fisiche, la resina e' convogliata in apposite vasche contenenti i solventi di diluizione, filtrata e pronta per essere confezionata e commercializzata.

Fonti:

– Manuale di trattamenti e finiture cap. 6 Tecniche Nuove

## **Codice 20.6 FABBRICAZIONE DI FIBRE SINTETICHE E ARTIFICIALI**

**PRODUZIONE FIBRE ARTIFICIALI:** Le fibre artificiali maggiormente utilizzate si ottengono trattando la cellulosa naturale di piante diverse (la stessa che costituisce le fibre vegetali), opportunamente trasformata e sciolta con solventi, e successivamente filata sotto forma di fibra tessile in filo. Le fibre artificiali possono essere utilizzate anche in fiocco (fibra discontinua) ottenuto mediante tagliatura. Altre fibre artificiali, per la verità oggi poco impiegate, hanno un'origine proteica (esempio Merinova, Lanital).

**PRODUZIONE FIBRE SINTETICHE:** Le fibre sintetiche sono derivate da sostanze organiche di sintesi (per la maggior parte dalla distillazione del petrolio) che vengono polimerizzate ottenendo lunghe catene molecolari (macromolecole) filabili sotto forma di filo continuo o di fiocco (fibra discontinua). · Acrilica · Modacrilica · Poliammidica · Poliestere · Poliuretana. La temperatura di processo è di 170-180°C di medi. La reazione di polimerizzazione necessita di condizioni di reazione particolari. Per la produzione industriale le possibilità sono: procedimento ad alta pressione = alte temperature (circa 80-300 °C), alte pressioni (circa 1.000-3.000 bar) e presenza di iniziatori radicalici (ossigeno o perossidi). Procedimento a bassa pressione = con l'uso di



catalizzatori a base di metalli di transizione. Polimerizzazione con catalizzatori metallocenici, di prima e di seconda generazione con processo in fase gas e soluzione.

Fonti:

– <http://assofibre.federchimica.it/assofibre>

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FABBRICAZIONE DI VETRO E DI PRODOTTI IN VETRO [ATECO 23.1]**

Gli impianti per la produzione del vetro si distinguono in due tipologie principali:

- Impianti per la produzione vetro piano
- Impianti per la produzione vetro cavo

I gas esausti provenienti dal forno di fusione dei due processi di produzione hanno caratteristiche diverse legate soprattutto alla materia prima ed al tipo di combustibile impiegati durante il processo di fusione.

Il vetro piano richiede un livello di purezza superiore a quello del vetro cavo: le materie prime e il combustibile usato nel processo di produzione del vetro piano portano ad avere un gas di scarico dal forno più pulito rispetto al gas esausto del processo di produzione del vetro cavo. Ciò si traduce in costi di investimento inferiori per la parte riguardante lo scambiatore di recupero primario.

Le alte temperature dei gas di scarico (solo una minima parte dell'energia termica in essi contenuta può essere utilizzata internamente al processo) e le limitazioni sulla temperatura di raffreddamento minima (circa 200-220°C) consentono di recuperare calore di calore a temperature che consentono la produzione di energia elettrica con efficienze relativamente elevate.

La richiesta di energia (elettrica e termica) per la produzione di una tonnellata di vetro cavo e piano rispettivamente è stimata intorno a 3,5 ÷ 6,5 GJ/t (1 ÷ 1,8 MWh/t), fino a ~40 GJ/t per altri tipi di prodotti.

Mediamente, circa il 30% del totale dell'energia fornita durante il processo produttivo viene dispersa nei gas di scarico. Assumendo che soltanto metà della potenza termica disponibile sia effettivamente recuperabile, ed assumendo un'efficienza di conversione del 20% si ricava, pertanto, che la quantità di energia elettrica producibile sia nell'ordine di 30 ÷ 55 kWh per tonnellata di vetro. La produzione nazionale di vetro è stimabile in ~1 Mt/anno di vetro piano e ~3,5 Mt/anno di vetro cavo, oltre ad altri prodotti (filati, lane, cristalli, tubi, etc.): ne consegue che la potenzialità di recupero nel settore della produzione di vetro è di 160 GWh/anno di produzione di energia elettrica. Questo valore è molto simile a quello ricavato con il metodo di calcolo proposto, basato sul confronto delle quote di CO<sub>2</sub> allocate per le aziende per il quinquennio 2008-2012.

È evidente che il recupero energetico da questo settore industriale potrebbe portare a risultati non trascurabili in ambito nazionale.

- cfr. “*Reference Document on Best available Techniques in the Glass Manufacturing Industries*”, European IPPC Bureau, Draft 2 July 2009, pag. 4, 9, 13, 88. Le BREF sono consultabili online dal sito <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FABBRICAZIONE DI PRODOTTI REFRAATTARI [ATECO 23.2]**

**PRODUZIONE DI LANA DI ROCCIA:** Il processo di produzione della lana di roccia ha inizio con la fusione della roccia vulcanica ad una temperatura di 1500 °.

**PRODUZIONE DI LANA DI VETRO:** Viene prodotta portando la miscela di vetro e sabbia fusione tra i 1.300 ed i 1.500°C. Tale miscela viene poi convertita in fibre aggiungendo un legante. La fibra viene poi riscaldata a circa 200°C e subisce una calandratura per aumentare resistenza meccanica e stabilità. Come ultimo processo, la lana di vetro viene tagliata in rotoli o pannelli mediante pressioni elevate.

Fonti:

– [www.aimnet.it](http://www.aimnet.it)

**PRODUZIONE DI LATERIZI:** Le sostanze organiche volatili (SOV), derivanti dalla cottura dei laterizi alveolati, avviene mediante post-combustione termica dei fumi del forno con recupero di calore a favore del post-combustore, dell'essiccatoio e della mattoniera.

Il recupero termico dei cascami energetici contribuisce ad abbattere quasi completamente il costo energetico della depurazione mediante post-combustione, riducendolo al 4% della spesa energetica della post-combustione senza recuperi; in altre parole, con questo sistema si fa la post-combustione quasi a gratis.

I laterizi alveolati hanno una struttura caratterizzata da una miriade uniforme di piccoli alveoli, con dimensioni non superiori ai 2,5 mm, non comunicanti tra loro, tale da ottenere una diminuzione del peso e, soprattutto, della conduttività termica del materiale, senza peraltro diminuirne la resistenza meccanica.

La struttura alveolare è ottenuta aggiungendo all'impasto palline di polistirene espanso (in alcuni casi anche in combinazione con altri additivi combustibili, quali segatura, fanghi di cartiera, coke, noccioli d'oliva, lolla di riso) che, bruciando in cottura, lascia uno spazio vuoto, l'alveolo appunto.

Reazioni di pirolisi e di combustione incompleta di questi additivi portano alla formazione di sostanze organiche, tra cui sono presenti sicuramente aldeidi, nonché altre sostanze di natura diversa (SOV) che vengono emesse dal camino del forno.

Fonti:

– Recupero calore del disperso e riduzione del carico inquinante nel processo di produzione dei laterizi G. Nasseti, C. Palmonari Centro Ceramico - Bologna Via Martelli 26 - 40138 Bologna

- Le più recenti innovazioni nei processi di cottura dei laterizi L'industria dei Laterizi • gennaio febbraio 2007

[TORNA ALL'INDICE](#)

## PRODUZIONE DI CEMENTO, CALCE E GESSO [ATECO 23.5]

### Codice 23.51 PRODUZIONE DI CEMENTO

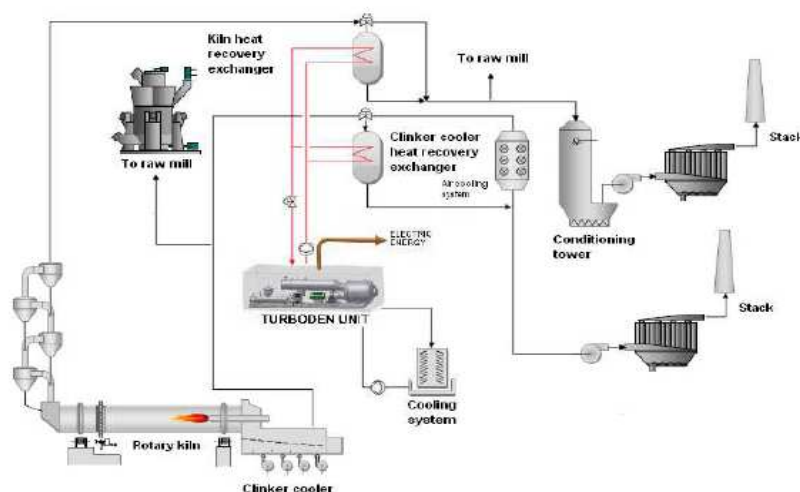
Nel processo di produzione del cemento ci sono due diverse fonti di calore adatte all'applicazione di un sistema ORC:

- gas esausti dal forno di produzione del clinker;
- aria per il raffreddamento del clinker in uscita dal forno (clinker cooler).

Solitamente i fumi in uscita dal forno (a circa 1.200°C) sono utilizzati per essiccare e preriscaldare il crudo in entrata al forno mentre attraversa i cicloni, mentre l'aria di raffreddamento del clinker viene in parte utilizzata come aria comburente nel forno e in parte inviata al mulino di macinazione delle materie prime.

La temperatura alla quale si trovano le due fonti gassose dopo gli utilizzi interni al processo (disponibili per il recupero di calore) è relativamente bassa (circa 250÷350°C).

I costi per investire in sistemi di recupero nell'industria del cemento risultano particolarmente elevati, per il volume, ma soprattutto per le caratteristiche dei gas che devono trattare: infatti sia l'aria di raffreddamento del clinker, sia i gas provenienti dal forno sono caratterizzati da un consistente contenuto di polveri (tipicamente 10÷50 g/Nm<sup>3</sup>). In aggiunta, un'altra criticità che distingue i gas esausti del forno, oltre alla quantità di polveri, è causata dal tipo di combustibile utilizzato, che include olio combustibile denso, rifiuti solidi urbani, copertoni, ecc...



Mediamente la produzione di cemento richiede da 90 a 150 kWh di energia elettrica per tonnellata di clinker prodotto, e circa 3650 MJ/t di energia termica (~1MWh<sub>t</sub>).

Nell'industria della produzione del cemento esistono applicazioni di successo di recupero calore sia con turbina a vapore, sia con tecnologia ORC, e, se si considera che l'Italia produce 47 Mt/anno di cemento, i risultati in termini di risparmio energetico a livello nazionale potrebbero essere notevoli.

Fonti:

- [cfr. "Reference Document on Best available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries", European IPPC Bureau, Draft 2, May 2009 - pag. 47].

### **Codice 23.52 PRODUZIONE DI CALCE E GESSO**

Il processo di produzione della calce non differisce molto da quello del cemento (il minerale deve essere "cotto" ad alta temperatura), sebbene i tempi di cottura siano superiori.

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **SIDERURGIA [ATECO 24.1]**

**TRATTAMENTI TERMICI METALLI:** Il processo di trattamento termico degli Acciai è utilizzato per conferire al manufatto caratteristiche meccaniche e chimiche superiori ( Es. elevata durezza sup. e/o resistenza alla corrosione). Il trattamento è effettuato in forni ( Muffole ) in cui la temperatura è regolata attraverso sistemi automatici fino ad un massimo di 700-800°C in camera, per un tempo definito in base alle caratteristiche da conferire al manufatto; i carichi dei pezzi vengono effettuati tramite apertura/ chiusura di un portellone di carico / scarico. Il calore di riscaldamento può essere generato a partire dalla combustione del gas metano per manufatti di grandi dimensioni oppure per induzione tramite il riscaldamento di resistenze elettriche ( Tempra di pezzi di piccole dimensioni ). Nel primo caso anche attraverso audit condotti presso costruttori di forni, è emerso che i cascami termici sono interessanti per quanto riguarda temperature e qualità dei fumi ( fattore di sporcamento basso ) ma le portate e il numero di ore di funzionamento in continuo di un forno medio per trattamenti termici è relativamente basso in quanto il processo non è in continuo ma in BULK. Considerando che i fumi al camino hanno una temperatura in uscita di circa 600°C con portate di circa 250Nm<sup>3</sup>/h con una media di funzionamento di 2000ore/ anno, è necessario collettare gli scarichi dei forni in un unico condotto di aspirazione ed avere un numero elevato di forni ( 15-20 ) per assicurare l'economicità degli investimenti. Ad oggi la maggior parte dei trattamentisti sono di piccole dimensioni e in quei casi in cui le dimensioni dell'azienda lo permetterebbero, risulta molto difficile se non impossibile collettare gli scarichi per incompatibilità chimico/ fisica dei fumi ( i trattamenti termici possono essere trattamenti di tipo termochimico ) e a causa di layout che non prevedono tale impiantistica.

Fonti:

- IMPROVING PROCESS HEATING SYSTEM PERFORMANCE FOR INDUSTRY U.S. department of Energy
- Improving thermal efficiency in process eating equipment Meastri Fonri

**TORNA ALL'INDICE**



## **FABBRICAZIONE DI TUBI, CONDOTTI, PROFILATI CAVI E RELATIVI ACCESSORI IN ACCIAIO (ESCLUSI QUELLI IN ACCIAIO COLATO) [ATECO 24.2]**

L'analisi e le valutazioni riportate in questo paragrafo sono relative ad un singolo processo delle industrie siderurgiche, ovvero l'applicazione di sistemi per il recupero di calore con produzione di potenza elettrica **a valle di forni di riscaldamento** (ad es. forni per impianti di laminazione, forge, trattamenti termici). Le potenzialità intrinseche maggiori sono nel processo di fusione vero e proprio, che però ad oggi presenta problematiche tecnologiche non indifferenti. Al contrario, il processo relativo ai soli forni di riscaldamento invece non presenta particolari impedimenti tecnici, salvo possibili costrizioni dovute al posizionamento di nuovi impianti e macchinari all'interno di un insediamento produttivo esistente.

Questi tipi di processo, infatti, si sposano particolarmente bene con il recupero calore mediante tecnologia ORC per una serie di motivi, tra i quali:

- La combustione di metano nei forni di riscaldamento produce fumi praticamente esenti da polveri, che non necessitano di particolari trattamenti e filtrazioni;
- L'intervallo di temperature dei gas di scarico (tipicamente tra 350 e 650 °C) permette l'utilizzo di olio diatermico quale vettore per il trasferimento di calore ai fluidi organici utilizzati all'interno dei cicli ORC;
- La potenza termica recuperabile allo scarico dei forni di riscaldamento è ideale per cicli ORC i quali, per potenze elettriche tra 0,5 e 5 MWel, hanno rendimenti pari o superiori ai classici cicli con turbina a vapore, presentando, in aggiunta, alcuni vantaggi in termini di conduzione dell'impianto;
- Gli impianti di laminazione, in particolare, operano, tipicamente, su cicli continui nell'arco delle 24 ore, e non richiedono frequenti fermi per manutenzione.

Per questo motivo, specialmente nel caso di forni per il riscaldamento di bramme e billette in impianti di laminazione, è frequente trovare sistemi per il recupero di calore, per:

- Pre-riscaldamento dell'aria comburente mediante scambiatori posti allo scarico dei gas o mediante l'utilizzo di bruciatori recuperativi / rigenerativi;
- Generazione di acqua calda utilizzata per il riscaldamento di uffici / distretti cittadini / utilizzi industriali interni o esterni allo stabilimento.

Per un forno di riscaldamento tipico, il flusso di energia corrispondente ai gas di scarico è poco meno del 30% dell'energia termica proveniente dalla combustione del gas naturale, che può essere stimata, mediamente, in circa 1,55 GJ/t (430 kWh/t). È evidente come un sistema aggiuntivo di recupero, a valle del recupero di calore dai gas di scarico per il pre-riscaldamento dell'aria comburente menzionato in precedenza, sia quantomeno consigliabile.

Laddove un recupero termico non fosse possibile, o fosse poco utile, l'alternativa della generazione di potenza elettrica è di sicuro interesse. In questi impianti, la configurazione tipica del sistema per il recupero di calore, si compone di un recuperatore per l'intercettazione dei gas di scarico del forno di riscaldamento, con trasferimento di calore ad olio diatermico, il quale, utilizzato come vettore termico, trasferisce a sua volta il calore al modulo ORC, che produce potenza elettrica. Il calore scaricato dal turbogeneratore per la condensazione del fluido di lavoro viene trasferito ad un circuito di acqua di raffreddamento (a 25 / 50 °C), e può essere, a seconda dei casi, scaricato in atmosfera (mediante torri evaporative o air-coolers) o utilizzato per utenze termiche interne al processo produttivo.

Fonti:

- [cfr. “Reference Document on Best available Techniques for the Production of Iron and Steel”, European IPPC Bureau, Draft 2, July 2009].
- [cfr. “Reference Document on Best available Techniques in the Ferrous Metal Processing”, European IPPC Bureau, December 2001 – pag. 64].

**PRODUZIONE ACCIAIO FORNO ELETTRICO:** I fumi dell'acciaieria aspirati dal 4° foro vengono inviati ad una torre di condizionamento, passando per due camere di sedimentazione per mezzo di tubazioni le cui pareti sono costituite da tubi raffreddati ad acqua (tubo a tubo). A valle della torre i fumi passano attraverso due cicloni e, prima di essere immessi in atmosfera, vengono uniti ai fumi del secondario e poi filtrati in filtro a maniche. L'alta portata dei fumi aspirati dal 4° foro porta ad avere velocità molto elevate, il che implica, unitamente alla presenza di polveri, alta abrasività. È da valutare la possibilità di recupero calore sia dopo la camera di sedimentazione sia dopo la torre di quenching dove i fumi sono più puliti, ma il calore recuperabile è minore.

Fonti:

- OFFICE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY • U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FABBRICAZIONE DI ALLUMINIO [ATECO 24.42]**

**PRODUZIONE ALLUMINIO PRIMARIO:** I metodi industriali per la produzione di alluminio, prevedono l'ottenimento di allumina pura, dalla bauxite che è di facile estrazione, il processo per isolarne il contenuto in alluminio è alquanto complesso e viene completato in due fasi successive: la prima chimica che permette la produzione di allumina ( $Al_2O_3$ ) in cui il consumo energetico del processo è valutabile nell'equivalente di 0.4, 0.5 t di carbone per ogni tonnellata di  $Al_2O_3$  prodotta; l'altra elettrolitica in cui l'allumina viene ridotta a metallo. Per la produzione di 1 kg di alluminio con il processo elettrolitico sono necessari dai 17 ai 20 kW di energia (oltre quella impiegata nel processo Bayer per la trasformazione della bauxite in allumina); ne deriva la forte dipendenza del costo totale dal costo dell'energia, essendo relativamente poco incidente il costo della materia prima. In definitiva per la produzione di 1 kg di alluminio con titolo 99.6%, sono necessari circa 20, 25 kWh e 4 kg di bauxite.

**PRODUZIONE DI ALLUMINIO SECONDARIO:** I raffinatori (o "refiners" cioè quelli che si occupano della produzione di leghe da fonderia partendo, appunto, dal rottame di alluminio) ed i rifusori (o "remelters" cioè quelli che si occupano della produzione di placche da laminazione o billette per estrusione) dell'alluminio scelgono un approccio diverso. I tipi di rottame che acquistano vengono campionati, con la loro composizione chimica stabilita in una rifusione di prova. I dati riscontrati in questo modo vengono immagazzinati in un computer per ogni lotto acquistato. Se un cliente, per esempio, richiede un certo tipo di lega, basandosi sul materiale immagazzinato e campionato, il computer mette insieme un carico che si avvicina alla composizione chimica della lega da produrre. Dopo la fusione del rottame, il metallo liquido viene caricato in un convertitore per la produzione della lega richiesta attraverso un processo di purificazione della fusione e, se necessario, attraverso l'aggiunta di elementi alliganti. Quando una lega viene prodotta da rottame, il rottame ovviamente contiene già la maggior parte degli elementi alliganti. Il vantaggio di questo processo è ovvio: i suoi costi sono ragionevoli e, cosa molto importante, mette i raffinatori ed i rifusori in grado di produrre leghe di elevata qualità che soddisfano le richieste dei clienti. Il rottame di alluminio, oggi, è una materia prima indispensabile per l'industria del metallo leggero, potendo essere trasformato in leghe da fonderia e da lavorazione plastica di elevata qualità. Ne segue che il rottame d'alluminio è un materiale di valore, e la legge dovrebbe trattarlo di

conseguenza evitando che esso vada disperso in discariche o nell'ambiente, facendolo così rientrare continuamente nel ciclo produttivo.

Per la fusione del rottame in un forno, è sufficiente solo il 5% dell'energia utilizzata per l'elettrolisi (Alluminio primario).

Per fondere i dischi di frammenti di lattine viene utilizzato un forno con crogiolo modello Number 40HW Starrbide, avente una capacità massima di 48,6 libbre (cioè circa 22 kg) di alluminio fuso. Prima della fusione e del delaccaggio si provvede a porre il crogiolo, contenente una determinata quantità di sali fondenti, nel forno. Durante il processo di delaccaggio i gas di scarico di questo vanno a preriscaldare il forno ad una temperatura attorno ai 500°F (cioè circa 260°C). A questo punto entra in funzione il bruciatore del forno di fusione e porta la temperatura ai 1120°F (circa 604°C) a cui i sali fondenti fondono. Ora si possono introdurre i dischetti preriscaldati nel bagno di sali fusi. La quantità di dischetti immessa nel crogiolo deve essere tale per cui il rapporto in peso tra questi ed i sali fondenti deve essere di 8 a 1, in quanto tale rapporto è quello che, sperimentalmente, ha fornito la miglior resa di alluminio.

Dopo l'aggiunta la temperatura continua a salire finché non si raggiungono i 1220°F (circa 660°C), dopodiché questa è mantenuta la più possibile costante utilizzando una termocoppia digitale. Il forno di fusione ha la forma di una betoniera per il cemento, ed è rivestita internamente di mattoni refrattari che sono assicurati alla camicia del forno grazie ad una malta refrattaria resistente al fuoco ed alle alte temperature. Sulla suola del forno è poi realizzato un piedistallo anch'esso di mattoni refrattari sul quale poggia il crogiolo. Su un lato, verso il basso è presente un'apertura per il bruciatore. Questa soluzione permette alla fiamma di lambire tangenzialmente il crogiolo senza investirlo direttamente mentre "spiraleggia" verso l'alto evitando, pertanto, i cosiddetti punti caldi (o "hot spot") sul crogiolo (tipici, appunto, di una fiamma che lo investe direttamente) che, invece, servono in tutta la parte bassa dello stesso. I mattoni refrattari trattengono sufficientemente bene il calore nel forno tanto che è possibile utilizzare come bruciatore anche per la fusione lo stesso utilizzato nella fase di delaccaggio che è un bruciatore di modesta potenza (Hauck modello AIG 230A a propano con una capacità di 5 MBtu/h, corrispondenti a circa 1,5 MW).

Poiché il forno è incorporato nel sistema di recupero calore, esso è provvisto delle apposite aperture per le condutture di convogliamento fumi. In particolare, la conduttura in ingresso porta i fumi del processo di delaccaggio che servono a riscaldare il crogiolo con il fondente prima della fusione che, invece, è realizzata con il calore sviluppato dal bruciatore. La conduttura in uscita evacua i fumi del forno verso la camera filtri per la rimozione del particolato.

Un coperchio di acciaio galvanizzato rivestito anch'esso di mattoni refrattari è posto a chiusura del forno. Esso, essendo isolato con FiberFraxÒ, riduce le infiltrazioni di aria e quindi anche di ossigeno (che potrebbe produrre eccessiva ossidazione del fuso e conseguente perdita di metallo), nonché le dispersioni di calore aumentando l'efficienza di fusione. Il fondente utilizzato in questo sistema, costituito da una miscela al 50% in peso di cloruro di sodio (NaCl) e al 50% di criolite (KAlF<sub>4</sub>), serve per tre scopi:

- 1) per proteggere dall'ossidazione;
- 2) per degasare;
- 3) per demagnesizzare;

l'alluminio fuso.

Sono stati i risultati sperimentali ha determinare proprio questa proporzione tra NaCl e KAlF<sub>4</sub>: questa fonde prima di ogni altra.

Utilizzando un fondente con temperatura di fusione più bassa di quella dell'alluminio, il forno non necessita di essere riscaldato oltre questa temperatura (cioè oltre 1220°F che corrispondono a circa 660°C). Ciò, tra l'altro, oltre a ridurre il consumo di combustibile, minimizza pure la solubilità dei gas nel fuso. Poiché le leghe utilizzate per le lattine d'alluminio sono normalmente tre (la 3004 per il corpo, la 5182 per il coperchio e la 5042 per la linguetta), ciò che esce dalla fusione, ovviamente, sarà una combinazione delle tre, commercialmente, inutilizzabile. La maggior parte delle fonderie utilizzano il rottame di lattine integrandolo alle loro colate in quantità tale da non variare, però, la composizione della lega desiderata. Poiché questo sistema (oggetto dello studio) fonde, invece, solo lattine usate, se si vuole ottenere una lega standard commercialmente apprezzabile è necessario aggiungere quantità ben precise di lega madre. La lega madre include elementi tipo Cu, Si, Sr in funzione di quale tipo di lega si vuole ottenere. Inoltre poiché le lattine hanno un alto contenuto di Mg che infragilisce la colata, l'alligazione e la demagnesizzazione attraverso il fondente, diventano operazioni indispensabili per produrre una fusione funzionale ed efficiente. Prima che i gas di scarico escano dal sistema, essi sono filtrati, tramite una camera filtri, per rimuoverne il particolato carbonioso. I filtri sono in Torit® e trattano circa 1000 c.f.m. La camera filtri è collegata al sistema di recupero del calore. Il flusso dell'aria è controllato da una valvola di sfiato. La temperatura dei fumi nella camera filtri è attentamente e costantemente monitorata per evitare che questa superi i 100°F (circa 38°C) in quanto i filtri sono di cotone e quindi non sopportano le alte temperature.



Il sistema di recupero del calore serve per incrementare l'efficienza energetica dell'unità. Questo circuito include il forno di delaccaggio, il forno di preriscaldamento e quello di fusione. Quando il forno di delaccaggio è in funzione i fumi caldi sono inviati al forno di preriscaldamento e di fusione tramite un compressore. Il forno di fusione in questo contesto funziona come un post-bruciatore che distrugge i composti organici volatili prodotti in fase di delaccaggio. Parte dei gas di scarico del forno fusorio sono diretti alla camera filtri mentre il resto ritorna al forno di delaccaggio, sempre tramite compressore. Tra i forni è sistemato un by-pass che svolge due funzioni:

- evacuare i gas di scarico dal forno fusorio quando la colata è pronta o quando l'operatore effettua l'introduzione delle cariche di dischetti di UBC nel crogiolo. In questi due casi la valvola di sfiato a farfalla ("butterfly damper"), posta appena prima dell'ingresso del forno, viene chiusa mentre quella posta sull'ingresso di by-pass viene aperta;
- bilanciare i flussi. In questo caso il by-pass e le rispettive valvole provvedono a regolare la velocità di flusso dei fumi attraverso i vari componenti.

Da notare che i condotti ed i compressori sono stati dimensionati utilizzando le indicazioni della "Sheet Metal and Air Conditioning National Association" (S.M.A.C.N.A.). Per quanto riguarda l'efficienza energetica, il rendimento termico dei forni metallurgici varia tra il 36%. Ebbene il forno di fusione realizzato per l'unità di riciclaggio ha un rendimento termico, ricavato su base sperimentale, del 4,05% che è paragonabile a quello dei grandi forni fusori industriali.

Uno studio è stato, poi, condotto per determinare la composizione dei fumi emessi dal processo di fusione. Sono stati utilizzati, allo scopo, tre appositi campionatori d'aria:

- il primo è stato applicato sulla tuta ignifuga dell'operatore addetto al forno;
- il secondo è stato applicato all'assistente dell'operatore di forno che stava ad almeno 10 piedi (circa 3 m);
- il terzo è stato posto all'incirca a 50 piedi (circa 15 m) dal forno per determinare l'area di emissione.

I campionatori sono stati attivi per tutto il tempo di processo. Successivamente tutti i filtri sono stati smontati e spediti al laboratorio "MDS" per l'analisi.

I risultati sono presentati nella seguente tabella IV:

Tabella IV: Analisi delle emissioni del forno di fusione.

Elemento Inquinante Campionatore 1 Campionatore 2 Campionatore 3

Cromo < 8,9 mg/m<sup>3</sup> < 32,3 mg/m<sup>3</sup> < 7,2 mg/m<sup>3</sup>

Berillio < 8,9 mg/m<sup>3</sup> < 32,3 mg/m<sup>3</sup> < 7,2 mg/m<sup>3</sup>

Arsenico < 1,78 mg/m<sup>3</sup> < 6,45 mg/m<sup>3</sup> < 1,44 mg/m<sup>3</sup>

Cadmio < 0,18 mg/m<sup>3</sup> < 0,65 mg/m<sup>3</sup> < 0,14 mg/m<sup>3</sup>

Piombo 51,6 mg/m<sup>3</sup> < 32,2 mg/m<sup>3</sup> 285,5 mg/m<sup>3</sup>

Alluminio 4384,7 mg/m<sup>3</sup> 22141,9 mg/m<sup>3</sup> 9949,5 mg/m<sup>3</sup>

Questi valori rappresentano 8 h di esposizione.

Fonti:

- <http://aziende.aluplanet.com/ITA/home.asp>

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **PRODUZIONE DI PIOMBO, ZINCO E STAGNO E SEMILAVORATI [ATECO 24.43]**

**PIOMBO:** Durante la produzione del piombo si ha una fase di **fusione del pastello ottenuto nelle fasi precedenti alla temperatura di 800-1000°C in forni rotativi a fiamma diretta che utilizzano in alimentazione una miscela di ossigeno e metano.**

Altro aspetto interessante per il recupero calore nell'industria della produzione del piombo è l'utilizzo di **forni a riverbero nella fase di raffinazione del piombo.** Tali forni portano il piombo a 800°C per ossidare stagno, l'arsenico e l'antimonio che restano così in sospensione nel bagno di piombo. Tale processo può anche essere realizzato per **ossidazione chimica alla temperatura di 420°C.**

Va tenuto presente che una grossa fetta della produzione di piombo è detenuta dalle aziende che si occupano del riciclo delle batterie.

**ZINCO:** Nella produzione dello zinco vi sono due diverse situazioni nelle quali si hanno possibili cascami termici utili per il recupero calore:

L'arrostimento: **I solfuri minerali devono venire arrostiti per convertire lo zinco a ossido prima della fusione.** L'arrostimento è generalmente effettuato in arrostitori a sospensione (flash) nei quali il concentrato di solfuro di zinco finemente macinato viene soffiato in una camera di combustione e bruciato, in modo simile al carbone polverizzato, oppure si ricorre ad alcuni tipi di arrostitori a letto fluido.

La fusione: **Tutti i processi pirometallurgici ed elettrotermici sono basati sulla reazione fortemente endotermica mediante la quale il carbone riduce l'ossido di zinco a una temperatura di 1100-1300°C,** superiore quindi al punto di ebollizione dello zinco (907°C). Dev'essere presente abbastanza carbonio per prevenire un'ossidazione del carbonio a biossido poiché un'alta percentuale di anidride carbonica conduce alla riossidazione del vapore di zinco durante la condensazione. Uno dei processi di riduzione con carbonio è il processo alle storte, secondo il quale il calore viene prodotto all'esterno della storta in cui avviene la reazione.

**STAGNO:** La maggior parte dello stagno viene estratta da depositi alluvionali di cassiterite mediante processi di levigazione e infine di flottazione per eliminare i solfuri di altri metalli. Si



possono così ottenere concentrati a elevato tenore (90-95%) in SnO<sub>2</sub>, i quali, dopo **arrostitimento in aria**, possono essere utilizzati per la riduzione con carbone.

Una notevole quantità di stagno viene anche recuperata da **rottami di leghe (bronzi, residui di saldature) che vengono di norma rifiutati** o riciclati a qualche stadio del processo di produzione del metallo, e soprattutto dai rottami ferrosi stagnati (latta). I rottami possono venire trattati con cloro a temperatura ambiente recuperando lo stagno volatile come SnCl<sub>4</sub> oppure trattati con soluzioni alcaline ottenendo una soluzione contenente stagno che viene sottoposta a elettrolisi.

Fonti:

- [www.piomboleghe.it](http://www.piomboleghe.it)
- [www.minieradiraibl.it](http://www.minieradiraibl.it)
- [www.cobat.it](http://www.cobat.it)

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **PRODUZIONE DI RAME E ALTRI METALLE NON FERROSI [ATECO 24.44 e 24.45]**

### **Codice 24.44 PRODUZIONE DI RAME**

**PRODUZIONE DI RAME PRIMARIO:** In Europa non esistono miniere di estrazione di Rame primario che sono distribuite in CILE, CONGO, PERU', ZAMBIA, CANADA, RUSSIA

**PRODUZIONE DI RAME SECONDARIO:** Riciclare rame significa risparmiare il 1'85% dell'energia necessaria a produrre il metallo primario (fonte. Bureau of International Recycling) In Europa esistono alcune multinazionali che operano nella trasformazione della materia prima in tubi, lastre o raccordi di vario genere ([www.feinrohren.it](http://www.feinrohren.it), [www.foma.it](http://www.foma.it), [www.kme-italy.com](http://www.kme-italy.com), [www.luvata.com](http://www.luvata.com) [www.eredignutti.it](http://www.eredignutti.it), [www.sanha.it](http://www.sanha.it)). In tutti questi casi il processo produttivo avviene in continuo quindi sono potenzialmente candidati a realizzare audit approfonditi. Le nazioni tecnologicamente più avanzate recuperano i prodotti contenenti rame al termine della loro vita utile: ad esempio il rame è la materia prima di cui l'Italia dispone maggiormente, pur non possedendo miniere. Questo contribuisce a ridurre la dipendenza dalle importazioni. Consumo di rame (compreso il contenuto delle leghe) 1.167.200 t ( 2002-2006) di cui Import di rame (raffinato) 684.100 t . Per estrarre rame dal minerale l'energia necessaria è di circa 100GJ/ton, mentre il riciclaggio del rame necessita di circa 10GJ/ton. processi maggiormente utilizzati nel recupero del rame secondario sono il pre – trattamento dei rottami metallici e la fusione.

I processi maggiormente utilizzati nel riciclo dei rottami di rame sono:

- **Altoforno:** forno verticale a tino, anche conosciuto come cupola, ha la capacità di fondere rame o materiali a base rame di diversa natura chimica o fisica. E' l'unità comunemente utilizzata nel trattamento pirometallurgico dei materiali secondari a basso contenuto di rame, ed ha un elevato controllo nelle perdite di metallo nel sistema [Nelmes 1984];
- **Forno a riverbero:** attivo dal XIX secolo. E' ancora utilizzato per la produzione di una significativa frazione sia di rame primario che secondario, e per il riciclo di rottami metallici secondari. Gli svantaggi di questa fornace sono i tempi lunghi del ciclo di fusione e le basse efficienze di alimentazione [Davenport 1986];
- **Fornace ad Arco Elettrico:** è anche utilizzata nella fusione secondaria di rame. La Fornace ad Arco Elettrico è classificata a 72 tonnellate e produce da 310 a 330 tonnellate al giorno [Blanton 1999]; Il carico è per il 75% - 80% di rottami e 20%-25% di lingotti.

Fonti:

- <http://www.kupfer-institut.de/lifecycle/>
- [http://www.codelco.com/english/desarrollo/fr\\_prioridad.html](http://www.codelco.com/english/desarrollo/fr_prioridad.html)
- [http://www.codelco.com/english/desarrollo/fr\\_prioridad.html](http://www.codelco.com/english/desarrollo/fr_prioridad.html)
- [http://www.copper.org/education/statue\\_of\\_liberty.html](http://www.copper.org/education/statue_of_liberty.html)

## **Codice 24.45 PRODUZIONE DI ALTRI METALLI NON FERROSI**

**PRODUZIONI DI LEGHE DI RAME OTTONI:** La produzione di ottone in Europa si concentra in laminati e trafilati di diverse dimensioni. Le aziende di produzione di leghe di rame in genere realizzano barre tonde o lastre di grandi dimensioni che vengono vendute ad estrusori che ottengono profili di diversa forma e dimensione. Le leghe di rame sono ottenute dalla fusione del rottame metallico ( anche trucioli ). I forni fusori sono in genere a crogiolo con canale dotati di forno di attesa. Tali forni possono essere a metano o ad induzione la carica non è continua (1 carica ogni ora ca.) Normalmente a monte del forno fusorio ci sono forni rotativi a metano per l'essiccazione dei trucioli di ottone che funzionano in continuo, invece a valle del forno fusorio, ci possono essere uno o più forni di riscaldamento delle billette per la successiva lavorazione ( estrusione in pressa ) ed infine forni di trattamento termico, in questi casi tali forni sono alimentati a metano. La maggiore potenzialità di recupero calore è stata individuata nei forni per l'essiccazione dei trucioli (tamburi di essiccazione con bruciatori a metano) in quanto i gas devono passare attraverso una camera di post combustione (con ulteriori bruciatori a metano) in cui le temperature raggiungo gli 850°C ca. I fumi in uscita dalla camera di post combustione (circa 37'500 Nm<sup>3</sup>/h per ciascun sistema che tratta circa 15 t/h di trucioli) passano attraverso dei cicloni e successivamente attraversano uno scambiatore fumi/aria (tre passaggi in multi-tubi di fumo verticali altezza circa 3 m diametro 2") per l'abbassamento della temperatura necessario per poter entrare nei filtri a maniche a temperature preferibilmente non superiori ai 120-°C (200 °C con materiale maniche più costoso) . Il funzionamento del forno è continuo. Oltre ai forni di preriscaldamento che possono essere anche più di uno, anche se dislocati in zone dell'azienda anche molto distanti, altri cascami termici sono derivati da:**CIRCUITO ACQUA DI RAFFREDDAMENTO** della colata continua ( un impianto di produzione di grandi dimensioni ha una portata di acqua di raffreddamento di 550 Nm<sup>3</sup>/h alla pressione di 10,5bar per raffreddamento di una colata continua a 6 fili,il delta di temperatura in torre evaporativa è di circa 10°C e normalmente non è modificabile in quanto influenza fortemente il processo di produzione. Esistono anche circuiti di raffreddamento dell'olio mediante torre evaporativa in cui la temperatura di funzionamento è di circa 40°C. Fumi dai forni fusori: il

processo di fusione consta, attualmente, di 4 forni fusori (dotati di una cappa ciascuno) più uno di attesa. Il sistema di aspirazione fumi è composto dalle cappe, da una sezione di ciclonatura, batterie di filtri a maniche ed un camino da 50 m di altezza.

Vista la quantità di aria aspirata dalle cappe, le portate sono sempre molto elevate; tuttavia, vista la discontinuità del ciclo, alte temperature si raggiungono solamente durante il carico dei forni. Attualmente si esclude quindi una applicazione per il recupero di calore per la produzione di energia elettrica. Le linee di lavorazione sono composte dai forni di preriscaldamento per l'alimentazione di presse. Ciascuna pressa è alimentata da 1 o più forni di riscaldamento. I forni non hanno un recuperatore in genere per il pre-riscaldamento dell'aria di combustione, ma i fumi caldi (alla temperatura di  $\sim 750^{\circ}\text{C}$ ) sono utilizzati per il pre-riscaldamento delle billette prima dell'ingresso nei forni di riscaldamento veri e propri.

Fonti:

– <http://www.bir.org/non-ferrous-metals/>

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FUSIONE DI ALTRI METALLI NON FERROSI [ATECO 24.54]**

**PRESSOCOLATA DI LEGHE DI ALLUMINIO:** Le attrezzature necessarie alla produzione di pezzi pressocolati sono specifiche del processo e sono le macchine di pressocolata o, più semplicemente, presse. Il termine pressocolata è l'abbreviazione di colata sotto pressione e sinonimo di pressocolata; esso definisce il processo secondo il quale la lega fusa viene colata in una forma metallica (stampo) e oggetta a pressione, che provoca i seguenti effetti: velocissimo riempimento della cavità dello stampo, alimentazione compensativa del ritiro di solidificazione, perfetto e totale, Riempimento della cavità dello stampo, conferimento al pezzo di una fine struttura cristallina. In ordine di importanza rispetto ai volumi di manufatti prodotti, i materiali correntemente pressocolati tutti appartenenti alla famiglia dei metalli e delle leghe non ferrose sono: alluminio e sue leghe (AlSi, AlSiCu, AlMg) , zinco e sue leghe (zama) , rame e sue leghe (ottone, bronzo) magnesio e sue leghe (AZ) stagno e sue leghe. I parametri fisici maggiormente coinvolti nel processo di pressocolata considerati entro il volume dello stampo, sono i seguenti:

Temperatura: La distribuzione a regime è la seguente: Stampo: 200, 300°C , lega fusa: 650, 730°C , pezzo all'estrazione 250, 350°C. La fusione della lega avviene in forni fusori che possono essere in isola nelle piccole aziende oppure possono esistere forni fusori di grandi dimensioni da cui viene spillata tramite siviera la quantità di alluminio che poi è riversata nei forni di mantenimento o attesa bordo macchina. In entrambi i casi la temperatura dipende dalla lega può variare dai 650°C ai 730°C. il carico del forno è discontinuo ed avviene mediante l'inserimento di pani di alluminio allo stato solido ( con questa tecnologia non si possono utilizzare rottami che devono essere prima raffinati vedi raffinazione dell'alluminio ). I forni fusori generalmente sono a gas, quelli di mantenimento o attesa possono essere anche elettrici ed i fumi sono discontinui con temperature medie di 550°C con portate modeste e discontinue. L'energia necessaria per fondere una libbra di lega di alluminio è pari a 493btu alla temperatura di riferimento di 76°F.

**COLATA IN GRAVITA' DI LEGHE DI ALLUMINIO:** In questo processo il metallo fuso è versato per gravità all'interno di uno stampo senza l'applicazione di una pressione esterna, Per quanto riguarda i forni fusori e di attesa le considerazioni non variano.

In entrambi i processi anche in presenza di grandi forni fusori ad ossigeno i cascami termici riferiti alle tonnellate fuse es. 140 ton/ giorno sono fumi a temperatura di 550-900°C con portate

discontinue al di sotto dei 2000Nm<sup>3</sup>/h; quindi non potenzialmente interessanti per l'applicazione ORC.

Fonti:

– <http://www.diecasting.org/training/energy/>

[TORNA ALL'INDICE](#)

## **FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS VAPORE E ARIA CONDIZIONATA [ATECO 35 (e 06 per quanto riguarda l'estrazione di gas naturale)] (compressione del gas naturale)**

Le centrali di compressione del gas sono poste lungo le condotte del gas naturale, si tratta di turbogas che azionano un compressore assiale per compensare le perdite di carico lungo il trasporto, la potenza media è attorno ai 40MWe, cui corrispondono circa 100-120 MW termici alla temperatura massima di 500 gradi. SNAM rete gas ha 11 centrali (Illustrazione 1) per un totale di circa 850MW. Queste centrali sono posizionate in località isolate, spesso neanche collegate alla rete elettrica e con scarse possibilità di utilizzare il calore. A questo si aggiunge il fatto che ogni centrale ha più compressori che lavorano ciclicamente, quindi il singolo compressore funziona in media un numero basso di ore/anno. Tali centrali non sono quindi di interesse per il recupero termico con cicli ORC. Una situazione simile si ha per le centrali di compressione negli stoccaggi, anche se molte di esse sono in Valle Padana e meglio collegate colla rete elettrica. La Stogit (Illustrazione 2) ha 7 centrali con turbogas (Tabella 1) e una elettrica.

Edison Stoccaggio invece utilizza solo compressori elettrici, anche per gli impianti in costruzione.



*Illustrazione 1: Centrali di compressione Snam rete gas*



*Illustrazione 2: Siti di stoccaggio Stogit*



Località	MW meccanici
Cortemaggiore	61,18
Fiume Treste	61,64
Minerbio	64,48
Ripalta	46,54
Sabbioncello	21,8
Sernano	44,65
Settala	21,34

*Tabella 1: Potenza meccanica installata nelle centrali di compressione Stogit*

Vanno infine considerate le centrali di compressione di ENI Exploration and Production per il gas proveniente dalle piattaforme nel mar Adriatico. Queste centrali (6 per un totale di circa 70MW) hanno sempre almeno un compressore in funzione con taglie tra 5 e 15MW meccanici. Su alcune di queste centrali, con un funzionamento più regolare, si stanno valutando positivamente possibili applicazioni di cicli ORC.

Fonti:

- [www.snamretegas.it](http://www.snamretegas.it)
- [www.stogit.it](http://www.stogit.it)
- [www.eni.com](http://www.eni.com)
- [www.edisonstoccaggio.it](http://www.edisonstoccaggio.it)

**ALCUNI ESEMPI DI IMPIANTI DI COMPRESSIONE DEL GAS NATURALE ESISTENTI:**

- L'impianto esistente presso lo stabilimento GE-O&G Firenze è un impianto cogenerativo a ciclo combinato, costruito ed installato a scopo di studio da parte del reparto R&D alla fine degli anni '80, quando lo stabilimento era ancora di proprietà ENI, tramite la controllata Nuovo Pignone, ed è composto da una turbina a gas monoalbero modello PGT5 di costruzione Nuovo Pignone, una turbina a vapore modello NG25/20 ed un generatore di costruzione Ansaldo modello GSCB800Y4.

La costruzione degli scambiatori di calore fu affidata allo stabilimento Nuovo Pignone di Vibo Valentia. La potenza elettrica totale è di circa 6,5 MW con un rendimento del 31,5%.

3.1.1 TU/GAS – PGT5.

- Turbina a gas di costruzione Pignone (come dice l'acronimo PGT: Pignone Gas Turbine) di potenza nominale 5 MW all'albero. Il flusso massico è di circa 25 kg/s e lo scarico avviene alla temperatura di 543°C. Rendimento rilevato 26,2%. La macchina è progettata per



lavorare alla velocità di 11600 rpm, si necessita quindi di un gruppo riduttore per accoppiare la turbina al generatore.

### 3.1.2 TU/VA – NG25/20

- Turbina a vapore a contropressione, potenza massima 2,5 MW con portata di vapore (50 bar, 450°C) di 6,944 kg/s, tipicamente utilizzata per una potenza all'albero di 1,5 MW (portata 10,15 t/h). Lo scarico avviene a 1 bar(a) e 101°C per evitare l'erosione delle palette di bassa pressione, e limitare quindi i costi di manutenzione. Il rendimento rilevato è del 20,9%. La macchina lavora alla velocità di 3000 rpm, non necessitando di particolari accorgimenti per l'accoppiamento al generatore.

### 3.1.3 HRSG – E1

## ESEMPIO DI RECUPERO CALORE ESISTENTE DA IMPIANTO DI COMPRESSIONE DEL GAS NATURALE:

Heat Recovery Steam Generator: generatore di vapore a recupero di calore. Genera vapore riscaldando l'acqua con il calore degli scarichi della turbina a gas. I gas di scarico entrano a 543°C ed escono a 218°C, l'acqua subisce un salto entalpico di 2845 J/g (da 90°C e 70 bar a 450°C e 50 bar). Il rendimento rilevato è dell' 87,4%.

#### Fonti:

- [http://www.web.ing.unipi.it/didattica/gestionale/descrizione\\_lt](http://www.web.ing.unipi.it/didattica/gestionale/descrizione_lt)
- Analisi del bilancio energetico di uno stabilimento industriale e sintesi di interventi migliorativi Università di Pisa Facoltà di Ingegneria Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale.

**TORNA ALL'INDICE**

## **ATTIVITA' DI RACCOLTA, SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI [ATECO 38]**

Si riporta un elenco (Tabella 6), derivato dal rapporto ISPRA 2008, di impianti in Piemonte, Lombardia e Veneto per lo smaltimento di rifiuti di legno, carta e affini che trattano oltre 7000t/a di rifiuti. Tale categoria a livello italiano rappresenta circa la metà dei rifiuti speciali non pericolosi. Gli impianti sono di varie tecnologie, in prevalenza forni rotanti; si tratta di impianti particolari nei quali la distruzione del prodotto da smaltire ed il controllo dei prodotti della combustione hanno la priorità sugli aspetti energetici, alcuni lavorano a batch altri in continua con possibili problemi di continuità del calore.

Lo scambiatore per l'ORC dovrebbe inserirsi nel circuito di raffreddamento dei fumi con attenzione ai problemi di corrosione per la possibile presenza di cloro ed ai vincoli di temperatura delle batterie di trattamento catalitico degli effluenti. Sulla base di queste considerazioni si ritiene che sia necessaria una verifica puntuale per tipo di impianto e per tipo di rifiuto per poter valutare le potenzialità di applicazione. A titolo di esempio i primi due impianti dell'elenco, contraddistinti dall'asterisco, generano anche energia elettrica con potenza nominale rispettivamente di 7,5 e 6 MWe; il secondo ha una potenza installata inferiore, pur trattando una quantità doppia di rifiuti.

<b>Regione</b>	<b>Prov</b>	<b>Comune</b>	<b>Rifiuti totali trattati [t]</b>
Piemonte	CN	Verzuolo	77165*
Lombardia	MN	Sustinente	152918*
Lombardia	PV	Mortara	78177
Lombardia	MN	Viadana	77766
Lombardia	MN	Mantova	68394
Lombardia	MN	Borgoforte	62857
Lombardia	MN	Pomponesco	42553
Lombardia	PV	Cigognola	15777
Lombardia	BS	Montichiari	7396
Veneto	TV	Susegana	49059
Veneto	TV	Spresiano	10684
Veneto	TV	Riese Pio X	9568
Veneto	PD	Fontaniva	7454

Tabella 2: Impianti per lo smaltimento di rifiuti di legno, carta e affini in Piemonte, Lombardia e Veneto - Fonte ISPRA 2008

Fonti:

- [www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

## **Codice 38.2 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ED INCENERIMENTO DI RIFIUTI**

**IMPIANTI DI INCENERIMENTO PER RIFIUTI AD ELEVATO POTERE CALORIFICO (INDUSTRIALI e OSPEDALIERI):** Questi impianti sono generalmente utilizzati per l'incenerimento senza o con recupero energetico (termovalorizzazione) di una vasta gamma di rifiuti a p.c.i. medio e alto, tra cui residui tessili, scarti della lavorazione del legno, carta, cartone, materie plastiche e gomme, resine, pneumatici, residui della lavorazione del tabacco e di altre lavorazioni agricole, oltre che di rifiuti ospedalieri e cimiteriali. La gamma di produzione comprende forni di tipo discontinuo o continuo, con camera di combustione statica o rotante. Le capacità distruttive vanno da pochi chilogrammi per ciclo fino ad oltre 1000 kg/ora. Per ottenere queste prestazioni, i modelli di maggiori dimensioni possono essere in genere equipaggiati con un dispositivo elettroidraulico di carico, che consente l'introduzione di rifiuto in camera di combustione anche durante il funzionamento ed aumenta così la capacità distruttiva giornaliera dell'impianto.

Secondo le specifiche esigenze e le norme ambientali in vigore, tutti i forni possono essere completati con sistemi di trattamento dei fumi per l'abbattimento delle emissioni inquinanti, al fine di conseguire il totale rispetto dei limiti di volta in volta imposti dalle normative ambientali nazionali e internazionali.

Anche quando ciò non sia espressamente previsto dalle stesse norme di cui sopra, essi possono essere inoltre equipaggiati con sistemi di recupero del calore per la produzione di vapore o di acqua calda o per il riscaldamento di olio diatermico. Grazie all'adozione di un postcombustore opportunamente dimensionato a norma e di un sistema di rilevazione e registrazione in continuo dell'ossigeno libero, della temperatura e degli altri inquinanti previsti, l'affidabilità e le prestazioni ambientali di questi impianti si collocano ai massimi livelli. Lo schema classico di questi impianti prevede solitamente una sezione di alimentazione e carico rifiuti, una camera di combustione primaria, un dispositivo meccanico di evacuazione delle scorie, una camera di postcombustione, un sistema di recupero del calore prodotto (di vario tipo secondo le esigenze del Cliente) ed infine un sistema per il trattamento di depurazione dei fumi. Comunque sia la realizzazione è fatta nel totale rispetto delle normative vigenti.

La camera di combustione rotante è servita da un sistema di caricamento automatico, controllato in funzione della temperatura della camera stessa e realizzato con diverse possibili modalità alternative in funzione delle specifiche esigenze.

Lo scarico delle scorie di combustione avviene in continuo, mediante un dispositivo a cassetto comandato idraulicamente che periodicamente consente il passaggio delle ceneri ad una navetta sottostante che viene a sua volta sollevata e ribaltata in un contenitore finale scarrabile.

In sommità al postcombustore - che è dimensionato per assicurare ai fumi in transito un tempo di permanenza non inferiore a 2 secondi alla temperatura minima di 850°C o di 1100°C secondo le caratteristiche del rifiuto, con una concentrazione di ossigeno libero non inferiore al 6% - è montato un camino d'emergenza con valvola di sicurezza a clapet in grado di aprirsi automaticamente in situazioni d'emergenza e in mancanza d'energia elettrica. Nel corpo del clapet è ricavato un portello di sicurezza antiscoppio.

L'impianto è dotato di bruciatori pilota per la camera primaria e per la camera di postcombustione. Questi assicurano sia il mantenimento della temperatura di regime sia il suo raggiungimento in fase di preriscaldamento, rapidamente e partendo da temperatura ambiente.

Un sistema integrato di sonde di rilevazione in continuo delle temperature e dell'ossigeno nelle camere, di microprocessori di controllo e di attuatori elettromeccanici per le valvole di modulazione dell'aria comburente, consente il totale controllo del processo di incenerimento, in modo da mantenere portata e temperatura dei fumi nei valori di progetto e nel rispetto delle normative specifiche.

Il recupero energetico, che deve essere necessariamente previsto per legge nella stragrande maggioranza dei casi, mette peraltro a disposizione dei possibili utilizzi un'ingente quantità di calore. Ove non interessi o non debba essere necessariamente previsto il recupero energetico, il raffreddamento dei fumi dovrà essere comunque effettuato ed in tal caso dovrà essere adottato un adeguato sistema di dissipazione.

Per la neutralizzazione dei fumi, in particolare per l'abbattimento di HCl e SO<sub>2</sub>, è previsto l'utilizzo di Na(HCO<sub>3</sub>), bicarbonato di sodio addizionato con carboni attivi, secondo il collaudato processo a secco "Neutrec" che consente, rispetto ai più tradizionali sistemi a base di idrato di calcio Ca(OH)<sub>2</sub> o Na(OH) nei sistemi ad umido, un rendimento di captazione fino al 99,9 %), tale da far rientrare le emissioni nei più restrittivi limiti imposti a livello nazionale ed internazionale.

**IMPIANTI ESSICCAZIONE SANGUE/SOTTOPRODOTTI ORGANICI:** Gli impianti di essiccazione ad alte prestazioni sono stati messi a punto per risolvere in modo razionale ed economico il problema del trattamento di rifiuti altamente inquinanti e di difficile e costoso smaltimento. Tali essiccatoi sono studiati ai fini di una migliore efficienza termica ed allo scopo di trattare il fluido da essiccare in vena d'aria calda pulita senza venire in contatto con la fiamma o i

fumi di processo. Anche in questo caso il principio di funzionamento si basa sulla rotazione della camera di essiccazione nella quale viene introdotto in continuo il materiale da trattare. La miscelazione e l'avanzamento del materiale nel cilindro si ottengono tramite un esclusivo sistema brevettato a gabbia rotante mentre un flusso di aria calda in equicorrente col prodotto effettua l'essiccazione. L'intero sistema è autopulente e la rotazione della gabbia viene ottenuta mediante la rotazione del cilindro essiccatore. La frantumazione avviene nell'ultimo tratto della camera di essiccazione mediante un'opportuna sagomatura della parte terminale della gabbia. Il prodotto frantumato entra poi nella camera di essiccazione secondaria dove viene fatto avanzare tramite un secondo sistema a gabbia verso la bocca di uscita. Anche qui il flusso di aria calda provvede ad ultimare il processo di essiccazione. La miscela formata dall'aria di essiccazione e dal vapore via via prodotto dal materiale lungo il suo percorso all'interno dell'essiccatore viene invece avviata prima ad un ciclone depolveratore e poi, alla camera di termodepurazione per la completa ossidazione delle sostanze organiche.

Raffreddatasi quindi a circa 400°C nell'attraversamento dello scambiatore di calore, la miscela gassosa esausta viene finalmente immessa in un'intercapedine esterna alla camera di essiccazione, fornendo ulteriore calore al prodotto da essiccare attraverso la parete metallica della camera stessa.

Usciti definitivamente anche dall'intercapedine alla temperatura di circa 200° ÷ 220°C, la miscela è immessa nel camino di evacuazione e dispersa in atmosfera sfruttando la propulsione di un aspiratore fumi posto in coda all'intero percorso. I vantaggi di questi sistemi rispetto al corrispondente sistema a fiamma diretta sono i seguenti:

- L'essiccazione avviene tramite trattamento in vena d'aria pulita preriscaldata senza che il prodotto da essiccare venga a contatto con la fiamma o i fumi del combustibile impiegato per il processo.
- È possibile limitare e modulare a piacere la temperatura dell'aria di processo riducendo lo shock termico sui prodotti da essiccare.
- Termodepurazione spinta in regime di forte turbolenza dei vapori esausti uscenti dalle camere di essiccazione al fine di eliminare eventuali esalazioni maleodoranti.
- Autorecuperato interno al sistema del calore fornito a supporto della termodepurazione quale fonte energetica per il riscaldamento dell'aria di processo.

**IMPIANTI DI RECUPERO ENERGETICO:** Questi dispositivi utilizzano la quantità di calore contenuto nei gas di combustione per ottenere la valorizzazione energetica dei rifiuti.

A seconda delle specifiche esigenze, il calore messo a disposizione da un impianto di incenerimento può essere così utilizzato per produrre acqua calda, acqua surriscaldata, vapore ad alta o bassa

pressione o per riscaldare olio diatermico. Possono sia integrare che sostituire le prestazioni di una tradizionale caldaia funzionante con combustibili convenzionali. Se si pensa che il costo di questi ultimi è in costante aumento, si può ben capire che il recupero del calore dai fumi dell'incenerimento, oltre ad essere condizione necessaria per soddisfare le prescrizioni di legge vigenti, diventa effettivamente un elemento determinante per la riduzione dei costi di gestione. Non è raro, infatti, il caso in cui il costo dell'investimento iniziale possa essere ammortizzato in un lasso di tempo relativamente breve. I diversi modelli in produzione vengono forniti completi dei dispositivi e delle tecnologie adatti a una loro piena funzionalità.

Fonti:

– [http://www.ciroldi.it/it/spa/forni\\_rcm.html](http://www.ciroldi.it/it/spa/forni_rcm.html)

[TORNA ALL'INDICE](#)

## APPLICAZIONE DI MOTORI A BIOGAS – FANGHI DI DIGESTIONE [ATECO 38]

Si tratta di digestori anaerobici nei quali fermentano miscele di effluenti degli allevamenti, biomasse provenienti da colture e potenzialmente anche da reflui dell'industria agro alimentare e del ciclo delle acque, il loro numero è in forte crescita superiore ai 250, considerando anche gli impianti che non prendono (più) incentivi.

Con le regole degli incentivi attuali si realizzano impianti con produzione di biogas tale da alimentare motori a ciclo Otto, con potenza <1 MWe per la tariffa omnicomprensiva, parametro questo che si adatta alla nostra agricoltura con prevalenza di piccole aziende; il calore dei gas di scarico ha potenze paragonabili, troppo basse per gli scopi del progetto.

Sono comunque oggi in funzione e incentivati dal GSE impianti di potenza superiore a 1 MWe per circa 50MWe in totale, ma solo 3 superano i 3MWe (Tabella 4). Tra gli impianti qualificati a progetto per circa 36MWe solo 1 supera i 3MWe.

Regione	Provincia	MWe
Lombardia	Bergamo	7,92
Piemonte	Torino	5,64
Piemonte	Torino	3,05
Piemonte	Padova	2,48
Lombardia	Brescia	2,31
Emilia Romagna	Ravenna	2,13
Emilia Romagna	Bologna	2,04
Lazio	Frosinone	1,67
Emilia Romagna	Bologna	1,42
Lombardia	Pavia	1,4
Emilia Romagna	Modena	1,3
Piemonte	Alessandria	1,19
Lombardia	Cremona	1,18
Lombardia	Milano	1,14
Veneto	Vicenza	1,12
Marche	Macerata	1,07
Emilia Romagna	Parma	1,06
Lombardia	Brescia	1,06
Piemonte	Alessandria	1,06
Piemonte	Torino	1,06
Veneto	Padova	1,06
Veneto	Venezia	1,06
Lombardia	Milano	1,04
Lombardia	Varese	1,04
Friuli	Udine	1,03
Lombardia	Cremona	1,03
Lombardia	Mantova	1,03
Lombardia	Brescia	1,02
Lombardia	Mantova	1,02

Tabella 3: Impianti in esercizio al 30/6/09 a biogas di potenza superiore a 1MWe - Fonte GSE

Diverso è il caso degli impianti che recuperano gas dalle discariche di rifiuti urbani, ove la potenza, anche se suddivisa in più motori, è legata alla dimensione delle discariche. Esistono già impianti di recupero con integrazione di motori a ciclo Otto e cicli ORC sullo scarico termico dei primi.

Gli impianti di potenza superiore a 1MWe censiti dal GSE (Tabella 5) sono circa 80 per una potenza totale di circa 190MWe mentre quelli intorno ai 3MWe sono una ventina.

Degli impianti a progetto, solo 2 hanno potenza superiore ai 3MWe.

Regione	Provincia	MWe	Regione	Provincia	MWe
Piemonte	Torino	8,5	Sardegna	Cagliari	1,87
Lombardia	Milano	6,6	Lombardia	Milano	1,86
Campania	Napoli	6,39	Trentino Alto Adige	Trento	1,72
Sicilia	Palermo	6,29	Marche	Ancona	1,7
Liguria	Genova	5,65	Campania	Caserta	1,67
Piemonte	Torino	5,6	Emilia Romagna	Modena	1,67
Lazio	Roma	5,4	Lombardia	Cremona	1,67
Sicilia	Palermo	5,24	Piemonte	Cuneo	1,67
Lazio	Roma	5,2	Veneto	Venezia	1,67
Lazio	Roma	5,15	Veneto	Padova	1,65
Liguria	Savona	4,34	Lombardia	Milano	1,64
Lombardia	Varese	4,16	Veneto	Treviso	1,64
Lazio	Roma	3,75	Puglia	Brindisi	1,56
Lazio	Roma	3,51	Lombardia	Cremona	1,52
Emilia Romagna	Reggio	3,5	Lombardia	Varese	1,5
Sicilia	Messina	3,19	Piemonte	Cuneo	1,46
Toscana	Firenze	3	Veneto	Padova	1,42
Lombardia	Varese	2,88	Toscana	Pistoia	1,35
Liguria	Genova	2,83	Marche	Macerata	1,32
Toscana	Livorno	2,74	Toscana	Pisa	1,3
Sardegna	Campidano	2,71	Lazio	Roma	1,26
Campania	Napoli	2,7	Lombardia	Brescia	1,25
Lombardia	Pavia	2,4	Piemonte	Cuneo	1,24
Piemonte	Novara	2,39	Umbria	Perugia	1,2
Emilia Romagna	Bologna	2,37	Emilia Romagna	Forlì	1,15
Emilia Romagna	Bologna	2,3	Calabria	Catanzaro	1,1
Piemonte	Torino	2,17	Emilia Romagna	Modena	1,1
Abruzzo	Pescara	2,13	Emilia Romagna	Reggio	1,1
Emilia Romagna	Bologna	2,13	Lazio	Latina	1,1
Marche	Ancona	2,13	Lazio	Roma	1,1
Marche	Ancona	2,13	Puglia	Lecce	1,09
Puglia	Taranto	2,13	Campania	Napoli	1,07
Campania	Salerno	2,1	Puglia	Foggia	1,07
Marche	Pesaro/Urbino	2,03	Puglia	Taranto	1,07
Lombardia	Brescia	2	Toscana	Grosseto	1,07
Veneto	Verona	2	Liguria	Savona	1,06
Emilia Romagna	Forlì	1,95	Marche	Ancona	1,05
Lazio	Viterbo	1,9	Puglia	Bari	1,05
Marche	Fermo	1,88	Calabria	Catanzaro	1,02

Tabella 4: Impianti in esercizio al 30/6/09 a gas di discarica di potenza superiore a 1MWe - Fonte GSE





Fonti:

– [www.gse.it](http://www.gse.it)

[TORNA ALL'INDICE](#)



## **MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA IMPIEGANTI BIOLIQUIDI DA FONTI RINNOVABILI E FONTI FOSSILI [ATECO 35]**

Negli impianti che utilizzano motori a combustione interna (MCI) si possono distinguere due diverse fonti di calore adatte all'applicazione di un sistema ORC:

- Gas esausti in uscita dal motore;
- Acqua per il raffreddamento del motore (acqua camicie).

Sicuramente il recupero calore dai gas di scarico presenta potenzialità superiori in seguito alle più elevate temperature, ma è importante considerare anche il recupero calore dall'acqua delle camicie in quanto la tecnologia ORC è in generale la soluzione tecnologica più conforme per tale applicazione.

Lo studio dell'applicazione di ORC per il recupero calore da MCI è sicuramente di grande interesse poiché gli impianti per la generazione elettrica basati su MCI hanno generalmente taglie contenute e quindi la tecnologia ORC risulta la più adatta per il recupero di calore.

Va inoltre sottolineato che le incentivazioni per la generazione elettrica da fonti rinnovabili, attraverso la tariffa onnicomprensiva (per potenze <1 MWe) o i certificati verdi, non prevede valori diversi a seconda del tipo di biomassa (solida, liquida o gassosa) ma solo per provenienza (filiera corta) o tracciabilità, per cui superata la prima fase nella quale ci si era concentrati sulle biomasse solide (sminuzzate o cippate), ora l'attenzione si sta spostando sulle tecnologie più efficienti e con la logistica più semplice in particolare su motori diesel alimentati ad oli vegetali e grassi animali. Olio di colza per cominciare per passare poi all'olio di palma, (solido alle nostre temperature) e si spera anche all'olio di jatropha da colture di terreni marginali, quindi non in alternativa con le colture alimentari.

Per dare un'idea del mercato, al GSE risultavano in funzione (e quindi incentivati con certificati verdi o tariffa onnicomprensiva), realizzati tra gennaio 2008 e giugno 2009 67 impianti per circa 500 MWe ed in corso di realizzazione altri 1500 MWe. Si tratta quindi di un mercato potenziale molto rilevante. Si riportano nel seguito gli impianti di taglie superiori a 1MWe entrati in esercizio tra gennaio 2008 e giugno 2009 (Tabella 2) e quelli qualificati a progetto al 30 giugno 2009 (Tabella 3). In entrambi i casi gli impianti di potenza superiore a 3MWe sono la maggioranza.

<b>Impianti qualificati in esercizio &gt;1MWe</b>		
<b>Regione</b>	<b>Provincia</b>	<b>MWe</b>
Campania	Napoli	76,58
Emilia Romagna	Ravenna	58,25
Puglia	Bari	51
Sardegna	Nuoro	36,5
Puglia	Bari	34,15
Emilia Romagna	Ravenna	34
Puglia	Bari	34
Basilicata	Matera	25,6
Puglia	Bari	24,84
Toscana	Livorno	24,77
Puglia	Bari	17
Puglia	Bari	13,07
Puglia	Bari	13
Trentino Alto Adige	Bolzano	10,1
Campania	Salemo	8,79
Lombardia	Pavia	8,69
Trentino Alto Adige	Bolzano	7,45
Emilia Romagna	Ravenna	7,2
Lombardia	Brescia	7,12
Toscana	Lucca	6
Veneto	Vicenza	5,2
Veneto	Padova	4
Sardegna	Agrigento	3,92
Piemonte	Alessandria	3
Umbria	Perugia	2,8
Lombardia	Brescia	2,74
Lombardia	Cremona	1,62
Piemonte	Torino	1,36

*Tabella 5: Impianti in esercizio al 30/6/09 alimentati a bioliquidi di potenza superiore a 1MWe - Fonte GSE*

Fonti:

– [www.gse.it](http://www.gse.it)

**TORNA ALL'INDICE**