



**Proposte di Confindustria  
per il Piano Straordinario di  
EFFICIENZA ENERGETICA 2010**

*Task Force Efficienza Energetica  
Comitato Tecnico Energia e Mercato*

**ALLEGATO TECNICO SUI SETTORI INDUSTRIALI**

Coordinamento del lavoro:

**Massimo Beccarello Alessandro Clerici, Massimo Gallanti, Sara Rosati**

Il documento è stato elaborato con la collaborazione ed il supporto scientifico di:



## Sommario

<b>1. Trasporti .....</b>	<b>7</b>
1.1 Premessa.....	7
1.2 Calcolo delle emissioni di CO2 a oggi e per scenari BAU e BAT .....	8
1.3 Effetto sulle emissioni ed i consumi di introduzione di ulteriori miglioramenti dell'efficienza dei veicoli e supporto all'introduzione di veicolo efficienti .....	9
1.4 Sviluppo ed introduzione di ulteriori tecnologie per il risparmio energetico e attuazione di un approccio sistemico che include sia misure infrastrutturali che di educazione e informazione per un uso migliore del veicolo .....	12
1.5 Riduzione complessiva delle emissioni di CO2 e dei consumi .....	13
1.6 Bilancio complessivo degli interventi a livello di Sistema Paese .....	14
<b>2. Motori elettrici e inverters .....</b>	<b>27</b>
2.1 Introduzione .....	27
2.2 Scenari di incentivazione.....	28
2.2.1 Scenario BAU al 2020.....	28
2.2.2 Situazione BAU + incentivi "soft" al 2020 .....	30
2.2.3 Situazione BAU + incentivi "strong" al 2020 .....	31
2.2.4 Situazione BAU + incentivi "extra strong" al 2020 .....	32
2.3 Adozione politica di incentivazione inverter negli scenari considerati .....	35
2.4 Conclusioni .....	36
<b>3. Illuminazione .....</b>	<b>37</b>
3.1 Illuminazione efficiente nell'industria, nel terziario e nella pubblica.....	37
3.2 Identificazione e segmentazione del business .....	38
3.3 Andamento dell'attività .....	42
3.4 Scenario BAU .....	44
3.5 Scenario BAT .....	46
3.6 Obiettivi .....	47
<b>4. Riqualificazione energetica edilizia .....</b>	<b>48</b>
4.1 Terziario.....	48
4.1.1 Consumo energetico attuale.....	49
4.1.2 Potenziale di Efficientamento Energetico .....	50
4.1.3 Criticità da risolvere .....	52
4.1.4 Analisi di dettaglio.....	57
4.2 Settore residenziale .....	79

4.3 La plastica in edilizia: isolamento termico e serramenti .....	81
4.3.1 Introduzione.....	81
4.3.2 Poliuretani .....	84
4.3.3 Polistireni.....	89
4.3.4 Risparmio energetico e riduzione delle emissioni di CO <sub>2</sub> in Italia .....	92
4.3.5 Isolanti plastici e edilizia sostenibile .....	94
4.3.6 Serramenti – le pareti trasparenti di un edificio .....	96
<b>5. Impianti di climatizzazione con pompa di calore a ciclo annuale</b>	<b>101</b>
5.1 La tecnologia dei sistemi con pompa di calore.....	101
5.2 Il mercato della climatizzazione nel residenziale.....	102
5.2.1 Tipologia interventi .....	104
5.2.2 scenari di sviluppo del mercato dei sistemi a pompa di calore a ciclo annuale .....	106
5.3 Analisi di profittabilità dell'investimento .....	109
5.4 Azioni a sostegno.....	116
5.5 Conclusioni .....	118
<b>6.Caldaie a condensazione.....</b>	<b>121</b>
6.1 Stato dell'arte al 2005 .....	121
6.2 Scenario Business as Usual al 2020.....	122
6.3 Scenario EuP al 2020 .....	124
6.4 Scenario Best Available Technology al 2020 .....	126
6.5 Scenario Full Best Available Technology al 2020 .....	129
6.6 Analisi dei costi e benefici .....	131
6.7 Conclusioni e proposte.....	136
<b>7. Condizionamento portatile, Riscaldamento acqua calda sanitaria, Caminetti e Sfufe a Biomasse .....</b>	<b>141</b>
7.1 Condizionamento portatile .....	141
7.2 Acqua calda sanitaria.....	146
7.3 Caminetti e stufe a biomassa.....	155
7.4 Strumenti di orientamento del mercato .....	160
<b>8. Apparecchi domestici e professionali: refrigerazione, lavaggio e cottura.....</b>	<b>161</b>
8.1 Frigoriferi, congelatori, lavatrici, lavastoviglie, forni.....	161

8.1.1 I consumi energetici e gli scenari previsionali.....	162
8.1.2 Considerazioni per il raggiungimento degli obiettivi europei del “20-20-20”	164
8.1.3 Considerazioni sulle ricadute positive dell’incentivazione delle apparecchiature efficienti.....	166
8.2 Il settore dell’ospitalità professionale.....	169
8.2.1 I consumi energetici e gli scenari revisionali.....	170
8.2.2 Considerazioni per il raggiungimento degli obiettivi europei del “20-20-20”	173
<i>ALLEGATO AI CAPITOLI 7 e 8: .....</i>	<i>174</i>
<i>Strumenti di orientamento del mercato per il settore domestico e professionale .....</i>	<i>174</i>

## **9. Cogenerazione/Trigenerazione e recuperi termici nei settori**

### **industriale, terziario, residenziale e agricoltura..... 177**

9.1 Premessa .....	177
9.2 Executive Summary .....	178
9.2.1 Cogenerazione/Trigenerazione .....	178
9.2.2 Recuperi termici.....	179
9.3 Impianti di potenza elettrica maggiore di 1 MW.....	180
9.3.1 Elaborazione dello scenario di sviluppo .....	182
9.3.2 Situazione riferimento (anno 2007) .....	183
9.3.3 Effetti dei contributi proposti e valutazione costo/beneficio .....	184
9.3.4 Meccanismi di incentivazione.....	186
9.4 Piccola e micro cogenerazione .....	187
9.4.1 Criteri per l’elaborazione dello scenario di sviluppo .....	188
9.4.2 Situazione di riferimento (anno 2007) .....	190
9.4.3 Effetti dei contributi proposti e valutazione costo/beneficio .....	191
9.4.4 Meccanismi di incentivazione.....	193
9.5 Recuperi Termici .....	194
9.5.1 Introduzione.....	194
9.5.2 Esempi di recupero termico nel settore industriale.....	195
9.5.3 Conclusioni.....	197
9.6 Appendice .....	198
9.6.1 Sintesi.....	198
9.6.3 Sistemi d’incentivazione .....	200

### **10.2 UPS ad alta efficienza ..... 205**

10.3 Risultati della simulazione.....	205
10.4 Entità degli incentivi e costi .....	207

### **11. Infrastrutture e Reti..... 208**

11.1 Rifasamento.....	208
11.1.1 Riduzione delle perdite mediante il rifasamento .....	208
11.1.2 Costi .....	209
11.1.3 Nota conclusiva .....	213
11.2 Standardizzazione dei livelli di tensione sulle reti di distribuzione in Media	
Tensione .....	213
11.2.1 Stima dei benefici economici .....	214
11.3 Plastica e Tubazioni .....	215
11.3.1 Vantaggi dei tubi in materiale plastico .....	217
11.3.2 Efficienza nei costi.....	217
11.3.3 Applicazione dei tubi in materiale plastico nelle reti idriche, fognarie e nel trasporto di Gas.....	218
11.4 Sistema di trasporto di Gas.....	220
11.5 Distribuzione Gas – Dati di settore.....	222

cogenerazione ad alto rendimento, ed a strumenti di incentivazione già in essere, quali, ad esempio, i Titoli di Efficienza Energetica  
In termini quantitativi l'incentivo è stato ipotizzato dell'ordine di 1,2 c€/kWh, come descritto dalle valutazioni precedenti.

**La modalità d'incentivazione potrebbe essere:**

- **il prolungamento della durata degli incentivi, piu' congrua con l'effettiva vita utile degli impianti, come peraltro dichiarato nella L.99/2009;**
- **un coefficiente moltiplicativo per i TEE derivanti da interventi complessi, quali la cogenerazione.**
- **Ritiro e valore minimo di ritiro dei TEE prodotti dalla Cogenerazione ad Alto Rendimento**

**Tali ipotesi sono state già affrontate, trovando una disponibilità, con il Ministero dello Sviluppo economico.**

In appendice si trovano degli approfondimenti a tal riguardo anche con un caso applicativo, oltre a modelli puramente teorici e solo descrittivi, senza alcuna valenza applicativa, di diversi meccanismi di incentivazione.

## **9.5 Recuperi Termici**

### **9.5.1 Introduzione**

Una corretta decisione di realizzazione di interventi di recupero termico parte da un'attenta valutazione dell'effettivo potenziale concretizzabile su un determinato processo industriale; a tal fine risulta importante uno specifico bilancio energetico preliminare, atto ad individuare eventuali inefficienze e relativi interventi di miglioramento.

D'altra parte, una complicazione risiede nella molteplicità dei processi industriali stessi, per cui l'analisi deve necessariamente essere dedicata allo specifico impianto/processo. Interventi tecnologici di questo tipo nel settore industriale, che consentono un risparmio di energia negli usi finali, vengono ad oggi incentivati con i Titoli di Efficienza Energetica (TEE) previa approvazione di un opportuna Proposta di Progetto e di Programma di Misura e la conseguente "misura" dei risparmi energetici conseguiti. Ciò porta alla necessità di dover monitorare con adeguati sistemi di misura e di calcolo i risparmi energetici stessi.

Trovandoci di fronte ad un'applicazione tecnologica non standardizzabile, ne consegue che anche il risparmio energetico da essa derivante non può essere valutato con sistemi di misura e di calcolo standardizzati ma dovranno essere sviluppati "ad hoc" per ogni specifica applicazione.

Ciò, inevitabilmente, si traduce in un aggravio degli oneri di installazione e di gestione di tale tecnologia che, specie per interventi di entità modesta, può risultare fortemente penalizzante e, spesso, può tradursi nella rinuncia dei TEE, se non anche all'effettuazione dell'intervento di ottimizzazione energetica stesso.

Si riporta un progetto pilota avviato a Brescia nel 2008, unico a livello nazionale, che prevede come target specifico le aziende altamente energivore (**cementifici, industrie del vetro, siderurgie, alluminio e non ferrosi, trattamenti termici, industria chimica, raffinerie oil&gas, agroindustria, tessile, cartario**). Il progetto H-REII –

Heat Recovery in Energy Intensive Industries ([www.h-reii.eu](http://www.h-reii.eu)), in partnership tra (AIB) Associazione Industriale Bresciana, CSMT (Centro Servizi Multisetoriale e Tecnologico) di Brescia, FIRE, Provincia di Brescia e Turboden, mira alla **mappatura e alla successiva realizzazione di impianti di recupero degli effluenti in aziende energivore mediante tecnologia ORC (Organic Rankine Cycle) con range di potenze identificabili di taglia compresa tra 0,2 MWel e 5 MWel.**

La tecnologia ORC rappresenta infatti una soluzione per applicazioni di recupero calore grazie ai vantaggi intrinseci quali semplicità nelle procedure di avviamento, funzionamento automatico e continuo, minima richiesta di manutenzione, elevatissima affidabilità e soprattutto funzionamento a carico parziale fino al 10% della potenza nominale con alta efficienza. Le applicazioni ORC in ambito recupero degli effluenti non prevedono inoltre un ridisegno radicale del processo produttivo, ma una semplice opportunità di integrazione con recupero energetico.

I risultati ottenuti ad oggi sono relativi a 3 settori oggetto di approfondite investigazioni sul campo, nei quali sono possibili interventi in tempi ridotti e stime molto attendibili sulle potenzialità di recupero:

- **industria del vetro, cementifici, siderurgia (forni di riscaldamento)**
- i rimanenti settori sono in fase di investigazione

Si evidenzia che la stima, ritenuta di carattere prudenziale, relativa ai 3 settori investigati nel dettaglio, rileva un **potenziale di circa 500 GWhel/annui di energia elettrica risparmiabili** (circa 93.000 tep/annui) e **oltre 0,3 Milioni di ton di CO<sub>2</sub> /annue evitate**; è possibile affermare che complessivamente **il settore dei recuperi termici sia stimabile in almeno 4/5 volte tale valore per il solo territorio nazionale**

### ***9.5.2 Esempi di recupero termico nel settore industriale***

#### **Recupero di effluenti nell'industria del vetro**

La produzione del vetro si divide in due macro settori:

- Produzione vetro piano
- Produzione vetro cavo

I gas esausti provenienti dal forno di fusione dei due processi di produzione hanno caratteristiche diverse legate soprattutto alla materia prima e al tipo di combustibile utilizzato per alimentare il forno di fusione.

Il vetro piano richiede un livello di purezza superiore a quello richiesto dal 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 del gas (solo una minima parte della potenza termica contenuta in esso può essere utilizzata nel processo) e le limitazioni sulla minima temperatura di raffreddamento (circa 200-220 °C) permettono l'utilizzo di recupero di calore ad alta efficienza.

La richiesta di energia elettrica e termica per la produzione di una tonnellata di vetro (per impianti industriali) è stimata intorno a 1 - 1,5 MWh/t [ref: BATGlass].

Della totale energia fornita, mediamente ca. il 20 % è la frazione che viene persa nei gas di scarico. Da qui si stima che la frazione di sola energia elettrica recuperabile sia



nell'ordine dei 30 – 45 kWh per tonnellata di vetro prodotto. La produzione nazionale di vetro è stimabile in 1 Mt/anno di vetro piano, 3.8 Mt/anno di vetro cavo e ca. 0,5 Mt/anno di altri prodotti (filati, lane, cristalli, tubi, etc.).

### **Recupero di effluenti nell'industria del cemento**

Nel processo di produzione del cemento ci sono due possibili fonti di calore:

- 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 che lavora a circa 1.200°C sono utilizzati per essiccare e preriscaldare il crudo in entrata al forno mentre attraversa i cicloni.

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 e a disposizione per il recupero di calore è relativamente medio/bassa (solitamente 250-350°C).

Gli alti costi di investimento del recuperatore di calore dall'aria di raffreddamento del clinker sono causati dall'alto contenuto di polveri nel gas (nell'ordine dei 10-50 g/Nm<sup>3</sup>) mentre nel recupero dai gas esausti del forno sono dovuti, oltre alla quantità di polveri, dalle 'sporcizie' causate dal tipo di combustibile utilizzato (olio combustibile denso, rifiuti solidi urbani, copertoni).

In Italia si stima che la produzione di clinker richieda in media circa 1,15 MWh/t di energia termica e circa 0,15 MWh/t di energia elettrica per tonnellata di clinker prodotto. [ref: BAT Cement].

Considerata una produzione di cemento di 47 Mt/anno e una produttività di energia da parte degli impianti a recupero che è stimata in 10-20 kWh per tonnellata di clinker prodotta, il potenziale di recupero per il solo panorama nazionale corrisponderebbe a quasi 1 TWh/anno di energia elettrica.

### **Recupero di effluenti nell'industria siderurgica**

L'analisi è relativa 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 siderurgico vero e proprio, che però ad oggi presenta problematiche tecnologiche rilevanti. Il processo analizzato 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.

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) (BREF Ferrous Metals Processing Industry). 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 sicuramente interessante. In questo tipo di 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, 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.

### **Recupero termico in forno fusorio – rame**

L'impianto è costituito da un forno fusorio del rame di tipo verticale con recuperatore sui prodotti della combustione atto al preriscaldamento dell'aria comburente (non in funzione) e da un sistema di preriscaldamento dell'aria comburente e del gas naturale alimentato a gas naturale, da un forno di attesa del rame fuso di tipo basculante e da un impianto di laminazione del rame al quale è asservita una caldaia per produzione di vapore.

#### *tipologia intervento*

Installazione "ex novo" di un recuperatore sui prodotti della combustione del forno fusorio atto al preriscaldamento dell'aria comburente dei bruciatori del forno stesso.

#### *vantaggi derivanti*

Riduzione dei fabbisogni energetici pari a circa 328 tep/anno.

### **Recupero termico in forno fusorio - alluminio**

L'impianto è costituito da due forni fusori dell'alluminio di tipo a bacino, da due forni di attesa dell'alluminio fuso di tipo basculante, da un essiccatoio di tipo rotante per l'essiccazione del rottame e da un post-combustore asservito all'essiccatoio atto all'abbattimento degli oli lubrificanti presenti nei prodotti della combustione dell'essiccatoio stesso.

#### *tipologia intervento*

Installazione di uno scambiatore di calore sui prodotti della combustione del post-combustore atto al preriscaldamento dell'aria comburente dell'essiccatoio ed utilizzo dell'aria di raffreddamento della suola di uno dei forni fusori come aria comburente dello stesso.

#### *vantaggi derivanti*

Riduzione dei fabbisogni energetici pari a circa 92 tep/anno

### **9.5.3 Conclusioni**

Il dato riepilogativo, da ritenersi **fortemente prudenziale**, riferito alla sola produzione elettrica, è relativo ai **3 settori investigati** (il siderurgico inoltre è limitato ai forni di riscaldamento) **dei 10 potenziali**.

La realizzazione o meno del sistema di recupero esula da considerazioni BAU. Ad oggi le motivazioni legate alla realizzazione di tali impianti è puramente di carattere economico, sebbene le motivazioni etico-ambientali e di comunicazione assumano aspetti sempre più rilevanti. Le investigazioni effettuate sul campo negli ultimi anni in aziende altamente energivore e le realizzazioni impiantistiche evidenziano elementi positivi e criticità di seguito riepilogati:

Elementi positivi:

- **i recuperi di effluenti di processo con tecnologia ORC sono tecnicamente realizzabili;**
- **le potenzialità di diffusione di questi sistemi di generazione distribuita di piccola taglia sono molto elevate** e replicabili in Europa e nel mondo;

- tra i settori investigati il **settore del cemento** per esperienze pregresse, **l'industria del vetro** ed il **siderurgico** offrono a brevissimo opportunità di recupero. Quest'ultimo in particolare, nei processi di preriscaldamento non prevede ostacoli tecnologici rilevanti;
- i **recuperi nei restanti settori altamente energivori**, da investigare più diffusamente, sono **molto promettenti** sulla base degli audit energetici effettuati grazie a soluzioni tecnologiche di **recupero efficienti a temperature di processo inferiori**

Criticità:

- i **Pay-back time sono spesso ritenuti dall'investitore industriale troppo lunghi (7-8 anni in media, in assenza di incentivazioni, sono ben oltre le aspettative dei 5 attesi)**. La valorizzazione degli attuali Titoli di Efficienza Energetica è ritenuta insufficiente;
- una sorta di **resistenza da parte del soggetto industriale ad accettare nel proprio layout produttivo extra-impianti** che, seppur minimamente interferenti con il processo, prevedono l'acquisizione di competenze specifiche.

In tal senso, le resistenze possono essere vinte con una puntuale azione di formazione/informazione e con la redazione di specifiche BAT. Fondamentale si ritiene essere però lo stimolo alla realizzazione delle prime applicazioni, che creerebbe un effetto volano sull'intero comparto.

L'adozione di specifiche misure riportate nella sezione dell'executive summary consentirebbe l'avvio di un settore con molteplici potenzialità :

- mediante la realizzazione di un numero limitato di installazioni è possibile ottenere benefici elevati;
- al momento l'Italia è leader in Europa nei sistemi ORC. Il consolidamento di una filiera italiana specializzata nell'heat recovery porrebbe le basi per una leadership globale;
- incremento dello sviluppo di attività di servizio al settore (E.S.Co).

## 9.6 Appendice

### 9.6.1 Sintesi

Viene riportata di seguito la tabella di sintesi relativa allo studio in oggetto: