

Efficienza energetica: scenari e proposte per le imprese italiane.

Innovare, creare lavoro, combattere i cambiamenti climatici.

Rapporto a cura di

AMBIENTEITALIA
ISTITUTO DI RICERCHE

Elaborato su incarico di

AzzerCO₂
il clima nelle nostre mani
www.azzeroco2.it

Con la collaborazione di


LEGAMBIENTE


Kyoto Club

Dicembre 2010

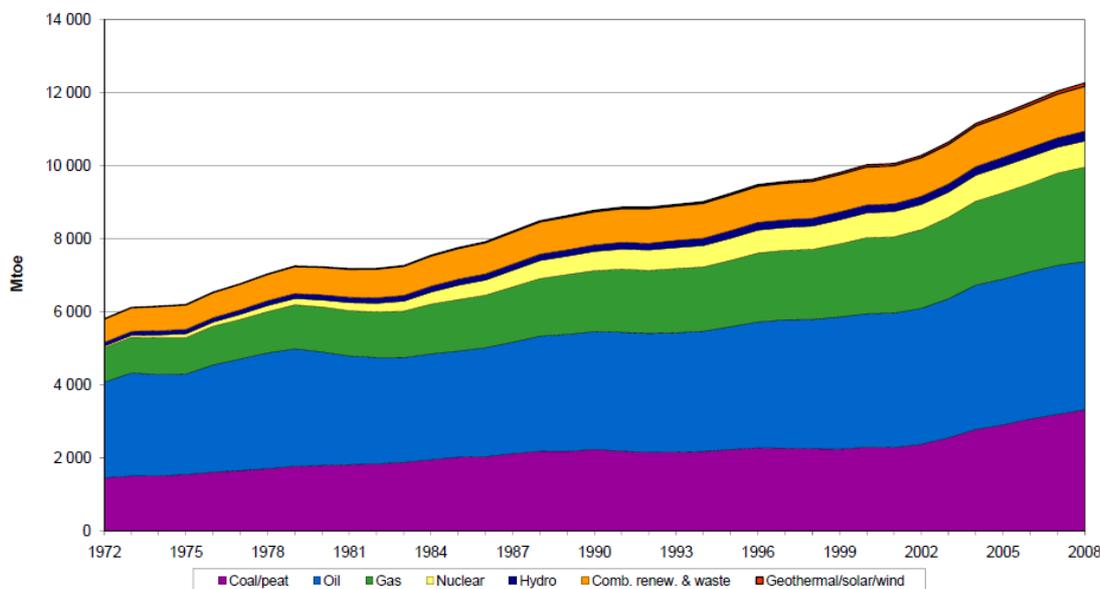
Indice

1	Il contesto	3
2	Il successo delle fonti rinnovabili	6
3	Il decollo dell'efficienza energetica	8
4	Gli ambiti d'azione	12
5	Gli strumenti di incentivazione	20
6	Edilizia – Strutture opache	24
7	Edilizia – Strutture trasparenti	30
8	Riscaldamento invernale	34
9	Climatizzazione estiva	39
10	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria	46
11	Illuminazione pubblica	50
12	Autoveicoli	58
13	Bike share	68
14	Azionamenti elettrici	75
15	Bibliografia	83

1 Il contesto

Durante il periodo 1990 – 2008, la produzione mondiale annua di energia è cresciuta con una media del 2,2%, passando dagli 8.623 Mtep ai 12.267 Mtep (+42% complessivi) [1].

Il petrolio continua ad essere la fonte primaria più utilizzata (33,2%), mentre il carbone ha contribuito per il 27,0% alla produzione energetica complessiva. Il peso del gas naturale è stato del 21,1%. Il nucleare ha soddisfatto il 5,8% della produzione energetica totale. Il ruolo dell'idroelettrico è stato del 2,2%, mentre le altre rinnovabili contribuiscono con il 10,7%.



Evoluzione dei consumi energetici nel mondo (fonte: International Energy Agency)

Nel 2009 la recessione economica mondiale ha portato ad una riduzione dei consumi energetici dell'1,1% rispetto all'anno precedente (era dal 1982 che non si assisteva ad un tasso di crescita negativo).

Come per la contrazione economica, anche la riduzione dei consumi energetici si è manifestata con maggior vigore nei paesi OCSE (-5%) e nella ex Unione Sovietica. Viceversa i consumi hanno continuato a crescere in Asia (+8,7% in Cina) [2].

Il consumo di prodotti petroliferi, di gas naturale e di energia nucleare è diminuito, mentre il consumo di carbone è rimasto costante. Solo l'energia idroelettrica e altre rinnovabili si sono incrementate nel 2009. Ciò suggerisce che le emissioni globali di CO₂ derivanti dagli usi energetici siano diminuite (per la prima volta dal 1998).

Negli anni a venire le prospettive dell'economia rimangono caratterizzate da un elevato grado di incertezza, rendendo difficile la formulazione di previsioni energetiche di medio termine.

Lo sviluppo e l'implementazione di tecnologie a basse emissioni di anidride carbonica sono stati incoraggiati da maggiori finanziamenti e dagli incentivi introdotti da molti governi come parte delle proprie iniziative di stimolo alla ripresa economica.

L'accordo di Copenaghen ha stabilito l'obiettivo, non vincolante, di limitare l'innalzamento della temperatura atmosferica mondiale entro i due gradi Celsius oltre i livelli pre-industriali. Tale scenario è in linea con l'obiettivo di contenimento della concentrazione di gas a effetto serra nell'atmosfera a circa 450 ppm in termini di CO₂ equivalente.

La IEA [3] nel proprio Scenario Politiche Attuali assume un incremento della domanda energetica dell'1,4% annuo fino al 2035, quindi ben inferiore a quanto registratosi in passato.

Nello Scenario Nuove Politiche, basato sulla reale implementazione delle politiche e dei programmi che i governi hanno recentemente annunciato, la domanda mondiale di energia aumenterebbe dell'1,2% annuo, mentre nel cosiddetto scenario 450 l'incremento annuo dovrebbe ridursi allo 0,7%.

In tutti e tre gli scenari i combustibili fossili rimangono le principali fonti primarie di energia nel 2035, sebbene la loro quota nel mix complessivo di fonti primarie di energia varia significativamente.

In accordo al protocollo di Kyoto, l'Europa dei 15 ha un impegno comune di ridurre le emissioni dell'8%, come media del periodo compreso tra il 2008 e il 2012, rispetto al 1990¹.

L'Europa dei 15 è sulla buona strada nel raggiungimento di tale obiettivo. Il risultato si basa sull'ipotesi che alcuni Paesi Membri andranno oltre i propri obiettivi in modo da coprire l'inadempimento di altri Paesi.

La European Environment Agency stima che le emissioni del 2009 nell'Europa dei 15 siano state del 6,9% più basse rispetto al 2008. Di conseguenza, le emissioni medie del 2008 e 2009 (i primi due anni del periodo di impegno) sono risultate inferiori del 2,2% rispetto alle emissioni dell'anno di base [4].

Tale riduzione arriva al 5,9% computando anche le riduzioni derivanti dai meccanismi flessibili del Protocollo di Kyoto, come pure gli assorbimenti derivanti dalle attività di gestione forestale.

Nonostante sporadici aumenti di emissioni dovuti ad un recupero dell'economia, le proiezioni indicano che il complesso delle emissioni rimarrà ben al di sotto dell'obiettivo di Kyoto.

Le analisi della EEA indicano che al momento esistono delle difficoltà a raggiungere i propri obiettivi da parte dell'Austria, della Danimarca e dell'Italia e ciò nonostante l'effetto della recessione economica. Questi paesi devono quindi accelerare i propri sforzi raggiungendo ulteriori riduzioni di emissioni.

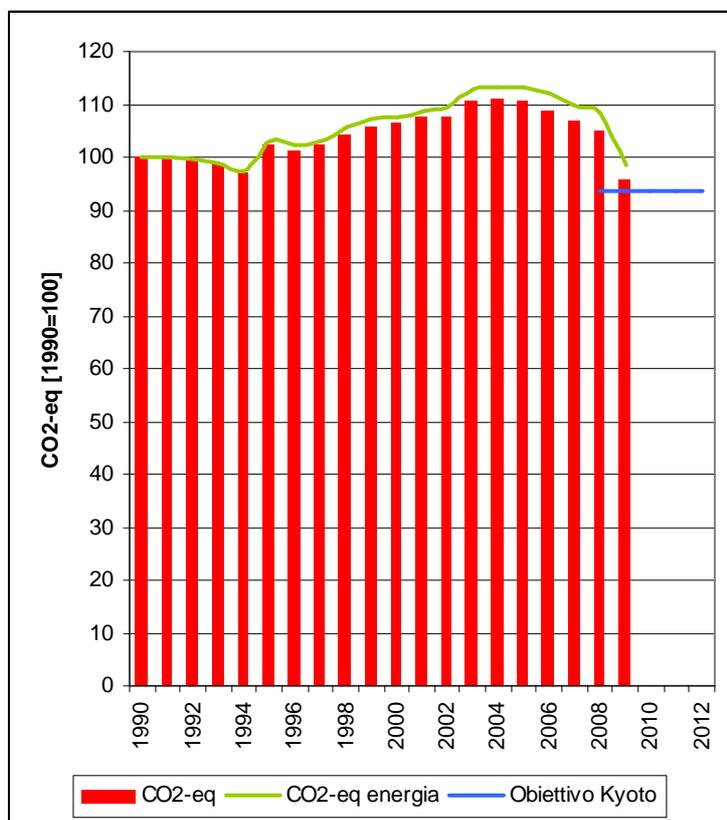
Per quanto riguarda l'obiettivo dell'Europa dei 27 di ridurre, entro il 2020, le emissioni di almeno il 20% rispetto al 1990, si sottolinea che queste nel 2009 erano già il 17,3% sotto il livello del 1990. Questo valore e le sue proiezioni indicano che l'Europa è sulla via per poter raggiungere tale obiettivo con le sole misure interne.

In Italia le emissioni totali di gas di serra, escludendo le emissioni derivanti dall'uso del suolo, sono diminuite del 4,3% tra il 1990 e il 2009 [5]. Il calo si è verificato soprattutto durante l'ultimo anno, benché già a partire dal 2005 vi fosse una tendenza alla diminuzione.

¹ L'Europa 27 non ha un obiettivo Kyoto in quanto il protocollo è stato ratificato prima che gli altri dodici paesi ne diventassero membri. Dieci di questi hanno propri obiettivi individuali, mentre Cipro e Malta non hanno obiettivi.

La media delle emissioni del 2008 e 2009 è pari a circa 518 milioni di tonnellate, di poco superiore al valore del 1990².

La quota delle emissioni corrispondenti all'energia rappresenta, nel 2009, poco più dell'83% del totale. Tale valore era pari all'81% nel 1990, indicando che il calo delle emissioni collegate al settore energetico è avvenuto più lentamente del calo di altri settori.



Evoluzione delle emissioni di gas di serra in Italia

² Per soddisfare l'impegno di burden sharing nell'ambito del Protocollo di Kyoto, la media delle emissioni tra il 2008 e il 2012 dovrà essere inferiore a 483 milioni di tonnellate.

2 Il successo delle fonti rinnovabili

Al 2010 le fonti rinnovabili hanno raggiunto, a livello globale, un chiaro livello di importanza nell'offerta di energia. Nel 2009 hanno fornito il 18% dell'energia elettrica. In molti paesi le rinnovabili rappresentano una quota rapidamente crescente dell'intera offerta energetica, includendo il calore e i trasporti. Si stima, ad esempio, che 70 milioni di abitazioni siano dotate di impianti solari termici [6].

Sia nel 2008 che nel 2009 gli investimenti in nuova potenza rinnovabile hanno rappresentato oltre la metà degli investimenti totali in tale ambito.

Il fotovoltaico è cresciuto ad un tasso medio annuo del 60% nell'ultima decade ed ora la potenza installata è 100 volte maggiore di quanto fosse nel 2000.

Negli ultimi cinque anni, ogni fonte rinnovabile è stata caratterizzata da un mercato in crescita anno dopo anno: l'eolico è cresciuto con una media annuale del 27%, il solare termico del 19% e la produzione di etanolo del 20%.

Nonostante la crisi economica, il basso costo del petrolio e scarsi progressi in merito alle politiche sul clima, il 2009 è stato un anno molto interessante per lo sviluppo delle rinnovabili.

In effetti, mentre altri settori economici erano in declino, la potenza rinnovabile continuava ad incrementarsi a tassi simili a quelli degli anni precedenti: fotovoltaico 53%, eolico 32%, solare termico 21%, geotermico 4%, idroelettrico 4%.

La geografia delle energie rinnovabili è cambiata. Se negli anni '90, ad esempio, l'energia eolica caratterizzava solo pochissimi paesi, ora esiste in 82 paesi. La leadership produttiva si sta spostando dall'Europa all'Asia e paesi come la Cina, l'India e la Corea del Sud continuano ad aumentare i propri impegni verso tali fonti.

Nel 2009 la Cina produceva il 40% dell'offerta fotovoltaica, il 30% di quella eolica e il 77% di quella solare termica.

Diversi paesi dell'America Latina stanno sperimentando nuove produzioni di biocombustibili, ma anche di altre fonti rinnovabili.

Almeno 20 paesi nel Medio Oriente, nel Nord Africa e nell'Africa Sub-Sahariana hanno mercati attivi nel campo delle rinnovabili.

La crescente diversità geografica sta rafforzando la fiducia nel fatto che le rinnovabili sono meno vulnerabili a particolari dislocazioni politiche o di mercato di qualche specifico paese.

Una delle forze che spingono lo sviluppo delle rinnovabili è la capacità di creare nuove industrie e posti di lavoro. Si stima che a livello mondiale ci siano circa tre milioni di occupati diretti nell'industria delle rinnovabili e molti di più come indiretti.

Gli investimenti in questo settore sono cresciuti sia da parte del settore pubblico che da parte delle banche di sviluppo (soprattutto banche d'Europa, Asia e America Latina). I flussi finanziari delle banche di sviluppo sono arrivati a 5 miliardi di dollari nel 2009, contro i 2 del 2008. A questi si aggiungono i prestiti allocati da parte di altre agenzie per lo sviluppo.

All'inizio del 2010 più di 100 paesi hanno messo in pratica qualche tipo di obiettivo politico o politica di promozione in relazione allo sviluppo delle rinnovabili. Nel 2005 tale numero era di 45. Molti target nazionali riguardano la quota minima di rinnovabili nel mix elettrico nazionale, tipicamente tra il 5 e il 30%. Altri target riguardano la quota minima sul totale dell'energia primaria o finale, tipicamente tra il 10 e il 20%.

Oltre all'obiettivo europeo del 20% al 2020, si cita il 15% dell'energia finale al 2020 per la Cina, i 20 GW di fotovoltaico entro il 2022 per l'India, i 4 GW di geotermico per il Kenia.

La politica più comune riguarda la tariffa feed-in. All'inizio del 2010 almeno 50 paesi avevano adottato tale meccanismo. Altri paesi hanno adottato degli obblighi di produzione minima da fonte rinnovabile.

Alcuni tipi di sussidi diretti sono presenti in diverse decine di paesi, soprattutto a sostegno del fotovoltaico.

In diversi paesi si sta inoltre diffondendo il sistema dello scambio sul posto per la generazione distribuita.

In molti paesi è stato adottato l'obbligo di installazione di impianti solari termici nella costruzione di nuovi edifici.

Altri paesi hanno introdotto percentuali minime di miscelazione di carburanti tradizionali con biocombustibili (ad esempio 10-15% di etanolo con benzina o 2-5% di biodiesel con gasolio).

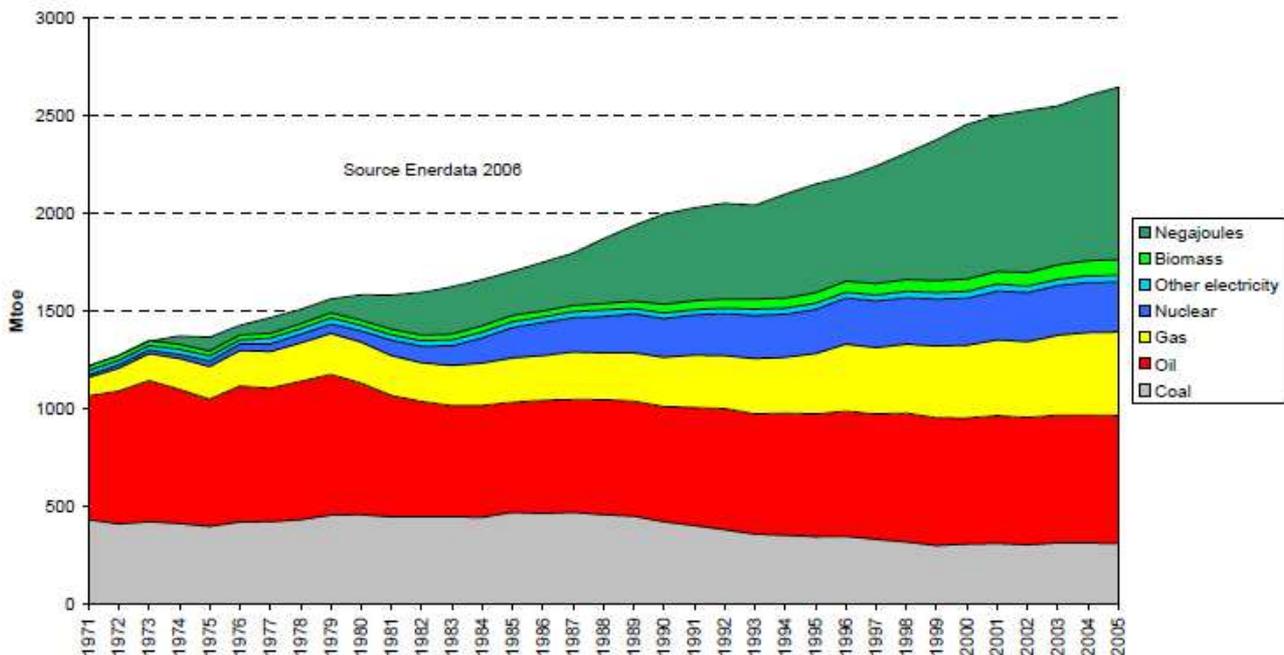
Oltre al livello nazionale, vi sono innumerevoli iniziative a livello regionale o locale. Centinaia di governi locali, nel mondo, hanno definito dei target per le fonti rinnovabili: pianificazione urbanistica che incorpora le rinnovabili nello sviluppo cittadini, regole di costruzione con obblighi di integrazione di fonti rinnovabili, acquisto di energia rinnovabile per gli edifici pubblici, politiche innovative per le utility energetiche, ecc..

Per quanto riguarda l'Europa, oltre a raggiungere il 20% di produzione energetica da fonte rinnovabile entro il 2020, ci si pone l'obiettivo che tale produzione avvenga a livello tecnologicamente ed economicamente competitivo.

3 Il decollo dell'efficienza energetica

Se le fonti rinnovabili stanno avendo un buon successo a livello mondiale, il fronte dell'efficienza energetica risulta essere ancora di più difficile attuazione.

Nel 2006 la Comunicazione della Commissione "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità" [7], stimava che i progressi in materia di efficienza energetica degli ultimi decenni fossero, di fatto, divenuti la più importante risorsa energetica nella UE (espressa in "negajoule", cioè in mancato consumo di energia grazie al risparmio)



Evoluzione della domanda di energia primaria in Europa e del risparmio energetico (calcolato sulla base dell'intensità energetica del 1971)

Sottolineava, inoltre, che benché l'efficienza energetica fosse migliorata considerevolmente, fosse tecnicamente e economicamente fattibile risparmiare, entro il 2020, almeno il 20% dell'energia primaria totale in aggiunta ai risultati che si potrebbero conseguire per effetto dei prezzi e grazie ai cambiamenti economici strutturali, alla naturale sostituzione delle tecnologie e alle misure già in atto.

D'altra parte, come sottolineato dalla recente Comunicazione della Commissione Europea "Energy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy", mentre si è in linea con il target del 20% per le fonti rinnovabili, si è ancora molto lontani dal raggiungere gli obiettivi stabiliti per l'efficienza energetica.

La Direttiva 2006/32/CE riguardante "L'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici" (aprile 2006) poneva l'obiettivo di un risparmio energetico negli usi finali pari all'1% annuo per 9 anni, dal 2008 al 2016. Si chiede agli Stati membri di fare proprio tale obiettivo e di adottare misure appropriate ad ottenerlo, ma il suo raggiungimento non rappresenta un obbligo giuridicamente vincolante. Il risparmio annuale del 1% è calcolato sulla media dei consumi dei 5 anni precedenti e

riguarda i settori residenziale, agricoltura, terziario trasporti ed industria. Tutti i tipi di energia sono inclusi.

Il pacchetto clima-energia inizialmente prevedeva anche un obiettivo complessivo di riduzione del 20% degli usi finali di energia al 2020 e anche se tale obiettivo non è stato poi declinato in una prescrizione vincolante, tuttavia è un target che di fatto dovrà essere raggiunto per centrare gli obiettivi di sostenibilità ambientale al 2020. Infatti il miglioramento dell'efficienza energetica è uno strumento essenziale ed imprescindibile per raggiungere l'obiettivo di sviluppo delle fonti rinnovabili e, con queste, per adempiere agli obblighi di riduzione della CO₂ al 2020 (diminuendo il consumo interno lordo di energia da utilizzarsi per il calcolo della quota di energia da produrre attraverso fonti rinnovabili, tale quota diminuirà anch'essa).

La Direttiva 2006/32 introduce la redazione, per ciascun Stato membro, di un Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica nel quale si definiscono le azioni necessarie per raggiungere l'obiettivo di risparmio energetico, descrivendo la strategia e le misure adottate in proposito, come pure come intendono rispettare le disposizioni sul ruolo esemplare del settore pubblico.

Nonostante l'introduzione di azioni importanti (ad esempio la Germania si è impegnata a ridurre del 30%, entro il 2012, le emissioni di CO₂ nel settore pubblico rispetto ai livelli del 1990, essenzialmente tramite misure di miglioramento dell'efficienza energetica, mentre l'obiettivo fissato dal Regno Unito è che gli edifici dell'amministrazione centrale riducano a zero le emissioni di anidride carbonica entro il 2012), la suddetta comunicazione indica che tali piani sono generalmente caratterizzati da una qualità deludente.

La stessa comunicazione ribadisce che l'efficienza energetica rappresenta il modo più economicamente vantaggioso per ridurre le emissioni, incrementare la sicurezza energetica e la competitività, oltre che creare posti di lavoro. Criteri di efficienza energetica devono essere imposti ad ogni livello, includendo l'allocazione di fondi pubblici.

Una particolare attenzione va posta ai settori col maggior potenziale di riduzione dei consumi, in particolare il parco edifici esistente e il settore dei trasporti. Il settore produttivo deve inglobare obiettivi di efficienza energetica nell'ambito dei propri piani economici. Si ribadisce, inoltre, il ruolo esemplare da parte del settore pubblico.

I nuovi piani per l'efficienza energetica da presentare nel 2011 dovranno contenere concrete proposte riguardanti la disponibilità e l'accesso a prodotti finanziari innovativi.

Se, come indicato in precedenza, rispetto alle fonti rinnovabili il fronte dell'efficienza energetica si è evoluto meno lo si deve anche al fatto che questo è caratterizzato da difficoltà oggettive. In molti casi, infatti, gli interventi sono caratterizzati da una notevole parcellizzazione. L'utenza è molto diffusa sul territorio e di dimensione molto ridotta e, di conseguenza, caratterizzata da potenziali di efficientamento singolo relativamente ridotti. Ugualmente si ha una forte distribuzione territoriale per quanto riguarda i potenziali fornitori del servizio di efficientamento, spesso anch'essi caratterizzati da dimensioni relativamente limitate.

Uno dei meccanismi per raggiungere obiettivi di efficientamento energetico, proprio nella situazione di forte frammentazione dei soggetti e delle tecnologie coinvolte, consiste nella definizione di parametri prestazionali relativi ai sistemi che fanno uso di energia.

Questo è stato fatto a livello europeo, ad esempio, attraverso la Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico degli edifici, la Direttiva 2005/32/CE per la creazione di un quadro

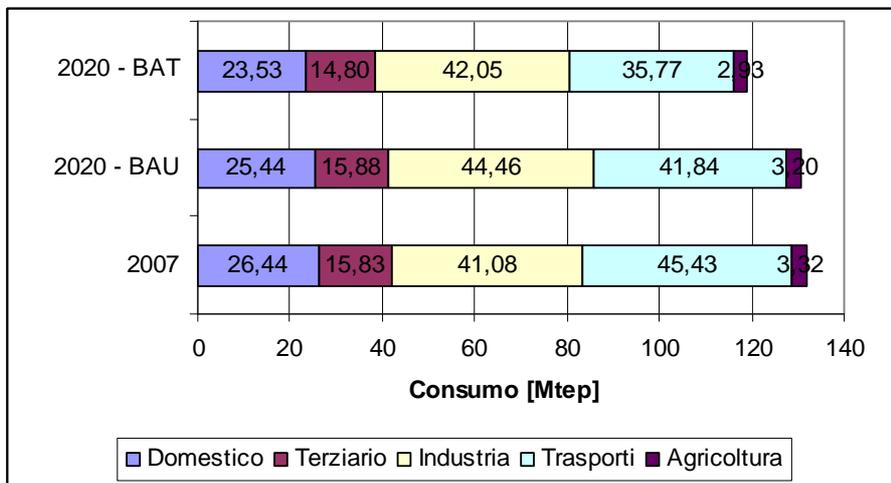
sull'ecodesign delle apparecchiature utilizzanti energia e il Regolamento 443/2009 sull'efficienza degli autoveicoli.

L'effetto di tali interventi è di fondamentale importanza e darà i suoi effetti visibili nei prossimi anni.

A tal fine è utile considerare le analisi svolte da ERSE [8] per l'individuazione di un quadro di riferimento all'anno 2020 per quanto afferisce i consumi finali di energia in Italia.

L'analisi mette a confronto uno scenario di tipo Business As Usual considerando andamenti socio-economici e politiche già in vigore e uno scenario di tipo Best Available Technology caratterizzato da una sostituzione accelerata dello stock di apparecchi installati con altri appartenenti alla categoria di maggiore efficienza presente sul mercato, nonché un maggior ricorso alla ristrutturazione di edifici vetusti con lo scopo di allinearne le prestazioni energetiche a quanto richiesto dalla normativa in vigore. Per i trasporti si prevede il rinnovo accelerato del parco circolante.

Nel grafico sottostante si riassumono i risultati delle analisi.



Scenari dei consumi finali in Italia al 2020

L'elemento interessante che emerge riguarda il fatto che anche nello scenario BAU i consumi complessivi risultano inferiori rispetto ai consumi del 2007 (130,82 Mtep contro 132,10 Mtep). La riduzione è visibile per il settore residenziale e sensibile nel caso dei trasporti. Lo scenario BAT enfatizza ulteriormente la riduzione, arrivando ad un consumo di 119,08 Mtep.

Tali scenari sono chiarificatori di un andamento ormai chiaro: le iniziative messe in campo contribuiscono, assieme al contesto complessivo, a consentire la previsione di una contrazione dei consumi. Tale contrazione si deve, in gran parte, sia alla sostituzione di vecchi apparecchi con apparecchi più efficienti sia all'adeguamento infrastrutturale secondo criteri di efficienza energetica.

L'efficienza energetica è quindi diventata uno standard per moltissime applicazioni, contribuendo a recuperare, da un punto di vista tecnologico, le tante inefficienze che hanno caratterizzato il sistema energetico.

Se la prospettiva naturale sembra quindi quella di una inversione di tendenza, ogni ulteriore spinta in tale direzione non può che accelerare il fenomeno anticipando, nel tempo, determinati risultati, oltre che renderli quantitativamente più consistenti.

Da questo punto di vista, l'introduzione di una serie di misure di stimolo del mercato e di supporto delle azioni virtuose ha avuto notevoli risultati, anche se di volta in volta con diversa fortuna.

4 Gli ambiti d'azione

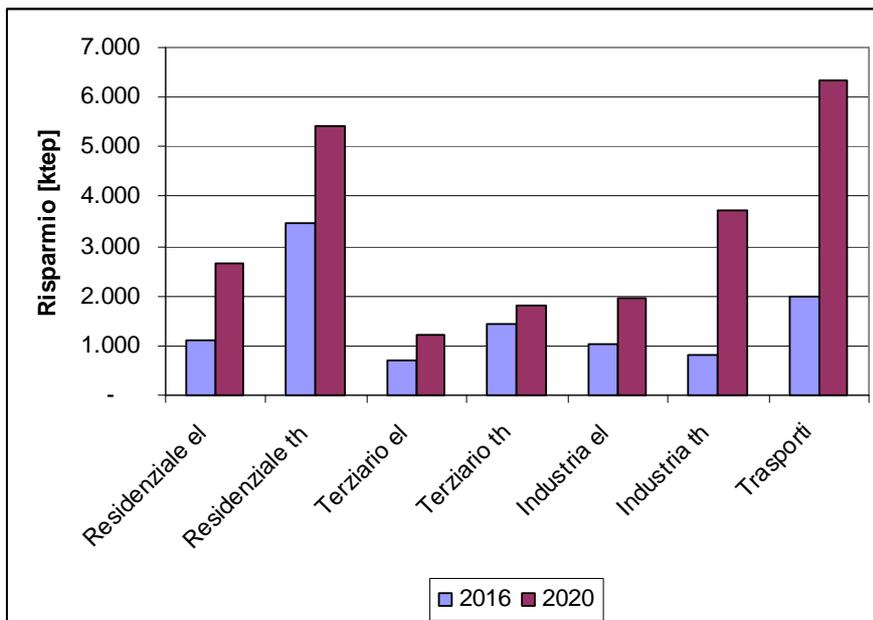
Il Piano d'Azione Italiano per L'Efficienza Energetica del 2007 prevede una serie di interventi e quantifica i corrispondenti risparmi energetici al 2016. Gli obiettivi del piano sono stati estesi anche al 2020. Gli interventi previsti dal Piano coinvolgono tutti i principali settori.

Per il settore residenziale, le misure di miglioramento dell'efficienza energetica proposte nel Piano si riferiscono sia agli edifici che agli apparecchi. Nel primo caso, le misure (isolamento di pareti, impianti di riscaldamento e condizionamento efficienti) rispondono alle aspettative introdotte dalla certificazione energetica degli edifici (Direttiva 2001/91/CE). Nel secondo caso, le misure (elettrodomestici e sorgenti luminose più efficienti) traggono spunto dalla Direttiva 2005/32/CE (Energy Using Products - EUP). Il passaggio dal 2016 al 2020 avviene proseguendo le misure già previste.

Anche per il settore terziario le misure di miglioramento dell'efficienza energetica fanno riferimento alle suddette direttive

Nel settore dell'industria, le misure considerate nel Piano riguardano l'illuminazione degli edifici e dei luoghi di lavoro, gli azionamenti elettrici e la cogenerazione ad alto rendimento. Nello scenario 2020 si aggiungono interventi specifici per la riduzione dei consumi dei forni elettrici ad arco in siderurgia e risparmi di calore nei settori della chimica, del vetro e ceramica e della carta. Nel settore dei trasporti le azioni riguardano essenzialmente le misure tecnologiche relative ai veicoli attraverso l'introduzione di limiti di consumo per i nuovi autoveicoli e per il trasporto pesante, pneumatici a bassa resistenza di rotolamento, lubrificanti a bassa viscosità, seguite da misure orientate alla domanda ed al comportamento (ecodriving e tassazione in funzione del consumo) e, infine, le cosiddette misure infrastrutturali (controllo dinamico dei semafori, parking management, car sharing, navigazione dinamica, gestione trasporto merci, manto stradale con ridotta resistenza al rotolamento e road pricing nei centri urbani).

Il grafico rappresenta i risparmi energetici previsti al 2016 e al 2020, distinto tra settori e tra energia elettrica e termica.

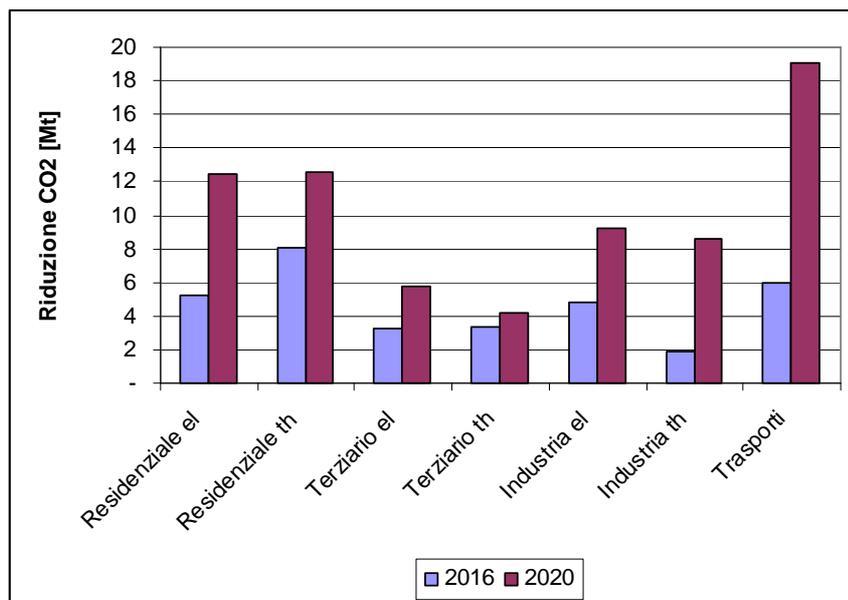


Risparmi di energia elettrica e di combustibili al 2016 e al 2020

I risparmi complessivi sono pari a circa 11 Mtep al 2016 e a circa 23 Mtep al 2020, valutati sulla base di uno scenario tendenziale che porterebbe i consumi complessivi a circa 160 Mtep al 2016 e a 165 Mtep al 2020³.

Considerando i risparmi conseguibili e l'effetto della crisi, che ha ridotto i consumi di oltre 10 Mtep negli ultimi anni, il consumo previsto al 2020 si attesta su un valore pari a circa 131 Mtep

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ si possono stimare, al 2016 e al 2020, riduzioni pari a 33 e 72 Mt, rispettivamente.



Riduzione delle emissioni di CO₂ al 2016 e al 2020

Un notevole contributo alla definizione degli ambiti di intervento è fornito dal documento di Confindustria “Proposte di Confindustria per il Piano Straordinario di Efficienza Energetica 2010”. Tale documento esamina, nel dettaglio, molti degli interventi indicati nel Piano d’Azione. In particolare: trasporti su gomma, motori e inverter, illuminazione, edifici, caldaie a condensazione, pompe di calore, elettrodomestici, UPS, cogenerazione e rifasamento.

La somma degli interventi individuati da Confindustria porta, al 2020, ad una riduzione dei consumi pari a circa 10 Mtep.

Tale documento mette in risalto gli aspetti economici e sociali collegati all’attuazione di tali interventi, stimando l’effetto complessivo netto cumulato nel periodo 2010-2020 sul sistema paese di un aumento di domanda di beni ad alta efficienza.

E’ stato considerato il contributo pubblico sotto forma di incentivo al consumo di beni ad alta efficienza energetica, la maggiore IVA derivante dall’aumento delle vendite di beni, l’aumento dell’IRPEF per una maggiore occupazione dovuta ad uno sviluppo dei settori industriali, l’IRES e l’IRAP per i maggiori redditi dell’industria legata all’efficienza energetica, la riduzione di accise e IVA a causa di minori consumi di energia elettrica e gas, la valorizzazione economica dell’energia risparmiata e della CO₂ non emessa.

³ Secondo lo scenario tendenziale Baseline dello studio Primes preso a riferimento dalla Commissione Europea

A fronte di un onere netto per il bilancio dello Stato pari a 16.667 milioni di Euro, L'impatto economico relativo al sistema energetico ammonta a 30.806 milioni di Euro.

L'impatto economico complessivo per il sistema paese è quindi pari a 14.139 milioni di Euro.

Dal punto di vista occupazionale, si stima un incremento di circa 1,6 milioni di unità di lavoro.

L'attività svolta da Confindustria indica il forte interesse, da parte del mondo imprenditoriale, per le possibilità di ripresa fornite dal settore dell'innovazione in campo dell'efficienza energetica. Questa positiva predisposizione, unita alle politiche comunitarie di definizione di obiettivi e parametri di efficienza energetica, può fornire la giusta ricetta per fare sì che anche il settore dell'efficienza energetica prenda piede come sta succedendo per le fonti rinnovabili.

Come evidenziato dalle analisi precedenti, esistono ambiti di intervento con un potenziale particolarmente interessante, sia dal punto di vista di risparmio energetico, ma anche dal punto di vista dell'impatto socio-economico.

Molti degli ambiti considerati hanno un carattere di forte diffusione territoriale, lasciando un grande spazio all'imprenditoria locale (ad esempio gli interventi in edilizia), altri rappresentano delle forti opportunità di rinnovamento delle imprese nazionali (attive nel settore dell'impiantistica). Il settore dell'automobile può trovare l'occasione per una ripresa.

A partire da tali considerazioni, il presente documento analizza alcune tipologie di settori di intervento selezionati in base alla loro rappresentatività, che non è da ricondurre solo all'energia che consentono di risparmiare, ma anche ai soggetti coinvolti. Tutti gli interventi selezionati sono caratterizzati da un impiego molto diffuso che implica un coinvolgimento di una catena di soggetti che va dalle istituzioni, ai produttori, agli utenti finali.

Tale rappresentatività è messa in evidenza anche alla luce della recente comunicazione COM(2010) 639 della Commissione Europea "Energy 2020 - A strategy for competitive, sustainable and secure Energy" che mette in risalto i seguenti aspetti:

- una particolare attenzione deve essere data a quei settori col maggior potenziale di efficienza energetica, cioè il parco edifici esistenti e il settore dei trasporti;
- il settore dell'industria deve incorporare gli obiettivi di efficienza energetica nell'ambito del suo modello di sviluppo economico;
- il settore pubblico deve porsi obiettivi ambiziosi di riduzione dei consumi in modo da porsi come esempio.

In particolare, gli interventi analizzati sono:

- Interventi sulle pareti opache
- Interventi sulle pareti trasparenti
- Impianti di riscaldamento ambienti
- Impianti di raffrescamento ambienti
- Impianti di produzione di acqua calda sanitaria
- Illuminazione pubblica
- Autoveicoli
- Bike share
- Azionamenti elettrici

Il settore dell'edilizia resta in primo piano. Da un lato le normative (di livello europeo, nazionale e regionale) e, dall'altro, gli incentivi, hanno sicuramente dato un impulso all'efficienza energetica in

tale settore. Le potenzialità si confermano buone, ma è ancora necessario capire quale sia la velocità del cambiamento, per un settore caratterizzato da rinnovi quarantennali.

Quello dell'illuminazione pubblica è un settore particolare. Prima di tutto perché è in mano alla pubblica amministrazione e direttamente da questa "pagato". In secondo luogo perché gli interventi di efficientamento dovrebbero portare a mettere ordine alla stratificazione impiantistica che si è venuta a creare nel tempo e, nello stesso tempo, dovrebbero mettere ordine anche al frequente disordine gestionale che in molti casi contribuisce a disperdere efficienza energetica ed economica.

Per quanto riguarda il complesso settore della mobilità, il fronte tecnologico degli autoveicoli ha visto un impulso notevole con il nuovo regolamento europeo che richiede di investire su un potenziale di efficientamento molto elevato. La complessità degli interventi nel settore della mobilità indica la necessità di fare valutazioni anche a livello della domanda. L'ambito della ciclabilità e, in particolare, il settore del bike sharing, può offrire una risposta efficace, come dimostrato in diverse esperienze.

Il comparto degli azionamenti elettrici rappresenta una risorsa di efficienza energetica elevatissima. Non è sicuramente l'unico ambito di intervento a livello dell'industria, ma è quello in linea di principio più semplice e trasversale, tenendo anche presente che ben altri interventi di notevole portata sono annettibili allo schema dell'emission trading.

Molti dei suddetti settori sono già stati oggetto di impalcature normative che definiscono parametri prestazionali. Ciò implica che il rispetto di tali parametri porterà, naturalmente, ad una riduzione dei consumi e delle emissioni, almeno a parità di domanda.

E' evidente, però, che la velocità di cambio naturale ha dei tempi tendenzialmente lunghi (30-40 anni per le strutture edilizie, 12-14 anni per le automobili, 15-20 anni per le caldaie, ecc.). Ciò implica la necessità di una accelerazione che può essere stimolata attraverso una serie di incentivi.

Di seguito si riporta una breve sintesi dei principali numeri associati ai diversi ambiti di intervento.

Interventi sulle pareti opache:

Il consumo attuale è di 16 Mtep annui al 2007 per il riscaldamento di circa 20,3 milioni di alloggi.

Il settore residenziale costituisce circa il 21 % dei consumi finali nazionali. Al 2010 qualche punto percentuale in più, data la riduzione del settore industriale.

Vi sono circa 27 milioni di abitazioni, di cui circa 20 milioni riscaldate e occupate (46 % al nord, 20 % al centro e 34% al sud). Il Piano nazionale per l'efficienza energetica del 2007 stima quasi 2000 milioni di m² di superficie disperdente opaca.

In due anni (2007 e 2008), circa 13.000 interventi, per una superficie stimata di 5,3 milioni di m² e una riduzione dei consumi di circa 17 ktep sono stati incentivati con il meccanismo del 55%.

I titoli di efficienza energetica hanno registrato interventi pari al 20% rispetto a quelli gestiti nell'ambito del meccanismo del 55%.

Si può ipotizzare che, senza gli incentivi, si attuerebbe solo il 50% degli interventi.

Ipotizzando di mantenere la quota di interventi del 2008 per 12 anni si ottengono interventi su 48 milioni di m² con riduzione di 166 ktep/a.

L'estensione al 2020 del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica prevede una riduzione di 1.640 ktep a carico delle coibentazioni di superfici opache.

Interventi sulle pareti trasparenti:

In Italia vi sono circa 44,4 milioni di m² di vetri singoli al 2007.

In due anni (2007 e 2008), circa 135.000 interventi, per una superficie stimata di 2,1 milioni di m² e riduzione dei consumi pari di circa 30 ktep sono stati incentivati con il meccanismo del 55%.

I titoli di efficienza energetica hanno registrato interventi pari al 3% rispetto a quelli gestiti nell'ambito del meccanismo del 55%.

Si può ipotizzare che, senza gli incentivi, si attuerebbe solo il 10-15% degli interventi.

Ipotizzando di mantenere la quota di interventi del 2008 per 12 anni si ottengono, al 2020, interventi su 18 milioni di m² di serramenti con riduzione di 200 ktep/a.

L'estensione al 2020 del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica prevede una riduzione di 117 ktep a carico degli interventi sulle pareti trasparenti.

Impianti di riscaldamento ambienti:

Vi sono circa 19 milioni di apparecchi (tra autonomi e centralizzati) e circa 7 milioni di pezzi sono stati installati prima della direttiva 90/396/CE

Con il meccanismo del 55% sono state sostituite circa 100.000 caldaie nel biennio 2007 – 2008.

Con il meccanismo dei titoli di efficienza energetica sono state sostituite 127.685 caldaie.

L'estensione al 2020 del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica prevede una riduzione di 3.655 ktep di risparmio a carico della sostituzione delle caldaie.

Impianti di raffrescamento ambienti:

Il consumo per il raffrescamento è di 1,12 Mtep/a suddivisi in 0,26 per il domestico e 0,86 per il terziario.

Il raffrescamento rappresenta circa il 2% dei consumi elettrici del residenziale e il 7% dei consumi elettrici del terziario. Rappresenta, inoltre, il 4 % dei consumi elettrici nazionali.

Oltre il 20% degli alloggi è dotato di impianti di air cooling, tra monoblocco e impianti centralizzati.

Il meccanismo dei titoli di efficienza energetica ha incentivato una quota di condizionatori di classe A pari a 150 MWf.

Gli incentivi aumentano di una o due classi energetiche la media del venduto.

L'estensione al 2020 del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica, prevede una riduzione di 115 ktep di risparmio a carico della sostituzione degli impianti di raffrescamento nel settore residenziale e di 387 ktep nel settore terziario.

Impianti di produzione di acqua calda sanitaria:

Il consumo di energia elettrica per la produzione di ACS è di circa 7.000 GWh, determinato dalla presenza di circa 5,5 milioni di boiler su un totale di 22,7 abitazioni.

L'energia elettrica per ACS pesa circa il 35% dell'energia primaria consumata per tale funzione.

Il meccanismo dei titoli di efficienza energetica ha incentivato la sostituzione di meno di 1500 boiler elettrici, con un risparmio di energia primaria inferiore ai 500 tep.

Sostituendo, entro il 2020, il 30% degli attuali boiler elettrici con pompe di calore e il 70% con boiler ad alta efficienza, il consumo di energia elettrica si ridurrebbe di oltre 172 ktep.

Se tutti gli attuali boiler elettrici fossero sostituiti da pompe di calore, il risparmio ammonterebbe a circa 300 ktep.

Illuminazione pubblica:

I consumi di energia elettrica associati all'illuminazione pubblica nel 2009 ammontano a 6.317 GWh, determinati da circa 9 milioni di punti luce.

L'illuminazione pubblica incide per circa il 2% sui consumi elettrici complessivi nazionali.

Attualmente il numero delle lampade a bassa efficienza è ancora leggermente superiore alla metà dell'intero parco lampade.

Il meccanismo dei titoli di efficienza energetica ha contribuito con un risparmio complessivo pari a circa 900 GWh, corrispondente al 14% dei consumi attuali nel settore dell'illuminazione pubblica.

La sostituzione delle lampade al mercurio porterebbe a un risparmio energetico pari a 137 ktep.

Autoveicoli:

Nel 2008 i trasporti sono stati responsabili del 26,2% delle emissioni totali nazionali di anidride carbonica. Nell'ambito di tale settore, il 54,8% delle emissioni si produce nell'ambito del trasporto con autoveicoli.

Il livello di emissioni specifiche di CO₂ del parco auto nuovo è di 145 g/km, contro una media europea di 154 g/km.

L'attuale livello di emissioni medio dell'intero parco automobilistico circolante è pari a circa 156 g/km.

In base al Regolamento (CE) Nn. 443/2009 al 2020 il parco autovetture sarà caratterizzato da un livello di emissioni di CO₂ pari a circa 132 g/km, con una riduzione di CO₂ pari a 10,9 Mt e un risparmio energetico pari a 3600 ktep.

Tale livello potrebbe essere portato a 122 g/km mediante misure tecnologiche complementari e ipotizzando di stimolare il 10% degli utenti a un cambio anticipato della propria auto, la riduzione aggiuntiva di CO₂ al 2020 si attesterebbe su 4,2 Mt e il risparmio energetico aggiuntivo su circa 1.400 ktep.

Bike share:

Vi sono numerose esperienze di bike sharing, sia a livello europeo che nazionale.

La tendenza generale sembra confermare il fatto che all'aumentare della lunghezza delle piste ciclabili aumenti anche la percentuale di spostamenti fatti utilizzando la bicicletta.

In Italia nella maggior parte delle città gli utenti del bike share prima utilizzavano prevalentemente il proprio mezzo privato. Da ciò deriverebbe un effettivo beneficio dall'utilizzo di tale servizio per quanto riguarda la riduzione dei consumi energetici.

L'introduzione del bike sharing può risultare di scarsa efficacia qualora non sia accompagnata da interventi ben più consistenti sul fronte della ciclabilità.

Azionamenti elettrici:

I consumi collegati ai motori elettrici rappresentano circa la metà del totale dei consumi elettrici a livello nazionale.

Si stima che siano installati oltre 19 milioni di motori elettrici.

Il meccanismo dei titoli di efficienza energetica ha portato ad un risparmio di 5 GWh attraverso l'installazione di motori efficienti e di 65 GWh attraverso l'installazione di inverter.

La detrazione d'imposta del 20% ha portato ad un risparmio di 11 GWh attraverso l'installazione di motori efficienti e di 103 GWh attraverso l'installazione di inverter.

L'introduzione dei nuovi standard a livello europeo consentirà, da sola, di ridurre di circa 430 ktep i consumi. Ulteriori 140 ktep potrebbero essere risparmiati attraverso sostituzioni accelerate tali per cui al 2020 non ci sarebbero più motori poco efficienti di classe EFF3.

L'installazione di inverter potrebbe portare ad un risparmio energetico di 390 ktep.

L'estensione al 2020 del Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica prevede una riduzione di 1.350 ktep di risparmio a carico degli azionamenti elettrici.

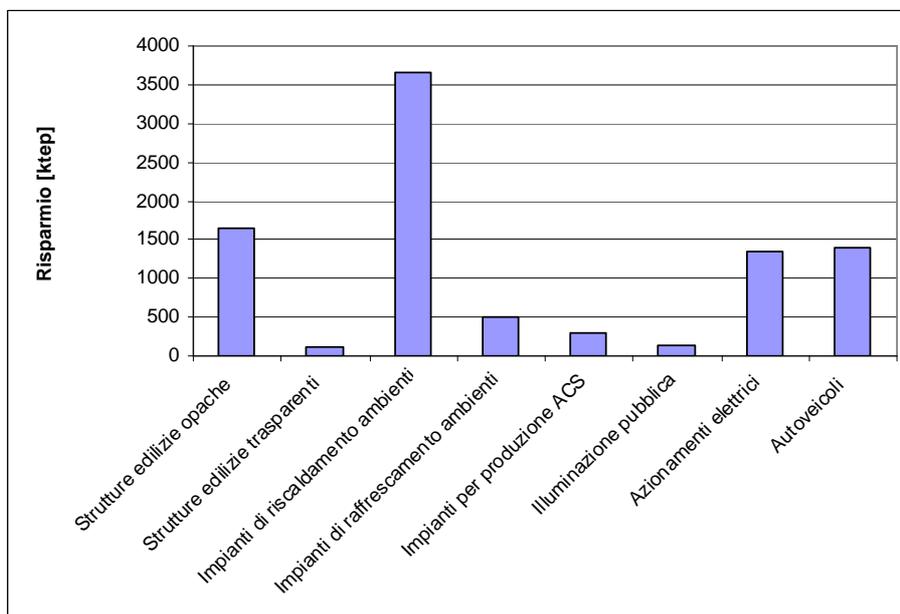
In sintesi, il mondo imprenditoriale ha a che fare con:

- oltre 20 milioni di alloggi riscaldati
- oltre 44 milioni di m2 di vetri singoli
- 19 milioni di impianti di riscaldamento (di cui 7 con oltre 20 anni)
- 10 milioni di impianti di raffrescamento
- oltre 5 milioni di boiler elettrici
- 9 milioni di punti luce in ambito pubblico
- 36 milioni di autoveicoli
- 19 milioni di motori elettrici.

In particolare, le azioni analizzate riguardano: quasi 2 milioni di interventi sulle strutture edilizie opache e oltre 600.000 interventi sulle strutture edilizie trasparenti, oltre 3,5 milioni di sostituzioni di caldaie, 1 milione di sostituzioni di condizionatori, la sostituzione di 5 milioni di boiler elettrici, la sostituzione di 4,5 milioni di lampade al mercurio nell'illuminazione pubblica, la sostituzione di 3,5 milioni di autoveicoli, la sostituzione di 1,5 milioni di azionamenti elettrici.

Questi numeri costituiscono un enorme bacino di potenziale intervento ai fini dell'efficientamento energetico.

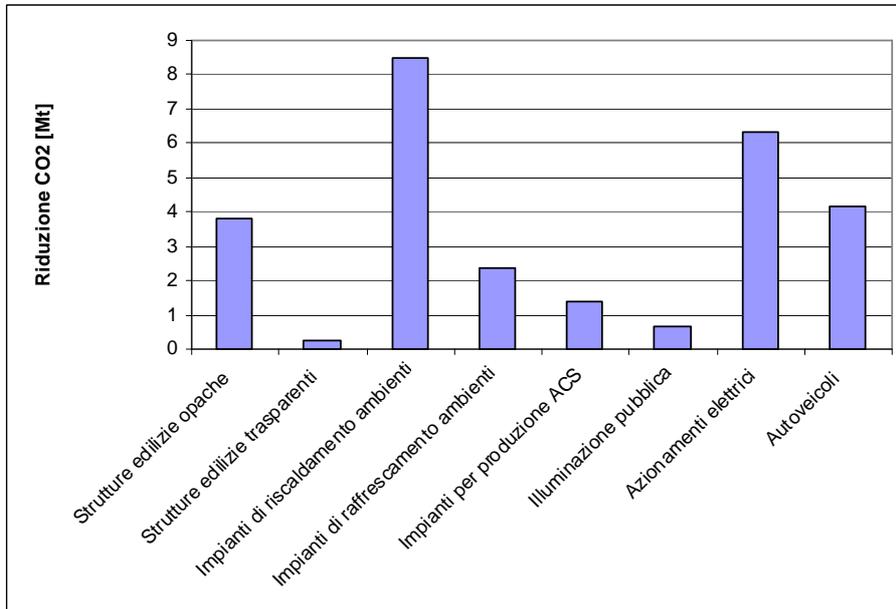
Nel grafico seguente si sintetizzano i risparmi energetici associati agli interventi descritti. Il risparmio complessivo è di circa 9,1 Mtep.



Risparmi energetici al 2020 associati agli interventi di efficienza

A tali interventi sono associate, complessivamente, riduzioni di CO₂ pari a 27,5 Mt. Tali valori rappresentano il 40% delle riduzioni complessive attribuite al piano nazionale di efficienza energetica e al 20% delle riduzioni complessive necessarie per raggiungere l'obiettivo per i settori non sottoposti al sistema europeo dell'emission trading.

Il dettaglio è rappresentato nel grafico seguente. In termini di CO₂, i settori che più incidono sono quelli inerenti gli impianti termici per riscaldamento (31%), gli azionamenti elettrici (23%), gli autoveicoli (15%) e le strutture edilizie opache (14%).



Riduzione di CO₂ al 2020 associate agli interventi di efficienza

5 Gli strumenti di incentivazione

Se l'evoluzione tecnologica da sola non riesce a determinare l'accelerazione di questo percorso di efficientamento, alcuni piccoli segni lasciano tuttavia intravedere come le azioni di trasformazione e di efficientamento stiano raggiungendo se non la massa critica quantomeno una presenza diffusa in tutti i settori.

In generale, l'andamento registrato negli ultimi anni non permette, se proiettato al 2020, una riduzione nei consumi finali commisurabile agli obiettivi: la trasformazione delle tecnologie in chiave di efficienza deve quindi essere accompagnata e governata per accelerarne l'ottimizzazione, moltiplicando la velocità di diffusione di tutte le azioni e le misure che concorrono alla riduzione di consumi ed emissioni.

Attualmente le azioni di efficienza energetica beneficiano soprattutto di due tipologie di incentivi:

- i Certificati Bianchi, virtualmente applicabili ad ogni soluzione;
- le detrazioni fiscali al 55% (o al 20% in taluni casi), che riguardano solo le azioni collegate agli usi civili.

Nel vasto settore dell'edilizia, l'analisi dell'evoluzione dei comportamenti comparata all'analisi degli obiettivi porta a potere affermare che una proiezione delle diverse misure incentivanti nella loro totalità, applicate con le medesime modalità, non consenta di raggiungere gli obiettivi definiti in sede europea, articolati nel piano d'azione nazionale.

Come spesso accade non è possibile, a valle delle molteplici esperienze di questi ultimi anni, individuare un'unica modalità di azione coronata da successo: le tecnologie su cui si sono aperti dei focus sono tante e diverse le modalità di investimento e le caratteristiche climatiche nelle macrozone nazionali.

E' però necessario sottolineare il segnale interessante rappresentato dal successo ottenuto dal meccanismo di detrazione fiscale introdotto con il 55 %, che ha visto attivamente coinvolti sia gli utenti finali, cittadini e contribuenti, sia tutti gli operatori del mercato, che hanno saputo trasformare la loro offerta in tempi relativamente brevi, soprattutto per quanto concerne il mondo dell'edilizia, e che attraverso le diverse associazioni di categoria hanno segnalato a voce più o meno forte più volte quanto questa misura di incentivazione sia importante.

Il segnale e la sfida sono forti: in tempo di crisi il mercato dell'efficienza energetica deve aumentare, fornendo così in qualche modo anche un ausilio all'uscire dalla crisi.

La reazione contagiosa degli utenti finali, che ha prodotto infatti numeri in costante aumento a partire dal suo ingresso sul mercato, dimostra come la semplicità della misura e la sua ulteriore semplificazione in corso d'opera siano state apprezzate, e possano essere definite come uno dei fattori del suo successo.

La semplicità, al di là della burocrazia necessaria, consiste nella coerenza tra azione di risparmio finanziabile e nucleo decisionale di riferimento: la singola famiglia ha potuto decidere in maniera autonoma e indipendente quale investimento fare sul proprio alloggio, se questo fosse compatibile con il proprio gettito fiscale, vedendone da subito i vantaggi, in primis a livello di comfort, ma subito anche quelli economici.

Anche l'unità decisionale più allargata, il singolo condominio, ha avuto accesso a questo meccanismo, nel caso la decisione di una coibentazione di tetto o di pareti esterne fosse ritenuta vantaggioso da parte dell'assemblea condominiale.

L'esperienza ha dimostrato che questi interventi hanno potuto ricorrere con minor facilità al meccanismo di incentivazione dei certificati bianchi, probabilmente a causa della soglia minima di risparmio di 25 tep.

L'accesso è quindi possibile, generalmente, mediante l'operato di una ESCo, legando però il successo del finanziamento alla capacità della ESCo di reperire altri casi simili, che sommati permettano di accedere al meccanismo avendo raggiunto la quota di 25 tep.

Infatti un condominio medio, ad esempio di 13 unità abitative da 100 m² ciascuna, con un consumo specifico di 220 kWh/m²a (quindi dislocato plausibilmente nel nord Italia) ha un consumo annuo pari a 25 tep. Va da sé che il risparmio ottenibile da un'azione su questo condominio non possa raggiungere i 25 tep, ma una quota che, per via approssimativa, possiamo indicare pari al 10-20 % dei consumi, quindi tra i 2,5 e i 5 tep complessivi ipotizzando un intervento di coibentazione buono ma non estremo.

Perché questo condominio collabori a raggiungere almeno 25 tep di risparmio con una azione di pari entità, deve coinvolgere almeno altri 9 condomini simili.

Se invece partiamo da un edificio più performante o lo spostiamo in Italia centrale, approssimando il suo consumo specifico pari a 150 kWh/m²a, il suo consumo totale sarebbe pari a circa 17 tep. In conseguenza del suo risparmio ridotto, ancora maggiore sarebbe il numero dei condomini il cui risparmio possa concorrere al raggiungimento di questa soglia di accesso al meccanismo.

Sulla base dell'esperienza degli ultimi anni si possono riassumere alcune considerazioni:

- gli incentivi hanno condizionato in maniera positiva la trasformazione delle competenze e l'introduzione dell'innovazione anche in realtà artigianali tradizionalmente restie al cambiamento, aumentando così la diffusione di interventi di efficientamento anche al di fuori dei meccanismi di promozione
- vi è stato un notevole successo delle azioni semplici (anche all'interno dei singoli meccanismi: le schede standard per l'ottenimento dei TEE vengono utilizzate più di quelle con calcolo analitico; le azioni da 55% per cui non è necessaria la certificazione sono più diffuse delle altre)
- la soglia minima di risparmio assoluto raggiungibile rende il meccanismo dei certificati bianchi complesso quando si tratta di sommare singoli interventi di dimensioni limitate, e la complessità può fungere da barriera, soprattutto nelle situazioni in cui il recupero economico è limitato
- la forte incertezza e la breve gittata temporale della maggior parte dei meccanismi di incentivazione rende più difficile la scelta di investimento (che spesso è un percorso non rapido) stimolando all'azione solo una parte dei potenziali investitori
- la maggior gittata temporale deve essere accompagnata dall'introduzione di graduali innalzamenti dei requisiti prestazionali, seguendo l'evoluzione del mercato a sua volta in celere evoluzione
- in sostituzione al meccanismo di detrazione fiscale sarebbe opportuno definire forme incentivanti tipo "conto energia" differenziate per tipologia di intervento e basate sull'energia risparmiata
- al suddetto incentivo devono poter accedere anche gli enti pubblici
- è necessario innalzare gradualmente i requisiti prestazionali cogenti (quindi al di fuori di meccanismi incentivanti) per quanto riguarda il nuovo costruito, a partire dalle costruzioni di maggior volumetria

Contrariamente a quanto successo nel settore dell'edilizia, i certificati bianchi hanno dato un notevole contributo al settore dell'illuminazione pubblica. Diverse concomitanze hanno sicuramente contribuito a tale risultato. Prima di tutto l'intervento tipico può essere sufficientemente ampio da consentire la non parzializzazione in numerose progettualità distinte con riferimento al livello minimo di risparmio energetico. Inoltre, la relativamente scarsa frammentazione degli operatori in tale settore e, sicuramente, i vantaggi economici derivanti dall'apporto significativo dalla vendita dei titoli di efficienza energetica che, nel caso di sostituzione con lampade al sodio, coprono mediamente oltre il 100% dell'investimento [9].

Il contributo derivante dai certificati bianchi dovrebbe ulteriormente incrementare con l'introduzione di una scheda tecnica relativa alla realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade destinate al traffico motorizzato che prenderà in considerazione azioni integrate, valutando complessivamente l'effetto, in termini di riduzione dei consumi, conseguibile grazie all'adozione contemporanea di diverse tipologie d'intervento.

Alcuni dubbi potrebbero essere posti, in questo come in altri casi, riguardo all'inclusione, nel meccanismo, anche delle nuove realizzazioni. Sarebbe più efficace se tali nuove realizzazioni fossero soggette a parametri prestazionali cogenti più performanti.

E' evidente che, nel caso dell'illuminazione pubblica, oltre agli incentivi economici si rende necessaria una razionalizzazione degli aspetti gestionali e contrattuali riguardanti la loro conduzione. Infatti, nel corso degli anni si sono spesso sedimentate situazioni gestionali poco chiare che devono essere dipanate anche alla luce di recenti disposizioni normative (DPR 7 settembre 2010, n. 168 "Regolamento in materia di servizi pubblici locali di rilevanza economica, a norma dell'articolo 23-bis, comma 10, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n.133).

La definizione degli interventi relativi al settore dei trasporti presenta alcune importanti peculiarità, associate all'articolazione dei margini di manovra propri di politiche sviluppate a diverso livello. Gli interventi ipotizzabili in questo settore possono dividersi in due categorie ben distinte fra loro:

- a) Interventi relativi alle caratteristiche dei convertitori energetici finali (parco veicolare circolante);
- b) Interventi relativi ai modi d'uso di tali convertitori (ripartizione modale, coefficienti di occupazione, cicli di marcia, ecc.).

Come già indicato, con l'introduzione del Regolamento (CE) n. 443/2009, si assisterà a una tendenziale riduzione dei consumi energetici con il rinnovo del parco autoveicoli. La riduzione dei consumi può essere accelerata o incentivando l'acquisto di auto più efficienti oppure incentivando lo svecchiamento del parco auto. Il rinnovo può essere stimolato attraverso incentivi diretti che facciano leva sull'acquisto di auto con migliori caratteristiche in termini di efficienza energetica o attraverso una revisione della fiscalità differenziando gli oneri sulla base dell'efficienza energetica.

Attraverso una più efficace caratterizzazione dei veicoli in base alle proprie performance energetiche, è possibile mettere in atto anche politiche locali di stimolo all'uso di autoveicoli più efficienti. Per le grandi città è ad esempio ipotizzabile l'introduzione di ecopass dedicati, analogamente a quanto viene ora fatto riguardo alle caratteristiche emissive.

L'efficienza energetica nel settore degli azionamenti elettrici risentirà dell'evoluzione normativa di livello europeo. Nonostante tale settore sia caratterizzato da un incentivo di detrazione d'imposta del 20% e rientri nello schema dei certificati bianchi, tali incentivi non hanno apportato vantaggi rilevanti. Probabilmente, la frammentarietà degli interventi non rende di facile applicazione il meccanismo dei certificati bianchi, mentre la bassa quota di detrazione d'imposta non ne stimola l'impiego. La riduzione della soglia minima di risparmio per accedere al meccanismo dei certificati bianchi potrebbe dare maggiore efficacia a tale incentivo, soprattutto per quanto riguarda gli inverter, dal momento che, in questo caso, i titoli di efficienza energetica coprono, mediamente, circa il 40% dell'investimento [9].

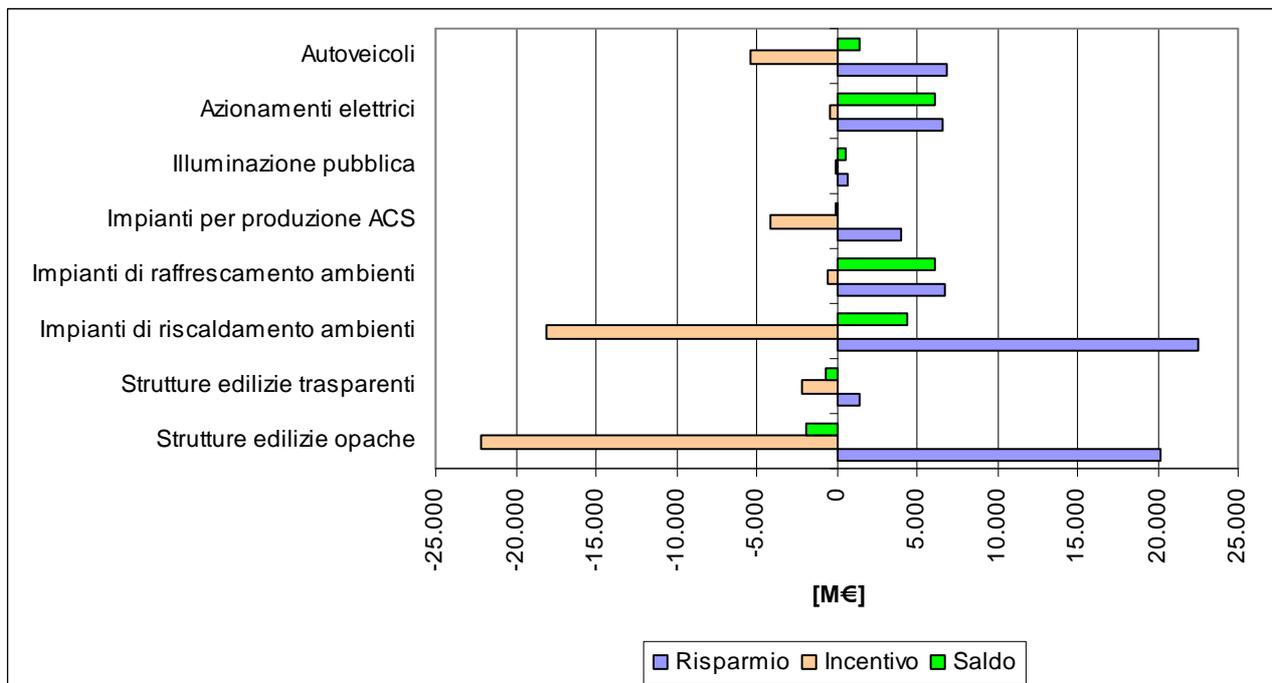
Forme incentivanti tipo "conto energia" differenziate per tipologia di intervento e basate sull'energia risparmiata potrebbero essere un efficace sostituto al meccanismo di detrazione fiscale.

Gli incentivi erogati durante gli ultimi anni costituiscono un punto di partenza per stimare l'entità economica necessaria per realizzare gli interventi analizzati. In particolare, per gli interventi interessati, si è ipotizzato di mantenere gli stessi livelli di incentivo erogato attualmente con il

meccanismo del 55%, benché non si esclude l'ipotesi che l'erogazione possa avvenire attraverso altri meccanismi. Analogamente si sono considerati i livelli di incentivo relativi al meccanismo dei certificati verdi per gli interventi a questi collegati. Per gli altri interventi si sono ipotizzati incentivi specifici erogabili all'atto dell'acquisto.

Gli incentivi determinano una riduzione dei consumi energetici e, quindi, della spesa necessaria all'acquisto del combustibile. Tale riduzione di consumi e di spesa si protrae durante tutto il tempo di vita utile dell'intervento.

Si stima che il costo complessivo attribuibile agli incentivi per l'attuazione accelerata degli interventi indicati sia di circa 53 miliardi di euro nel corso dei prossimi dieci anni. La quota preponderante di tali incentivi è ascrivibile agli interventi sulle strutture opache e sugli impianti termici. Viceversa, sulla base dei tempi di vita utile degli interventi considerati, si può stimare un mancato costo di acquisto dell'energia pari a 69 miliardi di euro (attribuendo un valore di 60 € al barile di petrolio). Il saldo dell'operazione risulta quindi positivo, con un attivo 16 miliardi di euro.



Incentivi e risparmi dei singoli interventi

6 Edilizia – Strutture opache

Il contesto attuale

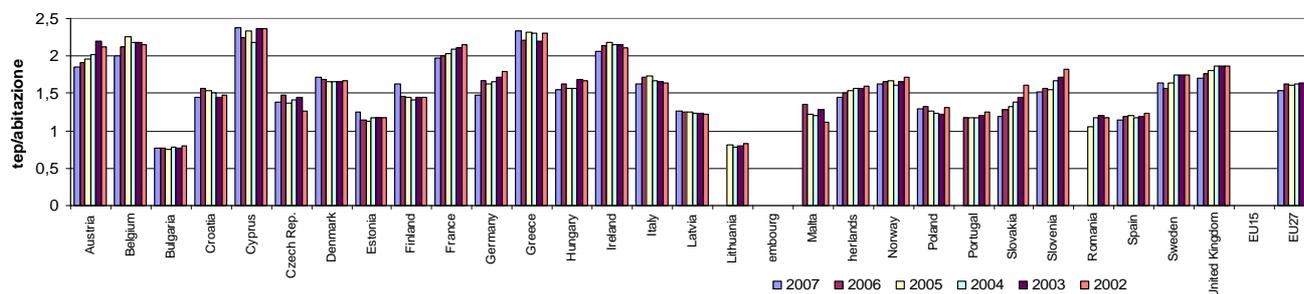
Con l’emanazione della direttiva EPBD (2002/91/CE) si è reso necessario in tutti gli stati membri dell’Unione Europea un grande lavoro tecnico normativo per introdurre gli obiettivi di efficientamento energetico dell’edilizia e gli strumenti per il suo monitoraggio.

A otto anni dall’emissione della direttiva è stato promulgato il cosiddetto ‘recasting’ cioè la riformulazione della stessa direttiva (ora 2010/31/EU) con obiettivi più alti, in linea con i nuovi andamenti sia normativi sia del mercato, che permettono il raggiungimento di nuove soglie di contenimento dei consumi. In tutta Europa si registra infatti un movimento tendenziale di incremento delle performance degli edifici, che in parte viene tuttavia contrastato da aumenti di consumo legati a integrazione di servizi di comfort minimo: la diffusione degli impianti di condizionamento da una parte, soprattutto nelle zone climatiche più calde, e la diffusione di impianti di riscaldamento in abitazioni che ne erano prive, pur necessitandone, determinano, a parità di numero di alloggi, un fabbisogno energetico maggiore.

Se si considerano le rilevazioni a livello europeo sugli standard di consumo si nota, infatti, come alcuni stati membri, anche ipotizzando una normalizzazione sui gradi giorno, presentano valori di consumo molto ridotti, legati sostanzialmente a una diversa cultura dell’abitare. Se nei paesi nordici la reazione alle rigide temperature invernali è la creazione di ambienti a temperatura spesso superiore ai 20 °C, nei paesi del sud o in paesi meno industrializzati la presenza di un impianto di riscaldamento unico con distribuzione in tutto l’alloggio è sicuramente più raro, talvolta praticamente assente. Le temperature medie interne che si possono rilevare mediamente in inverno negli alloggi dei paesi del sud Europa sono ben al di sotto dei 20 °C considerati lo standard di comfort.

Per esempio nella normativa energetica della Bulgaria i valori limite delle trasmittanze degli elementi dell’involucro sono separati tra edifici con alta o bassa temperatura interna. La temperatura interna considerata ‘alta’ è di 19 °C. In Croazia, invece, la temperatura soglia per distinguere le due categorie di edifici è 18 °C.

Consumo energetico medio per riscaldamento normalizzato sui gradi giorno



Consumo energetico medio per riscaldamento (fonte: Banca dati Odysee-Mure)

Piuttosto distribuita, invece, è la tendenza al miglioramento, sicuramente indotta dalla direttiva EPBD, anche se, essendo i dati reperibili a livello internazionale solo fino al 2007, l’impatto delle singole implementazioni della EPBD nei diversi paesi non è qui ancora registrata.

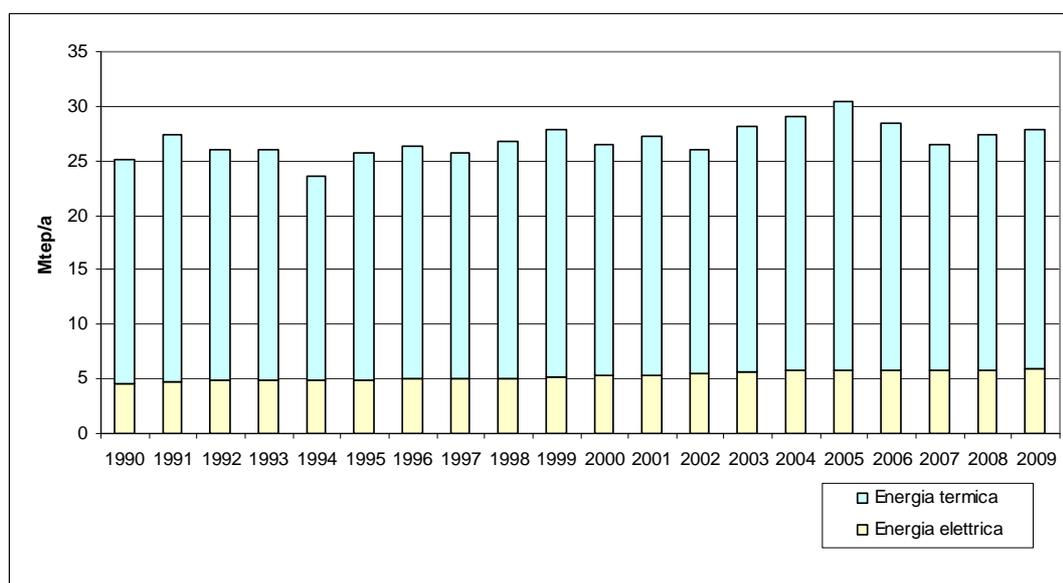
Anche a livello di valori di trasmittanza per i singoli elementi opachi la normativa dei paesi europei ha registrato delle restrizioni.

Tra i valori riportati nello studio EURIMA del 2007 (probabilmente con dati 2006 o precedenti) e quelli del Country Report 2008 stilato dalla EPBD Building Platform nel 2009 si notano quasi dappertutto delle riduzioni, anche notevoli (come per esempio in Italia!).

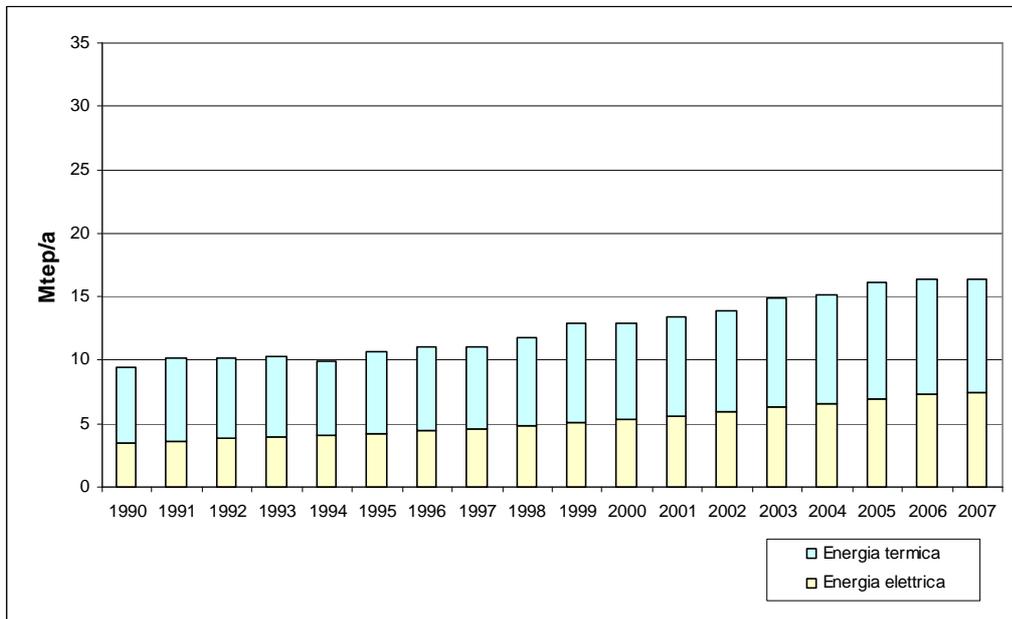
Nella seguente tabella si riporta una selezione di Stati dove, nel giro di pochi, anni sono cambiati i valori limite di trasmittanza [10].

	Valori U da normativa								
	[W/m ² K]								
	Pareti esterne			Tetto			Pavimento		
	2005	2008	2010	2005	2008	2010	2005	2008	2010
AUT	0,35	0,35		0,20	0,20		0,35	0,40	
BEL	0,60	0,40		0,40	0,30		0,90	0,90	
HRV	1,20	0,60		0,75	0,40		0,90	5,00	
HRV	0,90	0,45		0,65	0,30		0,75	5,00	
DEU	0,30	0,28		0,20	0,20		0,40	0,35	
FIN	0,25	0,14		0,16	0,09		0,25	0,14	
FRA	0,40	0,40		0,25	0,25		0,36	0,36	
ITA-zona B	0,64	0,54	0,48	0,60	0,42	0,38	0,60	0,55	0,49
ITA-zona C	0,57	0,46	0,40	0,55	0,42	0,38	0,55	0,49	0,42
ITA-zona D	0,50	0,40	0,36	0,46	0,35	0,32	0,46	0,41	0,36
ITA-zona E	0,50	0,37	0,34	0,46	0,32	0,30	0,46	0,38	0,33
ROU	0,70	0,67		0,33	0,29		0,60	0,20	
SWE	0,18	0,10		0,13	0,08		0,15	0,10	

I consumi energetici legati al settore civile in Italia hanno avuto negli ultimi anni un'evoluzione caratterizzata da un deciso incremento costante, attribuibile per la maggior parte non tanto al settore residenziale, il cui incremento è leggero, e soprattutto relativamente ai consumi di energia elettrica, residenziale bensì al settore del terziario, che vede un incremento costante sia per quanto riguarda i consumi termici che i consumi elettrici.



Consumo energetico nel settore residenziale in Italia



Consumo energetico nel settore terziario in Italia

Molte e varie sono le misure messe in atto negli ultimi anni in Italia con l'obiettivo di incrementare l'efficienza energetica degli edifici, soprattutto, ma non solo, nel settore residenziale. Obblighi normativi (sopra tutti il D.lgs. 192/05 con il successivo 311/06, integrati dal Dpr 59/09), incentivi fiscali, definizione di politiche strategiche, adesione di diverse amministrazioni locali al patto dei sindaci hanno determinato un'evoluzione del mercato sia in termini di maggiore offerta, sia in termini di maggiore competenza anche da parte delle innumerevoli PMI e ditte individuali su cui si basa la struttura del mondo dell'edilizia.

Le trasformazioni della normativa sono uno strumento necessario alle trasformazioni di mercato; tuttavia il lasso di tempo per iniziare a vedere concretamente i risultati è di diversi anni. Per ottenere risultati più immediati è necessario avvalersi di strumenti volontari, che possono essere divulgati e messi in pratica con argomenti culturali oppure con incentivi all'intervento.

Per incentivare l'adozione di misure di efficientamento anche sul patrimonio edilizio esistente sono stati elaborati diversi meccanismi: con la Finanziaria 2007 si è dato l'avvio a una serie di interventi anche molto diffusi, con diversa concentrazione nelle regioni italiane, che ha riscosso una partecipazione molto maggiore rispetto, per esempio, ai Titoli di Efficienza Energetica, presenti sul panorama italiano già dal gennaio del 2005, la cui procedura evidentemente ha un livello di complessità maggiore e, di conseguenza, si verifica anche una maggiore resistenza.

Il maggiore successo del ricorso al meccanismo del 55 % avviene nonostante che i valori di trasmittanza da raggiungere sono più stringenti rispetto a quelli definiti dalle schede dell'AEEG, anche perché l'intervento tra i suoi requisiti non deve avere una dimensione minima.

risultati 55 %	pareti verticali		coperture	
	2007	2008	2007	2008
numero interventi	2.226	3.485	1.336	6.253
stima m ²	500.000	815.000	600.000	3.400.000
risparmio GWh/a	16,6	32,8	18,6	128,5
risparmio ktep/a	1,4	2,8	1,6	11,1
costo medio €/MWh risp	3.257	2.912	2.620	2.859

Le ipotesi di sviluppo

Per il raggiungimento degli obiettivi definiti dall'Unione Europea, è stato redatto il Piano Nazionale di Efficienza Energetica nel Luglio 2007, che ha individuato per i diversi settori alcuni obiettivi di risparmio, ottenibili con le misure messe in atto.

Nel rapporto Energia e Ambiente 2008 di ENEA sono riportate alcune elaborazioni che portano al 2020 il potenziale di risparmio a fronte degli impegni di efficientamento in evoluzione.

	PNEE e REA 2008 - ENEA + ERSE									
	2010		2016		2010 usi finali termici		2016 usi finali termici		2020 usi finali termici	
	GWh/a	GWh/a	GWh	Mtep	GWh	Mtep	GWh	Mtep	GWh	Mtep
residenziale	16.998	56.830	16.998,000	1,462	40.480	3,481	62.960	5,415		
coibentazione di elementi opachi negli edifici ante 1980	3.489	12.800	3.489,00	0,30	12.800	1,10	19.104	1,64		
sostituzione di vetri singoli con doppi vetri	233	930	233,00	0,02	930	0,08	1.358	0,12		
uso di impianti di riscaldamento ad alta efficienza	8.150	26.750	8.150,00	0,70	26.750	2,30	42.506	3,66		
terziario	8.130	24.700	8.130,000	0,699	16.600	1,428	20.800	1,789		
uso di impianti di riscaldamento ad alta efficienza	5.470	16.600	5.470,00	0,47	16.600	1,43	20.800	1,79		

Questi numeri indicano come proprio le caratteristiche termofisiche degli edifici possano contribuire in maniera consistente alla riduzione dei consumi: l'ipotesi si basa sulla probabilità che ogni 30 anni ci possa essere un intervento consistente sull'involucro dell'edificio, cioè le pareti esterne e il tetto.

Una simulazione di coibentazione diffusa, per esempio coibentazione della copertura portando il valore U da 1,1 W/m²K al valore ora incentivato (differenziato per zona climatica da 0,38 a 0,30) il 30% delle abitazioni in Italia (tenendo conto che dei 27 milioni di alloggi esistenti, ve ne è una quota considerevole non occupata oppure occupata solo saltuariamente e una quota al centro e al sud che non possiede un sistema di riscaldamento), quindi con uno scenario piuttosto conservativo (solo tetto), il contributo al risparmio globale da parte della sola edilizia residenziale è di circa 120 ktep/a.

Al 2020 questo può significare quindi una riduzione di circa il 7.5 % della spesa energetica per il riscaldamento (ca. 16 Mtep/a al 2007).

Se, invece di rimanere ai valori ritenuti ora virtuosi, ci si spinge ai valori tecnicamente raggiungibili, ancora con un vantaggio dal punto di vista costi/benefici (compresi tra 0,16 – 0,29), nonché ampliando l'intervento al 40 % degli edifici al nord e mantenendo immutato il 30 % al centro e al sud, la riduzione raggiunge ca 170 ktep/a (1,7 Mtep in dieci anni). Questo significa che devono operare un'azione di ristrutturazione importante quasi 800.000 abitazioni all'anno, e più del 50 % di queste devono essere nel nord Italia.

Tuttavia se si osserva l'andamento delle riqualificazioni energetiche che hanno afferrito al programma di incentivazione del 55 % e lo si replica per dieci anni, il risultato di risparmio è di un ordine di grandezza inferiore a quello dell'obiettivo italiano.

A questo numero possiamo ipotizzare una quota di interventi che sono stati eseguiti, ma senza incentivazione, che realisticamente non potrà però pesare molto capovolgendo questo risultato.

Sono circa 13.500 le unità immobiliari che hanno partecipato al 55 % in due anni per la riqualificazione dell'involucro.

	Coibentazione superfici opache		
	PNEE 2016	PNEE 2020	55 % per 10 anni su base 2008
stima m ²	378.000.000		40.000.000

risparmio ktep	1.101	1.643	139
----------------	-------	-------	-----

L'introduzione di normative che impongano alti livelli di performance alla nuova costruzione sono importanti sia per sviluppare una cultura dell'efficienza energetica, sia per sviluppare prodotti e tecnologie edilizie che possano introdurre delle innovazioni a livello diffuso di mercato, di know-how delle imprese ecc., ma per raggiungere gli obiettivi definiti per il 2020 sostanziale e insostituibile è l'apporto del tessuto edilizio esistente, che deve ridurre notevolmente le dispersioni attualmente esistenti attraverso l'involucro. Pur sapendo che a ogni ciclo di efficientamento del patrimonio edilizio il potenziale di riduzione si assottiglia, poiché si riduce il numero di edifici privi di qualsiasi misura di riqualificazione energetica, è possibile ipotizzare che queste quote di riqualificazione possano essere mantenute fino al 2020, se debitamente accompagnate.

7 Edilizia – Strutture trasparenti

Il contesto attuale

Nel settore dell'edilizia, sia residenziale, sia terziaria, le azioni di ottimizzazione energetica possono riguardare l'involucro o il sistema impiantistico, meglio ancora entrambi nella loro mutua relazione. Sul lato involucro, al di là della molteplicità di materiali e di tecnologie utilizzabili o da ristrutturare, si possono individuare due grandi categorie, gli elementi opachi e gli elementi trasparenti.

Se negli ultimi anni sono molti i prodotti di nuovo sviluppo che adeguatamente integrate permettono un migliore performance dell'involucro, sicuramente il mondo del vetro piano è quello che ha subito le maggiori trasformazioni.

Le grandi case di produzione del vetro piano, che si contano sulle dita di una mano, puntano proprio sulle maggiori capacità performanti, sui nuovi coating, sullo sviluppo di nuovi sistemi per il superamento di una crisi diffusa, dimostrando che la qualità e il suo costo hanno anche un valore.

Negli ultimi anni si è visto come la sostituzione dei serramenti sia uno degli interventi maggiormente praticati, anche in maniera diffusa, tuttavia è necessaria una riqualificazione generale degli edifici per raggiungere gli obiettivi definiti dall'Italia sulla scorta delle diverse direttive europee, in particolare per il 2020.

La diffusione dei vetri basso emissivi anche nelle regioni del sud dell'Europa (anche in Italia sono diventati un prodotto standard) dimostra come sia alta l'attenzione nei confronti delle dispersioni termiche invernali.

Al contrario, i problemi estivi legati al surriscaldamento degli ambienti anche grazie al contributo della radiazione solare vengono risolti prevalentemente a livello impiantistico, e meno con lo studio e la progettazione della riduzione dei carichi termici, utilizzando a questo scopo vetri a controllo solare, pellicole o schermature.

L'industria del vetro, nella consapevolezza che questo potrà essere uno dei maggiori sviluppi tecnologici in armonia con le strategie di riduzione dei consumi legati alla climatizzazione degli edifici, anche di fronte al fenomeno di costante diffusione e incremento dell'installazione di impianti di condizionamento dell'aria sia nel tradizionale settore terziario, ma anche nel settore residenziale, ha commissionato nel 2007 uno studio (TNO) che analizzasse possibili scenari di riduzione dei consumi a fronte di diversi livelli di penetrazione dei vetri a controllo solare.

Lo scenario che descrive il potenziale di riduzione ipotizza la penetrazione sul mercato di vetri a controllo solare per tutti gli edifici dotati di sistemi di condizionamento dell'aria di nuova costruzione, nonché la sostituzione dei vetri esistenti, non a controllo solare per tutti gli edifici esistenti e dotati di condizionamento dell'aria.

Questa seconda azione, oltre a ridurre i carichi termici estivi grazie alla riduzione dell'irraggiamento in ingresso, ha un grande potenziale di riduzione anche dei consumi invernali – nonostante la riduzione degli apporti solari invernali, in quanto le trasmittanze dei vetri a controllo solare sono comunque in linea con le indicazioni normative attuali, quindi con valori U più che dimezzati rispetto alla media dell'installato attuale.

A livello europeo questo intervento potrebbe portare un risparmio pari a circa 5 Mtep, il 33 % dei quali a carico dell'Italia, che quindi ridurrebbe di ca. 1,6 Mtep il suo consumo per la climatizzazione degli edifici.

Lo studio definisce i risparmi possibili, alle condizioni indicate per i singoli scenari, distinguendo tra riscaldamento e raffrescamento.

scenario	riscaldamento	raffrescamento	riscaldamento	raffrescamento
	TJ/a	TJ/a	Mtep/a	Mtep/a
1	-3.282	68.794	-0,08	1,64
2	-3.282	104.550	-0,08	2,50
3	16.241	204.173	0,39	4,88
4	139.815	980.675	3,34	23,42

scenario	riscaldamento	raffrescamento	riscaldamento	raffrescamento
	TJ	TJ	Mtep	Mtep
1	-2.057	22.253	-0,05	0,53
2	-2.057	22.253	-0,05	0,53
3	-4.347	66.534	-0,10	1,59
4	-24.444	276.217	-0,58	6,60

L'Italia, tuttavia, registra un certo ritardo rispetto al resto dell'Europa nello sviluppo del mercato dei vetri ad alta efficienza. Qui di seguito una panoramica dei valori limite di trasmittanza di alcuni paesi europei.

Finestre		
	2008	2010
BEL	2,50	
HRV	1,80	
HRV	1,80	
DEU	1,30	
FIN	1,00	
ITA-zona B	3,60	3,00
ITA-zona C	3,00	2,60
ITA-zona D	2,80	2,40
ITA-zona E	2,40	2,20
ROU	1,80	
SWE	1,30	

Negli ultimi anni le normative relative alla performance energetica degli elementi edilizi e le condizioni di incentivo fiscale adottate in Italia hanno trascinato il mercato del vetro piano basso emissivo a livelli qualche anno prima non ipotizzabili. Anche l'Italia si è allineata a uno sviluppo industriale che sta producendo una gamma di novità e di prodotti di alta qualità. Quando è stato promulgato il Dlgs 192/05, nella zona E pur essendo possibile acquistare vetri basso emissivi, lo standard di installazione di un serramento nuovo si collocava intorno a un valore $U_w = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Anche la scheda dell'AEEG per il calcolo dei TEE, infatti, prevede che il vetro sostituito debba avere un valore di trasmittanza inferiore a $U_w < 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (inferiore a 2,2 solo per i vetri a controllo

solare). Attualmente il vincolo normativo per la nuova costruzione è sceso intorno a $U_w = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$ e il mercato segue questo andamento proponendo, anche in caso di sostituzione, valori di trasmittanza più vicini a 2 che non a 3.

A ciò si aggiunge il limite imposto per l'accesso alle detrazioni fiscali previsto dal meccanismo incentivante del 55 % che, sempre per la zona E, era pari a 1,6, in corso d'opera portato a 1,8 $\text{W/m}^2\text{K}$ per il serramento completo.

I numeri dimostrano che, in particolare per la sostituzione dei serramenti, il meccanismo di incentivazione del 55 % ha avuto un grande successo.

Le superfici sostituite per l'ottenimento dei TEE dal 2005 al giugno 2010 sono circa il 3 % di quelle sostituite nel solo anno 2008 con il meccanismo del 55 %. (Gli interventi sulle pareti hanno un altro rapporto, quelli coibentati per maturare TEE sono circa il 20 % di quelli per cui si è avuto accesso al 55 %).

	Infissi	
	2007	2008
Risultati 55 %		
Numero di interventi	33.339	101.408
Stima m^2	630.000	1.500.000
Risparmio GWh/a	114,9	230,3
Risparmio ktep/a	9,9	19,8
Costo medio €/MWh risp	3.801	4.620

Degno di nota è il fatto che il costo specifico del kWh risparmiato è molto più alto rispetto ad altre azioni di efficientamento: ciononostante la sostituzione dei serramenti è stata l'azione più realizzata (31,5 % delle pratiche nel 2007 e 48 % nel 2008).

Altra notazione riguarda la tipologia di edifici su cui sono state eseguite le opere di ristrutturazione energetica, che per il 57 % nel 2008 corrisponde alla categoria delle case unifamiliari più quelle a schiera.

Per ottenere risultati più consistenti devono essere coinvolti gli edifici multifamiliari, anche se si tratta di una tipologia dove i processi decisionali che riguardano le parti comuni sono di difficile gestazione.

Le ipotesi di sviluppo

L'obiettivo del PNEE è la sostituzione, entro il 2016, di circa 8,5 milioni di m² di serramenti singoli con serramenti a doppio vetro, con l'obiettivo di riduzione a essi collegato di ca 80 ktep/a.

I risultati del 55%, rilevano per il 2008 circa 100.000 interventi, riconducibili a circa 1,5 milioni di m², con un risparmio ottenuto di circa 20 ktep/a.

Il dato è molto interessante, poiché se si ipotizza di replicarne i risultati per i prossimi 10 anni, permette non solo di raggiungere bensì quasi di raddoppiare i risultati minimi definiti per il raggiungimento degli obiettivi del 2020.

	Infissi		
	2016	2020	55 % per 10 anni su base 2008
Stima m ²	8.500.000		15.000.000
Risparmio ktep	80	117	200

Anche ipotizzando una diversa diffusione degli interventi di sostituzione, per esempio così distribuita:

13 % delle finestre esistenti in Italia del nord

6 % delle finestre al centro

6 % delle finestre al sud

per un totale di 30 milioni di metri quadrati, passando:

da $U_w = 5,6$ a $U_w = 1,3$ per il nord

da $U_w = 5,6$ a $U_w = 2$ per il centro

da $U_w = 5,6$ a $U_w = 3$ per il sud

si può arrivare a una riduzione del fabbisogno pari a circa 80 ktep/a.

Una diffusione maggiormente capillare (30 % delle finestre in tutte e tre le regioni climatiche) sempre con gli stessi valori U, può portare a una riduzione del fabbisogno pari a ca. 230 ktep/a.

8 Riscaldamento invernale

Il contesto attuale

Il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica del 2007 e il suo aggiornamento al 2020 prevedono, in ambito residenziale, il conseguimento di questi risparmi a carico della sostituzione di impianti di riscaldamento:

Intervento	Risparmi al 2016 (ktep/anno)	Risparmi al 2020 (ktep/anno)
Impiego impianti di riscaldamento efficienti	2.301	3.655

L'intervento relativo all'impiego di impianti di riscaldamento efficienti dovrebbe quindi realizzare una riduzione due volte superiore rispetto alla coibentazione delle pareti e coprire più del 65 % della riduzione complessiva in capo al settore.

La Finanziaria 2007 (comma 347) ha predisposto un beneficio fiscale per favorire la sostituzione di impianti termici esistenti tradizionali con caldaie di tipo a condensazione, con la contestuale messa a punto del sistema di distribuzione del calore. Tali caldaie sono attualmente quelle con la tecnologia più avanzata, poiché permettono di recuperare parte del calore contenuto nei gas di scarico sotto forma di vapore acqueo, consentendo un migliore sfruttamento del combustibile e quindi il raggiungimento di rendimenti superiori al 100 %.

Per quanto riguarda il bilancio complessivo del risparmio energetico conseguente all'applicazione dei benefici fiscali predisposti dal comma 347, si è calcolato che il risparmio in fonte primaria è pari a circa 270.000 MWh (23,2 ktep) per anno, equivalente a circa 57.000 tonnellate di CO₂ non emessa in atmosfera. Tradotto in termini di metri cubi di metano risparmiato, è possibile considerare che tutto il complesso di interventi di sostituzione degli impianti termici ha comportato una riduzione dei consumi di circa 5.940.000 m³.

Ogni intervento per cui sia stata concessa la detrazione ha consentito un risparmio di circa 2/3 rispetto alla situazione di consumo precedente: una famiglia di 4 persone consuma in media circa 21 MWh (1,81 tep) all'anno per il riscaldamento; si calcola che in media la sostituzione dell'impianto termico che ha goduto della detrazione ha fatto risparmiare circa 14,50 MWh (1,25 tep).

	% Domande inviate	Risp. Conseguito (GWh/a)	CO ₂ non emessa (kt/a)	Costo/risparmio annuo (€/kWh/anno)
Comma riferimento				
344	3 %	68,3	14,4	1,99
345	37 %	185,6	39,5	2,60
346	19 %	92,5	19,7	1,51
347	26 %	268,4	57,0	1,05
Interventi multipli	15 %	173,0	36,8	2,42

TOTALE	100 %	787,8	167,4	media: 1,91
--------	-------	-------	-------	-------------

Pur essendo secondo alla sostituzione di infissi in termini di quantità di domande inviate, l'intervento di sostituzione di impianto termico risulta essere quello che consegue, in termini assoluti, il risparmio maggiore in termini di GWh/anno (risultato in linea anche con le indicazioni del Piano nazionale di efficienza energetica). L'analisi effettuata da Enea sull'accesso all'incentivo individua inoltre il costo medio del kWh risparmiato, suddiviso sia per anno di accesso (2007 e 2008) che per la sostituzione di generatori passa da 1,05 €/kWh a risparmiato del 2007 a 1,12 €/kWh del 2008, a fronte di un risparmio medio risultante di 11,97 MWh. Il rapporto costi benefici risulta essere il più vantaggioso tra tutti gli interventi finanziati dal 55 %.

Sempre relativamente ai dati del 2007, gli interventi hanno riguardato per la maggior parte generatori con potenza nominale < 35 kW (24.000 contro i 5.000 con potenze > 35 kW). Per quanto concerne l'analisi dei dati relativi alla rendicontazione economica connessa alla manovra di sostituzione di generatori termici con caldaie di tipo a condensazione, si stima che siano stati spesi complessivamente circa 268 milioni di euro per gli interventi agevolabili ai sensi del comma 347 con un importo pari a 20,4 milioni per le spese professionali. L'importo totale relativo a questo comma portato in detrazione è pari a circa 280,8 milioni di euro, che rappresenta il 19 % degli importi complessivi portati in detrazione legati alla campagna 2007. Il costo medio per intervento è di 10.000 euro, con un importo per le spese professionali di circa 700 €.

Nel 2007 circa 27.900 interventi hanno riguardato la sostituzione dell'impianto termico; nel 2008 questo numero è più che raddoppiato (73.000 pratiche, secondo posto per pratiche con il 29 % sul totale). La causa di questa variazione può essere attribuita sia al consolidamento del sistema di incentivazione sia all'introduzione della possibilità di detrazione anche per impianti con pompa di calore.

Si conferma che quasi il 90 % degli interventi effettuati abbia riguardato un generatore termico di piccola taglia, con una notevole preponderanza delle caldaie a gas a condensazione (84 %). Cresce la quota del mercato riservata alle pompe di calore (5 % del totale) e mantengono una fetta significativa del mercato anche i generatori a biomasse, in relazione a quanto registrato nel corso del 2007.

Il risparmio medio conseguito dal singolo intervento è, tuttavia, leggermente peggiorato rispetto all'anno precedente di incentivazione (11 MWh/anno – ca. 1 tep/a). Per quanto concerne l'analisi dei dati relativi alla rendicontazione economica connessa alla manovra di sostituzione di impianti termici, i dati ricevuti permettono di stimare che siano stati spesi complessivamente circa 866 milioni di euro. L'importo totale relativo a questo comma rappresenta circa il 25 % degli importi complessivi legati alla campagna 2008 e per ogni pratica inviata il costo medio è di 10.800 euro circa.

Ancora una volta si conferma che, da una parte, l'intervento sull'impianto di riscaldamento è il meno costoso, dall'altra permette un risparmio estremamente notevole.

Un discorso a parte va riservato ai generatori a biomasse, che nella Finanziaria del 2007 non vengono considerati nel comma 347 relativo alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale ma nel comma 344, che riguarda gli interventi realizzati per la riqualificazione energetica globale dell'edificio. Risulta però abbastanza significativo che la quota di pratiche relativa ai generatori a biomasse sia passata dal 2,7 % del 2007 al 4 % del 2008.

Un'altra modalità di incentivazione disposta dall'ordinamento italiano per la sostituzione di impianti di climatizzazione è prevista dai Titoli di Efficienza Energetica, introdotti con i decreti del

luglio 2004. L’Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas ha predisposto una specifica scheda standardizzata per la sostituzione di caldaie tradizionali con caldaie a quattro stelle di efficienza alimentate a gas naturale fino a 35 kW di potenza. Tuttavia, come si potrà vedere dalla tabella sottostante, in cinque anni e mezzo sono state sostituite 127.685 caldaie, che corrisponde a una quota annua di circa 21.300 unità, quota davvero non esorbitante, nonostante la scheda non presenti difficoltà sostanziali relativamente all’implementazione.

	Caldaia unifamiliare a 4 stelle a gas
Numero soggetti utilizzatori della scheda	16
Interventi approvati da distributori	1
Interventi approvati da SSE	59
Totale interventi	60
Risparmi energetici certificati dall'avvio al 31/05/2010	18.837
% sul totale delle schede	0,30%
Numero caldaie	127.685

Le ipotesi di sviluppo

La detrazione del 55 % è stata un ottimo volano per il settore dell'efficienza energetica, ma ha presentato anche diverse distorsioni: sono stati privilegiati dagli utenti quegli interventi (ad esempio, gli infissi) che sono meno convenienti da un punto di vista sia economico che energetico e che quindi non comportano un beneficio particolarmente interessante, ma dal punto di vista dell'implementazione sono più semplici e possono comportare anche un intervento parziale e mirato.

D'altro canto, per quanto riguarda gli impianti di climatizzazione invernale, è possibile ipotizzare che, senza incentivazione, le sostituzioni di generatore sarebbero comunque state effettuate anche se probabilmente non tutte con caldaie a 4 stelle, e, nonostante non siano ancora disponibili i dati relativi all'utilizzo delle detrazioni del 2009, è verosimile che già prima del 2020 la tendenza ad acquistare caldaie a condensazione sarà sempre maggiore. Tuttavia se l'obiettivo rimane quello dell'accelerazione di una tendenza di penetrazione della tecnologia, sicuramente gli incentivi potranno contribuire in maniera adeguata.

Attualmente la copertura di un extracosto tra una caldaia <35 kW per un'abitazione unifamiliare può essere coperta dal minore esborso per consumi tra i 7 e gli 8 anni. L'incentivazione, accorciando questo periodo temporale, potrebbe aumentare in maniera consistente la sostituzione di caldaie a fine vita con dispositivi ad alta efficienza, invece che con dispositivi a basso costo.

Ipotesi di intervento con tempi di ritorno	
Superficie riscaldata	100 m ²
Consumo annuo [kWh]	20.000 kWh
Consumo annuo [m ³ gas]	2.085 m ³
Costo annuo [€]	1.460 €
Investimento per sostituzione caldaia con condensazione (comprese canne fumarie, adeguamento impianto, valvole termostatiche)	4.000 €
Extracosto rispetto a un impianto standard [€]	2.000 €
Risparmio annuo [€]	300 €
Tasso di sconto [%]	3,5 %
Vita media caldaia [a]	15 anni
Tempo di ritorno attualizzato	7,5 anni

Una riflessione diversa può essere fatta sui Titoli di Efficienza Energetica, che con l'attuale scheda di sostituzione delle caldaie non hanno raggiunto risultati significativi.

La nuova scheda di valutazione analitica sull'installazione di sistemi centralizzati per la climatizzazione invernale e/o estiva prevede la possibilità che oggetto dell'intervento siano non solo l'installazione o la sostituzione di generatori con distribuzione centralizzata, ma anche gli interventi di semplice termoregolazione del sistema di emissione con relativa contabilizzazione.

Questo sicuramente è un intervento che può determinare alti risparmi specifici (l'Authority stessa stima un risparmio tra 8 e 20 %), definiti per le diverse zone climatiche: 18 % per le zone A, B e C e 13 % per le zone D, E e F.

Tuttavia pare probabile che solo in pochi casi si possa ricorrere a questa incentivazione (sempre che non vengano rivisti i requisiti di accessibilità), che dovrebbe invece essere disponibile anche per piccole quantità di risparmio.

La contabilizzazione del calore rappresenta infatti un intelligente compromesso tra impianto centralizzato tradizionale e l'impianto autonomo. La caldaia è sempre unica per tutto il condominio,

ma ogni proprietario ha la possibilità di spegnere, ridurre o alzare (entro il limite di legge di 20 gradi in media, più due di tolleranza) la temperatura del proprio appartamento, ufficio o negozio. Grazie a contatori individuali si paga una certa quota (il 30 - 40 %) delle spese per la manutenzione e l'esercizio dei beni comuni (caldaia centralizzata, tubazioni, e altri apparecchi connessi) in base alla ripartizione millesimale e un'altra quota rapportata ai costi effettivi conteggiati per il combustibile consumato da ogni appartamento. Una maggiore penetrazione sul mercato di questa tipologia di regolazione indurrebbe risparmi non legati allo sviluppo tecnologico ma di tipo gestionale, quindi meno facilmente quantificabili, ma altrettanto importanti.

L'installazione di un sistema di contabilizzazione determina inoltre costi minori per i lavori rispetto alla trasformazione a impianto autonomo. Si tratta anche un intervento più semplice, visto che non si procede a rompere muri e pavimenti e che non si devono costruire, per ciascuna caldaia, camini e canne fumarie per lo scarico dei fumi sopra il colmo del tetto, oltre a nuove tubature per trasporto acqua calda e gas. Infine, una singola caldaia rispetto a molte caldaie unifamiliari ha minori costi di manutenzione. La contabilizzazione, unita alla termoregolazione, permette sia il conseguimento di notevoli risparmi energetici, sia una interessante riduzione della bolletta energetica.

Per favorire la diffusione della contabilizzazione del calore, è possibile impostare, oltre alla concessione di contributi di carattere economico, anche un obbligo. In alcuni Regolamenti Edilizi Comunali è stato imposto di installare negli edifici di nuova costruzione caldaie a condensazione di tipo centralizzato con sistemi di contabilizzazione del calore e valvole termostatiche.

9 Climatizzazione estiva

Il contesto attuale

La climatizzazione estiva è uno dei settori in cui dalle previsioni attuali saranno molto consistenti i nuovi consumi, per andare a garantire livelli di comfort sempre maggiori, per rispondere a una richiesta di mercato determinata dalla diffusione del benessere economico.

Il settore di maggiore sviluppo infatti risiede nella dotazione di impianti di climatizzazione centralizzati o monoblocco negli edifici residenziali, seguendo un andamento di sviluppo iniziato all'inizio del XXI secolo, che vede la penetrazione delle tecnologie di cooling anche in zone climatiche per cui il periodo di disagio dato dalle temperature interne torride si riduce a pochi giorni.

Si assiste, inoltre, a un incremento dell'installazione di pompe di calore a inverter: la nuova tecnologia permette di coprire sia il fabbisogno di climatizzazione invernale distribuendo calore, sia il fabbisogno di climatizzazione estiva, distribuendo aria fredda, e diventa particolarmente interessante se legata a sorgenti fredde a temperatura costante (sonde geotermiche, ecc.).

Di fronte a questa previsione di consistente incremento risulta decisivo, ai fini di una riduzione dei consumi finali, agire essenzialmente su due fronti: da una parte lo sviluppo tecnologico di dispositivi di cooling ad altissima efficienza che vadano a sostituire le vecchie tecnologie obsolete, dall'altra il ricorso a tutti i possibili interventi lato edificio (prevalentemente involucro) per la riduzione dei carichi termici estivi.

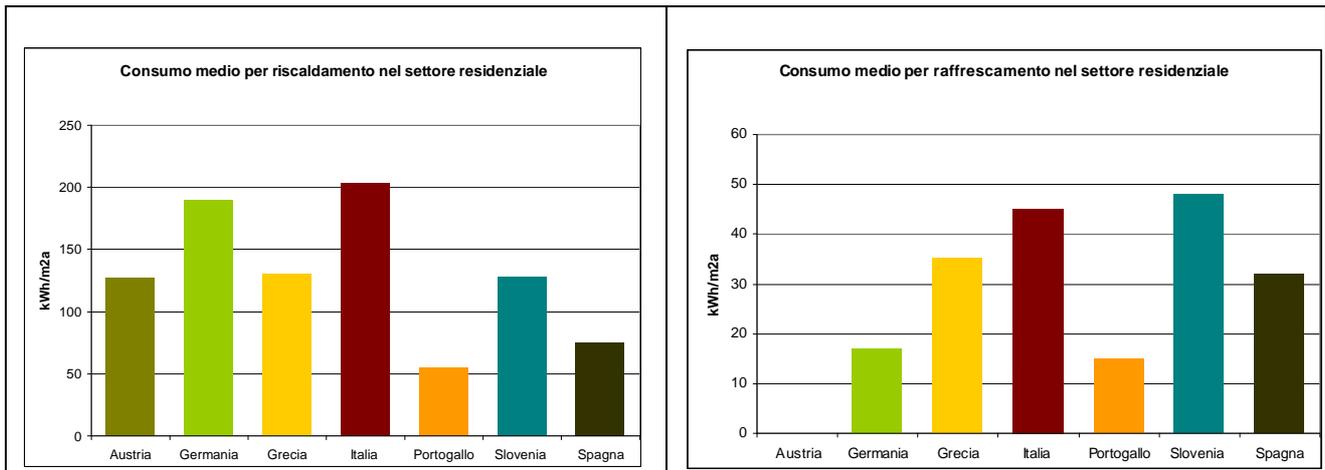
La situazione attuale in tutta Europa vede una prevalenza nella distribuzione degli impianti di raffrescamento in edifici a destinazione non residenziale, anche se si rilevano quote di presenza anche nel residenziale non indifferenti (10-11 % nel nord dell'Europa e 15-20 % al sud).

Cluster geografico	Percentuale di presenza di impianti di condizionamento negli edifici [%]	
	Residenziale	Non residenziale
Europa nord	10	55
Europa centrale marittima	10	55
Europa centrale continentale	7	39
Europa sud	15	83
Baltico	11	59
Polonia	11	59
Europa centro est	11	59

A livello residenziale è forte la penetrazione, soprattutto nei paesi più caldi, di dispositivi monounità, che raffrescano e condizionano solo uno o due ambienti, magari anche a rotazione a seconda delle attività svolte. Tuttavia si registra anche l'installazione di molti impianti di raffrescamento centralizzati per unità abitativa, ma anche questi raramente sono dimensionati per agire sull'intera volumetria dell'alloggio.

Il settore residenziale, sebbene a tutt'oggi scarsamente disponibile agli interventi strutturali e strutturati, si lascia invece conquistare da quelli tecnologici, e la diffusione che il condizionamento ha vissuto in questi anni segnerà in qualche modo anche lo sviluppo nei prossimi anni.

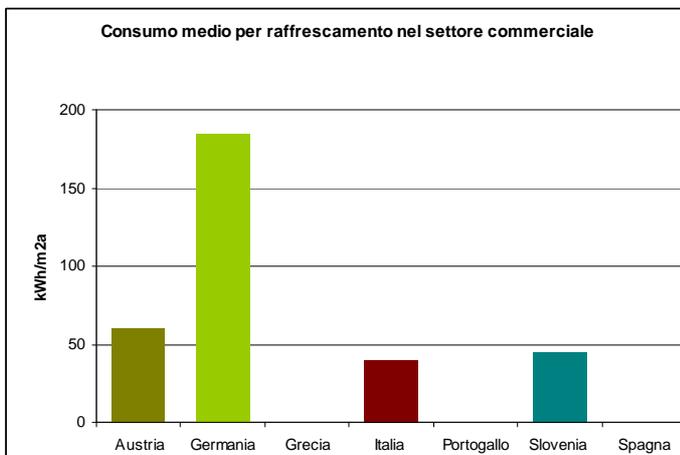
Nei grafici in calce sono riportati per confronto i consumi medi rispettivamente per riscaldamento e per raffrescamento di alcuni paesi europei nel settore residenziale.



Consumi medi per riscaldamento e raffrescamento nel residenziale (fonte: Solair project)

A livello di terziario la quota maggiore è rappresentata da edifici in cui si verifica la presenza di impianti di condizionamento, mentre sono quasi assenti i dispositivi monoblocco.

Nel grafico che segue salta all'occhio la presenza di un forte livello di climatizzazione proprio in Germania, dove le temperature estive sono continentali e, di conseguenza, inferiori a quelle registrate nel Sud.



Consumi medi per raffrescamento nel terziario (fonte: Solair project)

Per raggiungere l'obiettivo dell'Action Plan for Energy Efficiency (per esempio la riduzione dei consumi di energia primaria di 78 Mtep/a e le emissioni di CO₂ di 156 Mt/a) anche questo settore deve percorrere forti percorsi di efficientamento, per non pesare con nuovi servizi e nuovi consumi. La direttiva 2005/32/CE (Ecodesign) e la successiva 2009/125/CE stimola proprio attraverso la definizione delle classi energetiche dei dispositivi l'incremento di efficienza, cercando di mutuare l'esperienza di successo dei principali elettrodomestici.

L'Italia è il maggiore mercato per il condizionamento dell'aria in Europa, coprendo circa il 25 % della superficie raffrescata nella EU.

La richiesta di freddo al 2007 viene stimata intorno a 13 TWh/a (1,12 Mtep/a) [8] tra settore residenziale e terziario, una quota pari a circa il 4 % dei consumi finali elettrici italiani.

Il mercato ha avuto la sua principale esplosione dopo il 2000, con vendite medie intorno a 1,3 milioni di elementi all'anno. Si stima che il parco di RAC sotto i 7 kW raggiungerà i 14 milioni di unità nel 2011. Per quanto riguarda invece gli impianti centralizzati di condizionamento, sono gli uffici e in generale gli edifici commerciali che rappresentano il settore di maggiore sviluppo. Nel settore del terziario, infatti circa il 50 % della richiesta di freddo per ambienti è coperta da chiller. Se si considera una potenza di circa 75 kW medi per unità di raffreddamento e una capacità specifica di 200 W/m², si stima che l'incremento di mercato sia di circa 11.000 unità all'anno.

Il fabbisogno medio per il raffrescamento è di circa 45 kWh_{fr}/(m²a) per gli edifici residenziali, mentre nel settore del commercio è di circa 90 kWh_{fr}/(m²a), con una richiesta media di elettricità pari a circa 35 kWh/(m²a).

Il tema del raffrescamento estivo è entrato anche nella normativa italiana, anche prima della pubblicazione delle norme UNI TS 11300_parte 3: il Dpr 59/2009 prevede infatti che di un edificio sia valutata anche la capacità di contrastare l'innalzamento della temperatura degli ambienti interni, definendo cinque differenti categorie dell'involucro. Si introduce così il concetto di sfasamento e attenuazione, che permettono all'interno dell'edificio di avere un ritardo sulle condizioni di caldo eccessivo, in modo che sopravvengano all'interno quando fuori l'aria si sta raffreddando, ed è quindi possibile con una forte aerazione, ridurre il carico termico sull'edificio. Già il Dlgs 311/06 aveva introdotto dei limiti di massa superficiale dell'involucro da rispettare, anche in questo caso con l'intenzione di ridurre i carichi termici estivi che premono sull'edificio nel suo complesso.

Le ipotesi di sviluppo

Uno studio dettagliato del fabbisogno di raffrescamento nel settore residenziale e terziario è stato redatto da ERSE che definisce gli andamenti di riqualificazione per le diverse categorie di edifici.

Il rapporto di ERSE riporta alcune ipotesi di sviluppo del servizio di condizionamento degli ambienti, sia per il settore residenziale sia per il settore terziario.

Anche se questo livello di penetrazione può essere considerato molto alto (si ipotizza infatti che la totalità degli alloggi occupati siano condizionati per il 50 % della superficie) è importante sottolineare che prevede una riduzione dei consumi a carico delle prestazioni migliorate dell'involucro, quantificandole nel 5 % per gli edifici ristrutturati e nel 10 % per gli edifici di nuova costruzione.

Le potenzialità di far pesare il sistema involucro sulla riduzione dei consumi estivi può essere ancora maggiore, con le dovute attenzioni ai singoli elementi.

Dal momento che quello del condizionamento e raffrescamento dell'aria è un settore in crescita e con un ampio potenziale di diffusione, le uniche possibilità di contenerne l'aumento di consumi sono legate allo sviluppo tecnologico, che riesca a portare l'efficienza (EER, Energy Efficiency Ratio) ben al di sopra dei valori attuali (attualmente i condizionatori di classe A sono quelli con un EER maggiore di 3,2 per gli impianti split o multisplit e maggiore di 3,0 per gli impianti monoblocco, mentre il PNEE indica come soglia inferiore un EER=3,3 per gli impianti autonomi e 4,1 per quelli centralizzati) per riuscire a ipotizzare, come avviene nel Piano, una riduzione al 2016 da parte della climatizzazione estiva residenziale di 540 GWh/a), nonché alla possibilità di integrazione di energie rinnovabili nell'alimentazione, per esempio con il solar cooling, che già si sta diffondendo senza però essere ancora diventato una tecnologia standard.

Per quanto concerne il lato edificio, gli interventi di efficientamento dell'involucro possono essere progettati in modo da avere ricadute positive anche sul fabbisogno estivo per raffrescamento, andando a ridurre drasticamente i picchi di caldo che inducono poi a un uso diffuso dello strumento di climatizzazione. La sommatoria di tutti gli interventi di riduzione dei carichi termici e di riduzione delle dispersioni, progettati con cognizione e consapevolezza, sono in grado di ridurre il fabbisogno di refrigerazione al di sotto della soglia di discomfort.

Tutti gli interventi di miglioramento delle performance energetiche dell'involucro determinano infatti anche una maggiore difficoltà dell'aria interna, raffrescata, a scappare verso l'esterno, sia per trasmissione, sia attraverso spifferi e fughe incontrollate. Se inoltre viene eseguita una coibentazione con materiali medio pesanti, come la fibra di legno morbida, si incide anche sui valori di sfasamento e attenuazione attraverso la parete di confine.

Anche i vetri, dotati di valori U inferiori (potenzialmente intorno a 1 W/(m²K) per evitare la dispersione del freddo verso l'esterno, e adeguatamente schermati (sia utilizzando vetri a controllo solare, sia con schermature fisse o mobili) per ridurre i carichi termici determinati dall'irraggiamento diretto, possono contribuire a ridurre il fabbisogno di raffrescamento anche del 10 %.

L'applicazione di materiali cosiddetti 'cool roof' da sola permette di ottenere risultati ottimali, soprattutto su geometrie degli edifici che presentano grandi superfici di tetto, magari piano, per ridotte volumetrie (tipicamente gli edifici residenziali a uno o due piani, edifici pubblici come le scuole ecc.). Meno incisivi sono i risultati su grandi condomini, dove il benessere è percepito solo all'ultimo piano. Dal momento che il tetto è uno degli elementi dell'involucro edilizio a maggiore tasso di manutenzione, una revisione in tal senso potrebbe essere poco onerosa.

All'interno del progetto europeo EIE-Coolroof sono stati individuati e monitorati alcuni casi studio per osservare su edifici esistenti le modifiche derivanti dall'applicazione di vernici o materassini studiati appositamente per riflettere la radiazione solare e aumentare l'emittanza, cioè la capacità di rimettere il calore per irraggiamento: dai comportamenti rilevati si è osservata una riduzione sia di consumi sia di potenze necessarie pari a circa 10-30 %, in condizioni di esercizio estivo giornaliero.

L'attenzione ai singoli elementi o ai singoli dettagli di efficientamento è necessaria per poter contrastare, soprattutto nel settore residenziale, l'effetto della diffusione delle tecnologie di condizionamento, poiché a differenza del settore terziario è molto ridotta la quota di 'recupero' determinata dalla sostituzione di tecnologie obsolete.

Scenari energetici elaborati da ERSE riportano i seguenti dati:

BAU

Quota di consumo finale per aria condizionata

GWh	2007	2020
Domestico	2.970,00	10.790,00
Terziario	9.970,00	13.470,00

BAU

Quota di consumo finale per aria condizionata

Mtep	2007	2020
Domestico	0,26	0,93
Terziario	0,86	1,16

BAT

Quota di consumo finale per aria condizionata

GWh	2007	2020
Domestico	2.970,00	8.970,00
Terziario	9.970,00	11.540,00

BAT

Quota di consumo finale per aria condizionata

Mtep	2007	2020
Domestico	0,26	0,77
Terziario	0,86	0,99

Le tecnologie principali per la climatizzazione sono le pompe di calore o gli impianti dedicati al solo raffrescamento (chiller).

Nel settore terziario la tecnologia più diffusa è quella del solo raffrescamento, ma anche le pompe di calore a inverter sono relativamente diffuse. La maggior parte degli impianti è dotata di un'alimentazione prettamente elettrica, ma una quota, per quanto contenuta corrisponde a pompe di calore o a impianti di raffrescamento alimentati a gas.

Pompe di calore aria – aria: a questa tipologia appartengono i sistemi monoblocco o split, formati da unità esterne che scambiano calore con l'aria esterna che viene trasportata attraverso le tubazioni del refrigerante nei vari ambienti con uno o più diffusori interni. L'unità interna può essere anche del tipo canalizzabile ed in questo caso il calore sarà trasportato non attraverso tubazioni del refrigerante, ma con canali d'aria che possono raggiungere ogni ambiente interno. Il vantaggio di questa tecnologia viene dalla facilità di reperimento dell'aria, che è sempre disponibile, ma la variabilità delle temperature e dell'umidità riducono il rendimento medio delle pompe. Un altro vantaggio è rappresentato dalla molteplicità di applicazioni, a muro, a pavimento a soffitto, ecc. Le sezioni esterne possono essere allo stesso modo posizionate su balconi, su mensole, o su terrazzi di coperture.

Pompe di calore aria – acqua: a questa tipologia appartengono i sistemi detti idronici, dove un fluido termovettore scambia calore con acqua che poi viene direttamente usata nella distribuzione. I migliori terminali che si possono abbinare a questa tipologia sono i ventilconvettori (fan coils) e i pannelli radianti in quanto possono funzionare con le basse temperature tipiche delle pompe di calore, consentendo in questo modo di raggiungere facilmente l'autonomia energetica. La criticità di questi impianti è data dalla presenza o meno della sorgente non sempre reperibile. L'impianto, che inoltre non prevede l'uso di caldaie e serbatoi per l'accumulo. Queste inoltre essere anche di tipo geotermico. Si tratta normalmente di macchine più o meno grandi con potenze tra i 10 e 20 kW idonee per il riscaldamento e raffrescamento di spazi ampi con destinazioni d'uso industriali e commerciali.

Pompe di calore acqua – acqua: questa tipologia sfrutta il calore contenuto nell'acqua, sia essa superficiale come fiumi, laghi, mare o acque di falda. Il calore prelevato viene trasferito ad un impianto idronico interno, che trasporta il calore nei terminali posti nelle varie zone da climatizzare. Le problematiche sono rappresentate dalla non sempre disponibilità di falde acquifere o dalla possibilità di emungerla.

Pompe di calore suolo – acqua: questa tipologia sfrutta il calore geotermico del suolo; a tal fine vengono utilizzati collettori di scambio calore orizzontali o verticali. Il calore prelevato dal terreno viene trasferito ad un impianto idronico, che trasporta il calore nei terminali posti nelle varie zone da climatizzare.

Collettori orizzontali: sono serpentine con circolazione forzata di acqua glicolata, interrate orizzontalmente a profondità non eccessiva. Scambiano con il terreno circostante il calore da portare alla pompa di calore.

Collettori verticali. È necessario di un pozzo più o meno profondo, nel quale inserire le tubazioni di acqua glicolata che scambiano il calore con gli strati profondi del terreno sottostante.

Pompe di calore ad assorbimento: le pompe di calore necessitano per il funzionamento del compressore di energia elettrica. Esistono in commercio pompe di calore che utilizzano come fonte energetica primaria gas, metano o G.P.L., in grado di ridurre l'assorbimento elettrico anche del 60 – 70% permettendo in questo modo di ridurre i costi aumentando così il risparmio ottenuto rispetto alle altre tecnologie.

I parametri di efficienza (EER e COP) delle nuove generazioni di pompe di calore sono già interessanti

La quota di edifici raffrescati andrà aumentando al 2020 ma con tendenze e valori molto diversi da quelli che si potranno registrare nel settore residenziale.

Se nel settore terziario si assiste, per alcune categorie di edifici, a un maggior consumo estivo rispetto al consumo per la climatizzazione invernale (importanti guadagni interni, importanti guadagni solari attraverso ampie superfici vetrate,...) anche nelle zone climatiche più fredde del paese, nel residenziale questo non avviene.

Un effetto collaterale della diffusione nel settore residenziale della tecnologia della pompa di calore a inverter, che si propone come una delle tecnologie di generazione del calore/freddo attualmente più efficienti, può essere un riflesso a utilizzare il condizionamento estivo più spesso di quanto si sarebbe fatto con sistemi alternativi (meno efficienti ma anche meno efficaci) come per esempio i dispositivi monoblocco. Inoltre, a differenza di quanto avviene con i dispositivi puntuali (split o monoblocco) che raffrescano solo una porzione dell'alloggio, le pompe a inverter, essendo responsabili anche del riscaldamento invernale, raggiungono tutta la superficie abitabile, determinando così un maggiore consumo, sia perché si raffrescano spazi che non vengono utilizzati, sia perché vengono raffrescati prima del raggiungimento della soglia di discomfort.

Un'ulteriore criticità nello sviluppo del condizionamento è intrinseca al sistema definito dall'authority per la determinazione dei risparmi ammessi a maturare Titoli di Efficienza Energetica.

Infatti, la scheda tecnica n.19 dell'Authority, che definisce i requisiti minimi dell'intervento per il riconoscimento di Titoli di Efficienza Energetica, oltre a escludere le macchine di potenza superiore a 12 kW, e le tecnologie dichiarate non ammissibili, introduce una condizione di eccezione rispetto agli altri interventi standardizzati: ammette infatti anche i casi di installazione di macchine refrigeranti anche in ambienti che prima non erano condizionati, e non esclusivamente in sostituzione di una macchina esistente. Nonostante il numero degli interventi registrati dal 2005 a oggi sia abbastanza contenuto, in linea di principio questa concessione appare fuorviante in quanto, invece di spingere allo svecchiamento della tecnologia già installata, va a stimolare e a incentivare una installazione che probabilmente sarebbe stata analoga in un ipotetico scenario tendenziale.

Inoltre i riferimenti per l'efficienza delle macchine fa ancora riferimento ai valori di classe A indicati nella direttiva 2002/31/CE, mentre anche da questo lato si potrebbero richiedere installazioni più performanti.

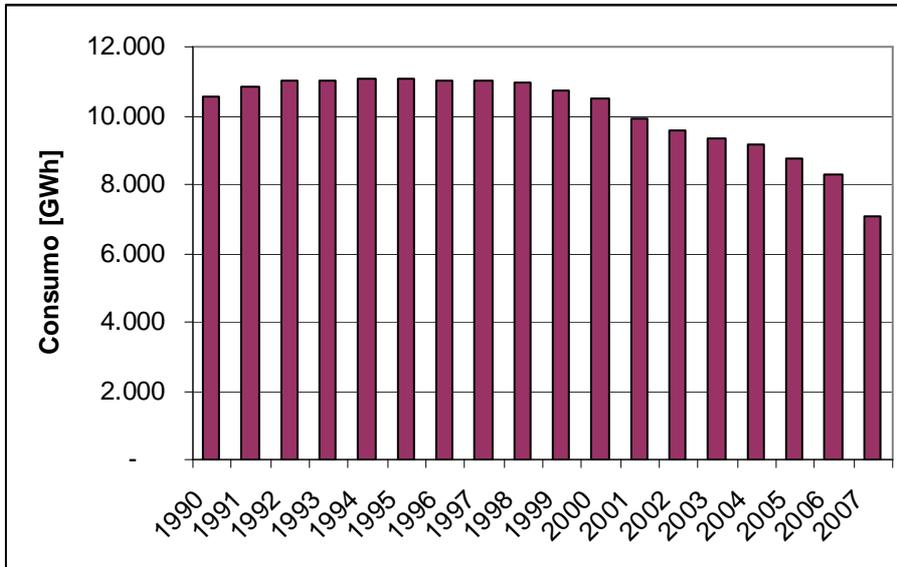
Sempre nel campo delle incentivazioni, dato il forte successo segnato dalla sostituzione dei serramenti, potrebbe essere ideata una misura di incentivazione che premi, magari in maniera differenziata a seconda delle zone climatiche, l'abbattimento dei carichi termici estivi, dove insieme alla qualità del contenimento energetico del serramento ci sia una modalità di incentivazione anche della sua capacità di riduzione dell'irraggiamento incidente.

Le tecnologie che permettono questo abbattimento sono diverse e con contenuto tecnologico molto differente, dai vetri a controllo solare alle pellicole adesive, dalle schermature fisse a quelle mobili. Una categorizzazione in tal senso, eventualmente anche con diverse intensità di incentivo, potrebbe essere un'adeguata integrazione al sistema di giudizio della performance energetica del serramento, riconoscendone la complessità nell'influenza sul comportamento dell'edificio nel corso dell'anno completo.

10 Impianti di produzione di acqua calda sanitaria

Il contesto attuale

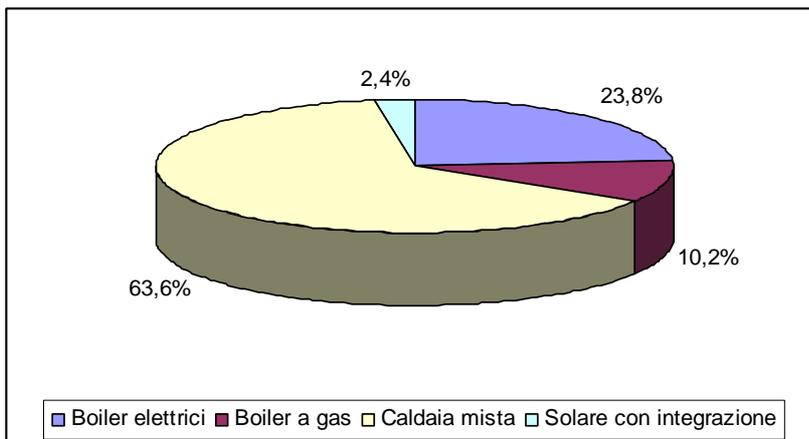
I consumi di energia elettrica per ACS nel residenziale sono rappresentati nel grafico.



Consumi di energia elettrica per produzione di acqua calda sanitaria

Nonostante il calo registratosi negli ultimi anni, gli scaldabagni elettrici soddisfano ancora il fabbisogno di ACS per circa il 24% delle abitazioni [8], con una presenza di circa 5,5 milioni di boiler su un totale di 22,7 abitazioni.

Più in generale, la ripartizione dei sistemi di riscaldamento è stimata come rappresentato in figura.



Ripartizione dei sistemi di produzione di acqua calda sanitaria

In termini di energia primaria, su un totale di circa 4Mtep, l'energia elettrica pesa per circa il 35%.

Tradizionalmente i boiler elettrici hanno ridotto il loro numero a seguito della diffusione della metanizzazione e a seguito del proliferare degli impianti a gas autonomi.

La sostituzione dei boiler elettrici è rientrata tra le priorità nell'ambito del sistema dei titoli di efficienza energetica attraverso la possibilità di attivare progetti di sostituzione di scaldacqua elettrico con scaldacqua a metano a camera stagna e accensione piezoelettrica. I risultati ottenuti attraverso questo tipo di progetti sono molto scarsi: a maggio 2010 meno di 1500 sistemi risultavano essere stati sostituiti, con un risparmio di energia primaria inferiore ai 500 tep.

Attualmente il 20% delle abitazioni non è raggiungibile dalla metanizzazione ed è quindi probabile che molte di queste abitazioni non tenderanno a modificare il proprio impianto di riscaldamento ACS se questo fosse elettrico.

La sostituzione del sistema di riscaldamento dell'ACS elettrico con un impianto solare resta la soluzione più efficiente. Per questo motivo il suddetto sistema dei titoli di efficienza energetica ha da subito incluso i progetti di impiego di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria (in realtà questo sistema si riferisce, indistintamente, anche all'integrazione con sistemi funzionanti a gas o a gasolio).

Nel caso del solare termico, a maggio 2010 circa 450.000 m² risultavano essere stati inclusi nel sistema dei titoli di efficienza con un beneficio, in termini di energia primaria, pari a quasi 118ktep.

Il solare termico ha avuto un incentivo ancora maggiore da parte del sistema di detrazione del 55% (installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda). Nel 2007 sono stati incentivati 20.000 interventi, per un totale di 136.000 m², mentre nel 2008 sono stati incentivati 37.000 interventi, per un totale di 270.000 m². Si noti che gli incentivi del 55% sono cumulabili con gli incentivi collegati ai TEE.

I numeri riportati indicano che gli impianti incentivati con il sistema del 55% costituiscono una quota rilevante del totale degli impianti installati: 330.000 m² nel 2007, 421.000 m² nel 2008 e 400.000 m² nel 2009.

Le ipotesi di sviluppo

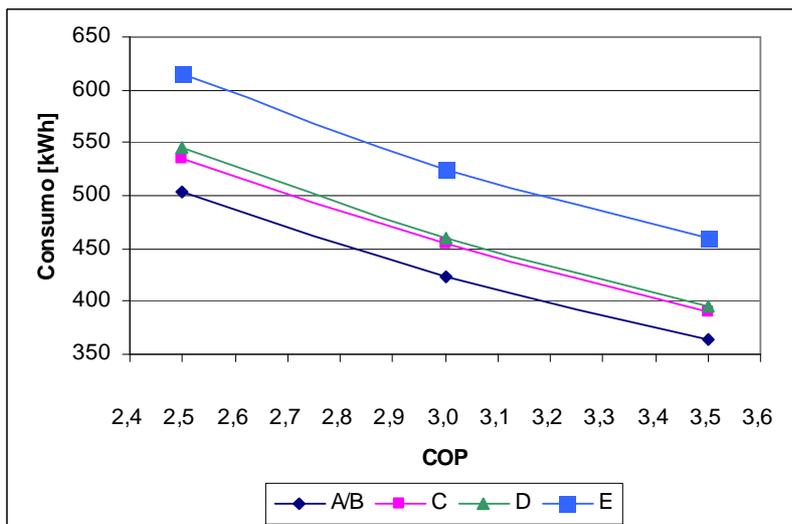
Le nuove regole europee (direttiva eco design per gli energy using products) non consentiranno di sostituire gli attuali boiler elettrici con dispositivi simili, ma opereranno per sistemi ad elevata efficienza.

Già esistono boiler elettrici ad alta efficienza che consentono una riduzione dei consumi, rispetto ai boiler elettrici standard, dell'ordine del 10%. E' però evidente che tale soluzione non coglie le potenzialità di riduzione dei consumi energetici per una applicazione relativamente semplice come quella dell'ACS.

L'impiego del solare termico resta la migliore opzione per la produzione di ACS, soprattutto se in sostituzione ai tradizionali boiler elettrici. D'altra parte, possono esistere condizioni nelle quali un impianto solare termico non è facilmente installabile (condizioni condominiali, aree con particolari vincoli, limiti tecnici, ecc.).

Una delle alternative più efficaci ai boiler tradizionali e di facile applicazione è costituita dalle pompe di calore accoppiate a un serbatoio di accumulo. Tali sistemi hanno, mediamente, un consumo di circa il 30% rispetto a quello di un boiler tradizionale.

Più in dettaglio si può ipotizzare, per questi sistemi, un consumo come indicato nel seguente grafico (elaborato da [11]).



Consumo di energia elettrica di pompe di calore per ACS

Il consumo dipende dal COP della macchina e dalla temperatura media esterna, identificata con la zona climatica di applicazione.

Uno scenario elaborato da ERSE [8] indica gli effetti energetici derivanti dal sostituire, entro il 2020, il 30% degli attuali boiler elettrici con pompe di calore, mentre il rimanente 70% sarebbe sostituito da boiler ad alta efficienza. In tal caso, il consumo di energia elettrica si ridurrebbe di oltre 2 TWh (-30%) rispetto alla situazione attuale (con una riduzione di CO₂ pari a circa 0,9 Mt).

Se tutti gli attuali boiler elettrici fossero sostituiti da pompe di calore, il risparmio ammonterebbe a circa 3,5 TWh (con una riduzione di CO₂ pari a circa 1,5 Mt).

Lo stesso scenario ipotizza che il solare termico offrirebbe le migliori opzioni nelle nuove abitazioni e in quelle ristrutturate, per le quali si dovrebbe attivare l'obbligo di soddisfare con fonte rinnovabile il 50% dei fabbisogni di acqua calda. Considerando un incremento di nuove abitazioni, al 2020, pari a circa 4.000.000 e un numero annuo di ristrutturazioni pesanti pari a 300.000, si potrebbero installare, a seguito di tale obbligo, circa 20 milioni di metri quadrati di solare termico. Si ricorda che il position paper di Assolterm [12] prevede un installato di quasi 60 milioni di metri quadrati.

Lo spazio per il solare termico è sicuramente maggiore (in tutte le sue soluzioni di integrazione con gli impianti di riscaldamento a gas) ed è pure evidente che questa resta la soluzione ambientalmente più efficace anche nella sostituzione dei tradizionali boiler elettrici.

Su questo fronte è possibile che si apra una forma concorrenziale tra le due tecnologie. A parità di fattibilità tecnica, il fattore costo sarà determinante.

Con un costo medio attorno ai 1.500 euro e assumendo un tasso di sconto del 3,5%, il tempo di ritorno per una pompa di calore è di circa 7 anni, considerandola come alternativa all'installazione di un boiler elettrico ad alta efficienza. Applicando l'incentivo del 55% tale tempo scenderebbe a 4 anni, rendendo interessante l'intervento.

Una prima forma di incentivo è già stata introdotta dal Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 marzo 2010 ("Modalità di erogazione delle risorse del Fondo previsto dall'articolo 4 del decreto-legge 25 marzo 2010, n. 40, per il sostegno della domanda finalizzata ad obiettivi di efficienza energetica, ecocompatibilità e di miglioramento della sicurezza sul lavoro"). Tale decreto prevede la riduzione del prezzo di vendita del 20% del costo e nel limite massimo di singolo contributo pari a 400euro, per la sostituzione di scaldacqua elettrici con installazione di pompe di calore ad alta efficienza con COP $\geq 2,5$ dedicate alla sola produzione di acqua calda sanitaria.

L'Autorità per l'energia ha pubblicato un documento di consultazione [11] finalizzato all'introduzione di una scheda tecnica riguardante l'installazione di pompa di calore elettrica ad aria per produzione di acqua calda sanitaria in impianti unifamiliari nuovi ed esistenti.

Senza una riorganizzazione delle modalità di esecuzione degli interventi ai fini della loro qualificazione per i TEE, vi è però il rischio che l'applicazione di tale scheda abbia degli effetti limitati.

Considerando che l'industria italiana produce il 60% degli scaldacqua venduti in Europa e che le misure che saranno introdotte dalla direttiva eco design imporranno un'evoluzione del tradizionale boiler elettrico, l'incremento della domanda delle pompe di calore potrà essere soddisfatta dal tessuto imprenditoriale nazionale.

11 Illuminazione pubblica

Il contesto attuale

Oggi l'illuminazione pubblica è rappresentata da un mix di tecnologie che sono state rese disponibili sul mercato già da 30-40 anni. Nella maggior parte delle prime tecnologie l'efficienza energetica non veniva considerata come un parametro di merito. Viceversa, gli sviluppi degli ultimi anni si sono focalizzati con una certa enfasi su tali aspetti.

Le installazioni attuali sono rappresentate spesso da una sovrapposizione, molte volte confusa, di vecchie e nuove tecnologie.

La tecnologia led rappresenta un grande potenziale, ma è ancora in una fase di sviluppo tale che un suo impiego massivo non è ancora possibile.

Oltre agli aspetti collegati agli sviluppi di nuove tecnologie riguardanti lampade, apparecchi, riduttori di flusso, ecc., negli ultimi anni sono stati sviluppati anche sistemi gestionali che contribuiscono, a loro volta, alla riduzione dei consumi energetici e al risparmio economico.

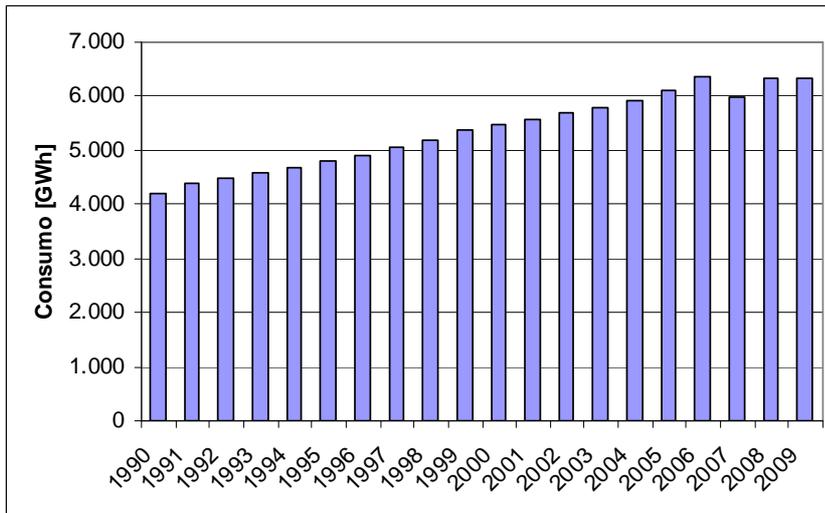
La telegestione e le tecnologie di automazione consentono la regolazione dei livelli di illuminazione secondo le necessità del momento (condizioni meteo, viabilità, ecc.).

Il settore dell'illuminazione pubblica in questi ultimi anni è stato notevolmente rivalutato dalle Amministrazioni Comunali, in quanto strumento utile, se utilizzato in maniera professionale e intelligente, per ottenere notevoli risparmi energetici ed economici e migliorare la qualità della vita urbana.

Da una situazione quasi generalizzata in cui si è praticamente "gestito l'esistente", limitandosi alla realizzazione di interventi isolati e limitati, in relazione alle necessità contingenti, è necessario passare ad una tendenza in cui i problemi legati alla riqualificazione e all'ampliamento degli impianti, in ogni caso necessari vista l'obsolescenza della maggioranza delle installazioni, vengano affrontati in modo più razionale.

Il fiorire di leggi regionali che cercano di regolamentare la dispersione del flusso luminoso, le nuove normative tecniche concepite a livello europeo, le molte possibilità offerte dalla tecnologia per migliorare la qualità e l'efficienza degli impianti hanno portato sempre più alla ribalta le tematiche relative all'illuminazione esterna, specialmente in merito alla possibilità di ridurre i consumi energetici e le spese associate a tale servizio.

I consumi di energia elettrica associati all'illuminazione pubblica nel 2009 ammontano a 6317 GWh. Il valore è simile a quanto consumato per l'illuminazione in ambito domestico. Fino al 2006 tale consumo è aumentato con una media del 2,6% annuo, maggiore dell'incremento registrato per il totale dei consumi elettrici (+2,4% annuo), mentre c'è stata una certa stabilizzazione negli ultimi tre anni.



Consumo di energia elettrica per illuminazione pubblica

L'illuminazione pubblica incide per circa il 2% sui consumi elettrici complessivi nazionali.

La crescita annuale continua dei consumi per illuminazione pubblica potrebbe essere legata sia all'aumento dell'estensione delle aree residenziali (e quindi delle aree pubbliche da illuminare), sia alla crescente domanda di sicurezza nelle ore notturne.

L'illuminazione pubblica è riconducibile quasi per intero agli impianti di illuminazione stradale. Una stima, relativa all'anno 2005 [13], indica in 9 milioni il numero di punti luce presenti in Italia (il che equivale a 6 abitanti per punto luce).

Del totale dei punti luce, circa il 64% sarebbe, sempre nel 2005, costituito da lampade a bassa efficienza, essenzialmente lampade a vapori di mercurio. Il 28% è costituito da lampade a vapori di sodio ad alta pressione, il 5% da lampade agli alogenuri metallici, l'1,5% da lampade fluorescenti lineari e lo 0,5% da lampade a vapori di sodio a bassa pressione.

Con un tasso di rinnovamento stimato pari al 3% annuo, attualmente il numero delle lampade a bassa efficienza dovrebbe essere ancora leggermente superiore alla metà dell'intero parco lampade.

Il sistema dei titoli di efficienza energetica ha previsto, sin dalla sua attivazione, due interventi standardizzati riguardanti l'illuminazione pubblica:

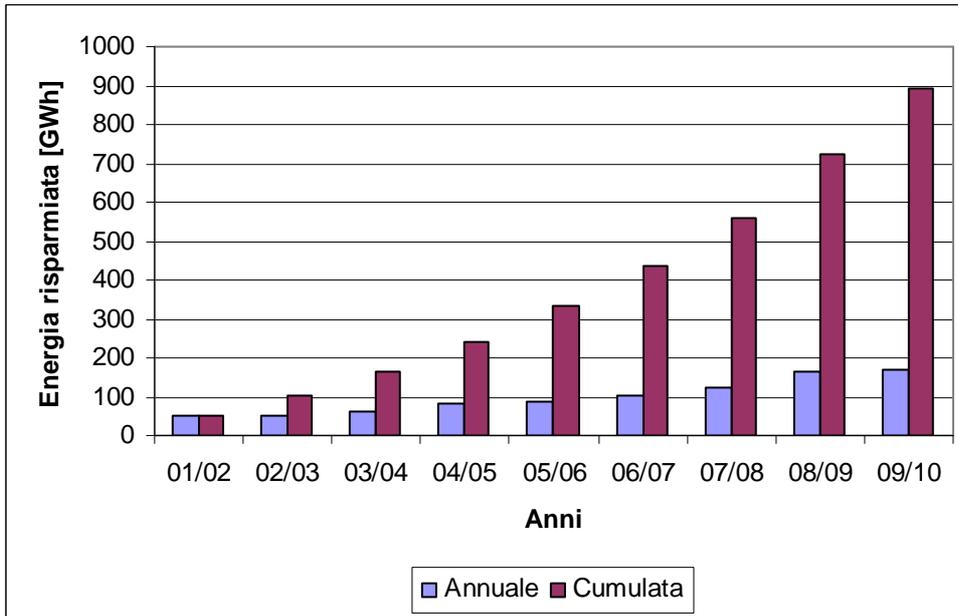
- installazione di regolatori di flusso
- sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio AP

Gli interventi rendicontati, dall'avvio del meccanismo dei TEE alla data del 31 maggio 2010, hanno portato, rispettivamente:

- all'applicazione di regolatori a 50.417 kW di lampade installate, con la generazione di un risparmio energetico pari a 23.763 tep;
- alla sostituzione di 644.658 lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio alta pressione, con la generazione di una quantità di titoli di efficienza pari a 166.087 tep.

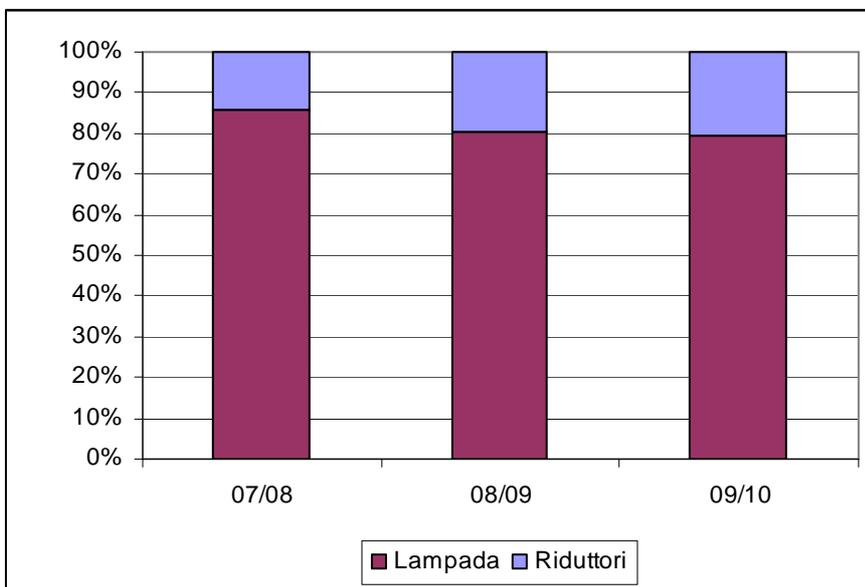
Il grafico indica la stima della ripartizione annuale dell'energia risparmiata attraverso i due interventi. Il periodo di riferimento è ripartito in annualità comprese tra il 1 giugno di un anno e il 31 maggio dell'anno successivo.

Il dato cumulativo indica un risparmio complessivo pari a circa 900 GWh, corrispondente al 14% dei consumi attuali nel settore dell'illuminazione pubblica.



Energia elettrica risparmiata nell'illuminazione pubblica con TEE

Per le ultime tre annualità si indica, nel grafico successivo, la ripartizione percentuale dei risparmi tra i due tipi di intervento.



Ripartizione risparmio tra interventi nell'illuminazione pubblica

Negli ultimi anni il numero di lampade al mercurio sostituite avvalendosi del meccanismo dei titoli di efficienza è pari a 110.000/anno. Tale numero rappresenta circa il 2% del numero complessivo di lampade al mercurio presumibilmente installate a livello nazionale.

Le ipotesi di sviluppo

Le tendenze passate hanno indicato una crescita continua dei consumi collegati all'illuminazione pubblica. Durante gli ultimi 4-5 anni, tuttavia, il trend di crescita sembra essersi arrestato, denotando una stabilità dei consumi attorno ai 6.300 GWh. A tale stabilizzazione hanno sicuramente influito anche i numerosi interventi di retrofit che sono stati realizzati. Solo gli interventi certificati nell'ambito del sistema dei titoli di efficienza energetica avrebbero contribuito ad una riduzione cumulata dei consumi prossima ai 900 GWh, pari al 14% dei consumi complessivi.

Il potenziale di efficientamento è notevole e, sicuramente, il ritmo di miglioramento attuale dovrebbe essere accelerato. Questo settore, data la sua relativa semplicità, dovrebbe consentire di manifestare la gran parte del proprio potenziale di efficientamento entro il 2020.

Si riporta, a titolo di esempio, una sintesi dei risultati ottenuti da alcune simulazioni riguardanti tipici interventi di adeguamento di impianti di illuminazione pubblica [14]. Gli stessi interventi sono simulati per tratti stradali di diversa lunghezza.

	Energia consumata [kWh/anno]		Investimento [€]		Tempo pay-back [anno]	
	700 m	5250 m	700 m	5250 m	700 m	5250 m
Situazione attuale (mercurio 250W, interdistanza 35m)	25.872	194.040				
Sostituzione lampade e accessori (SAP 150W)	15.523	116.424	1.904	14.282	1,40	1,40
Sostituzione lampade e aggiunta regolatore tensione (SAP 150W, riduzione potenza 40%)	10.275	77.062	10.504	22.882	6,09	1,77
Sostituzione lampade, accessori e apparecchi (SAP 100W possibile per alto rendimento nuovo apparecchio)	10.349	77.616	6.243	46.824	2,96	2,96
Sostituzione lampade, accessori, apparecchi e aggiunta regolatore tensione (SAP 100W, riduzione potenza 40%)	6.850	51.374	14.643	55.224	6,20	3,12
Rifacimento impianto con nuove interdistanze (SAP 100W, interdistanza 38m)	9.831	71.924	15.431	112.890	6,84	6,56
Rifacimento impianto con nuove interdistanze e aggiunta regolatore tensione (SAP 150W, interdistanza 38m, riduzione potenza 40%)	6.507	47.607	23.831	121.290	9,78	6,55

Dalla tabella emerge che è possibile ottenere riduzioni dei consumi del 40% con tempi di ritorno di meno di un anno e mezzo e investimenti relativamente modesti (per entrambe le lunghezze dei tratti stradali).

Il risparmio può però arrivare fino al 70%, ma con tempi di ritorno maggiori (circa 10 anni per il tratto breve e 6,5 per il tratto lungo) e con investimenti iniziali importanti.

Nell'ipotesi conservativa che le lampade non al mercurio attualmente installate consumino il 40% in meno delle lampade al mercurio, il consumo complessivo di 6.300 GWh sarebbe ripartito in una quota di 4.130 GWh da attribuire alle lampade al mercurio e in una quota di 2.170 GWh da attribuire alle altre lampade. La semplice sostituzione delle lampade al mercurio porterebbe quindi ad un risparmio energetico pari a 1.650 GWh.

Considerando che la maggioranza degli impianti di illuminazione pubblica sono stati sottoposti, nel corso degli anni, a interventi eterogenei, in funzione quasi esclusivamente delle necessità contingenti, si rende necessario sviluppare interventi di riordino e razionalizzazione di tali impianti, in virtù dei consistenti risparmi energetici ed economici che si potrebbero ottenere.

Alla luce della suddetta necessità, l'Autorità per l'energia ha pubblicato un documento di consultazione [11] finalizzato all'introduzione di una scheda tecnica relativa alla realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade destinate al traffico motorizzato.

La finalità è quella di valutare complessivamente l'effetto, in termini di riduzione dei consumi, conseguibile grazie all'adozione contemporanea di diverse tipologie d'intervento, quali ad esempio l'utilizzo di sorgenti e corpi illuminanti di ultima generazione e l'adozione di ipotesi progettuali innovative, quale la riduzione dei requisiti illuminotecnici in presenza di sorgenti luminose ad alta resa cromatica. Si intende inoltre ampliare il campo di applicabilità della scheda, al fine di includervi anche i casi di nuove realizzazioni e quelli di ristrutturazioni complete, nelle quali cioè non ci si limiti a sostituire le lampade, ma si modifichino anche le altezze e distanze tra i pali.

Nell'ultimo decennio, lo sviluppo delle tecnologie relative all'illuminazione ha riguardato dapprima l'avvento delle lampade fluorescenti compatte, utilizzate soprattutto nell'illuminazione domestica e poi l'introduzione dei led che attualmente sono considerati la sorgente luminosa con le maggiori potenzialità. Tuttavia, i led attualmente in commercio non possono essere considerati oggi come una immediata valida e generalizzabile alternativa alle lampade a scarica, sia dal punto di vista del prezzo che da quello delle prestazioni.

Le lampade a scarica hanno conquistato una porzione significativa del mercato dell'illuminazione, mentre i led commerciali sono ancora molto in ritardo relativamente alla penetrazione nel mercato dell'illuminazione soprattutto perché a pari efficacia hanno ancora prezzi troppo elevati.

In molti casi, risulterebbe necessario diminuire l'interdistanza tra i pali per raggiungere gli standard di norma [15].

In termini energetici le sorgenti led, a parità di luminanza stradale, non assicurano al momento un risparmio energetico rispetto alle lampade a scarica ad alta pressione. L'uso dei led non permette quindi, al momento, risparmi interessanti e non garantisce il recupero delle maggiori spese in tempi rapidi.

La tecnologia dei led ha il vantaggio di essere nel suo primo stadio di sviluppo, mentre le altre tecnologie sono ormai consolidate da molti anni e non hanno più grandi margini di miglioramento, sia dal punto di vista del prezzo che da quello delle prestazioni.

Si è dunque portati a ritenere che ancora per alcuni anni non saranno disponibili prodotti a led economici per applicazioni funzionali, in grado di garantire i livelli di qualità della luce previste dalle indicazioni di legge e normative, per valori adeguati in termini di affidabilità del prodotto e con risparmi energetici e manutentivi certificabili.

A breve termine, il miglioramento dell'illuminazione pubblica deve essere quindi conseguito sia migliorando le tecnologie tradizionali che razionalizzando maggiormente il loro impiego.

L'impiego intensivo di prodotti a led in alternativa a prodotti per l'illuminazione tradizionali, è invece da effettuare in applicazioni particolari come la segnalazione stradale e semaforica, l'illuminazione di monumenti e edifici di valore storico e architettonico o l'illuminazione votiva.

Negli ultimi anni si è avviata una sostituzione delle lampade semaforiche ad incandescenza con quelle più efficienti a led. Le lampade ad incandescenza semaforiche hanno potenze da 60 a 100 W in genere, e restano accese complessivamente per diverse migliaia di ore all'anno.

L'installazione di lampade semaforiche a led può dunque consentire di ottenere i seguenti vantaggi: minori consumi di energia (riduzione di circa l'80%), una riduzione dei valori di potenza installata nell'ambito dei contratti di fornitura di energia elettrica, una maggiore durata delle lampade (vita media almeno superiore alle 50.000 ore), minori oneri per la manutenzione, un incremento nella qualità del servizio erogato. Nonostante il maggior costo iniziale della lampada, i risparmi energetici ed economici ottenibili sono quindi consistenti ed il tempo di ritorno dell'investimento è stimabile nell'ordine di pochi anni.

Le lampade semaforiche in Italia sono stimate essere oltre 1 milione. Malgrado le percentuali rilevanti di sostituzioni con led già effettuate, si ritiene che a livello nazionale la quota di led sul totale sia ancora molto bassa [16].

Per tale motivo, l'Autorità per l'energia ha introdotto, all'inizio di quest'anno, una scheda tecnica per la quantificazione dei risparmi energetici relativi alla sostituzione di lampade semaforiche a incandescenza con lampade semaforiche a led. La validità di tale scheda è stata limitata al 31 gennaio 2013, nella convinzione che entro tale data, anche in riferimento alla messa al bando delle lampade a incandescenza, la gran parte dei semafori si siano dotati della nuova tecnologia.

Il risparmio energetico ottenibile dalla sostituzione di una lampada varia tra i 130 e i 390 kWh/anno. Ipotizzando un risparmio medio pari a 150 kWh/anno, il risparmio complessivo annuo ammonterebbe a circa 150 GWh (67.000 t CO₂).

Un altro settore di facile intervento riguarda la sostituzione con led delle lampade votive poste nei cimiteri. E' possibile stimare che l'ammontare di lampade votive attualmente installate in Italia sia di almeno 10 milioni. Tali lampade, che hanno un funzionamento continuativo (cioè pari a 8760 ore/anno), hanno potenze che in genere variano tra 1 e 3 W. Questo porta a stimare un'energia consumata dell'ordine di 200 GWh.

Molti comuni si sono già attivati in questa direzione.

L'Autorità per l'energia ha introdotto, all'inizio di quest'anno, una scheda tecnica per la quantificazione dei risparmi energetici relativi alla sostituzione di lampade semaforiche a incandescenza con lampade semaforiche a led. La validità di tale scheda è stata limitata al 31 gennaio 2013, nella convinzione che entro tale data, anche in riferimento alla messa al bando delle lampade a incandescenza, la gran parte dei cimiteri si siano dotati della nuova tecnologia.

Il risparmio energetico ottenibile dalla sostituzione di una lampada è mediamente di circa 8,6 kWh/anno. Ipotizzando quindi la sostituzione dell'intero parco lampade, si arriverebbe ad una riduzione dei consumi di 86 GWh (38.000 t CO₂).

Da ultimo è necessario mettere in evidenza che, in moltissimi casi, per una efficace gestione del sistema di illuminazione pubblica, oltre alla razionalizzare tecnica degli impianti si rende necessaria la razionalizzazione degli aspetti gestionali e contrattuali riguardanti la loro conduzione. Come per gli aspetti tecnici, nel corso degli anni si sono spesso sedimentate situazioni gestionali poco chiare che devono essere dipanate anche alla luce di recenti disposizioni normative (DPR 7 settembre

2010, n. 168 “Regolamento in materia di servizi pubblici locali di rilevanza economica, a norma dell'articolo 23-bis, comma 10, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n.133).

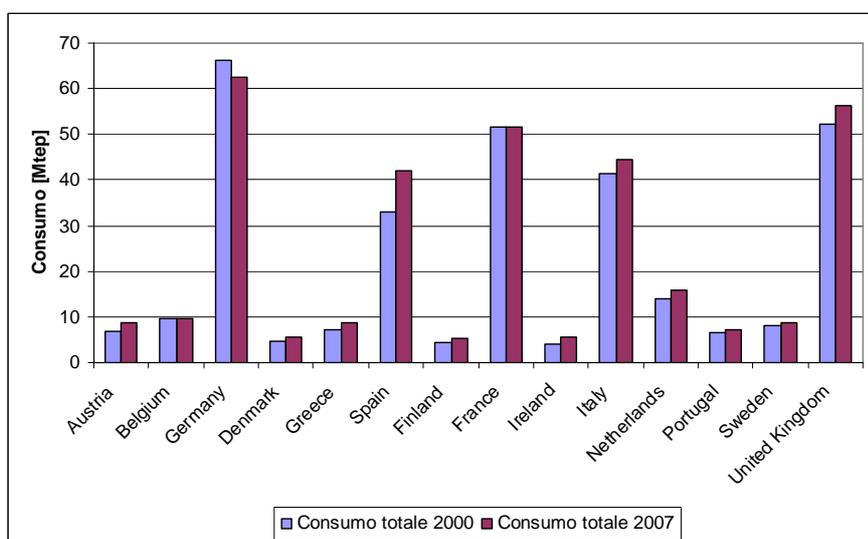
12 Autoveicoli

Il contesto attuale

Attualmente nell'UE i trasporti concorrono alle emissioni di CO₂ per circa un quarto del totale.

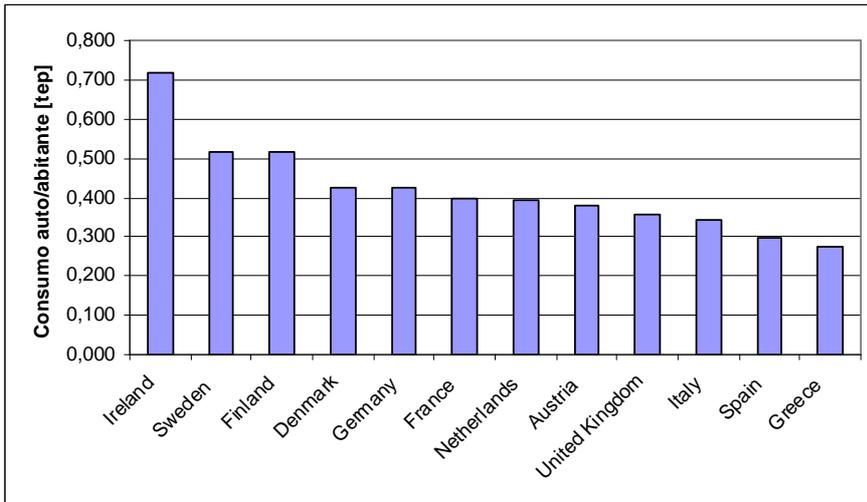
A partire dalla fine degli anni '80 c'è stato un disaccoppiamento tra il trend dei consumi energetici nel settore dei trasporti e il prodotto interno lordo a livello europeo. A partire dal 2000 il forte incremento del prezzo del petrolio ha determinato un calo nel tasso di crescita dei consumi nella maggior parte dell'Europa dei 15. In particolare, in Francia i consumi si sono stabilizzati e in Germania sono diminuiti.

Il grafico indica i consumi del settore dei trasporti per alcuni paesi europei, mettendo a confronto il valore corrispondente al 2000 e al 2007.



Consumi energetici nel settore dei trasporti

Il consumo delle sole autovetture incide sul consumo dell'intero settore con percentuali variabili tra il 35% (Spagna e Grecia) e il 55% (Irlanda e Germania). Il grafico seguente indica il consumo energetico delle sole autovetture rapportato al numero di abitanti (anno 2007).



Consumi energetici degli autoveicoli per abitante

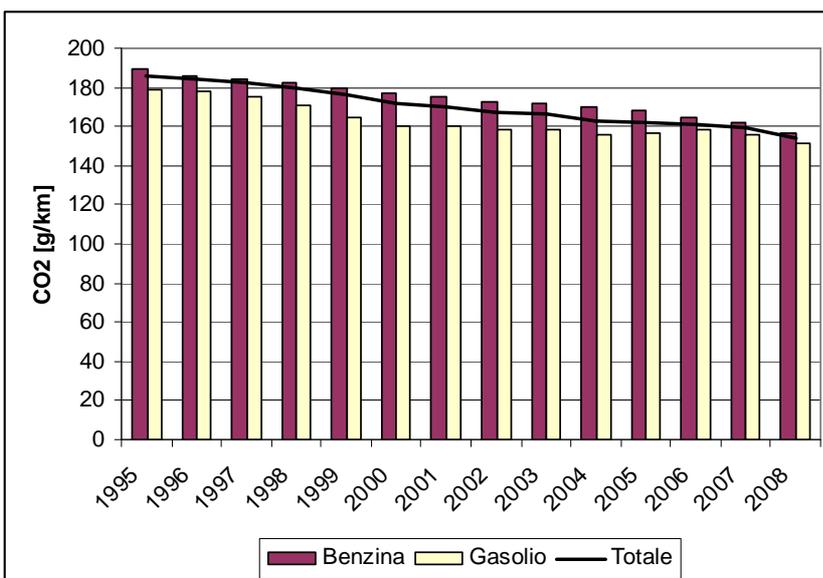
Il settore dei trasporti, nonostante il generale incremento dei consumi, ha incrementato la propria efficienza del 15% tra il 1990 e il 2007 e il principale contributo è derivato dalle autovetture.

L'efficienza energetica delle automobili aumenta regolarmente di circa l'1,3% all'anno a partire dal 1990. In media in Europa le auto consumavano nel 2007 un litro/100 km in meno rispetto al 1990.

Nel 2008 vi è stato il calo relativo di emissioni specifiche più significativo (-3,3% rispetto al 2007).

Per quanto tale riduzione possa attribuirsi parzialmente all'insorgere della crisi economica, i dati indicano che non c'è stata una sostanziale riduzione del parco auto, dato che la potenza media è rimasta invariata e la massa è scesa solo leggermente raggiungendo il livello registrato nel 2006. Sia i veicoli a benzina che quelli a gasolio mostrano, rispetto al 2007, un miglioramento equivalente a 5 grammi per chilometro. Dal 2000 i veicoli a benzina hanno registrato un miglioramento dell'11% mentre quelli diesel solo del 6%.

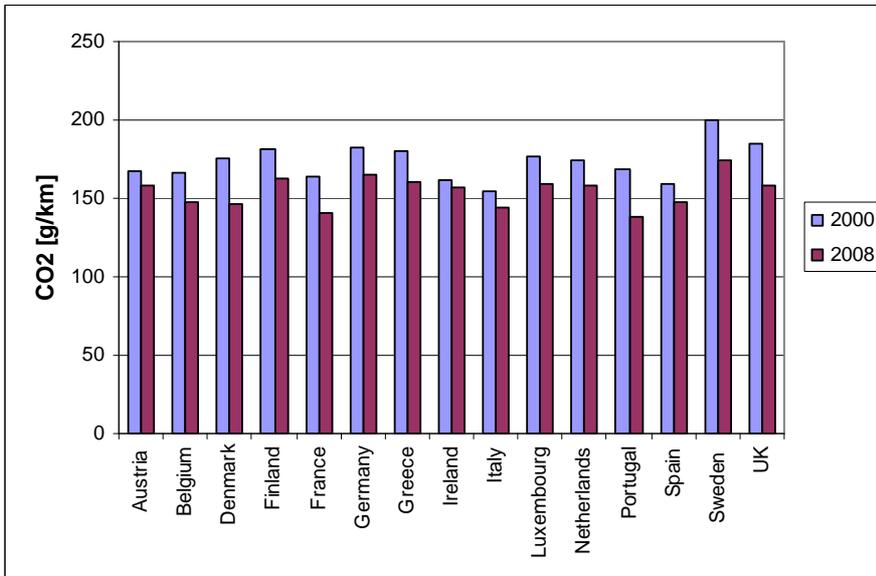
Nel grafico si riportano le emissioni specifiche delle auto vendute dal 1995 al 2008.



Evoluzione delle emissioni specifiche degli autoveicoli

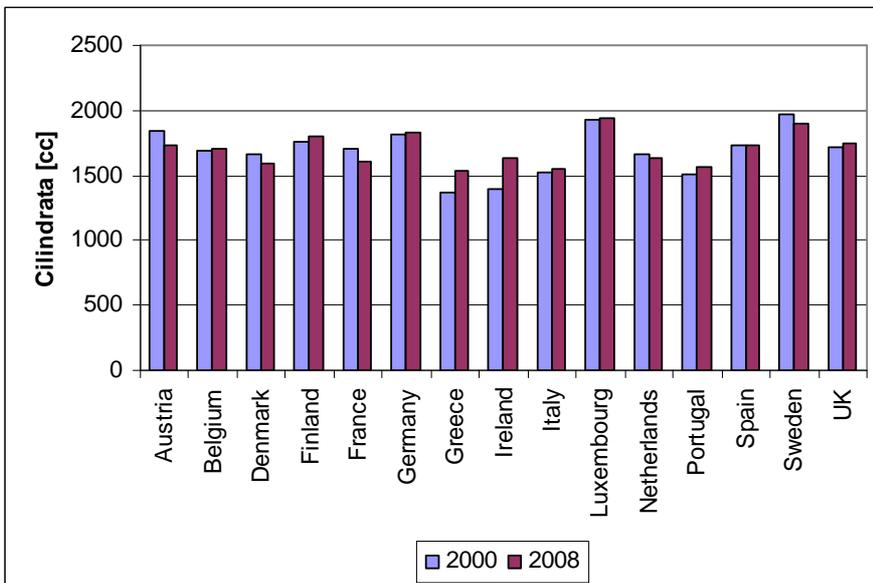
Dal 2000, i veicoli a carburante alternativo (AFV) hanno registrato un miglioramento delle emissioni specifiche pari al 34% (passando da 208 a 137 g/km) e la loro quota di mercato, nel 2008, è pressoché raddoppiata rispetto all'anno precedente. I veicoli AFV costituiscono, allo stato attuale, l'1,3% delle immatricolazioni di autovetture nuove.

I dati di emissione specifica sono abbastanza differenziati da paese a paese. Nel 2000 la differenza era maggiormente accentuata (dai 155 g/kWh dell'Italia ai 200 g/kWh della Svezia), mentre nel 2008 i valori sono più uniformi (da 145 g/kWh della Francia ai 174 g/kWh della Svezia).



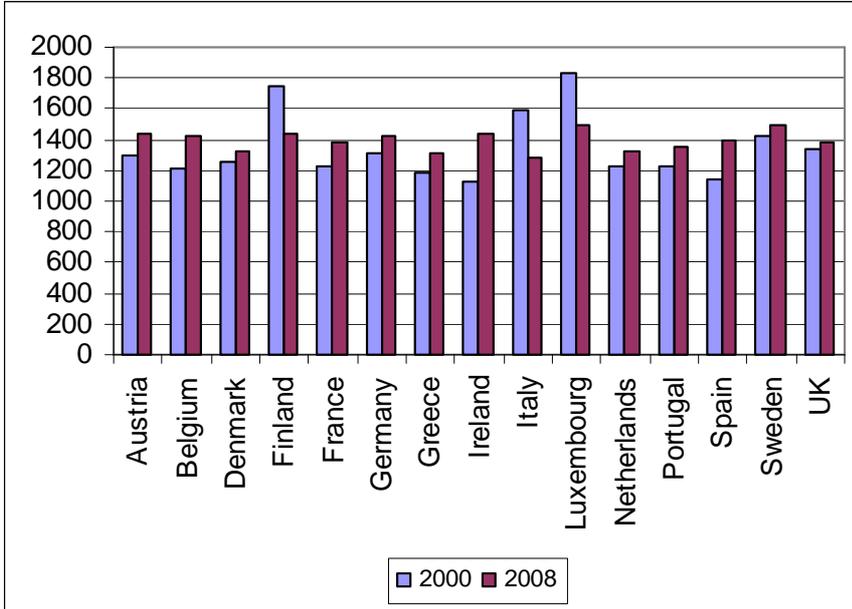
Variatione delle emissioni specifiche degli autoveicoli

Per quanto riguarda la cilindrata media delle autovetture nuove, questa ha subito nel 2008 una discreta diminuzione. La media delle cilindrato dei veicoli nuovi tra il 2000 e il 2008 è stata di circa 1720 cc, con piccole fluttuazioni nel periodo. Una certa differenza la si nota invece tra paese e paese.



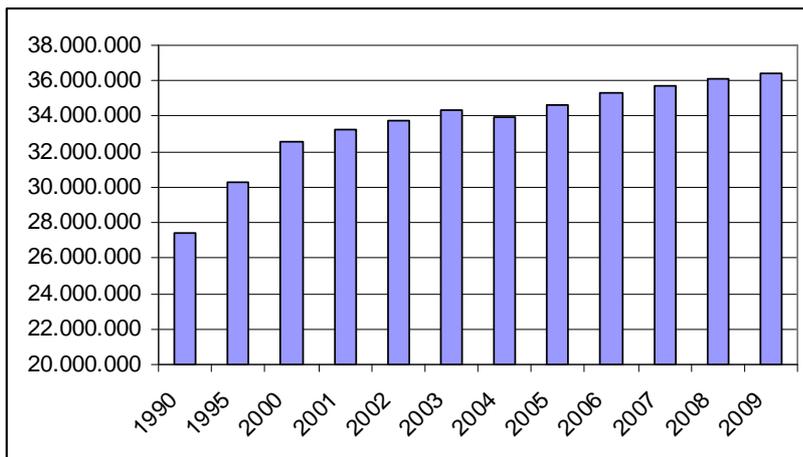
Variatione della cilindrata degli autoveicoli

Il grafico successivo indica la massa delle auto nuove nel 2000 e nel 2008 per vari paesi.



Variatione della massa degli autoveicoli

Nel periodo 1990-2009 il parco autoveicolare nazionale è cresciuto di quasi il 33%. L'Italia detiene il primato mondiale di auto private pro-capite (1.7 abitanti per auto) e ha oltre 36 milioni di autoveicoli circolanti che percorrono circa 13000 km/anno (il 26% in più della media UE).

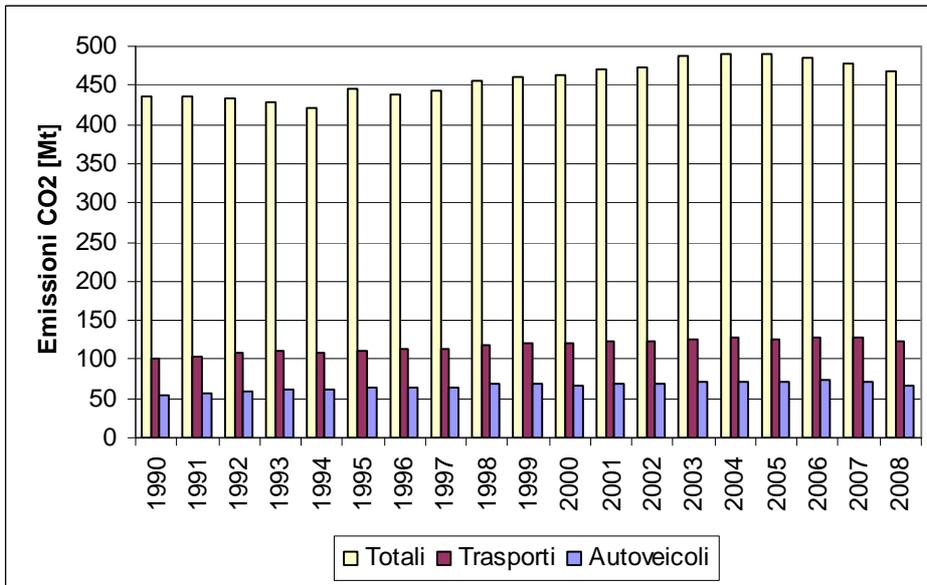


Evoluzione del parco autoveicoli in Italia

Le emissioni del settore trasporti (esclusi i trasporti internazionali) sono aumentate del 20,9% nel periodo 1990 - 2008. Nel 2008 i trasporti sono stati responsabili del 26,2% delle emissioni totali

nazionali di anidride carbonica. Nell'ambito di tale settore, il 54,8% delle emissioni si produce nell'ambito del trasporto con autoveicoli. I fattori che determinano tali livelli elevati di emissioni di gas serra sono legati in parte alle prestazioni dei singoli modelli di autovettura in termini di consumi ed emissioni di CO₂ e in parte alle elevate percorrenze annue dei veicoli e allo stile di guida del conducente.

Nel grafico si rappresentano gli andamenti delle emissioni nazionali totali, collegate al settore dei trasporti e ai soli autoveicoli.

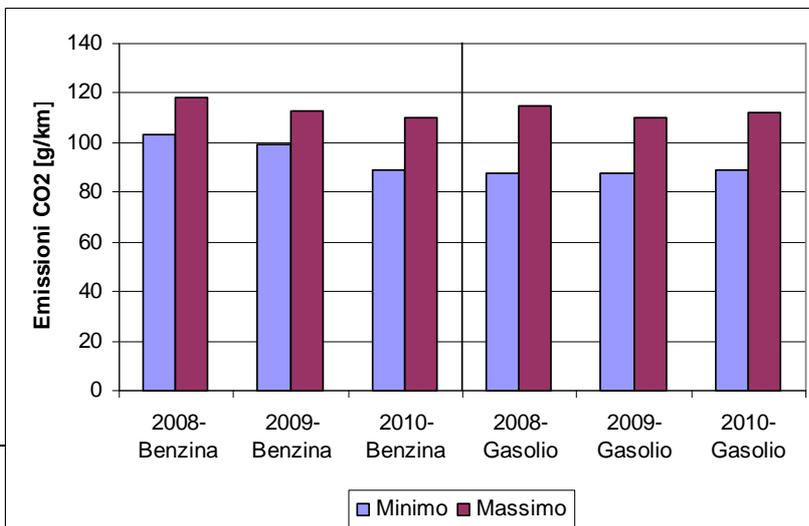


Evoluzione delle emissioni nazionali

La diminuzione registratasi negli ultimi anni a livello delle emissioni complessive non si è registrata nell'ambito dei trasporti.

Come visto in precedenza, l'Italia è uno dei paesi in Europa aventi un livello di emissioni specifiche di CO₂ del parco auto tra i più bassi: nel 2008 il valore era di 145 g/km, contro una media di 154 g/km.

Un'altra utile informazione riguarda l'evoluzione delle emissioni delle 10 autovetture meno impattanti immesse sul mercato nazionale negli ultimi anni. Il grafico evidenzia i valori minimi e massimi delle emissioni specifiche, separatamente, per le auto a benzina e a gasolio e per gli anni 2008, 2009 e 2010.



Variatione delle emissioni degli autoveicoli più efficienti

E' evidente la riduzione, sia dei valori minimi che massimi, nel caso delle auto a benzina. Più moderata è stata, invece, la riduzione delle emissioni nel caso delle auto a gasolio.

Le ipotesi di sviluppo

Nonostante le emissioni medie di CO₂ delle automobili nuove si siano ridotte a partire dal 1995, nel 2008 rimanevano ad un livello del 10% superiore rispetto al target dei 140 g/km stipulato nell'accordo volontario tra la Commissione e i costruttori.

Il Regolamento (CE) Nn. 443/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni delle autovetture nuove nell'ambito dell'approccio comunitario integrato finalizzato a ridurre le emissioni di CO₂ dei veicoli leggeri.

Il Regolamento individua un target comunitario delle emissioni di CO₂ delle autovetture nuove vendute annualmente nella Comunità, di 130 g/km riferito alla media di tutte le autovetture nuove commercializzate nel 2012, da conseguire tramite miglioramenti tecnologici apportati ai motori.

Il regolamento prevede che, a partire dal 1 Gennaio 2012 e per ogni anno successivo, ogni costruttore di autovetture provveda affinché le emissioni specifiche medie di CO₂ dei veicoli da esso prodotti e immatricolati per la prima volta all'interno della Comunità non superino un valore obiettivo specifico per il costruttore, almeno per le seguenti percentuali dell'immatricolato:

- 65% nel 2010
- 75% nel 2013
- 80% nel 2014
- 100% nel 2015

Per assicurare il raggiungimento dell'obiettivo medio comunitario di 130 g/km, il Regolamento fissa valori limite per le emissioni specifiche di CO₂ delle auto in funzione diretta della loro massa in base alla relazione seguente:

$$\text{Obiettivo emissioni specifiche di CO}_2 \text{ [g/km]} = 130 + 0,0457 \cdot (\text{Massa veicolo [kg]} - 1.372,0)$$

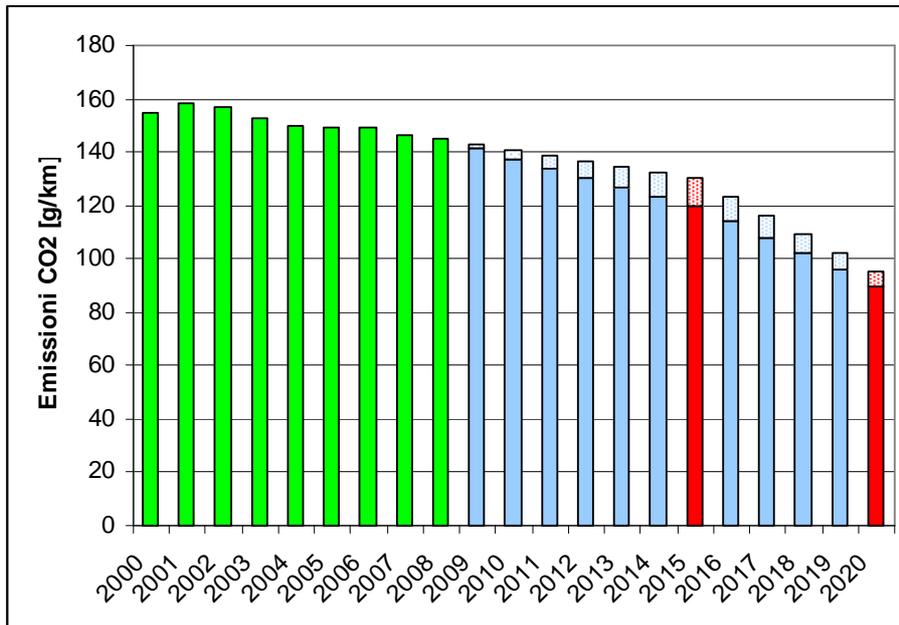
Tale approccio prevede quindi che al crescere della massa del veicolo aumenti anche il valore limite da rispettare; pertanto le autovetture più leggere dovranno rispettare valori limite inferiori a 130 g/km mentre per le più pesanti i valori limite saranno di gran lunga superiori. Ogni casa costruttrice dovrà dimostrare alla fine di ogni anno che l'insieme delle auto vendute raggiunga un valore medio di emissioni corrispondente a quanto richiesto dal regolamento, tale valore viene calcolato tenendo conto del numero e del peso delle auto vendute.

Il regolamento prevede anche un obiettivo di lungo termine di 95 g/Km da raggiungere nel 2020.

Inoltre la EU prevede l'adozione di misure complementari attraverso regolamenti o direttive per favorire ulteriormente la riduzione del consumo di combustibile fossile al di là dei miglioramenti effettuati sui motori. Tali misure prevedono l'introduzione dei sistemi di monitoraggio della pressione dei pneumatici, di sistemi di condizionamento ad elevata efficienza, di pneumatici a bassa resistenza al rotolamento, di indicatori di "cambio marcia" e la diffusione di biocombustibili.

Attraverso queste misure si prevede di ottenere una riduzione ulteriore di emissioni di CO₂, al 2015, pari a 10g/km.

L'andamento delle emissioni specifiche per gli anni futuri, considerando i limiti indicati dal regolamento europeo, è stimato nel grafico. In verde si rappresentano i valori storici, in rosso gli obiettivi medi europei e in azzurro le ipotesi di emissioni intermedie. I colori sfumati indicano le ulteriori riduzioni derivanti dall'applicazione di misure complementari.



Evoluzione delle emissioni degli autoveicoli in base agli obiettivi europei

Si sottolinea che i limiti definiti dal regolamento fanno riferimento al costruttore e non al paese. E' quindi possibile che, pur salvaguardando il rispetto dei limiti da parte di ogni costruttore, vi possano essere differenze di emissioni medie tra paese e paese.

E' quindi indispensabile che, a livello di paese, si agisca affinché, approfittando degli sviluppi tecnologici stimolati dal presente regolamento, entrino nel mercato i modelli con minore emissione.

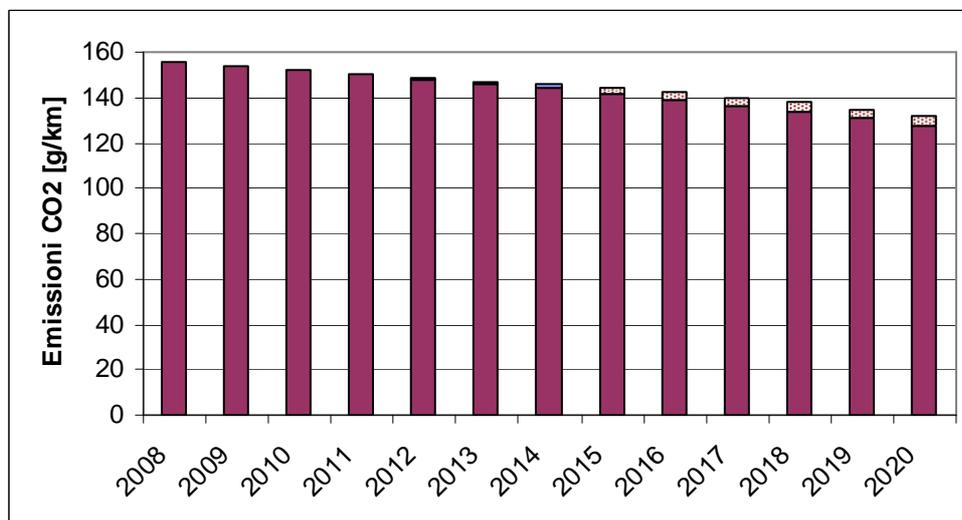
L'Italia presenta già valori di emissione di CO2 a veicolo relativamente bassi. Nel 2008, le emissioni specifiche dei veicoli nuovi erano pari a 144,7 g/km. Attualmente vi è un livello di emissioni medio dell'intero parco automobilistico circolante pari a circa 156 g/km.

Le emissioni attualmente caratterizzanti il parco circolante dovrebbe favorire il passaggio ai nuovi limiti.

A partire da un parco auto pari a 36 milioni di unità nel 2008 e dalla stima delle emissioni specifiche del parco auto presente in tale anno, per la stima della riduzione delle emissioni a seguito dei nuovi limiti sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- età media delle autovetture rottamate: 14 anni
- numero di autovetture nuove immesse annualmente nel mercato: 2.100.000

La sostituzione delle autovetture secondo lo schema indicato porterebbe, al 2020, a un parco autovetture caratterizzato da un livello di emissioni di CO2 pari a circa 132 g/km determinato dall'efficienza energetica dei motori. Tale valore si ridurrebbe a 127 g/km con l'applicazione delle misure complementari.



Evoluzione delle emissioni de specifiche del parco autoveicoli in Italia

Nei due casi, vi sarebbe un risparmio delle emissioni di CO₂ dell'intero comparto degli autoveicoli pari al 15,6 e al 18,4%. Considerando una media delle emissioni attuali di CO₂ pari a 70 Mt, ciò comporterebbe una riduzione pari a 10,9 e 12,9 Mt, rispettivamente, corrispondenti a riduzioni dei consumi pari a 3,6 e 4,3 Mtep, rispettivamente.

Come già indicato, i limiti definiti dal regolamento europeo non danno la certezza della loro applicazione a livello dei singoli paesi membri. E' quindi necessario che si attivino diverse iniziative volte a spingere il comportamento dei clienti verso l'acquisto di automobili a basse emissioni.

Additionalmente si possono prevedere incentivi volti ad accelerare lo svecchiamento del parco auto. Ipotizzando di stimolare il 10% degli utenti a un cambio anticipato della propria auto, le riduzioni di CO₂ al 2020 si attesterebbero tra le 12,8 e le 15,1 Mt, corrispondenti a riduzioni dei consumi pari a 4,3 e 5 Mtep, rispettivamente.

La differenza tra lo scenario più virtuoso e quello di semplice rispetto del regolamento europeo corrisponde a 1,4 Mtep.

La tabella riassume i risultati delle simulazioni:

Scenario	Intervento	Riduzione emissioni [Mt]
A	Efficienza motori	10,9
B	A + misure complementari	12,9
C	A + incentivo	12,8
D	B + incentivo	15,1

Per un'analisi economica riguardante la sostituzione di un'automobile attualmente in circolazione con una nuova automobile che rispetti i parametri indicati nel regolamento europeo si possono riprendere alcune analisi di ERSE [17].

In particolare si considera il confronto tra l'acquisto di un'auto appartenente al segmento B a gasolio e soddisfacente al regolamento europeo e l'acquisto di un'auto, appartenente allo stesso segmento, a benzina e non soddisfacente al regolamento europeo.

L'analisi economica è stata svolta prendendo a riferimento i seguenti parametri economici:

- Periodo di valutazione dell'investimento: 14 anni

- Percorrenza media autovettura: 9.380 km/anno

Tasso di sconto: 3,5%

- Costo del carburante:

o benzina senza piombo per autovetture: 1,3 €/l

o gasolio per autovetture: 1,1 €/l

Inoltre:

	Tecnologia tradizionale	Tecnologia nuova
Prezzo auto [€]	15.717	17.061
Consumo carburante [km/l]	15,8	22,8
Emissioni CO ₂ [g/km]	150,9	114,6

A fronte di una differenza di costo pari a 1.344 euro a vantaggio dell'auto tradizionale, si ha una minore spesa per l'acquisto del carburante pari a 319 euro/anno. Il pay back time risulta essere di 11 anni e il VAN a fine vita (14 anni) è di 2.169 euro. Il risparmio annuo di CO₂ è pari a 340 kg.

13 Bike share

Il contesto attuale

Una delle modalità che è stata più utilizzata in ambito urbano per incentivare l'utilizzo della bicicletta è stato l'avvio di servizi di bike share, un sistema che permette il noleggio rapido e automatico di una bicicletta, disponibile direttamente nelle strade e nelle piazze di una città.

Esistono tre possibili sistemi per realizzare il bike share:

- sistema a chiave meccanica: gli utenti del servizio, dotati di apposita chiave, possono sganciare una bicicletta disponibile nella rastrelliera; quando termina l'utilizzo della bici, l'utente deve riportarla nello stesso posto di prelievo e quindi può riprendere la chiave, che è rimasta nella rastrelliera. In caso di furto, sulla chiave è inciso un numero che permette di risalire all'utente. Il sistema è senz'altro semplice ed economico, ma d'altro canto la riconsegna della bici nello stesso punto allunga il tempo di utilizzo e rende più difficile la condivisione del mezzo.
- Sistema a chiamata (call a bike): sulle biciclette è montato un lucchetto che si apre e si chiude digitando un codice che si ottiene telefonando ad una centrale operativa. Le biciclette possono essere prese e poi lasciate in qualsiasi punto della città, quindi anche dove non sia presente una velostazione. Questo sistema da un lato garantisce una estrema flessibilità, dall'altro provoca una notevole dispersione delle biciclette e quindi uno scarso controllo della flotta.
- Sistema a tessera magnetica: le biciclette sono agganciate ad apposite rastrelliere con un blocco elettromeccanico. Per prelevare il veicolo è sufficiente avvicinare la propria tessera ed il sistema registra su un database remoto l'operazione; al termine, la bicicletta può essere depositata in una qualunque postazione libera. Pur garantendo flessibilità e semplicità di utilizzo per l'utente e controllo di ogni bicicletta da parte del gestore, il sistema è molto costoso e richiede costante manutenzione.

Le esperienze europee di bike share sono ormai molto numerose e sono presenti in città di dimensione molto diversa. Molto diverse sono pure le dimensioni delle iniziative di bike share che si riscontrano. La tabella seguente riporta la consistenza del bike share per diverse città europee, rappresentata attraverso il numero di utenti e/o di noleggi giornalieri. Parigi, Barcellona e Lione rappresentano realtà ben distinte rispetto alle altre città. Infatti sono le uniche nelle quali la percentuale di utenti del bike share rappresenta un numero significativo rispetto al numero di abitanti.

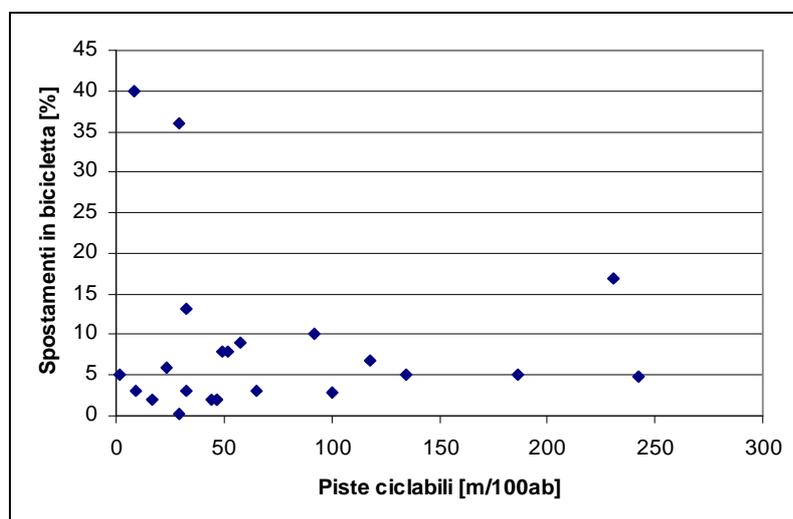
CITTA	Abitanti	Utenti/giorno	Noleggi/giorno
Barcellona	1.629.537,00		32.584,0
Siviglia	699.145	1.100,0	
Praga	1.233.211		8,3
Lione	608.000		19.400,0
Parigi	2.168.000		86.600,0
Bruxelles	148.873		55,0
Berlino	3.416.255	353,0	466,0
Monaco	1.302.376	269,0	346,0
Stoccarda	597.176	151,0	163,0
Bristol	551.066	10,0	1,5
Stoccolma	810.120		1.121,0
Goteborg	500.197		8,0
Cracovia	756.267	100,0	235,0

Vienna	1.680.266	900,0	995,0
Vitoria	233.399	300,0	
Montpellier	255.000		750,0
Orleans	107.841		250,0
Rennes	209.900		265,0
Karlsruhe	288.917	41,0	51,0
Salisburgo	149.201	10,0	3,8
Burgenland	38.455		18,0
Chalon	50.000		16,6
Modling	20.682		14,0

Mettendo in relazione la lunghezza delle piste ciclabili e la percentuale di spostamenti che viene fatta in bicicletta, la tendenza generale sembra confermare il fatto che all'aumentare della lunghezza delle piste ciclabili aumenti anche il numero di spostamenti fatti utilizzando la bicicletta. Il grafico indica tale relazione per le città di Barcellona, Praga, Lione, Parigi, Bruxelles, Berlino, Monaco di Baviera, Stoccarda, Lipsia, Düsseldorf, Stoccolma, Göteborg, Vienna, Montpellier, Digione, Orleans, Chemnitz, Orebro, Ribera Alta, Burgenland, Chalon sur Saone, Mödling e Copenhagen (tutte città con un servizio di bike sharing attivato).

In realtà però la relazione non è sempre così lineare e lo dimostrano il 36% di spostamenti in bicicletta di Copenhagen, a fronte di "solo" 29 metri ciclabili ogni 100 abitanti e, al contrario, il 5% di spostamenti fatti in bicicletta a Stoccolma rispetto ai quasi 250 m di piste ciclabili ogni 100 abitanti. Ciò lo si spiega perché ci possono essere altre condizioni, oltre alla lunghezza delle piste ciclabili vere e proprie, che possono favorire l'uso della bicicletta.

Confrontando i dati di utenti/noleggianti e quelli riguardanti la percentuale di spostamenti realizzati con la bicicletta, risulta però evidente come, salvo alcune eccezioni, il bike share non sembri costituire un elemento determinante nella conformazione di tale percentuale.



Spostamenti in bicicletta e lunghezza piste ciclabili in alcune città europee

Copenhagen risulta un caso estremamente particolare, visto che ha elaborato un piano per la ciclabilità che si pone come obiettivo, entro il 2012, l'aumento fino al 40% degli spostamenti fino al luogo di lavoro fatti in bicicletta ed il dimezzamento del rischio di incidenti gravi per i ciclisti.

Per determinare, almeno qualitativamente, il beneficio dell'utilizzo del bike share in termini di contributo alla riduzione dei consumi energetici è utile verificare il mezzo che questo contribuisce a sostituire. Dalle città prese a campione risulta che il mezzo pubblico sia quello maggiormente coinvolto nella sostituzione. Barcellona è invece caratterizzata dalla prevalenza di sostituzione del mezzo motorizzato privato.

Trasporti sostituiti	Barcelona	Lyon	Berlin	Munich	Stuttgart	Stockholm	Vienna	Berlino	Bristol	Rennes	Karlsruhe
Auto/moto private	65,77%	10,00%	3,60%	3,90%	3,60%	5,15%	16,91%	3,60%	90,00%	19,00%	3,60%
Trasporto pubblico	7,79%	46,00%	25,80%	22,70%	20,40%	58,06%	69,43%	25,80%		46,00%	24,10%
Bici di proprietà	5,12%	6,00%	8,70%	8,00%	4,80%	9,71%	19,67%	8,70%		2,00%	8,50%
A piedi	21,22%	38,00%	21,40%	20,00%	26,10%	26,62%		21,40%	10,00%	33,00%	22,60%

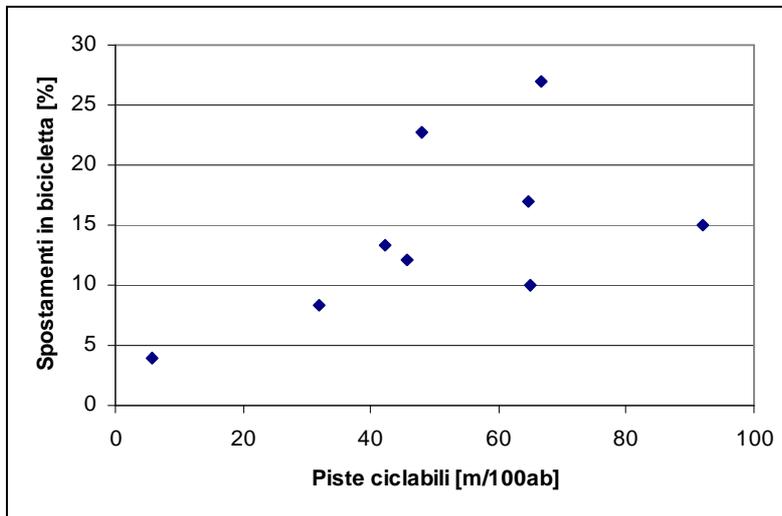
In Italia si sono affermate tre tipologie di servizi di bike share:

- Bicincittà: sistema a tessera magnetica, il cui sistema di cicloposteggio permette sia di salvaguardare la bicicletta da eventuali furti sia di monitorarne da remoto l'effettivo utilizzo; è necessario iscriversi e abbonarsi prima di ricevere la tessera magnetica. Adottato, tra le altre, a Bari, Parma, Pistoia, Novara, Brescia, Savigliano, La Spezia, ecc.
- C'entro in bici: sistema a chiave meccanica, che però può essere integrato anche dall'utilizzo di una tessera. Rispetto al Bicincittà risulta più economico, ma meno flessibile (visto che occorre riportare la bici nel punto di prelievo) e non consente il monitoraggio. In uso a Ravenna, Modena, Ferrara, Faenza, Lodi, Trento, ecc.
- Clear Channel: la multinazionale Clear Channel ha realizzato diversi servizi di bike share in Europa, con caratteristiche diverse. Ad esempio, a Barcellona il servizio è completamente finanziato dal Comune. A Milano invece il Comune e l'ATM hanno coperto l'investimento iniziale, mentre, per quanto riguarda i costi di gestione, il 15-18% viene coperto dagli abbonamenti e la restante parte dagli incassi della pubblicità.

La consistenza del bike share per diverse città italiane è rappresentata di seguito attraverso il numero di utenti e/o di noleggi giornalieri. I numeri sono in linea con le dinamiche europee.

CITTA	Abitanti	Utenti/giorno	Noleggi/giorno
Milano	1.295.705	1.500,0	2.800,0
Bari	322.511	30,0	30,0
Modena	200.007	100,0	120,0
Rimini	149.747	28,0	
Parma	196.864	32,0	40,0
Brescia	189.742	140,0	167,0
Cuneo	54.970	50,0	120,0
Bolzano	99.751	48,0	
Senigallia	44.377	60,0	150,0
Terlizzi	27.425	12,4	17,7

Rispetto ai precedenti casi riferiti all'Europa, per quanto riguarda le città italiane considerate (Milano, Modena, Rimini, Parma, Cuneo, Bolzano, Padova, Reggio Emilia, Ferrara) risulta più evidente la diretta proporzionalità tra lunghezza delle piste e percentuale di spostamenti effettuati in bicicletta.



Spostamenti in bicicletta e lunghezza piste ciclabili in alcune città italiane

Tuttavia, anche qui è possibile riscontrare alcune particolarità: pur essendoci 3 città che presentano un dato di lunghezza delle piste attorno a 65 metri ogni 100 abitanti (Modena, Padova e Ferrara), esse presentano anche dati molto diversi rispetto all'utilizzo della bicicletta (rispettivamente il 10, 17 e 27%). Per quanto riguarda Modena, ad esempio, che è una città con una notevole tradizione ciclistica, si sta già pensando di potenziare ulteriormente il servizio di bike share, visto che alcune stazioni (in particolare quelle vicino ad alcuni punti di scambio, come la stazione ferroviaria ed un parcheggio) risultano sottodimensionate rispetto all'effettiva richiesta. Ferrara, già prima del 2004 (anno di realizzazione del servizio di bike share) aveva implementato diversi interventi per favorire la ciclabilità del Comune (chiusura totale del centro storico a mezzi motorizzati e redazione del Biciplan nel 2000). Altri due casi che vale la pena citare sono Reggio Emilia, che vanta il maggior indice procapite di piste ciclabili e che prevede, tra gli obiettivi del suo Piano per la mobilità ciclabile, la completa accessibilità di tutte le strade del centro storico. Padova, invece, ha la più alta densità di piste ciclabili ed entro il 2015 offrirà alla città una rete di 250 km di infrastrutture e facilitazioni per ciclisti.

Contrariamente a quanto visto per il resto d'Europa, in Italia nella maggior parte delle città gli utenti del bike share prima utilizzavano prevalentemente il proprio mezzo privato. Da ciò deriverebbe un effettivo beneficio dall'utilizzo di tale servizio per quanto riguarda la riduzione dei consumi energetici.

Trasporti sostituiti	Milano	Rimini	Parma	Cuneo	Bolzano	Bari	Brescia	Senigallia
Auto/moto private	29,03%	36,36%	20,83%	44,44%	23,82%	28,04%	12,50%	79,22%
Trasporto pubblico	48,39%	15,15%	33,33%	16,67%	35,72%	27,26%	50,00%	0,00%

Bici di proprietà	12,90%	15,15%	4,17%	11,11%	4,73%	21,98%	20,83%	4,13%
A piedi	9,68%	33,33%	41,67%	27,78%	35,72%	22,71%	16,67%	16,65%

Riguardo agli utilizzatori, dati cumulati dall'inizio del servizio per quanto riguarda Milano indicano che il 57% degli utenti sono cittadini milanesi, il 6% provengono dalla provincia di Milano, il 16% dal resto della Lombardia e il 21% dal resto d'Italia.

Per quanto riguarda Brescia, il 20% degli utenti appartiene al centro storico, il 28% proviene da fuori centro storico, il 38% dalla provincia, il 7% dal resto della Regione e l'8% da altre regioni.

Le ipotesi di sviluppo

Pur considerando la positività del bike share è necessario, soprattutto nella realtà della maggior parte delle città italiane, mettere in evidenza che la sua introduzione può risultare di scarsa efficacia qualora non sia accompagnata da interventi ben più consistenti sul fronte della ciclabilità. Tanto più che il bike share comporta una serie di investimenti molto importanti da parte delle città, che non sempre sono proporzionali con i risultati raggiunti.

Il costo di realizzazione di un sistema di bike share può variare molto, a seconda delle infrastrutture già esistenti e del sistema scelto. Vengono qui riportati alcuni esempi di costi tutto compreso per ogni bicicletta.

Sistema	Costo bicicletta
Milano	2.200 € circa
Londra	13.300 £ circa
Francia	Tra 2.000 e 3.000 €
C'entro in bici	750 € circa
Svizzera	330 € circa
Brescia	3330 € circa
Savigliano (CN)	4000 € circa
Modena	300 €

In altre parole, la realizzazione del bike share non può che rientrare in un discorso più ampio di ciclabilità. Secondo alcune ricerche, vi sarebbero diversi motivi che impediscono un maggiore utilizzo della bicicletta in ambito urbano. Un questionario rivolto ai cittadini di sette comuni lombardi e realizzato dall'Agenzia InnovA21⁴ ha messo in evidenza come il motivo principale per cui la bicicletta viene poco utilizzata è la sensazione di pericolosità, seguita dalla constatazione che non ci sono abbastanza piste ciclabili. Oltre a coloro per cui l'utilizzo della bicicletta risulta faticoso e poco pratico in quanto meno veloce rispetto ad altri mezzi, una percentuale piccola (ma significativa) ritiene che il rischio di furti e l'assenza di rastrelliere e parcheggi *ad hoc* rappresentino il principale deterrente rispetto all'utilizzo della bici.

Lo stesso questionario pone la stessa domanda anche in termini positivi, ovvero chiede a fronte di quali interventi la popolazione sarebbe più disponibile a spostarsi in bicicletta: la maggior parte degli intervistati afferma che sarebbero sufficienti una maggiore presenza di piste ciclabili o percorsi protetti e alcuni interventi per migliorare la sicurezza dei ciclisti. Altre risposte riguardano la realizzazione di parcheggi coperti e protetti presso le stazioni ferroviarie e le fermate dell'autobus o del tram, l'attivazione di un servizio di bike share e l'installazione di un numero maggiore di rastrelliere per il parcheggio delle bici.

Altri interventi che favoriscano la mobilità ciclabile, coinvolgendo un numero maggiore di cittadini e prevedendo investimenti meno importanti, possono essere:

- moderare la velocità delle automobili o ridurre l'intensità degli ingorghi (zone 30kmh, zone a traffico limitato, isole pedonali, cunette, dossi e altri limitatori di velocità)
- migliorare (o potenziare) le infrastrutture (rastrelliere, parcheggi coperti), in particolare vicino a fermate di altri mezzi pubblici
- costruzione di piste ciclabili sicure (con percorso a quota del marciapiede), di corsie ciclabili contromano in alcuni sensi unici
- rendere più sicuri gli attraversamenti ciclabili degli incroci.

⁴ *Migliore mobilità, meno traffico!*, Studio di fattibilità per una mobilità più sostenibile nei Comuni di Barlassina, Bovisio Masciago, Ceriano Laghetto, Cesano Maderno, Desio, Meda, Seveso.

- rendere anche ciclabili le aree attualmente solo pedonali (almeno quelle idonee).

Nel caso di bandi di finanziamento pubblici, questi dovrebbero incentivare i progetti che uniscono il bike share a uno o più degli interventi già citati, oppure implementare tale servizio in città in cui è già presente una ciclabilità significativa.

Sono anche molto diverse le possibilità di finanziamento: molti servizi si basano principalmente sulle sottoscrizioni e gli abbonamenti, altri ancora prevalentemente sul sostegno degli enti pubblici, altri ancora su introiti di carattere pubblicitario.

La maggior parte dei sistemi di bike share in Europa si finanzia prevalentemente grazie a forme di sponsorizzazione e alla vendita di spazi pubblicitari. Sono presenti anche sistemi finanziati principalmente da un ente pubblico, ed altri invece che si finanziano per la maggior parte grazie agli introiti degli utenti.

	Utenti	Pubblicità	Ente pubblico	Altro
Barcelona	50%	NS	NS	50%
Bristol	20%	40%	40%	0%
Milano	30%	70%	NA	NA
Stockholm	11%	89%	0%	0%
Göteborg	30%	70%	0	0%
Vienna	2%	98%	0%	0%
Montpellier	10%	0%	90%	0%
Chemnitz	20%	80%	0%	0%
Orebro	10%	NS	90%	NS
Bari	100%	0%	0%	0%
Modena	15%	0%	0%	85%
Parma	10%	0%	80%	10%
Brescia	100%	NS	NS	NS
Burgenland	29%	71%	NS	NS
Chalon	2%	0%	98%	0%
Cuneo	64%	NA	NA	NA
Bolzano	100%	0%	0%	0%
Mödling	0%	0%	100%	0%

14 Azionamenti elettrici

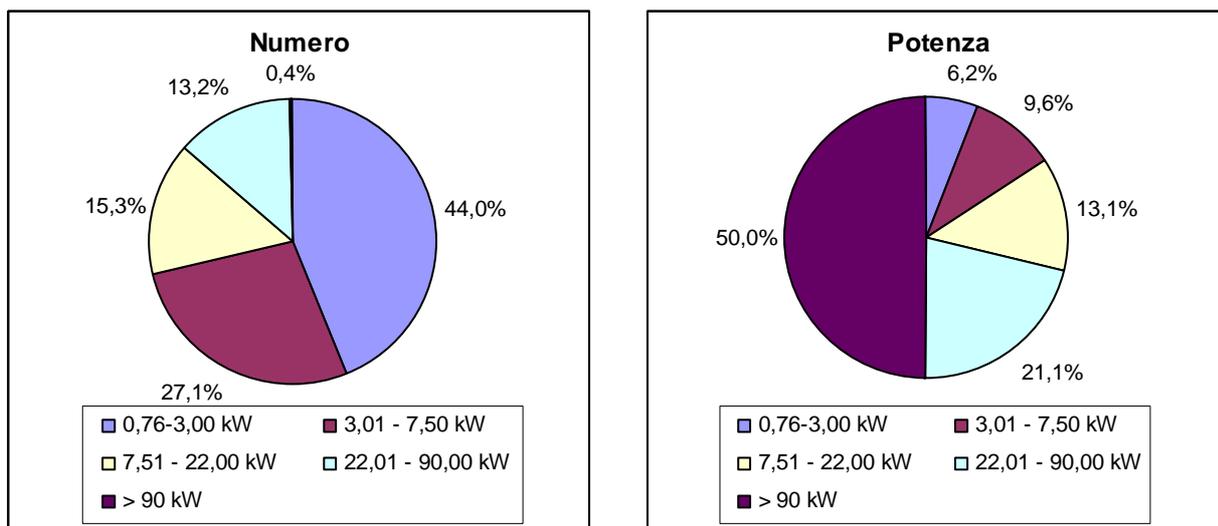
Il contesto attuale

I consumi collegati ai motori elettrici rappresentano circa la metà del totale dei consumi elettrici a livello nazionale.

In particolare, nel 2005 il consumo complessivo ascrivibile ai motori ammontava a 156 TWh. Di questi, 137 TWh corrispondono al settore produttivo, essenzialmente l'industria (l'85% del consumo totale di energia elettrica), mentre 19 TWh corrispondono al settore civile, essenzialmente il terziario (il 13% del consumo totale di energia elettrica).

Si stima che nel nostro Paese fossero installati, nel 2005, poco più di 19 milioni di motori elettrici con potenza superiore ai 760 watt, di cui oltre il 60% di potenza inferiore ai 90 kW. La potenza complessiva è di oltre 100 GW.

Nei grafici che seguono si rappresenta la suddivisione del numero e della potenza complessiva dei motori in base a classi di potenza [8].



Numero e potenza di motori elettrici per classi di potenza

I motori elettrici ad alta efficienza sono motori che, se confrontati con i motori elettrici tradizionali di pari potenza, hanno perdite di energia ridotte, grazie ai materiali impiegati nella costruzione o ad alcuni elementi costitutivi. Essi garantiscono il mantenimento di un elevato valore di efficienza anche nel caso di variazioni del carico.

E' piuttosto evidente la convenienza di dotarsi di apparecchi ad alta efficienza se si pensa che il costo di un motore nella propria vita media è dovuto per il 98,4 % al consumo di energia elettrica e solo per l'1,6% alle spese per acquisto e manutenzione,

Le performance energetiche di un motore elettrico possono essere modificate dall'impiego di azionamenti a velocità variabile con i quali è possibile modificare la velocità di un motore elettrico, che di regola è fissa. Essi possono essere gestiti da un inverter che modula la frequenza di alimentazione del motore e quindi la sua velocità in funzione del carico. Gli inverter possono essere

utilizzati per variare la portata di una pompa o di un ventilatore e sono particolarmente interessanti visto che una piccola riduzione di velocità genera una forte riduzione della potenza assorbita (di solito tra il 20 ed il 50%).

Il sistema dei titoli di efficienza energetica prevede tre interventi standardizzati riguardanti gli azionamenti elettrici:

- Installazione di motori a più alta efficienza
- Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti su sistemi di pompaggio con potenza inferiore a 22 kW
- Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti su sistemi di pompaggio con potenza superiore o uguale a 22 kW

Tali interventi, dall'avvio del meccanismo dei TEE alla data del 31 maggio 2010, hanno portato, rispettivamente:

- alla generazione di un risparmio energetico pari a 952 tep (5 GWh) mediante l'installazione di circa 29.400 motori ad alta efficienza.
- alla generazione di un risparmio energetico pari a 1.887 tep (10 GWh) mediante l'applicazione di circa 4.700 inverter a motori con potenza inferiore ai 22 kW;
- alla generazione di un risparmio energetico pari a 10.329 tep (55 GWh) mediante l'installazione di inverter a motori con potenza superiore 22 kW.

I dati indicano risparmi complessivi di energia elettrica pari a poco più di 70 GWh, un valore estremamente piccolo se confrontato al consumo complessivo del settore.

Oltre ai titoli di efficienza energetica, un altro incentivo è fornito dalla legge finanziaria 2007, che dispone una detrazione di imposta del 20% per l'acquisto e l'installazione di motori elettrici ad alta efficienza di potenza compresa tra 5 e 90 kW e per l'installazione di inverter su impianti di potenza tra 7,5 e 90 kW.

Per quanto riguarda i motori elettrici, sono detraibili sia le spese relative all'acquisto e installazione di nuovi motori elettrici ad alta efficienza, che quelle per la sostituzione di motori esistenti con nuovi motori elettrici ad alta efficienza, a patto che il rendimento sia maggiore o uguale rispetto alle indicazioni contenute nella tabella allegata alla finanziaria e che viene qui riportata.

Potenza nominale kW	2 poli	4 poli
5,5	88,6%	89,2%
7,5	89,5%	90,1%
11	90,5%	91,0%
15	91,3%	91,8%
18,5	91,8%	92,2%
22	92,2%	92,6%
30	92,9%	93,2%
37	93,3%	93,6%
45	93,7%	93,9%
55	94,0%	94,2%
75	94,6%	94,7%
90	95,0%	95,0%

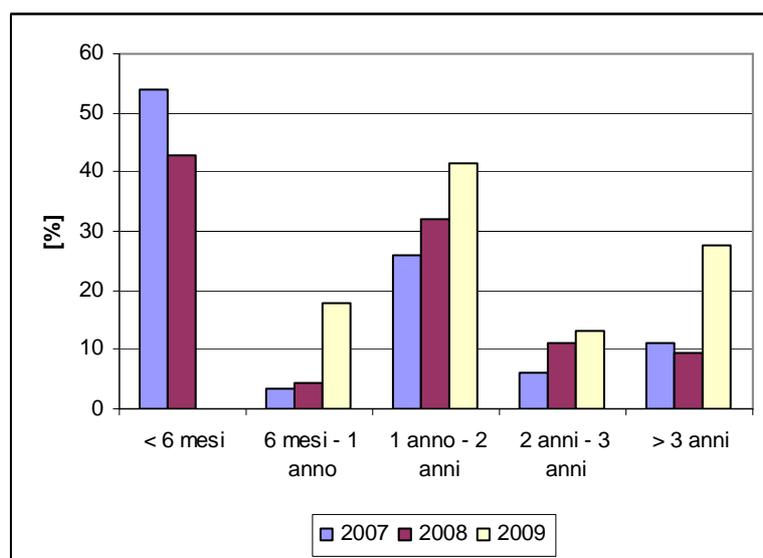
Per questo incentivo esiste sia un tetto massimo di spesa ammissibile (quella su cui calcolare la detrazione del 20%), sia un massimo detraibile, che è di 1.500 € per singolo motore ed inverter.

La detrazione non è cumulabile con agevolazioni fiscali previste da altre disposizioni di legge nazionali per i medesimi interventi. Tuttavia, è compatibile con i Titoli di Efficienza Energetica e con specifici incentivi eventualmente previsti da Regioni, Province e Comuni.

Nella tabella successiva si riportano alcuni dati relativi agli interventi sui motori elettrici incentivati negli anni 2007, 2008 e 2009.

Motore	Numero	Potenza [kW]	Consumo [GWh]	Risparmio [GWh]	Spesa [€]
2007	655	15.665	75,1	3,5	1.210.139
2008	922	21.358	105,1	4,7	1.702.484
2009	500	12.869	68,1	3,1	895.226
Totale	2.077	49.892	248,3	11,3	3.807.849

Nel grafico si riporta il tempo di ritorno degli interventi per gli stessi anni.



Tempo di ritorno per sostituzione di motori elettrici

Nel 2007, il maggior numero di interventi (più del 60%) è concentrato nell'intervallo di potenze tra 5,5 e 18 kW, con un picco per i motori da 11 kW. Questo dato è giustificabile per via del fatto che, nel passare dall'utilizzo di un motore standard ad uno ad elevata efficienza, il maggiore incremento di rendimento si ha nelle potenze medio basse. Il 54% degli interventi avrebbe avuto un tempo di ritorno inferiore ai 6 mesi e l'83% entro 2 anni.

Nel 2008 aumentano, rispetto al 2007, gli interventi incentivati e quindi aumenta anche il risparmio che viene conseguito, anche se ancora non è significativo rispetto al totale dei consumi. La distribuzione delle richieste per classi di potenza è sostanzialmente invariata, se non per il picco, che si realizza per motori di potenza 5,5 kW. Peggiorano però le valutazioni economiche, visto che

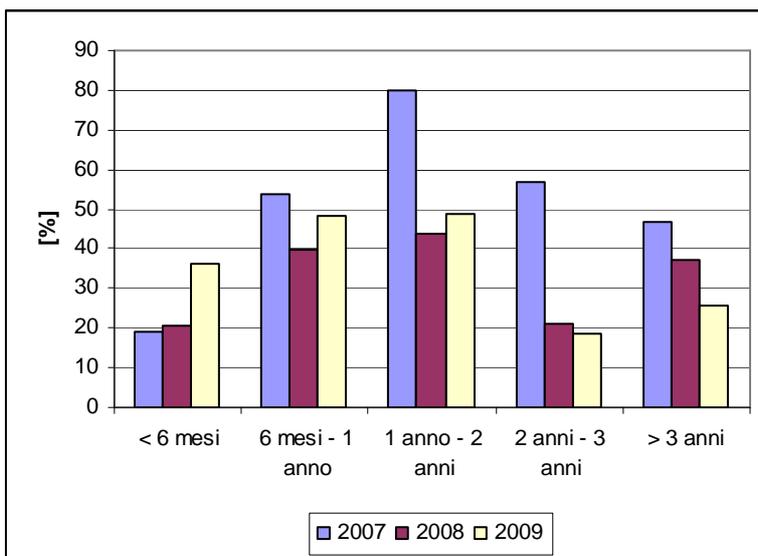
mediamente si allungano i tempi di ritorno (ad esempio, solo il 46 % degli interventi rientra in meno di 6 mesi).

Nel 2009 vi è stato un crollo degli interventi incentivati (46 % in meno rispetto all'anno precedente) ed un ulteriore peggioramento dei tempi di ritorno: solo il 60% degli interventi rientra in meno di 2 anni ed addirittura nessun intervento rientra in meno di 6 mesi.

Per quanto riguarda gli inverter, alcuni dati relativi agli anni 2007, 2008 e 2009 sono riportati nella seguente tabella.

Inverter	Numero	Potenza [kW]	Consumo [GWh]	Risparmio [GWh]	Spesa [€]
2007	1.676	41.177	169,7	38,5	5.010.366
2008	1.500	42.221	176,0	40,5	4.773.732
2009	888	24037	108,8	24,5	2.750.440
Totale	4.064	107.435	454,6	103,5	12.534.538

Nel grafico si riporta il tempo di ritorno degli interventi per gli stessi anni.



Tempo di ritorno per installazione di inverter

Nel 2007 quasi la metà degli interventi è concentrata nelle potenze tra 7,5 e 15 kW. Il 60% degli interventi si ripaga in meno di due anni e l'82% in meno di 3 anni.

Nel 2008 non vi sono differenze riguardo alla disaggregazione per classe di potenza e i tempi di ritorno rimangono sostanzialmente invariati rispetto all'anno precedente.

Nel 2009 si verifica un miglioramento sostanziale dei tempi di ritorno: il 75% degli interventi si ripaga in meno di 2 anni e l'85 entro 3 anni.

In sintesi, considerando entrambe le forme di incentivo, il risparmio complessivo ottenuto nel settore dei motori elettrici durante gli anni di applicazione degli incentivi stessi è attorno ai 16 GWh, mentre quello relazionato agli inverter è di circa 168 GWh.

Le cifre indicate sono molto basse rispetto alle potenzialità di risparmio se si pensa che, a livello tendenziale, i motori che vengono acquistati per la prima volta o che sostituiscono motori fuori uso sono circa due milioni ogni anno. Di questi, circa 1.200.000 si trovano nell'intervallo di potenza coperto dai motori ad alta efficienza, consentendo un risparmio annuo di 350 GWh.

Le ipotesi di sviluppo

La IEC (International Electrotechnical Commission) ha recentemente introdotto un nuovo standard riguardante l'efficienza energetica dei motori, la IEC/EN 60034-30, che definisce tre classi di efficienza IE (International Efficiency) per motori asincroni monofase e trifase. La classificazione precedente andava dalla classe Eff3 (la peggiore) alla classe Eff1 (la migliore). Ora i nuovi standard sono:

- IE1: Efficienza Standard (i livelli di efficienza sono fondamentalmente equivalenti ai livelli esistenti dell'EFF2 europei);
- IE2: Alta Efficienza (i livelli di efficienza sono fondamentalmente equivalenti ai livelli esistenti dell'EFF1 europei e identici agli EPAAct americani per 60 Hz);
- IE3: Premium Efficiency (una nuova classe di efficienza a livello europeo, identica alla "NEMA Premium" americana per 60 Hz).

Il Regolamento 640/2009 della Commissione Europea prevede specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici imponendo il rispetto di livelli minimi di rendimento energetico e l'applicazione di nuove norme di classificazione. Esso prevede 3 step di applicazione:

- Fase 1, 16 giugno 2011: tutti i motori dovranno avere come livello minimo di efficienza IE2.
- Fase 2, 1 gennaio 2015: i motori con potenza da 7,5 a 375 kW dovranno avere efficienza IE3, o IE2 nel caso il motore sia alimentato da inverter.
- Fase 3, 1 gennaio 2017: i motori con potenza da 0,75 a 375 kW dovranno avere efficienza IE3, o IE2 nel caso il motore sia alimentato da inverter.

Per valutare le possibilità di risparmio energetico a partire dalle suddette caratteristiche prestazionali dei motori che entreranno in commercio nei prossimi anni, è possibile riprendere le simulazioni fatte da ERSE [8].

I dati di base delle simulazioni sono i seguenti:

- o numero di motori al 2005: 11.892.000 (0,75 – 90 kW)
- o numero di motori al 2020: 13.166.000 (0,75 – 90 kW)

I risultati della simulazione sono rappresentati in tabella.

Scenario	Consumo [GWh]
2005	119.192
2020 senza std europeo	131.876
2020 con std europeo	126.969
2020 incentivato	125.381

Come si può notare, l'introduzione dello standard europeo consente una riduzione dei consumi di circa 5.000 GWh.

Ulteriori 1.500 GWh potrebbero essere risparmiati attraverso sostituzioni accelerate tali per cui al 2020 non ci sarebbero più motori poco efficienti di classe EFF3.

ERSE valuta l'investimento di sostituzione di motori vecchi con l'acquisto di un nuovo motore in due diverse condizioni [17]:

- 1) Acquisto di un nuovo motore di classe energetica elevata (IE2 o IE3) in sostituzione di un vecchio motore poco efficiente (classe IE1) ormai giunto a fine vita;

- 2) Acquisto di un nuovo motore di classe energetica elevata (IE2 o IE3) accompagnato dalla rottamazione di un motore poco efficiente (classe IE1) ancora funzionante, avendo raggiunto i 2/3 della vita utile (sostituzione forzata).

Per rendere l'analisi più corretta e concreta, sono state considerate tre taglie di motore sulle quali sono state realizzate le analisi: 2,2 kW, 5,5 kW e 15 kW. Per ogni taglia, si sono presi i dati ERSE relativi al rendimento e al prezzo medio di vendita a seconda della classe energetica di appartenenza, facendo una media fra i dati relativi ai motori a 2 e a 4 poli; si è considerato il caso di funzionamento su 1 turno, corrispondente a circa 2.000 ore annue.

In entrambe le condizioni i tempi di ritorno sono di gran lunga inferiori ai tempi di vita media del motore (10 anni in media).

Sostituzione a fine vita

	Sostituzione a fine vita Efficiente (BAT - Ipotesi I)			Sostituzione a fine vita super-Efficiente (BAT - Ipotesi II)		
	IE2/IE1 (2,2 kW)	IE2/IE1 (5,5 kW)	IE2/IE1 (15 kW)	IE3/IE1 (2,2 kW)	IE3/IE1 (5,5 kW)	IE3/IE1 (15 kW)
ΔC investimento tra caso BAT e BAU [€]	32	90	171	90	250	475
ΔC_{ANNUO} esercizio tra caso BAU e BAT [€]	43,75	62,60	103,30	69,64	110,60	196,53
Vita tecnico/economica [anni]	12			12		
Tasso di sconto [%]	3,5			3,5		
Payback time [anni]	0,8	1,6	1,75	1,4	2,4	2,6
VAN a fine vita tecnica (senza incentivi) [€]	378	498	797	563	791	1.376

Sostituzione forzata

	Sostituzione Forzata Efficiente (BAT - Ipotesi I)			Sostituzione Forzata super-Efficiente (BAT - Ipotesi II)		
	IE2/IE1 (2,2 kW)	IE2/IE1 (5,5 kW)	IE2/IE1 (15 kW)	IE3/IE1 (2,2 kW)	IE3/IE1 (5,5 kW)	IE3/IE1 (15 kW)
ΔC investimento tra caso BAT e BAU [€]	32	90	171	90	250	475
ΔC_{ANNUO} esercizio tra caso BAU e BAT [€]	43,75	62,6	103,3	69,64	110,60	196,53
Vita tecnico/economica [anni]	12			12		
Tasso di sconto [%]	3,5			3,5		
Payback time [anni]	3,3	3,7	3,8	3,2	3,6	3,6
VAN a fine vita tecnica (senza incentivi) [€]	97,8	55,4	47,7	172,7	175,8	284,0

Scenari simili possono essere definiti per gli inverter. Si ipotizza che al 2020 si arrivi a inverterizzare il 75% dei motori. Con tale ipotesi il risparmio aggiuntivo arriverebbe a 9.600 GWh.

E' stata valutata anche l'applicazione al motore elettrico di un inverter, applicato su motori di classe IE1 (per avere un margine maggiore di risparmio), prendendo in considerazione due pompe con taglia 4 kW e 45 kW (significative della attuale situazione del mercato).

Il risparmio energetico è calcolato, facendo riferimento al singolo motore, mediante confronto tra le due situazioni seguenti:

- impianto regolato usando una valvola di strozzamento (*caso B.A.U.*);
- impianto in cui al motore è stato applicato un inverter (*caso B.A.T.*).

	Inverter (4 kW)	Inverter (45 kW)
ΔC investimento tra caso BAT e BAU [€]	420	1.800
ΔC_{ANNUO} esercizio tra caso BAU e BAT [€]	340,2	2.980,8
Vita tecnico/economica [anni]	12	
Tasso di sconto [%]	3,5	
Payback time [anni]	1,3	0,7
VAN a fine vita tecnica (senza incentivi) [€]	2.770,0	26.091,0

E' anche possibile osservare che l'intervento di installazione di un inverter consente maggiori risparmi di energia primaria rispetto all'investimento di sostituzione di un motore poco efficiente con uno ad elevata efficienza; i risparmi ottenibili sono, in entrambi i casi, proporzionali alla taglia del motore stesso.

Sintetizzando i risultati ottenuti, il risparmio ottenibile applicando politiche di introduzione accelerata di azionamenti elettrici efficienti può portare ad una riduzione dei consumi di oltre 6 TWh/anno, con una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 2,7 Mt.

15 Bibliografia

- [1] International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2010
- [2] BP, Statistical Review of World Energy, 2010
- [3] International Energy Agency, World Energy Outlook, 2010
- [4] European Environment Agency, Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets in Europe, 2010
- [5] ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2008 - National Inventory Report, 2010
- [6] REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21th Century, Renewable 2010 – Global Status Report, 2010
- [7] Commissione Europea, Comunicazione, Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità, 2006
- [8] ERSE – Enea_Ricerca sul Sistema Elettrico S.p.A, Rapporto sul supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali, 2010
- [9] FIRE - Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, Considerazioni sull'applicazione del metodo di valutazione standardizzato, 2010
- [10] EURIMA-ECOFYS_VII_report_p66-_04_ANNEXES_0711.pdf e Country Report 2008 EPBD Building Platform, 2008
- [11] Autorità per l'energia elettrica e il gas, Proposte di nuove schede tecniche per la quantificazione dei risparmi di energia primaria, 2010
- [12] ASSOLTERM – Associazione Italiana Solare Termico, Position Paper Assolterm per la promozione del solare termico in Italia, 2010
- [13] CESI Ricerca, Necessità di illuminamento e stato attuale della Illuminazione Pubblica, 2009
- [14] CESI Ricerca, Le migliori tecnologie disponibili per l'Illuminazione Pubblica, 2009
- [15] NLPIP – National Lighting Product Information Program, Streetlights for Collector Roads, 2010
- [16] Autorità per l'energia elettrica e il gas, Proposte di nuove schede tecniche per la quantificazione dei risparmi di energia primaria, 2009
- [17] ERSE – Enea_Ricerca sul Sistema Elettrico S.p.A, Analisi di profittabilità dell'investimento di acquisto di Tecnologie Efficienti nel settore Residenziale, Industriale e dei Trasporti, 2010