



ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

DIPARTIMENTO ENERGIA

***INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE
ENERGETICA NELL'INDUSTRIA ITALIANA:
analisi delle ricadute energetico-ambientali***

Nino Di Franco^{*}

Stefano Faberi[°]

^{*} ENEA, Dipartimento Energia

[°] ISIS, Istituto di studio per l'informatica e i sistemi

RT/ERG/96/.....

***INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA
NELL'INDUSTRIA ITALIANA:
analisi delle ricadute energetico-ambientali***

Nel presente studio sono state analizzate le ricadute di una campagna di diagnosi energetiche condotta dall'ENEA su circa 600 piccole e medie aziende italiane.

Lo studio si è posto l'obiettivo di quantificare i risparmi globali di energia che l'industria nazionale conseguirebbe se realizzasse, a certi livelli di penetrazione, azioni di razionalizzazione energetica. Inoltre, sono state stilate le priorità di intervento individuando le iniziative più efficaci per ogni settore produttivo. Oltre ai risparmi energetici ed economici sono state infine evidenziate le positive ricadute ambientali che vengono indotte da un'attività "energy saving" in campo industriale.

I tempi di ritorno, anche ai bassi costi attuali dell'energia, risultano interessanti, variando intorno ai 2-3 anni per gli interventi più impegnativi, mentre vengono prospettati risparmi globali che vanno dai 6 agli 8 Mtep/anno (rispettivamente il 20 ed il 27% degli attuali consumi dell'industria italiana).

**ENERGY SAVING ACTIONS IN THE ITALIAN INDUSTRY:
an analysis on the energetic and environmental consequences**

In this work the consequences of an energetic diagnoses campaign, lead by ENEA in about 600 small-medium Italian factories, have been analysed. The goal of the study is to determine the amount of global energy saving that the national industry can achieve, and, in addition, to specify the most efficacious actions for every productive field. Besides economic and energetic savings, positive environmental consequences owing to energetic diagnoses have been considered.

Payback times, in spite of low present prices of energy, are interesting (about 2/3 years for the most important enterprises). Global energy savings have been calculated; they show an amount of about 6-8 Mtep per year, that corresponds to 20-27% of total energetic consumptions of Italian industry.

INDICE dei PARAGRAFI

PREMESSA	5
1 INTRODUZIONE E NOTA METODOLOGICA.....	7
1.1 DEFINIZIONE DI EFFICACIA DI UN INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO.....	7
1.2 L'IMPOSTAZIONE METODOLOGICA.....	8
1.2.1 <i>Il metodo per la determinazione dell'efficacia di un intervento di risparmio energetico.....</i>	<i>9</i>
2 ANALISI DEI DIVERSI SETTORI PRODUTTIVI IN TERMINI DI ENERGIA CONSUMATA, FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE, VULNERABILITÀ ENERGETICA, IMPATTO SULL'AMBIENTE	12
2.1 I CONSUMI ENERGETICI DELL'INDUSTRIA ITALIANA.	12
2.2 LA VULNERABILITÀ ENERGETICA DELL'INDUSTRIA ITALIANA.....	14
2.3 L'IMPATTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA ITALIANA.	15
2.3.1 <i>Le emissioni di CO₂.....</i>	<i>15</i>
2.3.2 <i>Le emissioni di No_x, So_x, COV.....</i>	<i>16</i>
2.4 ANDAMENTO STORICO DEI CONSUMI E DELLE INTENSITÀ ENERGETICHE.....	20
3 INDIVIDUAZIONE ED ANALISI DEGLI INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA	28
3.1 DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE DI RISPARMIO OTTENIBILE RISPETTO I CONSUMI ENERGETICI DI RIFERIMENTO PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO E SETTORE INDUSTRIALE.	28
3.1.1 <i>Considerazioni di carattere generale sui principali interventi VALOREN e stima delle corrispondenti quote di mercato.....</i>	<i>31</i>
3.1.2 <i>Determinazione delle percentuali di risparmio energetico per i settori trattati in VALOREN</i>	<i>41</i>
3.1.3 <i>Determinazione delle percentuali di risparmio energetico per i settori non trattati in VALOREN</i>	<i>44</i>
3.1.4 <i>Valutazione del tempo di ritorno degli investimenti per gli interventi VALOREN.....</i>	<i>48</i>
3.2 CALCOLO DEL RISPARMIO DI ENERGIA OTTENIBILE PER DIFFERENTI TASSI DI PENETRAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO	51

3.3 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEGLI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO SULLE EMISSIONI INQUINANTI.	54
3.3.1 <i>Gli Interventi VALOREN</i>	54
3.3.1 <i>Gli Interventi non VALOREN</i>	55
3.4 PROFILO ENERGETICO PER SETTORE.....	58
3.4.1 <i>Settore Alimentari e Tabacchi</i>	58
3.4.2 <i>Tessile e confezioni</i>	60
3.4.3 <i>Settore Cartario</i>	61
3.4.4 <i>Settore Chimica</i>	62
3.4.5 <i>Settore Petrolchimica</i>	64
3.4.6 <i>Materiali da costruzione</i>	65
3.4.7 <i>Settore Vetro e Ceramica</i>	66
3.4.8 <i>Settore Siderurgia</i>	68
3.4.9 <i>Materiali non ferrosi</i>	69
3.4.10 <i>Settore Meccanica</i>	69
3.4.11 <i>Altre manifatturiere</i>	71
3.4.12 <i>Settori Industria Estrattiva / Edilizia</i>	72
CONCLUSIONI	73
APPENDICE 1 - <i>Elenco branche industriali censite nella base dati VALOREN per codice ISTAT e relativa descrizione</i>	74
APPENDICE 2 - <i>Calcolo del consumo energetico al seguito dell'introduzione di una tecnologia di risparmio con un certo tasso di penetrazione</i>	76
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	77

INDICE delle TABELLE

TAB. 1-1	VALORI PERCENTUALI ENERGIA RISPARMIABILE PER TIPO DI INTERVENTO	10
TAB. 2-1	CONSUMI FINALI DI ENERGIA PER SETTORE IN KTEP, ANNO 1993[1]	12
TAB. 2-2	CONSUMI SPECIFICI PER SETTORE E FONTE, KTEP/INDICE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE PESATO, ANNO 1993	13
TAB. 2-3	PERCENTUALI DI DIPENDENZA ENERGETICA ALL'IMPORTAZIONE, DATI 1993	14
TAB. 2-4	CONSUMI FINALI DI ENERGIA AL NETTO DELLA PRODUZIONE INTERNA - KTEP ANNO 1993	15
TAB. 2-5	EMISSIONI TOTALI DI CO ₂ , MIGLIAIA DI TONNELLATE 1993	16
TAB. 2-6	CONSUMI FINALI PER FONTE E SETTORE INDUSTRIALE, 1985 E 1993, KTEP	17
TAB. 2-7	FATTORI DI EMISSIONE MEDI PER SORGENTI DIFFUSE, TON/KTEP	17
TAB. 2-8	EMISSIONI TOTALI PER SETTORE, ANNI 1985 E 1993 kTON	18
TAB. 2-9	VARIAZIONI PERCENTUALI DELLE EMISSIONI 1993-1985 PER SETTORE	18
TAB. 2-10	DATI ED ELABORAZIONI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI GLOBALI DI INQUINANTI DERIVANTI DAGLI USI ELETTRICI FINALI NELL'INDUSTRIA (ENERGIA PRIMARIA), ANNO 1993	19
TAB. 3-1	CORRISPONDENZA DEI SOTTOSETTORI ISTAT CONSIDERATI IN VALOREN CON LA CLASSIFICAZIONE DEI SETTORI INDUSTRIALI DI RIFERIMENTO	29
TAB. 3-2	DATI DI SINTESI DALLA BASE DATI VALOREN	30
TAB. 3-3	TASSI DI PENETRAZIONE ATTUALI E QUOTE DI MERCATO DEGLI INTERVENTI	40
TAB. 3-4	CONSUMI FINALI DI ENERGIA DELLE AZIENDE VALOREN E DELLE AZIENDE ITALIANE (KTEP)	42
TAB. 3-5	QUANTITÀ DI ENERGIA RISPARMIABILE NELLE AZIENDE VALOREN, PER TIPO DI INTERVENTO E SETTORE (TEP)	42
TAB. 3-6	PERCENTUALI DI RISPARMIO ENERGETICO	43
TAB. 3-7	DATI DI SINTESI RELATIVI AI POTENZIALI DI ENERGIA E AI RISPARMI DI ENERGIA PER I SETTORI NON VALOREN (DATI 1990, KTEP)	45
TAB. 3-8	DATI DI CONSUMO E RISPARMIO DI ENERGIA PER ALCUNE PRODUZIONI DELLA CHIMICA DI BASE	46
TAB. 3-9	DATI DI CONSUMO E RISPARMIO DI ENERGIA PER I PRINCIPALI PROCESSI/PRODOTTI DELLA SIDERURGIA	47
TAB. 3-10	DATI DI CONSUMO E RISPARMIO DI ENERGIA PER L'ALLUMINIO	47
TAB. 3-11	STIMA COSTO MEDIO ANNUALE DELLA MANUTENZIONE PER INTERVENTO	48
TAB. 3-12	DATABASE VALOREN: DATI ECONOMICI E FINANZIARI PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO. MILIONI DI LIRE 1992	49

TAB. 3-13 TEMPO DI RITORNO IN ANNI DELL'INVESTIMENTO PER INTERVENTO E SETTORE INDUSTRIALE	50
TAB. 3-14 POTENZIALI ENERGETICI PER TASSO DI PENETRAZIONE = 50% (PRIME 2 RIGHE) E PER QUOTE DI MERCATO DEGLI INTERVENTI, KTEP.....	52
TAB. 3-15 POTENZIALI ENERGETICI PER TASSO DI PENETRAZIONE = 80% (PRIME 2 RIGHE) E PER QUOTE DI MERCATO DEGLI INTERVENTI, KTEP.....	53
TAB. 3-16 EMISSIONI INQUINANTI PER DUE TASSI DI PENETRAZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RISPARMIO ENERGETICO (KT)	55
TAB. 3-17 EMISSIONI EVITATE PER DUE TASSI DI PENETRAZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RISPARMIO ENERGETICO (KT)	55
TAB. 3-18 INTERVENTI NON VALOREN: TOTALE EMISSIONI DA USI TERMICI.....	56
TAB. 3-19 INTERVENTI NON VALOREN: TOTALE EMISSIONI DA USI ELETTRICI	56
TAB. 3-20 INTERVENTI VALOREN E NON VALOREN: EMISSIONI EVITATE PER DIFFERENTI TASSI DI PENETRAZIONE	56

PREMESSA

L'attività di diagnostica energetica è una prassi ormai diffusa presso le aziende di grandi dimensioni, mentre non lo è altrettanto nel settore della medio-piccola imprenditoria.

In effetti, mentre nelle aziende più grandi l'energia è competenza di una figura ben individuabile, spesso l' "energy manager", nelle piccole, responsabilità tecniche ed amministrative confluiscono in genere in un'unica persona, per la quale l'energia, in particolare ai bassi costi attuali, non costituisce un problema più stringente degli acquisti o del personale.

L'ENEA ha voluto diffondere proprio presso questa tipologia di aziende la prassi della diagnostica energetica, ed ha attuato allo scopo una serie di azioni mirate alla diffusione delle informazioni, alla formazione degli operatori tecnici, all'attuazione di campagne di diagnosi.

In merito alla diagnostica, a cavallo degli anni '80-'90 sono state condotte a termine oltre 600 azioni in altrettante aziende italiane, a seguito delle quali si è ritenuto opportuno procedere ad un'analisi dei risultati sia a scopo meramente statistico, sia come individuazione di tendenze, sia a scopo previsionale.

Quest'ultimo aspetto, forse il più critico, è senz'altro il più interessante. In effetti, durante la campagna, ogni azienda si è presentata come una *tabula rasa* al revisore energetico, il quale ha assegnato pari dignità, pari interesse e *pari tempo* allo studio di ogni applicazione energetica. Un rifasamento, l'inserimento di una pompa di calore, il ricorso a pratiche cogenerative ha richiesto lo stesso impegno dedicato alla verifica di un recupero di calore, di un impianto di condizionamento o di un contratto elettrico.

Terminata la campagna, quindi, si è verificato se, in specifici settori produttivi, certe tecnologie di risparmio energetico si fossero mostrate più efficaci di altre, o se addirittura in altri settori non ci fosse stata affatto domanda di razionalizzazione energetica.

Il presente studio ha proprio l'ambizione di estrarre le linee di tendenza emerse a seguito delle campagne di diagnosi energetiche condotte, per enucleare quegli interventi che, a seconda del settore industriale, risultano i più efficaci ai fini di un uso ottimale della risorsa energetica; inoltre, si sono volute individuare anche le riduzioni di import energetico che il Paese conseguirebbe se l'universo industriale adottasse in certa misura gli interventi dinanzi detti. Di più, visto l'interesse ormai permanente che Stato ed

opinione pubblica conferiscono alla tematica delle ricadute ambientali delle attività produttive, nello studio sono stati evidenziati anche i benefici che, in caso di adozione di politiche "energy saving", l'ambiente trarrebbe in termini di minori emissioni in atmosfera.

Dallo studio condotto si vedrà come i settori produttivi con maggior possibilità di risparmio energetico sono vetro e ceramica (27% di risparmio ottenibile), carta (20%), alimentare (18%), chimica e meccanica (17%). Gli interventi di cogenerazione e di modifica degli impianti sono, allo stesso tempo, quelli maggiormente consigliati (rispettivamente 215 e 249 interventi su un totale di 1483) e quelli aventi il maggiore potenziale assoluto di risparmio energetico.

Ovviamente i vari interventi mostrano possibilità di risparmio diverse a seconda dei settori produttivi. Per esempio, la modifica degli impianti, che ha presentato un potenziale medio dell'8% di risparmio su tutti i settori, passa dal 13% del settore alimentare al 4% del tessile.

Il tempo di ritorno degli investimenti varia dai pochi mesi nei casi di modifica gestione e rifasamento, agli 1÷2 anni nei casi di automazione, coibentazione e recupero calore, per arrivare ai circa 3 anni nei casi di modifica impianto, cogenerazione, accumulo del freddo.

Ipotizzando tassi di penetrazione (t.d.p.) delle varie tecnologie di risparmio energetico pari al 50%, si otterrebbero risparmi pari a ca 6 Mtep (20% dei consumi del comparto industria). Per t.d.p. pari all'80% i risparmi passerebbero a 8 Mtep (27%).

Sul versante ambientale, sempre per t.d.p. del 50 e dell'80%, è stata stimata la diminuzione delle emissioni inquinanti più significative (SOx, NOx, COV e CO2).

Le previsioni effettuate sono interessanti, ove si pensi che, per esempio, gli NOx, con tasso di penetrazione del 50% si ridurrebbero del 16 % rispetto alle emissioni attuali, e, con un t.d.p. dell'80% si ridurrebbero fino al 22%.

Emilio D' Errico

1. INTRODUZIONE E NOTA METODOLOGICA

1.1 DEFINIZIONE DI EFFICACIA DI UN INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO

L'analisi dell'efficacia degli interventi di risparmio energetico nei settori dell'attività economica, ed in particolare in quello dell'industria, è stata affrontata molteplici volte nel corso degli ultimi venti anni. Inizialmente, a seguito dei primi shock petroliferi, per ragioni di carattere eminentemente economico, poi, come conseguenza delle non tranquillizzanti previsioni sugli effetti dell'inquinamento indotto dagli usi energetici (si ricordano per tutti i fenomeni dell'effetto serra e delle piogge acide), anche per ragioni di carattere ambientale. A seguito delle analisi sono state studiate e approvate misure per facilitare l'introduzione delle tecnologie di risparmio energetico nei diversi ambiti di attività economica. Non sempre alle attese hanno corrisposto i risultati, anche perché il passaggio dall'emergenza economica a quella ambientale comporta il cambiamento dell'oggetto beneficiario degli interventi: prima rappresentato essenzialmente dall'azienda o dalla famiglia, ora dalla collettività. In altri termini, nell'attuale fase di costo dell'energia relativamente basso, le motivazioni per investire in tecnologie di risparmio energetico, necessarie al benessere futuro della collettività, non possono dipendere dalla sola analisi costi-benefici dell'investimento tecnologico, ma devono essere supportate da misure legislative di più ampio respiro. In quest'ottica la misura dell'efficacia degli interventi di risparmio energetico dovrebbe, anche secondo le risultanze di studi recenti condotti sul tema (Cfr. le conclusioni dell'indagine "L'offerta di prodotti per il risparmio energetico" [0], condotta da NOMISMA per conto dell'ENEA), tener conto prioritariamente dei vantaggi di tipo energetico ed ambientale, e, in secondo luogo, di quelli economici, in quanto, salvo casi particolari, poco influenti per le scelte di investimento. Secondo il citato studio NOMISMA, le motivazioni all'investimento in tecnologie di risparmio energetico sono:

- a) capacità intrinseca di risparmio energetico (con minor produzione di CO₂ e di emissioni acide), ovvero diminuzione dell'input di energia richiesta da un processo produttivo a parità di output ottenuto in termini quantitativi e qualitativi;
- b) prospettive di penetrazione significativa nel settore industriale, fatte che a sua volta comporta:
 - che la tecnologia non sia già stata adottata dalla maggioranza delle aziende (altrimenti il suo contributo futuro alla diminuzione, ad esempio, della CO₂ prodotta sarà praticamente nullo);
 - affidabilità di funzionamento;
 - nessun impatto negativo sulle lavorazioni del processo produttivo e sulla qualità del prodotto.

- rapporto costi-benefici favorevole (per esempio tempo di ritorno dell'investimento inferiore a due anni)

1.2 L'IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

1.2.1 IL METODO PER LA DETERMINAZIONE DELL'EFFICACIA DI UN INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO

Il metodo seguito per quantificare e quindi classificare gli elementi caratterizzanti l'efficacia di un intervento di risparmio energetico è stato il seguente:

1. analisi dei diversi settori produttivi in termini di energia consumata, fonti energetiche utilizzate, vulnerabilità energetica, impatto sull'ambiente;
2. determinazione della percentuale di risparmio ottenibile rispetto ai consumi energetici di riferimento per tipologia di intervento e settore industriale;
3. applicazione di tale percentuale all'universo produttivo determinato nel punto 1.;
4. stima del tasso di penetrazione nei diversi settori produttivi degli interventi selezionati;
5. calcolo del risparmio di energia ottenibile per differenti tassi di penetrazione degli interventi di risparmio energetico.

Per l'analisi di cui al punto 1. del precedente elenco di attività si sono consultati i Bilanci Energetici Regionali (in corso di pubblicazione da parte dell'ENEA alla data della redazione del presente studio) ed il volume "Dati ed Indicatori Energetici Nazionali" [1].

Le percentuali di risparmio energetico di cui al punto 2. sono state ottenute mediante elaborazioni effettuate sulla base dati VALOREN fornita dall'ENEA riportante i risultati di 492 indagini energetiche svolte in Italia dall'ENEA negli anni 1989 - 1991 e in base a dati provenienti dal progetto MURE della Comunità Europea, cui l'ISIS partecipa in collaborazione con tre istituti di ricerca europei.

Le indagini VALOREN, data la natura del progetto, furono effettuate principalmente nelle regioni meridionali e prevalentemente nei settori alimentare, dei materiali da costruzione, del vetro, della ceramica, delle manifatture metalmeccaniche, del tessile e della carta senza esplorare i grandi settori energy intensive della chimica e della metallurgia ferrosa e non. Di conseguenza, per l'analisi dei risparmi ottenibili in questi due ultimi settori, si è adottata la metodologia di analisi ed i parametri tecnici dei mix produttivi e dei consumi unitari forniti, nell'ambito del progetto MURE, dall'istituto tedesco Fraunhofer/ISI di Karlsruhe. Tali valori sono quelli tipici, e di valenza internazionale (o quantomeno europea) delle produzioni della chimica di base, della fabbricazione dell'acciaio e dei principali metalli non ferrosi. Il dettaglio di questa analisi energetica viene fornito nel capitolo 3 di questo rapporto.

Salvo quindi i due settori della chimica e della metallurgia, per tutti i rimanenti l'analisi delle percentuali di risparmio energetico è stata effettuata sulla base degli interventi classificati nella base dati VALOREN come:

- ACCUMULO DEL FREDDO
- AUTOMAZIONE E REGOLAZIONE
- COGENERAZIONE
- COIBENTAZIONE
- ENERGIE RINNOVABILI
- MODIFICA CONTRATTO
- MODIFICA GESTIONE
- MODIFICA IMPIANTO
- MOVIMENTAZIONE ELETTRICA
- POMPE DI CALORE
- RECUPERO ACQUA
- RECUPERO CALORE
- RIFASAMENTO

La tabella 1.1 mostra questo stesso elenco di interventi ordinati secondo la percentuale d'energia risparmiabile. Tale percentuale è esprimibile in due maniere, a seconda che l'energia risparmiabile per intervento sia riferita: a) al totale dell'energia consumata dalle aziende VALOREN, oppure b) al totale dell'energia consumata dalle aziende per cui sono stati individuati interventi con risparmio fisico di energia. Le due percentuali hanno ovviamente significato differente. Entrambe esprimono la potenzialità di risparmio d'energia di un intervento; la prima però come valenza relativa, cioè dipendente dal livello di penetrazione e dall'applicabilità dell'intervento stesso nelle aziende indagate, mentre la seconda come valenza assoluta, cioè prescindendo da tali fattori di diffusione.

Quindi, la diversità dei valori relativi per esempio alla cogenerazione è attribuibile al fatto che:

- a) 7,95% è il rapporto tra i tep risparmiabili per tutti gli interventi di cogenerazione individuati in VALOREN ed il totale dei consumi energetici di *tutte le aziende VALOREN*;
- b) 14,08 è il rapporto tra i tep risparmiabili per tutti gli interventi di cogenerazione individuati in VALOREN ed il totale dei consumi *delle sole aziende per le quali è stato individuato l'intervento di cogenerazione*. Ovviamente, diminuendo il denominatore (*l'imponibile*), aumenta il rapporto.

Similmente, i valori dell'*ultimo rigo della tabella*, relativi al risparmio di energia complessivo ottenibile dall'applicazione di *tutti gli interventi*, sono differenti in quanto:

- a) il primo (15,37%) è riferito al totale dei consumi energetici delle aziende VALOREN (1.700 ktep);
- b) il secondo (16,42%) alle sole aziende per le quali è stata prevista la possibilità di ottenere risparmi energetici (1.600 ktep); si sottolinea infatti che per alcune aziende sono stati individuati interventi che comportano solo risparmi economici non energetici, per esempio la modifica di un contratto di fornitura o l'accumulo del freddo.

In sostanza la differenza è di 73 aziende per un totale di circa 100 ktep di consumo di energia.

Tab. 1.1 Valori percentuali energia risparmiabile per tipo di intervento

<i>Tipo Interventi</i>	<i>Valori di risparmio percentuale di energia</i>	
	Rapporto tra il totale dei tep risparmiati per intervento e il totale dei tep consumati in VALOREN	Rapporto tra i tep risparmiati per intervento ed i tep consumati dalle aziende nelle quali l'intervento stesso è stato individuato
COGENERAZIONE	7,95%	14,08%
MODIFICA IMPIANTO	3,87%	7,87%
MODIFICA GESTIONE	0,35%	5,10%
RECUPERO CALORE	1,06%	5,08%
ALTRO	1,05%	3,97%
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	0,64%	3,42%
COIBENTAZIONE	0,30%	2,18%
ACCUMULO DEL FREDDO	0,08%	1,46%
POMPE DI CALORE	0,00%	0,57%
RIFASAMENTO	0,00%	0,44%
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	0,06%	0,36%
ENERGIE RINNOVABILI	0,00%	0,00%
Risparmio di energia percentuale complessivo	15,37%	16,42%

La tabella 1.1 riporta dati aggregati, e di conseguenza è puramente indicativa in quanto i valori dell'energia risparmiabile possono cambiare anche notevolmente quando questi vengano più correttamente riferiti ai diversi settori industriali. La lista mostra comunque una prima classificazione ed un primo orientamento sulla efficacia degli interventi proposti.

Per una migliore lettura di questa tabella, si tengano presenti le seguenti considerazioni.

- Gli interventi di “MODIFICA CONTRATTO” e “RECUPERO ACQUA”, che riguardano più l'uso razionale delle risorse che il risparmio energetico in senso stretto, non sono stati riportati.
- Gli interventi riguardanti ENERGIE RINNOVABILI e POMPE DI CALORE non sono praticamente mai stati previsti dai consulenti che hanno condotto le indagini energetiche.
- Gli interventi di RIFASAMENTO, ACCUMULO DEL FREDDO, MOVIMENTAZIONE ELETTRICA e di AUTOMAZIONE E REGOLAZIONE sono concentrati in pochi settori produttivi e, per loro natura, danno luogo a risparmi di energia molto modesti.
- L'intervento COIBENTAZIONE, consigliato a poco più del 10% delle aziende VALOREN, si può considerare un intervento di risparmio ormai diffuso ed applicato

nella maggioranza delle industrie, per cui il suo contributo al risparmio di energia totale è ormai modesto. Infatti, pur consentendo risparmi di energia assoluti del 2,18% (nelle aziende in cui è stato individuato l'intervento, circa il 10% del totale), il suo contributo al totale dell'energia risparmiabile è dello 0,3 %.

- Analogamente a COIBENTAZIONE, l'intervento MODIFICA GESTIONE si può considerare un provvedimento relativamente diffuso; esso viene infatti consigliato a circa il 20% delle aziende VALOREN.
- Gli interventi COGENERAZIONE e MODIFICA IMPIANTO sono allo stesso tempo quelli maggiormente consigliati (rispettivamente 215 e 249 interventi su 1483) e quelli aventi il maggiore potenziale assoluto di risparmio energetico.

I dati numerici ed il dettaglio delle operazioni effettuate per la determinazione delle percentuali di risparmio energetico per intervento e per settore sono riportate nel capitolo 3.

2. ANALISI DEI DIVERSI SETTORI PRODUTTIVI IN TERMINI DI ENERGIA CONSUMATA, FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE, VULNERABILITÀ ENERGETICA, IMPATTO SULL'AMBIENTE

2.1 I CONSUMI ENERGETICI DELL'INDUSTRIA ITALIANA.

Nella tabella 2.1 si riportano i valori dei consumi finali di energia suddivisi per fonte e per settore industriale secondo la classificazione tradizionale utilizzata dall'ENEA e, in forma più aggregata, dal Bilancio Energetico Nazionale. La classificazione comprende l'intera industria della trasformazione della materia prima e dei semilavorati (industria in senso stretto) ed il settore dell'edilizia. I settori sono ordinati per percentuale di consumo crescente. In termini di consumi assoluti, sul totale dei 13 settori, i primi quattro consumano il 50% del totale ed i primi 7 circa l'80%.

Tab.2.1 Consumi finali di energia per settore in ktep, anno 1993^[1]

	Solido	Liquido	Gas	Elettricità	Totale	Perc. sul totale	Perc. cumulata
Siderurgia	3.867	115	1.638	1.599	7.218	20,95%	20,95%
Materiali da costr.	842	1.796	1.038	626	4.301	12,48%	33,43%
Chimica	18	357	2.214	1.225	3.814	11,07%	44,50%
Meccanica	83	499	1.504	1.553	3.639	10,56%	55,06%
Petrolchimica	0	1.972	603	763	3.338	9,69%	64,74%
Vetro e Ceramica	22	283	1.992	338	2.635	7,65%	72,39%
Agroalimentare	42	276	1.441	717	2.475	7,18%	79,57%
Tessile e Abbigl.	0	466	961	948	2.375	6,89%	86,47%
Cartaria e grafica	0	259	1.223	656	2.137	6,20%	92,67%
Altre Manifatturiere	4	412	573	413	1.402	4,07%	96,74%
Metalli non ferrosi	39	12	293	411	754	2,19%	98,93%
Estrattive	0	10	82	102	194	0,56%	99,49%
Edilizia	0	84	0	93	177	0,51%	100,00%
Totale industria	4.917	6.538	13.561	9.442	34.458	100,00%	

La tavola 2.2 fornisce i valori dei consumi specifici dei settori industriali ottenuti dividendo, per ogni settore, i consumi energetici della tavola 2.1 per l'indice pesato¹ della

¹ *Numeri indice della produzione nell'industria italiana: pesi delle singole produzioni^[1]*

	Pesi
Siderurgia	388.705
Estrattive	241.131

produzione industriale al 1993. Data la diversa organizzazione dei dati a disposizione, in quest'ultima tavola il settore della chimica è aggregato con quello della petrolchimica e non si sono potuti elaborare i dati relativi al settore dell'edilizia.

Tab. 2.2 Consumi specifici per settore e fonte, ktep/Indice della produzione industriale pesato, anno 1993

	Solido	Liquido	Gas	Elettricità	Totale
Siderurgia	971,4	28,8	411,4	401,6	1.813,2
Materiali da costruzione	341,0	727,7	420,6	253,5	1.742,8
Chimica e petrolchimica	2,5	320,6	387,9	273,6	984,6
Vetro e Ceramica	7,9	101,4	714,6	121,1	945,0
Metalli non ferrosi	19,9	6,1	150,9	211,6	388,6
Agroalimentare	4,8	31,5	164,5	81,9	282,7
Cartaria e grafica	0,0	31,0	146,5	78,6	256,1
Tessile e Abbigliamento	0,0	29,5	60,8	60,0	150,3
Altre Manifatturiere	0,4	35,0	48,6	35,1	119,0
Meccanica	2,4	14,4	43,3	44,7	104,7
Estrattive	0,0	3,2	25,9	32,3	61,4
Totale industria	44,1	58,6	121,6	84,7	309,0

Dalla comparazione delle tavole 2.1 e 2.2 si evince una prima grossolana lettura della struttura industriale italiana. Infatti il basso il consumo specifico del totale dell'industria manifatturiera (tav. 2.2, 309 ktep/indice della prod.), circa un sesto di quello dei settori della siderurgia e dei materiali da costruzione (cementi, calce e gesso), comporta che il baricentro della produzione italiana è costituito da industrie a media intensità energetica, quali quelle rappresentate nei comparti dell'alimentare, del vetro, della carta e del tessile e da industrie a bassa intensità energetica quali quelle delle costruzioni meccaniche e della lavorazione dei metalli. In particolare queste ultime contribuiscono notevolmente ad abbassare il valore del consumo specifico

Metalli non ferrosi	150.214
Meccanica	3.326.710
Agroalimentare	739.464
Tessile e Abbigliamento	1.661.266
Materiali da costruzione	246.358
Vetro e Ceramica	241.473
Chimica e Petrolch.	667.030
Cartaria e grafica	521.499
Altre Manifatturiere	973.948
Totale industria	10.000.000

medio; infatti mentre il loro consumo specifico è praticamente il più basso di tutta l'industria manifatturiera (104,7 ktep/ind. prod., solo il settore estrattivo, di scarsa importanza, ha un minor consumo specifico) i corrispondenti consumi assoluti di energia sono relativamente alti (il 10% del totale).

2.2 LA VULNERABILITÀ ENERGETICA DELL'INDUSTRIA ITALIANA.

Se si considerano i consumi di energia dal punto di vista della dipendenza italiana all'importazione di combustibili fossili, fattore che può essere assunto come indicatore di rischio energetico per l'industria italiana, la situazione indicata nella tabella 2.1 non varia di molto.

Infatti moltiplicando i valori della tabella 2.1 per le percentuali di importazione di ognuna delle fonti energetiche ivi indicate, riportate in tab. 2.3, [per convenzione, per l'energia elettrica si considera il rapporto tra le importazioni nette e la produzione di energia elettrica primaria (la componente di origine idro-geo-nucleo)] si ottiene la classifica riportata in tabella 2.4. In questa viene in qualche modo sottolineato il ruolo delle industrie grandi consumatrici di energia, specie di combustibili solidi e liquidi, tanto che i primi tre settori della lista, siderurgia, materiali da costruzione e petrolchimica, consumano da soli la metà dei combustibili importati.

Tab. 2.3 Percentuali di dipendenza energetica all'importazione, dati 1993

	% dipendenza energetica
Solidi	88,35
Petrolio	94,96
Gas	62,96
En. Elettrica primaria*	15,46

* importazioni nette/(consumo interno lordo - trasformazioni in energia elettrica) = importazioni nette/(produzione idro-geo-nucleo)

Tab. 2.4 Consumi finali di energia al netto della produzione interna - ktep anno 1993

	Solido	Liquido	Gas	Elettricità	Totale	Perc. consumi	Perc. cumulata
Siderurgia	3.416	109	1.031	247	4.803	23,37%	23,37%
Meccanica	743	1.705	654	97	3.199	15,57%	38,94%
Materiali da costr.	0	1.873	380	118	2.370	11,53%	50,48%
Chimica	16	339	1.394	189	1.938	9,43%	59,91%
Petrolchimica	74	473	947	240	1.734	8,44%	68,34%
Tessile e Abb.	20	268	1.254	52	1.595	7,76%	76,10%
Agroalimentare	37	262	907	111	1.317	6,41%	82,51%
Cartaria e grafica	0	442	605	147	1.194	5,81%	88,32%
Vetro e Ceramica	0	246	770	101	1.117	5,44%	93,76%
Altre Manifatt.	4	391	361	64	819	3,99%	97,74%
Metalli non ferr.	34	11	184	63	293	1,43%	99,17%
Estrattive	0	79	0	14	94	0,46%	99,63%
Edilizia	0	10	51	16	77	0,37%	100,00%
Totale	4.344	6.209	8.538	1.460	20.550	100,00%	

2.3 L'IMPATTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA ITALIANA.

Per completare il quadro degli usi finali di energia si fornisce una stima delle emissioni dei principali fattori di inquinamento atmosferico dovuti ai processi di combustione: CO₂, NO_x, SO_x e COV (componenti organici volatili).

2.3.1 LE EMISSIONI DI CO₂

Il calcolo delle emissioni di CO₂ è basato sui consumi finali di energia e sui seguenti parametri unitari di emissione[2]:

	Emissioni tCO ₂ /tep
Solidi	4,0
Gas	2,4
Petrolio	3,4

Avendo calcolato le emissioni di CO₂ per l'energia elettrica in base all'energia primaria, la tabella 2.5 mostra un ordine per quantità di CO₂ emessa lievemente differente da quello mostrato dalla tabella 1.1. La siderurgia consuma il 21% del totale del comparto dell'industria ed emette circa il 22% del totale della CO₂ prodotta. Il settore della

meccanica consuma il 10,5% dell'energia totale ma produce circa il 12% della CO₂ totale essendo tali industrie grandi consumatrici di energia elettrica. Il settore dei materiali da costruzione, della chimica e della petrolchimica occupano posizioni equivalenti sia per ciò che riguarda i consumi energetici che la produzione di CO₂. Gli altri settori scambiano le loro posizioni a seconda che al loro interno prevalgano i consumi di gas, petrolio o energia elettrica (come ad esempio il settore del vetro- ceramica, forte consumatore di gas naturale, che consuma il 7,6% del totale dell'energia e produce il 5,8% del totale della CO₂).

Tab. 2.5 Emissioni totali di CO₂, migliaia di tonnellate 1993

	Solido	Liquido	Gas	Elettricità*	Totale	Perc. sul totale	Perc. cumulata
Siderurgia	15.466,8	387,7	3.848,4	11.187,5	30.890,4	22,11%	22,11%
Meccanica	333,6	1.685,3	3.534,6	10.867,7	16.421,2	11,75%	33,86%
Materiali da costr.	3.366,0	6.070,1	2.439,3	4.377,2	16.252,6	11,63%	45,50%
Chimica	72,4	1.205,0	5.203,6	8.571,0	15.052,0	10,77%	56,27%
Petrolchimica	0,0	6.666,0	1.417,3	5.338,7	13.422,0	9,61%	65,88%
Tessile e Abb.	0,0	1.574,7	2.258,6	6.636,8	10.470,1	7,49%	73,37%
Agroalimentare	167,2	931,9	3.385,2	5.020,3	9.504,5	6,80%	80,18%
Cartaria e grafica	0,0	875,4	2.873,3	4.587,1	8.335,9	5,97%	86,14%
Vetro e Ceramica	88,4	955,2	4.682,1	2.363,2	8.088,9	5,79%	91,93%
Altre Manifatt.	17,6	1.391,5	1.345,6	2.888,7	5.643,5	4,04%	95,97%
Metalli non ferr.	154,8	39,9	688,3	2.874,0	3.757,0	2,69%	98,66%
Estrattive	0,0	34,1	192,0	711,7	937,8	0,67%	99,33%
Edilizia	0,0	282,9	0,0	649,4	932,3	0,67%	100,00%
Totale	19.666,8	22.099,8	31.868,4	66.073,4	139.708,4	100,00%	

* Valori di emissione dell'energia elettrica basati sui consumi primari.

2.3.2 LE EMISSIONI DI NO_x, SO_x, COV

Il calcolo delle emissioni dei composti azotati, delle anidridi solforose e dei composti organici volatili provenienti dai processi di combustione nell'industria è stato effettuato sulla base sia dei dati pubblicati nel 1989 dall'ENEA nell'ambito del progetto dell'Unione Europea CORINAIR^[3] sia della già citata pubblicazione ENEA sugli indicatori energetici^[1]. I risultati ottenuti sono però solo indicativi del mutamento nella composizione delle emissioni di tali inquinanti, nell'arco di tempo che va dal 1985, anno base delle rilevazioni CORINAIR, al 1993, anno di riferimento del presente studio. Infatti, con i dati a disposizione non è stato possibile ricostruire il quadro esatto delle emissioni al 1993. Ciò è dipeso dal fatto che la metodologia CORINAIR ricava le emissioni totali per i principali settori industriali, sommando le emissioni diffuse, ottenute mediante il prodotto dei parametri di emissione unitari per i corrispondenti consumi di energia, a quelle puntuali, ottenute da dati misurati provenienti da un numero limitato ma significativo di grandi impianti di produzione industriale (chimici e metallurgici).

Non avendo a disposizione, per questo studio, i dati sulle emissioni puntuali (che evidentemente possono provenire solo da indagini effettuate ad hoc), si è scelto di effettuare i calcoli per la valutazione delle emissioni totali utilizzando i soli parametri di emissione unitaria. Per il 1985, l'errore che comporta tale semplificazione può essere evidentemente rilevato rapportando i dati così calcolati con quelli ottenuti da CORINAIR. Non così per il 1993, a meno di non considerare che la composizione delle emissioni puntuali non sia mutata in questo intervallo di tempo.

Il metodo seguito per la stima delle emissioni inquinanti derivanti dagli ossidi di azoto, dalle anidridi solforose e dai composti organici per gli anni 1985 e 1993 è stato quindi il seguente:

- a) si sono presi in considerazione i consumi finali per fonte e per settore industriale^[1] per il 1985 e il 1993 (siderurgia, metalli non ferrosi, chimica e petrolchimica, carta e altre industrie), tab. 2.6;
- b) sono stati riportati i valori delle emissioni unitarie forniti da CORINAIR, tab. 2.7;
- c) si sono elaborate le emissioni totali per tipo di inquinante e per settore industriale per i due anni, tab. 2.8
- d) si sono infine calcolate le variazioni percentuali di tali emissioni al 1993 rispetto il 1985, tab. 2.9.

Tab. 2.6 Consumi finali per fonte e settore industriale, 1985 e 1993, ktep

Anni	Settori	Carbone	Gas coke	Gasolio	Olio comb	Gas Nat.	GPL
1985	Siderurgia	224,20	923,70	39,80	509,60	1.426,40	30,80
1993		843,80	577,80	19,40	84,30	1.637,60	11,00
1985	Metalli non ferrosi	36,30	0,00	11,20	0,00	135,30	18,70
1993		29,60	0,00	4,10	0,00	292,90	7,70
1985	Chimica e Petrolchimica	2,00	0,00	19,00	1.339,00	1.719,00	14,00
1993		7,00	0,00	15,00	996,00	2.817,00	46,00
1985	Cartaria e grafica	0,00	0,00	20,40	480,00	469,40	8,80
1993		0,00	0,00	16,30	237,20	1.222,70	5,50
1985	Altre industrie	1.426,50	33,30	453,60	4.026,40	4.088,90	323,70
1993		705,60	22,20	253,20	1.926,50	7.590,80	169,80
1985	Totale	1.689,00	957,00	544,00	6.355,00	7.839,00	396,00
1993	Totale	1.586,00	600,00	308,00	3.244,00	13.561,00	240,00
Variazione 1993-1985		-6,49%	-59,50%	-76,62%	-95,90%	42,19%	-65,00%

Tab. 2.7 Fattori di emissione medi per sorgenti diffuse, t/ktep

	Carbone	Gas cokeria	Gasolio	Olio comb.	Gas nat.	GPL
SOx	30,3	31,0	5,9	71,7	0,0	0,0
NOx	12,3	5,4	4,2	7,1	6,3	2,1
COV	1,3	0,0	0,2	0,4	0,2	0,0

Tab. 2.8 Emissioni totali per settore, anni 1985 e 1993 kt

Anni	Settori	SOx	NOx	COV
1985	Siderurgia	72,22	20,58	0,80
1993		49,68	24,52	1,44
1985	Metalli non ferrosi	1,17	1,38	0,08
1993		0,92	2,23	0,10
1985	Chimica e Petrolchimica	96,16	20,43	0,93
1993		71,70	24,99	1,02
1985	Cartaria e grafica	34,53	6,46	0,30
1993		17,10	9,43	0,36
1985	Altre industrie	335,64	74,59	4,42
1993		161,70	71,52	3,33
1985	Totale	539,71	123,44	6,53
1993	Totale	301,11	132,69	6,24

Tab. 2.9 Variazioni percentuali delle emissioni 1993-1985 per settore

Settori	SOx	NOx	COV
Siderurgia	-45,35%	16,06%	44,39%
Metalli non ferrosi	-26,58%	38,16%	23,24%
Chimica e Petrolchimica	-34,11%	18,25%	9,00%
Cartaria e grafica	-101,93%	31,53%	15,38%
Altre industrie	-107,57%	-4,30%	-32,79%
Totale	-79,24%	6,97%	-4,53%

Comparando l'ultimo rigo della tabella 2.6 (variazioni percentuali 1993-1985 del consumo finale per fonte) con l'ultimo rigo della tabella 2.9 si nota come il passaggio nell'uso delle fonti dall'olio combustibile (-96%) al gas naturale (+42%), abbia comportato una drastica riduzione delle emissioni di SOx, dipendenti essenzialmente dalla combustione dei combustibili liquidi e solidi ma non da quella del gas (cfr. tab. 2.7). In definitiva, nel periodo preso in considerazione, il passaggio dall'olio combustibile al gas naturale (passato dal 44 al 69% del totale consumi per fonte) ha comportato una diminuzione complessiva delle emissioni inquinanti (- 238 kt per l'SOx e solo più 9,5 tonnellate per l'NOx) anche a fronte di un aumento dei consumi di energia (+ 9%, pari a 1759 ktep).

E' infine interessante notare che il fatto di non aver preso in considerazione le emissioni puntuali ha comportato, rispetto ai valori riportati dallo studio CORINAIR, un errore modesto per ciò che riguarda le emissioni di SOx, non trascurabile per l'NOx e rilevante per le emissioni da COV (dati anche i bassi valori assoluti):

	SOx	NOx	COV
Emissioni 1985, elab. ISIS (kt)	539,71	123,44	6,53
Stime 1985, CORINAIR (kt)	550	115,8	5,4
Errore	1,87%	-6,60%	-20,86%

Si fornisce infine una stima delle emissioni derivanti dai consumi di energia elettrica, nella ipotesi che il mix di combustibili fossili e gassosi utilizzati per la sua produzione a livello globale mantenga la stessa composizione per la quota-parte di energia elettrica utilizzata nell'industria².

Nel 1993 la composizione dei combustibili per la produzione di energia elettrica è stata la seguente (fonte ENEL^[4]):

Tab. 2.10 *Dati ed elaborazioni per la stima delle emissioni globali di inquinanti derivanti dagli usi elettrici finali nell'industria (energia primaria), anno 1993*

	Energia termoelettrica Totale Italia ktep	Fattori di emissione			Emissioni totali Industria		
		SOx t/ktep	NOx t/ktep	COV t/ktep	SOx kt	NOx kt	COV kt
Carbone	3.494	30,35	12,33	1,25	27,23	11,06	1,13
Lignite	155	54,30	10,87	1,25	2,16	0,43	0,05
Gas nat.	8.146	0,00	6,27	0,21	0,00	13,12	0,44
Gasolio	157	71,69	4,18	0,42	2,89	0,17	0,02
Olio comb.	23.387	71,69	7,11	0,00	430,56	42,68	0,00
Gas altoforno	486	0,00	3,34	0,00	0,00	0,42	0,00
Gas cokeria	247	31,02	5,43	0,00	1,97	0,34	0,00
Gas raffineria	297	0,42	5,85	0,42	0,03	0,45	0,03
altri	397	--	--	--	--	--	--
Totale	36.766	--	--	--	464,84	68,67	1,66
Usi elettrici industria %	25,68%						

Come si vede, il contributo alle emissioni totali di inquinanti derivante dagli usi elettrici industriali è dello stesso ordine di grandezza delle emissioni prodotte dagli usi termici.

² CORINAIR fornisce solamente stime sulle emissioni derivanti dalla produzione di energia elettrica a livello globale e dalla autoproduzione di energia elettrica nei singoli settori industriali. Dati, quest'ultimi non disponibili per questo studio con il necessario livello di dettaglio.

2.4 ANDAMENTO STORICO DEI CONSUMI E DELLE INTENSITÀ ENERGETICHE

Analizzando le serie storiche dei consumi energetici della produzione industriale dal periodo che va dal primo shock petrolifero agli inizi degli anni '90^[1] è possibile ricavare alcune indicazioni di massima sulla dinamica e sugli andamenti dell'efficienza energetica dell'industria italiana deducendone elementi di tendenza..

L'analisi effettuata ha portato alle seguenti conclusioni:

- l'industria italiana ha sperimentato una diminuzione praticamente costante dei consumi energetici unitari dal 1972-1973 al 1986. Dal 1986 al 1993 (ultimo dato a disposizione) la diminuzione rallenta rapidamente sino ad azzerarsi ed il valore del consumo unitario rimane circa costante. Le curve dei consumi unitari sono equivalenti come andamento sia se vengono espresse ed elaborate in termini di consumi specifici (tep/unità prodotte, fig.1) sia in termini di intensità energetiche (tep/valore aggiunto, fig 2);
- parallelamente il costo dell'energia calcolato a prezzi costanti mostra una rapida impennata dal 1972 al 1986 per poi altrettanto rapidamente diminuire e risalire, sia pur leggermente, nell'ultimo quinquennio (cfr. fig. 3);

Figura A: Intensità energetica - totale industria

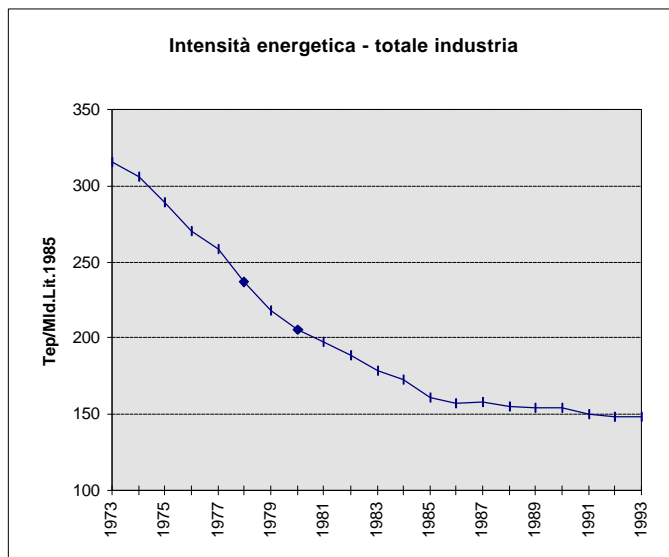


Figura B: Consumo specifico totale industria

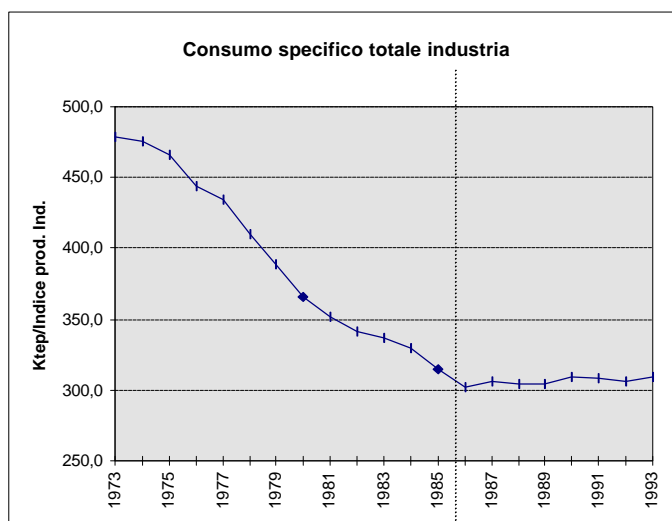
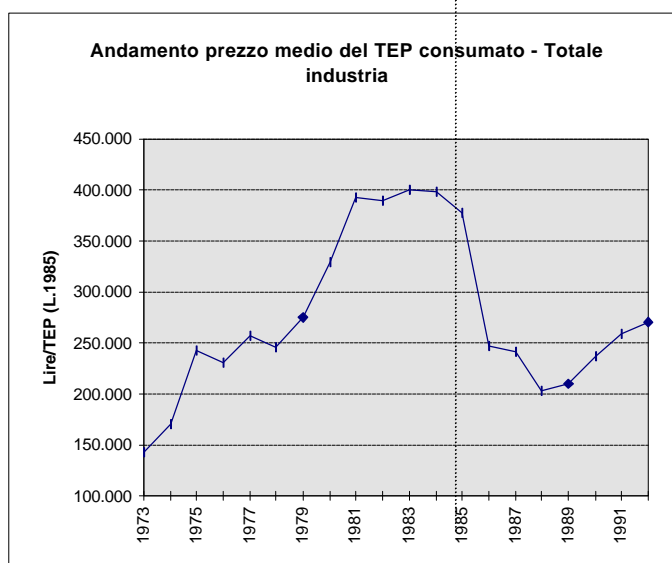


Figura 3 Andamento prezzo medio del TEP consumato - Totale industria



- c) i consumi energetici ugualmente diminuiscono in valore assoluto sino al 1986, riprendono quindi a crescere sino al 1988-1989 e quindi decrescono nuovamente (cfr. fig. 5);
- d) l'andamento dei consumi energetici pare mantenere una certa correlazione con la produzione industriale (cfr. fig. 5) solo nel periodo corrispondente alla prima metà degli anni settanta e in quello a cavallo degli anni 90, ovvero dal 1986 al 1993; nel decennio 1975 - 1985, e specie negli ultimi anni '70, l'andamento dei consumi pare

svincolarsi dalla produzione: inizialmente addirittura decresce a fronte di un aumento della produzione, poi, nel periodo della crisi dei primi anni '80, diminuisce molto più rapidamente di quanto non mostri di fare la produzione industriale;

Figura 4: Indice produzione industriale

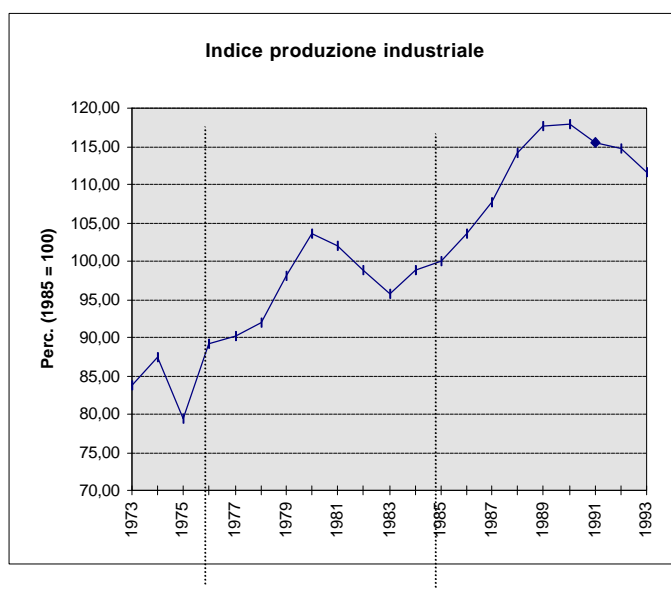
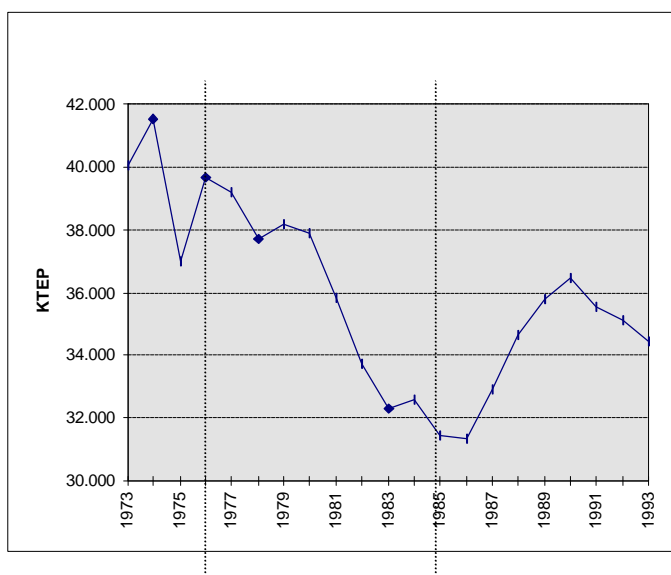


Figura 5: Consumi finali energia - Totale industria



e) a fronte di questi fenomeni, il fattore di produttività (calcolato come rapporto tra l'indice di produzione ed il numero degli addetti, figura 7) delle aziende manifatturiere italiane cresce con continuità, mostrando una netta impennata a partire dall'anno 1983, anno in cui la curva del consumo energetico per addetto (cfr. fig. 6), dopo una

diminuzione costante dal 1974, cambia di segno e comincia ad aumentare con continuità a fronte di una diminuzione costante e rapida del numero delle unità lavorative nell'industria

- f) in cifre nel 1993 rispetto il 1979, anno della massima occupazione nel ventennio considerato, gli addetti (cfr. fig. 8).sono diminuiti del 27% (circa 1,2 milioni di unità lavorative in meno), l'indice della produzione industriale è aumentato del 12%, i consumi di energia sono diminuiti del 11% e il consumo per addetto è aumentato circa 1,4 volte.

Questo insieme di considerazioni sembra portare alle seguenti conclusioni:

- esiste una stretta correlazione tra l'aumento dei prezzi dell'energia (o meglio, tra l'aspettativa di aumento) e l'aumento di efficienza energetica nell'industria;
- la correlazione tra consumi energetici e produzione è valida solo nei periodi di relativa calma sul fronte dei prezzi dell'energia (con l'eccezione probabilmente dei consumi elettrici, generalmente meno comprimibili);
- si conferma inoltre dall'analisi di questi dati che, almeno per i periodo in osservazione, il consumo energetico per addetto è un indicatore non significativo ai fini dell'efficienza energetica essendo strettamente influenzato dai valori della produttività.

Figura 6: Consumo energetico per addetto - Totale industria

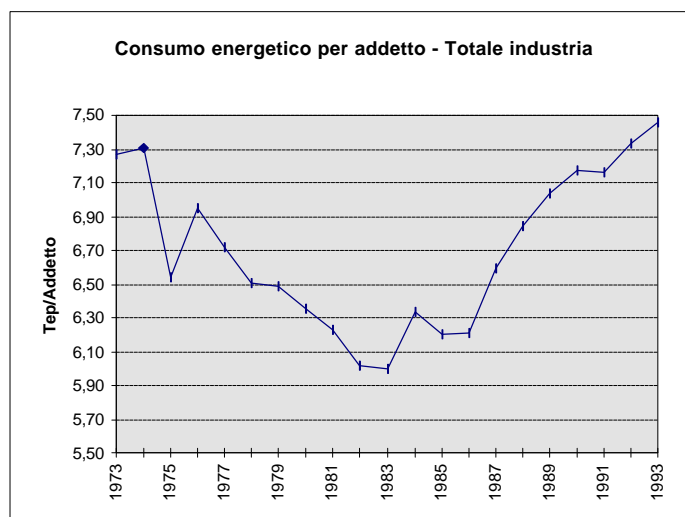


Figura 7: Fattore di produttività - Totale industria

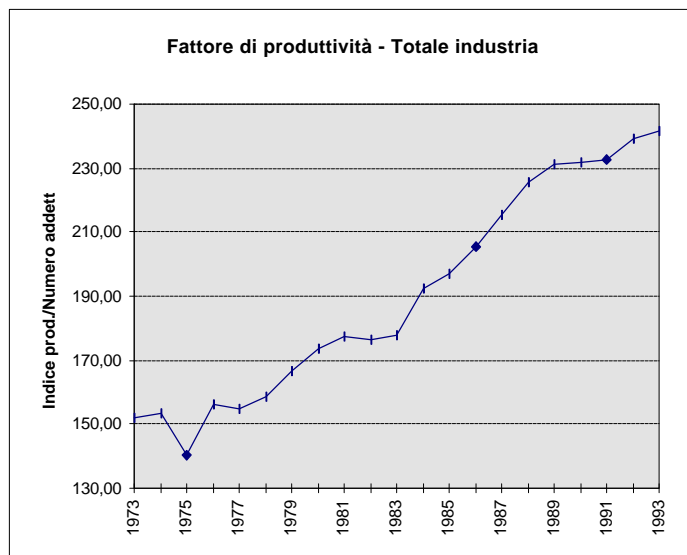
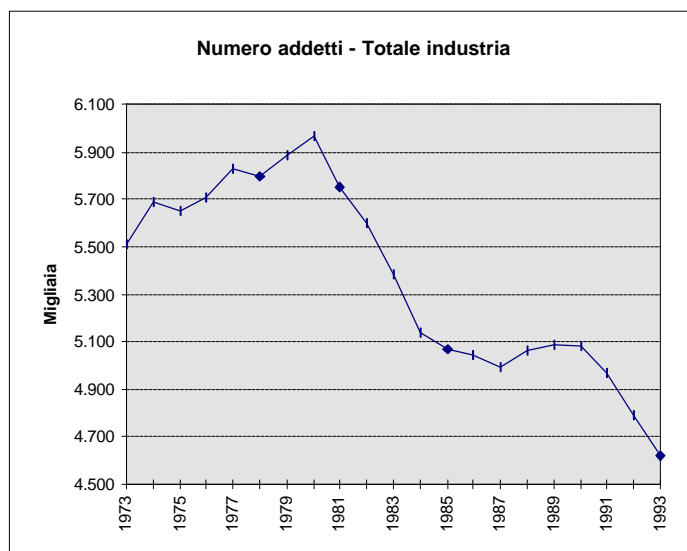


Figura 8: Numero addetti - Totale industria



Analizzando la curva di variazione dei consumi specifici disaggregata per i settori industriali ad alta e media intensità energetica ci si accorge che l'andamento rilevato per il complesso dell'industria non viene riprodotto nella stessa misura da tutti i settori produttivi. Solo le curve dei settori della chimica ed, in parte, del vetro ed i metalli non ferrosi sembrano rispettare la legge generale di una rapida diminuzione dei consumi

specifici negli anni 1973 - 1986 e della non diminuzione per gli anni 1986 - 1993. Per gli altri settori la diminuzione o appare essere molto minore o addirittura in aumento come nel caso del tessile. In realtà, confrontando le curve dei consumi specifici con quelle degli indici di produzione ci si accorge che, nella maggioranza dei casi, ad un rapido incremento della produzione ha corrisposto la costanza o la diminuzione dei consumi specifici a significare che, comunque, nell'industria italiana vi è stato, nel periodo 1973 - 1986, un aumento significativo di efficienza energetica.

Non è ne immediato ne, forse, fattibile ricavare da queste curve delle prospettive di tendenza. Le curve infatti nulla ci dicono sulla possibilità di ulteriori incrementi di efficienza essendo questi legati al prezzo dell'energia e ai residui potenziali di risparmio energetico dipendenti dalla diffusione delle tecnologie di risparmio di energia.

In base alle risultanze dell'indagine sulla diffusione delle tecnologie energetiche, sembra di poter dire che queste siano penetrate per non più di un terzo nel tessuto industriale italiano, più nei settori ad alta intensità energetica (con punte sino al 40% per la chimica) e meno in quelli a medio-bassa intensità. Il margine per ulteriori aumenti di efficienza sembra quindi esserci (e questo studio intende fornire anche una valutazione quantitativa di tale margine), occorre però vedere, in tempi in cui il costo dell'energia in moneta costante è paragonabile a quello esistente nel 1973, quali possano essere gli incentivi e i provvedimenti atti a convincere gli imprenditori ad investire nelle tecnologie di risparmio energetico.

Nella pagina seguenti si forniscono i grafici degli andamenti dei consumi specifici e dell'indice della produzione industriale per le industrie ad alta e a media intensità energetica (figure 9, 10, 11 e 12).

Figura 9: Andamento consumi specifici per i settori produttivi ad alta intensità energetica

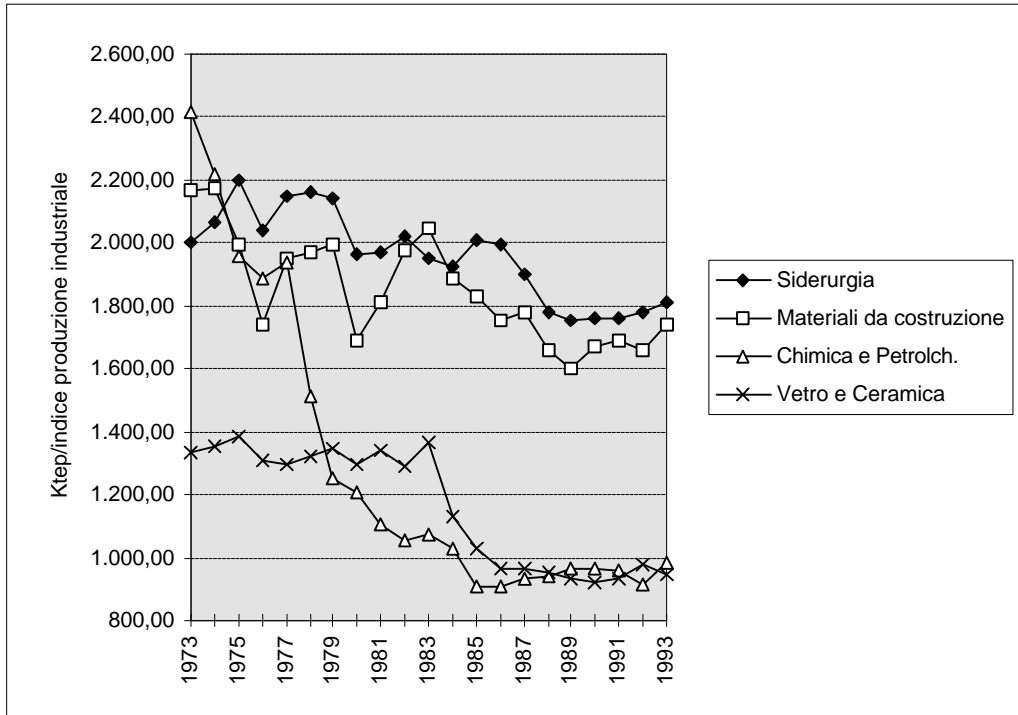


Figura 10: Indice produzione industriale per i settori ad alta intensità energetica

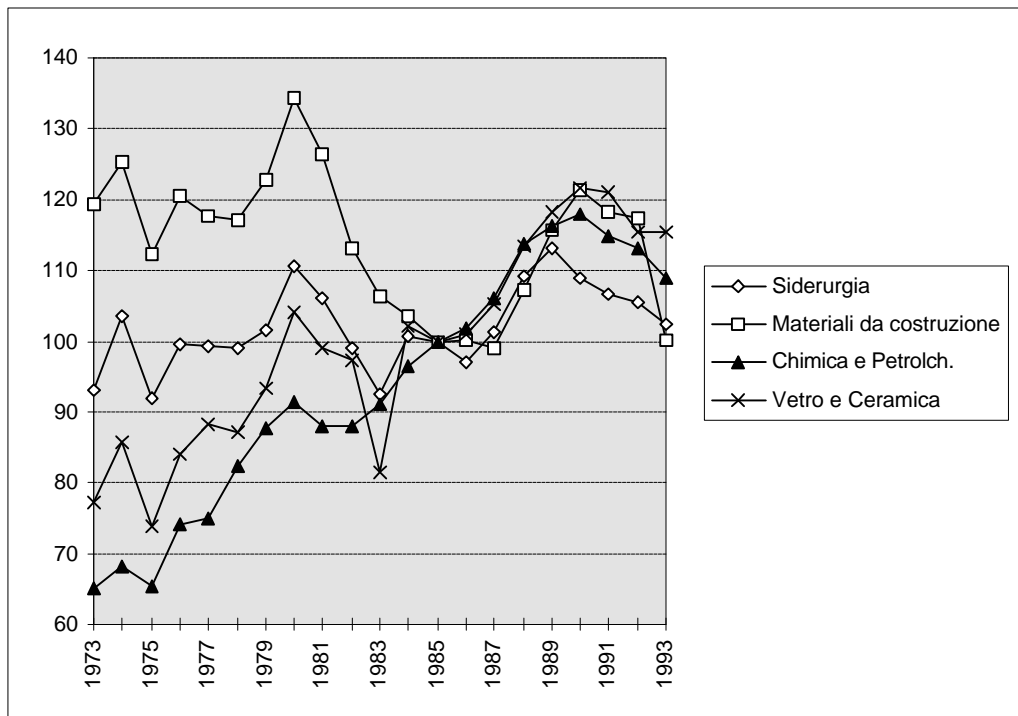


Figura 11: Andamento consumi specifici per i settori produttivi a media intensità energetica

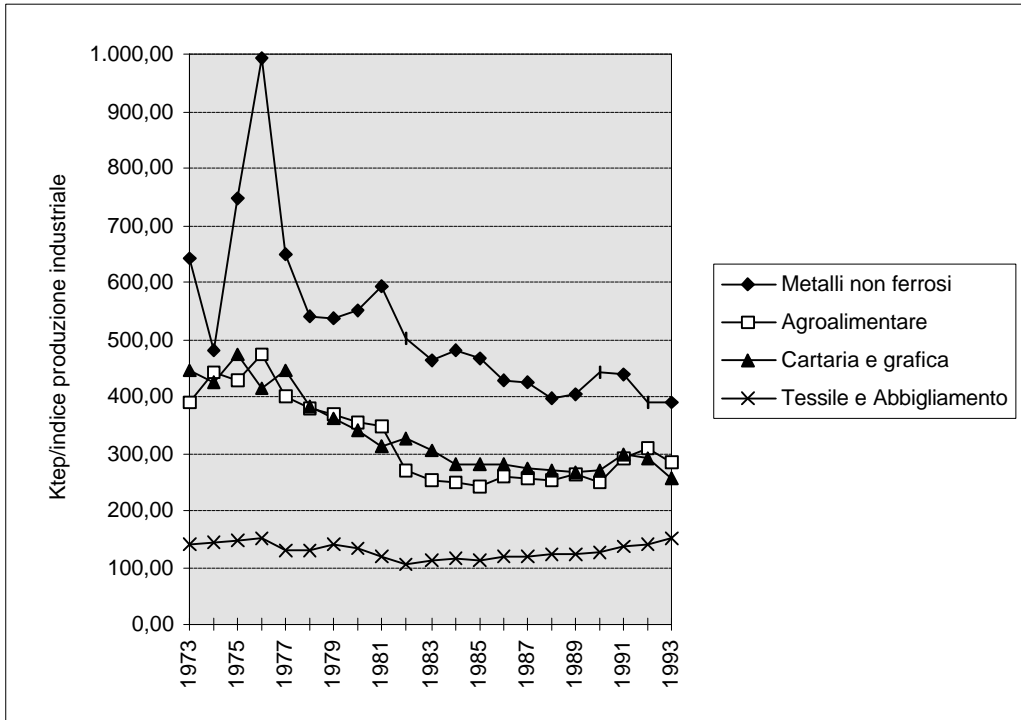
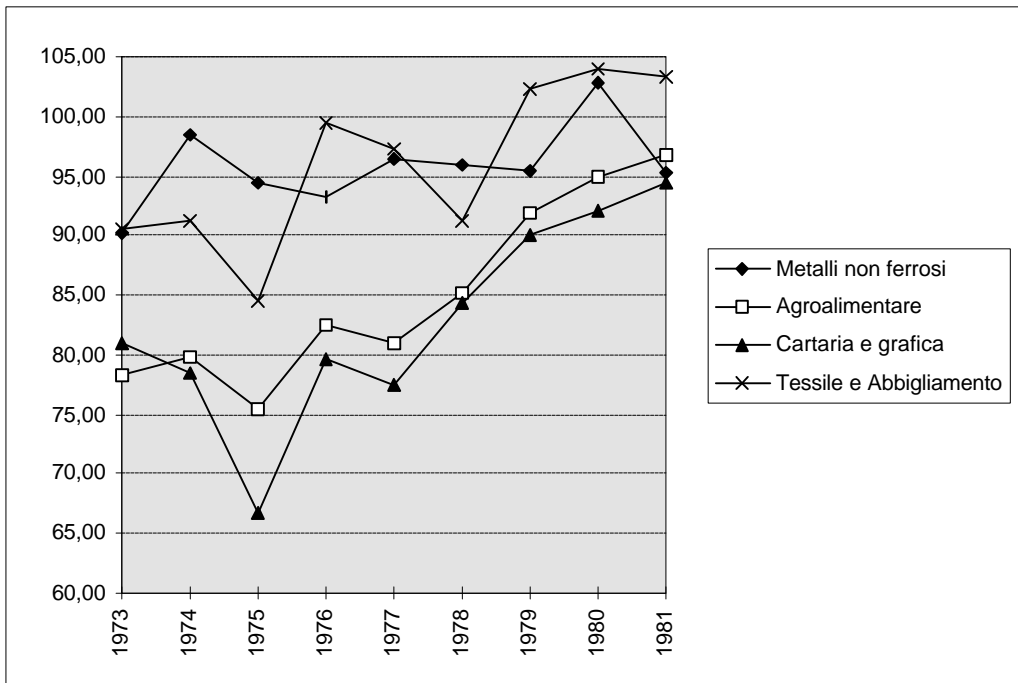


Figura 12: Indice produzione industriale per i settori a media intensità energetica



3. INDIVIDUAZIONE ED ANALISI DEGLI INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ENERGETICA

3.1 DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE DI RISPARMIO OTTENIBILE RISPETTO AI CONSUMI ENERGETICI DI RIFERIMENTO PER TIPOLOGIA DI INTERVENTO E SETTORE INDUSTRIALE.

La determinazione della percentuale di risparmio energetico ottenibile rispetto ai consumi energetici di riferimento per tipologia di intervento e nei diversi settori industriali è stata effettuata in questo studio tenendo in conto essenzialmente i risultati delle indagini energetiche effettuate nell'ambito del progetto VALOREN. Laddove i dati a disposizione sono risultati mancanti o insufficienti, si è cercato di integrarli con dati di diversa origine, provenienti sia dalla letteratura tecnica che da basi dati internazionali.

La prima elaborazione effettuata sulla base dati VALOREN è stata quello di riportare la classificazione dei settori industriali ivi esistente a quella utilizzata dall'ENEA e dal BEN (vedi tavole 2.1, 2.2 ecc.). La classificazione adottata in VALOREN è quella ISTAT a tre cifre del 1981 mentre quella ENEA si basa, sia pur con maggior dettaglio, sulla classificazione delle attività industriali del BEN e comprende le sezioni ISTAT (1991) della "Estrazione dei Minerali" delle "Attività Manifatturiere" e delle "Costruzioni ed Opere Pubbliche". La corrispondenza tra i settori ENEA e quelli VALOREN-ISTAT è mostrata in tabella 3.1. (in appendice 1 si allega la descrizione dei codici ivi riportati).

Occorre notare che tale processo di aggregazione e associazione porta a formare insiemi di attività industriali che, al loro interno, sono anche molto differenti sia dal punto di vista produttivo che tecnologico. Tipico è il caso del settore *alimentare*, i cui processi tecnologici variano dalla cottura alla sterilizzazione all'essiccazione, o della *meccanica* che include i processi di fonderia, di trattamento e lavorazione dei metalli, di carpenteria metallica, ecc... Particolare è poi, quasi per definizione, il settore "*altre manifatturiere*" in cui sono confluiti, per esclusione, alcuni settori assai diversi tra loro. I codici confluiti in "altre" corrispondono infatti alle industrie della concia, (441), del legno (462, 465, 466 e 467), e delle materie plastiche e della gomma (481, 482 e 483).

Questa considerazione andrà tenuta presente al momento di valutare le percentuali di risparmio energetico attribuibili ad ogni settore. Tali valori possono infatti essere utilizzati solo a livello aggregato di macrosettore e non a livello di sub-settore. Se, ad esempio, il risparmio energetico conseguibile a seguito di un intervento di cogenerazione nel settore alimentare è pari al 10% del totale dell'energia consumata, non è detto che tale valore possa essere indifferentemente applicato all'industria dello zucchero oppure della birra.

Tab. 3.1 *Corrispondenza dei sottosectori ISTAT considerati in VALOREN con la classificazione dei settori industriali di riferimento*

SETTORI INDUSTRIALI DI RIFERIMENTO	SOTTOSETTORI DEL PROGETTO VALOREN (codici ISTAT 1981)
Industria estrattiva	231
Alimentari e tabacchi	411 - 412 - 413 - 414 - 415 - 417 - 418 - 419 - 420 - 421 - 422 - 423 - 424 - 425 - 427 - 428 - 429
Tessile e confezioni	431 - 432 - 433 - 436 - 437 - 438 - 439 - 453
Carta	471 - 472 - 473 - 474
Chimica	251 - 255 - 257 - 258 - 259 - 260
Petrolchimica	-
Materiali da costruzione	241 - 242 - 243
Vetro e ceramica	247 - 248
Siderurgia	221
Materiali non ferrosi	-
Meccanica	311 - 312 - 314 - 315 - 316 - 319 - 328 - 341 - 342 - 346 - 351 - 353 - 361 - 362 - 365
Altre manifatturiere	441 - 462 - 465 - 466 - 467 - 481 - 482 - 483
Edilizia	-

Per ciò che riguarda la rappresentatività delle indagini VALOREN rispetto all'insieme dell'industria italiana, si può dire che vengono coperti abbastanza bene i settori dell'alimentare, dei materiali da costruzione, della meccanica, del tessile, del vetro e ceramica-carta; sono carenti i settori della chimica, della siderurgia e non vengono coperti affatto i settori della petrolchimica, dei metalli non ferrosi e delle costruzioni edili. In tabella 3.2 è riportata una sintesi informativa sulle indagini VALOREN, classificate per settore industriale ENEA e per numero di indagini, di interventi, di tep risparmiati ecc...

Sulla base di queste considerazioni, per la determinazione delle percentuali di risparmio energetico da applicare ai valori dei consumi finali per settore e per tipo di intervento, si è proceduto come segue:

- per i settori per i quali si sono ritenute estendibili le conclusioni VALOREN, si sono utilizzate queste ultime tal quali;

per i rimanenti settori si sono utilizzate metodologie di calcolo differenti, tenendo in considerazione sia le conclusioni del già citato documento ENEA: “Dati e scenari per il programma nazionale di limitazione delle emissioni di gas serra dal sistema energetico”^[2] sia altri dati a disposizione provenienti da basi dati internazionali (in particolare dal programma “IKARUS” condotto dal Fraunhofer Institut di Karlsruhe per conto del ministero dell’industria tedesco e dal programma “Best Practice” dell’ETSU inglese).

Il metodo “VALOREN” per la determinazione delle percentuali di risparmio energetico si è basato essenzialmente sull’elaborazione dell’omonima base dati con lo scopo di ottenere:

1. il totale dei consumi energetici delle aziende oggetto di indagine aggregati in base alla classificazione ENEA
2. il totale dell’energia risparmiabile sulla base degli interventi previsti, anch’essa aggregata in base alla classificazione ENEA
3. il totale della spesa prevista per intervento e per settore.

Per i settori non coperti da VALOREN, gli interventi presi in considerazione riguardano essenzialmente le tecnologie di processo per la produzione di alcuni prodotti di base (PVC, Cloro, Olefine, Ammoniaca ecc. per la chimica, acciaio da convertitore LD ed elettrico per la metallurgia ferrosa ed alluminio per la non ferrosa) come di seguito meglio specificato.

Tab. 3.2 *Dati di sintesi dalla base dati VALOREN*

SETTORI INDUSTRIALI	N. DIAGNOSI	N. INTERVENTI	TEP RISPARMIABILI DA INTERV.	N. INTERV. / DIAGNOSI	N. TEP RISPARM./ DIAGNOSI
ALIMENTARI E TAB.	216	708	94.867	3,28	439,2
ALTRE MANIFATTURIERE	63	147	14.870	2,33	236,0
MATERIALI DA COSTR.	61	133	34.515	2,18	565,8
MECCANICA	58	156	17.305	2,69	298,4
TESSILE E CONFEZIONI	41	161	8.912	3,93	217,4
VETRO E CERAMICA	18	71	20.673	3,94	1.148,5
CARTA	17	59	65.165	3,47	3.833,2
CHIMICA	13	41	7.754	3,15	596,5
INDUSTRIA ESTRATTIVA	2	6	15	3	7,3
SIDERURGIA	2	1	193	0,50	96,7
PETROLCHIMICA					
MATERIALI NON FERR.					
EDILIZIA					
TOTALI E MEDIE	491	1.483	264.269	3,02	538,2

In tabella 3.2 si forniscono i dati di sintesi più espressivi emersi dall'analisi della base dati VALOREN. Il risparmio per diagnosi si attesta su una media di 300-400 tep, salvo i casi estremi della carta (3.800 tep), e dell'industria estrattiva (circa 7 tep). Nel caso della carta il dato è spiegabile con il fatto che dei 65 ktep risparmiabili, circa il 70% è dovuto a interventi di cogenerazione, aventi percentuali di risparmio assoluto molto elevate (30-40%). Di contro le percentuali di risparmio assoluto degli interventi previsti per il settore estrattivo sono molto basse (inferiori all'1%).

3.1.1 CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE SUI PRINCIPALI INTERVENTI VALOREN E STIMA DELLE CORRISPONDENTI QUOTE DI MERCATO

La campagna di diagnosi energetiche VALOREN si è concretizzata nella compilazione, da parte di ogni revisore energetico per ogni azienda diagnosticata, di una tabella di sintesi avente dimensioni 8 x 13. La tabella è riportata nella pagina seguente.

Nelle righe sono inserite le sezioni di impianto oggetto della proposta di intervento; tali sezioni sono:

- 1) Produzione e distribuzione di energia termica
- 2) Trasformazione e distribuzione di energia elettrica
- 3) Produzione e distribuzione del freddo
- 4) Climatizzazione
- 5) Produzione e distribuzione di aria compressa
- 6) Processo produttivo
- 7) Ecologico
- 8) Altro o Nuovo impianto

In colonna sono riportate le tipologie di intervento individuate, come già introdotte in 1.2.1.

Le caselle ombreggiate indicano la non pertinenza dei relativi interventi con i corrispettivi impianti; per esempio, il rifasamento non interessa l'impianto di produzione di energia termica, l'accumulo del freddo non riguarda il processo produttivo, la coibentazione non interferisce con la produzione di aria compressa, ecc...

Nella casella della matrice relativa ad un dato intervento individuato in azienda vengono riportati: investimento, risparmio economico e risparmio energetico.

Simili tabelle, una per ogni azienda diagnosticata, hanno fornito i dati tecnico-economici le cui elaborazioni sono l'oggetto principale del presente studio.

Iniziativa VALOREN: scheda riassuntiva caratteristica di ogni azienda diagnosticata.

Le caselle chiare contengono, per ogni intervento individuato, l'entità dell'investimento (Mlit), del risparmio energetico (tep/anno) e del risparmio economico (Mlit/anno).

INTERVENTO ---> IMPIANTO	Coibentazione	Modifica impianto	Modifica gestione	Modifica contratto	Automazione & regolazione	Recupero calore	Accumulo del freddo	Pompa di calore	Rifasamento	Movimentazione elettrica	Energie rinnovabili	Cogenerazione	Altro
Produzione & distribuzione energia termica													
Trasformaz. & distribuz. energia elettrica													
Produzione & distribuzione freddo													
Climatizzazione													
Produzione & distribuzione aria compressa													
Processo produttivo													
Ecologico													
Altro, Nuovo impianto													

3.1.1.1 Cogenerazione

La cogenerazione di energia elettrica e di calore è un intervento decisamente importante per buona parte dei settori industriali che presentano fabbisogni contemporanei delle due forme di energia. Dal lavoro VALOREN si ricava che questo intervento prospetta il maggior risparmio energetico in assoluto (136.700 su 264.270 tep/a riguardante il totale degli interventi) e la maggiore "intensità di risparmio" (650 tep/intervento, rispetto alla media di 178 tep/intervento). Il potenziale di risparmio energetico assoluto, calcolato come la media dei rapporti tra i tep risparmiabili ed il totale dei consumi energetici per le aziende per le quali questo intervento è stato consigliato e valutato, è vicino al 15%. Tale valore scende all'8% se rapportato all'universo delle aziende VALOREN.

Per quanto riguarda l'adozione dei gruppi di cogenerazione nell'industria, da un'elaborazione UNAPACE sugli "Autoproduttori industriali di energia elettrica in Italia nell'anno 1994", si ricava che al 31 dicembre 1994 erano in esercizio nell'industria 703 gruppi di cogenerazione per una potenza complessiva di 5.985 MWe.

L'andamento della diffusione della tecnologia ha subito negli ultimi 2-3 anni un incremento dovuto alle favorevoli condizioni di cessione dell'energia alle reti elettriche (Prov. CIP 6/92). Il fatturato dei fornitori di gruppi è in continua crescita soprattutto nel campo delle turbine a gas di grande taglia (> 5 MW).

Nel citato documento della NOMISMA è stato valutato che al 1998, quando saranno completati i grandi impianti di cogenerazione oggi in progetto saranno disponibili per la rete ENEL circa 5.000 MWe. La potenza elettrica complessiva installata a quella data sarà quindi di circa 10.000 MW che rappresenta il 7-8% della potenza complessiva nazionale.

Per quanto riguarda la ripartizione della potenza installata tra i diversi settori industriali, l'elaborazione UNAPACE riporta i dati relativi al totale dei gruppi termoelettrici (cogeneratori e non) di potenza complessiva pari a 7.208 MW. Tale ripartizione viene attribuita, orientativamente, anche ai gruppi di cogenerazione dato che costituiscono l'83% di tale potenza :

- Estrattive	0,2 %
- Siderurgiche	14,2 %
- Metallurgiche	0,3 %
- Meccaniche	4,6 %
- Chimiche	44,1 %
- Petrolifere	10,3 %
- Materiali per edilizia	3,2 %
- Ceramiche e vetrarie	1,0 %
- Tessili	4,4 %
- Alimentari	5,3 %
- Cartarie	10,1 %
- Altre industrie	2,4 %

3.1.1.2 Modifica Impianto, e Altro

Di questi due interventi si è già discusso nel primo capitolo. Si ritiene inoltre che gli interventi classificati all'interno della categoria ALTRO possano essere accomunati, quantomeno dal punto di vista tecnologico, alle modifiche di impianto. In ALTRO infatti ricadono interventi che prevedendo operazioni quali il riciclo di materia prima, il trattamento degli effluenti, ecc...

Per quanto riguarda in particolare gli interventi sugli impianti, le modifiche, finalizzate a razionalizzare i consumi energetici, in genere non riguardano il trattamento termico del prodotto, bensì l'ottimizzazione dei flussi energetici esistenti (p.e. l'utilizzazione dei fumi dei forni negli essiccatoi delle industrie ceramiche, lo "stirring" del bagno metallico tramite gas inerte nella siderurgia, ecc...) oppure la sostituzione di macchine o parti di impianto del processo con altre aventi maggiore efficienza energetica (p. es. la sostituzione delle linee di fardellaggio o delle pompe da vuoto con altre più efficienti nell'industria pastaria).

Nel caso degli impianti di servizio si tratta in genere di riprogettare gli impianti di produzione dell'energia (caldaie) e le linee di distribuzione dell'energia elettrica, del calore, del freddo.

Le tabelle che seguono mostrano come in VALOREN si sono distribuiti gli interventi "sull'impianto" ed ALTRO in funzione dei sottoinsiemi impiantistici:

Intervento: Modifica impianto

sottoinsieme impiantistico	% tep risparmiabili
ALTRO, NUOVO IMPIANTO	9,49%
CLIMATIZZAZIONE	2,48%
ECOLOGICO	1,62%
PROCESSO PRODUTTIVO	73,19%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ARIA COMPRESSA	0,19%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ENERGIA TERMICA	11,80%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE FREDDO	1,02%
TRASFORMAZIONE DISTRIB.ENERGIA ELETTRICA	0,22%
Totale complessivo	100,00%

Come si vede, la maggior parte degli interventi sugli impianti interessa i processi produttivi ed in misura minore la produzione e distribuzione di energia termica (ad esempio l'introduzione di caldaie ad alta efficienza), mentre gli interventi classificati come ALTRO interessano altre parte degli impianti (a monte o a valle delle linee di processo) e, in misura minore le linee di processo propriamente dette.

Intervento: Altro

sottoinsieme impiantistico	% tep risparmiabili
ALTRO, NUOVO IMPIANTO	48,25%
CLIMATIZZAZIONE	0,10%
ECOLOGICO	12,62%
PROCESSO PRODUTTIVO	28,13%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ARIA COMPRESSA	0,65%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ENERGIA TERMICA	10,26%
Totale complessivo	100,00%

La capacità di produrre risparmio per questi due interventi è relativamente alta. Infatti sulla base dei dati VALOREN risulta che il potenziale assoluto medio è dell'ordine del 4-8%. Diversa è la situazione se si rapporta tale potenziale al totale delle aziende VALOREN. In tal caso infatti per gli interventi ALTRO, il valore scende al 1% essendo relativamente pochi gli interventi di questo tipo. Tuttavia il dato appare dipendere più da una scelta di classificazione che da fattori tecnologici.

	media rispetto le aziende in cui l'intervento è stato calcolato	media rispetto il totale delle aziende VALOREN
ALTRO	4 %	1 %
MODIFICA IMPIANTO	8 %	4 %

Per quanto riguarda la quota di mercato attribuibile a questi due interventi, con riferimento alla citata elaborazione effettuata sui dati ENEA^[2], si ha la seguente situazione:

	Classi di intervalli di quote di mercato				Totale complessivo
	0-20%	21-50%	51-80%	81-100%	
MODIFICA IMPIANTO+ALTRO	19,51%	68,29%	9,76%	2,44%	100,00%

Come si vede l'addensamento maggiore si ha in corrispondenza dell'intervallo 20 - 50%, per cui, con le cautele ed i ragionamenti esposti nel primo capitolo di questo studio, si assumerà, per questi interventi, una penetrazione (massima) pari al 50% (in linea anche con la percentuale di tali interventi sul totale delle aziende VALOREN).

3.1.1.3 Coibentazione

COIBENTAZIONE è un intervento semplice, applicabile ad ogni tipo di azienda industriale e oramai molto diffuso. Pur essendo infatti un provvedimento ovvio, viene suggerito solo a 57 aziende su 480. La sua capacità di risparmio energetico, se calcolata per le aziende in

cui il provvedimento è stato consigliato, è bassa, 2 - 3%, e diventa trascurabile rispetto il totale delle aziende VALOREN (0,3%).

Considerando inoltre che la quota di mercato ricavata dallo studio ENEA si attesta sul 10% - 15% e che dal lato dell'offerta si considera il prodotto ormai maturo (il tasso di crescita è costante dal 1983 e pari all'8% anno), si può stimare per COIBENTAZIONE un tasso di penetrazione attuale non inferiore al 70%.

3.1.1.4 *Recupero di Calore*

RECUPERO DI CALORE si situa tra gli interventi più consigliati (221 interventi su 480 aziende), dopo COGENERAZIONE, MODIFICA IMPIANTO e MODIFICA DI GESTIONE. Di questi interventi circa la metà è destinata al settore alimentare nel quale il calore viene recuperato dai fumi della combustione delle caldaie, dai processi di essiccazione e dai fumi dei forni di cottura. Il potenziale assoluto di risparmio energetico è pari al 5 % e il potenziale riferito all'universo VALOREN è vicino all'1%.

Rispetto alle componenti di impianto RECUPERO DI CALORE trova le maggiori applicazioni sulle linee di processo e nel sottoinsieme della produzione e distribuzione del calore:

sottoinsieme impiantistico	% tep risparmiabili
ALTRO, NUOVO IMPIANTO	2,80%
CLIMATIZZAZIONE	2,08%
ECOLOGICO	0,32%
PROCESSO PRODUTTIVO	52,31%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ARIA COMPRESSA	1,32%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ENERGIA TERMICA	34,70%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE FREDDO	6,48%
Totale complessivo	100,00%

Per ciò che riguarda la stima della quota di mercato, lo studio ENEA fornisce la massima concentrazione in corrispondenza dell'intervallo 20- 50% (80% delle occorrenze). Dal punto di vista dell'offerta i recuperatori di calore hanno avuto uno sviluppo sostenuto nel decennio 1983/1992. Difatti l'incremento medio annuo nel periodo 83/87 è stato dell'11% circa in termini reali (considerando un tasso di inflazione medio costante del 6%) e del 23% nel periodo 87/92.

Per quanto riguarda i settori industriali, la domanda si è concentrata nel Meccanico, nel Chimico con tassi di crescita che vanno dal 30 (Chimico) al 60% (Meccanico). La crescita invece è assente in alcuni subsettori (Cemento e Mezzi di trasporto ed Alimentare). In definitiva la domanda attuale, se ha mantenuto il trend del periodo 87/92, ancora non ha raggiunto livelli di saturazione per cui, in sintonia con le valutazioni ENEA, può essere accettabile una quota di mercato media pari al 40%.

3.1.1.5 Automazione e Regolazione

I sistemi di automazione e controllo sono, come la coibentazione o l'energy management, applicabili orizzontalmente a tutte le produzioni industriali ma, per ragioni di convenienza economica, probabilmente solo a livello di industria medio-grande. Infatti l'intervento viene consigliato a sole 122 aziende su 480. Per tale ragione il potenziale di risparmio energetico, che è già basso (3,4% a livello assoluto), diventa trascurabile quando rapportato all'universo VALOREN (0,6%).

Nei 122 casi studiati, gli interventi di AUTOMAZIONE riguardano per il 76% gli impianti di produzione e distribuzione di calore e per il 22,4% il processo produttivo:

sottoinsieme impiantistico	% tep risparmiabili
ALTRO, NUOVO IMPIANTO	0,25%
CLIMATIZZAZIONE	0,49%
ILLUMINAZIONE	0,01%
PROCESSO PRODUTTIVO	22,37%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ARIA COMPRESSA	0,23%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE ENERGIA TERMICA	76,02%
PRODUZIONE DISTRIBUZIONE FREDDO	0,07%
TRASFORMAZIONE DISTRIB.ENERGIA ELETTRICA	0,55%
Totale complessivo	100,00%

Per ciò che riguarda la stima della quota di mercato, lo studio ENEA fornisce la massima concentrazione in corrispondenza dell'intervallo 80-100% (60% delle occorrenze). Per ciò che riguarda l'offerta, nel settore dei sistemi di conteggio e controllo la produzione è passata dal 13% medio annuo del periodo 83/87 al 20% medio annuo del periodo 87/92. La tecnologia risulta in espansione in tutti i settori industriali tranne che in quello Alimentare il cui tasso di crescita reale è del 4% annuo.

Si può pertanto ipotizzare che, fermo restando questo andamento anche negli ultimi anni, si sia ancora lontani dalla saturazione e che la quota di mercato del settore sia stimabile intorno all'80%.

3.1.1.6 Pompe di Calore

Le POMPE DI CALORE sono poco compatibili con quasi tutti i settori dell'industria. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi industriali, che se sono a temperature medio-alte, non risultano adeguate alle PdC. In presenza di processi tecnologici richiedenti basse temperature, la compatibilità delle PdC è condizionata dai costi relativamente elevati sia della tecnologia che dell'energia elettrica. Le PdC ad assorbimento sono particolarmente

indicate in presenza di calore di scarto. Le indagini VALOREN praticamente non prendono in considerazione questa tecnologia ed anche lo studio ENEA ne stima la quota di mercato intorno al 10-15% (a fronte di un probabile livello di diffusione pari a 0).

3.1.1.7 Modifica Gestione

E' una tipologia di intervento che in teoria è "tecnologicamente compatibile" con tutti i settori industriali, in quanto interviene sull'ottimizzazione della gestione delle materie prime, degli impianti e dei prodotti. Consiste essenzialmente nel regolare i flussi in modo che ci sia continuità di funzionamento degli impianti e nell'utilizzare le potenzialità degli stessi nelle condizioni di massimo rendimento possibile.

L'intervento ha un impatto soprattutto sulla produttività dell'impresa e, quindi, una forte valenza economica. Gli aspetti più propriamente energetici riguardano, per esempio, il miglioramento dei consumi specifici dovuto ad una più intensiva utilizzazione degli impianti, il miglioramento dei rendimenti delle caldaie, la riduzione del carico elettrico di punta mediante un'adeguata gestione dei carichi elettrici parziali (inserimenti-disinserimenti).

La capacità di risparmio, in termini di potenziale di risparmio assoluto è relativamente alta: 5%. Tale valore rapportato all'universo VALOREN cala al 0,35%. Dall'esperienza VALOREN e al pari di COIBENTAZIONE, si potrebbe dedurre che tale intervento sia molto diffuso presso le aziende visitate. In realtà ciò può essere vero per le aziende medio grandi, ove l'energy manager è ormai una realtà da circa 10 anni.

Non così per le piccole aziende, ove la pratica della corretta gestione energetica è spesso affidata al direttore di produzione o al responsabile tecnico degli impianti. Anche lo studio ENEA mostra fiducia nella diffusione di questa pratica gestionale affidandogli spazi di mercato del 50 - 80%. Si ritiene quindi che, per questo intervento, sia congruo un valore di quota di mercato del 65%.

3.1.1.8 Modifica Contratto

Tale intervento non rientra tra quelli tecnologici, pertanto la compatibilità va intesa come opportunità di esser preso in esame in tutte le situazioni in cui sia significativo l'impegno di energia elettrica.

Si tratta di modificare le condizioni contrattuali per la fornitura di energia elettrica e/o combustibile con vantaggi economici e qualche volta anche energetici. Il vantaggio di tipo energetico si verifica quando si trasforma un consumo elettrico in un equivalente consumo di combustibile con un bilancio energetico (in fonti primarie) complessivamente favorevole.

L'opportunità o meno di prendere in considerazione tale intervento per un determinato settore industriale dipende dall'entità della spesa energetica in relazione anche alle altre voci di spesa e dalla regolarità di utilizzo dell'energia in relazione ai vincoli contrattuali delle forniture. In pratica le aziende che presentano oscillazioni produttive di lungo periodo (dovuto in genere alle variazioni di mercato) sono soggette a variazioni, non

sempre pianificabili, dei consumi e degli impegni di potenza. In questi casi è consigliabile un'attenzione continua e tempestiva sull'adeguatezza dei contratti.

Ciò è confermato, orientativamente, dai risultati delle diagnosi VALOREN che mostrano un numero elevato di interventi di questo tipo per i settori con produzione più variabile come quelli Alimentare e Materiale da costruzione.

Questo intervento, poiché non dà luogo a risparmi di energia, non viene considerato nel calcolo del risparmio energetico generale.

3.1.1.9 Rifasamento

Questo intervento è particolarmente importante per quelle aziende che hanno consistenti consumi elettrici. Anche in questo caso, come in MODIFICA CONTRATTO, i risultati delle diagnosi VALOREN mostrano un'ampia applicazione in tutti i settori industriali (con 146 interventi su 480 aziende).

In particolare per gli stabilimenti aventi notevole sviluppo di linee elettriche interne che alimentano potenze decentrate di un certo rilievo, il vantaggio energetico del RIFASAMENTO, se adeguatamente frazionato e ubicato, sia pur modesto, è apprezzabile per la riduzione di perdite di potenza per distribuzione nell'ambito degli stessi stabilimenti. Il risparmio in termini di potenziale assoluto è dell'ordine del 0,4%, praticamente trascurabile a livello dell'universo VALOREN. Non si hanno dati per la stima della quota di mercato né per l'attuale diffusione di tale tecnologia nell'universo aziendale che comunque si ritiene non possa essere inferiore al 50%.

3.1.1.10 Movimentazione Elettrica, Accumulo del Freddo, Energie Rinnovabili

Questi tre interventi sono assai poco o per nulla trattati in VALOREN. MOVIMENTAZIONE ELETTRICA si riferisce ai risparmi ottenibili mediante l'introduzione di motori elettrici ad alto numero di giri o a velocità variabile. Si tratta di tecnologie ancora poco diffuse il cui vantaggio energetico è comunque modesto (intorno all'0,4% in termini assoluti e rapportato all'universo VALOREN intorno allo 0,01%). In VALOREN sono stati presi in considerazione 24 interventi di questo tipo su 480 aziende. ACCUMULO DEL FREDDO si riferisce ad applicazioni su impianti frigoriferi di 4 aziende alimentari e due chimiche con un risparmio in termini assoluti dello 1,46% e rapportato all'universo VALOREN dello 0,08%. ENERGIE RINNOVABILI non è stato preso in considerazione. Non è possibile per questi interventi stimare possibili penetrazioni di mercato (salvo che PER ENERGIE RINNOVABILI, che però occupa posizioni di nicchia con valori di penetrazione trascurabili).

In tabella 3.3 si riportano i dati relativi al livello di penetrazione degli interventi nell'universo dei settori industriali (prime due righe della tabella) e le stime relative alle quote di mercato per i restanti interventi.

Tab. 3.3 Tassi di penetrazione attuali e quote di mercato degli interventi

Tassi di penetr.	Tassi di penetr. e quote di mercato della tecnologia	Alimentare	Altre	Cartaria	Chimica	Estrazione	Materiali da costruzione	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e ceramica
		COGENERAZIONE	5,30%	2,40%	10,10%	44,10%	0,20%	3,20%	4,60%	14,20%	4,40%
	COIBENTAZIONE	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Quote di mercato	AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
	MODIFICA IMPIANTO	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
	ALTRO	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
	MODIFICA GESTIONE	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
	RECUPERO CALORE	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	POMPE DI CALORE	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	RIFASAMENTO	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
	MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
	ACCUMULO DEL FREDDO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

3.1.2 DETERMINAZIONE DELLE PERCENTUALI DI RISPARMIO ENERGETICO PER I SETTORI TRATTATI IN VALOREN

Nelle pagine seguenti si riportano in sequenza le tabelle con i valori utilizzati per il calcolo delle percentuali di risparmio energetico.

La tabella 3.4 riporta i dati dei consumi finali di energia dell'industria italiana e delle aziende VALOREN. I dati di consumo energetico delle aziende VALOREN sono forniti rispetto al totale delle aziende (491 aziende, primo rigo della tabella) e rispetto alle sole aziende per le quali si è riscontrata la possibilità di risparmio energetico (419 aziende, secondo rigo della tabella).

La tabella 3.5 riporta i dati dei tep risparmiati per settore ed intervento e la tabella 3.6 le percentuali di risparmio energetico. Le celle della tabella 3.6 riportano, per ogni incrocio settore/intervento, la *media ponderale* dei rapporti, calcolati a livello di singola azienda, tra i risparmi ottenibili per intervento e i consumi energetici aziendali. Le celle relative all'ultima colonna riportano il rapporto tra il totale dei risparmi ottenibili per intervento (per tutti i settori) e il totale dei corrispondenti consumi energetici. Infine le celle dell'ultima riga riportano il rapporto tra il totale dei risparmi ottenibili per settore (tutti gli interventi) ed i corrispondenti consumi di energia. Come totale di riferimento dei consumi energetici si è considerato quello relativo alle aziende per le quali è stata riscontrata la possibilità di risparmio (terzo rigo della tabella 3.3).

Per ciò che riguarda i settori della chimica e della siderurgia si aggiungeranno, nelle successive elaborazioni, ai dati riguardanti gli interventi della cogenerazione (rispettivamente 12,9% e 19,3%) e delle modifiche sugli impianti (3,8% per la sola chimica) i risparmi di energia ottenibili da modifiche dei processi produttivi.

Nelle tabelle i settori della petrolchimica, metalli non ferrosi e dell'edilizia non vengono riportati in quanto non considerati da VALOREN. Come già detto per i metalli non ferrosi si forniranno valori di risparmio energetico desunti da altre fonti.

Tab. 3.4 Consumi finali di energia delle aziende VALOREN e delle aziende italiane (ktep)

	Alimentare	Altre	Cartaria	Chimica	Estrazione	Materiali da costruzione	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e ceramica	Totale
Valoren complessivo	515	121	329	52	6	370	155	2	91	77	1.719
Valoren risp. energetico	508	111	329	46	6	346	104	1	80	77	1.610
Consumi Italia 1993	2.475	1.402	2.137	3.814	194	4.301	3.639	7.218	2.375	2.635	30.189

Tab. 3.5 Quantità di energia risparmiata per intervento e settore (tep)

	Alimentare	Altre	Cartaria	Chimica	Estrazione	Materiali da costruzione	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e ceramica	Totale
COGENERAZIONE	38.855	11.185	47.289	6.712	0	15.764	3.860	193	3.913	8.934	136.705
COIBENTAZIONE	2.547	155	424	4	0	1.496	32	0	132	331	5.121
ACCUMULO DEL FREDDO	1.207	0	0	135	0	0	0	0	0	0	1.342
ALTRO	1.422	1.882	0	123	0	1.963	5.543	0	1.539	5.548	18.020
AUTOMAZIONE	5.731	137	2.100	1	0	1.183	1.033	0	61	808	11.054
REGOLAZIONE											
MODIFICA GESTIONE	2.811	32	82	3	0	5	259	0	494	2.412	6.098
MODIFICA IMPIANTO	36.271	398	12.930	214	2	10.239	3.215	0	2.441	882	66.591
MOVIMENTAZIONE	283	29	434	66	0	0	8	0	197	23	1.039
ELETTRICA											
POMPE DI CALORE	0	42	0	0	10	2	0	0	0	2	55
RECUPERO CALORE	5.727	1.006	1.906	495	2	3.863	3.326	0	135	1.731	18.191
RIFASAMENTO	15	4	0	1	0	2	28	0	0	3	53
Totale complessivo	94.867	14.870	65.165	7.754	15	34.515	17.305	193	8.912	20.673	264.269

Tab. 3.6 Percentuali di risparmio energetico

	Alimentare	Altre	Carta	Chimica	Estrazione	Mat. Costruzione	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e ceramica	Totale complessivo
COGENERAZIONE	11,40%	20,67%	23,31%	14,57%	0,00%	7,70%	17,58%	19,33%	14,62%	11,16%	14,09%
COIBENTAZIONE	1,54%	1,13%	1,18%	5,00%	0,00%	3,88%	8,61%	0,00%	1,08%	0,96%	2,18%
ACCUMULO	0,26%	0,00%	0,00%	4,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,46%
ALTRO	3,52%	18,95%	0,00%	1,05%	0,00%	2,20%	3,64%	0,00%	3,41%	3,72%	3,97%
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	2,80%	0,44%	6,70%	1,33%	0,00%	6,91%	2,31%	0,00%	0,95%	1,31%	3,42%
MODIFICA GESTIONE	1,84%	1,88%	2,53%	0,04%	0,00%	1,01%	4,19%	0,00%	1,64%	15,62%	5,10%
MODIFICA IMPIANTO	12,85%	3,98%	4,49%	4,50%	0,06%	5,84%	8,39%	0,00%	4,31%	17,92%	7,87%
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	0,30%	0,38%	0,88%	0,65%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,43%	0,22%	0,36%
POMPE DI CALORE	0,00%	1,92%	0,00%	0,00%	0,08%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	0,57%
RECUPERO CALORE	6,08%	2,04%	3,78%	4,31%	0,49%	4,48%	6,01%	0,00%	3,65%	5,89%	5,08%
RIFASAMENTO	1,07%	14,81%	0,00%	0,04%	0,02%	0,10%	1,18%	0,00%	0,00%	0,20%	0,44%
Percent. en. rispam. per settore	18,46%	12,88%	19,85%	16,95%	0,23%	9,96%	16,52%	19,33%	11,17%	26,64%	16,32%

3.1.3 DETERMINAZIONE DELLE PERCENTUALI DI RISPARMIO ENERGETICO PER I SETTORI NON TRATTATI IN VALOREN

Per la determinazione dei risparmi energetici conseguibili nei settori non trattati in VALOREN si sono prese in considerazione sia le tecnologie che permettono risparmi di energia mediante l'introduzione o la maggior diffusione di nuovi processi produttivi, tipiche della chimica, sia quelle che, a parità di processo, intervengono su parte o tutta una linea produttiva. Denominiamo come è uso le prime: "tecnologie di processo", e le seconde, in conformità alla terminologia VALOREN, di "modifica impianto".

La stima del risparmio energetico conseguibile è stata effettuata secondo il seguente metodo:

- a) per ognuno dei tre settori considerati (chimica, siderurgia e metallurgia non ferrosa) sono state prese in considerazione le principali tipologie di prodotto (dati e classificazione NACE/EUROSTAT) e per ognuna di esse sono stati riportati produzione e consumi unitari; questi in due classi: sia quelli corrispondenti all'attuale stato dell'arte della produzione che i nuovi, ottenibili a seguito degli interventi sui processi o sugli impianti (per semplicità si è preferito non considerare, ove esistenti, i possibili mix di tali interventi);
- b) si sono valutati per ogni tipo di intervento i tassi di penetrazione attuali (in base a stime effettuate su base europea dal citato programma IKARUS) e corrispondentemente si sono calcolati i nuovi consumi finali di energia per tassi di penetrazione obiettivo pari al 50 e all'80%;
- c) si è calcolato il totale dei consumi e dei risparmi di energia per l'insieme delle produzioni considerate, si è poi calcolato il potenziale relativo di energia risparmiabile e, infine, analogamente al metodo seguito per le indagini VALOREN, lo si è applicato al totale dei consumi italiani per i tre settori considerati.

3.1.3.1 *Processi e prodotti della chimica primaria*

Le produzioni del settore della chimica primaria prese in considerazione sono: Acetilene, Ammoniaca, Prodotti aromatici (Benzene, Toluene, Xilene), Cloro (sotto-prodotto NaOH), Metanolo, Oleifine (etilene), PVC. Il consumo totale calcolato per tali prodotti è pari al 23% del consumo energetico totale dei settori della chimica e petrolchimica (dati al 1990) e circa al 55% del solo settore della chimica di base e secondaria. I potenziali relativi di risparmio energetico sono del 5,8% per un tasso di penetrazione complessivo delle tecnologie del 50% e 9,2% per un tasso di penetrazione dell'80%. I dati di dettaglio per la chimica sono riportati in tabella 3.8 e i dati di sintesi in tabella 3.7.

3.1.3.2 *Processi e prodotti della Siderurgia*

I processi/prodotti presi in considerazione sono: pre-riduzione dei minerali di ferro per la carica dell'altoforno, ghisa di altoforno, acciaio da forno elettrico, prodotti laminati (bramme, blumi ecc.). Il consumo totale calcolato è pari al 90% del totale del settore della siderurgia (1990). I potenziali relativi di risparmio energetico sono del 8,9% per un

tasso di penetrazione complessivo delle tecnologie del 50% e 15,4% per un tasso di penetrazione dell'80%. I dati di dettaglio per la siderurgia sono riportati in tabella 3.9 e i dati di sintesi in tabella 3.7.

3.1.3.3 *Processi e prodotti dei metalli non ferrosi*

Per questo settore si prende in considerazione il solo processo di fabbricazione dell'alluminio e i suoi prodotti principali: alluminio primario e secondario (riciclato). Il consumo totale calcolato è pari al 70% del totale del settore dei metalli non ferrosi (1990). I potenziali relativi di risparmio energetico sono del 15% per un tasso di penetrazione complessivo delle tecnologie del 50% e 18% per un tasso di penetrazione dell'80%. I dati di dettaglio per l'alluminio sono riportati in tabella 3.10 e i dati di sintesi in tabella 3.7.

Tab. 3.7 *Dati di sintesi relativi ai potenziali di energia e ai risparmi di energia per i settori non VALOREN (dati 1990, ktep)*

Chimica e petrolchimica		t.d.p.= 50%	t.d.p.= 80%
Potenziale relativo di risparmio energetico		5,77%	9,23%
Tot. consumo energia	7.575		
Energia risparmiabile		437	699
Siderurgia			
Potenziale relativo di risparmio energetico		8,38%	15,43%
Tot. consumo energia	7.442		
Energia risparmiabile		624	1.148
Metalli non ferrosi			
Potenziale relativo di risparmio energetico		14,78%	18,56%
Tot. consumo energia	832		
Energia risparmiabile		123	154

Tab. 3.8 *Dati di consumo e risparmio di energia per alcune produzioni della chimica di base*

Prodotti	Produzione kt	Tipo intervento	Tipo Energia Finale	Consumi unitari		Tasso di penetraz. attuale	Consumi totali, tep			Energia Risparmiata	
				attuale tep/kt	obiettivo tep/kt		attuale	obiettivo		obiettivo	
								t. pen 50%	t. pen 80%	t. pen 50%	t. pen 80%
Acetilene	49	tecnologia processo	Elettrica	624,8	392,7	0%	30.802	25.081	21.648	5.721	9.154
			Termica	315,9	500,9	0%	15.574	20.134	22.870	-4.560	-7.296
Ammoniaca	1.454	tecnologia processo	Elettrica	3,3	3,3	0%	4.856	4.856	4.856	0	0
			Termica	265,4	223,6	0%	385.869	355.492	337.265	30.377	48.604
Aromatici	613	tecnologia processo	Elettrica	2,6	2,6	0%	1.611	1.611	1.611	0	0
			Termica	52,4	32,1	0%	32.074	25.854	22.122	6.220	9.951
Cloro	1.043	tecnologia processo	Elettrica	277,9	211,7	0%	289.850	255.305	234.579	34.544	55.271
			Termica	27,3	17,2	0%	28.524	23.232	20.056	5.292	8.467
Metanolo	90	tecnologia processo	Elettrica	3,6	3,6	0%	322	322	322	0	0
			Termica	336,2	231,7	0%	30.261	25.558	22.736	4.703	7.525
Olefine	1.504	modifica impianto	Elettrica	4,8	4,4	5%	7.189	6.920	6.758	270	431
			Termica	602,3	576,2	5%	905.919	886.291	874.514	19.628	31.405
PVC	618	tecnologia processo	Elettrica	24,4	24,4	0%	15.051	15.051	15.051	0	0
			Termica	78,1	73,4	0%	48.247	46.793	45.921	1.454	2.326
Totali							1.796.150	1.692.500	1.630.311	103.649	165.839

Tab. 3.9 Dati di consumo e risparmio di energia per i principali processi/prodotti della siderurgia

Prodotto/ Processo	Produzione kt	Tipo intervento	Tipo Energia Finale	Consumi unitari		Tasso di penetraz. attuale	Consumi totali, tep			Energia Risparmiata	
				attuale tep/kt	obiettivo tep/kt		attuale	obiettivo		obiettivo	
								t. pen 50%	t. pen 80%	t. pen 50%	t. pen 80%
Pre riduzione min. ferroso	13.113	modifica impianto	Elettrica Termica	2,9	0,4	5%	38.159	22.540	12.128	15.619	26.031
				37,2	36,5	47%	488.066	483.653	480.721	4.413	7.344
Ghisa da Altoforno	11.883	modifica impianto	Elettrica Termica	7,0	5,0	35%	83.181	79.308	71.561	3.873	11.620
				274,7	258,0	29%	3.264.617	3.065.671	2.769.295	198.946	495.321
Acciaio da forno elettrico	14.140	modifica impianto	Elettrica Termica	47,6	44,0	35%	672.923	622.832	607.261	50.091	65.662
				24,1	16,2	13%	341.198	332.963	332.963	8.235	8.235
Laminati	23.105	modifica impianto	Elettrica Termica	14,8	14,8	0%	342.185	342.185	342.185	0	0
				61,6	41,3	0%	1.423.961	1.147.571	1.011.511	276.391	412.450
Totali							6.654.289	6.096.722	5.627.627	557.567	1.026.663

Tab. 3.10 Dati di consumo e risparmio di energia per l'alluminio

Prodotto/ Processo	Produzione kt	Tipo intervento	Tipo Energia Finale	Consumi unitari		Tasso di penetraz. attuale	Consumi totali, tep			Energia Risparmiata	
				attuale tep/kt	obiettivo tep/kt		attuale	obiettivo		obiettivo	
								t. pen 50%	t. pen 80%	t. pen 50%	t. pen 80%
Alluminio Primario	231,8	modifica impianto	Elettrica Termica	1.358,8	115025%	14%	314.974	266.629	250.807	48.346	64.167
				251,6	22643%	0	58.319	55.403	53.653	2.916	4.665
Alluminio Secondario	349,6	modifica impianto	Elettrica Termica	42,4	4236%	0	14.809	14.809	14.809	0	0
				539,9	44272%	5%	188.749	154.774	150.513	33.975	38.236
Totali							576.851	491.615	469.782	85.237	107.069

3.1.4 VALUTAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO DEGLI INVESTIMENTI PER GLI INTERVENTI VALOREN

Per la valutazione del tempo di ritorno degli investimenti si utilizza la semplice relazione:

$$\text{TEMPO di RITORNO (anni)} = \frac{\text{INVESTIMENTO (anno 0)}}{\text{RISPARMIO ECONOMICO (anno 1)}}$$

Nel sottoporre ad elaborazione i dati VALOREN, si sono assunte le seguenti ipotesi:

- 1) gli investimenti si riferiscono ai costi di acquisto e installazione delle singole tecnologie o impianti per il risparmio energetico,
- 2) i risparmi sono relativi alla somma algebrica tra le economie derivanti dai risparmi di energia (ed eventualmente dalla riformulazione dei contratti di fornitura energetica) e gli oneri indotti dalla manutenzione.

Di seguito si fornisce una stima dei costi di manutenzione per alcuni tipi di intervento. I costi sono espressi come percentuale sull'investimento.

Tab. 3.11 *Stima costo medio annuale della manutenzione per intervento*

	Percentuali sul costo di investimento
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	2 - 4%
COGENERAZIONE	2 - 3,5%
COIBENTAZIONE	0%
MODIFICA IMPIANTO	3 - 5%
MOVIMENT. ELETTRICA	-
POMPE DI CALORE	1,5 - 2,5%
RECUPERO CALORE	3 - 5%

La tavola 3.12 mostra il totale degli investimenti previsti, dei risparmi economici ottenibili (calcolati a Mlit 1992) e dei tempi di ritorno calcolati, per tipo di intervento e per tutti i settori industriali. La tavola è ordinata per valore di tempo di ritorno crescente. Occorre notare che i primi due interventi, MODIFICA CONTRATTO E RECUPERO DI ACQUA, consentono di ottenere risparmi economici attraverso economie di tipo non energetico (pur rientrando a pieno diritto nell'ambito dell'uso razionale dell'energia e delle risorse naturali).

La tavola 3.13 mostra infine i valori del tempo di ritorno per tipo di intervento e settore industriale.

Tab. 3.12 Database VALOREN: Dati economici e finanziari per tipologia di intervento. Milioni di lire 1992.

	Investimento (Mlit '92)	Risparmio (Mlit '92)	Tempo di rit. anni
MODIFICA CONTRATTO	1.993	5.040	0,40
RECUPERO ACQUA	115	145	0,79
MODIFICA GESTIONE	2.188	3.367	0,65
RIFASAMENTO	653	741	0,88
ALTRO	12.455	11.798	1,06
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	4.357	2.136	2,04
COIBENTAZIONE	1.387	558	2,48
RECUPERO CALORE	26.589	10.406	2,56
ACCUMULO DEL FREDDO	1.194	389	3,07
COGENERAZIONE	424.650	128.478	3,31
MODIFICA IMPIANTO	81.993	24.143	3,40
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	655	163	4,01
POMPE DI CALORE	196	36	5,44
ENERGIE RINNOVABILI	480	76	6,29
Totali	558.905	187.479	

Tab. 3.13 Tempo di ritorno in anni dell'investimento per intervento e settore industriale

	Alimentare	Altre	Carta	Chimica	Estrazione	Mat. Costruzione	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e ceramica	Totale complessivo
ACCUMULO DEL FREDDO	4,4	2,8	ND(*)	2,8	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	3,1
ALTRO	5,3	0,4	ND(*)	2,1	ND(*)	1,3	2,8	ND(*)	5,0	0,5	1,1
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	1,3	0,9	4,9	0,3	ND(*)	0,3	0,9	ND(*)	1,9	0,1	2,0
COGENERAZIONE	5,3	3,0	2,6	3,7	ND(*)	3,2	2,4	5,2	4,3	4,2	3,3
COIBENTAZIONE	2,8	1,3	3,0	1,5	ND(*)	2,7	2,7	ND(*)	0,9	1,2	2,5
ENERGIE RINNOVABILI	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	6,3	ND(*)	ND(*)	ND(*)	6,3
MODIFICA CONTRATTO	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	ND(*)	2,1	0,1	0,4
MODIFICA GESTIONE	0,1	0,5	0,0	0,0	ND(*)	0,1	0,2	ND(*)	0,1	1,4	0,6
MODIFICA IMPIANTO	3,7	3,1	1,8	4,0	0,8	4,9	2,2	ND(*)	2,8	5,7	3,4
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	1,7	8,1	4,2	8,0	ND(*)	ND(*)	3,9	ND(*)	6,0	5,3	4,0
POMPE DI CALORE	ND(*)	5,8	4,6	ND(*)	9,4	5,2	ND(*)	ND(*)	ND(*)	5,0	5,4
RECUPERO ACQUA	0,8	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	ND(*)	0,8
RECUPERO CALORE	2,8	2,2	1,7	1,1	1,3	3,2	3,1	ND(*)	5,0	0,8	2,6
RIFASAMENTO	1,0	0,9	0,4	0,9	1,1	1,1	0,9	ND(*)	0,7	0,8	0,9
Totale complessivo	4,2	1,6	2,5	3,5	1,5	3,4	2,3	5,2	3,8	3,0	3,0

(*) ND= Non Disponibile

3.2 CALCOLO DEL RISPARMIO DI ENERGIA OTTENIBILE PER DIFFERENTI TASSI DI PENETRAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO

Sulla base dei dati elaborati in tabella 3.6 (percentuali di risparmio energetico), delle stime di tabella 3.3 e dei consumi finali di energia dell'industria italiana (tab. 2.1 e 3.4), si ottengono le seguenti due tabelle riportanti, per tassi di penetrazione finali degli interventi rispettivamente del 50% e dell'80% (tali tassi sono applicati solo sui primi due interventi, per gli altri il tasso di penetrazione è equivalente alla quota di mercato, per cui i corrispondenti valori nelle due tavole restano invariati), i potenziali di risparmio energetico per settore e tipo di intervento. Le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo dell'energia risparmiabile sono ugualmente differenti. Per i primi due interventi la relazione utilizzata è del tipo:

$$\text{Consumo Finale} = \text{Consumo Iniziale} \times \frac{(1 - \text{Tasso penetrazione finale} \times \text{Risparmio en. \%})}{(1 - \text{Tasso penetrazione iniziale} \times \text{Risparmio en. \%})}$$

Questa relazione (di cui si riporta la giustificazione matematica in Appendice 2) deve essere utilizzata ogni qual volta si è in presenza di tecnologie di risparmio energetico già diffuse nell'universo settoriale considerato. Infatti in tal caso una parte di risparmio energetico già realizzato è contabilizzato nel consumo energetico iniziale e non va ricalcolato una seconda volta. Negli altri casi, non conoscendo direttamente la diffusione della tecnologia, si può utilizzare (e si è utilizzata) la tradizionale relazione:

$$\text{Consumo Finale} = \text{Consumo Iniziale} \times (1 - \text{Risparmio en.} \times \text{Quota di mercato})$$

Sulla base delle stime di tavola 3.3 e solo sulla base dei risultati VALOREN, il potenziale complessivo di risparmio energetico risulta essere (rispetto i consumi energetici 1993):

del 17,5% pari a 5,3 Mtep con tasso di penetrazione del **50%**

del 22,3% pari a 6,7 Mtep con tasso di penetrazione del **80%**

Se si considerano anche i risparmi energetici calcolati per i settori non VALOREN (cfr. tab. 3.7 - 3.10) il potenziale di risparmio energetico aumenta rispettivamente di 1.184 (50%) e 2.002 (80%) tep arrivando al

21,4%, pari a 6,5 Mtep con tasso di penetrazione del **50%**

28,9%, pari a 8,7 Mtep con tasso di penetrazione del **80%**

Tab. 3.14 *Potenziali energetici per tasso di penetrazione = 50% (prime 2 righe) e per quote di mercato degli interventi (ktep)*

	Alimentare	Altre	Carta	Chimica	Estrazione	Mat. Costruz.	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e Ceram.	Totale
COGENERAZIONE	126,9	138,6	203,5	35,0	0,0	155,4	292,8	513,6	159,3	144,2	1.769,4
COIBENTAZIONE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACCUMULO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALTRO	43,5	132,8	0,0	20,0	0,0	47,4	66,2	0,0	40,5	49,0	399,5
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	55,5	4,9	114,6	40,7	0,0	237,7	67,1	0,0	18,0	27,7	566,2
MODIFICA GESTIONE	29,7	17,1	35,1	0,9	0,0	28,4	99,2	0,0	25,4	267,4	503,2
MODIFICA IMPIANTO	159,0	27,9	48,0	85,8	0,1	125,6	152,6	0,0	51,2	236,1	886,3
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	2,6	1,8	6,6	8,6	0,0	0,0	3,4	0,0	3,6	2,1	28,7
POMPE DI CALORE	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,9	3,9
RECUPERO CALORE	60,2	11,4	32,3	65,7	0,4	77,1	87,5	0,0	34,7	62,1	431,4
RIFASAMENTO	15,9	124,6	0,0	0,8	0,0	2,5	25,7	0,0	0,0	3,1	172,7
TOTALE	493,5	461,9	440,1	257,5	0,5	674,4	794,5	513,6	332,7	792,7	4.761,4

Tab. 3.15 *Potenziali energetici per tasso di penetrazione = 80% (prime 2 righe) e per quote di mercato degli interventi (ktep)*

	Alimentare	Altre	Carta	Chimica	Estrazione	Mat. Costruz.	Meccanica	Siderurgia	Tessile	Vetro e Ceram.	Totale
COGENERAZIONE	212,1	225,9	356,6	213,3	0,0	255,0	486,2	943,9	264,2	232,5	3.189,7
COIBENTAZIONE	3,8	1,6	2,5	19,8	0,0	17,1	33,3	0,0	2,6	2,5	83,4
ACCUMULO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALTRO	43,5	132,8	0,0	20,0	0,0	47,4	66,2	0,0	40,5	49,0	399,5
AUTOMAZIONE REGOLAZIONE	55,5	4,9	114,6	40,7	0,0	237,7	67,1	0,0	18,0	27,7	566,2
MODIFICA GESTIONE	29,7	17,1	35,1	0,9	0,0	28,4	99,2	0,0	25,4	267,4	503,2
MODIFICA IMPIANTO	159,0	27,9	48,0	85,8	0,1	125,6	152,6	0,0	51,2	236,1	886,3
MOVIMENTAZIONE ELETTRICA	2,6	1,8	6,6	8,6	0,0	0,0	3,4	0,0	3,6	2,1	28,7
POMPE DI CALORE	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,9	3,9
RECUPERO CALORE	60,2	11,4	32,3	65,7	0,4	77,1	87,5	0,0	34,7	62,1	431,4
RIFASAMENTO	15,9	124,6	0,0	0,8	0,0	2,5	25,7	0,0	0,0	3,1	172,7
TOTALE	582,5	550,8	595,7	455,5	0,5	791,2	1.021,3	943,9	440,1	883,5	6.265,0

3.3 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEGLI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO SULLE EMISSIONI INQUINANTI.

Il calcolo delle emissioni evitate a seguito degli interventi di risparmio energetico è stato effettuato sulla base dei fattori di emissione medi degli inquinanti gassosi riportati nel secondo capitolo di questo studio (per la CO₂ cfr. par. 2.1.1 e per gli altri gas cfr. tab. 2.7). Inoltre si sono considerati separatamente gli interventi VALOREN da quelli non VALOREN analizzati nel paragrafo 3.1.3. Le basi informative per queste due tipologie di interventi sono infatti differenti, e precisamente:

- gli interventi non VALOREN si riferiscono a tre settori, della chimica, della siderurgia della metallurgia non ferrosa, per i quali è possibile conoscere separatamente le emissioni gassose per fonte (quantomeno per l'NO_x, l'SO_x e i COV^[3]);
- a differenza degli interventi VALOREN, per quelli non VALOREN si hanno dati separati sui risparmi energetici per fonte (elettrica e termica aggregata);
- è però possibile, per gli interventi VALOREN, risalire con buona approssimazione alla fonte energetica interessata.

In tutti i casi, per il calcolo delle emissioni evitate, si assume che i tep risparmiati abbiano la stessa composizione per fonte dei consumi di energia dell'industria (tab. 2.6 per l'energia termica e 2.10 per l'energia elettrica).

3.3.1 GLI INTERVENTI VALOREN

Come già detto, per la maggior parte degli interventi VALOREN è possibile risalire con buona approssimazione al tipo di fonte energetica interessata.

Infatti si può affermare che:

- i risparmi di energia ottenuti per mezzo degli interventi di: COGENERAZIONE, COIBENTAZIONE, RECUPERO DI CALORE e POMPA DI CALORE siano di solo di natura termica;
- nello stesso modo si può affermare che i risparmi di energia ottenuti per mezzo degli interventi di: RIFASAMENTO, MOVIMENTAZIONE ELETTRICA e ACCUMULO DEL FREDDO (quest'ultimo con buona approssimazione) siano solo di natura elettrica;
- gli interventi di MODIFICA IMPIANTO, come pure quelli classificati come ALTRO, per la maggior parte dei casi interessano parti di impianto o processi alimentati da energia termica;
- per gli interventi di AUTOMAZIONE E REGOLAZIONE non è possibile stabilire a priori una predominanza nel tipo di energia risparmiata (o meglio, del tipo di energia di cui tale intervento determina il minor consumo);
- l'intervento di MODIFICA GESTIONE sicuramente interessa entrambe le fonti energetiche.

Di conseguenza, ai tep risparmiati a seguito degli interventi di: COGENERAZIONE, COIBENTAZIONE, RECUPERO DI CALORE, MODIFICHE DI IMPIANTO, POMPE DI CALORE ed ALTRO, vengono applicati i fattori di emissione dovuti ai processi finali di combustione.

Ai risparmi dovuti agli interventi di: RIFASAMENTO, MOVIMENTAZIONE ELETTRICA e ACCUMULO DEL FREDDO vengono applicati i fattori di emissione dovuti ai processi primari di combustione per la produzione di energia elettrica. Ai risparmi dovuti agli interventi di MODIFICA GESTIONE e AUTOMAZIONE vengono applicate entrambe le categorie di fattori di emissione, assumendo, come già detto, la stessa composizione per fonte dei consumi di energia dell'industria.

Con tali impostazioni, si ottengono le due seguenti tabelle. La tabella 3.16 mostra il totale delle emissioni di gas inquinanti per i due tassi di penetrazione delle tecnologie di risparmio energetico e la tabella 3.17 mostra il totale delle emissioni evitate calcolate rispetto la stima delle emissioni al 1993 (tab. 2.8)

Tab. 3.16 Emissioni inquinanti per due tassi di penetrazione delle tecnologie di risparmio energetico (kt)

T. pen 50%	Carbone	Gas coke	Gasolio	Olio comb	Gas Nat.	GPL	En. El.	Totale
SO _x	39	15	1	188	0	0	457	701
NO _x	16	3	1	19	69	0	68	175
CO _v	2	0	0	1	2	0	2	7
CO ₂	5.134	0	773	8.585	25.790	513	64.987	105.782

T. pen 80%	Carbone	Gas coke	Gasolio	Olio comb	Gas Nat.	GPL	En. El.	Totale
SO _x	36	14	1	174	0	0	457	683
NO _x	15	2	1	17	64	0	0	100
CO _v	1	0	0	1	2	0	2	6
CO ₂	4.758	0	716	7.956	23.902	475	64.987	102.794

Tab. 3.17 Emissioni evitate per due tassi di penetrazione delle tecnologie di risparmio energetico (kt)

	<i>Emissioni</i>	<i>Emissioni Totali con</i>		<i>Emissioni evitate</i>	
	<i>1993</i>	<i>int. di r.e.</i>			
	<i>1993</i>	<i>50%</i>	<i>80%</i>	<i>50%</i>	<i>80%</i>
SO _x	766	701	683	65	83
NO _x	201	175	167	26	34
CO _v	8	7	6	1	2
CO ₂	139.708	105.782	102.794	33.926	36.914

3.3.2 GLI INTERVENTI NON VALOREN

Il calcolo per la valutazione delle emissioni evitate per gli interventi non VALOREN è stato impostato in maniera analoga a quello illustrato nel paragrafo precedente. In più è stato possibile applicare i fattori unitari di emissione specifici per i tre settori industriali analizzati. Il calcolo delle emissioni dovute ai consumi di energia elettrica, è stato condotto in termini di energia primaria. In sintesi si sono ottenuti i seguenti risultati:

Tab. 3.18 Interventi non VALOREN: Totale Emissioni da usi termici (kt)

	Emissioni di Riferimento -1993				Tasso di penetrazione 50%				Tasso di penetrazione 80%			
	SO _x	NO _x	COV	CO ₂	SO _x	NO _x	COV	CO ₂	SO _x	NO _x	COV	CO ₂
Chimica	26,72	9,31	0,38	3.754	25,56	8,91	0,36	3.590	24,86	8,66	0,35	3.492
Siderurgia	86,38	42,62	2,50	13.192	78,74	38,85	2,28	12.026	71,92	35,49	2,08	10.985
Metalli non Ferrosi (Al)	0,68	1,65	0,07	621	0,58	1,40	0,06	528	0,56	1,36	0,06	513

Tab. 3.19 Interventi non VALOREN: Totale Emissioni da usi elettrici (kt)

	Emissioni di Riferimento -1993				Tasso di penetrazione 50%				Tasso di penetrazione 80%			
	SO _x	NO _x	COV	CO ₂	SO _x	NO _x	COV	CO ₂	SO _x	NO _x	COV	CO ₂
Chimica	13,00	1,92	0,05	2.468	11,50	1,70	0,04	2.182	10,59	1,56	0,04	2.011
Siderurgia	42,26	6,24	0,15	8.022	39,67	5,86	0,14	7.531	38,42	5,68	0,14	7.293
Metalli non Ferrosi (Al)	12,26	1,81	0,04	2.328	10,47	1,55	0,04	1.987	9,88	1,46	0,04	1.875

Tab. 3.20 Interventi VALOREN e non VALOREN: emissioni evitate per differenti tassi di penetrazione (kt)

	Tasso penetrazione 50%				Tasso penetrazione 80%			
	SO _x	NO _x	COV	CO ₂	SO _x	NO _x	COV	CO ₂
Totale non VALOREN	14,8	5,3	0,3	2.541,8	25,1	9,3	0,5	4.217,5
Totale VALOREN	65,1	26,4	1,2	33.926,4	82,9	34,3	1,6	36.914,1
Totale complessivo	79,9	31,7	1,5	36.468,2	108,0	43,6	2,1	41.131,6

La tabella 3.20 mostra il totale complessivo delle emissioni evitate. I valori per gli ossidi di azoto e le anidridi solforose variano del 10-14% (rispetto le emissioni 1993) per il tasso di penetrazione minore; del 14-20% per quello maggiore. Per il gas serra si passa dal 26 al 29%.

3.4 PROFILO ENERGETICO PER SETTORE

3.4.1 Settore Alimentari e Tabacchi

Profilo energetico

Le industrie di base di questo settore utilizzano come materie prime i prodotti dell'agricoltura. La produzione (pelati di pomodoro, bevande, farina, zucchero, latte in polvere, sigarette, ecc..) è destinata al consumo e/o a lavorazioni industriali successive (paste, dolciumi, ecc..).

I principali settori riguardano:

- le conserve di pomodoro e di altri frutti e vegetali;
- le paste;
- le bevande;
- il latte e le uova in polvere
- i dolciumi;
- i tabacchi.

Dal punto di vista del profilo energetico la maggior parte delle industrie è omogenea. Difatti sono caratterizzate da una prima fase di stoccaggio/preparazione delle materie prime richiedente apparecchiature meccaniche azionate da energia elettrica (p.e. lavaggio-trasporto di pomodori, impasto della farina, ecc..); da una fase di lavorazione vera e propria richiedente grandi quantità di energia termica a temperature comprese tra 30 e 200°C (scottatura e sterilizzazione dei pomodori inscatolati, asciugamento ed essiccazione delle paste, ecc..); infine da una fase di confezionamento del prodotto richiedente apparecchiature elettriche.

Il consumo specifico di energia elettrica è compreso tra 0,05 e 0,20 kWh/kg di prodotto, mentre il fabbisogno termico è compreso tra 0,5 e 3 kWh/kg di prodotto.

Il ciclo produttivo è generalmente continuo con richiesta contemporanea delle due forme di energia.

Il settore è stato privilegiato in ambito VALOREN data l'elevata potenzialità di risparmio energetico dovuta anche alla notevole compatibilità tecnologica di molti degli interventi considerati. Su un numero complessivo di 491 aziende diagnosticate il 44 % riguarda appunto il settore alimentare e tabacchi.

Sul totale di 216 aziende di questo settore sono stati ritenuti fattibili tecnicamente ed economicamente un totale di 708 interventi che comportano un risparmio energetico complessivo di 104.000 tep/anno (circa 30% del risparmio attribuito a tutti i settori).

L'intensità media del risparmio energetico è relativamente bassa (147 tep/intervento) rispetto a quella dei settori Chimica, Materiale da costruzione, Vetro e Ceramica, Siderurgia, che si attesta intorno a 200-300 tep/intervento oltre che a quella del settore Carta che sovrasta con 2.130 tep/intervento.

Cogenerazione

E' uno degli interventi più adeguati al settore data la specificità del profilo energetico (domanda elevata di energia, contemporaneità tra fabbisogni elettrici e calore).

Considerando inoltre il favorevole rapporto tra energia elettrica e termica e che il calore viene richiesto a bassa e medio/bassa temperatura, risultano particolarmente appropriati i tipi di macchine che presentano elevati rendimenti elettrici (ciclo combinato di turbine a gas e a vapore, motori a ciclo Otto).

Recupero di calore

Nelle diagnosi VALOREN il "Recupero di calore" è uno degli interventi più considerati (n°107) dopo la "Modifica contrattuale" (n°132) e la "Cogenerazione" (n°110).

Il calore viene recuperato dai fumi della combustione delle caldaie e dai processi di lavorazione come il recupero di calore dall'acqua estratta dalle sezioni di incarto nei pastifici.

Coibentazione

E' un intervento tecnicamente compatibile data la presenza, nelle industrie di questo settore, di apparecchiature e tubi contenenti fluidi caldi. A giudicare, però, dal limitato apporto, sia in termini numerici (27 interventi), che di quantità totale di energia risparmiata (800 tep/a), l'iniziativa VALOREN dimostrerebbe che i margini di applicazione dell'intervento in questo settore sono molto ridotti. Ridotta risulta anche l'intensità energetica media (30 tep/intervento).

Automazione-Regolazione

Tale intervento, di intensità energetica paragonabile a quello della Cogenerazione, ha trovato, in ambito VALOREN, maggiori applicazioni (circa 70 interventi per un risparmio complessivo di circa 2.450 tep). Anche in questo caso l'intervento è tecnicamente compatibile con il settore ma trova limitati spazi di applicazione.

Modifica gestione

Anche questo intervento ha un'intensità energetica, in ambito VALOREN, paragonabile a quella della Coibentazione (\approx 30 tep/intervento) ma di impatto più limitato (1370 tep per 49 interventi).

La "compatibilità tecnologica" dell'intervento, come già detto nella premessa, è assicurata anche se per motivi di produttività la preventiva ottimizzazione della gestione dei flussi di materie e degli impianti lascia spazi limitati di miglioramento.

Modifica Impianto

Dalle diagnosi VALOREN risulta che il settore Alimentare è quello in cui l'intervento in oggetto ha il maggior impatto di risparmio energetico (ca. il 50% del risparmio conseguito in tutti i settori). Nella maggior parte, l'intervento ha riguardato il processo produttivo (ca. 80%) e per la parte rimanente la produzione e distribuzione dell'energia termica. Pertanto l'intervento è particolarmente compatibile con il settore Alimentari e tabacchi.

Pompe di calore-Accumulo-Energie rinnovabili-Movimentazione elettrica-Recupero acqua

Nelle diagnosi VALOREN questi interventi sono di scarsa rilevanza in quanto o non sono compatibili con il settore (PdC -Accumulo- Energie rinnovabili) o sono stati già adottati (Movimentazione elettrica, Recupero acqua) in fase di progettazione.

3.4.2 TESSILE E CONFEZIONI

Profilo energetico del Settore

Questo settore comprende il sottosectore della produzione dei filati e tessuti e ed il sottosectore del confezionamento dell'abbigliamento. Ambedue sono diversificati al loro interno, in particolare il primo che comprende lavorazioni di materie prime differenti (cotone, lana anche di riciclaggio, seta, fibre artificiali). Le industrie dei filati e tessuti adottano procedimenti analoghi dal punto di vista produttivo ed energetico. Nella maggior parte dei cicli di lavorazione prevalgono gli impegni di energia termica (finissaggio, tintura), i consumi energia elettrica prevalgono in poche fasi (filatura e tessitura, stampaggio). I consumi di energia termica sono notevoli e costituiscono l'80-90% del totale.

Nelle industrie delle confezioni il consumo è quasi esclusivamente elettrico.

Il sottosectore più interessante per l'impegno globale di energia e per la varietà degli interventi compatibili è quello del tessile. I cicli produttivi delle industrie tessili sono generalmente continui, pertanto con contemporaneità di richiesta delle due forme di energia.

Per questo sottosectore le indagini VALOREN sono distribuite tra i diversi tipi di intervento; ciò conferma le potenzialità di risparmi energetici diversificati.

Recupero calore / Cogenerazione

Questi interventi hanno avuto più applicazione nel VALOREN.

Si ritiene che il primo intervento (recupero calore da fumi, fumane, aria, acqua) sarà sempre meno frequente in quanto acquisito dalla prassi di progettazione di impianti nuovi o rinnovati mentre la cogenerazione, fermo restando le attuali agevolazioni (CIP 6/93), potrà essere sempre più diffusa.

Considerando il notevole fabbisogno termico, che questo è superiore a quello elettrico ed anche che il vapore è parte del processo, si può affermare la compatibilità tecnologica sia del Recupero calore che della Cogenerazione, in particolare con turbine a gas ed a vapore.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

L'intervento di Coibentazione è tecnicamente compatibile con i processi produttivi del settore, anche se la sua applicazione risulta marginale (dai risultati VALOREN) in quanto acquisito nella prassi di progettazione e gestione tecnica degli impianti. Potenzialità ancora rilevanti presenta

l'Automazione-Regolazione sia per il vantaggio energetico che per quello produttivo; l'indagine VALOREN conferma questa valutazione.

Pompe di Calore

Le pompe di calore potrebbero avere qualche applicazione abbinate ai recuperi calore per fornire calore per fasi a temperature medie esistenti nel subsettore tessile, ma forse la convenienza economica non sussiste (nessuna proposta al riguardo nel VALOREN).

Modifica impianto / Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Ampie possibilità ancora esistono secondo l'indagine VALOREN per la Modifica impianto come per la Modifica gestione già presenti sotto la spinta all'innovazione per motivi produttivi e di costi. Il recupero acqua, compatibile con il subsettore tessile, non presenta proposte VALOREN forse perché adottato correntemente per necessità. Per la Movimentazione come per l'Accumulo e le Energie rinnovabili non appaiono compatibilità tecniche, come confermato dall'indagine VALOREN.

Modifica contratto

I risultati VALOREN confermano l'opportunità della proposta nel settore, caso per caso, in analogia agli altri settori per motivi economici immediati.

Rifasamento

Il settore ha rivelato ancora opportunità di adozione del Rifasamento che induce vantaggi economici immediati ed anche energetici se distribuito nei casi di potenze installate decentrate nello stabilimento, frequenti nel subsettore tessile.

3.4.3 SETTORE CARTARIO

Profilo Energetico del Settore

Questo settore comprende il subsettore della produzione di carta per usi grafici, per imballo e per altri usi ed il subsettore dell'industria della stampa. Dal punto di vista produttivo ed energetico non è un settore omogeneo.

L'industria della carta, la cui materia prima è costituita da fibre cellulosiche di piante e di altre provenienze, impiega per la preparazione della materia prima e per la prima lavorazione (paste) e per quelle successive (sfibratura, miscelazione, pressatura, essiccamento, raffinazione) energia elettrica e calore, mentre l'industria della stampa impiega solo energia elettrica.

Il consumo di energia elettrica per la produzione di un kg di carta è pari a 0,95 kWh ed il consumo di combustibile è stimato intorno a 0,75 kWh.

Il ciclo produttivo della carta è generalmente continuo per cui c'è contemporaneità di richiesta delle due forme di energia.

Recupero calore / Cogenerazione

Il subsettore più interessante per il notevole impegno globale di energia e per la varietà degli interventi compatibili è quello della produzione della carta.

I tipi di intervento che hanno avuto più applicazione nel comparto Carta del VALOREN sono il Recupero calore (5) e la Cogenerazione (2).

Si ritiene che il primo intervento sarà sempre meno frequente in quanto acquisito dalla prassi di progettazione degli impianti nuovi o rinnovati mentre la cogenerazione, fermo restando le attuali agevolazioni (CIP 6/93), sarà sempre più diffusa.

Considerando il notevole fabbisogno termico e che questo è superiore a quello elettrico ed anche che il vapore è parte integrante del processo, si può affermare la compatibilità tecnologica sia del Recupero calore, che della Cogenerazione, in particolare con turbine a gas e a vapore.

Coibentazione

Tale intervento è tecnicamente compatibile con i processi produttivi del settore, anche se la sua applicazione risulta marginale (dai risultati VALOREN) in quanto è un intervento acquisito nella prassi di progettazione degli impianti.

Pompe di Calore

Le pompe di calore sono poco compatibili con il settore. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi (produzione carta) che sono a temperature superiori a quelle ottenibili dalle pompe di calore.

Modifica Impianto

E' una tipologia di intervento particolarmente indicata per il settore Carta. In ambito VALOREN il risparmio energetico preventivato è rilevante: il 20% ca. del risparmio previsto per l'insieme dei settori industriali.

La metà circa di tale risparmio è riferita a interventi molto specifici del settore e una buona parte a interventi sul processo produttivo.

Automazione-Regolazione

Si tratta di un intervento molto frequente in ambito VALOREN, quindi particolarmente compatibile con il settore.

Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Dai risultati VALOREN si evince che questi interventi sono poco compatibili con il settore.

Modifica contratto

Nel caso specifico del settore Carta, l'intervento di modifica contrattuale risulta opportuno.

Rifasamento

Per il settore della Carta l'intervento è proponibile.

3.4.4 SETTORE CHIMICA

Profilo energetico

L'industria chimica è altamente "energivora". Per esempio i "contenuti energetici" di prodotti come il polistirolo e il polipropilene sono 5-6 volte maggiori di quelli dell'acciaio, del cemento e del vetro.

Le principali produzioni del settore riguardano:

- gli acidi e le basi inorganici (ca. 5,4 milioni di t/a sul totale di ca. 14);
- i concimi (ca. 3,5 milioni di t/a);
- le resine sintetiche (ca. 3,0 milioni di t/a)

Le unità impiantistiche di base della generalità dei processi sono:

- i reattori;
- le unità di filtrazione;
- le unità di riscaldamento;
- le unità di raffreddamento.

Il settore si può considerare, quindi, sufficientemente omogeneo dal punto di vista energetico.

Il consumo specifico medio del settore è di ca. 1 kWh/kg di prodotto per quanto riguarda l'energia elettrica. Il consumo specifico di combustibile può essere 10 volte maggiore rispetto a quello elettrico.

Il numero di imprese diagnosticate in ambito VALOREN è stato relativamente basso (13).

Probabilmente ciò è dovuto al fatto che vi è già una notevole attenzione sugli aspetti di risparmio energetico data l'elevata incidenza della voce energia sui costi di produzione.

Cogenerazione

E' l'intervento più efficace oltre che essere molto compatibile con i processi produttivi del settore. Difatti almeno la metà del fabbisogno elettrico viene autoprodotta. Di questa una parte consistente viene autoprodotta in cogenerazione (vedi B-2).

Tuttavia, anche se l'attuale diffusione è notevole, vi sono ancora degli spazi di penetrazione. Difatti su 13 imprese visitate, in ambito VALOREN, 9 sono risultate idonee per interventi di cogenerazione. I risparmi dovuti a questa tecnologia (ca. 6600 tep/a) rappresentano l'85% del risparmio totale.

Recupero calore

Questa tecnologia è certamente compatibile con il settore date le grandi quantità di calore in gioco nei processi ma, come già accennato, viene normalmente considerata nei progetti degli impianti. Gli spazi di intervento sono quindi limitati. Tuttavia in ambito VALOREN è l'intervento più importante dopo quello della cogenerazione, anche se a notevole distanza (5 interventi per 536 tep/a complessivamente).

Coibentazione-Automazione/regolazione-Accumulo-Modifica impianto-Movimentazione elettrica-Rifasamento-Modifica gestione-Altro.

Sono tutti interventi scarsamente utilizzati in ambito VALOREN o perché già utilizzati nella normale prassi di progettazione (Coibentazione, Automazione/regolazione) o perché scarsamente compatibili con i processi del settore (Movimentazione elettrica, Accumulo).

Pompe di calore-Energie rinnovabili-Recupero acqua

Sono interventi praticamente non compatibili con il settore.

3.4.5 SETTORE PETROLCHIMICA

Profilo Energetico del Settore

Questo settore comprende la raffinazione del petrolio per la produzione di combustibili liquidi, carburanti, g.p.l. ed inoltre bitumi. Le operazioni del ciclo produttivo (distillazione, cracking, reforming, desolforazione, polimerizzazione, ecc.) consumano prevalentemente combustibile.

Dal punto di vista produttivo ed energetico il settore è omogeneo.

Nel processo di raffinazione il consumo di combustibile è aumentato dal 5 ÷ 7 % di circa 20 anni fa al 10 % del greggio lavorato, a causa dell'aumento della richiesta del mercato verso i prodotti a media e leggera densità.

Il consumo di energia elettrica è compreso nella percentuale suindicata considerato che il settore è autoproduttore.

Il ciclo produttivo è continuo per cui c'è contemporaneità di richiesta fra le due forme di energia.

Recupero calore / Cogenerazione

La cogenerazione è attuata sistematicamente nei servizi tecnologici del settore mediante turbine a vapore in quanto questo costituisce il vettore del calore del processo.

Anche il recupero calore, a cominciare dal preriscaldamento della carica del greggio nella colonna di distillazione, è inserita nel processo.

Pertanto la compatibilità tecnologica di questi due interventi è di fatto dimostrata.

Per questi interventi, come per tutti gli altri indicati di seguito non sono disponibili dati VALOREN.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

Si tratta di interventi anch'essi acquisiti dalla prassi della progettazione degli impianti.

Essi sono tecnologicamente compatibili con il settore al punto da essere in continuo sviluppo, per la maggiore convenienza economica (coibentazioni di linee e stoccaggi di fluidi anche a temperature basse) sia perché connessi al miglioramento delle rese di produzione e delle caratteristiche di qualità dei prodotti (automazione - regolazione).

Pompe di Calore

Le pompe di calore sono poco compatibili con il settore. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi che sono a temperature superiori a quelle ottenibili.

Modifica impianto / Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Tutti questi interventi sono compatibili tecnicamente con il settore. Principalmente la modifica impianto e modifica gestione, come la movimentazione elettrica, l'accumulo del freddo ed il recupero acqua.

Poco compatibili le energie rinnovabili, per i bassi livelli energetici ottenibili.

Modifica contratto

Nel caso specifico del settore Petrolchimica esso non è compatibile per la fornitura di energia elettrica, mentre è da prendere in considerazione per la cessione alla rete data l'ampia disponibilità da autoproduzione del settore.

Rifasamento

Per gli stabilimenti del settore Petrolchimica, aventi notevole sviluppo di linee elettriche interne che alimentano potenze decentrate di un certo rilievo, il vantaggio energetico del rifasamento, se adeguatamente frazionato e ubicato, è apprezzabile per la riduzione di perdite di potenza per distribuzione.

Si ritiene che per questo settore l'intervento sia proponibile dove il minor costo dell'energia elettrica da autoproduzione abbia ridotto l'interesse a prendere in esame gli investimenti relativi.

3.4.6 MATERIALI DA COSTRUZIONE

Profilo energetico del settore

Questo Settore comprende il sottosectore produttore di cemento, calce, gesso e quelli produttori di laterizi e dei manufatti di cemento. Il primo sottosectore utilizza quali materie prime rocce (marne, calcari, argille, pozzolana, arenarie) ed impiega cicli di produzione in parte analoghi (abbattimento in cave, frantumazione, macinazione, miscelazione, cottura) con impiego di energia termica ed energia elettrica. Nell'industria dei laterizi si aggiungono l'impasto, la formatura, l'essiccamento oltre alla cottura del prodotto formato con consumo di energia termica ed energia elettrica. Per i manufatti di cemento alle fasi di lavorazione che impiegano energia elettrica (impasto e formatura) si aggiunge la stagionatura accelerata mediante calore.

Pertanto dal punto di vista energetico, oltre che produttivo, il sottosectore del cemento, calce e gesso è omogeneo. Il consumo di energia per la produzione di una tonnellata di cemento è pari a circa 900 kWh_t e 100 kWh_e.

L'incidenza del costo energetico relativo sul costo di produzione ammonta al 33 %.

Il sottosectore dei laterizi consuma circa 640 kWh_t e 60 kWh_e per tonnellata di prodotto.

L'incidenza del costo energetico relativo sul costo di produzione ammonta al 27 %.

I cicli produttivi del settore sono generalmente continui.

Recupero calore / Cogenerazione

Considerato il notevole fabbisogno termico e che questo è notevolmente superiore a quello elettrico, si può affermare la compatibilità sia del recupero calore che della cogenerazione.

A conferma di ciò i risultati VALOREN indicano come questi interventi siano stati i più numerosi tra quelli individuati. In particolare il recupero calore è senza dubbio redditizio se applicato al processo di cottura dei laterizi e a quello di ottenimento del clinker da cottura delle materie prime.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

Tali interventi sono tecnicamente compatibili con i processi produttivi del settore ed i risultati VALOREN ne dimostrano l'opportunità delle proposte al riguardo.

Pompe di calore

Le pompe di calore sono limitatamente compatibili con il settore e solo per le fasi di essiccamento (in ausilio al recupero calore), considerati i livelli di temperatura occorrenti e quelli ottenibili con tali apparecchi.

Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

A parte alcuni interventi specifici del settore classificati in "Altro" che hanno dimostrato una certa validità in ambito VALOREN, gli altri tipi di interventi hanno una compatibilità tecnologica limitata.

Modifica impianto

Dopo i settori Alimentare e Carta , il settore Materiali da costruzione é apparso quello più ricettivo, in ambito VALOREN, rispetto all'intervento Modifica impianto. Si é trattato prevalentemente di modifica dei processi produttivi.-

Modifica contratto

I risultati VALOREN dimostrano l'opportunità della proposta nel Settore, caso per caso, in analogia agli altri Settori per i vantaggi economici immediati.

Rifasamento

Il Settore ha rivelato ancora opportunità di adozione di proposta per questo intervento che induce vantaggi economici immediati e , se decentrato, anche energetici specie se le potenze risultano piuttosto distribuite nell'ambito dello stabilimento, come è il caso di molte industrie del Settore.

3.4.7 SETTORE VETRO E CERAMICA

Profilo Energetico del Settore

Questo settore pur essendo articolato in 2 subsettori, può essere considerato, dal punto di vista energetico, come un unico comparto.

Infatti in tutt'e due i casi si tratta di lavorazioni le cui materie prime sono costituite da minerali non ferrosi (silice, argille, ecc...) e di additivi (ossidi metallici coloranti, ecc...) e i cui processi richiedono cotture ad alte temperature.

La preparazione delle materie prime e le fasi successive alla cottura richiedono lavorazioni meccaniche (miscelazione, frantumazione, movimentazione, formatura, ecc...).

La cottura viene effettuata essenzialmente con forni alimentati da combustibile, mentre le lavorazioni meccaniche richiedono energia elettrica.

Il consumo di energia elettrica per Kg di prodotto è intorno a 0,15-0,20 kWh e a seconda dei tipi di prodotto (maioliche, vetro cavo, piastrelle ceramiche) mentre il consumo specifico di combustibile varia da 1,5 a 3,5 kWh/Kg di prodotto.

Il ciclo produttivo è generalmente di tipo continuo per cui c'è contemporaneità di richiesta tra le due forme di energia.

L'incidenza dei costi energetici è del 20-30 %.

Recupero calore / Cogenerazione

I tipi di intervento che hanno avuto più applicazioni nel comparto Vetro e Ceramica del VALOREN sono il Recupero calore (5) e la Cogenerazione (2).

Si ritiene che il primo tipo di intervento sarà sempre meno frequente in quanto sarà acquisito dalla prassi di progettazione dei nuovi impianti mentre la cogenerazione, fermo restando le attuali agevolazioni (CIP 6/93), sarà sempre più diffusa.

Considerando che il fabbisogno termico è nettamente superiore a quello elettrico, che le quantità energetiche in gioco per un'industria di questo tipo sono elevate, che le temperature di processo sono alte, si può confermare la compatibilità tecnologica sia del Recupero calore, che della Cogenerazione, in particolare, con turbine a gas data le alte temperature richieste dai processi industriali.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

Tali interventi sono tecnicamente compatibili con i processi produttivi prima esaminati, anche se la loro applicazione risulta marginale (dai risultati VALOREN) in quanto sono interventi acquisiti nella prassi di progettazione degli impianti.

Pompe di Calore

Scarsa compatibilità tecnologica (v. A0)

Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili

Sono interventi di scarsa rilevanza per questo settore in quanto non compatibili oppure già acquisiti dalla normale tecnologia impiantistica.

Modifica impianto

E' un intervento di discreto impatto energetico. Nelle diagnosi VALOREN comporta un risparmio del 17% rispetto al totale interventi (3644 tep/a su 20950). Si tratta essenzialmente di ammodernamenti richiesti da revisioni dei processi produttivi.

Modifica gestione

Come già accennato in premessa (A 0) questo intervento, potenzialmente compatibile con tutti i settori, in realtà nelle diagnosi VALOREN è risultato incisivo solo per il settore Vetro-ceramica consentendo un risparmio di 5.052 tep/a su 20.950 complessivi.

Modifica contratto - Rifasamento

Nel caso specifico del settore Vetro Ceramica, gli interventi di Modifica contrattuale e Rifasamento risultano opportuni.

3.4.8 SETTORE SIDERURGIA

Profilo Energetico del Settore

Questo settore comprende il subsettore della siderurgia a ciclo integrale (siderurgia primaria) ed il subsettore della siderurgia di rifusione del rottame con produzione di ghisa in pani, acciai grezzi e laminati di acciaio. Dal punto di vista produttivo ed energetico il settore è omogeneo.

Le materie prime del primo subsettore sono il minerale di ferro ed il carbone metallurgico, mentre per il secondo subsettore la materia prima è costituita dal rottame di ferro. Questo ultimo subsettore fornisce oltre il 50 % della produzione nazionale di acciai grezzi (57 % nel 1991).

I processi di produzione della siderurgia primaria consumano al 95 % circa combustibile (carbone soprattutto e metano oltre a prodotti petroliferi) ed al 5 % circa energia elettrica, mentre al contrario quelli della siderurgia di rifusione del rottame richiedono energia elettrica al 65 % circa e combustibile (metano soprattutto e carbone oltre a prodotti petroliferi) al 35 % circa.

Il consumo di energia nella siderurgia a ciclo integrale è pari a circa 0,580 tep/t di acciaio grezzo;

quello della siderurgia di rifusione del rottame circa 0,296 tep/t di acciaio grezzo.

I cicli produttivi del settore sono continui pertanto con contemporaneità di richiesta di calore ed energia elettrica.

Recupero calore / Cogenerazione

Il recupero calore è variamente attuato nei processi del settore, a cominciare dal preriscaldamento del comburente, dei combustibili e della carica a valle dei forni e può essere potenziato a vantaggio dei processi ed inoltre, per la siderurgia a ciclo integrale, quando esistano o possano essere incentivati sbocchi per utilizzo del calore nel territorio circostante.

La cogenerazione è normalmente attuata nei servizi tecnologici del settore della siderurgia a ciclo integrale e può essere potenziata anche per le possibilità di scambio con la rete. I dati VALOREN sembrano dimostrare la potenzialità ulteriore di questo intervento.

Pertanto la compatibilità tecnologica di questi due interventi è di fatto dimostrata.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

Essi sono tecnologicamente compatibili con il settore.

In particolare l'intervento in costante sviluppo dell'automazione - regolazione perché connesso alla riduzione dei costi ed al miglioramento dei prodotti.

Pompe di Calore

Le pompe di calore sono poco compatibili con il settore. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi che sono a temperature superiori a quelle ottenibili.

Modifica impianto / Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Questi interventi sono tecnicamente compatibili con il settore.

Poco compatibile le energie rinnovabili, per i bassi livelli energetici ottenibili.

Modifica contratto

Nel caso specifico della Siderurgia primaria esso è compatibile per la fornitura di energia elettrica, ma soprattutto da prendere in considerazione per la cessione alla rete data l'ampia potenzialità di autoproduzione del settore.

Nel caso della Siderurgia della rifusione del rottame l'intervento è altamente compatibile e si ritiene sia costantemente sotto attenzione.

Rifasamento

Si ritiene che per la Siderurgia a ciclo integrale, dato il notevole sviluppo di linee elettriche interne, l'intervento sia proponibile anche se il minor costo dell'energia elettrica da autoproduzione abbia ridotto l'interesse a prendere in esame gli investimenti relativi.

Per la Siderurgia della rifusione del rottame si deve ritenere che l'intervento sia pienamente acquisito dalla prassi progettuale e gestionale.

3.4.9 MATERIALI NON FERROSI

Il settore comprende principalmente le produzioni di Alluminio, Zinco, e Piombo (in pani) e di Argento (in verghe).

Si tratta di un settore molto "energivoro".

Per esempio l'industria dell'Alluminio consuma energia elettrica per 16-17 kWh/kg di alluminio prodotto e combustibili (coke per la maggior parte) per 5-6 kWh/kg.

Interventi compatibili

Dato il numero limitato delle industrie (3-5) e il particolare profilo energetico del settore, richiedente, come si è visto, molta energia elettrica e calore ad alta temperatura, ben poche sono le opportunità di intervento per il risparmio energetico. Gli interventi Modifica Contratto e Rifasamento, data l'elevata incidenza dei costi energetici (20-25% nel caso dell'Alluminio) sono senz'altro oggetto di attenzione continua da parte del Management.

Un altro intervento possibile è il Recupero del calore.

Il settore non è stato compreso nelle diagnosi VALOREN.

3.4.10 SETTORE MECCANICA

Profilo Energetico del Settore

Questo settore comprende svariate industrie che possono di massima raggrupparsi in un sottosectore relativo alla produzione di macchine motrici ed operatrici, meccaniche ed elettriche, con lavorazioni che coprono l'intero ciclo che va dalla fonderia della ghisa e dell'acciaio per getti e dallo stampaggio dell'acciaio sino alle diverse lavorazioni con macchine utensili ed agli assemblaggi; questo sottosectore comprende anche le produzioni

di tutti i tipi di mezzi di trasporto. Un altro subsettore comprende le produzioni di caldareria e carpenteria con lavorazioni di lamiere e profilati ed assemblaggi. Infine il subsettore della meccanica leggera (elettrodomestici e simili), opera essenzialmente mediante assemblaggi.

Il primo subsettore è rappresentativo sia perché comprende tutte le diverse lavorazioni che per l'impegno di energia rilevante, che si ripartisce tra energia da combustibili ed energia elettrica nella misura approssimata del 60% e del 40% rispettivamente, mentre per il secondo subsettore aumenta la percentuale dell'energia elettrica, che infine costituisce la quasi totalità del consumo nel terzo.

L'eterogeneità del settore non consente di individuare consumi specifici medi per prodotto. Sono disponibili dati relativi alla produzione di automobilistica (1,16 tep/vettura nel 1989) e quelli medi relativi alla produzione di getti in ghisa (0,360 tep/t) e dei getti di acciaio (0,520 tep/t).

I cicli produttivi del settore sono continui pertanto con contemporaneità di richiesta di calore ed energia elettrica.

Recupero calore / Cogenerazione

Il recupero calore prevalentemente da forni già introdotto nel settore può essere potenziato.

Anche la cogenerazione può essere potenziata anche per le possibilità di scambio con la rete.

I dati VALOREN confermano la compatibilità tecnologica di questi due interventi per il settore.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

Essi sono tecnologicamente compatibili con il settore.

In particolare l'intervento dell'automazione - regolazione è in costante sviluppo perché connesso alla riduzione dei costi ed al miglioramento dei prodotti.

Pompe di Calore

Le pompe di calore sono poco compatibili con il settore. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi che sono a temperature superiori a quelle ottenibili dalle pompe di calore.

Modifica impianto / Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Tutti questi interventi sono compatibili tecnicamente con il settore. Principalmente la modifica impianto e modifica gestione, come la movimentazione elettrica, l'accumulo del freddo ed il recupero acqua.

Poco compatibile le energie rinnovabili, per i bassi livelli energetici ottenibili.

Modifica contratto

I risultati VALOREN confermano la buona potenzialità dell'intervento.

Rifasamento

Per gli stabilimenti del settore Meccanica aventi notevole sviluppo di linee elettriche interne che alimentano potenze decentrate di un certo rilievo, il vantaggio energetico del

rifasamento, se adeguatamente frazionato e ubicato, è apprezzabile per la riduzione di perdite di potenza per distribuzione, oltre che per il vantaggio economico sul costo della fornitura. I dati VALOREN hanno evidenziato le buone possibilità dell'intervento anche per il risparmio energetico.

3.4.11 ALTRE MANIFATTURIERE

Profilo Energetico del Settore

In questo settore si è stabilito di raggruppare le attività relative alle pelli, ai prodotti in legno ed alla gomma prese in esame dal programma VALOREN. Si tratta di industrie diverse sia per i processi produttivi che per gli impegni energetici.

Per le lavorazioni delle pelli si fa riferimento alle lavorazioni fondamentali della concia e della tintura. Queste richiedono consumi specifici medi di 2,3 kWh e 1,8 kWh, rispettivamente termici ed elettrici, per kg di prodotto finito, oltre a consumo d'acqua pari 150 l/kg.

Per le produzioni in legno (semifiniti, mobili e arredi) si distinguono le fasi di preparazione delle tavole o fogli dalla produzione dei componenti e quindi dall'assemblaggio per ottenere il prodotto finale. I consumi sono prevalentemente elettrici; a quelli termici le industrie provvedono in gran parte utilizzando come combustibile gli scarti di lavorazione. Non sono disponibili dati utili per ricavare il consumo specifico medio significativo.

Per le industrie della gomma (pneumatici ed articoli vari) si rileva che i cicli di lavorazione hanno in comune le fasi di vulcanizzazione e produzione della miscela con ingredienti diversificati in funzione delle particolari lavorazioni successive e delle diverse caratteristiche richieste ai prodotti finali. I consumi energetici sono prevalentemente termici; in particolare il consumo specifico medio per la costruzione o ricostruzione dei pneumatici ammonta a circa 0,50 Tep/t, di cui circa il 30% è costituito da energia elettrica. Da notare che nel processo di smaltimento dei pneumatici di rifiuto come combustibile si ottiene un recupero di energia di 0,60 - 0,65 Tep/t.

Le lavorazioni delle industrie della gomma sono generalmente a ciclo continuo.

Recupero calore / Cogenerazione

Il recupero calore è tecnicamente compatibile con le lavorazioni del settore per il recupero da scarichi caldi, mentre la cogenerazione è compatibile soprattutto per le attività della gomma per la contemporaneità delle fasi di lavorazione, per i maggiori livelli termici e per la dimensione e la qualità delle aziende. Queste valutazioni sono confermate di massima dai dati VALOREN.

Coibentazione / Automazione - Regolazione

La coibentazione è tecnologicamente compatibile con l'industria delle pelli e della gomma.

L'automazione - regolazione è indubbiamente compatibile con l'industria della gomma, perché connessa al ciclo di produzione. A livello inferiore la compatibilità nell'industria delle pelli, che si può ritenere limitata al controllo delle temperature.

Pompe di Calore

Le pompe di calore sono particolarmente compatibili con l'industria delle pelli. Ciò è dovuto ai livelli energetici dei processi che sono a temperature prevalentemente basse adatte a quelle ottenibili dalle pompe di calore. I dati VALOREN non danno un'indicazione conforme, forse per valutazioni economiche non favorevoli che limitano la proponibilità.

Modifica impianto / Movimentazione elettrica / Accumulo / Recupero acqua / Energie rinnovabili / Modifica gestione / Altro

Tutti questi interventi sono compatibili tecnicamente con il settore. Principalmente la modifica impianto e modifica gestione, come la movimentazione elettrica, l'accumulo del freddo ed il recupero acqua. Quest'ultimo in particolare, connesso alla depurazione, può essere considerato rilevante per l'industria delle pelli.

Compatibile le energie rinnovabili per le industrie delle pelli e del legno, per livelli termici bassi richiesti all'acqua dei bagni delle pelli ed anche all'aria di asciugatura delle pelli e del legno.

Modifica contratto

I risultati VALOREN confermano la buona potenzialità dell'intervento.

Rifasamento

Questo intervento è importante per i vantaggi economici che ne possono derivare. I risultati VALOREN confermano la presenza di aziende del settore che non ancora hanno effettuato valutazioni di convenienza in merito.

3.4.12 SETTORI INDUSTRIA ESTRATTIVA / EDILIZIA

Profilo energetico

Si tratta di due settori con profili energetici simili in quanto impiegano grandi quantità di energia meccanica ottenuta con motori a combustione interna o elettrici.

Si tratta essenzialmente di macchine operatrici, mezzi meccanici per l'estrazione (cave) e la movimentazione dei materiali (cantieri edili) e di impianti fissi come frantoi, vagli, gru, montacarichi ecc....

Solo in alcuni casi del settore Estrattivo viene utilizzata energia termica per l'arricchimento dei materiali sul posto.

Interventi compatibili

Dato il carattere "cantieristico" dei due settori con processi molto variegati, discontinui e di tipo meccanico è difficile individuare interventi compatibili. Difatti nelle diagnosi VALOREN che hanno interessato il solo settore Estrazione con 2 indagini, sono stati individuati 6 interventi a impatto energetico molto marginale (ca. 15 tep/a).

Di questi, 3 interventi (pompa di calore, modifica impianti, recupero calore) probabilmente riguardano i servizi delle miniere.

Altri 3 riguardano l'ottimizzazione dei contratti elettrici (2) e il rifasamento (1) che, come già detto, vanno sempre considerati dove vi sono consumi elettrici.

CONCLUSIONI

I risultati dello studio, derivando dall'elaborazione di dati aggregati, potranno essere utilizzati come orientamento nella definizione di politiche di incentivazione e di pianificazione energetico-ambientale da parte di amministrazioni pubbliche, associazioni di categoria, enti di ricerca.

Le attività di diagnostica energetica potranno essere indirizzate non più sull'intero spettro delle possibilità tecnologiche, ma solo verso la verifica di realizzabilità degli interventi più efficaci, settore per settore. Per esempio, avendo presenti le risultanze mostrate in tab. 3.14, si potrebbero lanciare campagne concepite esclusivamente all'introduzione della cogenerazione nei settori del cartario, meccanico e tessile, alla modifica degli impianti nei settori vetro-ceramica e alimentare, o all'automazione-regolazione nel settore dei materiali da costruzione.

Così come, all'atto della definizione di politiche di incentivazione, potrebbero essere considerati solo quegli interventi che promettono i maggiori risparmi, o i maggiori benefici ambientali, destinando eventualmente alle tecnologie non ancora mature fondi per attività di ricerca e sviluppo, ed escludendo addirittura da ogni forma di incentivo quegli interventi che non hanno possibilità di incidere sensibilmente sui bilanci energetico-ambientali delle imprese.

- **Appendice 1**

Elenco branche industriali censite nella base dati VALOREN per codici ISTAT 1981 e relativa descrizione

Codice VALOREN e relativa descrizione

221	SIDERURGIA
231	ESTRAZIONE E RICERCHE DI PRODOTTI DI CAVA PER MATERIALI DA COSTRUZIONE, PER REFRATTARI E PER CERAMICHE
241	PRODUZIONE DI MATERIALI DA COSTRUZIONE IN LATERIZIO
242	PRODUZIONE DI CEMENTO, CALCE, GESSO
243	PRODUZIONE DI MATERIALI DA COSTRUZIONE IN CALCESTRUZZO, AMIANTO-CEMENTO E GESSO
247	INDUSTRIA DEL VETRO
248	PRODUZIONE DI PRODOTTI IN CERAMICA
251	PRODUZIONE DI PRODOTTI CHIMICI DI BASE
255	PRODUZIONE DI MASTICI, PITTURE, VERNICI E INCHIOSTRI DA STAMPA
257	PRODUZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI
258	PRODUZIONE DI SAPONE E DETERGENTI SINTETICI NONCHE' DI ALTRI PRODOTTI PER L'IGIENE DEL CORPO E DI PROFUMERIA
259	PRODUZIONE DI ALTRI PRODOTTI CHIMICI
260	INDUSTRIA DELLA PRODUZIONE DI FIBRE ARTIFICIALI SINTETICHE
314	COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE DI CARPENTERIA METALLICA
315	COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE DI CALDAIE E SERBATOI
316	COSTRUZIONE DI UTENSILI E ARTICOLI FINITI IN METALLO
319	OFFICINE MECCANICHE NON ALTROVE CLASSIFICATE
328	COSTRUZIONE, INSTALLAZIONE E RIPARAZIONE DI ALTRE MACCHINE E APPARECCHI
341	PRODUZIONE DI FILI E CAVI ELETTRICI
342	COSTRUZIONE DI MOTORI, GENERATORI, TRASFORMATORI, INTERRUTTORI E ALTRO MATERIALE ELETTRICO E DIELETTRICO
346	COSTRUZIONE DI APPARECCHI ELETTRODOMESTICI
351	COSTRUZIONE E MONTAGGIO DI AUTOVEICOLI E COSTRUZIONE DEI RELATIVI MOTORI
353	COSTRUZIONE DI PARTI E ACCESSORI PER AUTOVEICOLI E RIMORCHI
361	COSTRUZIONE NAVALE, RIPARAZIONE E MANUTENZIONE DI NAVI
362	COSTRUZIONE DI MATERIALE ROTABILE A SCARTAMENTO NORMALE E A SCARTAMENTO RIDOTTO PER SERVIZIO PUBBLICO
365	COSTRUZIONE DI ALTRI MEZZI DI TRASPORTO NON ALTROVE CLASSIFICATI
411	INDUSTRIA DEI GRASSI VEGETALI E ANIMALI
412	INDUSTRIA DELLA MACELLAZIONE DEL BESTIAME, PREPARAZIONE E CONSERVAZIONE DELLA CARNE
413	INDUSTRIA CASEARIA
414	INDUSTRIA DELLA TRASFORMAZIONE E CONSERVAZIONE DI FRUTTA, ORTAGGI E FUNGHI (ESCLUSA LA SURGELAZIONE)
415	INDUSTRIA DELLA LAVORAZIONE E CONSERVAZIONE DEL PESCE E DI ALTRI PRODOTTI ALIMENTARI MARINI (ESCLUSA LA SURGELAZIONE)
417	INDUSTRIA DELLE PASTE ALIMENTARI
418	INDUSTRIA DEI PRODOTTI AMIDACEI
419	INDUSTRIA DELLA PANIFICAZIONE, PASTICCERIA E BISCOTTI

420	INDUSTRIA DELLA PRODUZIONE E RAFFINAZIONE DELLO ZUCCHERO
421	INDUSTRIA DEL CACAO, CIOCCOLATO, CARAMELLE E GELATI
422	INDUSTRIA DEI PRODOTTI ALIMENTARI PER ZOOTECNIA
423	INDUSTRIA DI PRODOTTI ALIMENTARI VARI
424	INDUSTRIA DELL'ALCOOL ETILICO, DI ACQUAVITI E LIQUORI
425	INDUSTRIA DEL VINO
427	INDUSTRIA DELLA BIRRA E DEL MALTO
428	INDUSTRIA IDROMINERALE E DELLE BEVANDE ANALCOOLICHE
429	INDUSTRIA DEL TABACCO
431	INDUSTRIA LANIERA
432	INDUSTRIA COTONIERA
433	INDUSTRIA DELLA SETA E DELLE FIBRE CHIMICHE ASSIMILATE
436	INDUSTRIA DELLA MAGLIA, MAGLIERIA E CALZE
437	INDUSTRIA DEL PERFEZIONAMENTO DEI TESSILI
438	INDUSTRIA PER LA PRODUZIONE DI ARAZZI, TAPPETI, COPRIPAVIMENTO, LINOLEUM E TELE CERATE
439	ALTRE INDUSTRIE TESSILI
441	CONCIA E TINTURA DELLE PELLI DI CUOIO
453	CONFEZIONE IN SERIE DI ARTICOLI DI ABBIGLIAMENTO ED ALTRE ATTIVITÀ COLLEGATE
462	PRODUZIONE DI PRODOTTI SEMIFINITI IN LEGNO
465	COSTRUZIONE DI ALTRI OGGETTI IN LEGNO (ESCLUSI I MOBILI)
466	PRODUZIONE DI ARTICOLI IN SUGHERO, PAGLIA, GIUNGO E VIMINI; PRODUZIONE DI SPAZZOLE E PENNELLI
467	INDUSTRIA DEL MOBILE E DELL'ARREDAMENTO IN LEGNO
471	PRODUZIONE DELLA PASTA-CARTA, DELLA CARTA E DEL CARTONE
472	TRASFORMAZIONE DELLA CARTA E DEL CARTONE, FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN CARTA, CARTONE E OVATTA DI CELLULOSA
473	STAMPA E INDUSTRIE AFFINI
474	EDITORIA
481	INDUSTRIA DELLA GOMMA
482	INDUSTRIA DEI PNEUMATICI, VULCANIZZAZIONE E RIPARAZIONE DI PNEUMATICI
483	INDUSTRIA DEI PRODOTTI DELLE MATERIE PLASTICHE

- Appendice 2

Calcolo del consumo energetico al seguito dell'introduzione di una tecnologia di risparmio con un certo tasso di penetrazione

Sia data una certa configurazione produttiva il cui consumo energetico globale sia all'inizio pari a C_o . Se in tale struttura penetra, per una percentuale T_i della struttura stessa, una certa tecnologia che consente un risparmio di energia pari a $R\%$, il risparmio totale conseguibile sarebbe: $E_{r1} = C_o T_i R\%$. Di conseguenza, il nuovo consumo sarebbe pari a:

$$C_1 = C_o - E_{r1} = C_o - C_o T_i R\% = C_o (1 - T_i R\%) \quad 0)$$

Se estendiamo la penetrazione della nuova tecnologia da T_i a T_f il consumo finale diventerà pari a:

$$C_2 = C_o (1 - T_f R\%) \quad 1)$$

Poiché il caso in esame al paragrafo 3.2 presuppone la conoscenza del consumo C_1 , cioè del consumo che si ha in corrispondenza di un certo tasso di penetrazione T_i , dovremo esprimere la 1) in funzione proprio di C_1 tramite la 0):

$$C_2 = C_o (1 - T_f R\%) = \frac{C_1 (1 - T_f R\%)}{(1 - T_i R\%)}$$

che è appunto la relazione riportata nel testo.

Riferimenti Bibliografici

- [0] L'Offerta di Prodotti per il Risparmio Energetico, NOMISMA 1989 e 1995

- [1] Dati e Indicatori Energetici Nazionali, ENEA marzo 1995

- [2] Dati e Scenari per il Programma Nazionale di limitazione dell'Effetto Serra dal Sistema Energetico. G. Tosato, M. Contaldi, ENEA febbraio 1994

- [3] Progetto CORINAIR, Inventario delle Emissioni Inquinanti dell'aria in Italia nell'anno 1985. W. Bocola, M.C. Cirillo, D. Gaudioso, ENEA 1989

- [4] Produzione e Consumo di Energia Elettrica in Italia, ENEL 1993