



# **PIANO ENERGETICO AMBIENTALE DEL COMUNE DI VIGEVANO**

**Volume 3**

**Scenari energetici e  
delle emissioni di gas serra**

Agosto 2000

---

**REALIZZAZIONE A CURA DI:**

Roberto Caponio

Chiara Lazzari

Martin Ménard

Rodolfo Pasinetti

Thomas Pauschinger

Giorgio Schultze

Monika Schulz

Antonio Siciliano

# INDICE

<b>Premessa metodologica</b>	<b>1</b>
<b>1. IL RESIDENZIALE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Descrizione degli scenari utilizzati</b>	<b>3</b>
<b>1.2 L'offerta di energia</b>	<b>4</b>
<b>1.3 La sostenibilità in urbanistica e nel settore edile</b>	<b>5</b>
1.3.2 Analisi dell'attuale parco edilizio	5
1.3.3 Aggiornamento delle caratteristiche termofisiche	9
1.3.4 Impianti di riscaldamento	12
<b>1.4 Gli usi finali elettrici</b>	<b>15</b>
1.4.2 Illuminazione	15
1.4.3 Elettrodomestici	17
1.4.4 Apparecchiature elettroniche	20
1.4.5 Produzione di acqua calda sanitaria	22
<b>1.5 Evoluzione dei consumi di energia</b>	<b>23</b>
<b>1.6 Evoluzione delle emissioni</b>	<b>25</b>
<b>2. IL TERZIARIO</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Descrizione degli scenari utilizzati</b>	<b>27</b>
<b>2.3 L'offerta di energia</b>	<b>28</b>
<b>2.4 Gli usi finali elettrici</b>	<b>29</b>
2.4.2 Illuminazione di interni	29
2.4.3 Condizionamento estivo	31
2.4.4 Office equipment	31
2.4.5 Sistemi di refrigerazione per la conservazione degli alimenti	32
2.4.6 Sistemi di lavaggio biancheria/stoviglie	33
2.4.7 Produzione di acqua calda sanitaria (ACS)	34
2.4.8 Illuminazione Pubblica	34
<b>2.5 Evoluzione dei consumi di energia</b>	<b>35</b>
<b>2.6 Evoluzione delle emissioni</b>	<b>37</b>
<b>3. LE ATTIVITÀ PRODUTTIVE</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Descrizione degli scenari utilizzati</b>	<b>39</b>
<b>3.3 L'offerta di energia</b>	<b>40</b>
<b>3.4 Gli usi finali elettrici</b>	<b>41</b>
3.4.2 Illuminazione	41
3.4.3 Condizionamento	43

3.4.4	Macchine elettriche (motori)	43
<b>3.5</b>	<b>Evoluzione dei consumi di energia</b>	<b>45</b>
<b>3.6</b>	<b>Evoluzione delle emissioni</b>	<b>46</b>
<b>4.</b>	<b>I TRASPORTI E LA MOBILITÀ</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>QUADRO RIASSUNTIVO</b>	<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>Osservazioni conclusive</b>	<b>59</b>
<b>6.</b>	<b>RIEPILOGO STRATEGIE ED AZIONI</b>	<b>60</b>

## Premessa metodologica

Lo scopo di questo volume è quello di costruire i possibili scenari di intervento, per ogni settore, e di calcolare quali sono le loro conseguenze in termini di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni dei gas di serra.

Per fare questo, la metodologia utilizzata parte dal bilancio relativo alla situazione attuale (anno 1998). Nell'analisi svolta nel primo volume, per ogni grosso tematismo considerato, si è cercato, non sempre riuscendoci, di ricostruire l'insieme degli elementi che attualmente determinano il livello e le modalità di consumo per soddisfare un certo fabbisogno, permettendo così di definire lo scenario attuale (1998). Queste valutazioni hanno costituito il punto di partenza per la costruzione degli scenari futuri. Per questo si sono considerate numerose condizioni che possono determinare cambiamenti dei suddetti elementi, sia sul lato della domanda che sul lato dell'offerta di energia. In funzione del peso dei cambiamenti ottenuti e della maggiore o minore "facilità" nell'ottenerli, sono state individuate alcune ipotesi di scenario. L'obiettivo temporale a cui ci si è riferiti può essere ragionevolmente posto tra il 2008 ed il 2010.

La prima ipotesi, consiste nella costruzione dello scenario tendenziale (Business As Usual – BAU) che presuppone che non vengano messe in atto particolari azioni con la specifica finalità di cambiare le dinamiche energetiche, ma che l'evoluzione del sistema avvenga secondo meccanismi standard. Ciò non toglie, ovviamente, che anche questi meccanismi possano portare ad un beneficio in termini energetici. Per la costruzione di questo scenario si è cercato di definire quelli che saranno i livelli di utilizzo/penetrazione dei differenti dispositivi.

L'introduzione di particolari azioni e strumenti, con lo specifico scopo di portare ad una riduzione dei consumi e delle emissioni, costituisce la base dei due scenari di riduzione considerati: uno scenario di incentivi ed uno scenario di potenziale teorico.

Lo scenario di riduzione si basa su azioni ragionevolmente praticabili per il periodo considerato, ma con diversi livelli di impegno.

Lo scenario potenziale considera il potenziale massimo di riduzione raggiungibile mediante l'applicazione estesa delle iniziative contenute nelle ipotesi del precedente scenario. Lo scenario potenziale, perciò, è uno scenario realisticamente praticabile ma non può avere una collocazione alle date suddette. Il suo inserimento in questo contesto ha lo scopo di confrontare l'effetto delle misure del precedente scenario di riduzione e per evidenziare quale sia l'intervallo possibile di azione.

E' utile ricordare che le azioni e gli strumenti discussi non sempre sono traducibili in cambi di quantità o modalità di consumo energetico. In effetti ci sono azioni fondamentali che non hanno un immediato impatto ma che sono propedeutiche per altre azioni. Oppure per alcuni azioni non esistono elementi sufficienti per consentire una loro traduzione "affidabile" in termini numerici.

Ciò detto, è evidente che le analisi quantitative svolte non hanno la pretesa di completezza ma si riferiscono solo a ciò che è stato possibile trattare numericamente.

Le analisi quantitative costituiscono la terza parte del lavoro dove, con i limiti suddetti, si riprendono le azioni individuate in precedenza e si traducono in termini di nuovi consumi.

Le analisi svolte sul sistema energetico saranno accompagnate da analoghe analisi sull'evoluzione delle emissioni dei gas di serra ad esso associato. Le emissioni sono interpretate mediante l'equivalente di anidride carbonica, che considera il contributo aggregato, mediante opportuni coefficienti, dei singoli gas di serra. Per il calcolo delle emissioni conseguenti all'utilizzo delle fonti energetiche, ci si è basati sull'analisi globale di queste ultime, prendendo in considerazione tutti i passi tecnologici che, direttamente o indirettamente, si inseriscono nel ciclo di vita di un vettore energetico. Per questo motivo è stata realizzata una analisi del sistema di offerta di energia.

Attraverso questa analisi è stato in parte possibile valutare l'evoluzione passata delle emissioni dei gas di serra e valutare quale sarà la loro evoluzione futura a seguito degli interventi proposti. Non è stato però possibile valutare quale sia stata e quale sarà la variazione delle stesse rispetto al 1990, preso come anno di riferimento, in analogia con quanto stabilito dal protocollo di Kyoto.

L'impostazione metodologica descritta, la procedura di calcolo e le caratteristiche tecniche degli elementi considerati derivano dall'utilizzo del modello e del software AIRES (Analisi Integrata per

la Riduzione dell’Effetto Serra), uno strumento realizzato all’interno del “Programma di azioni a supporto dell’iniziativa delle amministrazioni locali in attuazione della convenzione quadro sui cambiamenti climatici”, finanziato dal Ministero dell’Ambiente (<sup>1</sup>). Questa iniziativa si è svolta nell’ambito delle campagne europea ed italiana “Città per la protezione del clima”, promosse da Legambiente e ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives).

---

<sup>1</sup> AIRES (1998) è uno strumento a disposizione di tutti i comuni aventi popolazione superiore alle 50.000 unità, di tutte le amministrazioni provinciali e regionali.

1. ,

## IL RESIDENZIALE

### 1.1 Descrizione degli scenari utilizzati

Come visto nei capitoli precedenti, il settore residenziale è stato oggetto, nel corso di questo lavoro, di alcuni approfondimenti, sia per quanto riguarda i consumi termici (riscaldamento in primo luogo) che i consumi elettrici. Questi approfondimenti non hanno consentito comunque di dettagliare in maniera del tutto esaustiva e completa lo "stato dell'arte" attuale degli aspetti energetici ad esso associati e di ipotizzare, con altrettanto dettaglio, dei possibili scenari di sviluppo futuro.

Le ipotesi di scenario sviluppate si riferiscono ad interventi volti alla riduzione dei consumi per riscaldamento sia mediante azioni di isolamento termico (in particolare delle superfici trasparenti) che mediante azioni volte all'efficientizzazione del parco caldaie. Inoltre, sempre per quanto riguarda gli usi finali termici, si è cercato di valutare l'ipotesi di sostituzione di parte dei sistemi tradizionali per la produzione di acqua calda mediante sistemi di sfruttamento dell'energia solare. Una certa importanza, soprattutto per la riduzione dell'emissione dei gas ad effetto serra, è stata data ad una più larga diffusione del gas metano in sostituzione del gasolio.

Per quanto riguarda gli usi finali strettamente elettrici, gli scenari riportati danno una forte enfasi all'introduzione di tecnologie più efficienti. D'altra parte, questa maggiore efficientizzazione è in competizione con la crescente diffusione di numerosi dispositivi.

Si sottolinea inoltre, che gli scenari studiati non prendono in considerazione (per mancanza di informazioni attendibili) lo sviluppo futuro della città in termini di nuove abitazioni.

E' quindi possibile che i risultati degli scenari in effetti stimino per difetto l'evoluzione dei consumi energetici della città.

## 1.2 L'offerta di energia

Nell'analisi riguardante il sistema energetico vigevanese (volume 1) è stata descritta l'evoluzione della diffusione del gas naturale nel territorio comunale. Allo stato attuale sono ancora presenti diverse utenze civili che non utilizzano tale fonte energetica. In cambio si fa ancora uso di altri combustibili come il gasolio, oppure si fa ricorso all'energia elettrica o al GPL per particolari applicazioni (ad esempio la produzione di acqua calda sanitaria). Per contro, lo sviluppo della rete di metanizzazione sembra aver raggiunto ormai quasi il 95% del territorio comunale.

Sulla base di queste considerazioni risulta quindi che esistono ancora significative possibilità di penetrazione di tale vettore energetico; le modificazioni dell'offerta di energia sono state quindi, suddivise in tre possibili scenari di sviluppo. Il primo scenario definisce lo sviluppo tendenziale delle fonti energetiche (gasolio e gas naturale). In tale scenario non si ipotizzano modifiche nella suddivisione di tali combustibili, al contrario di quanto supposto per il settore elettrico. Questa decisione è supportata dalla considerazione che la metanizzazione nel Comune di Vigevano, iniziata già a metà degli anni '70 abbia raggiunto un elevato grado di saturazione.

Lo scenario tendenziale è stato ricavato supponendo una riduzione della quota di gasolio per riscaldamento pari al 50% completamente a favore del gas naturale.

Lo scenario di potenziale massimo prevede la totale scomparsa del gasolio per usi termici.

Per quanto riguarda la produzione di ACS nel residenziale, si ipotizza inizialmente la sostituzione di scaldabagni elettrici con analoghi impianti a gas metano: nella misura del 50% per lo scenario che prevede politiche di incentivazione e della totalità degli impianti per lo scenario potenziale.

Nell'ambito di quest'ultimo scenario, si ipotizzerà inoltre l'integrazione di parte degli impianti a metano con impianti che sfruttano l'energia solare.

## 1.3 La sostenibilità in urbanistica e nel settore edile

### 1.3.2 Analisi dell'attuale parco edilizio

In questa sezione vengono fissati i criteri per ricostruire le caratteristiche energetiche degli edifici esistenti nel territorio comunale (parco edilizio) e censiti da ISTAT.

Attraverso l'elaborazione dei dati del censimento ISTAT si possono desumere, in prima analisi, alcuni parametri fondamentali circa la costituzione del parco edilizio urbano (le caratteristiche morfologiche dell'edificato, quantificato nelle varie epoche costruttive). L'attribuzione degli standard tecnologico-costruttivi caratteristici degli edifici in ciascun periodo storico è stata eseguita, in mancanza di un'apposita ricerca su campione, in maniera più o meno empirica, attribuendo prestazioni termiche alle classi tipologiche evidenziate in precedenza.

Nell'ambito di questo lavoro non è stato possibile compiere una vera e propria azione di monitoraggio sul campo per ovvi motivi di risorse. L'attività di monitoraggio resta tuttavia una delle possibili azioni da compiere in vista di una revisione del Piano Regolatore.

La ricostruzione del comportamento energetico degli edifici di Trento è stata fatta incrociando i dati relativi alle classi di edificio descritte da ISTAT con quelli relativi ai comportamenti termici specifici secondo indicazioni derivanti dalla letteratura oltre che da interviste puntuali a tecnici per ricostruirne la "memoria storica".

Si osserva, tuttavia, come questo approccio porti a risultati indicativi e non definitivi e richieda perciò, in qualche modo, un approfondimento ed un aggiornamento.

I dati relativi alle prestazioni termiche dell'edificio nelle sue condizioni iniziali sono poi stati corretti per tener conto dei possibili interventi di retrofit energetico.

Si sono considerate, in particolare, tre classi di intervento:

- sostituzione vetri singoli con doppi vetri,
- coibentazione dei sottotetti,
- sostituzione caldaie.

Le tipologie edilizie caratteristiche delle diverse epoche di costruzione si differenziano, da un punto di vista energetico, fondamentalmente per:

- la struttura urbana in cui si inseriscono (densità, rapporto con il verde);
- la loro forma (numero di piani, compattezza dell'edificio, rapporto S/V, presenza di portici o pilotis, tipo di copertura);
- le caratteristiche del loro involucro (coefficients di dispersione termica dell'involucro, rapporto superfici trasparenti/superficie opache, presenza di aggetti o logge).

Le epoche di costruzione a cui si fa riferimento sono:

<b>Epoca di costruzione</b>
Prima del 1919
Tra il 1919 e il 1945
Tra il 1946 e il 1960
Tra il 1961 e il 1975
Tra il 1975 e il 1981
Dopo il 1981

Il modello utilizzato prevede che, per ogni epoca ISTAT, vengano assegnati i valori medi delle caratteristiche termofisiche (trasmittanze) disaggregati per le parti costituenti l'involucro di un solo 'edificio - tipo' rappresentativo di ciascuna epoca, e cioè di muri di tamponamento perimetrale, coperture, basamenti del primo piano riscaldato e finestre.

I valori di trasmittanza richiesti dal modello sono stati ottenuti ‘pesando’ le diverse proprietà termofisiche sul corrispondente numero di edifici raggruppati per analoga dimensione, in ogni epoca. La distribuzione del numero di edifici suddivisi per ‘grandezza’ in ogni epoca è stata ottenuta avvalendosi del numero di abitazioni corrispondenti all’incrocio dei dati ISTAT tra numero di abitazioni dell’edificio e numero di piani dello stesso, precisamente dividendo il numero di abitazioni di ogni incrocio per il relativo numero di abitazioni dell’edificio.

**Tabelle per epoca:** numero di abitazioni ISTAT, incrocio tra n° di abitazioni e n° di piani per edificio

Note:

- il numero di piani e di abitazioni per edificio è medio tra quelli di riferimento del censimento ISTAT; per edifici con oltre 10 piani si è assunto il valore 12; per edifici con oltre 30 abitazioni si è assunto il valore 35;
- la presenza di numeri marginali non realistici sono da imputarsi agli errori riportati dallo stesso censimento, e che qui, come in altri contesti di stima su scala urbana, risultano del tutto ininfluenti.

Abitazioni <19	n° di piani/edificio				
n° di abitazioni/edificio	1	2	4	8	12
1	172	417	62	0	0
2	43	446	85	0	0
3.5	59	515	257	0	1
6.5	23	345	258	2	1
12	18	159	201	2	0
22.5	1	33	103	1	0
35	35	37	14	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>351</b>	<b>1952</b>	<b>980</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Abitazioni 19-45	n° di piani/edificio				
n° di abitazioni/edificio	1	2	4	8	12
1	353	581	56	0	0
2	103	587	68	01	0
3.5	48	493	93	4	0
6.5	19	262	238	0	0
12	4	28	153	12	0
22.5	1	54	320	25	0
35	0	1	5	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>528</b>	<b>2006</b>	<b>933</b>	<b>42</b>	<b>0</b>

Abitazioni 46-60	n° di piani/edificio				
N° di abitazioni/edificio	1	2	4	8	12
1	658	915	57	0	0
2	163	888	98	0	0
3.5	53	544	212	0	1
6.5	21	247	782	4	0
12	14	55	863	148	0
22.5	0	3	630	342	0
35	1	5	57	2	0
<b>TOTALE</b>	<b>910</b>	<b>2657</b>	<b>2699</b>	<b>496</b>	<b>1</b>

Abitazioni 61-71	n° di piani/edificio				
n° di abitazioni/edificio	1	2	4	8	12
1	416	814	43	1	
2	99	659	73		
3.5	22	286	148		
6.5	9	93	625	5	
12	13	47	1302	183	1
22.5	2	4	1132	820	20
35	1	1	288	409	
<b>TOTALE</b>	<b>562</b>	<b>1904</b>	<b>3611</b>	<b>1418</b>	<b>21</b>

<b>Abitazioni 72-81</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>n° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	141	224	22		
<b>2</b>	37	152	27		
<b>3.5</b>	16	79	42		
<b>6.5</b>	11	51	335	2	
<b>12</b>	1	80	615	2	
<b>22.5</b>	4	25	421	3	
<b>35</b>		24	92	44	1
<b>TOTALE</b>	<b>210</b>	<b>635</b>	<b>1554</b>	<b>51</b>	<b>1</b>

<b>Abitazioni &gt;81</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>n° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	162	272	23		
<b>2</b>	19	90	30		
<b>3.5</b>	31	69	33		
<b>6.5</b>	6	41	58		
<b>12</b>	3	31	238	30	
<b>22.5</b>		53	227	4	
<b>35</b>			128		
<b>TOTALE</b>	<b>221</b>	<b>556</b>	<b>737</b>	<b>34</b>	<b>0</b>

**Tabelle per epoca:** numero di edifici elaborati dalle tabelle precedenti.

<b>Edifici &lt;19</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>n° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	172	417	62		
<b>2</b>	22	223	43		
<b>3.5</b>	17	147	73		0
<b>6.5</b>	4	53	40	0	0
<b>12</b>	2	13	17	0	
<b>22.5</b>	0	1	5	0	
<b>35</b>	1	1	0		
<b>TOTALE</b>	<b>216</b>	<b>856</b>	<b>239</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>Edifici 19-45</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>n° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	353	581	56		
<b>2</b>	52	294	34		
<b>3.5</b>	14	141	27		
<b>6.5</b>	3	40	37		0
<b>12</b>	0	2	13	1	
<b>22.5</b>	0	2	14	1	
<b>35</b>		0	0		
<b>TOTALE</b>	<b>422</b>	<b>1060</b>	<b>180</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

<b>Edifici 46-60</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>N° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	658	915	57		
<b>2</b>	82	444	49		
<b>3.5</b>	15	155	61		
<b>6.5</b>	3	38	120		0
<b>12</b>	1	5	72	12	
<b>22.5</b>	0	0	28	15	
<b>35</b>		0	2		
<b>TOTALE</b>	<b>759</b>	<b>1557</b>	<b>388</b>	<b>28</b>	<b>0</b>

<b>Edifici 61-71</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>N° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	416	814	43	1	
<b>2</b>	50	330	37		
<b>3.5</b>	6	82	42		
<b>6.5</b>	1	14	96		0
<b>12</b>	1	4	109	15	
<b>22.5</b>	0	0	50	36	
<b>35</b>		0	8		
<b>TOTALE</b>	<b>474</b>	<b>1244</b>	<b>385</b>	<b>53</b>	<b>0</b>

<b>Edifici 72-81</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>N° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	141	224	22		
<b>2</b>	19	76	14		
<b>3.5</b>	5	23	12		
<b>6.5</b>	2	8	52		0
<b>12</b>	0	7	51	0	
<b>22.5</b>	0	1	19	0	
<b>35</b>		1	3		
<b>TOTALE</b>	<b>166</b>	<b>339</b>	<b>172</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>Edifici &gt;81</b>	<b>n° di piani/edificio</b>				
<b>N° di abitazioni/edificio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	162	272	23		
<b>2</b>	10	45	15		
<b>3.5</b>	9	20	9		
<b>6.5</b>	1	6	9		0
<b>12</b>	0	3	20	3	
<b>22.5</b>	0	2	10	0	
<b>35</b>			4		
<b>TOTALE</b>	<b>182</b>	<b>348</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

### 1.3.3 Aggiornamento delle caratteristiche termofisiche

Per quanto riguarda la specificità dei parametri termofisici, si sono voluti considerare gli interventi di riqualificazione che si sono verificati negli anni successivi alle realizzazioni, sia per necessarie opere di straordinaria manutenzione, sia per accresciute esigenze di comfort e di adeguamento agli standard di vita più aggiornati (questi ultimi soprattutto si riscontrano in concomitanza con il cambio dell'utenza oppure in occasione di possibili agevolazioni economiche, quali, ad esempio, il finanziamento provinciale o l'opportunità di sgravio fiscale sull'aliquota IRPEF).

Più in generale si può affermare che gli interventi di riqualificazione siano comunque avvenuti con una incidenza proporzionale al livello di anzianità di ciascun edificio.

Le elaborazioni hanno quindi mosso per l'ottenimento di valori il più possibile coerenti con l'attuale realtà vigevanese, parallelamente alla formulazione di scenari di intervento che, di conseguenza, limitino il pericolo di eventuali 'sovrastime' del risparmio energetico ottenibile con azioni di retrofit sugli edifici esistenti.

In questa fase di lavoro, la coerenza con una linea procedurale che rispetti un livello di qualità e di affidabilità dei risultati proporzionato con quello di disponibilità dei dati e con l'effettiva realizzabilità tecnica delle ipotesi di intervento (fissato il traguardo degli scenari all'anno 2010), ha imposto l'analisi di scenari di interventi di retrofit sugli involucri edilizi (*business as usual* o *incentivati* da azioni mirate) limitatamente alle casistiche di generica realizzabilità, riserbando solo in ultima analisi un'indicazione circa il potenziale massimo teorico raggiungibile, per misurare l'ordine di grandezza delle opportunità fornite da eventuali estensioni dei tempi di attuazione.

L'ipotesi di adozione di vetrocamere è sembrata percorribile, sia perché non comporta investimenti elevati, sia perché la loro utilizzazione è spesso legata anche ad esigenze di miglioramento dell'isolamento acustico degli involucri.

Non si pretende di avvalorare con scientificità numerica l'aggiornamento prestazionale del parco edifici, ma solo di *correggere*, con abbattimenti percentuali cautelativi, l'ordine di grandezza del potenziale di risparmio che altrimenti rischierebbe deludenti smentite in successive sedi operative.

Basti pensare che una buona quota di risparmio energetico è ottenibile intervenendo sugli involucri edilizi preesistenti sostituendo i vetri singoli dei vecchi serramenti (originariamente installati negli edifici fino agli anni settanta) con le attuali vetrocamere. Ma la generica ristrutturazione, anche parcellizzata, comporta spesso questo tipo di intervento, soprattutto nei centri urbani dove, come già accennato, sono anche le esigenze di isolamento acustico a richiederlo: il proposito è quello di scomputare dal potenziale accessibile la quota di sostituzioni già effettuate.

Una prima ipotesi d'aggiornamento riguarda quindi l'attuale diffusione di finestre dotate di vetrocamera nel parco edilizio costruito antecedentemente agli anni '70 (epoca a partire dalla quale l'adozione di questa tecnologia si è invece consolidata come equipaggiamento edilizio standard).

Non essendoci dati ufficiali sulle percentuali di sostituzione di vetri singoli con vetrocamere effettuate a posteriori, è stata ipotizzata la penetrazione riportata nella tabella seguente

<b>Vetri singoli sostituiti con doppi vetri</b>			
<b>Epoca di costruzione</b>	<b>1998</b>	<b>BAU</b>	<b>Tendenziale</b>
<b>&lt;1919</b>	25%	35%	45%
<b>19-45</b>	20%	30%	40%
<b>46-60</b>	10%	15%	20%
<b>61-71</b>	5%	7.5%	10%

Per le tendenze BAU dei prossimi anni è stato previsto un notevole incremento delle sostituzioni, in ragione degli stimoli dati dalle agevolazioni fiscali di questi anni. Qualora l'amministrazione Comunale provvedesse a potenziare l'entità degli incentivi (o per lo meno al perdurare della loro esecutività con proposte analoghe), le sostituzioni al 2010 potrebbero ragionevolmente raddoppiare rispetto allo scenario tendenziale.

Analogamente sono state fatte alcune considerazioni sull'isolamento e sul recupero dei sottotetti, che in molte città italiane sono realtà tipiche di questo ultimo ventennio.

E' infatti ragionevole pensare che parte delle volumetrie abitative censite dall'ultima indagine ISTAT siano collocate nei sottotetti delle vecchie falde rese agibili a seguito di recenti interventi su edifici realizzati anteriormente al 1945. E' stato quindi ipotizzato, cautelativamente, che solo il 50% delle falde originarie sia tecnicamente e "formalmente" adattabile ad abitazione mansardata (al di là di ampliamenti abusivi delle abitazioni degli ultimi piani, i quali, peraltro, è difficile che risultino conteggiati nelle schede del censimento). Di questo 50%, si è pensato che solo il 10% sia stato ad oggi adattato (con conseguente miglioramento delle proprietà termofisiche della copertura a *falda isolata all'intradosso* da computare rispetto alle performances della originaria copertura a *falda+intercapedine+soletta* di pertinenza dell'ultimo piano).

Quindi il 5% delle coperture degli edifici in esame avrebbero una trasmittanza diversa da quella originaria, mentre il 45% sarebbe recuperabile nel futuro (a discapito del relativo aumento della volumetria da riscaldare, quindi non computabile in questa sede).

Del restante 50% si è ipotizzato, sempre in modo cautelativo, un potenziale tecnicamente isolabile con semplice posa di fibre minerali in rotoli all'estradosso della soletta sottofalfa (non abitabile) pari alla sua metà, e che questo sia stato ad oggi isolato per la sua quinta parte (per esigenze di "caldo" degli appartamenti dell'ultimo piano): il 5% delle coperture in oggetto avrebbero quindi una trasmittanza diversa dall'originaria e il 20% sarebbe ancora isolabile.

La tabella seguente riassume tali ipotesi e riporta le stime previsionali "business as usual" al 2010 come pure lo scenario previsionale a seguito di azioni incentivanti.

<b>FALDE al&lt;1945</b>		<b>AI 1998</b>	<b>BAU al 2010</b>	<b>Tendenziale</b>
<b>Potenziale adattabile ad abitaz.</b>	<b>50%</b>			
Adattato: falda isolata e abitata		5%		
Da adattare		45%		
<b>Potenziale isolabile non abitabile</b>	<b>25%</b>			
Isolato		5%	15%	25%
Da isolare		20%	10%	0%
<b>Non adattabile/isolabile</b>	<b>25%</b>	25%	25%	25%
<b>TOTALE FALDE</b>		100%	50%	50%

Come tendenza BAU al 2010 le variazioni stimate risultano tali in virtù degli sgravi fiscali sull'aliquota IRPEF. Se il Comune provvedesse ad incentivare, nello specifico, l'isolamento delle falde, le previsioni anche in questo caso potrebbero raddoppiare, praticamente saturando il potenziale massimo.

Dal punto di vista termofisico, i valori delle trasmittanze medie rappresentative del parco edifici utilizzate in AIRES, sono riportati nelle tabelle seguenti.

#### Trasmittanze medie attuali (W/m<sup>2</sup>K)

<b>epoca</b>	muri	finestre	appoggio	tetti
<19	1.62	4.93	1.62	1.66
19-45	1.62	5.06	1.58	1.66
46-60	1.62	5.33	1.30	1.92
61-71	1.52	5.47	1.27	1.64
72-81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

**Trasmittanze medie scenario BAU (W/m<sup>2</sup>K)**

<b>epoca</b>	muri	finestre	appoggio	tetti
<19	1.62	4.66	1.62	1.50
19-45	1.62	4.79	1.58	1.50
46-60	1.62	5.20	1.30	1.92
61-71	1.52	5.41	1.27	1.64
72-81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

**Trasmittanze medie scenario incentivi (W/m<sup>2</sup>K)**

<b>epoca</b>	muri	finestre	appoggio	tetti
<19	1.62	4.39	1.62	1.39
19-45	1.62	4.52	1.58	1.39
46-60	1.62	5.06	1.30	1.92
61-71	1.52	5.33	1.27	1.64
72-81	1.23	4.25	1.05	0.91
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

**Trasmittanze medie scenario potenziale (W/m<sup>2</sup>K)**

<b>epoca</b>	muri	finestre	appoggio	tetti
<19	0.81	2.90	1.62	0.62
19-45	0.81	2.90	1.58	0.62
46-60	0.81	2.90	1.30	0.62
61-71	0.81	2.90	1.27	0.62
72-81	0.81	2.90	1.05	0.62
>81	0.81	2.90	0.92	0.62

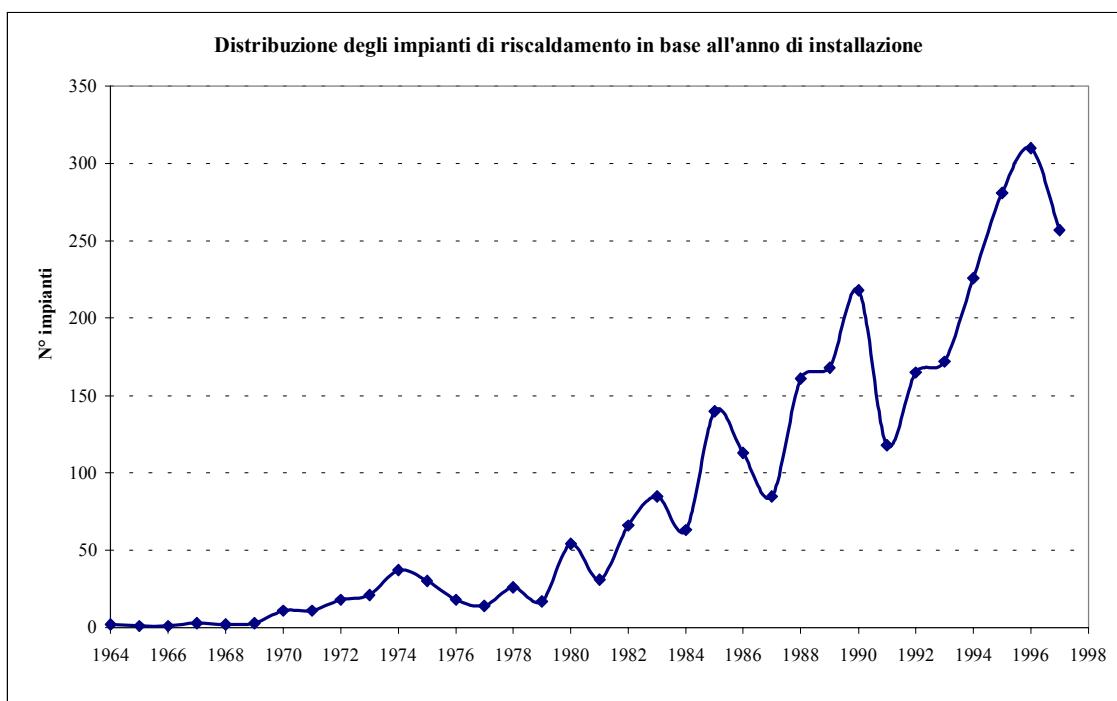
Come scenario di potenziale massimo si suppone di portare tutti i tamponamenti degli edifici allo standard prestazionale attuale (con una generica fattibilità avvalorata dal carattere relativamente "esterno" delle realizzazioni: la sostituzione delle vetrature, la realizzazione di cappotti, l'isolamento delle coperture) ad esclusione delle prime solette riscaldate, il cui scarso potenziale tecnico accessibile con interventi "esterni" si suppone bilanci quelle specificità delle casistiche di intervento su tamponamenti e sulle coperture che, di contro, non sono realizzabili.

### 1.3.4 Impianti di riscaldamento

Sempre nell'ambito di interventi di retrofit, per quanto riguarda gli impianti di riscaldamento, le elaborazioni hanno mosso dai risultati del censimento degli impianti di riscaldamento (DPR 412) da poco portato a termine dall'amministrazione comunale, ma necessitante di approfondimenti verifiche.

I dati a disposizione, infatti, basati essenzialmente su autocertificazioni e quindi non sempre attendibili, si riferiscono a circa il 40% degli impianti di riscaldamento per la residenza. Ovviamente tale base dati non ha potuto essere utilizzata per elaborazioni di carattere quantitativo, ma ha fornito comunque alcune interessanti informazioni sull'attuale parco degli impianti di riscaldamento soprattutto per quanto riguarda l'anno di installazione e la potenza.

Quasi il 34% degli impianti risulta di più o meno recente installazione (dopo il 1995). Più del 16% risale invece agli anni antecedenti il 1985: sono questi gli impianti con efficienze minori e su cui, quindi, dovrebbero concentrarsi gli interventi più urgenti e radicali di controllo, manutenzione, se non addirittura sostituzione.



Per quanto riguarda invece la potenza, il 94% del parco impianti termici non supera i 116 kW (di questo ben 85.4% sotto la soglia dei 35 kW)

Nella tabella seguente viene riassunta la situazione complessiva.

	64-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	>95	TOTALE
<=35	0.2%	1.6%	2.4%	7.9%	16.9%	25.5%	30.9%	<b>85.4%</b>
35-116	0.1%	0.6%	0.7%	1.1%	2.3%	2.0%	2.2%	<b>9.0%</b>
117-350	0.1%	0.5%	0.2%	0.5%	1.5%	0.9%	0.6%	<b>4.4%</b>
>350	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.3%	0.3%	0.2%	<b>1.2%</b>
<b>TOTALE</b>	<b>0.4%</b>	<b>3.0%</b>	<b>3.4%</b>	<b>9.6%</b>	<b>21.1%</b>	<b>28.7%</b>	<b>33.8%</b>	<b>100.0%</b>

Ripartendo il parco impianti termici secondo i due principali vettori energetici utilizzati (gasolio e gas metano), la situazione evidenziata dal censimento è quella riportata nelle tabelle a seguire.

**Gas metano**

	64-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	>95	TOTALE
<=35	0.1%	1.5%	2.3%	7.8%	17.3%	26.2%	31.9%	<b>87.2%</b>
35-116	0.1%	0.5%	0.5%	0.9%	2.1%	1.6%	1.9%	<b>7.6%</b>
117-350	0.1%	0.5%	0.2%	0.5%	1.3%	1.0%	0.5%	<b>4.1%</b>
>350	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.3%	0.3%	0.1%	<b>1.1%</b>
<b>TOTALE</b>	<b>0.3%</b>	<b>2.8%</b>	<b>3.1%</b>	<b>9.3%</b>	<b>21.0%</b>	<b>29.1%</b>	<b>34.4%</b>	<b>100.0%</b>

**Gasolio**

	64-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	>95	TOTALE
<=35	0.7%	4.2%	5.6%	8.4%	9.8%	11.2%	9.1%	<b>49.0%</b>
35-116	1.4%	3.5%	3.5%	4.9%	7.0%	8.4%	8.4%	<b>37.1%</b>
117-350	0.0%	0.7%	0.7%	1.4%	5.6%	0.0%	2.1%	<b>10.5%</b>
>350	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	1.4%	0.7%	0.7%	<b>3.5%</b>
<b>TOTALE</b>	<b>2.1%</b>	<b>8.4%</b>	<b>9.8%</b>	<b>15.4%</b>	<b>23.8%</b>	<b>20.3%</b>	<b>20.3%</b>	<b>100.0%</b>

Gli impianti a gasolio risultano, nel complesso, i più vecchi, con una percentuale del 36% circa risalente a prima del 1985 (contro un 15.4% degli impianti a metano).

In virtù di queste considerazioni, e tenuto conto del progressivo miglioramento prestazionale degli impianti dal 1975 ad oggi, è stato possibile attribuire alle differenti epoche un rendimento globale medio. La media dei rendimenti globali (prodotti dei diversi rendimenti di regolazione, distribuzione, emissione e produzione attribuiti a ciascun periodo) è stata ottenuta pesandola sul numero di impianti di ogni epoca.

<b>Rendimenti globali medi stagionali degli impianti</b>	
<b>Epoca</b>	<b>Scenario attuale</b>
<1984	0.73
1985-90	0.74
1991-98	0.78
<b>1998 (media)</b>	<b>0.75</b>

Supponendo, pari a circa 20 anni la vita media degli impianti (non solo a causa del deperimento intrinseco degli apparecchi ma anche per le crescenti esigenze di spazio, che risultano soddisfatte dalla maggiore compattezza delle caldaie più recenti), lo scenario tendenziale BAU al 2010 prevede il completamento delle sostituzioni dei generatori di calore e degli strumenti di regolazione del primo periodo considerato assieme al rinnovo del 50% delle installazioni ante 1990. Il conseguente aumento sull'efficienza media urbana è di 2 punti.

Un significativo miglioramento delle prestazioni si registra invece supponendo che gli incentivi siano rivolti all'adozione di caldaie ad altissima efficienza (caldaie a condensazione dell'ultima generazione<sup>2</sup>) sia per le sostituzioni già previste a completamento del rinnovo del parco del primo periodo, sia per l'estensione di tali sostituzioni ai generatori del secondo periodo. Tale tecnologia ha un rendimento termico prossimo ad uno (0.88).

<sup>2</sup> Come "generatori di calore ad altissimo rendimento e a bassa produzione di emissioni" si indicano le caldaie a condensazione, con sistema di regolazione collegato ad una sonda climatica esterna e agente sulla temperatura dell'acqua di caldaia.

Infine, per meglio comprendere a quanto ammonti il potenziale massimo raggiungibile con l'adozione della tecnologia migliore, si è voluto verificare numericamente quali siano gli effetti della sostituzione integrale del parco caldaie esistente oggi a Trento con tipologie a condensazione.

<b>Rendimenti globali medi stagionali degli impianti</b>		
<b>Scenario tendenziale</b>	<b>Scenario riduzione</b>	<b>Scenario potenziale</b>
<b>0.77</b>	<b>0.82</b>	<b>0.87</b>

## 1.4 Gli usi finali elettrici

In questo capitolo illustriamo l'analisi condotta sul parco dispositivi per i diversi usi finali elettrici nel settore domestico per il Comune di Vigevano al fine di valutare lo scenario attuale e la possibile evoluzione a futuro, tenendo conto di un'opportuna politica di interventi di risparmio energetico.

### 1.4.2 Illuminazione

#### *Stima del parco lampade installato*

La stima del parco lampade installato presso le utenze domestiche del Comune di Vigevano fa riferimento, in assenza di indagini sul territorio lombardo, a quanto ottenuto dalle analisi delle vendite presso i maggiori ipermercati bolognesi (vedi PEC di Bologna, 1999).

Il dato delle percentuali delle diverse lampade installate è stato convertito per un numero ridotto di tipologie di lampade rappresentative dell'intero parco, dando luogo alla seguente tabella, adoperata in AIRES per costruire lo scenario attuale delle emissioni.

**Comune di Vigevano - Illuminazione domestica: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 1998 (caso attuale)**

	% diffusione	
Incandescenti		
25 W	15%	
40 W	22%	
60 W	24%	
100 W	13%	
Fluorescenti		
Lineari		
18 W	1%	
36 W	1%	
Compatte elettroniche		
7 W	2%	
11 W	7%	
20 W	11%	
Alogene		
20 W	2%	
150 W	2%	
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	

Il consumo annuo per illuminazione per utente riportato nella tabella di ripartizione degli usi finali elettrici domestici (400 kWh/anno) è stato ottenuto pesando le diverse lampade in base alla percentuale installata e moltiplicandone la potenza assorbita per un numero medio di ore di accensione e in base al numero medio di lampade installate presso una famiglia tipo.

#### *Scenari di evoluzione del parco lampade*

Per valutare il parco lampade delle abitazioni private nel 2005-2010 si tenga conto che entro tale anno tutto il parco lampade attuale a incandescenza verrà sostituito almeno una volta (la durata delle incandescenti è in media di 1000-1500 ore per le incandescenti standard e fino a 2500-3000 ore per le alogene; quindi, per un uso medio di 3 ore al giorno, entro al massimo 3 anni si ha l'intero rinnovo del parco), quindi la penetrazione delle nuove tecnologie può venire fortemente incrementata. Si è assunto che il fabbisogno di illuminazione non cresca in futuro nelle abitazioni oggi occupate (una ridistribuzione delle lampade all'interno della casa, pensando a una buona progettazione illuminotecnica, evita di aumentare il flusso luminoso richiesto dalle sorgenti). Si sono elaborati tre scenari che tengono conto di quali scelte di politica energetica verranno attuate.

**Business as Usual (BAU):** se non viene realizzata alcuna iniziativa ulteriore a favore delle lampade a risparmio energetico (fluorescenti convenzionali o ad alimentazione elettronica) e il loro prezzo non cambia, possiamo ritenere che la quota attualmente raggiunta da tali lampade verrà a incrementarsi di pochi punti percentuali (5%), sia per un problema di accessibilità al prodotto, sia per un problema di accessibilità all'informazione (difficoltà a comprendere o ricevere l'informazione, per l'assenza di iniziative capillari rivolte alla divulgazione).

**Incentivi (RIDUZIONE):** se vengono realizzate campagne informative (limitate a 2/3 mesi ciascuna), insieme con iniziative promozionali (sconti dei produttori o dei distributori) o di DSM (buono d'acquisto o forte sconto grazie a incentivi da parte dell'azienda elettrica o del Comune), la quota installata di incandescenti può ridursi in misura consistente (25%)

**Massimo (POTENZIALE):** caso “teorico” in cui tutto il potenziale di sostituzione sia attivato (oltre il 60% di incandescenti -mantenendo tuttavia una piccola quota adoperata nei locali dove si fa scarso uso dell'illuminazione, come in sgabuzzini, bagni, garage, ecc.- e tutte le alogene) e si passi ad illuminazione a fluorescenza con alimentazione elettronica (eccetto che per i sistemi fluorescenti convenzionali già installati).

Le percentuali di lampade per i diversi scenari sono le seguenti<sup>3</sup>.

**Comune di Vigevano - Illuminazione domestica: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
Incandescenti			
25 W	14%	12%	1,5%
40 W	20%	15%	1%
60 W	23%	11%	1%
100 W	11%	6%	1%
Fluorescenti			
Linearì			
18 W	1%	2%	1%
36 W	1%	2%	1%
Compatte elettroniche			
7 W	3%	5%	15,5%
11 W	10%	17%	38%
20 W	14%	28%	40%
Alogene			
20 W	1,5%	1%	0%
150 W	1,5%	1%	0%
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

La ricaduta in termini di risparmio per gli scenari futuri è proposta nella seguente tabella.

<b>Comune di Vigevano – Consumi per illuminazione domestica nei diversi scenari [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Illuminazione</b>	<b>10273</b>	<b>9482</b>	<b>6729</b>	<b>3308</b>

<sup>3</sup> Si tenga conto che stiamo qui parlando di sostituzione “numerica”, cioè una lampada è sostituita da un'altra, anche se il flusso luminoso emesso è più alto o più basso. Poiché AIRES considera che non ci siano variazioni di fabbisogno, il numero effettivo di lampade verrà rinormalizzato in base al fatto che il flusso complessivo fornito dal parco lampade non cambi (ogni sostituzione è calibrata sul flusso che deve soddisfare).

### 1.4.3 Elettrodomestici

#### *Stima del parco installato*

Per valutare il risparmio ottenibile sul territorio comunale di Vigevano grazie all'adozione di tecnologie ad alta efficienza negli elettrodomestici bisogna in primo luogo ricostruire l'attuale parco apparecchiature installato.

Come descritto nel Volume I si è proceduto a una stima combinando insieme dati di natura e provenienza diversa, non essendo disponibile ad oggi una indagine statistica tra le famiglie del Comune.

Si è dunque effettuata una stima della penetrazione delle diverse apparecchiature sulla base dei dati ENEL e dell'indagine dell'AEM di Torino, dopodiché si è condotta una stima dell'efficienza/consumo del parco elettrodomestici attualmente installato, basandosi su:

- cataloghi dei produttori
- dati *IFR Italia* di assortimento e consumo/efficienza degli elettrodomestici sul territorio nazionale per il giugno 1995 e sul territorio della regione Emilia-Romagna nel mese di gennaio per gli anni 1997, '98 e '99
- dati ENEA di consumo/efficienza dei prodotti commercializzati di diverse marche per gli anni 1991, 1993 e 1997
- dati di vendita dei diversi prodotti presso i maggiori ipermercati del Comune di Bologna<sup>4</sup>

Riguardo alla esaustività dei dati dei prodotti sul mercato va osservato che alcuni produttori non hanno fornito dati di efficienza energetica né su catalogo né sui database ENEA o IFR. La difficoltà nel fornire informazioni tecniche potrebbe essere connessa alla politica di "terzisti", ovvero di commercializzazione "multibrand" dei propri prodotti, che avviene principalmente mediante diversi marchi per ciascuna diversa catena distributiva (includendo linee di prodotti specifiche per gli ipermercati). Dai dati che in ogni modo è stato possibile rilevare direttamente dall'etichetta degli elettrodomestici esposti, quando presente<sup>5</sup>, è possibile anche ipotizzare che buona parte di questa produzione (che spesso avviene a prezzi particolarmente convenienti) riguarda prodotti caratterizzati da una bassa efficienza energetica (classi D - G). Questa ipotesi è confortata dai risultati di una ricerca condotta in Inghilterra<sup>6</sup> che, a causa della ritrosia dei produttori "multibrand" a fornire i relativi dati tecnici, ha dovuto escluderli dall'analisi dell'evoluzione dell'efficienza energetica dei prodotti venduti. La stessa ricerca ha evidenziato che anche in Inghilterra questi prodotti hanno un'efficienza mediamente minore di quella della produzione dei marchi industriali.

I dati sono stati rielaborati in modo da poter essere gestiti dal modello AIRES per la valutazione delle emissioni, ovvero per ogni tipologia di elettrodomestico sono state individuate le percentuali di installato per ogni classe di efficienza energetica così come definita dalla normativa europea. Per quanto riguarda gli apparecchi per la refrigerazione si sono considerate quattro categorie di prodotti (quelle più diffuse e commercializzate) di cui si è stimato il volume medio di refrigerazione: frigoriferi con lo scomparto per la conservazione dei cibi surgelati (a 3 stelle, volume equivalente di 200 litri), frigocongelatori (a 4 stelle, 380 l), congelatori verticali (400 l) e congelatori orizzontali (450 l).

Per le lavatrici si sono considerate quelle di capacità pari a 5 kg (le più diffuse), per un numero annuo di lavaggi pari a 250 (ciclo cotone a 60°C).

Per le lavastoviglie si sono considerate quelle da 12 coperti, per un numero di 220 lavaggi annui. Le stime di ripartizione nelle diverse classi di efficienza sono indicate nella tabella seguente.

<sup>4</sup> Piano Energetico di Bologna - Aggiornamento del bilancio delle emissioni e strategie locali per un uso razionale dell'energia (1999)

<sup>5</sup> Nel corso di questi sopralluoghi si è notato che sui frigoriferi e sui congelatori non sempre l'etichetta è presente come dovrebbe (anche se in alcuni casi si tratta di manufatti prodotti prima del 1996 ed ancora oggi esposti, per i quali l'etichetta energetica non è obbligatoria).

<sup>6</sup> *Transforming the UK Cold Market, Decade*, University of Oxford, May 1997 p. 14-15.

Comune di Vigevano - Stima del parco elettrodomestici installato (1998)							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	0	0	25	40	30	5	0
Frigoriferi con congelatore	0	3	35	39	16	6	1
Congelatore	0	0	0	15	25	30	30
Lavabiancheria	2	10	33	35	10	5	5
Lavastoviglie	0	0	20	26	24	18	17

Dai valori indicati nella tabella si è ricavato il consumo medio di ciascuna apparecchiatura effettuando una media pesata. I valori di consumo medio sono quelli riportati nella tabella del bilancio degli usi finali domestici, illustrata nel Volume I.

### Scenari di evoluzione del parco elettrodomestici

L'evoluzione dei consumi e dell'efficienza energetica del parco elettrodomestici installato è determinata sia dal ritmo di sostituzione dei vecchi elettrodomestici sia dall'efficienza energetica dei nuovi prodotti acquistati.

Nelle tabelle che seguono sono presentati tre scenari diversi di evoluzione della distribuzione per classi di efficienza degli elettrodomestici installati nei prossimi 5-10 anni. In generale possiamo ipotizzare che in questo periodo verranno sostituiti circa il 50% degli elettrodomestici oggi installati. In tutti e tre gli scenari si è assunta una variazione nella penetrazione dei diversi elettrodomestici così come segue:

- per i frigoriferi a 3 stelle riduzione del 40%
- per i frigocongelatori incremento del 25%
- per i congelatori aumento del 90%
- per le lavatrici incremento del 5%
- per le lavastoviglie incremento del 50%.

Il primo scenario, "Business as usual" (BAU), è quello che si prevede in assenza di una qualsiasi politica rivolta all'incentivazione delle tecnologie efficienti (evoluzione naturale del mercato). Il miglioramento dell'efficienza degli elettrodomestici seguirà un tasso di sostituzione e di innovazione dei prodotti sostituiti abbastanza simile a quello che si è avuto fino ad oggi<sup>7</sup>.

Comune di Vigevano - Stima del parco elettrodomestici al 2005-2010 Scenario Business as usual (BAU)							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	0	4,5	49,5	30,5	15,5	0	0
Frigoriferi con congelatore	1,9	8	50,3	29,9	9,9	0	0
Congelatore	0	0	5	25	31	24	15
Lavabiancheria	3,9	15	43,8	30,3	7	0	0
Lavastoviglie	0,1	1,5	20,5	35	18	15	9,9

<sup>7</sup> Anzi alcune stime recenti (da interviste dirette ai rivenditori) fanno temere che l'introduzione degli standard di efficienza energetica comporti la dismissione rapida dal mercato dei residui di magazzino con forti sconti sui prodotti delle classi di efficienza più basse. Ciò potrebbe forse anche indurre a un peggioramento del parco dispositivi installato nei prossimi 2 anni.

Il secondo scenario (Riduzione), "con incentivi", è una stima della distribuzione che potrebbe ottersi nel caso in cui venissero applicati gli incentivi minimi elaborati dal governo, legati alla promozione della produzione ad alta efficienza o in alternativa alla rottamazione incentivata attuata a scala comunale dei vecchi apparecchi per l'acquisto di prodotti di efficienza energetica pari ad almeno alla classe C o superiore. Non si attribuisce a questi incentivi una profonda efficacia per la scarsa influenza dimostrata dalla variabile prezzo sulla diffusione di prodotti più efficienti. Si sta qui anche prevedendo che gli incentivi vengano attivati senza il supporto di una politica più complessiva di informazione e di diffusione delle competenze, necessaria alla valorizzazione dell'etichettatura energetica e all'efficacia degli incentivi stessi.

Comune di Vigevano - Stima del parco elettrodomestici al 2005-2010 Scenario RIDUZIONE							
Tipologia di elettrodomestico	Classi di efficienza energetica (%)						
	A	B	C	D	E	F	G
Frigoriferi senza congelatore	3,8	16,2	52,5	20	7,5	0	0
Frigoriferi con congelatore	5,3	21,1	58	13,4	2,2	0	0
Congelatore	1	6,7	32,4	22,4	16,5	13,5	7,5
Lavabiancheria	8	26,4	41,1	22,4	2,1	0	0
Lavastoviglie	3	7	26	44	10	6	4

L'ultimo scenario proposto è quello che si stima possa essere attuato se si rinnova interamente il parco dispositivi, passando ad elettrodomestici tutti di classe A: scenario di massimo risparmio (POTENZIALE). Quest'ultimo scenario è teorico, in quanto non segue una logica di mercato, ma evidenzia quale sia il margine di risparmio raggiungibile da politiche sempre più spinte sull'alta efficienza.

Tali politiche terranno conto di incentivi consistenti, con il coinvolgimento oltre che dei produttori anche dei rivenditori, il lancio di azioni di *procurement*<sup>8</sup>, l'introduzione di agevolazioni finanziarie all'acquisto e all'introduzione a breve termine di standard minimi di efficienza capaci di escludere dalla vendita i prodotti con una efficienza energetica bassa.

La variazione dei consumi e il risparmio energetico ottenibile per i diversi scenari sono descritti nella seguente tabella di sintesi.

Comune di Vigevano – Consumi degli elettrodomestici nei diversi scenari [MWh/anno] (1998-2005/2010)				
Usi finali	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Refrigerazione	15514	18298	16607	9909
Lavatrice	8372	8162	7808	5388
Lavastoviglie	2259	3301	3033	1908

<sup>8</sup> Con il termine *procurement* si intende che un gruppo d'acquisto (per es. una banca con le sue agenzie, gli inquilini di un quartiere o di un complesso edilizio popolare o gestito da una stessa amministrazione, una catena di alberghi o negozi o ipermercati, ecc.) propone alle aziende di produrre dispositivi con caratteristiche innovative non ancora presenti sul mercato (in particolare con prestazioni di efficienza energetica molto spinte). L'azienda viene ripagata dei costi sostenuti nella ricerca e realizzazione del nuovo prodotto grazie a una quota garantita di acquisti da parte del gruppo stesso.

#### 1.4.4 Apparecchiature elettroniche

##### *Stima del parco installato di apparecchiature elettroniche*

Non essendo disponibili dati derivati da indagini campionarie sulle caratteristiche energetiche delle apparecchiature elettroniche installate presso l'utenza domestica, si è proposto il quadro seguente:

**Comune di Vigevano – Apparecchiature elettroniche ad uso domestico: ripartizione percentuale delle diverse tipologie al 1998 (caso attuale)**

	<b>% diffusione</b>
TV	
Bassa Efficienza	30
Media Efficienza	45
Alta efficienza	25
VCR	
Bassa Efficienza	20
Media Efficienza	60
Alta efficienza	20
PC	
Bassa Efficienza	80
Media Efficienza	20
Alta efficienza	0

Nelle valutazioni di consumo annuo dei diversi dispositivi per ogni singola utenza si è ipotizzato che il numero d'ore d'uso giornaliero per i televisori sia pari a 8, per i VCR sia di 3 ore e il numero d'ore d'uso dei PC sia di 2<sup>9</sup>.

##### *Scenari di evoluzione del parco dispositivi elettronici*

La voce di consumo per apparecchiature elettroniche è quella che subirà i maggiori incrementi nei prossimi anni, sia per una maggiore dimestichezza all'uso da parte di utenti di tutte le età, sia per un aumentato interesse a beni non primari. Tralasciando la possibilità di diffusione di nuove tecnologie (sistemi digitali di comunicazione via satellite, decodificatori di pay-TV, lettori video digitali, ecc.) che probabilmente entro il 2005-2010 non presenteranno una penetrazione superiore a qualche punto percentuale, il processo ad oggi in corso di forte riduzione dei prezzi dei computer e di diffusione di massa del collegamento telematico ci porta a ritenere che relativamente alle tecnologie illustrate nei paragrafi precedenti si avrà un forte incremento della percentuale di penetrazione.

Dal punto di vista dell'efficienza energetica del parco dispositivi elettronici che saranno presenti nelle abitazioni private del Comune di Vigevano nel 2005-2010 abbiamo tenuto conto che il tasso di ricambio per tali dispositivi è superiore rispetto ai grandi elettrodomestici (intorno ai 7/8 anni per TV e VCR e ai 5/6 anni per i PC) e che il mercato ha una rapida evoluzione tecnologica, per cui tende a includere sistemi di limitazione dei consumi. Questo non implica che non saranno necessarie campagne di informazione o incentivi, in quanto in ogni caso il tema del risparmio è sottovalutato sia da produttori che da rivenditori (è considerato un "optional" del dispositivo) e l'attivazione delle modalità di risparmio degli apparecchi è lasciata alla consapevolezza dell'utente. Le tecnologie per apparecchiature elettroniche domestiche energeticamente più efficienti non comportano extracosti al momento dell'acquisto, eccetto il caso dello standby a basso consumo per TV e VCR (1 W). Ne risulta che una buona campagna informativa (tramite brochure o consulenza presso uno sportello energetico) può essere sufficiente per stimolare una risposta dell'utenza. In ogni caso si tratta di attivare i produttori nel dare al tema il giusto peso vista l'attuale assenza di una normativa sull'argomento (in verità è stato condotto uno studio tra i Paesi dell'UE per verificare l'attuale situazione tecnologica e di consumi nel settore delle apparecchiature

<sup>9</sup> L'ipotesi è sostenuta dalle risposte all'indagine condotta dall'AEM di Torino su un centinaio di proprie utenze (rapporto in preparazione, 2000).

elettroniche ad uso domestico; è in corso la valutazione dell'adozione di standard di efficienza o la predisposizione dell'etichettatura anche di questi prodotti).

Si sono considerati tre scenari:

- *Business as Usual* (BAU), che tiene conto di un'evoluzione "naturale" del mercato (senza forme di incentivazione)
- *Incentivi* (RIDUZIONE), che tiene conto degli effetti di campagne di informazione agli utenti e di un'eventuale etichettatura, oppure di un premio o una promozione di prodotti ad alta efficienza
- *Potenziale tecnico* (POTENZIALE), che tiene conto del rammodernare tutto l'attuale parco apparecchiature per sostituirlo con prodotti ad alta efficienza.

Per ognuno degli scenari si è tenuto conto dell'aumento di penetrazione delle diverse tipologie di dispositivi (tanto da superare largamente il 100% nel caso del televisore, in quanto è ormai consuetudine trovare famiglie che possiedono almeno 2 televisori):

- aumento del 15% di penetrazione dal 1998 al 2005-2010 per i televisori
- aumento dell'80% di penetrazione dal 1998 al 2005-2010 per i videoregistratori
- aumento del 110% di penetrazione dal 1998 al 2005-2010 per i computer.

La ripartizione sulle diverse classi di efficienza per ogni scenario è sintetizzata nella seguente tabella.

**Comune di Vigevano – Apparecchiature elettroniche domestiche: ripartizione percentuale di diffusione delle diverse tipologie di dispositivi al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>TV</b>			
Bassa Efficienza	20	5	0
Media Efficienza	50	45	0
Alta efficienza	30	50	100
<b>VCR</b>			
Bassa Efficienza	10	5	0
Media Efficienza	65	50	0
Alta efficienza	25	45	100
<b>PC</b>			
Bassa Efficienza	60	20	0
Media Efficienza	30	20	0
Alta efficienza	10	60	100

La ricaduta in termini di risparmio per gli scenari futuri è proposta nella seguente tabella.

<b>Comune di Vigevano – Consumi per apparecchiature elettroniche domestiche nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>TV</b>	<b>7087</b>	<b>8019</b>	<b>7543</b>	<b>6730</b>
<b>VCR</b>	<b>1139</b>	<b>1931</b>	<b>1730</b>	<b>1251</b>
<b>PC</b>	<b>523</b>	<b>1004</b>	<b>761</b>	<b>616</b>

### 1.4.5 Produzione di acqua calda sanitaria

#### *Stima del parco installato di scaldabagni*

Non essendo disponibili dati derivati da indagini campionarie sulle caratteristiche energetiche delle apparecchiature installate presso l'utenza domestica, si è deciso di lavorare partendo dal fabbisogno di ACS per un utente medio, ragionando su quali interventi possano ridurre il consumo stimato.

La stima dei consumi elettrici degli scaldabagni è proceduta in parallelo con quella dei consumi degli altri vettori energetici destinati alla produzione di acqua calda sanitaria ad uso domestico: gas metano e gpl (vedi Volume 1). Si è assegnato un consumo per scaldabagno elettrico di 1504 kWh/anno, stimato ragionando su un caso medio di utilizzo di 30 l/persona di acqua calda che viene scaldata da 15°C a 50°C, per una famiglia tipo di 2,7 persone (con un coefficiente di rendimento dell'apparecchio pari a 0,8 che tiene conto delle perdite di calore dello scaldabagno, nonché lungo le tubazioni). Per la diffusione degli scaldabagni presso gli utenti elettrici si è considerato il dato riportato dall'analisi ENEL per la regione Lombardia, incrementato di alcuni punti percentuali per tenere conto della realtà urbana di Vigevano dove la metanizzazione raggiunge circa l'80% dell'utenza allacciabile (vedi nel Volume 1 l'analisi degli usi finali domestici).

#### *Scenari di evoluzione del parco scaldabagni*

Gli scenari che si sono elaborati tengono conto da un lato di interventi di riduzione dei consumi (installazione di timer, con conseguente limitazione dei consumi al 70% degli attuali per gli utenti che adottano tale tecnologia) e dall'altro di interventi di sostituzione con un altro vettore energetico (vista la penetrazione del gas metano nella città di Vigevano a oltre il 95% del territorio, prospettiamo che la sostituzione dell'elettrico avvenga con il gas). Nel caso dello scenario tendenziale (in assenza di incentivi) il mercato non offrirà incentivi né alla diffusione del gas (che è stazionaria infatti negli ultimi anni secondo i dati dell'ASM), né a quella dei timer (la consapevolezza degli utenti e degli installatori rispetto a questa tecnologia è assai scarsa e paragonabile a quella di diversi anni fa rispetto alle lampade CFL). Nello scenario di attivazione di politiche rivolte al risparmio si può ipotizzare che un 50% degli attuali utenti di ACS a elettrico passi al gas metano e che dei rimanenti utenti elettrici di ACS un 20% adotti i timer (grazie a campagne di informazione e promozione). Nello scenario POTENZIALE, tutti gli utenti con scaldabagni elettrici passano all'uso di scaldabagni a gas metano, ritenendo che la penetrazione del gas sia completa per l'intera città.

Si sono dunque fatte le seguenti ipotesi di penetrazione dello scaldabagno elettrico per i diversi scenari:

Comune di Vigevano – Percentuale di penetrazione degli scaldabagni elettrici per i diversi scenari - (1998-2005/2010)				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Scaldabagni elettrici</b>	19%	19%	9,5%*	0

\* di cui il 20% è dotato di timer

Il consumo di energia elettrica per la produzione di ACS nei diversi scenari è il seguente.

Comune di Vigevano – Consumi per scaldabagni elettrici domestici nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Scaldabagni elettrici</b>	7418	7418	3486	0

## 1.5 Evoluzione dei consumi di energia

In base alle caratteristiche dei differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1998, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati in forma disaggregata per uso finale e per vettore energetico nella tabella seguente.

<b>Consumo energetico</b>	<b>Attuale</b>	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
<b>Illuminazione</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	10273	9482	6729	3308
<b>Riscaldamento</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	1505	1505	1505	1505
Gas naturale (Mmc)	37,8	36,4	34,4	26,1
Gasolio (ton)	7131	6876	2904	0
<b>Condizionamento*</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	216	250	250	250
<b>ACS</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	7418	7418	3486	0
Gas naturale (Mmc)	3,3	3,3	3,7	4,2
Gasolio (ton)	126	126	63	0
GPL (Ton)	117	117	117	117
Solare (TJ)	0	0	0	0
<b>Cucina</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	1846	1846	1846	1846
Gas naturale (Mmc)	1,2	1,2	1,2	1,2
GPL (ton)	271	271	271	271
<b>Frigorifero</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	2629	1433	1328	804
<b>Frigo-congelatore</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	9951	11565	10594	6673
<b>Congelatore</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	2934	5300	4685	2433
<b>Lavatrice</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	8372	8162	7808	5388
<b>Lavastoviglie</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	2259	3301	3033	1908
<b>TV</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	7087	8019	7543	6730
<b>VCR</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	1139	1931	1730	1251
<b>PC</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	523	1004	761	616
<b>Altro</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	10397	10397	10397	10397

\* c'è da attendersi che l'uso domestico dei condizionatori d'aria avrà un incremento notevole nei prossimi anni (150%), tuttavia visti gli scarsi consumi di questa voce non abbiamo elaborato scenari di risparmio per tale uso finale

Nella tabella successiva vengono presentati i consumi complessivi in forma aggregata per singolo vettore energetico.

<b>Consumo energetico (tep)</b>	<b>Attuale</b>	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
Energia elettrica	5723	6184	5331	3732
Gas naturale	34898	33743	32456	25988
Gasolio	7402	7142	3026	0
GPL	388	388	388	388

	<b>Attuale</b>	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
Consumi (tep)	48450	47470	41214	30122
Variazione su tendenziale (tep)			-6255,6	-17348,4
Variazione su attuale (%)		-2,0	-14,9	-37,8

## 1.6 Evoluzione delle emissioni

Le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente calcolate per i diversi scenari sono riassunte nella tabella successiva disaggregandole per usi finali.

Emissioni CO <sub>2</sub> equiv. (ton)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Illuminazione</b>	6773	6252	4436	2181
<b>Riscaldamento</b>	115559	111348	92623	62753
<b>Condizionamento</b>	142	356	356	356
<b>ACS</b>	13489	13489	11716	10284
<b>Cucina</b>	4858	4858	4858	4858
<b>Frigorifero</b>	1733	945	875	530
<b>Frigo-congelatore</b>	6561	7625	6985	4399
<b>Congelatore</b>	1935	3494	3089	1604
<b>Lavatrice</b>	5520	5381	5148	3553
<b>Lavastoviglie</b>	1490	2176	2000	1258
<b>TV</b>	4672	5287	4973	4437
<b>VCR</b>	751	1273	1141	825
<b>PC</b>	345	662	502	406
<b>Altro</b>	6855	6855	6855	6855

E' evidente la presenza di alcuni usi finali il cui aumento tendenziale dei consumi, causato da una maggiore penetrazione nel settore residenziale, non viene recuperato dalle azioni di efficientizzazione. D'altra parte, ci sono usi che non presentano una tendenza alla crescita in quanto sono già in saturazione e per questi si notano interessanti possibilità di diminuzione delle emissioni (si veda, ad esempio, il riscaldamento oppure l'illuminazione).

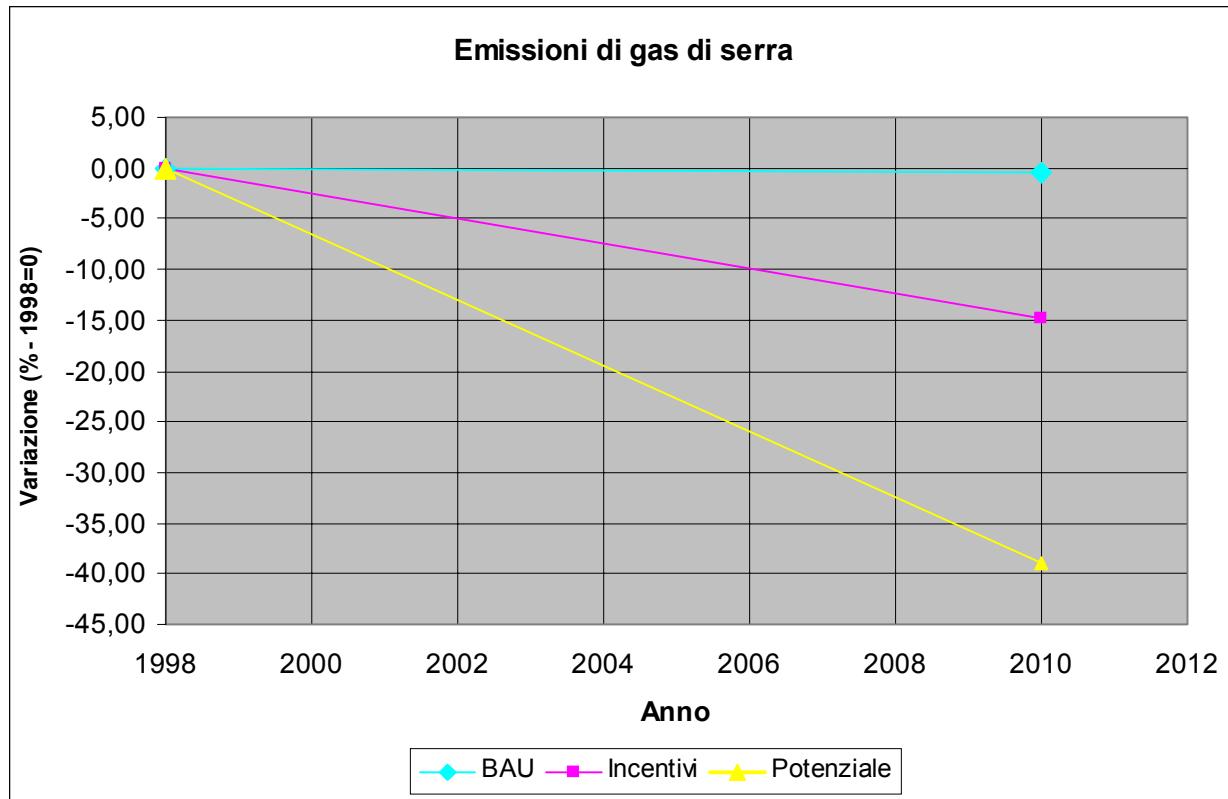
Di seguito riportiamo la disaggregazione in usi elettrici ed usi termici, assegnando a quest'ultima categoria gli usi per riscaldamento, acqua calda sanitaria e cucina.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Usi termici</b>	133906	129695	109197	77895
<b>Usi elettrici</b>	38985	42515	38568	28612

Si nota che, in aggregato, le azioni delineate con lo scenario Riduzione consentono di recuperare anche per gli usi elettrici gli aumenti tendenziali delle emissioni al 2008, riportandoli al di sotto dei valori del 1998. E' inoltre interessante la riduzione, anche tendenziale, associata agli usi termici, dovuta all'incremento dell'efficienza ed alla diminuzione della quota di gasolio.

Prendendo il 1998 come anno di riferimento, gli interventi previsti comportano una riduzione sostanziale che si attesta attorno al 15% per lo scenario di riduzione, con una diminuzione di 24500 ton rispetto al tendenziale.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Emissioni (ton)</b>	170682	169809	145365	104107
<b>Variazione su tendenziale (ton)</b>			-24445	-65702
<b>Variazione su attuale (%)</b>	0.0	-0,51	-14,83	-39,01



Come risulta evidente dal grafico, il potenziale di riduzione massimo è molto alto. D'altra parte questo potenziale deriva anche da una completa revisione del parco edilizio e, quindi, non potrà essere assolutamente raggiunto a breve. Resta il fatto, comunque, che il residenziale si conferma un settore con ampi margini di azione e con buone possibilità di riuscita.

In base a ragionevoli stime, elaborate anche sulla base di studi effettuati in realtà simili per caratteristiche climatiche territoriali e urbane a quella vigevanese, si può supporre che nel Comune suddetto almeno un 20% delle utenze residenziali complessive risultino idoneo all'installazione di impianti solari per la produzione di ACS.

Sulla base di tale assunzione e considerando il fatto che, mediamente, un impianto solare tipo è in grado di soddisfare il 60% del fabbisogno annuo di Acs per persona, si ottiene una riduzione dei consumi di gas metano per produzione di ACS pari al 12% circa. Supponendo di introdurre tale intervento nello scenario potenziale si otterebbe 17 TJ di energia solare corrispondenti ad un risparmio sui consumi per produzione di ACS del 12% e dell'1,4% sui consumi complessivi del settore. In termini di emissioni, l'introduzione di sistemi di sfruttamento dell'energia solare incrementerebbero la riduzione delle emissioni di un 1,1%.

Nella tabella seguente vengono sintetizzati i nuovi risultati.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Emissioni (ton)</b>	170682	169809	145365	102914
<b>Variazione su tendenziale (ton)</b>			-24445	-66895
<b>Variazione su attuale (%)</b>	0,0	-0,5	-14,8	-39,4

## 2. IL TERZIARIO

### 2.2 Descrizione degli scenari utilizzati

Gli scenari considerati ipotizzano, per la parte elettrica, un ulteriore incremento dell'utilizzo di apparecchiature elettroniche come pure degli impianti di condizionamento estivo. Non si quantificano, invece, possibili incrementi del numero di attività terziarie. Questo può risultare in una sottostima dei consumi e delle emissioni complessivi. Nel paragrafo finale sulle emissioni si tenterà tuttavia di offrire una stima del possibile incremento dei consumi elettrici associati alle nuove aree di espansione previste dal PRG: questo consentirà di verificare se gli interventi rivolti alla riduzione sulle emissioni e i possibili incrementi associati al nuovo costruito risultino compatibili rispetto ai parametri di Kyoto.

Come per il residenziale, si dà enfasi all'introduzione di tecnologie più efficienti. In questo caso si introducono anche sistemi di controllo come i dimmer per l'illuminazione.

Per quanto riguarda i sistemi di refrigerazione e di lavaggio i dati di letteratura ci consentono di descrivere delle possibili variazioni in base all'incremento dell'efficienza dei nuovi impianti.

Per i sistemi di raffrescamento si considera la possibilità di azioni volte al miglioramento, oltre che degli impianti in se', anche della gestione ed al controllo dei sistemi stessi. Si ipotizza, inoltre, lo sviluppo di accorgimenti atti al controllo microclimatico passivo degli edifici. Tutti questi elementi vengono riassunti come incremento di efficienza.

Per quanto riguarda il riscaldamento, in generale valgono le considerazioni fatte per il residenziale. Non avendo a disposizione delle informazioni specifiche riguardanti le caratteristiche termofisiche degli edifici adibiti a terziario, si è supposto, in prima approssimazione, che l'effetto sui consumi degli interventi sugli involucri degli edifici adibiti a terziario sia simile all'effetto sui consumi degli stessi interventi nel residenziale come in precedenza analizzato. Ciò è senz'altro vero per il terziario inserito in edifici ad uso misto.

Analogamente, per i sistemi di riscaldamento valgono le stesse considerazioni fatte per il residenziale e ad esse si rimanda.

Una certa importanza, soprattutto per la riduzione dell'emissione dei gas ad effetto serra, è rivestita dall'ulteriore diffusione del gas metano in sostituzione del gasolio. Inoltre, sempre per quanto riguarda gli usi finali termici, si è valutata l'ipotesi di sostituzione di parte dei sistemi tradizionali per la produzione di acqua calda mediante altri sistemi di sfruttamento dell'energia.

Nella valutazione degli scenari, si terrà inoltre in considerazione lo sviluppo di alcune aree ad uso Terziario, così come previsto dal PRG.

## 2.3 L'offerta di energia

Nell'analisi riguardante il sistema energetico vigevanese (volume 1) è stata descritta l'evoluzione della diffusione del gas naturale nel territorio comunale. Allo stato attuale sono ancora presenti diverse utenze civili che non utilizzano tale fonte energetica. In cambio si fa ancora uso di altri combustibili come il gasolio, oppure si fa ricorso all'energia elettrica o al GPL per particolari applicazioni (ad esempio la produzione di acqua calda sanitaria). Per contro, lo sviluppo della rete di metanizzazione sembra aver raggiunto ormai quasi il 95% del territorio comunale.

Sulla base di queste considerazioni, le modificazioni dell'offerta di energia sono state suddivise in tre possibili scenari di sviluppo in completa analogia con le considerazioni svolte per il settore residenziale. Il primo scenario definisce lo sviluppo tendenziale delle fonti energetiche (gasolio e gas naturale). In tale scenario non si ipotizzano modifiche nella suddivisione di tali combustibili, al contrario di quanto supposto per il settore elettrico. Questa decisione è supportata dalla considerazione che la metanizzazione nel Comune di Vigevano, iniziata già a metà degli anni '70 abbia raggiunto un elevato grado di saturazione.

Lo scenario tendenziale è stato ricavato supponendo una riduzione della quota di gasolio per riscaldamento pari al 50% completamente a favore del gas naturale.

Lo scenario di potenziale massimo prevede la totale scomparsa del gasolio per riscaldamento. Per quanto riguarda la produzione di ACS nel terziario, si ipotizza una graduale penetrazione degli scaldabagni a gas a scapito delle apparecchiature elettriche secondo le percentuali valutate nel paragrafo sugli usi finali elettrici.

## 2.4 Gli usi finali elettrici

In questo capitolo illustriamo l'analisi condotta sul parco dispositivi per i diversi usi finali elettrici nel settore terziario per il Comune di Vigevano al fine di valutare lo scenario attuale e la possibile evoluzione a futuro, tenendo conto di un'opportuna politica di interventi di risparmio energetico.

### 2.4.2 Illuminazione di interni

#### *Stima del parco attuale di lampade installate*

Descriviamo ora la ripartizione percentuale del parco sorgenti luminose installate nelle utenze del terziario. Non essendo in possesso di dati di vendita e non avendo effettuato indagini sul campo, ci siamo basati sull'esperienza acquisita da *Ambiente Italia srl* negli studi di energy-audit condotti su diversi edifici, nonché sugli studi riportati in letteratura. Si tratta evidentemente di stime, che hanno lo scopo di riconoscere l'efficacia di interventi di risparmio. Le caratteristiche del parco odierno, insieme ai relativi consumi, individuano lo scenario "caso attuale" per l'illuminazione nel terziario adoperato in AIRES per calcolare le emissioni. Gli scenari al 2005-2010 verranno costruiti a partire da variazioni del fabbisogno di illuminamento e da sostituzioni dell'attuale parco lampade con sorgenti più efficienti. L'effetto dei sistemi di controllo (sensori di presenza, dimmer) si traduce in una riduzione del fabbisogno complessivo di illuminazione.

Nella ripartizione percentuale delle diverse tipologie di lampade si è tenuto conto della varietà di esigenze di illuminazione evidenziate dal terziario: illuminazione generale nei locali ad uso ufficio, nelle scuole o negli esercizi commerciali (fluorescenza o alogene), illuminazione d'accento di vetrine (incandescenti, alogene, ioduri metallici), centri sportivi (ioduri metallici, fluorescenti).

**Comune di Vigevano - Illuminazione terziario: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 1998 (caso attuale)**

	Diffusione %
Incandescenti	
100 W	7%
Fluorescenti	
Lineari	
36 W	35%
58 W	30%
Lineari elettroniche	
36 W	3%
58 W	3%
Compatte elettroniche	
20 W	2%
Alogene	
20 W	10%
150 W	5%
Ioduri metallici	
150 W	5%
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>

La percentuale di fluorescenza nel terziario è in generale ampia, tuttavia sussiste una buona percentuale di risparmio attivabile grazie all'alimentazione elettronica, sia soprattutto grazie ai sistemi di controllo (il numero di ore d'accensione dei sistemi di illuminazione in molte situazioni è elevato).

### *Scenari di evoluzione del parco lampade installato*

La valutazione degli scenari del parco lampade al 2005-2010 considera sia eventuali incrementi di fabbisogno sia la possibilità di penetrazione delle nuove tecnologie (essenzialmente illuminazione fluorescente ad alimentazione elettronica e sistemi di controllo). Abbiamo assunto che il fabbisogno di illuminazione nel terziario non cresca nell'immediato futuro (non stiamo in questa sede considerando un eventuale nuovo costruito). Abbiamo pensato a tre scenari di massima che possiamo stimare che si realizzeranno a seconda di quali scelte di politica energetica verranno attuate.

*Business as Usual (BAU)*: non viene realizzata alcuna iniziativa ulteriore a favore del risparmio energetico (fluorescenti ad alimentazione elettronica e sistemi di controllo) e non si attivano capitali per gli investimenti iniziali.

*Incentivi (RIDUZIONE)*: vengono attivati progetti pilota e investimenti di retrofit, soprattutto per la pubblica amministrazione; vengono realizzati corsi di formazione rivolti a progettisti e installatori, nonché indagini e campagne di informazione sul risparmio presso i gestori degli impianti e presso gli addetti utilizzatori finali; si ha una riduzione del fabbisogno di illuminazione del 5% grazie alla diffusione di sistemi di controllo e di informazione.

*Massimo Potenziale (POTENZIALE)*: caso “teorico” in cui tutto il potenziale di sostituzione sia attivato; si ha una riduzione del fabbisogno di illuminazione del 30% grazie alla diffusione di sistemi di controllo.

Le percentuali di lampade per i diversi scenari sono le seguenti<sup>10</sup>.

**Comune di Vigevano - Illuminazione terziario: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 2005-2010 (scenari)**

	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
Incandescenti			
100 W	5,5%	2%	0%
Fluorescenti			
Lineari			
36 W	28%	14%	2%
58 W	24%	12%	1%
Lineari elettroniche			
36 W	10%	24%	36%
58 W	10%	22%	35%
Compatte elettroniche			
11 W	1%	5%	8%
20 W	3,5%	7%	9%
Alogene			
20 W	9%	5%	2%
150 W	4%	3%	1%
Ioduri metallici			
150 W	5%	6%	6%
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Il consumo di energia elettrica per illuminazione nei diversi scenari è il seguente.

<b>Comune di Vigevano – Consumi per illuminazione di interni nel terziario nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	<b>Attuale</b>	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
<b>Illuminazione di interni</b>	14733	13849	11505	8357

<sup>10</sup> Si tenga conto che stiamo qui parlando di sostituzione “numerica”, cioè una lampada è sostituita da un’altra, anche se il flusso luminoso emesso è più alto o più basso. Poiché AIRES considera che non ci siano variazioni di fabbisogno, il numero effettivo di lampade verrà rinormalizzato in base al fatto che il flusso complessivo fornito dal parco lampade non cambi (ogni sostituzione è calibrata sul flusso che deve soddisfare).

### 2.4.3 Condizionamento estivo

#### *Scenari di evoluzione dei consumi per condizionamento estivo*

Mancando un censimento delle apparecchiature per condizionamento estivo attualmente installate in Vigevano, nella elaborazione degli scenari nei prossimi anni non abbiamo lavorato sulla sostituzione di un parco dispositivi<sup>11</sup> ma piuttosto su una stima approssimativa dei risparmi raggiungibili (assumendo che il condizionamento possa in alcuni casi essere evitato grazie a una buona progettazione dell'edificio o a una sua riqualificazione).

I tre scenari al 2005-2010 sono stati costruiti ritenendo che si abbia un aumento del 20% di fabbisogno di raffrescamento nel terziario (questa ipotesi dovrà essere verificata in un prossimo futuro promuovendo indagini presso le utenze).

Nell'elaborazione degli scenari si considera la possibilità di azioni volte al miglioramento, oltre che degli impianti in sé, anche della gestione ed al controllo dei sistemi stessi; si ipotizza, inoltre, lo sviluppo di accorgimenti atti al controllo microclimatico passivo degli edifici. Tutti questi elementi vengono riassunti come incremento di efficienza.

#### **Comune di Vigevano – Condizionamento estivo nel terziario: variazione percentuale di efficienza dei dispositivi raggiungibile al 2005-2010 (scenari)**

Raffrescamento	BAU	Riduzione	Potenziale
Variazione efficienza (%)	0	5	20

La variazione dei consumi è illustrata nella tabella successiva.

<b>Comune di Vigevano – Settore Terziario - Consumi per raffrescamento nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Condizionamento estivo	9669	11602	11022	9665

### 2.4.4 Office equipment

#### *Stima del parco attuale di apparecchiature installate*

Descriviamo ora la ripartizione percentuale del parco apparecchiature per ufficio installate nelle utenze del terziario. Non avendo raccolto dati di vendita come nel caso del residenziale e non avendo effettuato indagini sul campo, ci siamo basati sull'esperienza acquisita negli studi di energy-audit condotti su diversi edifici da Ambiente Italia, nonché sugli studi riportati in letteratura. Si tratta evidentemente di stime, che hanno lo scopo di riconoscere l'efficacia di interventi di risparmio. Le caratteristiche del parco odierno, insieme ai relativi consumi, individuano lo scenario "caso attuale" per l'office equipment nel terziario adoperato in AIRES per calcolare le emissioni. Gli scenari al 2005-2010 verranno costruiti a partire da variazioni del fabbisogno di apparecchiature e da sostituzioni dell'attuale parco apparecchi con dispositivi più efficienti.

Si sono individuate poche tipologie caratteristiche di apparecchi per ufficio: computer, stampanti e fotocopiatrici. Ad ogni macchina si è associato un peso relativo nella determinazione del consumo complessivo per office equipment, sulla base del rapporto di quanti computer in media vengono installati rispetto alle stampanti e rispetto alle fotocopiatrici: il 73% dei consumi per office equipment può essere assegnato ai computer, il 9% alle stampanti e il 18% alle fotocopiatrici. Per ragioni di semplicità, poiché i computer risultano la voce rilevante dei consumi per office equipment, si è preferito ricostruire la situazione attuale e gli scenari futuri ragionando soltanto sui PC. Per tale categoria di apparecchio si è allora assegnata una ripartizione tra tre tipologie di efficienza (che sono riportate nel database di AIRES): bassa, media ed alta efficienza. Si è assunto un uso di 6 ore al giorno degli apparecchi, con un risparmio quindi del 33% per i PC ad alta efficienza rispetto alla soluzione standard<sup>12</sup> e del 25% nel caso di PC di media efficienza.

<sup>11</sup> In AIRES non è indicata una lista di dispositivi per condizionamento.

<sup>12</sup> ritenendo che lo standby entri in funzione per un quarto del tempo d'uso complessivo

**Comune di Vigevano – Office equipment terziario: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di apparecchi al 1998 (caso attuale)**

	Diffusione %
Computer	
Bassa efficienza	70%
Media efficienza	20%
Alta efficienza	10%
Totale	100%

*Scenari di evoluzione del parco apparecchiature installato*

Gli scenari al 2005-2010 per l'office equipment seguono un ragionamento analogo a quanto delineato nel paragrafo relativo alle apparecchiature elettroniche del domestico: per il terziario, diversamente che per il domestico, si può far valere un discorso di acquisti delle apparecchiature secondo un prefissato capitolato prestazionale, nonché promuovendo presso l'utenza comportamenti energetico-consapevoli.

Si può ritenere che il fabbisogno di apparecchiature elettroniche subirà ancora un relativo incremento del 20% al 2010 rispetto al 1998, per un aumento della densità di dispositivi che si sta ancora attuando in media nel terziario.

Abbiamo la seguente distribuzione delle apparecchiature nei diversi scenari:

**Comune di Vigevano – Office equipment terziario: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di apparecchi al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
Computer			
Bassa efficienza	50%	20%	0%
Media efficienza	30%	30%	0%
Alta efficienza	20%	50%	100%
Totale	100%	100%	100%

La variazione dei consumi è illustrata nella tabella successiva.

Comune di Vigevano – Settore Terziario - Consumi per office-equipment nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Office Equipment	3971	4513	4070	3665

## 2.4.5 Sistemi di refrigerazione per la conservazione degli alimenti

*Scenari di evoluzione del parco frigoriferi installato*

In assenza di un censimento delle apparecchiature per refrigerazione ad uso terziario attualmente installate e di una etichettatura energetica di tali prodotti, gli scenari al 2005-2010 dei consumi sono stati costruiti tenendo conto direttamente del risparmio medio attivabile grazie ad un incremento di efficienza dei dispositivi, sia per sostituzione del dispositivo con tecnologie più efficienti, sia per accorgimenti sul miglior utilizzo.

Possiamo ritenere che nei prossimi anni non ci sia un incremento del fabbisogno di “freddo”, escludendo il nuovo costruito. Gli scenari di incentivo considerano la possibilità di finanziamenti e sostegno alla progettazione per gli impianti frigoriferi.

Abbiamo delineato i seguenti scenari:

**Comune di Vigevano – Sistemi di refrigerazione nel terziario: variazione percentuale di efficienza dei dispositivi raggiungibile al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Sistemi di Refrigerazione</b>			
Variazione efficienza (%)	5%	30%	50%

La variazione dei consumi è illustrata nella tabella successiva.

<b>Comune di Vigevano – Settore Terziario - Consumi per sistemi di refrigerazione nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Sistemi di Refrigerazione</b>	3625	3451	2788	2418

#### 2.4.6 Sistemi di lavaggio biancheria/stoviglie

*Scenari di evoluzione del parco installato di sistemi di lavaggio*

In assenza di un censimento delle apparecchiature per lavaggio ad uso terziario attualmente installate e di una etichettatura energetica di tali prodotti, gli scenari al 2005-2010 dei consumi sono stati costruiti tenendo conto direttamente del risparmio medio attivabile grazie ad un incremento di efficienza dei dispositivi, sia per sostituzione del dispositivo con tecnologie più efficienti, sia per accorgimenti sul miglior utilizzo.

Abbiamo assunto che nei prossimi anni non ci sia un incremento del fabbisogno di “lavaggio”, escludendo il nuovo costruito. Gli scenari di incentivo considerano la possibilità di finanziamenti per i dispositivi efficienti.

Abbiamo delineato i seguenti scenari:

**Comune di Vigevano – Sistemi di lavaggio nel terziario: variazione percentuale di efficienza dei dispositivi raggiungibile al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Sistemi di lavaggio</b>			
Variazione efficienza (%)	5%	30%	50%

La variazione dei consumi è illustrata nella tabella successiva.

<b>Comune di Vigevano – Settore Terziario - Consumi per sistemi di lavaggio nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Sistemi di lavaggio</b>	2751	2619	2115	1835

## 2.4.7 Produzione di acqua calda sanitaria (ACS)

Una voce non del tutto trascurabile dei consumi elettrici del terziario è imputabile all'uso di sistemi elettrici per la produzione di ACS: tipicamente boiler elettrici nelle scuole, negli uffici, negli alberghi o in locali ad uso commerciale (parrucchieri, ristoranti, palestre, ecc.).

Tali apparecchi possono essere totalmente convertiti in scaldabagni alimentati con pannelli solari o sostituiti da caldaie a gas.

### *Scenari di evoluzione del parco installato di sistemi di produzione di acs*

Gli scenari al 2005-2010 per i sistemi di produzione di ACS tengono conto della percentuale di sostituzione con il metano<sup>13</sup>. Possiamo ritenere che al 2005 non ci sia un incremento del fabbisogno di ACS, escludendo il nuovo costruito.

Abbiamo delineato i seguenti scenari:

#### **Comune di Vigevano – Sistemi di produzione di ACS nel terziario: percentuale di sostituzione con il metano al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
Sistemi di produzione di acs			
Sostituzione con il metano	15%	40%	100%

La variazione dei consumi per i diversi scenari è illustrata nella tabella successiva.

<b>Comune di Vigevano – Settore Terziario - Consumi per ACS del terziario nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Sistemi elettrici di produzione di ACS</b>	2319	1971	1391	0

## 2.4.8 Illuminazione Pubblica

Essendo assenti dati sul parco lampade attualmente installato, abbiamo preferito non proporre stime di risparmio (il parco lampade può variare fortemente da città a città, per cui anche una stima sommaria risulterebbe inopportuna; peraltro il dato sulle lampade installate non è di difficile reperimento, per cui eseguire una stima ha poco senso). Si tenga conto di quanto detto nel paragrafo relativo alle tecnologie sull'illuminazione (vedi Volume 2) per considerare in futuro l'opportunità di interventi in tale settore.

<sup>13</sup> Eventuali indagini più approfondite sulla possibilità di installazione di pannelli solari anche nel settore terziario consentirebbe di valutare il potenziale di sostituzione da fonti rinnovabili.

## 2.5 Evoluzione dei consumi di energia

In base alle caratteristiche descritte precedentemente per i differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1998, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati, per quanto possibile, in forma disaggregata per uso finale e per vettore energetico nella tabella seguente.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Illuminazione</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	14733	13849	11505	8357
<b>Illuminazione pubblica</b>				
Vettore energetico				
En. Elettrica (MWh)	3334	3334	3334	3334
<b>Usi termici</b>				
Vettore energetico				
Gas naturale (Mmc)	3.3	3.2	3.0	2.3
Gasolio (ton)	570	550	232	0
GPL (ton)	388	388	388	388
En. elettrica (MWh) - ACS	2319	1971	1391	0
Gas naturale (Mmc) - ACS	0	0.03	0.1	0.22
<b>Condizionamento</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	9669	11602	11022	9665
<b>Frigorifero</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	3625	3451	2788	2418
<b>Lavatrice</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	2751	2619	2115	1835
<b>PC</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	3971	4513	4070	3665
<b>Altro*</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	6844	6844	6844	6844

\* in questa voce sono qui inclusi i consumi per i sistemi ausiliari al condizionamento degli ambienti

Nella tabella successiva vengono presentati i consumi complessivi in forma aggregata per singolo vettore energetico.

Consumo energetico (tep)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Energia elettrica</b>	4063	4144	3704	3106
<b>Gas naturale</b>	2723	2665	2549	2079
<b>Gasolio</b>	581	561	237	0
<b>GPL</b>	388	388	388	388

Con riferimento al 1998 si assiste, nello scenario tendenziale, ad un incremento dei consumi. Gli scenari di riduzione comportano delle riduzioni tali da riportare i valori a livelli al di sotto degli attuali, compensando quindi l'incremento derivato dall'ulteriore diffusione di apparecchiature elettriche.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Consumi (tep)</b>	7794	7796	6917	5612
<b>Variazione su tendenziale (tep)</b>			-880	-2184
<b>Variazione su attuale (%)</b>	0,0	0,0	-11,3	-28,0

## 2.6 Evoluzione delle emissioni

Le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente calcolate per i diversi scenari sono riassunte nella tabella successiva disaggregandole per usi finali.

Emissioni CO <sub>2</sub> equiv. (ton)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Illuminazione	9714	9131	7585	5510
Illuminazione pubblica	2198	2198	2198	2198
Riscaldamento e cucina	11093	10786	9193	6719
Condizionamento	6374	7649	7267	6372
ACS	1529	1394	1154	568
Frigorifero	2390	2275	1838	1594
Lavatrice	1814	1727	1395	1210
PC	2618	2976	2683	2416
Altro	4512	4512	4512	4512

Si noti che esiste una tendenza generalizzata alla riduzione delle emissioni per la maggior parte degli usi finali indicati. Questo deriva anche dal fatto che, come si è detto, si è ipotizzato che non vi sia un incremento del numero di attività terziarie.

Di seguito riportiamo la disaggregazione in usi elettrici ed usi termici, assegnando a quest'ultima categoria gli usi per riscaldamento, acqua calda sanitaria e cucina.

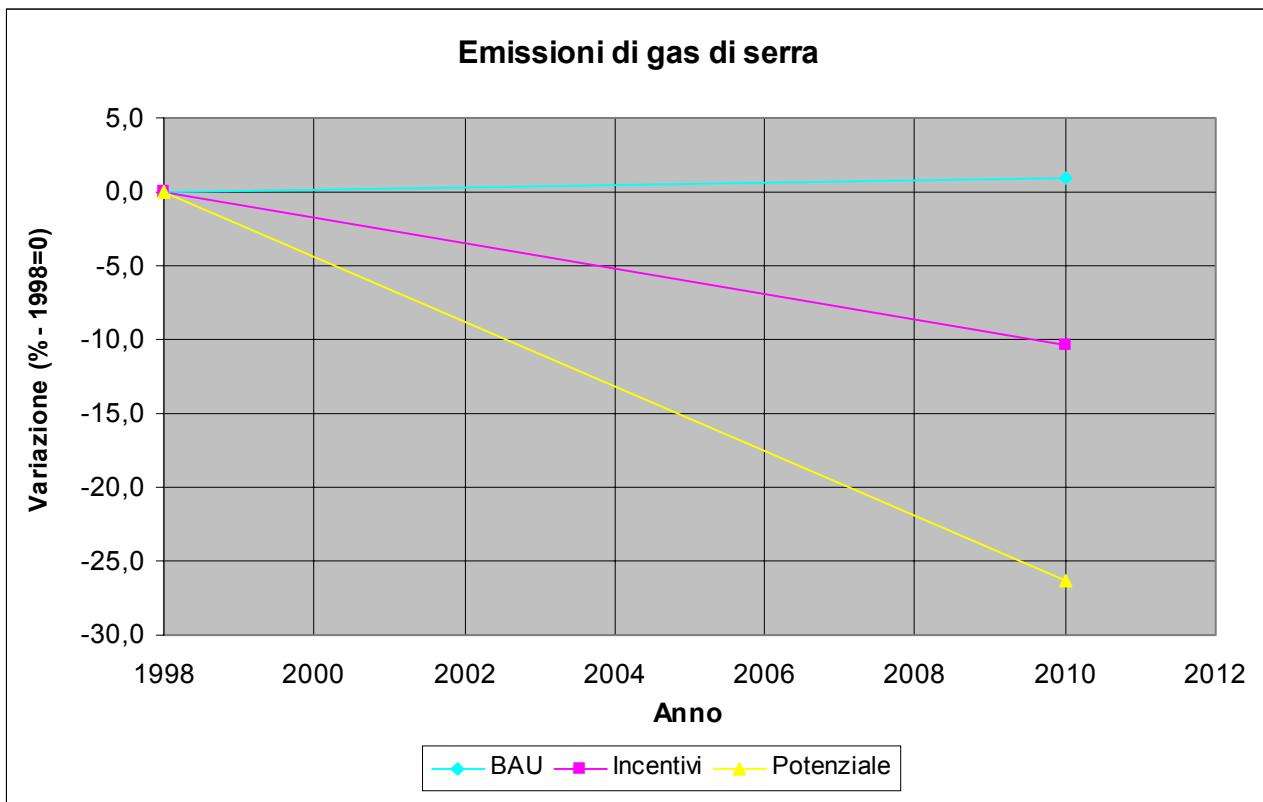
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Usi termici	11198	10986	9534	7392
Usi elettrici	29620	30467	27478	23812

Le azioni delineate con i vari scenari comportano interessanti riduzioni delle emissioni rispetto ai valori attuali, sia per quanto riguarda l'elettrico che il termico. Il ruolo del cambio del mix energetico è consistente, a causa della riduzione dell'utilizzo del gasolio.

Gli interventi previsti portano le emissioni ad un valore inferiore a quello corrispondente al 1998 di oltre dieci punti percentuali, con una diminuzione di 4800 ton rispetto al tendenziale.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Emissioni (ton)	42242	42648	37824	31099
Variazione su tendenziale (ton)			-4823	-11548
Variazione su attuale (%)	0,0	1,0	-10,5	-26,4

Il grafico riportato è molto esplicativo del fatto che gli interventi ipotizzati riescono a compensare l'incremento delle emissioni che si è verificato in precedenza.



Rispetto alle aree di espansione destinate a Terziario previste dal PRG, abbiamo eseguito una sommaria valutazione dei possibili consumi aggiuntivi di elettricità. Per Vigevano sono previsti tre aree: due centri commerciali e il Palazzetto dello sport. Assegnando una potenza installata specifica per le aree destinate a vendita o attività sportive si è ricavato che per le tre aree si stima un consumo dell'ordine dei 2000 MWh, che rappresenta un incremento del 4% dei consumi elettrici di settore rispetto al 1998.

In termini di emissioni, i risultati sono sintetizzati nella tabella e grafico seguenti.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Emissioni (ton)</b>	42242	43942	39119	32370
<b>Variazione su tendenziale (ton)</b>			-4823	-11572
<b>Variazione su riferimento (%)</b>	0,0	4,0	-7,4	-23,4

Come si può notare, l'eventuale futuro sviluppo di queste aree implicherebbe nello scenario tendenziale un incremento delle emissioni di ben il 4% rispetto al 1998. Nello scenario di riduzione, però tale incremento può venire ampiamente annullato.

### **3. LE ATTIVITÀ PRODUTTIVE**

#### **3.2 Descrizione degli scenari utilizzati**

Per le attività produttive gli scenari di sviluppo hanno preso in considerazione l'efficientizzazione dell'illuminazione e dei sistemi alimentati da motori elettrici.

Non si sono valutate possibili variazioni del numero complessivo delle attività o delle produzioni

Si è inoltre ipotizzata la completa metanizzazione del settore.

### **3.3 L'offerta di energia**

La costruzione degli scenari riguardanti l'offerta di energia nel settore industriale, prenderà in considerazione solo la diffusione del gas naturale.

Per quanto riguarda l'impiego di tale vettore per riscaldamento o per processi industriali, in completa analogia con le valutazioni fatte per gli altri settori, non si è ipotizzata alcuna ulteriore diffusione nello scenario tendenziale, un incremento del 50% nello scenario di riduzione e la completa metanizzazione a scapito dell'olio combustibile, per lo scenario potenziale massimo

## 3.4 Gli usi finali elettrici

L'analisi degli interventi rivolti al risparmio negli usi finali elettrici del settore industria è stata condotta senza far riferimento ai sottosettori che presentano i maggiori consumi nel Comune di Vigevano. Si è scelto di operare in questo modo essendo assenti dati sul parco dispositivi installati e dati derivanti da energy audit di aziende sul territorio. Inoltre i dati di letteratura disponibili sul settore industriale italiano non contemplano interventi di DSM elettrico ad ampio respiro ed indicano percentuali di risparmio non facilmente individuabili e riconducibili ai settori industriali più sviluppati sul territorio vigevanese (cuoio e calzature, chimica e materie plastiche).

### 3.4.2 Illuminazione

#### *Stima del parco attuale di lampade installate*

Per definire la ripartizione percentuale del parco sorgenti luminose installate nelle utenze industriali, non avendo a disposizione dati di vendita o indagini campionarie (come nel caso del residenziale), ci siamo basati sull'esperienza acquisita dagli studi riportati in letteratura. Si tratta evidentemente di stime, che hanno lo scopo di riconoscere l'efficacia di interventi di risparmio. Le caratteristiche del parco odierno, insieme ai relativi consumi, individuano lo scenario "caso attuale" per l'illuminazione nell'industria adoperato in AIRES per calcolare le emissioni. Gli scenari al 2005-2010 verranno costruiti a partire da variazioni del fabbisogno di illuminamento e da sostituzioni dell'attuale parco lampade con sorgenti più efficienti. L'effetto dei sistemi di controllo (sensori di presenza, dimmer) si traduce in una riduzione del fabbisogno complessivo di illuminazione.

Nella ripartizione percentuale delle diverse tipologie di lampade si è tenuto conto della varietà di esigenze di illuminazione evidenziate dall'industria: illuminazione generale nei locali di lavoro (mercurio ad alta pressione, fluorescenza), illuminazione generale di magazzini (vapori di sodio ad alta pressione, mercurio ad alta pressione, fluorescenza), illuminazione per aree di lavoro (fluorescenza, ioduri metallici).

**Comune di Vigevano - Illuminazione nell'industria: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 1998 (caso attuale)**

	Diffusione %	
Fluorescenti		
Lineari		
65 W	10%	
58 W	35%	
Vapori di mercurio a. p.		
250 W	20%	
400 W	15%	
Vapori di sodio a. p.		
150 W	10%	
Ioduri metallici		
150 W	10%	
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	

La percentuale di risparmio attivabile deriva dalla sostituzione delle fluorescenti convenzionali con fluorescenti ad alimentazione elettronica, dalla sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta resa cromatica, nonché dall'adozione di sistemi di controllo.

### *Scenari di evoluzione del parco lampade installato*

La valutazione degli scenari dell'illuminazione al 2005-2010 considera sia eventuali incrementi di fabbisogno sia la possibilità di penetrazione delle nuove tecnologie (essenzialmente reattori elettronici e sistemi di controllo). Abbiamo assunto che il fabbisogno di illuminazione nell'industria non cresca a futuro (non stiamo in questa sede considerando il nuovo costruito). Abbiamo pensato a tre scenari di massima che possiamo stimare che si realizzeranno a seconda di quali scelte di politica energetica verranno attuate.

*Business as Usual (BAU)*: non viene realizzata alcuna iniziativa ulteriore a favore del risparmio energetico (ad esempio fluorescenti ad alimentazione elettronica e sistemi di controllo).

*Incentivi (Riduzione)*: vengono attivati progetti pilota e retrofit; vengono realizzati corsi di formazione rivolti a progettisti e installatori, nonché indagini e campagne di informazione sul risparmio presso i gestori degli impianti e presso gli utilizzatori finali; si considera anche di avere una riduzione del fabbisogno di illuminazione del 5% grazie alla diffusione di sistemi di controllo

*Massimo (Potenziale)*: caso “teorico” in cui tutto il potenziale di sostituzione sia attivato; in questo caso si considera anche di avere una riduzione del fabbisogno di illuminazione del 20% grazie alla diffusione di sistemi di controllo.

Le percentuali di lampade per i diversi scenari sono le seguenti<sup>14</sup>.

**Comune di Vigevano - Illuminazione nell'industria: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di lampade al 2005-2010 (scenari)**

	BAU	Riduzione	Potenziale
Fluorescenti			
Linearì			
65 W	7%	1%	0%
58 W	33,5%	18%	0%
Linearì elettroniche			
58 W	4,5%	26%	45%
Vaporì di mercurio a. p.			
250 W	18%	6%	0%
400 W	13,5%	4,5%	0%
Vaporì di sodio a. p.			
150 W	11%	14%	20%
250 W	1%	3%	7,5%
Ioduri metallici			
150 W	11,5%	27,5%	27,5%
TOTALE	100%	100%	100%

Gli effetti in termini di riduzione dei consumi sono i seguenti:

Comune di Vigevano – Settore Industria - Consumi per illuminazione nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Illuminazione</b>	9434	9170	7887	6915

<sup>14</sup> Si tenga conto che stiamo qui parlando di sostituzione “numerica”, cioè una lampada è sostituita da un’altra, anche se il flusso luminoso emesso è più alto o più basso. Poiché AIRES considera che non ci siano variazioni di fabbisogno, il numero effettivo di lampade verrà rinormalizzato in base al fatto che il flusso complessivo fornito dal parco lampade non cambi (ogni sostituzione è calibrata sul flusso che deve soddisfare).

### 3.4.3 Condizionamento

#### *Scenari di evoluzione dei consumi per condizionamento*

Mancando un censimento delle apparecchiature per condizionamento nell'industria attualmente installate sul territorio comunale di Vigevano, nella elaborazione degli scenari al 2005-2010 non abbiamo lavorato sulla sostituzione di un parco dispositivi<sup>15</sup> ma piuttosto su una stima approssimativa dei risparmi raggiungibili (assumendo che il condizionamento possa in alcuni casi essere evitato grazie a una buona progettazione dell'edificio o a una sua riqualificazione). Per ragioni di semplicità abbiamo preferito lavorare con le stesse ipotesi assunte nel caso del Terziario, eccetto che si è ritenuto che nei prossimi anni non si abbia un'ulteriore richiesta di fabbisogno di condizionamento (questa ipotesi dovrà essere verificata in un prossimo futuro promuovendo indagini presso le utenze); ne deriva la tabella seguente:

**Comune di Vigevano - Condizionamento nell'industria: percentuale di incremento di efficienza dei dispositivi al 2005-2010 rispetto al caso attuale (scenari)**

Condizionamento	BAU	Riduzione	Potenziale
Variazione efficienza (%)	0	5	20

La variazione dei consumi è illustrata nella tabella successiva.

Comune di Vigevano – Settore Industria - Consumi per condizionamento nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)				
	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Condizionamento	9434	9434	8982	7859

### 3.4.4 Macchine elettriche (motori)

#### *Stima del parco motori installati*

L'attuale parco dei motori ad uso industriale nel Comune di Vigevano può solo essere stimato, non essendo disponibili dati di vendita e non avendo effettuato indagini sul campo. Le stime hanno lo scopo di riconoscere l'efficacia di interventi di risparmio. Gli scenari al 2005-2010 verranno costruiti a partire da sostituzioni dell'attuale parco motori con dispositivi più efficienti. Nella ripartizione percentuale delle diverse tipologie di motori si sono considerati tre casi: standard, ad alta efficienza (3% di risparmio) e a velocità variabile (20% di risparmio).

**Comune di Vigevano - Motori nell'industria: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di motori al 1998 (caso attuale)**

	Diffusione %
Standard	91%
Alta efficienza	7%
Velocità variabile.	2%
TOTALE	100%

<sup>15</sup> In AIRES non è indicata una lista di dispositivi per condizionamento.

### *Scenari di evoluzione del parco motori installato*

Gli scenari di evoluzione dei motori industriali al 2005-2010 tengono conto di quanto le tecnologie efficienti verranno incentivate (sia in termini economici che tramite campagne informative).

Le percentuali di penetrazione delle diverse tipologie di motori per i diversi scenari sono le seguenti.

#### **Comune di Vigevano - Motori nell'industria: ripartizione percentuale di penetrazione delle diverse tipologie di motori al 2005-2010 (scenari)**

	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
Standard	80%	50%	0%
Alta efficienza	15%	30%	20%
Velocità variabile.	5%	20%	80%
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Gli effetti in termini di riduzione dei consumi sono i seguenti:

<b>Comune di Vigevano – Settore Industria - Consumi per i motori nei diversi scenari - [MWh/anno] (1998-2005/2010)</b>				
	<b>Attuale</b>	<b>BAU</b>	<b>Riduzione</b>	<b>Potenziale</b>
<b>Motori elettrici</b>	18869	18718	18076	15888

### 3.5 Evoluzione dei consumi di energia

In base alle caratteristiche dei differenti scenari e partendo dal bilancio energetico redatto per il 1998, si sono ricavati i consumi corrispondenti agli scenari definiti. Questi consumi sono presentati in forma disaggregata per uso finale e per vettore energetico nella tabella seguente.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
<b>Illuminazione</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	9434	9170	7887	6915
<b>Condizionamento</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	9434	9434	8982	7859
<b>Motori</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	18869	18718	18076	15888
<b>Usi agricoli</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	1898	1898	1898	1898
<b>Processi termici</b>				
Vettore energetico				
Gas naturale (Mmc)	19,5	19,5	20,3	21,1
Olio combustibile (ton)	1350	1350	675	0
Gasolio (ton)	503	503	503	503
<b>Altro - usi elettrici obbligati</b>				
Vettore energetico				
En. elettrica (MWh)	25159	25159	25159	25159

Nella tabella successiva vengono presentati i consumi complessivi in forma aggregata per singolo vettore energetico.

Consumo energetico (tep)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Energia elettrica	5572	5537	5332	4964
Gas naturale	16088	16088	16748	17408
Olio combustibile	1323	1323	662	0
Gasolio	513	513	513	513

Oltre ad una leggera diminuzione dei consumi di elettricità per gli interventi adottati, il principale fatto deriva dalla completa sostituzione dell'olio combustibile da parte del metano.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Consumi (tep)	23496	23460	23254	22884
Variazione su tendenziale (tep)			-206	-576
Variazione su attuale (%)	0,0	-0,2	-1,0	-2,6

Gli interventi di incentivazione, riducono ulteriormente i consumi rispetto al 1998 ( 206 ton in meno rispetto allo scenario tendenziale).

### 3.6 Evoluzione delle emissioni

Le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente calcolate per i diversi scenari sono riassunte nella tabella successiva disaggregandole per usi finali.

Emissioni CO <sub>2</sub> equiv. (ton)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Illuminazione	5475	5322	4577	4013
Condizionamento	5475	5475	5212	4561
Motori elettrici	10951	10863	10491	9220
Usi agricoli	1101	1101	1101	1101
Processi termici	53125	53125	52401	51678
Altro - Usi elettrici obbligati	14601	14601	14601	14601

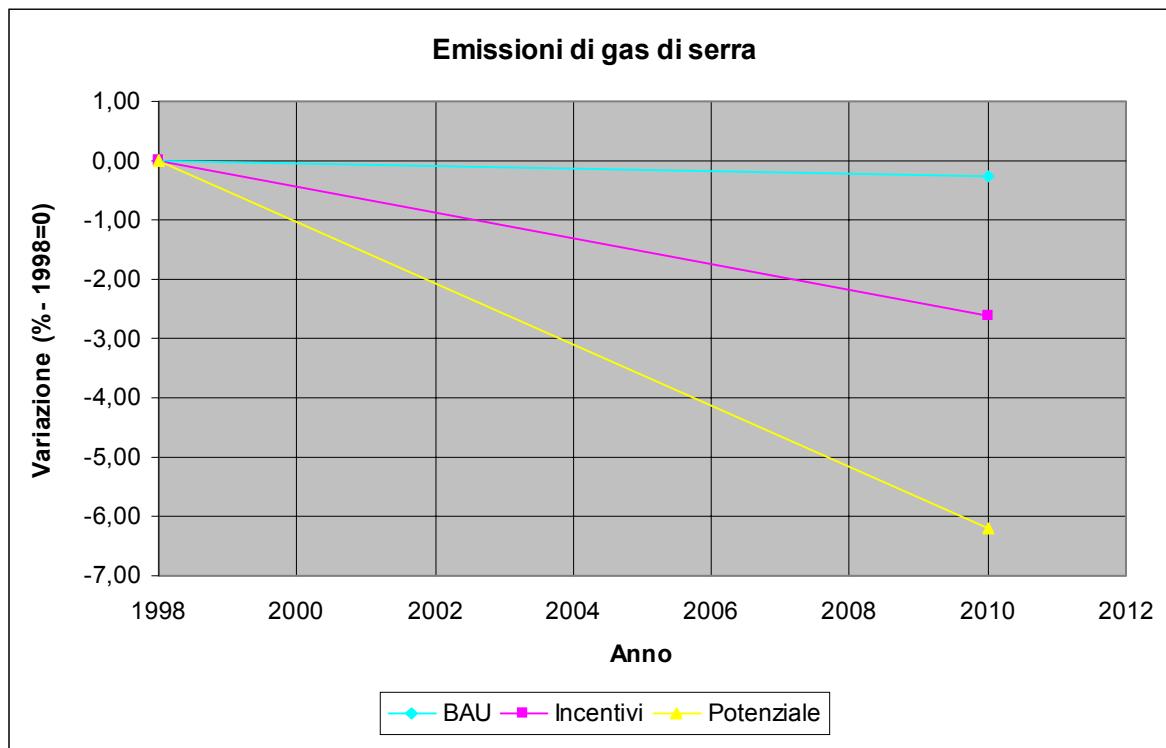
Oltre agli usi finali che denotano una diminuzione delle emissioni per gli interventi ipotizzati, esiste una riduzione generalizzata determinata dal cambio delle caratteristiche dei mix energetici. E' evidente il caso del completo passaggio dall'olio combustibile al gas naturale.

Di seguito riportiamo la disaggregazione in usi elettrici ed usi termici, assegnando a quest'ultima categoria gli usi per riscaldamento e per i processi termici.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Usi termici	53125	53125	52401	51678
Usi elettrici	37603	37362	35982	33497

Prendendo il 1998 come anno di riferimento, gli interventi previsti riducono le emissioni di circa il 2,6%, con una diminuzione di 2103 ton rispetto al tendenziale.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Emissioni (ton)	90727	90487	88384	85174
Variazione su tendenziale (ton)			-2103	-5312
Variazione su attuale (%)	0,0	-0,3	-2,6	-6,1



## 4. I TRASPORTI E LA MOBILITÀ

Per quanto riguarda il settore dei trasporti e della mobilità, non abbiamo ritenuto opportuno indicare e quantificare scenari di intervento precisi. Questa decisione è stata dettata dalla necessità di ulteriori approfondimenti rispetto alle informazioni e i dati a nostra disposizione e soprattutto dal fatto che si è ancora in attesa della definizione del nuovo Piano del Traffico. Verranno presentate allora di seguito alcune indicazioni di carattere generale sul rapporto mobilità-trasporti-energia e verranno fatte alcune ipotesi indicative sulle possibilità di riduzione dei consumi per lo scenario BAU e quello con incentivi agendo sul parco autoveicoli. Ci si riserva di effettuare gli opportuni approfondimenti, riguardo il piano d'azione specifico del settore, nel momento in cui potranno essere trasmessi il Piano definitivo e le corrispondenti azioni decise.

Più in generale va sottolineata l'urgenza di giungere a valutazioni energetico-ambientali sul settore proprio per il peso assoluto e specifico che assume nel contesto vigevanese. Come emerso infatti dal bilancio energetico comunale, il settore dei trasporti incide percentualmente in maniera consistente sul totale dei consumi finali di energia della città.

La definizione di azioni strategiche volte a contenere, quando non a ridurre, lo standard ed il trend di consumi di energia, di emissioni inquinanti e di CO<sub>2</sub> associati al continuo incremento della mobilità urbana acquista in questo senso una significativa priorità.

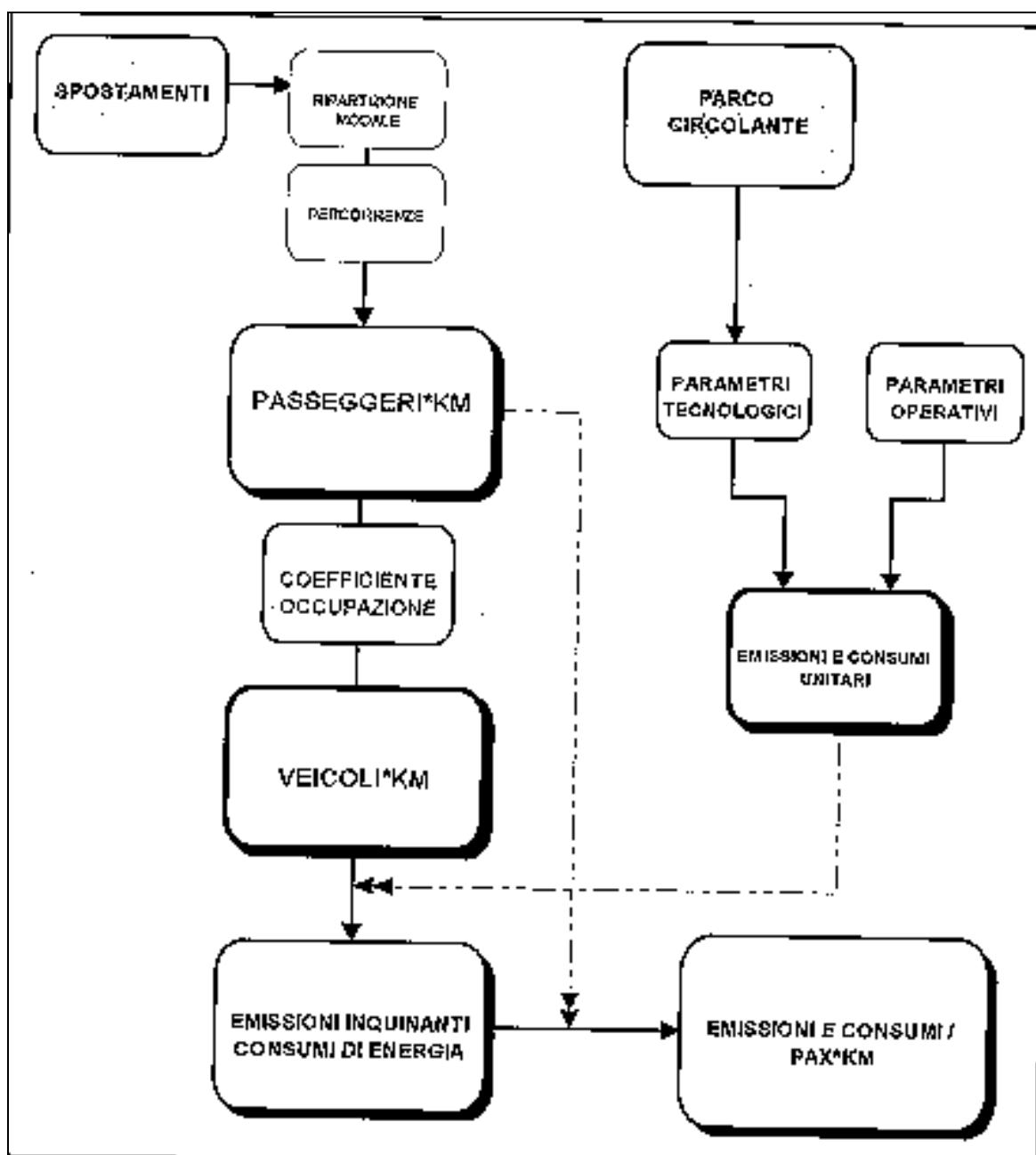
Conviene dunque individuare i parametri in grado di influire sulla mobilità complessiva e sulle caratteristiche qualitative, così da poter definire un *framework* di valutazione dei potenziali interventi di controllo.

L'ammontare complessivo del consumo di energia (nonché delle emissioni inquinanti) di un determinato modello di mobilità dipende da diversi parametri di ordine quantitativo e qualitativo. Più in particolare alcuni parametri concorrono a caratterizzare gli indici unitari (di consumo e emissione) associati all'unità di percorrenza, mentre altri parametri concorrono a determinare la consistenza totale della mobilità.

Il consumo e le emissioni totali sono quindi definite dal prodotto fra indici unitari (espressi, per esempio, in gr/km) e mobilità complessiva (espressa in km percorsi da ogni veicolo).

A parità di indici unitari di consumo e emissione, l'ammontare complessivo dei consumi e delle emissioni risulta dunque direttamente proporzionale all'ammontare complessivo della mobilità. Lo schema riportato in figura seguente rappresenta un possibile modello di descrizione della mobilità delle persone, evidenziando le relazioni esistenti fra i diversi parametri direttamente o indirettamente in grado di influenzare le tendenze in materia di consumo energetico.

Il pattern di spostamenti (persone e merci) definisce l'assetto del sistema della mobilità urbana (quanto e come ci si muove); dalla composizione del parco mezzi circolante nell'area di indagine dipendono invece, sia direttamente che indirettamente, i parametri tecnico-operativi che determinano fattori unitari di consumo e di emissione.



Sostanzialmente, i parametri chiave nel definire l'andamento dei consumi energetici settoriali sono riconducibili alla distribuzione degli spostamenti da un lato (domanda di mobilità) ed alle prestazioni dei mezzi di trasporto circolanti dall'altro.

In altri termini qualsiasi politica di intervento finalizzata ad una riduzione dei consumi di energia associati alla mobilità urbana dovrà necessariamente essere rivolta all'uno e/o all'altro parametro critico, avendo preliminarmente determinato le potenzialità insite nelle differenti alternative di intervento.

A questo proposito riportiamo un semplice modello costruito per stimare preliminarmente l'importanza dei risultati conseguibili in una città media italiana, in termini di risparmio energetico, agendo su uno o più dei parametri considerati.

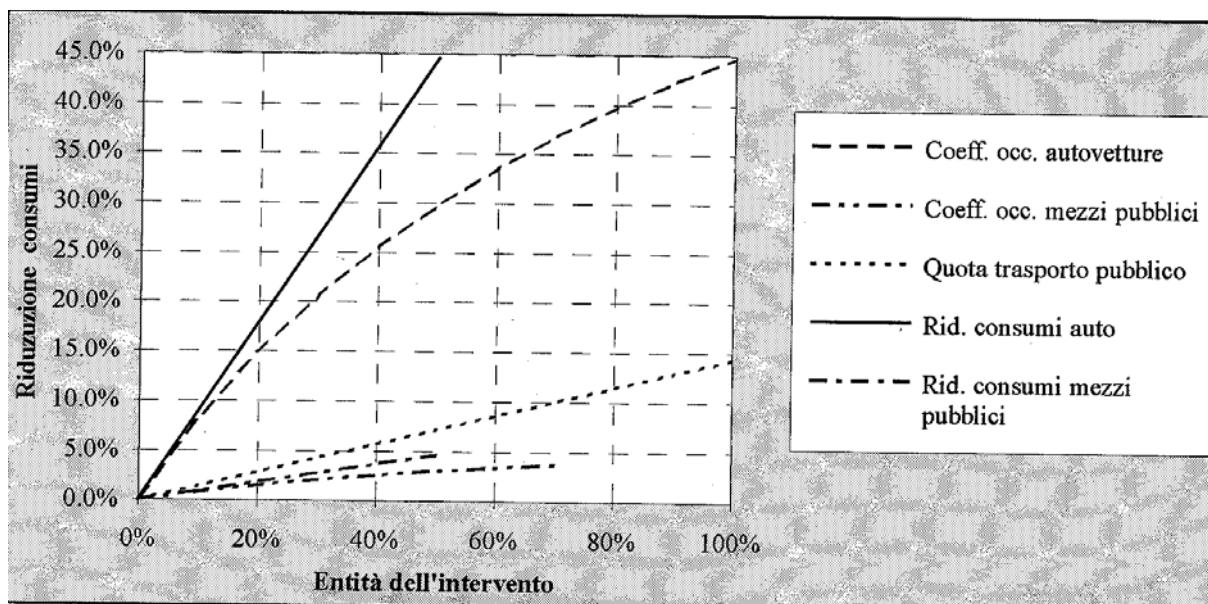
Il modello è ovviamente assai semplificativo e non intende certo fornire la reale rappresentazione di fenomeni complessi quali quelli alla base della mobilità urbana.

Nondimeno alcune considerazioni derivabili da semplici ipotesi di intervento assumono una valenza di notevole significato qualitativo.

I parametri sui quali è stata misurata l'entità dei risultati conseguibili sono, in particolare:

- Il consumo unitario (MJ/posto\*km)
- Il coefficiente di occupazione delle diverse categorie modali
- La ripartizione percentuale della mobilità fra le diverse categorie modali.

La figura successiva esemplifica alcune delle relazioni quantitative determinate fra entità dell'intervento e riduzione dei consumi di energia, entrambe espresse percentualmente.



Le relazioni individuate assumono un significato ben preciso: a partire da una situazione di base caratterizzata da determinate percentuali di ripartizione modale il solo intervento sull'offerta di trasporto pubblico determina risultati poco significativi in termini generali.

Ad esempio, un incremento del 50% a favore del trasporto pubblico lascia prevedere una riduzione del consumo di energia dell'intero settore di circa il 7%. Nondimeno, tale ipotesi richiede come minimo un parallelo e di uguale entità (in presenza di coefficienti di occupazione invariati, ipotesi sicuramente ottimistica) incremento dell'offerta di percorrenza da parte dei mezzi pubblici, con tutto ciò che questo può significare in termini operativi, gestionali e finanziari.

Alla stessa stregua, una riduzione del 20% dei consumi unitari del parco autoveicoli pubblico (riduzione ottenibile, nel breve termine, solo ipotizzando un radicale rinnovo dell'intero parco) porta ad ipotizzare una riduzione del consumo energetico settoriale inferiore al 2% del totale attuale.

In questo senso appare evidente come una politica di intervento efficace dovrà necessariamente:

- i parametri in grado di influenzare l'intensità d'uso dei mezzi privati
- i consumi unitari degli automezzi privati.

Una questione importante da affrontare, riguarda il secondo punto e cioè l'evoluzione dei parametri di consumo unitario, attesa in rapporto al processo di ricambio del parco veicolare circolante.

In rapporto alle normative vigenti e previste circa i coefficienti massimi di emissione unitaria (normative ECE ed Euro), all'orizzonte 2005 si può ipotizzare, supponendo per una città media del Nord Italia un numero di nuove immatricolazioni/anno costante, che il parco di autovetture sia composto per il 36% circa da veicoli a norma Euro III (in vigore dal 2000), per il 25% da veicoli a norma Euro I, per il 20% da veicoli a norma Euro II, per il 10% da veicoli a norma ECE-04, e per il 7% da veicoli a norma Euro IV (in vigore dal 2005).

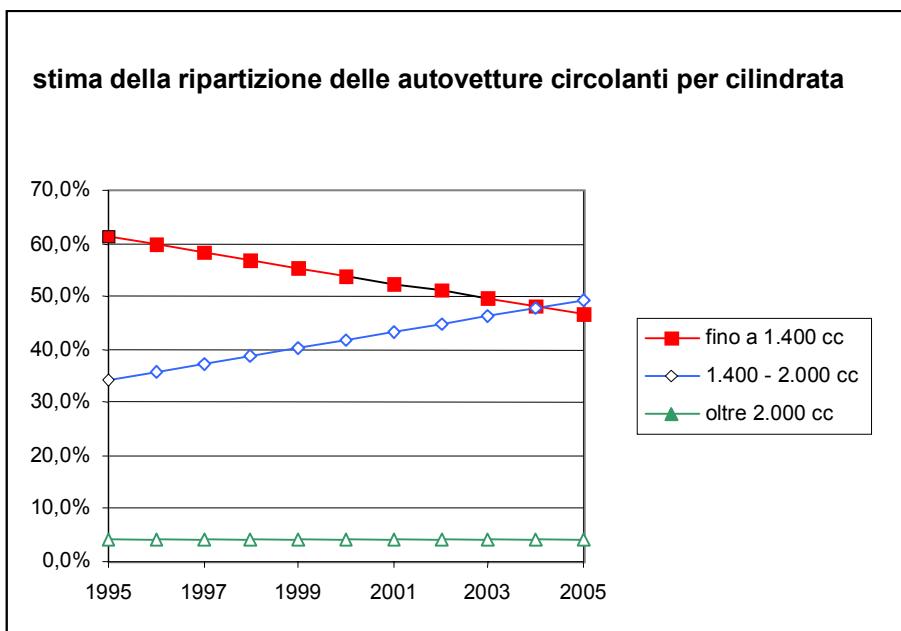
L'evoluzione attesa dei fatto di consumo unitario delle autovetture dipende quanto meno da altri due fattori:

- l'andamento dei fattori di consumo a parità di dimensione del veicolo;
- la distribuzione del parco circolante per classe di cilindrata.

Negli ultimi anni, questi due fattori hanno fatto registrare tendenze per molti versi contrastanti. I coefficienti di consumo unitario a parità di dimensione hanno fatto registrare infatti una costante tendenza alla riduzione, con l'importante eccezione dei veicoli di media cilindrata immatricolati negli ultimi 5-10 anni, per i quali si registra un sensibile incremento<sup>16</sup>. Per converso, la distribuzione dimensionale del parco registra una quota crescente dei veicoli di media cilindrata, a scapito della quota dei veicoli di piccola cilindrata.

Ai fini di valutare l'evoluzione media dei consumi unitari del parco, si è assunto che l'andamento delle classi dimensionali nel periodo 1995-2010 sia conforme a quello, assai uniforme, registrato tra il 1990 ed il 1995. Come si osserva nella figura seguente, ciò equivale ad ipotizzare che, al termine del periodo considerato, il parco si componga in quote sostanzialmente identiche di veicoli a piccola ed a media cilindrata.

<sup>16</sup> Tale incremento è dovuto essenzialmente alla generalizzazione sui veicoli di media cilindrata di dispositivi "energivori" prima disponibili solo in veicoli di fascia elevata (condizionatore), nonché alla tendenza verso la motorizzazione dei veicoli di fascia alta con propulsori turbocompressi, ma inferiori ai 2.000 cc. (quest'ultimo aspetto spiega anche la costanza della quota dei veicoli al di sopra dei 2.000 cc).



La seconda ipotesi riguarda l'andamento dei consumi unitari a parità di dimensione del veicolo. A tale proposito, si è assunto che:

- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro II risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 5% a quelli dei veicoli a norma Euro I;
- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro III risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 10% a quelli dei veicoli a norma Euro I;
- i consumi unitari dei veicoli a norma Euro IV risultino inferiori, per ciascuna categoria dimensionale, del 15% a quelli dei veicoli a norma Euro I;

La figura che segue fa riferimento, a titolo esemplificativo, ai valori relativi alla marcia di veicoli a benzina a 40 km/h. Come si osserva:

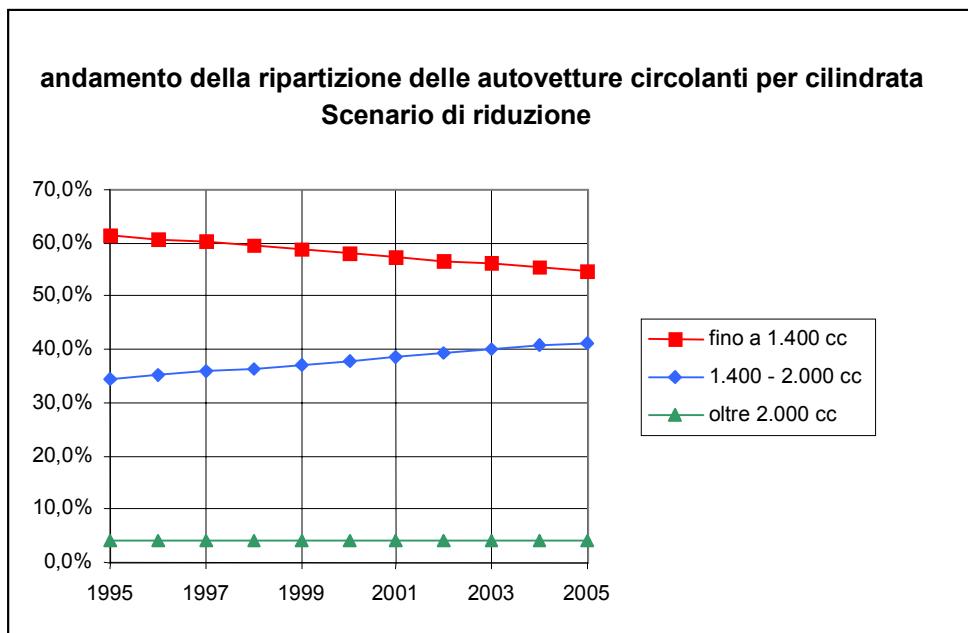
- i consumi unitari dei veicoli di piccola cilindrata presentano una costante tendenza al decremento, passando da circa 52 a circa 48 g/vkm;
- i consumi unitari dei veicoli di media cilindrata si mantengono sostanzialmente costanti, intorno ai 60 g/vkm<sup>17</sup>;
- i consumi unitari dei veicoli di grande cilindrata decrescono da circa 72 a circa 66 g/vkm.

I coefficienti unitari medi, calcolati tenendo conto della variazione del peso relativo di ciascuna classe dimensionale, tendono a compensare il decremento dei valori unitari dei veicoli di piccola cilindrata con l'aumento della dimensione media del parco, e risultano solo leggermente decrescenti, passando da circa 56 a circa 55 g/vkm, con una riduzione media dell'ordine del 2% in dieci anni, valore questo che può essere assunto quale stima del potenziale tecnico associato all'innovazione tecnologica del parco circolante, in assenza di provvedimenti riconlegati al *downsizing* delle potenze installate.

Per quanto attiene ai coefficienti di consumo unitari è possibile ipotizzare qualche intervento volto a contenere la tendenza all'evoluzione del parco veicolare locale verso le medie ed alte cilindrate. Ad esempio, è possibile ipotizzare di introdurre, contestualmente ai meccanismi di monitoraggio della manutenzione dei veicoli (bollino blu), forme di certificazione dell'efficienza energetica dei veicoli, che consentano di selezionare opportunamente i flussi in accesso al centro urbano (ad esempio, imponendo tariffe di sosta più elevate ai veicoli che non riportano la certificazione di efficienza). Il potenziale di risparmio riconlegabile a tali interventi può essere approssimativamente stimato in un ulteriore 2% dei consumi totali stimati. Si tratta di un risultato di non poco conto,

<sup>17</sup> Ciò si verifica in quanto le riduzioni dovute alla radiazione di veicoli di età elevata ed all'ingresso di veicoli caratterizzati da consumi unitari ridotti sono compensate dagli incrementi generati dalla maggiore incidenza sul complesso del parco dei veicoli a norma Euro I.

laddove si consideri che esso implica un sostanziale rallentamento nella tendenza all'incremento della cilindrata media del parco: come si osserva nella figura seguente, la riduzione dei consumi energetici medi unitari indicata si associa ad uno scenario 2005 caratterizzato per il 55% di veicoli di piccola cilindrata e solo poco più del 40% di veicoli di media cilindrata.



## 5. QUADRO RIASSUNTIVO

Dopo aver esaminato singolarmente l'andamento delle emissioni per i vari settori aggregiamo, in quest'ultimo capitolo, i risultati ottenuti per ricostruire un quadro complessivo.

A titolo riassuntivo si riportano, nella tabella seguente, i consumi energetici previsti negli scenari ipotizzati con riferimento alla situazione attuale.

Consumo (tep)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Energia elettrica	156680	16347	14849	12284
Gas naturale	53891	52678	51935	45241
Gasolio	18696	18416	13976	10713
Benzina	21082	21082	21082	21082
GPL	1224	1224	1224	1224
Olio combustibile	1323	1323	662	0

I consumi di energia elettrica, si incrementano nello scenario tendenziale oltre i valori attuali, ma già nello scenario con incentivi si riducono al di sotto di questi valori. Per gli altri vettori si ha una diminuzione tendenziale dei consumi, ulteriormente accresciuta dagli incentivi.

Si tenga presente che, non è stato possibile valutare scenari attendibili per il settore dei trasporti, e quindi i valori di consumo dei principali vettori legati a questo settore, nonché quelli delle emissioni, in ogni scenario sono stati assunti uguali a quelli dello scenario attuale (1998).

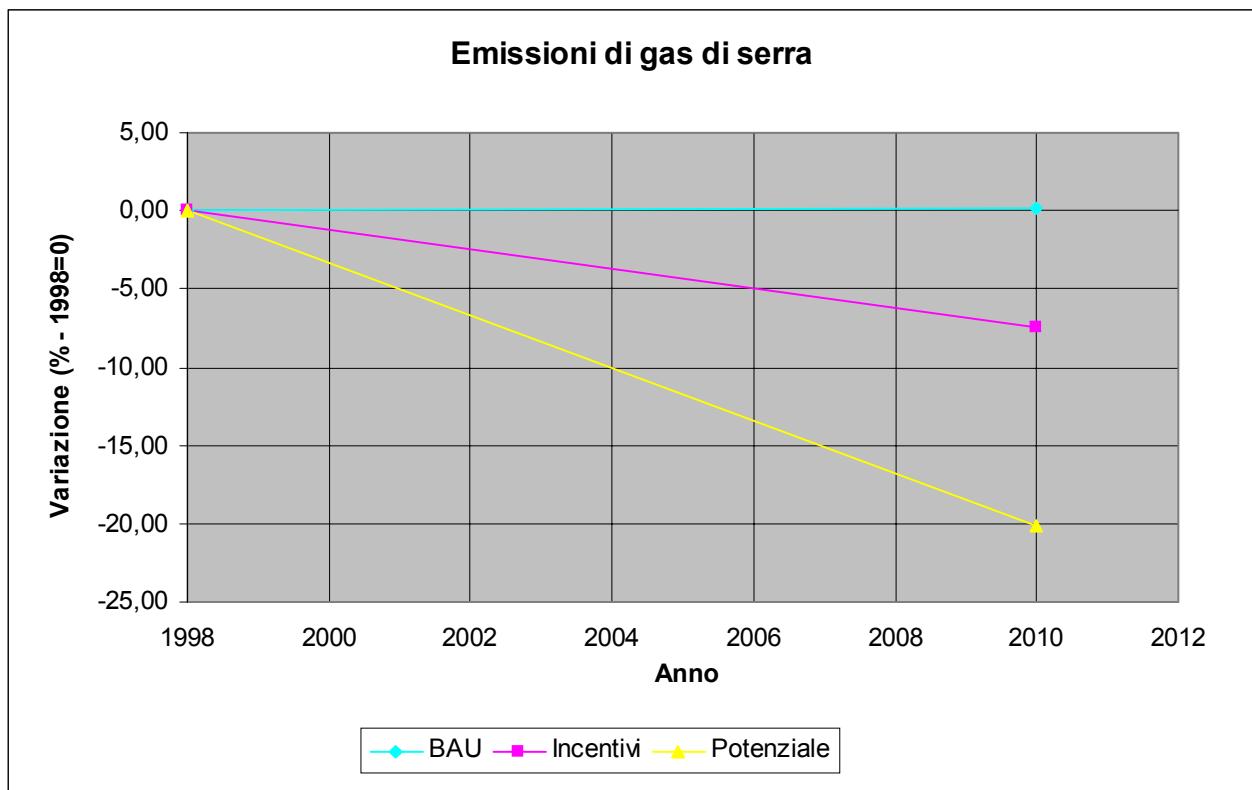
Di seguito riportiamo i consumi e le emissioni disaggregati per settore.

Consumo (tep)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Residenziale	48411	47457	41201	29692
Terziario	7755	7930	7050	5745
Attività prod	23496	23461	23255	22885
Trasporti	32221	32221	32221	32221

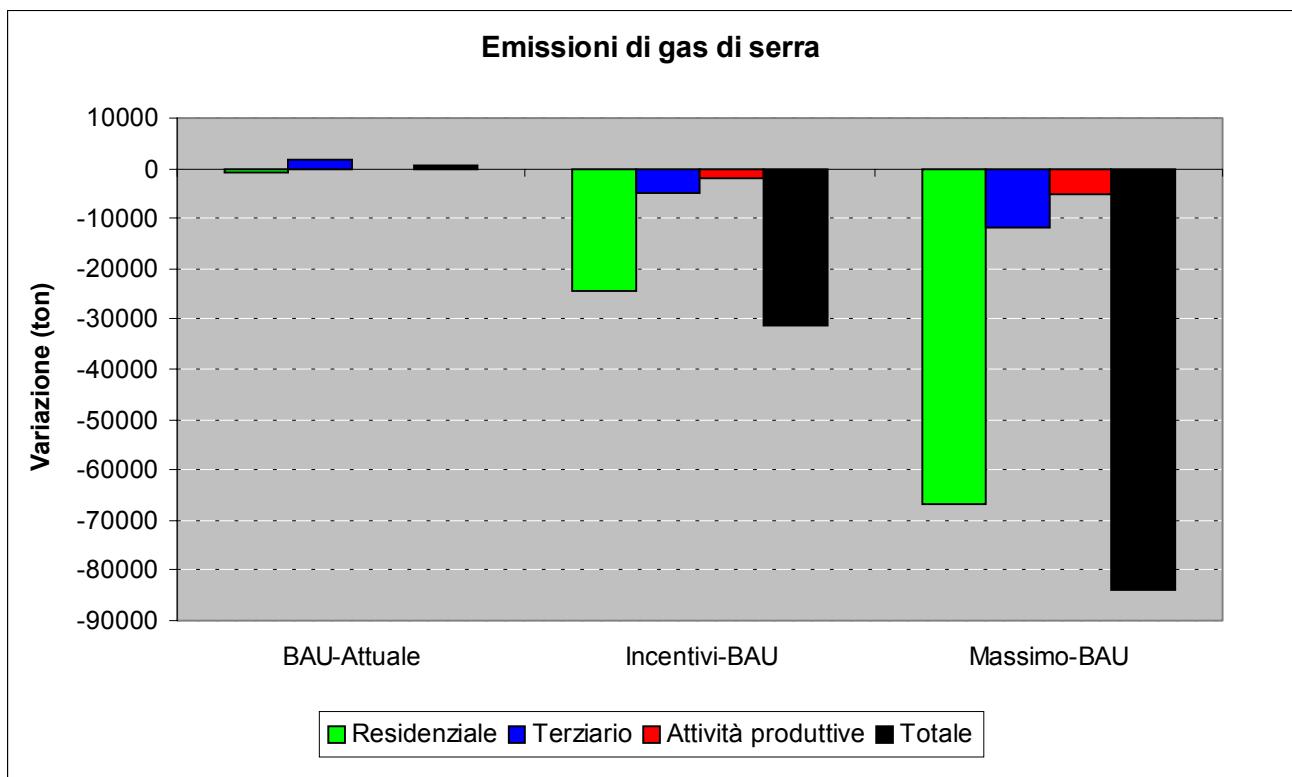
Emissioni di CO2 equivalente (ton)	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Residenziale	170682	169809	145365	102914
Terziario	42242	43942	39119	32370
Attività prod	90727	90487	88384	85174
Trasporti	108886	108886	108886	108886

Le emissioni nello scenario tendenziale tendono a mantenersi poco al di sopra dei valori attuali, mentre in quello di riduzione diminuiscono di quasi 8 punti percentuali ed in quello potenziale di poco più del 20% sempre rispetto allo scenario attuale.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Emissioni (ton)	412537	413124	381753	329345
Variazione su tendenziale (ton)			-31371	-83779
Variazione su riferimento (%)	0,0	0,1	-7,5	-20,2



Le variazioni delle emissioni dovute ai singoli settori sono visualizzate nel grafico successivo. Si riportano le variazioni tra i valori attuali e quelli BAU tra i valori dello scenario di riduzione con incentivi e quelli dello scenario BAU, tra i valori dello scenario di massimo potenziale e quelli dello scenario BAU.



### Micro-cogenerazione: potenziale locale

Nel quadro dei consumi e delle emissioni determinate dai processi energetici non è stato possibile quantificare il possibile contributo della microcogenerazione per mancanza di informazioni dettagliate.

E' comunque possibile delineare un potenziale locale di massima.

In generale, in un comune con più di 50.000 abitanti, ci si può aspettare un potenziale di cogenerazione che copra circa il 10% del consumo totale di energia elettrica.

Come ampiamente descritto nella parte sulle tecnologie di risparmio energetico, in una realtà urbana e produttiva come quella di Vigevano, nuovi impianti cogenerativi possono risultare economicamente proficui in molti casi. Per quanto riguarda i benefici ambientali, ogni MW di potenza elettrica di cogenerazione decentralizzata consente un risparmio energetico di 1.400 MWh/a (130 tep) in confronto alla fornitura separata di energia elettrica dalla rete nazionale e calore da una caldaia a gas. Per le emissioni di CO<sub>2</sub> ci si può aspettare una riduzione pari a 800 t/a, cioè il 25% in meno rispetto al sistema convenzionale. Anche per le emissioni di SO<sub>x</sub> (-95%) e polveri (-70%) si ottengono miglioramenti importanti. Solo le emissioni di NO<sub>x</sub> aumenterebbero del 30% circa.

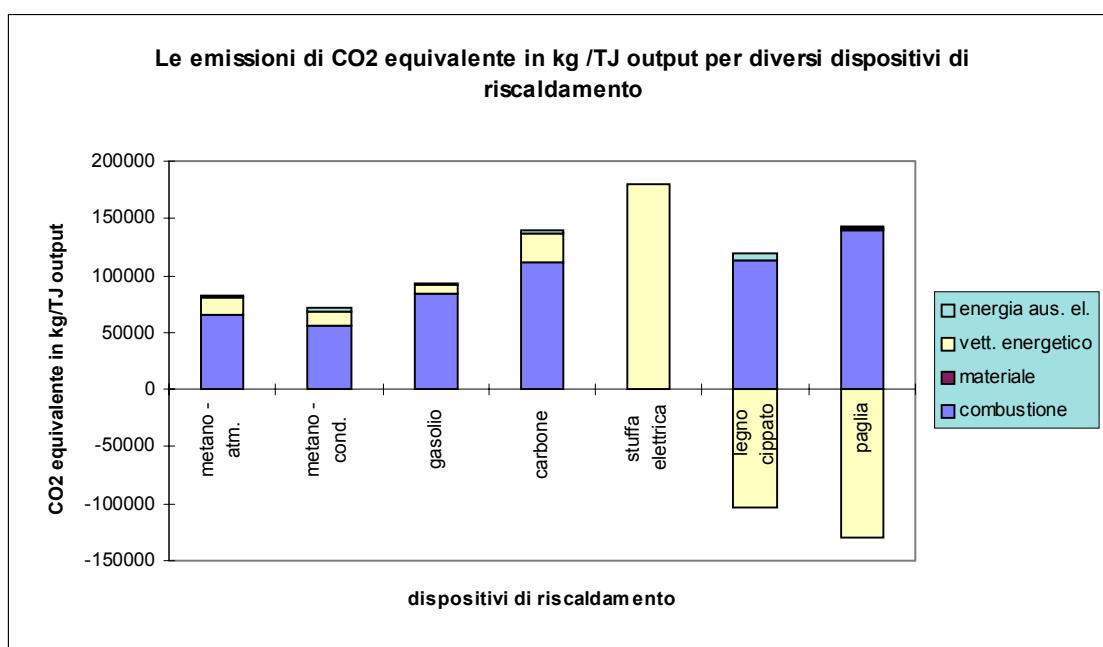
Nel comune di Vigevano si potrebbero realizzare, nel medio-lungo termine, 5 MW<sub>e</sub> di impianti di cogenerazione decentralizzati, con una autoproduzione di 20 GWh/a di energia elettrica e 27 MWh/a di energia termica. Questi impianti consentirebbero una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a 4.000 t/a

### La biomassa ligneo-cellulosica.

Anche per quanto riguarda la possibilità di sfruttamento a fini energetici della biomassa sul territorio comunale, non è stato possibile, sulla base dei dati ed informazioni disponibili, quantificare il potenziale locale e costruire di conseguenza degli scenari di consumi ed emissioni.

Può risultare comunque utile, in tale contesto, riportare alcune considerazioni del tutto generali, sulle riacitate estremamente favorevoli, da un punto di vista ambientale, che può avere lo sfruttamento di tale fonte per scopi energetici.

I valori specifici di CO<sub>2eq</sub> per la produzione di un TJ di calore per differenti dispositivi di riscaldamento sono documentati in valore assoluto ed in percentuale nelle figure e nella tabella a seguire. Tra i dispositivi di riscaldamento sono presenti due voci riguardanti il metano: la prima (metano atm.) si riferisce ad un impianto a metano con bruciatore atmosferico, la seconda (metano cond.) ad un impianto a condensazione (vedasi Vol.2, cap.1, par.1.3.1 e 1.4).



Emissioni di CO<sub>2eq</sub> in Kg/TJ per diversi dispositivi di riscaldamento.

dispositivo di riscaldamento	CO2 equiv. kg/TJ out	in %
a metano (bruciatore atmosferico)	82515	46
a metano (condensazione)	72212	40
a gasolio	93524	52
a carbone (coke)	140356	78
stufa elettrica	180350	100
a legno cippato	16967	9
a paglia	11784	7

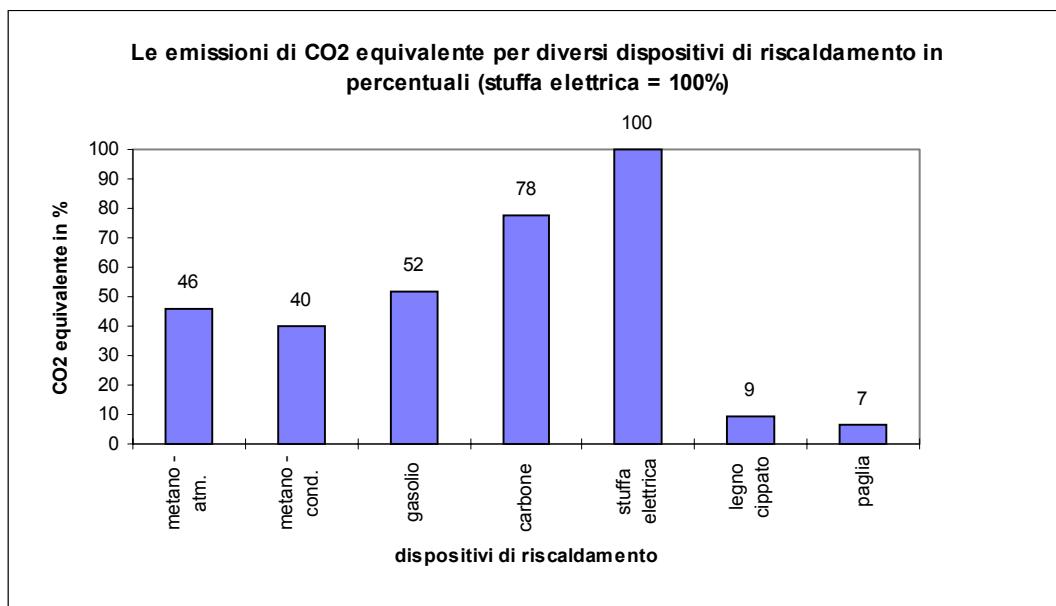
Emissioni di CO<sub>2</sub>eq in Kg/TJ per diversi dispositivi di riscaldamento.

Nella prima rappresentazione grafica sono rappresentate le emissioni divise in quattro categorie:

1. emissioni della combustione (nei casi dove c'è una combustione);
2. emissioni collegate alla costruzione dell'impianto (materiali);
3. emissioni collegate alla produzione del vettore energetico principale utilizzato;
4. emissioni collegate all'uso dell'energia ausiliare (nei casi dove viene utilizzata).

Come si può osservare, le emissioni collegate alla costruzione dell'impianto hanno poca incidenza e sono in gran parte trascurabili. Le emissioni di combustione e quelle collegate al vettore energetico, invece, sono di grande importanza. Le emissioni di combustione variano in maniera significativa in base alla fonte energetica utilizzata. Per le caldaie alimentate con cippato di legna e paglia, le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente sono costituite in grande parte da CO<sub>2</sub>. Le emissioni di CO<sub>2</sub> collegate alla combustione del legno e della paglia dipendono, infatti, dal contenuto di carbonio nelle fonti energetiche, e quindi dal carbonio derivante dall'assorbimento di CO<sub>2</sub> durante la loro crescita. La quantità di CO<sub>2</sub> assorbita nella crescita del legno e della paglia sono considerate emissioni negative.

La valutazione dei sette dispositivi in esame riguardante il totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente mostra che alle caldaie a legno cippato e a paglia sono associati valori più bassi. Ad esse seguono i dispositivi a gas con valori, però, molto elevati, i dispositivi a gasolio e, quindi, a carbone. Le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente più alte si manifestano nell'uso delle stufe elettriche. Fissando al 100% il valore della stufa elettrica, i valori relativi degli altri dispositivi sono mostrati in figura.



Emissioni di CO<sub>2</sub>eq per diversi dispositivi di riscaldamento (stufa elettrica=100%).

Risulta evidente l'importanza ambientale dei dispositivi per riscaldamento a biomassa, dato che l'utilizzo di tale fonte comporta una riduzione di circa il 50% in termini di CO<sub>2</sub> equivalente. Data la buona disponibilità sul territorio di tale fonte energetica, l'Amministrazione Comunale dovrebbe intraprendere (come già sottolineato nel Vol. 2, cap.1, par.1.1.5) una politica atta a favorire il più possibile tale vettore, usufruendo anche degli incentivi e dei finanziamenti che periodicamente vengono resi disponibili sia a livello nazionale che comunitario.

### La variazione del Mix elettrico

Al di là delle possibili azioni locali sul lato dell'offerta (descritte in precedenza), è evidente l'importanza del tipo di energia che, nei prossimi anni, attraverserà i confini comunali, in particolar modo dell'energia elettrica.

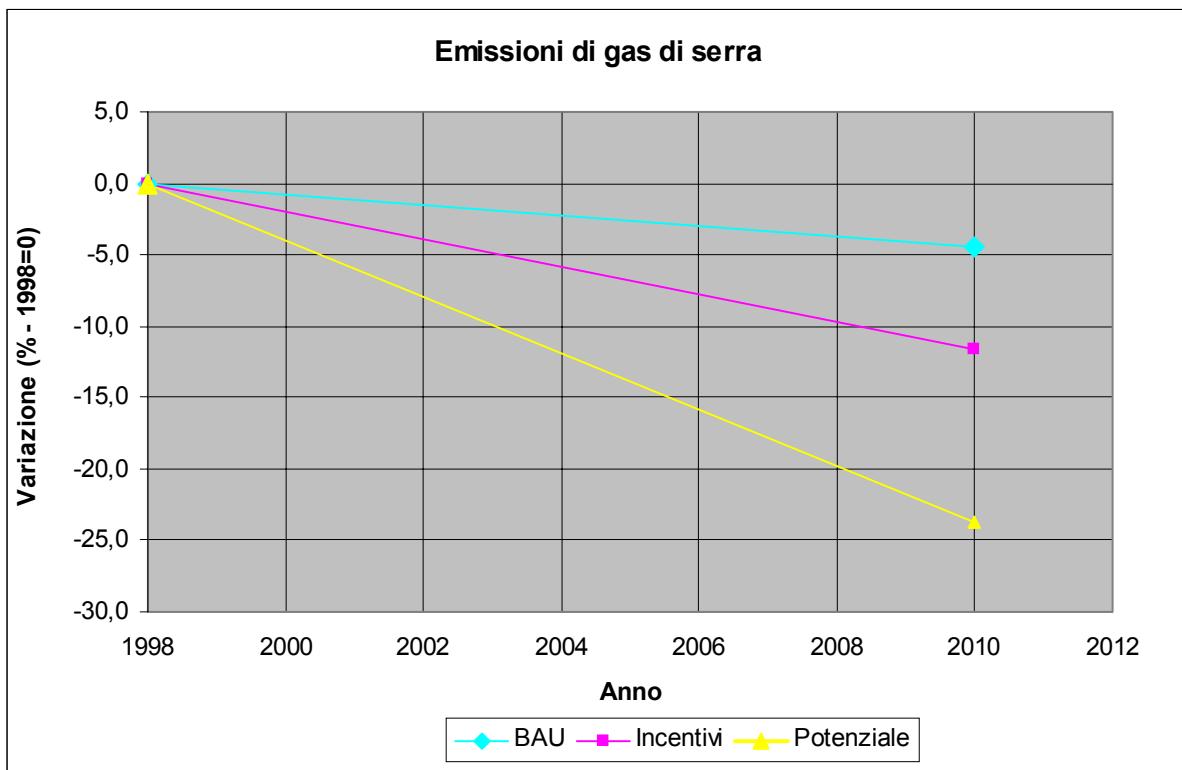
L'ultimo aspetto che andiamo a considerare nella costruzione dei possibili scenari, si riferisce quindi all'introduzione del mix elettrico nazionale derivante da una politica di efficientizzazione energetica.

Sulla base delle indicazioni poste dalla delibera CIPE in termini di obiettivi di riduzione si può supporre una diminuzione di circa il 15% delle emissioni legate alla produzione di energia elettrica tra il 2008 ed il 2012

In tal caso i risultati vengono riassunti nelle seguenti tabelle.

	Attuale	BAU	Riduzione	Potenziale
Emissioni (ton)	412537	395118	365441	315931
Variazione su tendenziale (ton)			-29677	-79187
Variazione su riferimento (%)	0,0	-4,2	-11,4	-23,4

La riduzione accessibile supera il 4% nello scenario tendenziale ed l'11% in quello con incentivi, con una riduzione complessiva delle emissioni rispetto al tendenziale di quasi 30.000 ton.



## 5.1 Osservazioni conclusive

A conclusione dell'analisi effettuata emerge come sia possibile arrivare ad una calo significativo delle emissioni. Lo scenario che prevede l'introduzione di incentivi al risparmio energetico, in effetti, permette di raggiungere un livello di riduzione simile a quanto definito a seguito del protocollo di Kyoto. Lo scenario di massimo potenziale, invece, ci indica fino a che punto ci si potrebbe spingere se si instaurassero dei meccanismi alquanto virtuosi. Questo obiettivo, però, non può essere ragionevolmente posto entro il 2010.

E' evidente che i valori di riduzione ottenuti derivano dall'aver specificato delle precise ipotesi per i differenti scenari; chiaramente a queste ipotesi se ne potrebbero aggiungere altre che in questa sede non sono apparse interessanti oppure di difficile quantificazione. Ulteriori analisi ed approfondimenti potrebbero permettere di quantificare anche altri interventi.

E' inoltre importante sottolineare che la possibilità di raggiungere un obiettivo di riduzione dipende dalle forze che si vogliono investire non solo internamente, ma anche esternamente alla città. Infatti, una città di per se' può controllare direttamente solo una quota, seppure considerevole, delle azioni atte alla riduzione complessiva, mentre il resto dipende da meccanismi a livello nazionale o internazionale. Per questo motivo gli obiettivi da porsi devono tenere conto del contesto più ampio in cui una città si muove.

## 6. RIEPILOGO STRATEGIE ED AZIONI

In questa sezione vengono sinteticamente elencate le strategie da seguire e le azioni da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico e riduzione delle emissioni di gas, secondo lo schema seguente:

- Offerta di energia
- Il settore edile
- Usi finali elettrici
- Mobilità

Alcune delle azioni e strategie riportate nel seguito, avranno un carattere del tutto generale di applicabilità, mentre altre saranno strettamente connesse alle peculiarità della realtà vigevanese. Per mancanza di informazioni e degli approfondimenti necessari, solo alcune delle azioni sono state esplicitamente utilizzate nella costruzione degli scenari di consumi ed emissioni.

In alcuni casi, infine, verranno indicate delle azioni su "scala nazionale". Si tratta di azioni che vengono portate avanti a scala nazionale e sulle quali, perciò, il Comune non ha controllo diretto. Anche da queste azioni dipende tuttavia il raggiungimento degli obiettivi.

### Offerta di energia

L'offerta di energia e la produzione locale da fonti rinnovabili o assimilabili possono essere viste come la parte principale di un piano energetico. Nei prossimi anni è possibile pensare per Vigevano ad azioni riguardanti:

- la microcogenerazione (a scala di edificio o comparto – progetto di "isola energetica"),
- l'introduzione di sistemi solari termici (in particolare per acqua calda sanitaria)
- l'abbandono quasi completo del gasolio da riscaldamento e dell'olio combustibile nell'industria,
- sfruttamento del potenziale energetico della biomassa ligneocellulosa per usi termici.

Famiglie di strategie/azioni	Strategie/azioni
<b>Microcogenerazione</b>	Microcogenerazione in singoli edifici o gruppi di edifici presso i principali consumatori di gas metano
<b>Solare termico</b>	Solare termico nel residenziale in sostituzione dei boiler elettrici per acqua calda sanitaria
	Solare termico negli edifici comunali in sostituzione dei boiler elettrici per acqua calda sanitaria
<b>Metanizzazione</b>	Uso di metano nelle caldaie condominali attualmente a Gasolio
	Uso di metano nelle industrie a sostituzione dell'olio combustibile
<b>Biomassa ligneocellulosa</b>	Azione di promozione dell'uso di tale fonte energetica per usi termici
	Realizzazione di impianti pilota negli edifici comunali
	Realizzazione di progetti pilota di teleriscaldamento a biomassa nelle frazioni rurali
<b>SCALA NAZIONALE</b>	Modifica del mix elettrico nazionale (in attuazione delibera CIPE 19/11/98)

## Il settore edile

Sono state fatte diverse ipotesi di intervento sugli edifici esistenti per migliorarne le prestazioni sia dal punto vista dell'involucro edilizio che degli impianti.

La crescita prevista per Vigevano nei prossimi anni, in termini di superfici da costruire, pone alcuni seri problemi per quanto riguarda il controllo della sostenibilità degli interventi e, nello specifico, dei consumi energetici. Vengono quindi proposti degli strumenti normativi per una revisione dei regolamenti edilizi in chiave di sostenibilità.

Famiglie di strategie/azioni	Strategie/azioni
<b>Strumenti normativi e pianificatori</b>	Procedura sperimentale certificazione energetica degli edifici
	Revisione Regolamento Edilizio in chiave di sostenibilità
	Revisione PRG in chiave di sostenibilità
<b>Miglioramento prestazioni termiche edilizia esistente</b>	Isolamento falde di copertura
	Sostituzione vetri singoli / doppi vetri
	Diffusione tecnologie di raffrescamento passivo negli edifici del terziario
	Audit energetico edifici di proprietà comunale
	Campagne di informazione sui possibili interventi
<b>Miglioramento prestazioni impianti di riscaldamento esistenti</b>	Sostituzione caldaie condominiali e singole con caldaie più efficienti (a condensazione)
	Controllo/diminuzione temperature interne negli edifici nel periodo invernale
	Audit energetico edifici di proprietà comunale
	Campagne di informazione sulle tecnologie efficienti
<b>SCALA NAZIONALE</b>	Incentivi nazionali per interventi di retrofit energetico degli edifici

## Usi finali elettrici

Gli usi finali elettrici costituiscono il settore nel quale è stato individuato un forte potenziale di risparmio energetico.

Sono state introdotte diverse ipotesi di risparmio energetico nei settori residenziale, terziario e industria.

Va ricordato che le azioni così costruite (a parte quelle realizzabili negli edifici di proprietà della stessa amministrazione) sono scarsamente gestibili dalla pubblica amministrazione attraverso gli strumenti di cui normalmente dispone (ordinanze, regolamenti, ecc.) ma vanno piuttosto promosse tramite campagne di informazione agli utenti ed ai venditori ed attraverso l'incentivazione all'acquisto di prodotti efficienti (o alla rottamazione di quelli inefficienti).

Si tratta perciò di azioni che presentano una certa complessità nella loro attivazione e richiedono, in particolare, uno sforzo congiunto da parte di più soggetti e, in definitiva, un forte coinvolgimento dell'utenza.

Famiglie di strategie/azioni	Strategie/azioni
<b>RESIDENZIALE</b>	
aumento efficienza elettrodomestici	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivazione acquisto prodotti ad alta efficienza</li> <li>Coinvolgimento venditori in corsi/attività di formazione</li> <li>Coinvolgimento grandi distributori per la qualificazione del personale addetto alla vendita</li> <li>Incentivi comunali alla "rottamazione" finalizzata all'aumento di efficienza</li> <li>Convenzioni produttori/rivenditori per l'acquisto di elettrodomestici efficienti</li> <li>Campagne informative e promozionali</li> </ul>
aumento efficienza illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivazione acquisto lampade ad alta efficienza</li> <li>Campagne informative e campagne promozionali</li> </ul>
apparecchiature elettroniche	Campagne di informazione/sensibilizzazione sui comportamenti d'uso
Raffrescamento estivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagne di informazione/sensibilizzazione sui comportamenti d'uso</li> <li>Raccomandazioni per interventi sull'involucro edilizio nel Regolamento edilizio</li> <li>Consulenze per capitolati prestazionali</li> </ul>
Produzione di ACS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sostituzione boiler elettrico con boiler a gas metano</li> <li>Installazione timer e rubinetti a basso flusso</li> <li>Campagne di informazione/sensibilizzazione</li> </ul>
<b>TERZIARIO</b>	
aumento efficienza elettrodomestici	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interventi DSM sistemi di refrigerazione settore commerciale</li> <li>Interventi DSM sistemi di lavaggio settore alberghiero e ospedaliero</li> <li>Servizio consulenza per capitolati prestazionali sugli impianti</li> <li>Convenzione con azienda elettrica per detrarre parte delle spese di retrofit</li> <li>Campagne informative e promozionali</li> </ul>
aumento efficienza illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attivazione associazioni produttori per azioni di consulenza e campagne promozionali</li> <li>Servizio consulenza per capitolati prestazionali sugli impianti</li> </ul>

	Attivazione finanziamenti tramite terzi, con coinvolgimento azienda elettrica
	Campagne informative e campagne promozionali
	Raccomandazioni per illuminazione efficiente nel regolamento edilizio
<b>apparecchiature elettroniche</b>	Capitolati per la definizione dell'efficienza energetica delle apparecchiature per ufficio Accordi di programma tra produttori/rivenditori e Comune ed Azienda elettrica Campagne di informazione/sensibilizzazione sui comportamenti d'uso
<b>Raffrescamento estivo</b>	Campagne di informazione/sensibilizzazione sui comportamenti d'uso  Raccomandazioni per interventi sull'involucro edilizio nel Regolamento edilizio  Consulenze per capitolati prestazionali
<b>Produzione di ACS</b>	Sostituzione boiler elettrico con boiler a gas metano  Installazione timer e rubinetti a basso flusso  Campagne di informazione/sensibilizzazione
<b>INDUSTRIA</b>	Energy audit e assistenza nel miglioramento del processo produttivo  Interventi sull'illuminazione  Interventi sui motori elettrici
<b>ILLUM. PUBBLICA</b>	Sostituzione sorgenti luminose esistenti con altre ad alta efficienza  Diminuire i livelli di illuminamento nelle ore centrali della notte  Redazione di un "piano dell'illuminazione pubblica" con criteri di risparmio energetico
<b>INFORMAZIONE SENSIBILIZZAZIONE SUL RISPARMIO ENERGETICO</b>	Banca dati sull'efficienza degli elettrodomestici sul mercato  Campagne di informazione sulle metodologie di risparmio  Sportelli di informazione all'utenza che espongono tecnologie ad alta efficienza
<b>INTERVENTI DA PARTE DEL FORNITORE</b>	Interventi diretti al risparmio dell'utenza  Interventi di "telegestione" dei carichi sulla rete comunale
<b>SCALA NAZIONALE (residenziale)</b>	Etichettatura energetica degli elettrodomestici  Incentivi alla "rottamazione" finalizzata al miglioramento dell'efficienza energetica

## Mobilità

Negli ultimi anni, le azioni da intraprendere per il raggiungimento di una forma sostenibile di mobilità, sono state oggetto di molte ricerche ed al centro di innumerevoli dibattiti.

Infatti, normative nazionali ed internazionali hanno stabilito una serie di obiettivi di qualità dell'aria e di controllo dell'effetto serra.

Le strategie e le azioni, suggerite nei documenti politici dell'Unione Europea, sono intese a contenere il traffico privato in ambito urbano, a promuovere esperimenti tecnologici con veicoli e carburanti speciali, a migliorare l'integrazione tra i diversi mezzi di trasporto ed i collegamenti tra le varie tappe di un viaggio.

Gli obiettivi descritti in un recente rapporto *"Road Transport Research, Congestion control and demand management"* (Rapporto OECD, Parigi 1994) redatto da un gruppo di esperti promosso dall'OCSE, individuano, una possibile strada da seguire per il previsto aggiornamento del PUT e sono stati il riferimento principale per la definizione delle azioni al fine di raggiungere gli obiettivi di riduzione individuati.

Famiglie di strategie/azioni	Strategie/azioni
<b>Interventi infrastrutturali</b>	Potenziamento parcheggi di interscambio Incremento piste ciclabili Servizio Ferroviario Sistema controllo accesso alla ZTL
<b>Interventi non infrastrutturali</b>	Razionalizzazione traffico merci e creazione piattaforme logistiche Istituzione ufficio comunale coordinamento dei mobility manager Progetti di car sharing e di car pooling
<b>Trasporto pubblico</b>	Acquisto mezzi elettrici Controllo centralizzato nel trasporto pubblico Rete filoviaria Acquisto mezzi a metano Azioni rivolte a migliorare l'efficienza del servizio (pannelli a messaggio variabile, nuove pensiline, cartelli indicatori elettronici per autobus, apparecchiature mirate a fornire informazioni per non vedenti, periodiche indagini di Customer Satisfaction)
<b>Sensibilizzazione</b>	Campagne sensibilizzazione utilizzo mezzo pubblico Noleggio biciclette Campagne sensibilizzazione utilizzo bicicletta
<b>SCALA NAZIONALE</b>	Aumento efficienza degli automezzi sul mercato (accordi nazionali ed internazionali) Incentivi alla rottamazione volti al miglioramento dell'efficienza